

PROCHOWSKI Leon¹

Aktualne zmiany zagrożenia wypadkowego w transporcie, zależnie od kategorii dróg

Słowa kluczowe: transport, infrastruktura drogowa, kategorie dróg, bezpieczeństwo transportu, wypadki drogowe

Streszczenie

Przedstawiono rezultaty analizy zmian liczby wypadków i wskaźników charakteryzujących ich ofiarochłonność na drogach różnej kategorii. Wyznaczono charakterystyki liczbowe, opisujące obecny stan zagrożeń na drogach poszczególnych kategorii jednego z województw i porównano z tendencjami, jakie są charakterystyczne dla całej Polski. Wartości wskaźników, które charakteryzują zagrożenie wypadkowe w transporcie rozważono w przedziale lat 2002 – 2010. Rok 2002 przyjęto jako podstawę obliczeń.

Najwyższe zagrożenie występuje na drogach krajowych, które wynosi ponad 11 ofiar śmiertelnych średniorocznie na 100 km drogi, a istotny wpływ na to ma duże natężenie ruchu i brak dostatecznej separacji ruchu lokalnego od tranzytowego. Najniższe wartości wskaźnika zagrożenia są na drogach gminnych (0,13 ofiar śmiertelnych na 100 km drogi), czyli przy niskim natężeniu ruchu. Bardzo niepokojące są dane wskazujące na rosnącą liczbę wypadków i ich ofiar na drogach powiatowych.

CURRENT ACCIDENT THREAT CHANGES IN THE ROAD TRAFFIC SAFETY DEPENDING ON THE ROAD CATEGORIES

Abstract

The paper presents the results of analysis of changes to the number of accidents and indexes characterizing their scale of victims on the various road categories. Numerical characteristics have been defined, describing the current state of threat on the particular road categories in one province and they have been compared to the trends characteristic for the whole country. Values of indexes that characterize the accident threat in the road traffic for the period 2002 – 2010 have been considered. The year of 2002 has been assumed as the basis of the calculations.

The highest threat occurs on the national roads (the average amounts to over 11 fatal victims a year per 100 km of the road). High traffic intensity and the lack of sufficient separation of local and transit traffic significantly affect that statistics. The lowest threat index values occur on the communal roads (0.13 fatal victims per 100 km of the road), that is at low traffic intensity. The data that shows the increasing number of accidents and victims on the district roads is very worrisome.

1. WPROWADZENIE

Stały wzrost liczby pojazdów, zadań transportowych i ruchliwości społeczeństwa doprowadził do wysokiego natężenia ruchu drogowego oraz narastania wynikających z tego zagrożeń. Wieloletnie działania na rzecz poprawy infrastruktury drogowej mają zakres zależny od kategorii drogi. Ich rezultatem jest poprawa infrastruktury drogowej, co powinno sprzyjać podnoszeniu efektywności transportu oraz zmniejszeniu liczby wypadków i ich ofiarochłonności. Jednocześnie coraz większa liczba odcinków dróg najwyższej kategorii jest dostępna za opłatą, a duża liczba odcinków dróg przechodzących przez miasta jest omijana przez kierowców ze względu na panujące tam utrudnienia (spowolnienie) ruchu. Z tych powodów część ruchu drogowego przenosi się na drogi równoległe do wyżej opisanych. Zachodzi pytanie, czy jest to widoczne (w skali nie budzącej wątpliwości, tak na niewielkim obszarze wybranego województwa, jak i na terenie całej Polski) poprzez zmiany stanu bezpieczeństwa na drogach różnych kategorii?

Celem rozważań jest analiza aktualnych tendencji w zakresie zmian liczby wypadków i ich ofiar oraz pokazanie wpływu kategorii drogi na charakter obserwowanych zmian wskaźników i charakterystyk bezpieczeństwa transportu drogowego. Bezpieczeństwo transportu, odniesione do kategorii dróg, jest ważnym składnikiem tzw. kosztów zewnętrznych [4, 6].

Bezpieczeństwo ruchu na drodze każdej kategorii jest problemem trudnym do analizy ze względu na dużą liczbę czynników, jakie mają znaczny wpływ na wypadki drogowe. Ważnym aspektem analizy jest powszechnie sygnalizowany wpływ czynników wynikających ze środowiska drogi na działania użytkowników transportu, a tym samym na ryzyko wypadku drogowego [4, 6, 7]. Kategoria drogi w znacznym stopniu wpływa na stan infrastruktury drogowej w otoczeniu poruszającego się pojazdu. Jej złożony wpływ na użytkowników transportu widoczny jest w liczbie wypadków i ich ofiar. Na podstawie [1-3] można sądzić, że wpływ ten jest istotny ale słabo zbadany.

¹00-908 Warszawa, ul. S. Kaliskiego 2, Wojskowa Akademia Techniczna; tel. 22 6837866, email: lprochowski@wat.edu.pl

Drogi publiczne, ze względu na funkcje wypełniane w sieci drogowej (lokalne, dojazdowe, tranzytowe) dzielą się na następujące kategorie:

- krajowe (DK),
- wojewódzkie (DW),
- powiatowe (DP),
- gminne (DG).

