

Kazimierz Jamroz, Lech Michalski

Politechnika Gdańska
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Katedra Inżynierii Drogowej

ANALIZA MOŻLIWOŚCI REALIZACJI CELÓW STRATEGICZNYCH BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO W POLSCE

Rękopis dostarczono, kwiecień 2013

Streszczenie: W ciągu ostatniego ćwierćwiecza w Polsce widocznie zmniejszyła się liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Istotnie do tego przyczyniła się program bezpieczeństwa ruchu opracowane przez naukowców z Politechniki Gdańskiej i ich Partnerów. Podstawowym pytaniem stawianym obecnie jest czy istnieją możliwości osiągnięcia głównych celów strategicznych w latach 2013 i w roku 2020?

Korzystając z własnego, wielopoziomowego modelu, oszacowano liczbę ofiar śmiertelnych wypadków drogowych dla czterech scenariuszy i kilku interwencji w okresie między 2012 i 2020 rokiem. Uzyskane wyniki wskazują, że dalszy rozwój społeczno – ekonomiczny kraju oraz zastosowanie najbardziej skutecznych interwencji będzie powodować dalszą systematyczną redukcję ofiar śmiertelnych wypadków drogowych.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo ruchu drogowego, cele strategiczne, ofiary śmiertelne, prognozy, modele

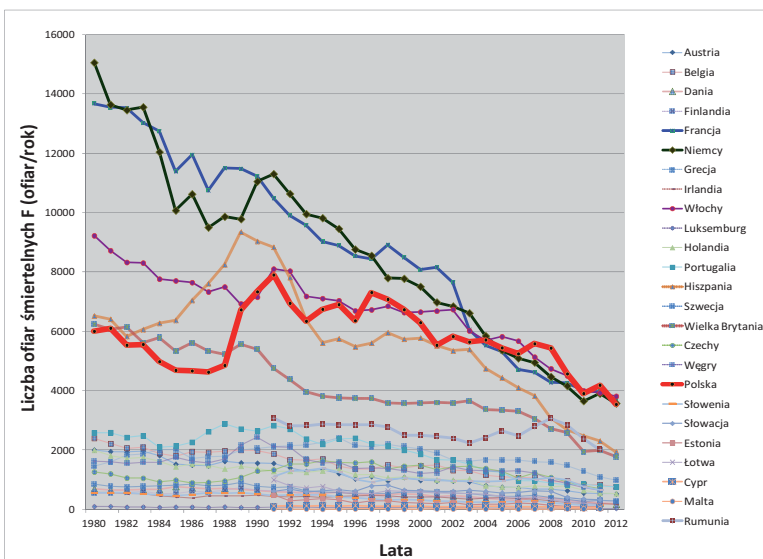
1. WPROWADZENIE

Dwadzieścia pięć lat temu w Polsce podjęto działania zmierzające do przełamania niekorzystnej tendencji wzrostu liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Wytyczne do tych działań, skutkujących zmniejszeniem o 50 % liczby ofiar śmiertelnych w ciągu dwóch dekad na sieci drogowej zawierały Programy Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT opracowane przy udziale Katedry Inżynierii Drogowej Politechniki Gdańskiej i innych Partnerów [1]. Celem strategicznym ostatniego Programu BRD GAMBIT 2005 było zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych do 2800 w roku 2013. Natomiast nowym celem strategicznym brd w Polsce do roku 2020 jest zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych do nie więcej niż 2000.

Jednakże od wielu lat Polska zajmuje czołowe miejsce wśród krajów UE, biorąc pod uwagę łączną liczbę ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych (rys. 1), a udział Polski w łącznej liczbie ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w UE wynosił 11% - 14%. Ponadto wartość najczęściej używanego do porównań międzynarodowych wskaźnika śmiertelno-śmiertelności demograficznej jest prawie dwukrotnie większa niż wartość średnia w UE i aż ponad trzykrotnie większa niż w Wielkiej Brytanii, Holandii i Szwecji. Zatem tempo poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce jest znacznie mniejsze niż pozostałych krajach UE.

Zasadne są zatem następujące pytania:

- Czy są szanse na osiągnięcie celu Programu GAMBIT 2005 do roku 2013?
- Jakie są uwarunkowania i możliwości osiągnięcia celu strategicznego Narodowego Programu Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego do roku 2020?



Rys. 1. Wykres zmian liczby ofiar śmiertelnych w Polsce w latach 1980 – 2012, na tle innych krajów UE

2. OCENA REALIZACJI CELÓW PROGRAMU GAMBIT 2005

Charakterystyka Programu. Siedem lat funkcjonowania Krajowego Programu Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2005, trendy oraz obecny stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce, a także nowe uwarunkowania i wyzwania w tym zakresie do roku 2020 powodują konieczność wykonania ocen oraz identyfikacji

przeszkód i barier powodujących opóźnienia w realizacji planowych w Programie celów i zadań. Doświadczenie wskazuje, że samo programowanie działań prewencyjnych lub ich wybiórcza realizacja nie wystarcza dla osiągnięcia zamierzonego celu zmniejszania liczby wypadków drogowych, a szczególnie ich śmiertelnych ofiar.

