

Marcin BUDZYŃSKI*
Politechnika Gdańska

WPLYW CZYNNIKÓW DROGOWO – RUCHOWYCH NA BEZPIECZEŃSTWO RUCHU DROGOWEGO W POWIATACH ZIEMSKICH

Streszczenie. W referacie przedstawiono uzasadnienie wyboru powiatów ziemskich do analiz bezpieczeństwa ruchu drogowego (brd). Przedstawiono główne miary brd i czynniki wpływające na brd. Wskazano główne problemy brd: nadmierna prędkość, alkohol i infrastruktura drogowa oraz grupy podwyższonego ryzyka: piesi, dzieci, młodzi kierowcy. Sformułowano również kierunki dalszych badań.

INFLUENCE OF ROAD AND TRAFFIC FACTORS TO ROAD TRAFFIC SAFETY IN RURAL DISTRICTS

Summary. This paper presents reason to choice rural districts to analysis of road traffic safety. Main measures and factors have been described. Main problems: speed, alcohol, road infrastructure and groups of risk: pedestrians, child and young drivers have been described. The directions of next research and analysis have been presented too.

1. Wprowadzenie

Rozproszenie wypadków drogowych, jest głównym powodem niedoceniań rozmiaru strat ludzkich i materialnych, które ponosimy wspólnie. Pomimo blisko 6 tys. zabitych i 70 tys. rannych rocznie problem ten nie jest wystarczająco zauważalny. W Polsce od kilkunastu lat obserwuje się szczególnie szybki rozwój motoryzacji, który wywołuje różnego rodzaju problemy, do których zaliczają się też wypadki drogowe, a zwłaszcza liczba ofiar śmiertelnych tych wypadków, która jest ponad dwukrotnie wyższa niż w najlepszych pod względem bezpieczeństwa ruchu drogowego krajach Europy.

* Opiekun naukowy: Prof. dr hab. inż. Ryszard Krystek.

Badania dotyczące poziomu brd, wykonane podczas prac nad Programem GAMBIT (program krajowy i programy regionalne), wskazują na wiele zagrożeń dla uczestników ruchu drogowego. Można wyróżnić trzy grupy ryzyka uczestnictwa w wypadkach drogowych: piesi, dzieci (0-15 lat) i młodzi kierowcy (17-25 lat), oraz trzy problemy związane z brd: nadmierna prędkość, nietrzeźwość użytkowników dróg i zły stan infrastruktury drogowej. Główny kierunek badań pracy doktorskiej dotyczy ostatniego zagadnienia, czyli infrastruktury drogowej. Celem badań jest określenie jakości sieci drogowej w powiatach ziemskich ze względu na stan brd i wpływu czynników drogowo-ruchowych na ryzyko wypadków.

2. Wybór obszaru badań

Wybór powiatów jako jednostki statystycznej do badań związanych ze stanem brd został wykonany ze względu na:

- nową jednostkę administracyjną, a nie ma badań dotyczących brd na ich terenie,
- zróżnicowanie charakteru powiatów, pozwala na wykonanie badań dla różnych warunków sieci drogowej, poziomu zurbanizowania, uprzemysłowienia i wreszcie poziomu brd,
- bardzo duże zapotrzebowanie w jednostkach samorządowych na analizy stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- liczbę powiatów (ponad 300 powiatów ziemskich) oraz dostępne dla nich dane, pozwalające na przeprowadzenie szczegółowych badań, określających stan i główne problemy brd.

Z uwagi na duże różnice w strukturze ruchu, układzie sieci i zagospodarowaniu przestrzennym powiatów grodzkich i ziemskich konieczne jest oddzielne przeprowadzenie badań dla obu grup. Do dalszych badań wybrano powiaty ziemskie.

3. Stan wiedzy

3.1. Identyfikacja czynników wpływających na ryzyko wypadków

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można wyróżnić główne grupy czynników wpływających na ryzyko powstania wypadków drogowych:

- demograficzne (rozkład ludności według wieku, wiek kierowców, płeć kierowców, liczba nowych kierowców na rok, wiek nowych kierowców na rok, udział młodych kierowców),
- ekonomiczne (poziom bezrobocia, konsumpcja alkoholu, cena pojazdów, cena benzyny,

budżety na budowę dróg, budżety na utrzymanie dróg, budżety na brd, zużycie paliwa), obszarowe (powierzchnia), nadzór ruchu (środki kontroli prędkości, wykrywalność przestępstw drogowych), atmosferyczne i czasowe (warunki klimatyczne, pora roku, pora dnia), wyposażenie pojazdów i użytkowników ruchu, ruchowe (liczba pojazdów, struktura rodzajowa ruchu, praca przewozowa na drogach danej kategorii, rzeczywista prędkość na drogach danej kategorii, limity prędkości, ruch tranzytowy, udział ruchu niezmotoryzowanego - piesi, rowerzyści), drogowe (otoczenie drogi, struktura sieci drogowej, geometria drogi, rodzaj i stan nawierzchni, oświetlenie, organizacja ruchu, obiekty mostowe i przejazdy kolejowe). Do dalszych badań wybrano głównie dwie ostatnie grupy jako bezpośrednio związane z infrastrukturą drogową.

