



**KAZIMIERZ JAMROZ**  
kjamroz@pg.gda.pl



**MARCIN ANTONIUK**  
marantoniuk@gmail.com



**ŁUKASZ JELIŃSKI**  
lukjelin@gmail.com



**JOANNA WACHNICKA**  
joanna.wachnicka@pg.gda.pl

Politechnika Gdańska,  
Wydział Inżynierii Lądowej  
i Środowiska,  
Katedra Inżynierii Drogowej



**KATARZYNA GRONOWSKA**  
Saferoad RRS Polska Sp. z o.o.  
Katarzyna.Gronowska@  
saferoad.pl

## Częstość i konsekwencje wypadnięcia pojazdu z drogi na przykładzie województwa pomorskiego

Wypadki drogowe są nadal jedną z przyczyn tragedii życiowych wielu rodzin. Szacuje się, iż na drogach całego świata ginie rocznie ponad 1,2 mln osób, a blisko 50 mln ludzi zostaje rannych. W Unii Europejskiej (najbezpieczniejszym regionie świata) rocznie ginie 25 tys. osób, a ponad 1,1 mln osób zostaje rannych (w tym 250 tys. ciężko rannych). W Polsce natomiast (najbardziej niebezpiecznym kraju UE) rocznie ginie 3,35 tys. osób, a 44 tys. jest rannych. Porównanie poziomu bezpieczeństwa polskich dróg z innymi krajami wskazuje, że ryzyko bycia ofiarą śmiertelną na drogach w naszym kraju jest wielokrotnie większe niż na drogach w Niemczech czy Wielkiej Brytanii [1].

Ryzyko uczestniczenia w wypadku wynika z nieprawidłowego funkcjonowania poszczególnych elementów systemu transportu drogowego i ujawnia się w następstwie nieprawidłowych zachowań uczestników ruchu, awarii technicznych, złych warunków meteorologicznych lub przyrodniczych, albo w efekcie aktów wandalizmu czy terroryzmu. Najczęstszymi czynnikami ryzyka na drogach są [2]:

- człowiek i jego zachowania (przyczyniający się do powstania 90–95% wypadków),
- pojazd (przyczyniający się do powstawania 8–10% wypadków),
- droga i jej otoczenie (przyczyniające się do powstawania 28–35% wypadków).

Bezpieczeństwo ruchu drogowego (brd) wciąż stanowi duży problem w skali światowej i pomimo coraz większego zainteresowania tematyką, nie widać znaczącej i zadowalającej poprawy. Działania podnoszące świadomość kierowców (zmianę kultury jazdy), usprawnienie zarządzania bezpieczeństwem i stworzenie bezpiecznej infrastruktury drogowej stanowią podstawy procesu zmniejszania ryzyka na drogach całego świata. Działania infrastrukturalne zajmują istotne miejsce w strategiach i programach działań na rzecz poprawy brd. „Bezpieczna droga” jest jednym z pięciu filarów w Globalnym Planie dla Dekady Działań na rzecz Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego 2011–2020 [3] przyjętym przez ONZ w 2010 roku. Bezpieczniejsza infrastruktura drogowa to element IV Europejskiego Programu Działań na rzecz Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego [4] i strategii rozwoju transportu [5], jako etapu realizacji długofalowej, europejskiej polityki transportowej, w której kierunkowym działaniem jest osiągnięcie Wizji Zero. Także w Narodowym Programie BRD do roku 2020 pojawił się filar „Bezpieczna droga”, w którym wyróżniono dwa priorytety: (I) – Wdrożenie standardów brd eliminujących największe zagrożenia w ruchu drogowym oraz (II) – Rozwój systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej [6].

Głównym celem podejmowania działań w realizacji (I) priorytetu jest zmniejszenie liczby i skutków wypadków spowodowanych mankamentami sieci drogowej, szczególnie: wypadków z pieszymi i rowerzystami, zderzeń czołowych, bocznych i tylnych, wypadków w porze nocnej oraz wypadnięcia pojazdu z drogi. Zmniejszenie liczby i skutków zająć spowodowanych wypadnięciem pojazdu z drogi przewiduje się osiągnąć poprzez:

- przekształcanie sieci drogowej i ulicznej poprzez uzupełnienie oraz przebudowę sieci istniejącej,
- rozwój koncepcji i praktyczne wdrożenie tzw. „dróg samoobjaśniających”,
- rozwój koncepcji i praktyczne wdrożenie tzw. „dróg wybaczących”, pozbawionych niebezpiecznych przeszkód bocznych oraz wyposażonych w środki bezpieczeństwa biernego, w tym weryfikacja i usunięcie lub zabezpieczenie przeszkód bocznych na istniejących drogach,
- zapewnienie bardziej zrozumiałego i przyjaznego uczestnikom ruchu oznakowania dróg.

Jednym z urządzeń wspomagających te działania są ochronne bariery drogowe. Aby podjąć odpowiednie kroki, konieczne jest rozpoznanie warunków występowania zagrożeń na drodze i skuteczności stosowanych urządzeń. Niestety, w Polsce wciąż brakuje tego rodzaju badań.

W artykule, będącym rozwinięciem wystąpienia na Forum Bariery 2014 [7], podjęto próbę identyfikacji problemów związanych z występowaniem przeszkód przy drodze oraz zastosowania barier ochronnych na przykładzie sieci dróg województwa pomorskiego [8], [9].

Analizę przeprowadzono według metodyki zawierającej trzy kolejne etapy: charakterystyka stanu zagadnienia na

podstawie studiów literatury, identyfikacja problemu na podstawie analizy wypadków drogowych, identyfikacja problemów na podstawie inwentaryzacji w terenie.

## Stan aktualny

Dotychczas, znaczną liczbę badań przeprowadzono w celu określenia zależności pomiędzy wielkością ruchu i geometrią drogi a wypadkami drogowymi. Badania te wykazały, że ulepszenie geometrii jezdni może znacząco zmniejszyć liczbę i skutki wypadków. Znacznie mniej prac poświęcono z kolei rozpoznaniu wpływu czynników drogowo – ruchowych na wypadnięcie pojazdu z drogi i skutki tych zdarzeń.

Statystyki wypadków drogowych w wielu krajach wskazują, że około jedna trzecia ofiar śmiertelnych spowodowana jest wypadnięciem pojazdu z drogi.

Pod pojęciem wypadnięcie z drogi rozumie się takie pierwotne zdarzenie drogowe, w którym pojazd zjeżdża z jezdni w wyniku utraty stateczności lub nagłej zmiany kierunku jazdy (spowodowanej jazdą ze zbyt dużą prędkością, utratą przyczepności kół do nawierzchni itp.). W następstwie tego zdarzenia niekiedy następuje powrót pojazdu na jezdnię, ale bardzo często występuje wtórne zdarzenie niebezpieczne polegające na: wywróceniu się pojazdu, wjechaniu pojazdu do rowu, uderzenie w skarpę, uderzenie w urządzenie lub obiekt zlokalizowany w pasie drogowym albo jego bliskim otoczeniu, np. najechanie pojazdu na barierę drogową, najechanie na drzewo, najechanie na słup lub znak drogowy [10].