W roku 2004 (tj. w roku przystąpienia Polski do UE) stwierdzono, że:

- poziom śmiertelności w wypadkach drogowych był bardzo wysoki (5640 ofiar śmiertelnych w roku 2003, wskaźnik śmiertelności demograficznej 149 ofiar śmiertelnych/ milion mk)
- grupami szczególnie wysokiego ryzyka śmierci w wypadku drogowym w Polsce byli: niechronieni uczestnicy ruchu drogowego (piesi, rowerzyści), dzieci i młodzi kierowcy,
- podstawowymi problemami bezpieczeństwa ruchu drogowego były:
 - niebezpieczne zachowania uczestników ruchu drogowego,
 - niska jakość infrastruktury drogowej,
 - brak efektywnego systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego.
- UE wymagała od krajów członkowskich znacznej redukcji ofiar śmiertelnych wypadków drogowych (redukcja o 50 % ofiar śmiertelnych w ciągu 10 lat).

Biorąc to pod uwagę w 2005 roku opracowano Krajowy Program Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2005 na lata 2005-2013 [1]. W programie przyjęto, że:

1. Polską dalekosięzną i etycznie uprawnioną wizją bezpieczeństwa ruchu drogowego, będzie **WIZJA ZERO**,
2. Głównym celem strategicznym Programu było zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych o **50%** w ciągu 10 lat (w stosunku do roku 2003) tj. do poziomu nie więcej niż **2800** ofiar śmiertelnych w roku 2013
3. Dla realizacji głównego celu strategicznego przyjęto 15 grup działań priorytetowych i 144 zadań ujętych w pięć celów szczegółowych:
 - stworzenie podstaw do prowadzenia skutecznych i długofalowych działań na rzecz bezpieczeństwa ruchu drogowego.
 - kształtowanie bezpiecznych zachowań uczestników ruchu.
 - ochrona pieszych, dzieci i rowerzystów.
 - budowa i utrzymanie bezpiecznej infrastruktury drogowej.
 - zmniejszenie ciężkości wypadków.

Program został przyjęty do realizacji przez kolejne Rządy RP (Strategia w kwietniu 2005, pierwszy Program Realizacyjny we wrześniu 2006).

Ewaluacja interim. W roku 2012 wykonano ocenę etapową realizacji Programu GAMBIT 2005, tzw. ocenę interim do roku 2010 [2]. Cel etapowy na rok 2010 wynosił nie więcej niż 3500 ofiar śmiertelnych, natomiast na polskich drogach zginęło 3907 osób tzn., że cel ten zrealizowano w 90 %. Jednocześnie zaobserwowano silną tendencję spadkową w latach 2008 - 2010.

Biorąc pod uwagę kategorie dróg to największą redukcję liczby ofiar śmiertelnych w latach 2003 – 2010 uzyskano na drogach powiatów grodzkich (36%), najmniejszą zaś na gminnych i powiatowych (27%). Natomiast na drogach krajowych pomimo zmniejszenia liczby zabitych o ponad 31%, nie osiągnięto celu etapowego na rok 2010. Planowane zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych na drogach krajowych o 75% okazało się celem zbyt ambitnym.

W okresie obowiązywania Programu GAMBIT 2005 na poziomie krajowym podejmowane były liczne działania edukacyjne, prewencyjne i infrastrukturalne wpisujące się w kierunki działań programowych. Jednocześnie w wielu przypadkach decyzje polityczne i administracyjne były niezgodne z tym programem.

Przeprowadzono wiele działań legislacyjnych, edukacyjnych, prewencyjnych i infrastrukturalnych. Podjęto tylko 84 ze 144 zadań (58%) przewidzianych do realizacji. Część z nich nie przyniosła oczekiwanych efektów lub została źle przeprowadzona. Są jednak też i takie, które korzystnie wpłynęły na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego. Należą do nich m. in.:

- opracowanie i wdrażanie Programów BRD na poziomie wojewódzkim i powiatowym, które objęły kilkanaście województw, miast i powiatów,
- opracowanie i realizacja branżowego (dla dróg krajowych, w policji),
- rozpoczęcie budowy Polskiego Obserwatorium BRD oraz organizacja dwóch obserwatoriów regionalnych,
- zmiany w zasadach szkolenia i egzaminowania kierowców,
- wdrożenie i rozwój systemu nadzoru (kontrola prędkości, kontrola czasu pracy kierowców),
- unormowanie zasad poruszania się rowerzystów,
- intensywna budowa sieci dróg ekspresowych i autostrad, budowa bezpiecznych skrzyżowań, stosowanie środków uspokajania ruchu,
- wprowadzenie audytu brd do części projektów,
- modernizacja systemu ratownictwa i ochrony powypadkowej.

Szacuje się, że w wyniku prowadzenia działań objętych programem, w ciągu 7 lat jego realizacji:

- uratowano od śmierci w wypadkach drogowych ok. 6 tys. osób,
- oszczędności z tego tytułu wyniosły ok. 34,5 mld zł.