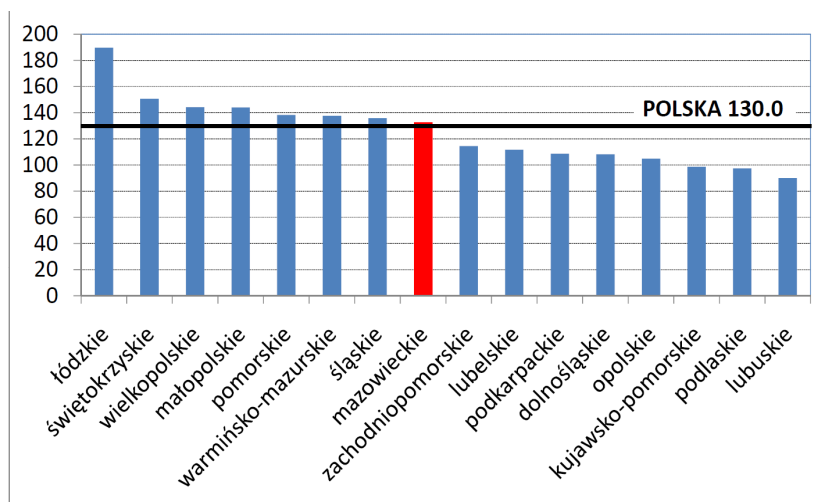
Podział ten jest podstawą dalszej analizy, w której porównano charakterystyczne tendencje zmian liczby wypadków i ich ofiar oraz wybranych wskaźników ofiarowości wypadków w relacji województwo- cały kraj, na przykładzie: Mazowsze- Polska.

2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU ANALIZY

Problem doskonalenia sieci transportu drogowego i efektywności realizacji zadań logistycznych ma wymiar lokalny, regionalny i ponadnarodowy [8]. Stąd ciągła potrzeba jego analizy w każdym z tych wymiarów, na tej podstawie wskazywania zmian zachodzących, m. in. w zakresie bezpieczeństwa transportu.

Województwo mazowieckie posiada największą powierzchnię i potencjał ludnościowy w Polsce. Centralne położenie województwa mazowieckiego w kraju i Europie oraz jego potencjał gospodarczy powodują, że znajdująca się w regionie sieć transportowa jest bardzo obciążona, bo spełnia kluczową rolę w krajowym systemie transportowym i ma duże znaczenie w ruchu międzynarodowym. Zatem analiza ważnego wskaźnika efektywności systemu transportu drogowego, jakim jest stan bezpieczeństwa, ma istotne znaczenie dla całego kraju [7].

Mimo widocznego w ostatnich latach trendu niewielkiej poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego, drogi Mazowsza nie należą do bezpiecznych w Polsce. Interesujące informacje pokazano na rysunku 2.1.



Rys. 2.1. Zestawienie wartości wskaźnika liczby wypadków drogowych, odniesionej do liczby mieszkańców w województwach i średnio za całą Polskę [1]

Zestawione na wykresach słupkowych (rys. 2.1) liczby wypadków drogowych na 100 tys. mieszkańców poszczególnych województw pokazują, że wartości tego wskaźnika w województwie mazowieckim są bliskie średniej krajowej. Takie usytuowanie województwa mazowieckiego podnosi rangę prowadzonej analizy. Zainteresowanie autora tym regionem wynika także z potrzeby wsparcia realizowanego na Mazowszu programu poprawy bezpieczeństwa na drogach pod nazwą GAMBIT Mazowiecki [1]. Program powstał przy udziale autora tej pracy.

3. PODSTAWOWE ZALEŻNOŚCI DO OBLICZEŃ

Prowadzona dalej analiza w zasadniczej części odnosi się do przebiegu linii wieloletniego trendu. Takie postępowanie jest uzasadnione dużą zmiennością obserwowanych wielkości w kolejnych latach. Zmienność ta jest tym większa im obszar terytorialny analizy jest mniejszy. Wykorzystanie linii trendu pozwala na ujawnianie ogólnych tendencji oraz wieloletniego charakteru zmian obserwowanych procesów.

Wykorzystując równanie linii trendu

$$y = Nx + b \quad (1)$$

wyznaczono jej nachylenie

$$N = \frac{y}{x} \quad (2)$$

które wyraża uśrednioną zmianę obserwowanej wielkości y , np. liczby ofiar śmiertelnych w ciągu roku, w przedziale lat 2002- 2010. Na tej podstawie obliczono względną wartość nachylenia linii trendu, a wartością odniesienia jest średnie nachylenie za wszystkie kategorie dróg

$$W_{Ni} = \frac{N_i}{N} \quad (3)$$

gdzie N_i , N są odpowiednio nachyleniem linii trendu za drogę i -tej kategorii oraz nachyleniem średniej linii trendu za wszystkie kategorie dróg.