3.2. Miary stosowane w ocenie stanu brd

Do określenia stanu brd dla danego obszaru, układu drogowego, porównania tego z innymi obiektami konieczne jest zastosowanie miar. Miary te można podzielić na dwie grupy: bezwzględne (liczba wypadków, ofiar, koszty) i względne, czyli wskaźniki.

Wskaźniki bezpieczeństwa stosuje się w celu bardziej obiektywnej oceny stanu brd, pozwalają na przeprowadzenie analiz porównawczych dla obszarów różnej wielkości, odcinków sieci lub zobrazowania różnic w stanie brd w analizach dotyczących badania efektywności stosowanych środków poprawy brd. Wyróżnione wskaźniki należy stosować dla wybranego przedziału czasowego, najczęściej jest to rok. Wśród wskaźników można wyróżnić następujące:

- liczba wypadków na mln pojazdów

$$W_p = W \cdot 10^6 / P \quad [\text{wyp./mln poj}], \quad (1)$$

gdzie:

W – całkowita liczba wypadków,

P – liczba zarejestrowanych pojazdów,

- liczba wypadków na 1 mln mieszkańców

$$W_m = W \cdot 10^6 / M \quad [\text{wyp./mln mieszk.}] \quad (2)$$

gdzie:

M – liczba mieszkańców,

- wskaźnik gęstości wypadków w ciągu analizowanego okresu (np. rok)

$$D_w = \Sigma W / \Sigma L_i \quad [\text{wyp./km}], \quad (3)$$

gdzie:

ΣW – liczba wypadków na odcinku drogi,

ΣL_i – długość odcinka drogi [km],

- względny wskaźnik wypadkowości

$$U_w = (W * 10^6) / (T * 365 * Q_o * L) \quad [\text{wyp./mln poj.km}] \quad (4)$$

gdzie:

Q_o – średnie dobowe natężenie ruchu w roku [poj./dobę],

W – liczba wypadków na odcinku o długości L , natężeniu Q , w okresie T ,

- wskaźnik zagrożenia będący średnią geometryczną wskaźników D_w i U_w ,

$$W_z = \sqrt{(D_w * U_w)} \quad (5)$$

- wskaźnik ciężkości wypadków: liczba zabitych na 100 rannych lub 100 wypadków,

- wskaźnik kosztów wypadków

$$K_p = (\Sigma W_i * K_i) * 10^3 / Q_o \quad [\text{koszt/tys. poj}] \quad (6)$$

gdzie:

W_i – liczba wypadków kategorii „i”,

K_i – średni koszt wypadku dla kategorii „i”,

- wskaźnik obszarowy

$$W_o = (S W_{zd} * 10^6) / (365 * L_s), \quad (7)$$

gdzie:

L_s – liczba zarejestrowanych pojazdów na danym obszarze,

$S W_{zd}$ – ważona suma liczby wypadków, rannych, zabitych.

3.3. Metody klasyfikacyjne stanu brd

Dla zobrazowania zagadnienia przedstawiono trzy metody pozwalające na klasyfikację stanu brd dla badanych obszarów: skala „Richtera” dla dróg, metoda „gdańska”, stopień ryzyka w skali strat społeczno-gospodarczych.

Skala „Richtera” – metoda opracowana przez Saraja i Wrighta. Jej miernikami są wskaźniki zabitych i rannych w ciągu roku na 100 tys. mieszkańców oraz wskaźnik ofiar. Do analizy konieczne są: liczba mieszkańców obszaru (P), liczba pojazdów zarejestrowanych na danym obszarze (V), praca przewozowa dla danego okresu – np. rok i obszaru analizy (T), liczba zabitych (K). Badany obszar charakteryzuje się przez stałą (A):

$$A = \log(P * V * T) \quad (8)$$

Wskaźnik brd dla zabitych jest określony następująco:

$$M_K = 3 * \log K - A \quad (9)$$

Stan brd na danym obszarze określa się na podstawie wartości wskaźnika M, przy czym im większy wskaźnik, tym dany obszar jest bardziej zagrożony: $M < 1$ – bardzo bezpieczny, $1 < M < 2$ – bezpieczny, $2 < M < 3$ – nisko ryzykowny, $3 < M < 4$ – wysoce ryzykowny, $4 < M < 5$ – niebezpieczny, $M > 5$ – wysoce niebezpieczny [3].