W opinii ekspertów krajowych [3] i zagranicznych [4] w Polsce następuje systematyczna redukcja liczby ofiar wypadków drogowych. Obserwuje się zwiększoną aktywność ekspertów polskich na arenie międzynarodowej i dość dużą liczbę podejmowanych działań na rzecz brd, w czym Krajowy Program BRD GAMBIT 2005 pełnił i pełni ważną rolę. Jednakże nadal wypadki drogowe nie są spostrzegane w Polsce jako ważny problem, nie są politycznym priorytetem, a instytucjonalna, mała skuteczność działania wynika z przyjęcia zasady podzielonej (zbiorowej) odpowiedzialności za problemy brd.

Niestety, wiele istotnych działań przewidzianych w programie brd nie podjęto, między innymi:

- nie wskazano lidera realizacji Programu GAMBIT'2005,
- nie usprawniono struktur instytucji zajmujących się bezpieczeństwem ruchu drogowego w kraju, zwłaszcza Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego,
- nie podjęto inicjatywy powoływania działających lokalnie instytucji wykonawczych (inspektorzy, oficerowie, liderzy),
- nie wprowadzono efektywnego systemu finansowania działań brd,
- nie wprowadzono sprawnego prowadzenia monitoringu postępów realizacji strategii,
- nie usprawniono systemu promocji efektywnych działań na rzecz brd.

Przeprowadzone analizy szczegółowe wskazują, że głównymi czynnikami ryzyka nadal są:

- system organizacyjny i funkcjonalny Państwa (brak woli politycznej, brak instytucji zarządzającej brd).
- niebezpieczne zachowania uczestników ruchu (zbyt duża prędkość jazdy, chęć do podejmowania ryzyka, złe traktowanie pieszych i rowerzystów przez kierowców),
- zbyt mało urządzeń ochrony pieszych i rowerzystów),
- system zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego (brak systemu zarządzania prędkością, brak narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej),
- ilość i jakość infrastruktury drogowej (brak sieci dróg o wysokich standardach brd, mało bezpiecznych skrzyżowań,
- liczne mankamenty w funkcjonowaniu systemu ratownictwa i ochrony powypadkowej ofiar.

Z prowadzonych analiz wynika, że zjawiska i standardy stosowane w Polsce, znacznie odbiegają jeszcze od standardów Unii Europejskiej. Oznacza to, że przy formułowaniu kolejnego krajowego programu brd niezbędne jest nadanie wysokiego priorytetu działaniom organizacyjnym, warunkującym skuteczną realizację celów tego programu.

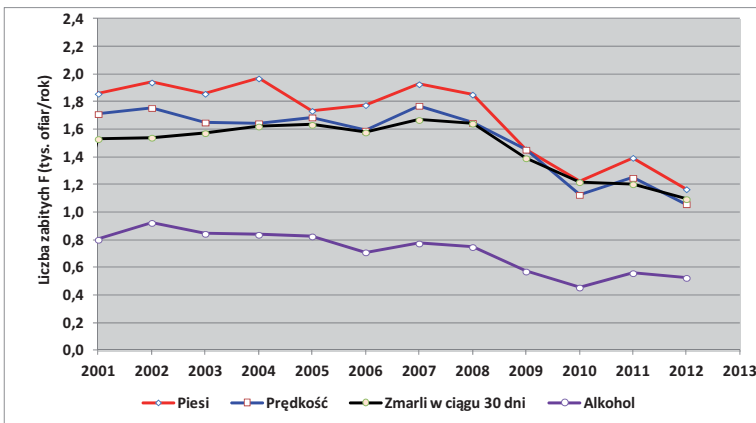
W 2011 roku nastąpiło zaburzenie w tendencji spadkowej, liczba ofiar śmiertelnych wypadków drogowych wzrosła w stosunku do poprzedniego o 7%, natomiast w roku 2012 powróciła tendencja spadkowa, która utrzymuje się także w pierwszym kwartale 2013 roku (długi okres zimowy sprzyja zmniejszeniu tragicznych wypadków). Jeżeli ta tendencja utrzyma się to jest duża szansa na osiągnięcie celu programu BRD GAMBIT 2005.

Realizacja wybranych celów. Dla zilustrowania wybrano przykładowo cztery problemy: wypadki z pieszymi, wypadki związane z prędkością i z alkoholem oraz opieki powypadkowej, które wymagają dalszych interwencji (rys.2).

Piesi stanowią największą grupę wśród ofiar śmiertelnych (34%), a następnie kierujący samochodami osobowymi (28%). Łącznie niechronieni uczestnicy ruchu (piesi, rowerzyści, motocykliści, motorowerzyści) stanowią niemal 50% wszystkich zabitych. Polska zajmuje czołowe miejsce wśród najbardziej niebezpiecznych państw Unii Europejskiej pod względem poziomu zagrożenia pieszych w ruchu drogowym. Wśród czynników sprzyjających powstawaniu wypadków z pieszymi są: nieuregulowana sprawa pierwszeństwa pieszego na jezdni, brak urządzeń bezpieczeństwa dla pieszych (chodniki, wyspy azylu), ograniczona widoczność pieszego w porze nocnej. Mimo wyraźnego spadku liczby ofiar śmiertelnych od 2008 roku, należy wzmocnić działania nakierowane na ochronę pieszych i wszystkich słabych uczestników ruchu drogowego.