Podczas szczegółowej analizy obserwowanych procesów wykorzystano następujące wielkości:

- wskaźnik ciężkości (inaczej ofiarochłonności) wypadków, czyli prawdopodobieństwo wystąpienia ofiar śmiertelnych na 100 wypadków na drodze i -tej kategorii

$$W_{Ci} = \frac{Z_i}{0,01 W_i} \quad (4)$$

- wskaźnik zagrożenia, czyli prawdopodobieństwo wystąpienia ofiar (zabici) na odcinku 100 km drogi i -tej kategorii

$$W_{Di} = \frac{Z_i}{0,01 D_i} \quad (5)$$

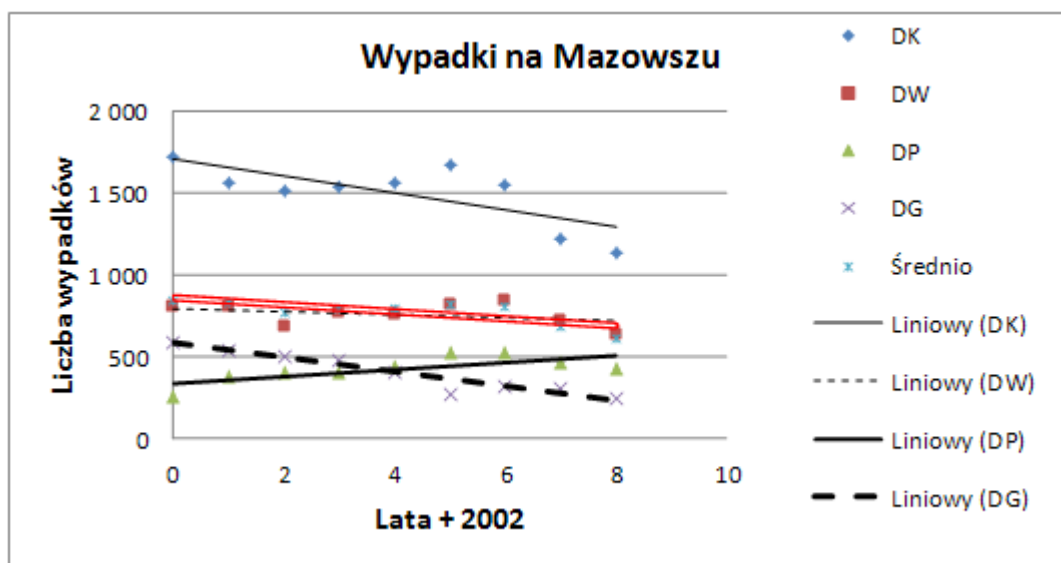
gdzie: W_i - liczba wypadków w ciągu roku na drogach i -tej kategorii;

Z_i - liczba osób zabitych w ciągu roku w wypadkach na drogach i -tej kategorii;

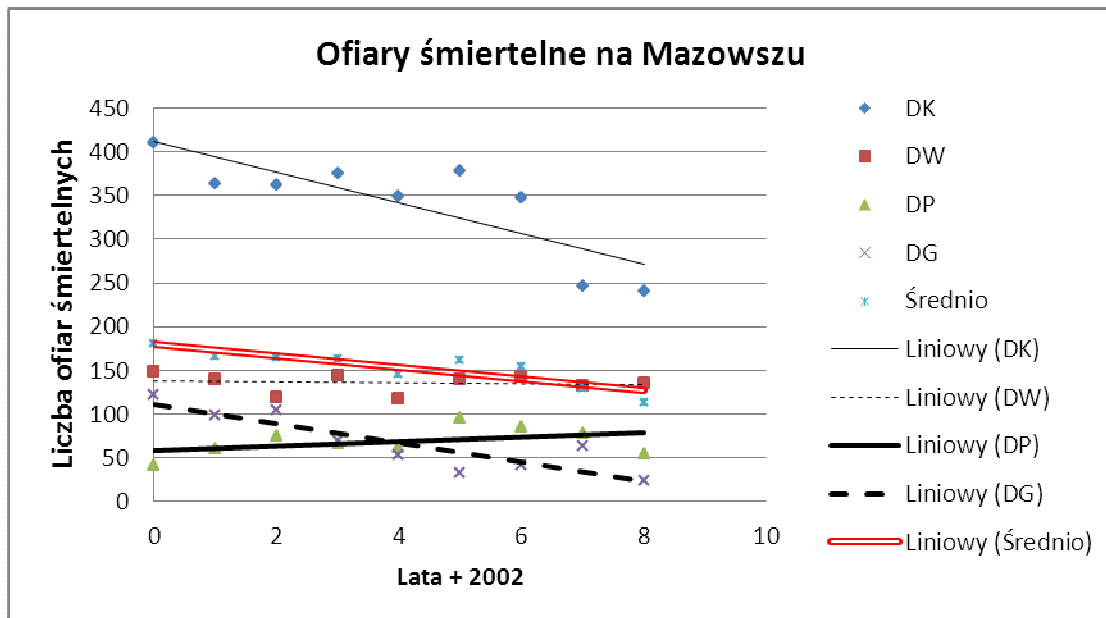
D_i - długość dróg i -tej kategorii w km.