Studiując dostępną literaturę, można zauważyć, że część badaczy poszukiwało wpływu wybranych parametrów drogi (szerokość jezdni, rodzaj i szerokość pobocza, lokalizacja drzew i znaków drogowych przy drodze), obiektów drogowych (mosty, przepusty, znaki drogowe), przeszkód przy drodze (drzewa, słupy) oraz urządzeń drogowych (bariery drogowe i wygradzenia) na zagrożenie wypadkami związanymi z wypadnięciem pojazdu z drogi. Wyniki tych badań wykorzystano do modelowania i symulowania wpływu różnych kombinacji parametrów geometrycznych drogi oraz parametrów ruchu na częstość i skutki wypadków. Na podstawie modeli opracowano zbiór działań prewencyjnych i wykazano, że częstotliwość zdarzeń można znacząco zmniejszyć poprzez: zwiększenie szerokości pasa ruchu i szerokości pobocza, poszerzenie szerokości pasa dzielącego, poszerzenie szerokości jezdni przy dojeździe do obiektu mostowego, przenoszenie i usuwanie niebezpiecznych obiektów drogowych, łagodzenie pochylenia stoków i skarp rowów, zastosowanie barier i innych systemów ochronnych [11].

W nowszych badaniach skupiono się na drogach „wybaczających błędy kierowców”, w przypadku których istotne okazały się strefy przy jezdni wolne od przeszkód. Wykorzystując wyniki badań terenowych, modelowania matematycznego i symulacji komputerowej określono zalecane szerokości strefy wolnej od przeszkód oraz odległość od jezdni i wysokość barier drogowych [12].

Drzewo zbyt blisko jezdni, zła konstrukcja słupa lub znaku drogowego, źle zaprojektowany lub wybudowany system barier ochronnych są zagadnieniami będącymi przedmiotem studiów, badań i przygotowania norm, wytycznych czy przykłałów dobrej praktyki [13].

Drogowe bariery ochronne to jedne z ważniejszych czynnych urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego, tzn. takich, z którymi pojazd podczas wypadku lub kolizji wchodzi w bezpośredni kontakt. Dlatego każdego rodzaju bariera powinna być odpowiednio przystosowana do ewentualnego uderzenia pojazdu. Do podstawowych celów barier ochronnych należą [14], [15]:

- zapobieganie niekontrolowanemu zjazdowi pojazdu z toru ruchu (drogi, jezdni), gdzie jest to niebezpieczne,
- ochrona życia i mienia uczestników ruchu i osób użytkujących tereny położone przy drodze.

Zadaniem bariery jest zapewnienie bezpieczeństwa wszystkim uczestnikom ruchu, tak aby ewentualne skutki wypadku były jak najmniejsze. Co więcej, bariery z zamocowanymi odblaskami wyznaczają krawędzie jezdni w warunkach nocnych lub przy ograniczonej przez warunki atmosferyczne widoczności (deszcz, śnieg, mgła). Dodatkowo, odgradzają drogę od terenów przyległych, innych dróg lub ulic lokalnych. Podczas uderzenia pojazdu w system ochronny, urządzenie powinno stworzyć odpowiednie warunki zmniejszenia zagrożenia w przypadku zdarzenia niebezpiecznego [14], [15]:

- opóźnienia działające na osoby w pojeździe nie powinny przekroczyć wartości bezpiecznych,
- pojazd powinien zostać wyprowadzony na tor ruchu równoległy do bariery,
- uszkodzenia pojazdu w miarę możliwości powinny być niewielkie.

Zderzenia pojazdów z nieostroniętymi obiektami usytuowanymi przy drodze stanowią rodzaj wypadków, których prawdopodobnie można było uniknąć lub zmniejszyć ich skutki. Przy budowie nowych dróg, projektanci systemów ochronnych powinni uwzględnić wszystkie miejsca zagrożenia występujące w otoczeniu drogi. Pomagają im w tym wytyczne stosowania barier ochronnych, które są wciąż udoskonalane, tak aby były bardziej czytelne i poruszały najważniejsze problemy projektowe barier ochronnych [16]. Niestety dopiero przy nowo budowanych trasach zwraca się szczególną uwagę na bezpieczeństwo. Od 2010 r. każdy system barier zamontowanych na drodze musi być przebadany i uzyskać certyfikat zgodności oraz deklarację właściwości użytkowych. Należy jednak postawić pytanie, jaki jest wpływ urządzeń i obiektów niebezpiecznych zlokalizowanych w pasie drogi i jej otoczeniu na drogach różnej klasy na bezpieczeństwo ruchu w Polsce?

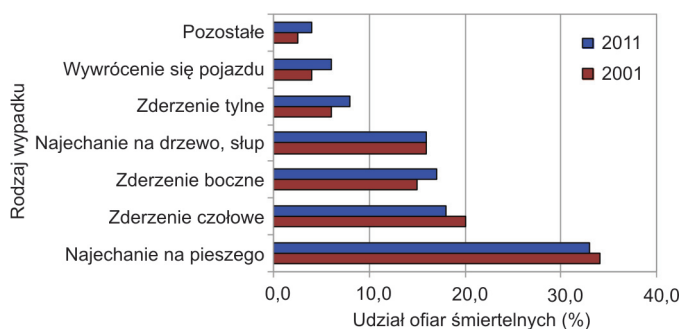
## Identyfikacja problemu na podstawie analizy wypadków drogowych

### Polska

W celu scharakteryzowania omawianego problemu w Polsce posłużono się wynikami raportu z oceny realizacji Programu GAMBIT [17]. Stwierdzono, że największą grupę wypadków drogowych stanowią zderzenia pojazdów w ruchu i najechania pojazdu na pieszego lub przeszkodę. Od wielu lat, największą liczbę ofiar śmiertelnych (ponad 33% ogółu) niezmiennie generują wypadki związane z najechaniem na pieszego (ich przyczyną jest brak odpowiednich urządzeń ochrony pieszych), co wyróżnia nas nie tylko w Europie, ale

i na świecie. Następną grupę wypadków o dużej śmiertelności (15–20%) stanowią wypadki spowodowane zderzeniami czołowymi (których przyczyną jest głównie brak rozdzielonych jezdni), zderzeniami bocznymi (występującymi głównie na skrzyżowaniach i wjazdach) oraz najechaniem na przeszkodę (drzewo lub słup) zlokalizowaną zbyt blisko krawędzi jezdni.

Budowanie w ostatnich latach nowych dróg z zaprojektowanymi pasami dzielącymi spowodowało zmniejszenie liczby zderzeń czołowych i ofiar śmiertelnych tych wypadków. Niestety, zwiększające się obciążenie dróg powoduje większe trudności jazdy na skrzyżowaniach, co często kończy się zderzeniami bocznymi (rys. 1). Znaczny udział (4–8%) w wypadkach z ofiarami śmiertelnymi mają także zdarzenia związane z wywróceniem się pojazdu (w wyniku jazdy z nadmierną prędkością) i zderzenia tylne (związane z jazdą w zbyt bliskiej odległości między pojazdami).



Rys. 1. Udział ofiar śmiertelnych z podziałem na rodzaje wypadku w latach 2001 i 2011 w Polsce

Trendy zmian poszczególnych rodzajów wypadków drogowych w latach 2001–2011 wskazują, że w większości przypadków występuje tendencja systematycznego zmniejszania liczby wypadków, natomiast wypadki z pasażerem, najechania na zwierzę i wywrócenia się pojazdu charakteryzuje tendencja wzrostowa.

Do grupy wypadków związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi w artykule zaliczono: wywrócenie pojazdu, najechanie na drzewo, słup lub inną przeszkodę. Z danych przedstawionych na rys. 1 wynika, że skutkiem tego rodzaju zdarzeń w Polsce jest ponad 20% ogółu ofiar śmiertelnych. Należy podkreślić, że zastosowano kryterium wypadków z udziałem pojedynczego pojazdu.