Prędkość nadmierna bądź niedostosowana do warunków na drodze jest przyczyną około jednej trzeciej wypadków śmiertelnych. Badania prowadzone na drogach krajowych w Polsce w latach 2002-2007 wskazują, że ponad 50% kierowców na odcinkach zamiejskich i ponad 90% kierowców na odcinkach przechodzących przez małe i średnie miejscowości przekracza dopuszczalne limity prędkości [5]. Wypadki te cechują się również znacznie większą ciężkością – liczba ofiar śmiertelnych na wypadek jest o ponad 25% większa od średniej ilości zabitych w wypadkach w ogóle. Struktura ofiar śmiertelnych w wypadkach, których przyczyną była nadmierna prędkość wskazuje, że tego rodzaju wypadki występują głównie na drogach zamiejskich. Czynnikiem sprzyjającym powstawaniu wypadków spowodowanych prędkością są: ogólne przyzwolenie do jazdy z prędkością znacznie przekraczającą dozwolone limity, ustanowienie wysokich limitów dopuszczalnej prędkości (140 km/h na autostradach, 50/60 km/h w miastach) krytyka i słabe uregulowanie prawne systemu automatycznego nadzoru nad prędkością (główna przyczyna wzrostu liczby ofiar

śmiertelnych w roku 2011), słaba hierarchizacja dróg, brak dostatecznej separacji różnych rodzajów i kierunków ruchu. Mimo wyraźnego spadku liczby ofiar śmiertelnych od roku 2008 jest jeszcze wiele do zrobienia w tym zakresie, a przede wszystkim: rozwój sieci dróg ekspresowych i autostrad, rozwój systemu zarządzania prędkością (automatyzacja), kształtowanie postaw jazdy z bezpieczną prędkością itp.



Rys. 2. Prognoza realizacji celu Programu GAMBIT 2005 i jego realizacja

Alkohol nie stanowi już w Polsce głównego zagrożenia w ruchu drogowym. Podjęte przed wielu laty zdecydowane działania spowodowały, że udział ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych zmniejszyła się z 24 % w roku 1996 do 12 % w roku 2010. Jest to problem, głównie mężczyzn kierujących samochodami osobowymi lub rowerami w dni weekendowe. W ciągu ostatnich dwudziestu lat udział ofiar śmiertelnych z udziałem nietrzeźwych uczestników ruchu drogowego spadł znacznie, w porównaniu do innych krajów europejskich jest to jedno z największych osiągnięć. Analizy zmian trendów wskazują, że nie należy zaprzestawać działań nakierowanych na ten problem.

Pomoc powypadkowa. Duża ciężkość wypadków drogowych w Polsce (10 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków) i mankamenty w systemie ratownictwa oraz problemy z jakimi boryka się służba zdrowia powodują, że w roku 2011 aż 31% ofiar wypadków umarło w ciągu 30 dni od dnia zaistnienia wypadku. Udział ten nie tylko się nie zmniejszył jak zakładano w Programie BRD GAMBIT 2005 (12,7 % w roku 2013), ale pozostał na zbliżonym do bazowego poziomie (28% w roku 2012). Biorąc to pod uwagę należy prowadzić działania w trzech kierunkach: zmniejszenie ciężkości wypadków (poprzez działania infrastrukturalne, organizacyjne, zarządcze), usprawnienie systemu ratownictwa na drogach i usprawnienie systemu pomocy powypadkowej ofiarom wypadków.

Rekomendacje. Przyjęta w Krajowym Programie BRD na lata 2005 – 2007 – 2013 GAMBIT 2005 strategia zmniejszenia liczby ofiar śmiertelnych o 50% w ciągu 10 lat nie uzyskała właściwego wsparcia, ani w postaci nakładów finansowych i działań legislacyjnych, ani w postaci oczekiwanych zmian strukturalnych dla właściwego skoordynowania podejmowanych działań we wszystkich resortach. Efektem tych

zaniechań jest mniejszy niż oczekiwano w roku 2010 (przyjętym jako kamień milowy) spadek liczby ofiar śmiertelnych na polskich drogach.