4. MAZOWSZE

Na rysunkach 4.1 i 4.2 pokazano ogólny charakter zmian liczby wypadków i ich ofiar śmiertelnych na drogach województwa mazowieckiego. Przebieg linii na rysunkach jest w rozdziale następnym odniesiony do sytuacji w całej Polsce. Obrazują one relacje ilościowe między analizowanymi kategoriami dróg w zakresie liczby wypadków i ich ofiar, a zatem mogą stanowić podstawę do odpowiedzi na kluczowe pytanie, postawione w pierwszym rozdziale. Jest to także punktem wyjścia do ustalenia ogólnego obrazu zagrożeń wypadkowych dla transportu drogowego. Charakterystyczne liczby wypadków i ofiar śmiertelnych, uśrednione za cały okres analizy podano w tabeli 4.1. Wynika z nich największe zagrożenie wypadkowe na drogach krajowych, a najmniejsze na drogach gminnych.



Rys. 4.1. Liczba wypadków na drogach województwa mazowieckiego i przebieg linii trendu



Rys. 4.2. Liczba ofiar śmiertelnych w wypadkach na drogach Mazowsza i przebieg linii trendu

Tab.4.1. Średnie wartości liczbowe, obliczone za lata 2002- 2010 dla Mazowsza

Liczba	DK	DW	DP	DG
Średnio, wypadki	1 500	761	428	407
Średnio, zabici	341	136	69	68

Tab. 4.2. Charakterystyka nachylenia linii trendu

Wskaźnik	DK	DW	DP	DG	N, nachylenie linii średniej
N_i , nachylenie linii trendu, wypadki	-52,3	-9,0	+21,4	-44,1	-21,0
W_{Ni} , względne nachylenie, wypadki	2,49	0,43	-1,02	2,10	
N_i , nachylenie linii trendu, zabici	-17,7	-0,5	+2,5	-10,9	-6,7
W_{Ni} , względne nachylenie, zabici	2,64	0,07	-0,37	1,62	

Na podstawie wartości zestawionych w tabelach można stwierdzić, co następuje:

- na drogach krajowych i gminnych jest wyraźnie widoczny spadek liczby wypadków (44,1- 52,3 mniej wypadków średniorocznie) i ofiar śmiertelnych (10,9- 17,7 mniej ofiar średniorocznie);
- na drogach wojewódzkich tempo spadku liczby wypadków jest pięciokrotnie mniejsze niż na DK i DG (spadek o 9 wypadków rocznie), a tempo zmniejszania liczby ofiar śmiertelnych jest dwudziestokrotnie mniejsze niż na DK i DG. Przebieg linii trendu oraz analizowane wartości wskaźników pokazują trwałą tendencję spadku liczby wypadków i ofiar śmiertelnych na drogach krajowych i gminnych. Natomiast na drogach powiatowych i wojewódzkich sytuacja jest bardzo zróżnicowana, a uśredniony obraz tej sytuacji można opisać następująco:
- sytuacja wypadkowa na drogach wojewódzkich nie ulega istotnej poprawie;
- na drogach powiatowych w latach 2002- 2010 uwidocznił się wzrost zagrożenia, a w tym wzrost liczby wypadków (ponad 20 wypadków średniorocznie) i ofiar śmiertelnych (2,5 ofiar rocznie).

Ten obraz sytuacji na drogach Mazowsza potwierdzają (tabela 4.2) wartości względnego nachylenia linii trendu, czyli odniesienie do przebiegu średniej linii trendu (rys. 4.1 i 4.2). Wskaźniki W_{Ni} pokazują dość dobre wartości w odniesieniu do DK i DG, czyli