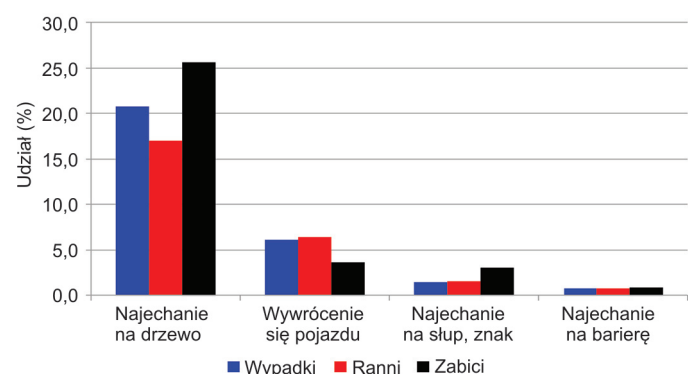
## Województwo pomorskie

Analizę problemu w województwie pomorskim przedstawiono na podstawie danych o zdarzeniach z okresu 5 lat (2008–2012). W całym tym okresie doszło do 16,2 tys. wypadków, w których śmierć poniosło 1140, a rannych zostało 19,8 tys. osób (tabela 1). Istotną grupę zdarzeń drogowych w województwie stanowią wypadnięcia pojazdu z drogi. W przeciągu 5 lat zdarzenia te stanowiły 29,1% ogółu wypadków, 25,7% ogółu ofiar rannych i 33,1% ogółu ofiar śmiertelnych. Szczegółowa analiza wskazuje, że wypadnięcie pojazdu z drogi kończyło się najechaniem na drzewo (20,7% ogółu wypadków, 17,0% ogółu ofiar rannych i 25,6% ogó-

tu ofiar śmiertelnych) oraz wywróceniem się pojazdu (6,1% ogółu wypadków, 6,4% ogółu ofiar rannych i 3,6% ogółu ofiar śmiertelnych). Znacznie rzadziej wypadki te kończyły się wywróceniem pojazdu lub uderzeniem w barierę (wizualizacja wyników – rys. 2.).

Tabela 1. Zestawienie danych o wypadkach drogowych i ich ofiarach wg rodzaju zdarzenia w latach 2008–2012 w województwie pomorskim

Lp.	Rodzaj zdarzenia	Okres analizy 2008–2012					
		Wypadki		Ranni		Zabici	
		liczba	udział	liczba	udział	liczba	udział
		[wyp./5 lat]	[%]	[wyp./5 lat]	[%]	[wyp./5 lat]	[%]
1	Najechanie na drzewo	3371	20,7	3365	17,0	292	25,6
2	Najechanie na słup, znak	245	1,5	302	1,5	35	3,1
3	Najechanie na barierę	128	0,8	157	0,8	10	0,9
4	Wywrócenie się pojazdu	991	6,1	1276	6,4	41	3,6
	<b>Razem</b>	<b>4735</b>	<b>29,1</b>	<b>5100</b>	<b>25,7</b>	<b>378</b>	<b>33,1</b>
<b>Pozostałe zdarzenia</b>							
5	Zderzenie czołowe	1568	9,6	2721	13,7	225	19,7
6	Zderzenie boczne	3647	22,4	4941	24,9	156	13,7
7	Zderzenie tylne	1526	9,4	2120	10,7	35	3,1
8	Najechanie na pieszego	3821	23,5	3724	18,8	302	26,5
9	Inne	969	6,0	1216	6,1	45	3,9
	<b>Razem</b>	<b>11531</b>	<b>70,9</b>	<b>14722</b>	<b>74,3</b>	<b>763</b>	<b>66,9</b>
	<b>Ogółem</b>	<b>16266</b>	<b>100,0</b>	<b>19822</b>	<b>100,0</b>	<b>1141</b>	<b>100,0</b>



Rys. 2. Wykresy udziału wypadków i ofiar wypadków związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi w województwie pomorskim w latach 2008–2012

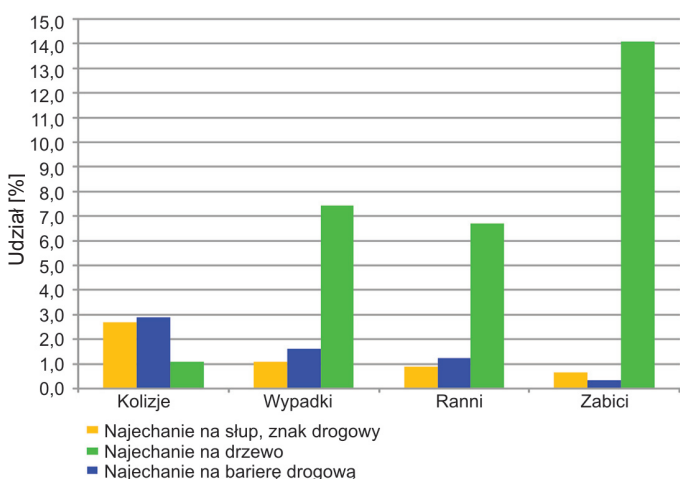
## Drogi krajowe

W dalszej części analizę prowadzono tylko w przypadku dróg krajowych i zdarzeń związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi obejmujących: najechanie na drzewo, słup lub

znak drogowy i barierę drogową. Ze względu na zwiększenie próby, do analizy włączono także kolizje drogowe. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż wywrócenie się pojazdu odbiega od pozostałych analizowanych zdarzeń, dlatego zostały one wykluczone z dalszych analiz. Należy zaznaczyć, że w bazach danych dostępne są informacje tylko o części wypadków i kolizji. W Polsce praktycznie pomija się jedną grupę ofiar wypadków drogowych, tj. ofiar lekko rannych, natomiast w przypadku kolizji drogowych ich znaczna część nie jest zgłaszana przez uczestników zdarzenia niebezpiecznego i w ten sposób nie jest rejestrowana przez policję[18]. W przypadku barier drogowych jest to dość częste postępowanie, dlatego w bazach danych dostępne są informacje tylko o niewielkiej części kolizji drogowych.

W analizowanym okresie 5 lat, na drogach krajowych w województwie pomorskim doszło do 14,2 tys. kolizji i 2,4 tys. wypadków drogowych, w których zginęło 305 osób, a rannych zostało 3,4 tys. osób. Zdarzenia związane z wypadnięciem pojazdu z drogi stanowiły: 6,7% kolizji, 10,1% wypadków drogowych oraz 8,8% rannych i 15,1% ofiar śmiertelnych. Jest to znacznie mniejszy udział niż na pozostałych kategoriach dróg, co może wynikać z faktu, że otoczenie dróg krajowych ma znacznie wyższe standardy bezpieczeństwa niż w przypadku pozostałych kategorii.

Poszczególne rodzaje zagrożeń drogowych przebadano pod kątem zagrożenia dla uczestników ruchu drogowego. W analizowanym okresie zarejestrowano prawie 1200 niebezpiecznych zdarzeń (80% to kolizje, a 20% to wypadki), w których ponad jedną czwartą stanowiły najechania na drzewo, ponad jedną trzecią najechania na słup lub znak drogowy, a prawie 40% najechania na barierę drogową. Na rys. 3 przedstawiono wykresy udziału wypadków i ofiar wypadków związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi na drogach krajowych w województwie pomorskim w latach 2008–2012 z podziałem na wybrane rodzaje zdarzeń wtórnych.