Program BRD GAMBIT 2005 nie jest właściwie monitorowany i nie są prowadzone oceny ewaluacyjne Programu, tak aby na podstawie tych ocen możliwe były usprawnienia i korekty procesu realizacji Programu. Wiele działań priorytetowych nie zostało dotąd wdrożonych, wśród nich kluczowe dla trwałości procesu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na zidentyfikowanie głównych problemów bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce, które powinny być uwzględniane przy usprawnieniu systemu bezpieczeństwa transportu drogowego. Biorąc powyższe pod uwagę głównymi, strategicznymi wyzwaniami w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego w niniejszej dekadzie powinny być:

1. Kształtowanie bezpiecznych zachowań uczestników ruchu drogowego.
2. Ochrona pieszych uczestników ruchu drogowego.
3. Kształtowanie jazdy z bezpieczną prędkością.
4. Budowę bezpiecznych dróg.
5. Promowanie i eksploatacja bezpiecznych pojazdów.
6. Rozwój systemu ratownictwa na drogach.
7. Rozwój systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego.

W pracach nad kierunkiem działań strategicznych, które powinny być podjęte do roku 2020 w Polsce, powinny być wzięte pod uwagę doświadczenia z realizacji obecnych programów krajowego, branżowych, wojewódzkich i lokalnych.

3. UWARUNKOWANIA I MOŻLIWOŚCI OSIĄGNIĘCIA NOWYCH CELÓW PROGRAMOWYCH

Metodologia. Odpowiedź na drugie z postawionych pytań jest znacznie trudniejsza, chociaż bardzo interesująca dla decydentów i ekspertów opracowujących programy bezpieczeństwa ruchu drogowego. Uzyskanie odpowiedzi na to pytanie jakie są uwarunkowania i możliwości osiągnięcia celu strategicznego NPBRD do roku 2020 wymaga zastosowania metod prognostycznych. W tym celu opracowano własną metodę prognozowania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych bazując na modelu deterministycznym.

Do oszacowania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w przyszłości, na podstawie zależności od przewidywanych lub założonych zmian społecznych, gospodarczych i systemu transportu, skorzystano własnego modelu prognostycznego opracowanego w ramach prac [6], [7], [8].

Zastosowano model czynnikowy o ogólnej postaci:

$$F = P \cdot RFR_b \cdot MF_c \quad (1)$$

gdzie:

F – liczba ofiar śmiertelnych na sieci dróg analizowanego kraju (liczba ofiar śmiertelnych/kraj/rok),

P – liczba ludności (mln mieszkańców/rok),

RFR_b – bazowy wskaźnik śmiertelności (ofiar śmiertelnych/1mln mieszkańców/rok),

MF_c – krajowy współczynnik modyfikujący.

Liczba mieszkańców ogółem (P) w Polsce wynosi obecnie 38,1 mln mieszkańców. Z długoterminowych prognoz demograficznych przedstawionych przez ONZ i WHO dla poszczególnych krajów [9] wynika, że do roku 2020, w zależności od scenariusza rozwoju może się ona zmniejszyć w granicach od 37,9 do 36,0 mln mieszkańców.

Wskaźnik śmiertelności demograficznej (RFR) jest miarą zdrowia publicznego i definiowany jest jako zależność pomiędzy liczbą ofiar śmiertelnych (F) i liczbą mieszkańców (P) w analizowanym okresie. Wskaźnik ten jest obliczany według zależności (2).

$$RFR = \frac{F}{P} \quad (2)$$

W literaturze spotkano kilka przypadków modelowania wskaźnika RFR . Zastosowano wówczas proste modele regresyjne [10], modele wykładnicze [11] lub model Kuznetza [12]. O wyborze konkretnej postaci analitycznej funkcji aproksymującej decyduje stopień dopasowania jej przebiegu do danych empirycznych oraz spełnienie warunków brzegowych.

Na podstawie przeprowadzonych studiów literatury [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18] i wyników prac własnych [6]. Opracowano własny model road wskaźnika śmiertelności demograficznej RFR . Przyjęto, koncepcję zmian poziomu bezpieczeństwa w kraju mierzony śmiertelnością w ruchu drogowym. Według tej koncepcji poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego w analizowanym kraju zmienia się w sposób nieliniowy w zależności od zmian poziomu rozwoju społeczno – gospodarczego, mobilności mieszkańców i wielu czynników modyfikujących.

Korzystając z wielu dostępnych baz danych: Eurostat, FAO, IRF, IRTAD, OECD, TI, UN, WB, WHO i wielu innych źródeł, zebrano dane empiryczne dotyczące liczby ofiar śmiertelnych oraz wielu parametrów charakteryzujących wybrane kraje w poszczególnych latach tj. zmienne: geograficzne, demograficzne, ekonomiczne, społeczne, motoryzacyjne, drogowe, transportowe. Zbudowano bazy danych o bezpieczeństwie ruchu drogowego i funkcjonowaniu systemu transportowego dla 14 najlepszych (przyjętych za bazowe) krajów, z lat 1960 – 2010 stanowiące zbiór 626 krajo-lat.

Po przeprowadzonych szczegółowych analizach z grupy 30 wstępnie wybranych czynników, najbardziej istotnymi okazało się 7 czynników wśród, których były także przyjęte miary rozwoju społeczno - ekonomicznego mobilności mieszkańców i struktury sieci drogowej.

Model RFR_b . Korzystając z zebranych danych historycznych opisujących wybrane kraje opracowano model bazowej funkcji zależności śmiertelności demograficznej RFR_b od przyjętych zmiennych niezależnych.