Metoda „gdańska” – pozwala na porównanie wszystkich rodzajów wskaźników bezpieczeństwa dla danych obszarów lub układów sieci drogowej w ramach czterech poziomów bezpieczeństwa. Głównym założeniem metody jest traktowanie badanego wskaźnika jako zmiennej losowej o rozkładzie normalnym o parametrach X i S, gdzie X – średnia wartość badanego wskaźnika, S – odchylenie standardowe w ramach próby (wypadki, ofiary wypadków, koszty wypadków dla danego obszaru w określonym przedziale czasowym). W metodzie tej występują cztery stany: $W \leq X$ – względnie bezpieczny, $X < W \leq X + S$ – zagrożony, $X < W \leq X + 2S$ – niebezpieczny, $W \geq X + 2S$ – krytyczny [4].

Stopień ryzyka – odniesienie kosztów wypadków, które wydarzyły się na danym obszarze do pracy przewozowej przenoszonej przez sieć drogową w tym samym czasie. Do jego wyznaczenia konieczne są: liczba wypadków (W_i) określonej kategorii, średni koszt wypadku (K_i) określonej kategorii, średnie dobowe natężenie ruchu w roku (Q_0), długość sieci drogowej (L) i okres czasu (T). Stopień ryzyka określa się:

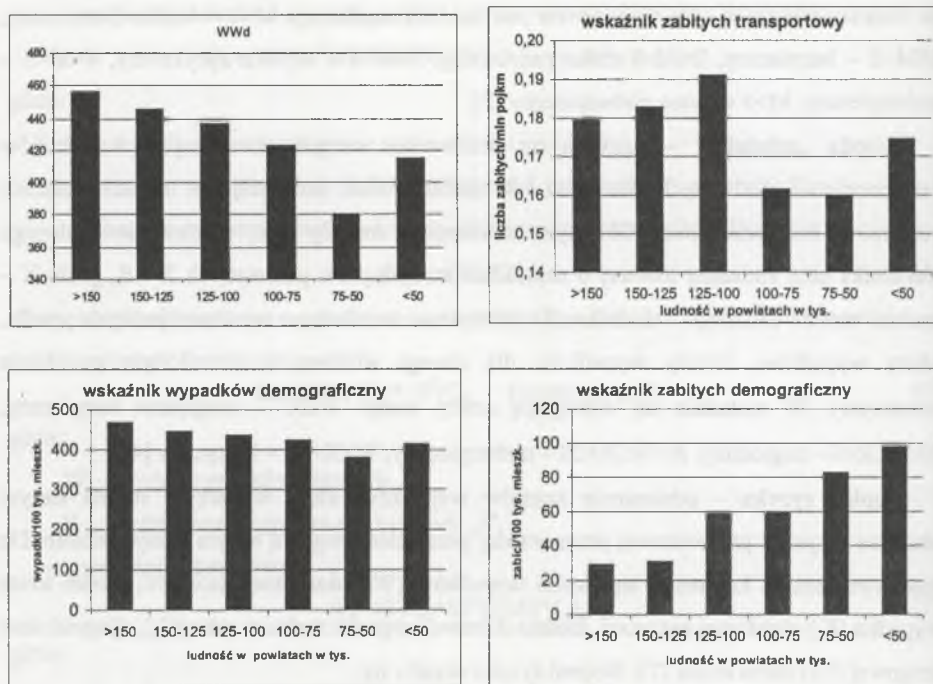
$$Sr = 10^6 * (\sum W_i * K_i) / (365 * Q_0 * L * T) \quad [\text{koszty/mln poj. km/rok}] \quad (10)$$

4. Bezpieczeństwo ruchu drogowego w powiatach ziemskich

Na podstawie badań określonych typów wypadków można wyróżnić pewne obszary w kraju charakteryzujące się zdecydowanie zwiększonym występowaniem danego rodzaju zagrożenia. Można np. stwierdzić, że zagrożenia wypadkami związanymi z najechaniem na drzewo są zdecydowanie największe w północnej części Polski – są to powiaty w województwach warmińsko-mazurskim, pomorskim i zachodniopomorskim, a największe zagrożenia związane z wypadkami spowodowanymi przez nietrzeźwych uczestników ruchu występują w rejonie granicy wschodniej i zachodniej – powiaty w województwach lubuskim, podlaskim i lubelskim.

Na rysunku 1 przedstawiono przykłady średnich wartości miar brd w powiatach ziemskich, według klas ludności. Liczebność klas jest następująca: >150 tys. – 20 powiatów,

150-125 tys. – 20 powiatów, 125-100 tys. – 42 powiaty, 100-75 tys. – 70 powiatów, 75-50 tys. – 102 powiaty, <50 tys. – 53 powiaty.