Rys. 3. Wykresy udziału wypadków i ofiar wypadków związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi na drogach krajowych w województwie pomorskim w latach 2008–2012 z podziałem na wybrane rodzaje zdarzeń wtórnych

Analizując wielkość zagrożenia, jakie niosą poszczególne grupy obiektów zlokalizowanych przy drodze, można zauważyć następujące prawidłowości:

- największe zagrożenie stwarzają drzewa rosnące przy drodze (ponad połowę zdarzeń niebezpiecznych stanowią wypadki drogowe), ofiary wypadków związanych z najechaniem na drzewo stanowiły prawie 7% ogółu ofiar rannych i 14% ogółu ofiar śmiertelnych, ciężkość wypadków była bardzo duża i wynosiła 125 ofiar rannych i 13 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków,
- znacznie mniejsze zagrożenie stanowią najechania na słup lub znak drogowy (ponad 90% zdarzeń to kolizje drogowe), ofiary wypadków tego rodzaju stanowiły prawie 0,9% ogółu ofiar rannych i 0,7% ogółu ofiar śmiertelnych, natomiast ciężkość wypadków była stosunkowo mała i wynosiła 10 ofiar rannych i 4 ofiary śmiertelne na 100 wypadków,
- małe zagrożenie stanowią również najechania na barierę drogową (ponad 90% zdarzeń to kolizje drogowe), ofiary wypadków związanych z najechaniem na barierę drogową stanowiły prawie 1,2% ogółu ofiar rannych i 0,3% ogółu ofiar śmiertelnych, ciężkość wypadków była także mała i wynosiła 10 ofiar rannych i 2 ofiary śmiertelne na 100 wypadków.

Z przedstawionych analiz wynika, że bariery w głównej mierze spełniają swoje zadanie, jakim jest zmniejszenie liczby ofiar wypadków spowodowane najechaniem pojazdu na przeszkody znajdujące się w otoczeniu drogi. Należy jednak pamiętać, że źle zaprojektowana bariera zawsze może stanowić przeszkodę – w takim przypadku staje się dość istotnym źródłem zagrożeń wypadkami, gdyż skutki najechania na barierę są podobne jak w przypadku uderzenia pojazdu w słup lub znak drogowy.

## Rozpoznanie ryzyka zagrożeń związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi

### Cel i zakres badań

Głównym celem przeprowadzonych badań było rozpoznanie warunków występowania zagrożeń związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi, ze szczególnym nastawieniem na analizę stosowanych rodzajów systemów ochronnych oraz skuteczność ich stosowania. Zwrócono uwagę na punkty niebezpieczne, znajdujące się w koronie drogi (lub jej otoczeniu) oraz charakterystykę zabezpieczeń. Zebrane informacje w połączeniu z bazą danych o wypadkach drogowych, stanowiły podstawę do analizy porównawczej trzech dróg o różnej geometrii i charakterystyce ruchu.

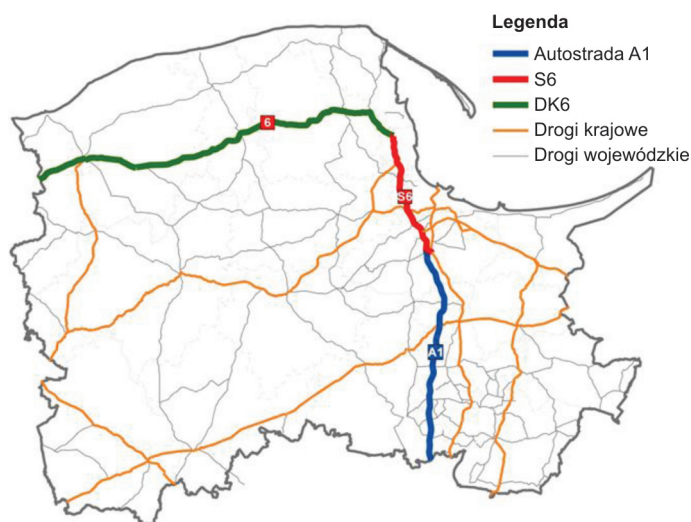
Identyfikacja problemu przedstawiona w poprzedniej części niniejszego artykułu wskazuje, że istnieje wpływ rodzaju obiektu zlokalizowanego przy drodze na częstość występowania niebezpiecznych zdarzeń drogowych i ich skutki. Kolejne pytanie, jakie należałoby zadać, to gdzie zagrożenia występują najczęściej (ze szczególnym uwzględnieniem zdarzeń związanych z najechaniem na barierę drogową)?

### Charakterystyka poligonu badawczego

W celu znalezienia odpowiedzi na postawione pytania, wybrano trzy odcinki dróg krajowych różnych klas technicz-

nych (tabela 2), stanowiących ważny ciąg drogowy w województwie pomorskim (rys. 4):

- droga główna ruchu przyspieszonego (droga krajowa nr 6 na odcinku Gdynia – granica województwa zachodniopomorskiego),
- droga ekspresowa (droga S6 na odcinku Obwodnicy Trójmiasta),
- autostrada (droga A1 na odcinku Rusocin – granica województwa kujawsko-pomorskiego).



Rys. 4. Lokalizacja poligonu badawczego

Tabela 2. Podstawowe charakterystyki analizowanych dróg

Numer drogi	6	S6	A1
Klasa drogi	GP	S	A
Długość analizowanego odcinka $L$ (km)	102,4	36,5	65,8
Długość drogowych barier ochronnych na analizowanym odcinku drogi $L_B$ (km)	68,5	70,0	104,5
Średnioroczne dobowe natężenie ruchu w 2010 roku $SDR$ (tys. poj./dobę)	19,1	43,1	13,6
Liczba zdarzeń niebezpiecznych ogółem $L_{ZDN}$ (zdarzeń/5 lat)	3885	2545	849
Liczba zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem na przeszkodę $L_{ZDN}$ (zdarzeń/5 lat)	210	333	181
Udział zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem na przeszkodę $U_{ZDN}$ (%)	5,4	13,1	21,3
Liczba ofiar wypadków ogółem $L_{Oo}$ (ofiar/5 lat)	740	382	187
Liczba ofiar wypadków związanych z najechaniem na przeszkodę $L_{Oo}$ (ofiar/5 lat)	61	30	18
Udział ofiar wypadków związanych z najechaniem na przeszkodę $U_{Oo}$ (%)	9,1	7,9	9,6

Z przedstawionego w tabeli 2 ogólnego porównania wynika, że największy udział niebezpiecznych zdarzeń związanych z najechaniem pojazdu na niebezpieczny obiekt znajdujący się w pasie drogowym występuje na analizowanym odcinku autostrady A1, natomiast najmniejszy na odcinku drogi krajowej nr 6. Udział ofiar wypadków związanych z na-

jechaniem pojazdu na obiekt niebezpieczny jest zbliżony na wszystkich odcinkach analizowanych dróg. W dalszej części artykułu przedstawione będą szczegółowe oceny i porównania zagrożeń na poszczególnych odcinkach reprezentujących różne klasy techniczne dróg.