Przeprowadzone wstępne analizy pozwoliły na wybór funkcji potęgowo – wykładniczej, jako najlepiej aproksymującej analizowane dane. Funkcja potęgowo – wykładnicza jest iloczynem funkcji potęgowej i wykładniczej. Korzystano już z tego rodzaju funkcji do modelowania miar bezpieczeństwa ruchu [19], [20].

RFR_b modelowano z wykorzystaniem funkcji potęgowo - wykładniczej. Jeden z zastosowanych modeli opisano wzorem (3). Przyjęte zmienne (ekonomiczne, systemowe, motoryzacyjne i infrastrukturalne) mają wysoki stopień istotności ($p < 0,05$) i spełniają test Walda na poziomie istotności 5 % co świadczy, że przyjęte zmienne niezależne są istotne w przyjętych modelach nieliniowych. Współczynnik determinacji R^2 zawierał się w granicach od 0,51 do 0,88.

$$RFR_b = \beta_0 \cdot GDPPC^{\beta_1} \cdot VTKPC^{\beta_2} \cdot \exp(-\beta_3 \cdot GDPPC - \beta_4 \cdot LEI - \beta_5 \cdot CPI + \beta_6 \cdot ACPC + \beta_7 \cdot DPR - \beta_8 \cdot DME - \beta_9) \quad (3)$$

where:

GDPPC – produkt narodowy brutt na mieszkańca (tys. ID/mk/rok), (PPP, ceny stałe 2005, dolar międzynarodowy),

VKTPC – średnia droga przebyta przez mieszkańca pojazdami (km/mk/rok),

LEI – wskaźnik przewidywanej długości życia w dniu urodzenia ,

CPI – wskaźnik korupcji,

ACPC – konsumpcja alkoholu (l/mk/rok),

DPR – gęstość demograficzna dróg twardych (km/1 mln mieszkańców),

DME – gęstość demograficzna autostrad i dróg ekspresowych (km/1 mln mieszkańców),

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ – parametry równania.

Uzyskano, zatem prosty model zmian RFR_b od podstawowych parametrów charakteryzujących stopień rozwoju społeczno - ekonomicznego kraju (GDPPC), stopień rozwoju systemu organizacyjnego kraju (LEI, CPI), mobilność mieszkańców (VTKPC), zachowań mieszkańców (ACPC) i struktury sieci drogowej (DPR, DME). Parametry modelu dobrano korzystając z pakietu programów statystycznych STATISTICA []. Na rys. 5 przedstawiono przebieg zmian RFR_b od poziomu rozwoju społeczno - gospodarczego GDPPC i mobilności mieszkańców VTKPC (przyjmując wartości średnie dla pozostałych zmiennych niezależnych).

Krajowy współczynnik modyfikujący. Zastosowanie opracowanego modelu bazowego dla warunków polskich, wykazało, że oszacowane wartości liczbowe RFR_b odbiegają od wartości rzeczywistych, dlatego zastosowano krajowy współczynnik modyfikujący MF_c dopasowujący RFR_b do warunków lokalnych. MF_c modelowano z wykorzystaniem funkcji wykładniczej. Jeden z zastosowanych modeli opisano wzorem (4). W tabelicy tej zestawiono także statystyki charakteryzujące jakość opracowanych modeli (p, R^2). Przyjęte zmienne mają wysoki stopień istotności ($p < 0,05$) i spełniają test Walda na poziomie istotności 5 % co świadczy, że przyjęte zmienne niezależne są istotne w przyjętych modelach nieliniowych. Współczynnik determinacji R^2 zawierał się w granicach od 0,88 do 0,96.

$$MF_c = \gamma_0 \cdot \exp(-\gamma_1 \cdot LEI - \gamma_2 \cdot DME - \gamma_3 \cdot \ln(FV) + \gamma_4) \quad (4)$$

gdzie:

FV – liczba fotorejestratorów prędkości (fotorejestr./rok),

$\gamma_0, \gamma_1, \dots, \gamma_n$ – współczynniki równania.

Po zastosowaniu MF_c błąd średniokwadratowy dopasowania oszacowanych wartości F do danych rzeczywistych zmniejszył się do 5,2 %. To pozwoliło na zastosowanie tak opracowanego modelu jako modelu prognostycznego do szacowania długoterminowych zmian liczby ofiar śmiertelnych w Polsce.

Scenariusze i interwencje. Wykorzystując model opisany równaniami (1) do (4) korzystając z własnych modeli wielopoziomowych [6] opracowano prognozę liczby ofiar śmiertelnych w Polsce do roku 2020. Analizowano kilka scenariuszy rozwoju demograficznego i gospodarczego kraju. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki oszacowania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych dla czterech scenariuszy różniących się: liczbą ludności, poziomem produktu narodowego i działaniami na rzecz brd.