Rys. 1. Wybrane miary brd w przedziałach ludności w powiatach ziemskich
Fig. 1. Measures road safety in population sections in rural districts

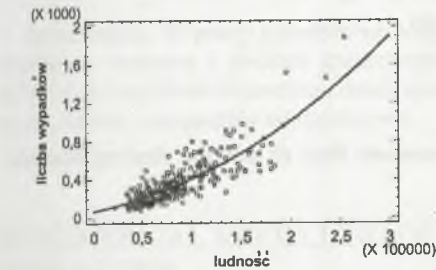
Wskaźnik transportowy uwzględnia również pracę przewozową dla gmin oszacowaną na podstawie wrywkowych danych z wybranych gmin. Zwraca uwagę niska wartość wskaźnika transportowego wypadków w przedziale 75-50 tys. mieszkańców, niska wartość wskaźnika transportowego zabitych w przedziałach ludności od 100 do 50 tys. mieszkańców oraz wzrost wskaźnika demograficznego zabitych wraz ze wzrostem liczby mieszkańców i odwrotna sytuacja w przypadku wskaźnika demograficznego.

5. Badania wpływu wybranych czynników na brd

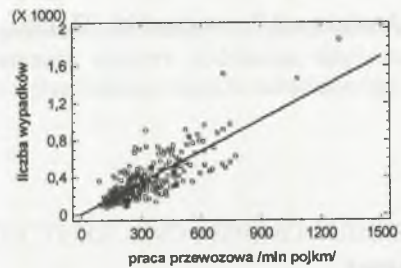
Badania obejmują analizę regresyjną i mają na celu eliminację czynników najmniej istotnych. Pierwszym krokiem jest wybór rozkładu miar i znalezienie prostych zależności od czynników, w kolejnych etapach celem będzie znalezienie łącznego wpływu wybranych

czynników. Poniżej przedstawiono kilka przykładów wpływu pojedynczych czynników. Analizy wykonano przy pomocy programu STATGRAPH 5.0.

Rysunek 2 przedstawia zależność liczby wypadków i kosztów wypadków (straty materialne, koszty związane z ofiarami rannymi i zabitymi) w zależności od liczby ludności i wielkości pracy przewozowej. Zależności są oczywiste, tzn. im więcej mieszkańców i większa jest praca przewozowa, tym większa liczba wypadków. Jednak taka zależność wskazuje jedynie, że jest znaczący wpływ tych elementów na poziom brd, natomiast konieczne jest określenie podobnych zależności dla wskaźników względnych oraz zbadanie wpływu innych czynników.



$LW = (8,149 + 0,000118 * M)^2$ $R^2 = 70,1$
gdzie LW – liczba wypadków, M – liczba mieszkańców



$LW = 3,858 + 1,157 * PP$ $R^2 = 63,7$
gdzie LW – liczba wypadków

Rys. 2. Wpływ ludności i pracy przewozowej na liczbę wypadków i ich koszty

Fig. 2. Influence of population and value of vehicle kilometers to number of accidents

6. Wnioski i kierunki dalszych badań

Infrastruktura drogową i parametry ruchu wpływają w znaczący sposób na poziom brd. W powyższym referacie przedstawiono ogólny zarys kierunku badań. Głównym celem dalszych prac jest znalezienie narzędzia umożliwiającego podejmowanie decyzji odpowiednim zarządom drogowym w zakresie rozbudowy i modernizacji infrastruktury drogowej. Celem jest również znalezienie łącznego wpływu wybranych czynników drogowo – ruchowych na stan brd w powiatach. Jednym z celów jest również analiza stanu brd w powiatach pod kątem identyfikacji powiatów krytycznych ze względu na wybrane kategorie wypadków. Konieczne jest również uwzględnienie struktury funkcjonalnej i przestrzennej powiatów.

LITERATURA

1. Hadi M.A.: Estimating safety effects of cross-section design for various highway types using negative bormal regression. Transportation Research Record 1500, 1995.
2. Jamroz K., Budzyński M. i inni: Badania wpływu cech drogi na zachowanie kierowców i bezpieczeństwo ruchu. Politechnika Gdańska, 1993.
3. Saraj H, Wright P. A Richter Scale for Highway South Bank University, Londyn 1990.
4. Krystek R. i inni: Czynniki drogowo – ruchowe wpływające na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Politechnika Gdańska, 1995.
- 5 Shankar V. i inni: Effect of roadway geometrics and environmental factors. Accident Analysis and Prevention Vol. 27, 1995, 371-389.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Rudnicki

Abstract

This paper presents reason to choice rural districts to analysis of road traffic safety. Main measures and factors have been described. Main problems: speed, alcohol, road infrastructure and groups of risk: pedestrians, child and young drivers have been described. The directions of next research and analysis have been presented too.