Inwentaryzację występowania obiektów niebezpiecznych w pasie drogowym (drogowe bariery ochronne, drzewa, słupy i znaki drogowe) przeprowadzono wykorzystując: dokumentację techniczną, zdjęcia uzyskane z GDDKiA (wykonane w 2011 r. i udostępniane za pomocą programu Cview.exe), zdjęcia własne z inspekcji terenowej. Podczas zbierania danych największą uwagę zwrócono na: lokalizację barier, rodzaj ich zakończenia oraz lokalizację obiektów niebezpiecznych. Inwentaryzacja pozwoliła określić stopień wyposażenia poszczególnych klas dróg w drogowe bariery ochronne.

**Droga krajowa nr 6.** Inwentaryzacja drogi krajowej nr 6 wykazała, że bariery ochronne stanowiły około 1/3 całego analizowanego odcinka i w 100% były to stalowe bariery ochronne. Należy podkreślić, że wszystkie analizy wykonywane były do stanu drogi w 2011 r., więc możliwe jest pokazanie jak ukształtowana była trasa pod kątem urządzeń bezpieczeństwa ruchu w 2011 r. Obecnie liczba i układ ewentualnych obiektów niebezpiecznych i kilometrażu barier mogły ulec zmianie w wyniku zrealizowanych remontów przez GDDKiA. Do największych problemów na drodze zaliczyć należy nieostłonięte elementy w pasie drogowym, tj. drzewa, słupy i znaki drogowe. Zdecydowana większość ofiar spowodowana jest zderzeniem z obiektami niezabezpieczonymi bądź urządzeniami niespełniającymi wymagań normy EN 12767. Zderzenia z obiektami znajdującymi się w pasie drogowym (bariery, drzewa, słupy lub znaki drogowe) stanowiły ponad 5% wszystkich zdarzeń na tej drodze, a ofiary wypadków drogowych zaistniałych w wyniku tych zderzeń stanowiły ponad 9% ogółu ofiar wypadków na tej drodze.

**Droga ekspresowa S6** (obwodnica Trójmiasta). Jest to droga o rozdzielonych jezdniach, gdzie pas dzielący jest rozdzielony barierami na całym odcinku, a bariery zewnętrzne występują na 85–90% długości analizowanego odcinka drogi. Wszystkie zastosowane bariery, to bariery stalowe. Takie ukształtowanie otoczenia drogi pozwoliło na ograniczenie zdarzeń związanych z najechaniem na drzewo, słup lub znak drogowy. Zderzenia z obiektami znajdującymi się w pasie drogowym stanowiły ponad 13% wszystkich zdarzeń na tej drodze, a ofiary wypadków drogowych zaistniałych w wyniku tych zderzeń stanowiły prawie 8% ogółu ofiar wypadków na tej drodze.

**Autostrada A1.** Inwentaryzacja odcinka autostrady A1 na odcinku województwa pomorskiego (km 0+000 do 65+789) została przeprowadzona w sierpniu 2012 r. Skorzystano z pomocy GTC S.A. zarządzającej tym odcinkiem autostrady. Bariery ochronne zastosowano na tej drodze w miejscach szczególnie niebezpiecznych. Autostrada A1 jest pod całodobową obserwacją, każdy wypadek ma swoje konsekwencje i jest rozpatrywany pod kątem brd. W 2011 r. z inicjatywy GTC S.A. opracowano projekt doposażenia barier na odcinkach występowania szczególnych zagrożeń, tj. tam gdzie brak barier mógłby doprowadzić do niebezpiecznych wypadków, jak np. w pobliżu przyczółków wiaduktów, murów oporowych (beto-

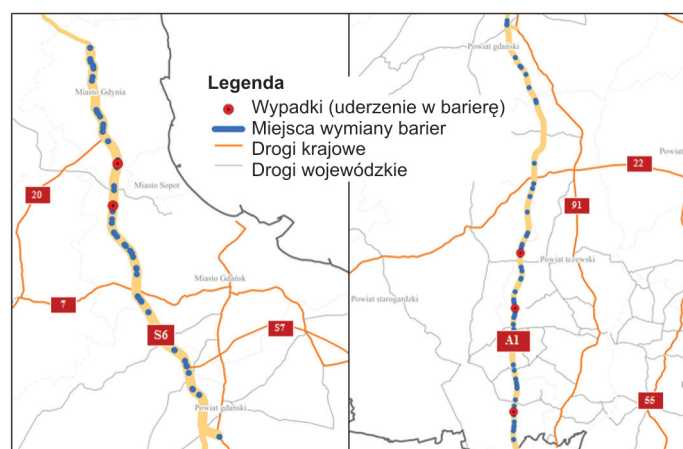
nowych i wykonanych z gabionów), wylotów rur betonowych w rowie, studni betonowych w rowie, ekranów akustycznych. Blisko 80% inwentaryzowanego odcinka autostrady A1 wyposażone jest w bariery. Najczęściej stosowanymi systemami są bariery stalowe – bariery betonowe stanowiły zaledwie 0,2% długości tego odcinka. Zderzenia z obiektami znajdującymi się w pasie drogowym stanowiły ponad 21% wszystkich zdarzeń na tej drodze, a ofiary wypadków drogowych zaistniałych w wyniku tych zderzeń stanowiły prawie 10% ogółu ofiar wypadków na tej drodze.

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji zebrano informacje o występujących mankamentach w otoczeniu drogi, do których można zaliczyć:

- niebezpieczne obiekty w skrajni drogi (niezabezpieczone bądź niewłaściwie zabezpieczone),
- słupy latarni zlokalizowane niezgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12767,
- niewłaściwe kształtowanie odcinków początkowych i końcowych barier drogowych,
- niewłaściwa szerokość pracująca bariery,
- zbyt duża liczba przerw w barierach,
- niewłaściwe kształtowanie odcinków przejściowych między odcinkami barier,
- niewłaściwe usytuowanie barier względem linii energetycznych czy studzienek,
- nieodpowiednie umieszczanie prowadnicy bariery względem terenu,
- niewłaściwy rozstaw słupków,
- niewłaściwe kształtowanie odcinków dylatacyjnych na obiektach mostowych,
- montaż systemów zabezpieczających niezgodnie z instrukcją montażu.

## Identyfikacja miejsc występowania zdarzeń drogowych

Identyfikację miejsc występowania zdarzeń drogowych związanych z najechaniem na barierę drogową przeprowadzono na podstawie eksploracji baz danych o wypadkach drogowych SEWIK i FRIL oraz informacji uzyskanych od firm



Rys. 5. Lokalizacja miejsc wymiany ochronnych barier drogowych na drodze ekspresowej S6 (Obwodnica Trójmiasta) i autostradzie A1 na obszarze województwa pomorskiego w 2012 r.

zajmujących się utrzymaniem infrastruktury drogowej (w tym przypadku wymianą barier drogowych). Analizę prowadzono głównie w przypadku odcinków drogi ekspresowej S6 i autostrady A1.

Należy jednoznacznie podkreślić, iż zdarzenia zarejestrowane przez policję stanowią niewielki odsetek wszystkich najechań na barierę. Oczywistym jest fakt, że nie każde zdarzenie można zarejestrować (gdyż część kierowców odjeżdża z miejsca zdarzenia z powodu zmęczenia, uniknięcia konsekwencji zdarzenia itp.), jednak skala zjawiska jest dość duża. Dzięki informacjom uzyskanych od firmy utrzymaniowej, zebrano dostatecznie duży zbiór informacji o miejscach zdarzeń najechania na barierę drogową na drodze ekspresowej S6 i autostradzie A1. Rozmieszczenie miejsc uszkodzenia barier oraz lokalizację wypadków drogowych zidentyfikowanych w bazach danych o wypadkach przedstawiono na rys. 5.