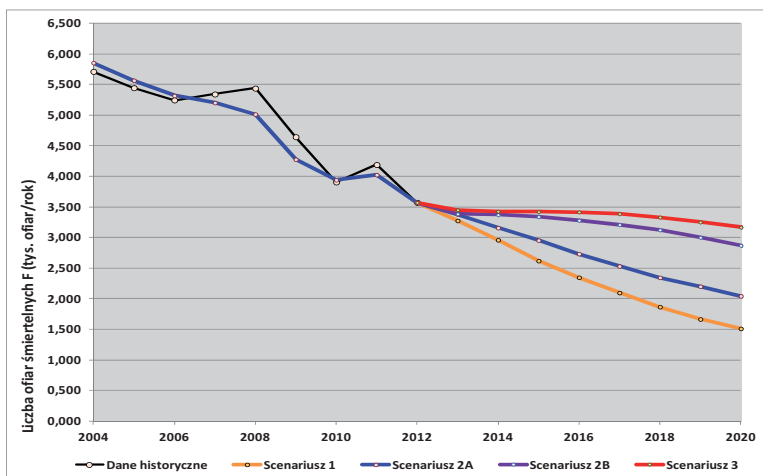
- scenariusz 1, reprezentuje średni rozwój społeczno - ekonomiczny (30 tys. ID/mk) i mocno zmniejszającą się liczbę mieszkańców do 36,0 mln mk w roku 2020,
- scenariusz 2A, reprezentuje średni rozwój społeczno - ekonomiczny (28 tys. ID/mk) i średnio zmniejszającą się liczbę mieszkańców do 37,8 mln mk w roku 2020,
- scenariusz 2B, reprezentuje niski rozwój społeczno - ekonomiczny (26 tys. ID/mk) i średnio zmniejszającą się liczbę mieszkańców do 37,8 mln mk w roku 2020,
- scenariusz 3, reprezentuje niski rozwój społeczno - ekonomiczny (26 tys. ID/mk) i słabo zmniejszającą się liczbę mieszkańców do 38 mln mk w roku 2020.

W wyniku tych obliczeń uzyskano oszacowanie liczby ofiar śmiertelnych w latach 2013 – 2020 dla przyjętych scenariuszy. Zaprezentowane na rys. 3 wyniki wskazują, że przewidywany dalszy rozwój społeczno – gospodarczy Polski i wynikające z tego zmiany pozostałych zmiennych niezależnych (według tendencji obserwowanych obecnie wśród krajów świata o największym bezpieczeństwie ruchu drogowego) spowodują systematyczne zmniejszanie liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych.

Istotny wpływ na te zmiany będą miały przewidywana liczba mieszkańców, także tempo rozwoju społeczno – gospodarczego. Mała liczba mieszkańców to mniejsza liczba ofiar śmiertelnych i odwrotnie. W przypadku poziomu rozwoju społeczno - gospodarczego: małe tempo rozwoju (scenariusz 3) to większa liczba ofiar śmiertelnych, duże tempo (scenariusz 1) to mniejsza liczba ofiar śmiertelnych. Oszacowanie łącznej liczby ofiar śmiertelnych wskazuje, że w ciągu analizowanego okresu (8 lat) na polskich drogach może zginąć:

- 26,8 tys. osób w przypadku realizacji scenariusza 3,
- 18,3 tys. osób w przypadku realizacji scenariusza nr 1.

Scenariusze 2B i 3 przedstawiają efekt założonej stagnacji w rozwoju społeczno – gospodarczym w Polsce do roku 2020, wówczas działania na rzecz brd mogą być zmniejszone, a w efekcie zatrzymane tempo zmniejszania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Scenariusze 1 i 2A przedstawiają pozytywny wpływ dużego tempa rozwoju społeczno – gospodarczego w Polsce na tempo zmniejszania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych.



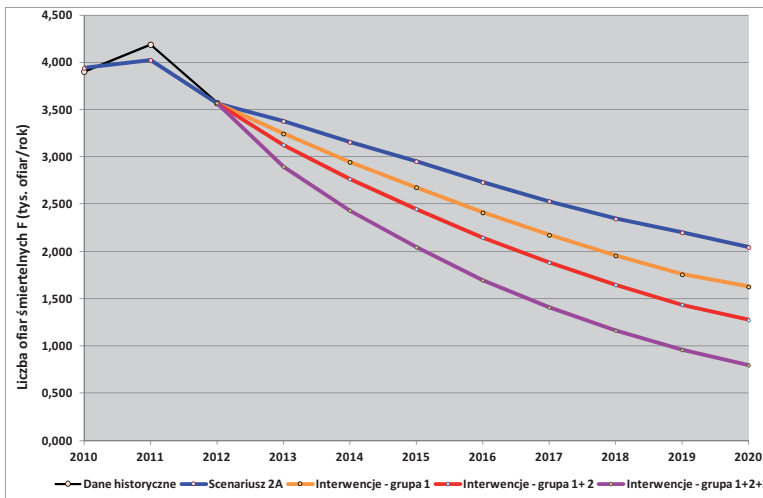
Rys. 3. Prognoza liczby ofiar śmiertelnych w Polsce do roku 2020 z uwzględnieniem różnych scenariuszy rozwoju