$$W_{Ni} > 1 \quad (W_{Ni} = 1,6 - 2,6)$$

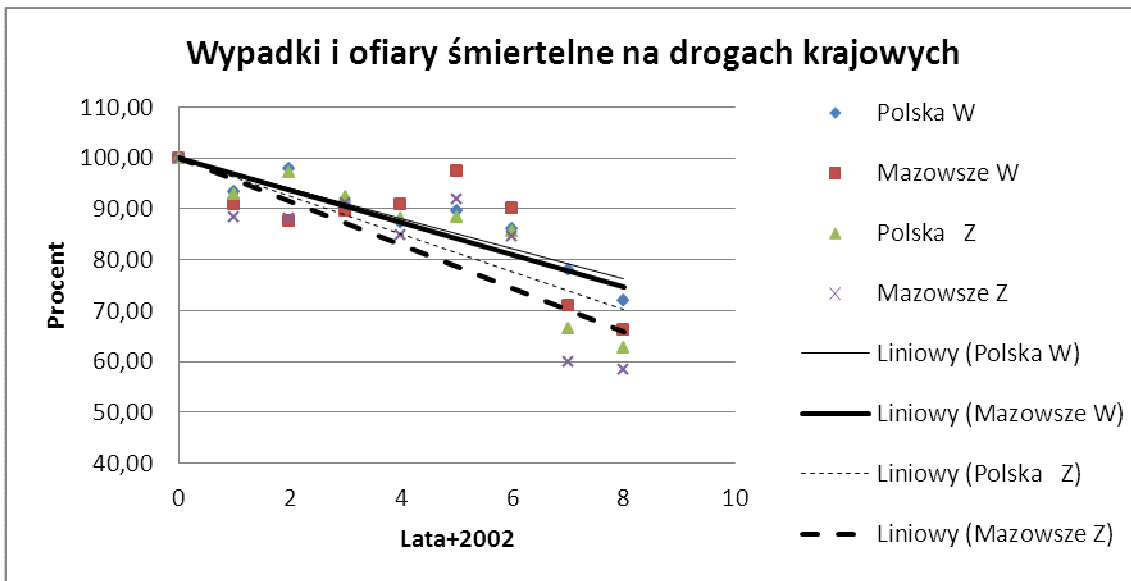
Natomiast na DW i DP sytuacja wypadkowa jest znacznie gorsza niż średnio w województwie, a mianowicie:

$$W_{Ni} < 1 \quad (W_{Ni} = 0,07 - 0,43 \text{ dla DW i } W_{Ni} = -0,37 - -1,02 \text{ dla DP})$$

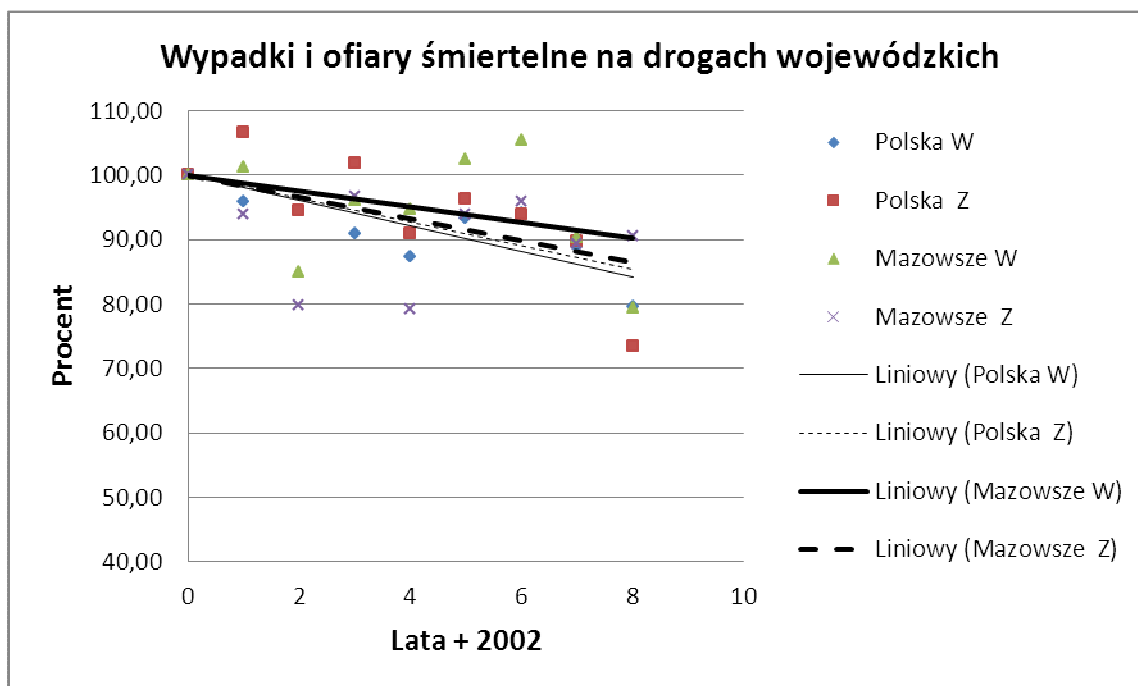
Bardzo niekorzystna sytuacja na drogach powiatowych Mazowsza w analizowanym okresie jest widoczna w silnej tendencji wzrostowej liczby wypadków i ofiar śmiertelnych do 2009 roku.