Analizując otrzymane wyniki, można stwierdzić, że miejsca najechań na barierę drogową rozłożone są na całych analizowanych odcinkach, przy czym kumulują się szczególnie na odcinkach krętych. W niektórych z tych miejsc doszło do wypadków drogowych (z ofiarami), które zostały zarejestrowane w bazach danych.

## Ocena ryzyka najechania na przeszkodę przy drodze

Do oceny ryzyka najechania na przeszkodę zlokalizowaną przy drodze, jako wtórnego zdarzenia spowodowanego wypadnięciem pojazdu z drogi, na analizowanych odcinkach dróg oraz do oceny wpływu rodzaju zidentyfikowanych przeszkód na wielkość zagrożeń przy drogach, przyjęto trzy grupy miar ryzyka, dzieląc je na: społeczne, indywidualne i grupowe [2].

Ryzyko społeczne (istotne z punktu widzenia zarządzającego drogą) oceniano za pomocą dwóch miar: gęstości zdarzeń niebezpiecznych  $G_{ZDN}$  oraz gęstości ofiar wypadków  $G_o$ .

Gęstość zdarzeń niebezpiecznych (związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze) obliczano za pomocą wzoru (1):

$$G_{ZDN} = \frac{L_{ZDN}^i}{L_i} \quad (1)$$

Gęstości ofiar wypadków drogowych (związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze) obliczano za pomocą wzoru (2):

$$G_o = \frac{L_o}{L_i} \quad (2)$$

w których:

- $G_{ZDN}^i$  – wskaźnik gęstości niebezpiecznych zdarzeń drogowych  $i$ -tego rodzaju związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (zd./1km/5 lat),
- $G_o$  – wskaźnik gęstości ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (ofiary/1km/5 lat),
- $L_{ZDN}^i$  – liczba zdarzeń niebezpiecznych  $i$ -tego rodzaju związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (zdarzeń/5 lat),
- $L_o^k$  – liczba ofiar wypadków drogowych  $k$ -tego rodzaju związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (ofiary/5 lat),

- $L^i$  – długość drogi (km),
- $i$  – rodzaj niebezpiecznego zdarzenia drogowego: o – najechania razem, b – najechanie na barierę, d – najechanie na drzewo, s – najechanie na słup,
- $j$  – odcinek drogi: Nr 6, S6, A1.

W tabeli 3 i na rys. 6 przedstawiono wyniki porównań gęstości zdarzeń niebezpiecznych  $G_{ZDN}$  oraz gęstości ofiar wypadków  $G_o$  związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi i uderzeniem (najechaniem) pojazdu na przeszkodę znajdującą się w pasie drogowym. Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że największe ryzyko społeczne najechania na obiekt niebezpieczny przy drodze występuje na odcinku drogi ekspresowej S6 (rys. 6a). Spowodowane jest to głównie kilkukrotnie wyższym natężeniem ruchu drogowego na tej drodze (przekraczającym w krytycznych dniach 90 tys. poj. na dobę). Na drodze ekspresowej S6 i na autostradzie A1 największy udział w gęstości zdarzeń niebezpiecznych i gęstości ofiar wypadków drogowych ma najechanie pojazdu na barierę drogową. Podczas gdy na drodze krajowej nr 6, największa gęstość ofiar wypadków związana jest z najechaniem pojazdu na drzewo (rys. 6b).

**Ryzyko indywidualne**, (istotne z punktu widzenia poszczególnych kierowców jadących drogą) oceniano za pomocą wskaźnika koncentracji zdarzeń niebezpiecznych  $K_{ZDN}$  oraz koncentracji ofiar wypadków  $K_o$ .

Koncentrację zdarzeń niebezpiecznych (związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze) obliczano za pomocą wzoru (3):

$$K_{ZDN}^i = \frac{L_{ZDN}^i \cdot 10^9}{365 \cdot T \cdot L^i \cdot SDR} \quad (3)$$

Koncentrację ofiar wypadków drogowych (związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze) obliczano za pomocą wzoru (4):

$$K_o = \frac{L_o \cdot 10^9}{365 \cdot T \cdot L^i \cdot SDR} \quad (4)$$

Tabela 3. Zestawienie wartości liczbowych wskaźników gęstości zdarzeń niebezpiecznych i gęstości ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

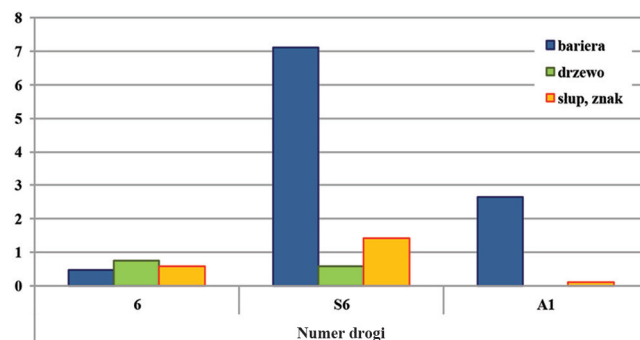
Droga	Gęstość zdarzeń niebezpiecznych $G_{ZDN}$ (zd./1 km/5 lat)				Gęstość ofiar wypadków $G_o$ (ofiar/1 km/5 lat)			
	Ogółem	Bariera	Drzewo	Słup, znak	Ogółem	Bariera	Drzewo	Słup, znak
6	1,79	0,48	0,73	0,58	0,57	0,01	0,49	0,07
S6	9,11	7,12	0,57	1,42	0,82	0,63	0,08	0,11
A1	2,75	2,64	0,00	0,11	0,27	0,23	0,00	0,05

Tabela 4. Zestawienie wartości liczbowych wskaźników koncentracji zdarzeń niebezpiecznych i ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

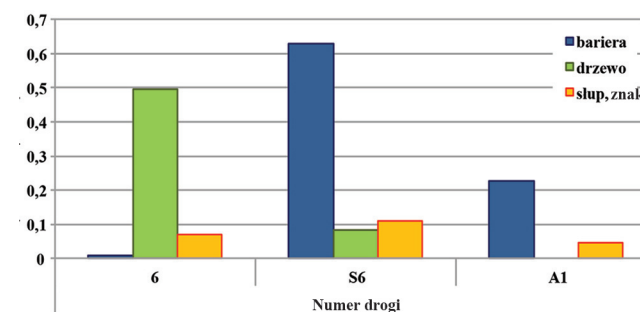
Droga	Koncentracja zdarzeń niebezpiecznych $K_{ZDN}$ (zd./1 mld pkm)				Koncentracja ofiar wypadków $K_o$ (ofiar/1 mld pkm)			
	Ogółem	Bariera	Drzewo	Słup, znak	Ogółem	Bariera	Drzewo	Słup, znak
6	36,7	9,8	15,0	11,9	11,7	0,2	10,1	1,4
S6	82,7	64,6	5,2	12,9	7,5	5,7	0,8	1,0
A1	110,9	106,6	0,00	4,3	11,0	9,2	0,00	1,8

w których:

- $K_{ZDN}^i$  – koncentracja niebezpiecznych zdarzeń drogowych i-tego rodzaju związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (zdarzeń/1 mld pkm),
- $K_o$  – koncentracja ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (ofiar/1 mld pkm),
- $T$  – okres analizy (lata), w niniejszej pracy okres analizy wynosił 5 lat.



Rys. 6a. Wykresy wskaźników gęstości zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

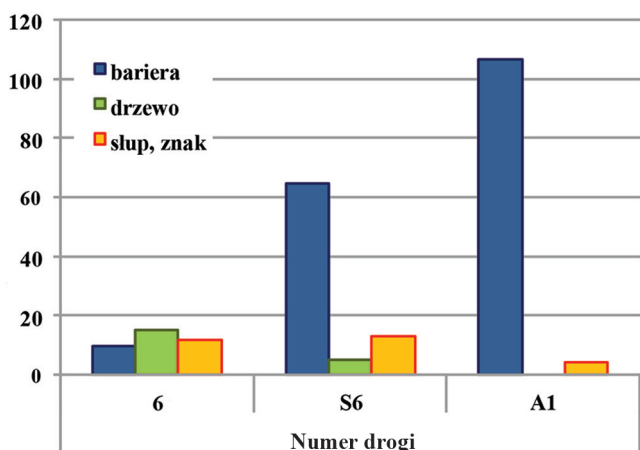


Rys. 6b. Wykresy wskaźników gęstości ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

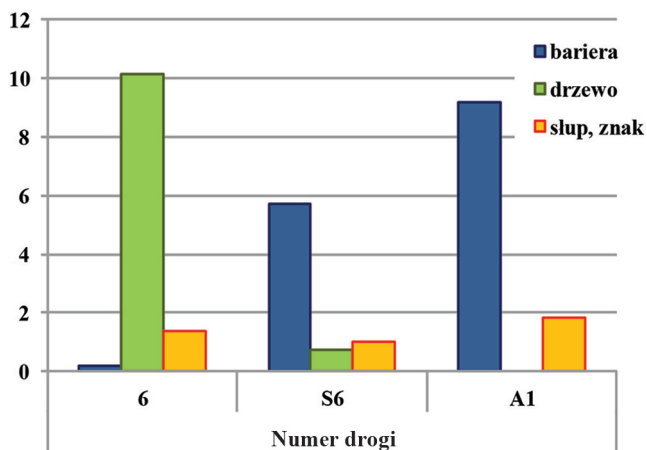
W tabeli 4 i na rys. 7 przedstawiono wyniki porównań wskaźnika koncentracji zdarzeń niebezpiecznych  $K_{ZDN}$  oraz koncentracji ofiar wypadków  $K_o$  związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi i uderzeniem (najechaniem) na przeszkodę znajdującą się w pasie drogowym.

Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że największe ryzyko indywidualne najechania na obiekt niebezpieczny przy drodze występuje na odcinku autostrady A1 i odcinku drogi ekspresowej S6, są one głównie związane z najechaniem na barierę drogową (rys. 7a). Wynika to przede wszystkim z dużego udziału barierek drogowych, jako obiektów niebez-

piecznych na analizowanych odcinkach dróg ekspresowych i autostrad oraz z dużej prędkości pojazdów. Biorąc jednak pod uwagę koncentrację ofiar wypadków drogowych (rys. 7b) (która jest miarą ryzyka indywidualnego kierowcy) przedstawioną graficznie na rys. 7b) można zauważyć, że największe ryzyko indywidualne bycia ofiarą (ranną lub śmiertelną) wypadku drogowego, spowodowanego wypadnięciem pojazdu z drogi, występuje na odcinku drogi krajowej nr 6 i jest konsekwencją wypadków wtórnych spowodowanych głównie najechaniem pojazdu na drzewo. Nieco mniejsze ryzyko indywidualne związane z wypadnięciem pojazdu z drogi występuje na drodze ekspresowej S6 i na autostradzie A1. Mniej częstym zdarzeniem, aczkolwiek zauważalnym, jest także najechanie pojazdu na słup lub znak drogowy.



Rys. 7a. Wykresy wskaźników koncentracji zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze



Rys. 7b. Wykresy wskaźników koncentracji ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

Ryzyko grupowe (istotne z punktu widzenia służb ratownictwa drogowego) oceniano za pomocą wskaźnika ciężkości zdarzeń drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze  $WC_{ZDN}$ . Wskaźnik ten obliczano zgodnie ze wzorem (5):

$$WC_{ZDN} = \frac{L_O}{L_{ZDN}} \quad (5)$$

w którym:

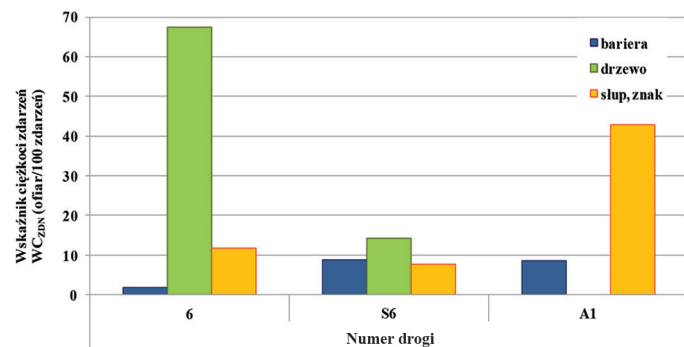
- $WC_{ZDN}$  – wskaźnik ciężkości zdarzeń drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (ofiar/zdarzenie),
- $L_{ZDN}$  – liczba niebezpiecznych zdarzeń drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (zd./5 lat),
- $L_O$  – liczba ofiar wypadków drogowych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę (ofiar/5 lat).

W tabeli 5 i na rys. 8 przedstawiono wyniki porównań wskaźnika ciężkości zdarzeń niebezpiecznych  $WC_{ZDN}$  związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi i uderzeniem (najechaniem) na przeszkodę znajdującą się w pasie drogowym.

Analizując otrzymane wyniki można stwierdzić, że największa ciężkość wtórnych zdarzeń niebezpiecznych występuje w przypadku najechania na drzewo na odcinku drogi krajowej nr 6 oraz w przypadku najechania na słup lub znak drogowy na autostradzie A1 (rys. 8), co może być spowodowane brakiem właściwej osłony tych przeszkód oraz dużej prędkości pojazdów.

Tabela 5. Zestawienie wartości liczbowych wskaźników ciężkości zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

Droga	Ciężkość zdarzeń niebezpiecznych $WC_{ZDN}$ (ofiar/100 zdarzeń)			
	Ogółem	Bariera	Drzewo	Słup, znak
6	31,9	1,8	67,4	11,8
S6	9,0	8,8	14,3	7,7
A1	9,9	8,6	0,0	42,9



Rys. 8 Wykresy wskaźników ciężkości wtórnych zdarzeń niebezpiecznych związanych z najechaniem pojazdu na przeszkodę przy drodze

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz, opracowano następujące wnioski:

1. Jednym ze szczegółowych priorytetów postawionych w Narodowym Programie BRD (filar Bezpieczna droga) jest zmniejszenie liczby zdarzeń niebezpiecznych i ich skutków spowodowanych mankamentami sieci drogowej, a w tym zdarzeń niebezpiecznych związanych z wypad-