5. POLSKA A MAZOWSZE, ZMIANY PROCENTOWE LICZBY WYPADKÓW I OFIAR ŚMIERTELNYCH

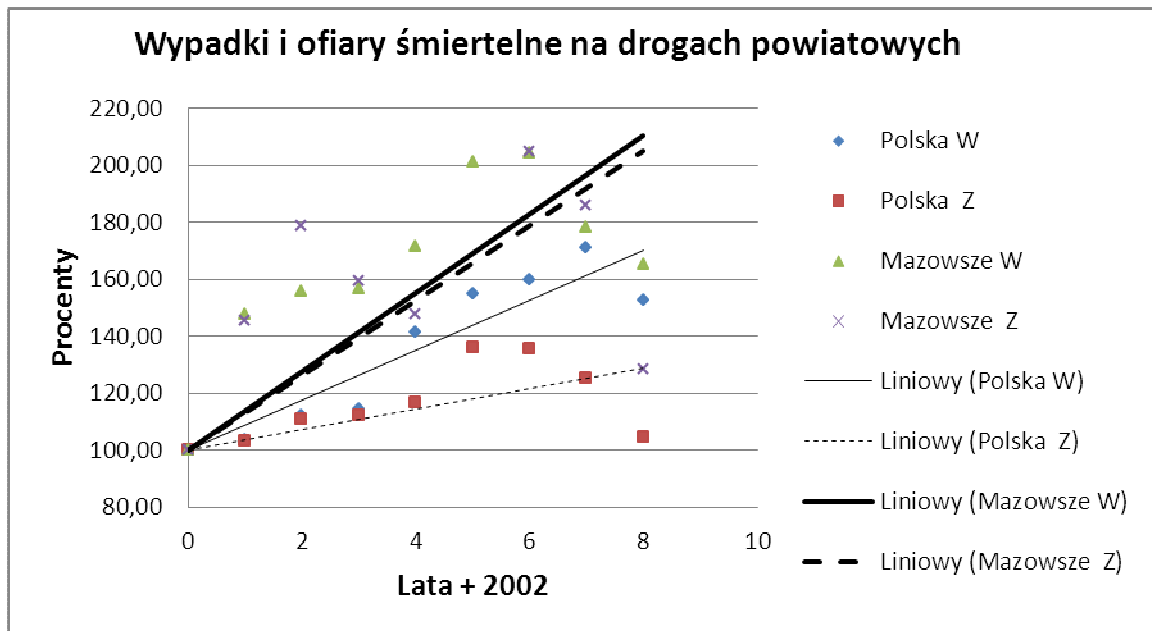
Na rysunkach 5.1 – 5.4 pokazano przebieg linii trendu, które charakteryzują proces zmiany stanu bezpieczeństwa na drogach różnej kategorii. Linie te charakteryzują zmiany procentowe liczby wypadków i ich ofiar śmiertelnych, odniesione do wartości początkowych z roku 2002. Przyjęcie takiego przedstawienia znacznie różniących się wartości pozwoliło na uzyskanie jednolitej formy wykresów, w których duża i trudną do jednoznacznej interpretacji zmienność liczby wypadków i ofiar ujęto w syntetycznej postaci przebiegu linii trendu.



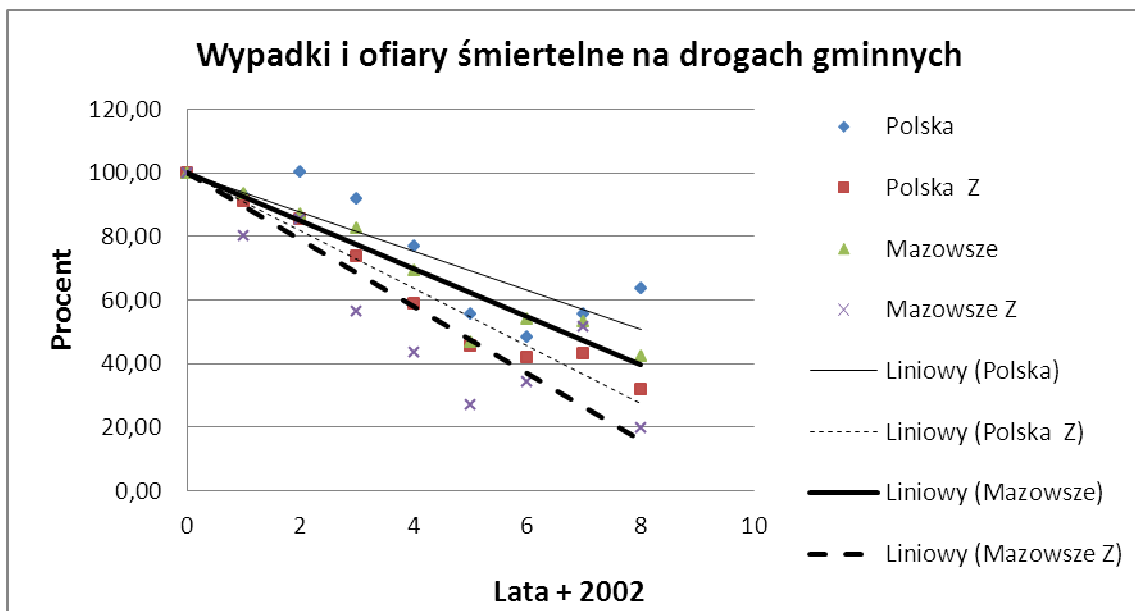
Rys. 5.1. Zmiany procentowe liczby wypadków (W) i ofiar śmiertelnych (Z) na drogach krajowych na Mazowszu i w całej Polsce oraz przebieg linii trendu