- nięciem pojazdu z drogi. Zdarzenia te stanowią 20–30% ogółu zdarzeń niebezpiecznych, a często są przyczyną powstawania wtórnych zdarzeń niebezpiecznych takich jak: najechanie na przeszkodę, obiekt niebezpieczny zlokalizowany przy drodze lub wywrócenie się pojazdu.
- Najczęściej występującymi przeszkodami i niebezpiecznymi obiektami przy drodze, w które uderza wypadający z drogi pojazd są: bariery na autostradach i drogach ekspresowych oraz drzewa i słupy lub znaki drogowe na pozostałych drogach.
  - Biorąc pod uwagę wyniki analizy ryzyka społecznego, zarządy drogowe powinny większą uwagę zwracać na prawidłowe stosowanie barier drogowych i innych zabezpieczeń obiektów niebezpiecznych na drogach ekspresowych i autostradach oraz usuwać lub zabezpieczać drzewa na pozostałych odcinkach dróg, gdyż stanowią one największe źródło zagrożeń.
  - Biorąc pod uwagę wyniki analizy ryzyka indywidualnego, kierowcy pojazdów powinni większą uwagę zwracać na swoje zachowania na drogach poszczególnych klas, poprzez dostosowanie prędkości do warunków drogowo – ruchowych umożliwiających eliminację niebezpiecznych zdarzeń, jakimi są wypadnięcia pojazdu z drogi. Dotyczy to w szczególności odcinków dróg z drzewami w pasie drogowym i dróg ekspresowych i autostrad wyposażonych w bariery.
  - Biorąc pod uwagę wyniki analizy ryzyka grupowego, służby ratownictwa drogowego powinny być przygotowane na konieczność częstszego podejmowania trudnych akcji ratowniczych spowodowanych najechaniem na słup lub znak drogowy na autostradach i drogach ekspresowych oraz najechanie na drzewo przy pozostałych drogach krajowych.

Przedstawione w artykule wyniki badań i analiz pozwalają na ilustrację podstawowych problemów związanych z wypadnięciem pojazdu z drogi i skutkami wtórnych zdarzeń niebezpiecznych, takich jak: najechanie na barierę, najechanie na drzewo i najechanie na słup lub znak drogowy. Jednakże uzyskane wyniki nie pozwalają na wyciąganie daleko idących wniosków, zatem konieczna jest kontynuacja badań, które powinny wyjaśnić np. jaki jest wpływ drogowych barier ochronnych na zmniejszenie ryzyka niebezpiecznych zdarzeń drogowych i ich skutków. Próbę odpowiedzi na to pytanie przedstawimy w kolejnych artykułach.

(dokończenie ze strony 110)

#### STRESZCZENIA

KAZIMIERZ JAMROZ, WOJCIECH KUSTRA, ANNA GOBIS: **Metody identyfikacji miejsc niebezpiecznych na sieci dróg**. „Drogownictwo”, rok LXX, nr 4-5, 2015, s. 155-163

W artykule przedstawiono metodę identyfikacji miejsc niebezpiecznych na sieci dróg bazującej na ryzyku, jako elemencie systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na przykładzie sieci dróg krajowych. Przedstawiono doświadczenia zagraniczne identyfikacji miejsc niebezpiecznych i uwarunkowania prawne w Polsce wdrażające konieczność identyfikacji miejsc niebezpiecznych na sieci TEN-T. W ostatniej części zaprezentowano metodę klasyfikacji odcinków ze względu na: wypadki drogowe oraz bezpieczeństwo sieci dróg. Przedstawiono użyte miary, sposoby ich obliczania, granice klas ryzyka oraz wyniki prowadzonych prac na sieci dróg krajowych w latach 2010-2012.

**Słowa kluczowe:** klasyfikacja elementów sieci, ryzyko indywidualne, ryzyko społeczne, metoda oceny ryzyka, drogi krajowe.

#### Bibliografia

- [1] K. Jamroz, M. Kiec, W. Kustra, *Protection of Pedestrians as the Key Action for Implementing Poland's Vision Zero*. TRB 94<sup>th</sup> Annual Meeting (January 11–15, 2015) Washington DC, paper 15-0691
- [2] K. Jamroz, *Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2011
- [3] WHO: *Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020*. Washington 2011. [http://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/plan\\_english.pdf](http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_english.pdf)
- [5] EC: *Road Safety Programme 2011–2020*. Brussels 2010
- [4] WHITE PAPER: *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system*. EU. EC, Brussels 2011
- [6] MI: *Narodowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego*. Ministerstwo Infrastruktury, Sekretariat Krajowej Rady BRD, Warszawa 2013
- [7] K. Jamroz, K. Gronowska, M. Antoniuk, Ł. Jeliński, *Identyfikacja najechań na barierę drogową na przykładzie województwa pomorskiego*. Seminarium: Forum – Bariery. Kraków 2014
- [8] K. Gronowska, *Analiza warunków stosowania drogowych barier ochronnych na przykładzie inwentaryzacji drogi krajowej nr 6 (DK6) i autostrady A1 w województwie pomorskim*, Praca dyplomowa, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, Gdańsk 2012
- [9] M. Antoniuk, Ł. Jeliński, *Badanie wpływu rodzaju otoczenia drogi na liczbę i skutki niebezpiecznych zdarzeń drogowych na przykładzie dróg krajowych województwa pomorskiego* Praca dyplomowa, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej Gdańsk 2014
- [10] M. Budzyński, K. Jamroz, *Strategia zmniejszenia liczby i skutków wypadnięcia pojazdu z drogi*. Drogownictwo, R. 64, nr 4-5 (2009), s. 134-142
- [11] J. Lee, F. Mannering, *Analysis of roadside accident frequency and severity and roadside safety management*. Final Research Report Research Project T9903, Task 97, Analysis of Roadside Accident Severity & Roadside Safety Management; U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington 1999
- [12] N.J. Jamieson, G. Waibl, R. Davies, *Use of roadside barriers versus clear zones*. NZ Transport Agency research report 517, Wellington, New Zealand, 2011
- [13] J.M. Holdridge, V.N. Shankar, G.F. Ulfarsson, *The crash severity impacts of fixed roadside objects*. Journal of Safety Research 36 (2005) 139 – 147
- [14] L. Mikołajków, *Drogowe bariery ochronne*, Wyd. 1, Warszawa, WKŁ 1983
- [15] L. Mikołajków, *Drogowe bariery ochronne „Autostrady”* 2006, nr 8-9, s. 14-18
- [16] GDDKiA, *Wytyczne stosowania drogowych barier ochronnych na drogach krajowych*. GDDKiA Warszawa, 2010
- [17] K. Jamroz, D. Gajda, L. Michalski, W. Kustra i inni: *Ocena realizacji Krajowego Programu Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAM-BIT 2005 i doświadczenia z tego wynikające*. Konsorcjum FRIL-PG-PK na zlecenie Sekretariatu KRBRD, Gdańsk – Kraków 2012
- [18] K. Jamroz, *Problemy szacowania strat w wypadkach drogowych w Polsce*. Transport Miejski i Regionalny 12/2011

#### ABSTRACTS

KAZIMIERZ JAMROZ, WOJCIECH KUSTRA, ANNA GOBIS: **Methods of identification of dangerous sections on road network**. „Drogownictwo”, vol. LXX, No. 4-5, 2015, pp. 155-163

This paper presents a method to identify dangerous sections on the road network based on the risk management system as part of road infrastructure safety on the example of the national road network. In the first part of the experience abroad, which were prerequisites for the development of methods for identification of hazardous roads. The second part presents the legal conditions in Poland implementing necessary to identify dangerous places on the TEN-T road network. The final section presents a method classifying parts due to road accidents due to the classification of sections of the road network safety. Presented used measurement methods for calculating them, the limits of risk classes and the results of the work on the national road network in 2010-2012.

**Keywords:** Network safety ranking, collective risk, individual risk, risk assessment methods, national roads.