Rys. 5.2. Zmiany procentowe liczby wypadków (W) i ofiar śmiertelnych (Z) na drogach wojewódzkich na Mazowszu i w całej Polsce oraz przebieg linii trendu



Rys. 5.3. Zmiany procentowe liczby wypadków (W) i ofiar śmiertelnych (Z) na drogach powiatowych na Mazowszu i w całej Polsce oraz linie trendu



Rys. 5.4. Zmiany procentowe liczby wypadków (W) i ofiar śmiertelnych (Z) na drogach gminnych na Mazowszu i w całej Polsce oraz linie trendu

Przebieg linii trendu na rysunkach 5.1- 5.4 i ich nachylenie (wartości w tabeli 5.1) pokazują bardzo charakterystyczne, a jednocześnie dość podobne cechy zmian stanu bezpieczeństwa transportu na drogach Mazowsza i w całej Polsce, a mianowicie:

- na DK tempo spadku liczby wypadków jest umiarkowane i wynosi 3,2% na Mazowszu oraz 2,9% w Polsce, a tempo spadku liczby ofiar śmiertelnych wynosi odpowiednio 4,3% na Mazowszu oraz 3,7% obliczone za cały kraj;
- na DW tempo spadku liczby wypadków i ofiar śmiertelnych jest znacznie mniejsze niż na drogach krajowych, tak na Mazowszu jak i w całej Polsce;
- na drogach gminnych mamy wysokie tempo spadku liczby wypadków i ofiar śmiertelnych, które jest ponad dwukrotnie większe niż na drogach krajowych, m. in. średnioroczne tempo spadku liczby wypadków wynosi 7,5% na Mazowszu i 6,2% w całej Polsce, a tempo spadku liczby ofiar śmiertelnych wynosi 10,5% na Mazowszu i 9,5% w kraju;
- na drogach powiatowych w analizowanym okresie wystąpiły niekorzystne tendencje wzrostu liczby wypadków i ich ofiar; tempo tego wzrostu na Mazowszu wynosiło 13,8%(wypadki) oraz 13,1%(zabici) i było zdecydowanie wyższe niż w całym kraju, gdzie mamy odpowiednio 8,8% średniorocznego wzrostu liczby wypadków oraz 3,6% wzrostu liczby ofiar śmiertelnych.

Tab. 5.1. Nachylenie linii trendu N_i , opisującej zmiany wskaźników w ujęciu procentowym

Nachylenie linii trendu	DK	DW	DP	DG
Wypadki w Polsce	-2,9	-2,0	+8,8	-6,2
Wypadki na Mazowszu	-3,2	-1,2	+13,8	-7,5
Ofiary śmiertelne w Polsce	-3,7	-1,8	+3,6	-9,1
Ofiary śmiertelne na Mazowszu	-4,3	-1,7	+13,1	-10,5

Podane wartości nachylenia linii trendu pokazują widoczną i trwałą tendencję spadku liczby wypadków i ofiar śmiertelnych na drogach krajowych i gminnych. Natomiast na drogach powiatowych i wojewódzkich sytuacja jest bardzo zróżnicowana, z widoczną tendencją wzrostu liczby ofiar wypadków na drogach powiatowych, szczególnie do 2008 roku. Niekorzystne procesy, widoczne na drogach powiatowych całego kraju, na drogach Mazowsza były bardzo silne.

Tab. 5.2. Wartości średnie charakterystycznych wskaźników, obliczonych za lata 2002- 2010

Wartości wskaźników		DK	DW	DP	DG
Wskaźnik ciężkości W_{Ci} , Mazowsze		22,7	17,9	16,1	16,7
Wskaźnik ciężkości W_{Ci} , Polska		17,23	14,15	12,16	8,87
Wskaźnik zagrożenia W_{Dli} , Mazowsze		14,5	4,5	0,45	0,23
Wskaźnik zagrożenia W_{Dli} , Polska		11,02	3,75	0,62	0,13

Cenne informacje zawierają wartości wskaźników ciężkości wypadków i zagrożenia bezpieczeństwa (tabela 5.2). Obraz zagrożenia wypadkowego jest silnie zróżnicowany i zależy od kategorii drogi. Na wszystkich kategoriach dróg Mazowsza obserwowano bardzo wysokie wartości wskaźnika ciężkości wypadków, a mianowicie od 16,1(DP) do 22,7(DK). Są to wartości zdecydowanie wyższe niż obliczone za cały kraj, które wynoszą od 8,9%(DG) do 17,2%(DK). Wartość wskaźnika ciężkości wypadków średnio za UE wynosi 3 ofiary śmiertelne na 100 wypadków.

Najwyższe zagrożenie bezpieczeństwa transportu występuje na drogach krajowych na Mazowszu (14,5 ofiar śmiertelnych rocznie na 100 km drogi, gdy wskaźnik za cały kraj wynosi 11), a istotny wpływ na to ma duże natężenie ruchu i brak dostatecznej separacji ruchu lokalnego od tranzytowego. Najniższy wskaźnik zagrożenia obserwujemy na drogach gminnych (0,23 ofiar śmiertelnych na 100 km dróg Mazowsza oraz 0,13 dla całej Polski), czyli przy niskim natężeniu ruchu.

Wartości liczbowe, umieszczone na rysunkach, ustalono na podstawie analizy bazy danych SEWIK KGP oraz [3,9]. Część danych wyszukał mgr inż. Leszek Jemioł, za co autor składa serdeczne podziękowanie.

6. PODSUMOWANIE

Analiza przebiegu linii trendu pozwala na wnioskowanie prognostyczne, zatem jest szczególnie przydatne podczas planowania modernizacji i rozwoju infrastruktury drogowej oraz działań na rzecz doskonalenia nadzoru nad ruchem i systemów ratownictwa. Przeprowadzone rozważania wskazują na wyraźne różnice trendów opisujących stan bezpieczeństwa na drogach różnych kategorii. Natomiast zasadnicze czynniki, kształtujące bezpieczeństwo transportu na drogach tej samej kategorii na Mazowszu i całej w Polsce, są podobne i można je ująć następująco:

- drogi krajowe, to duże natężenie ruchu i dość wysoka prędkość jazdy, które skutkują wysoką wartością wskaźników ciężkości wypadków (Mazowsze 22,7 i 17,2 za cały kraj) oraz zagrożenia wypadkowego, które odpowiednio wynosi 14,5 na Mazowszu oraz 11,0 w Polsce wypadków na 100km dróg krajowych;

- na drogach powiatowych stwierdzono niekorzystne tempo wzrostu liczby ofiar (13% średniorocznie na Mazowszu oraz ponad 3% w całym kraju) przy silnie wzrastającej liczbie wypadków na drogach tej kategorii;

- najwyższe tempo spadku liczby ofiar śmiertelnych (ok. 9- 10% na rok) jest na drogach gminnych;

Na drogach krajowych obserwuje się najwyższe wartości wskaźników ciężkości wypadków i zagrożenia bezpieczeństwa transportu. Istotny wpływ na to ma duże natężenie ruchu i brak dostatecznej separacji ruchu lokalnego od tranzytowego. Najniższy wskaźnik zagrożenia bezpieczeństwa transportu obserwujemy na drogach gminnych, czyli przy niskim natężeniu ruchu lokalnego.

Przedstawione obliczenia linii trendu zmian wskaźników stanu bezpieczeństwa ujawniają zasadnicze cechy obserwowanych procesów, co ułatwia planowanie działań logistycznych, w tym dobór tras transportu drogowego, rozmieszczenia magazynów itp. Jednocześnie przebieg tych linii potwierdza w pełni, że w latach 2002- 2010 nastąpił silny wzrost zagrożenia wypadkowego na drogach powiatowych, a na drogach wojewódzkich utrzymał się wysoki poziom tych zagrożeń. To potwierdza skupianie znacznej części rosnącego ruchu drogowego na drogach powiatowych i wojewódzkich. Widoczne to jest tak w skali całego kraju, jak i bardzo silnie w skali analizowanego województwa mazowieckiego.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Gidlewski M., Matuszewski T., Prochowski L., Wicher J., Program poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na Mazowszu, GAMBIT Mazowiecki, Warszawa 2009.
- [2] Gothie M, Cerezo V, Conche F, Relationship Between Road Infrastructure Characteristics and HGV Accidents, 10 th International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology, Paris 2008.
- [3] Krajowy program bezpieczeństwa ruchu drogowego 2005–2007–2013, GAMBIT 2005, Warszawa 2005.

- [4] Maibach M., Schreyer C., Sutter D., van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A., Doll C., Pawlowska B., Bak M., Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector, Report, Netherlands, Delft 2008.
- [5] Prochowski L., Analiza relacji pomiędzy liczbą pojazdów a liczbą ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w Polsce, Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów Politechniki Warszawskiej nr 4/2009, Warszawa 2009.
- [6] Schreyer Ch., Schneider Ch., Maibach M., Rothengatter W., Doll C., Schmedding D., External Cost of Transport, Final Report INFRAS, Zurich/Karlsruhe 2004.
- [7] Strategia zrównoważonego rozwoju systemu transportowego Warszawy na lata 2007–2015, Projekt, Warszawa 2008.
- [8] Tingvall C., Stigson H., Eriksson L., Johansson R., Krafft M., Lie A., The properties of safety Performance Indicators in target setting, projections and safety design of the road transport system, Accident Analysis and Prevention, 42(2010).
- [9] Wypadki drogowe w Polsce; publikacje KGP za lata 2002,..., 2010, Warszawa.