Obserwując aktualną sytuację można stwierdzić, że tendencje rozwoju społeczno – gospodarczego Polski i zmian liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w ciągu ostatnich kilku lat najlepiej opisuje scenariusz 2A reprezentujący umiarkowany rozwój demograficzny i społeczno – ekonomiczny. Jednakże ten scenariusz nie pozwala na osiągnięcie celu strategicznego do roku 2020, dlatego zaproponowano trzy grupy dodatkowych interwencji (dodatkowe interwencje):

- grupa 1 interwencji obejmuje zmiany zachowań uczestników ruchu drogowego: jazda z bezpieczną prędkością, jazda bez wpływu alkoholu itp. uzyskane poprzez zwiększenie automatycznego nadzoru nad niebezpiecznymi zachowaniami (FV), zmniejszenie konsumpcji alkoholu (ACPC) itd.,
- grupa 2 interwencji to zmiany w rozwoju sieci bezpiecznych dróg, uzyskane poprzez zwiększenie gęstości autostrad i dróg ekspresowych (DDM), poprawę standardów bezpieczeństwa dla istniejących dróg,
- grupa 3 interwencji to zmiany w organizacji systemu funkcjonowania kraju, uzyskane poprzez zmniejszenie stopnia korupcji (CPI), rozwój systemu ochrony zdrowia (LEI).

Do oszacowania liczby ofiar śmiertelnych wykorzystano modele opisane wzorami 1 – 4. Wyniki uzyskanych obliczeń przedstawiono na rys. 4. Zaprezentowane wyniki wskazują, że zastosowanie poszczególnych grup interwencji może spowodować istotne zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych w wypadkach drogowych w Polsce.

Ponadto uzyskane wyniki wskazują, że osiągnięcie celu strategicznego dla roku 2020 (nie więcej niż 2000 ofiar śmiertelnych) będzie możliwe jedynie w przypadku zastosowania dodatkowych interwencji, które mogą spowodować zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych od 1600 (w przypadku zastosowania 1 grupy interwencji) nawet do 800 ofiar śmiertelnych (przypadku zastosowania wszystkich trzech grup interwencji).



Rys. 4. Prognozowane liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych w Polsce w przypadku zastosowania różnych grup interwencji

Oszacowanie łącznej liczby ofiar śmiertelnych wskazuje, że w ciągu analizowanego okresu (8 lat) na polskich drogach:

- może zginąć prawie 21,3 tys. osób w przypadku zastosowania tylko działań standardowych (scenariusz 2A),
- można będzie uratować od śmierci ok. 8,0 tys. osób w przypadku zastosowania działań dodatkowych (trzy analizowane grupy interwencji).

4. PODSUMOWANIE

Pod względem liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych Polska znajduje się na dwudziestym miejscu w Świecie, a pierwszym miejscu w Unii Europejskiej. Zatem wszelkie działania na rzecz ochrony zdrowia i życia uczestników ruchu drogowego powinny mieć priorytetowy charakter. Opracowane i wdrażane Krajowe i Regionalne Programy BRD GAMBIT powodują systematyczne zmniejszanie liczby ofiar śmiertelnych w Polsce, ale uzyskiwane efekty są jeszcze dalekie od oczekiwań.

Przeprowadzona w niniejszej pracy analiza możliwości osiągnięcia celu strategicznego Narodowego Programu BRD do roku 2020 wskazuje, że ten cel strategiczny będzie można osiągnąć lub znacznie przekroczyć stosując dodatkowe interwencje. Wśród analizowanych interwencji dużą skuteczność i efektywność w zmniejszeniu liczby ofiar śmiertelnych będzie można uzyskać w przypadku spowodowania zmiany zachowań uczestników ruchu drogowego (jazda z bezpieczną prędkością, jazda bez alkoholu) oraz zmian w organizacji

systemu funkcjonowania kraju (zmniejszenie stopnia korupcji, rozwój systemu ochrony zdrowia).

Dużą pomocą w prowadzeniu analiz stanowił bazujący na ryzyku dwu czynnikiowy model prognostyczny do szacowania liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych uwzględniający liczbę mieszkańców danego kraju (P) jako miarę narażenia na ryzyko i wskaźnik śmiertelności demograficznej (RFR) jako miarę ryzyka społecznego.

Bibliografia

1. Jamroz K., Michalski L., Gaca S. (2006): Road safety programmes as an effective tool for developing system-based road safety policies. *Journal of KONBiN*. Vol. 1, No 2/2006,
2. Michalski L., Jamroz K., Zukowska J. (2013): UN Decade of action for road safety in the national road safety strategy until 2020 – Polish approach. *Proceedings of 16th International Conference: Road Safety on Four Continents*. Beijing, China, May 2013.
3. Michalski L., Jamroz K., Gajda D.: (2012): Wstępna ewaluacji interim Krajowego Programu Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego GAMBIT 2005. *Transport Miejski i Regionalny*, 4/2012.
4. Wegman F. (2007): Observations of Polish road safety progress with GAMBIT. *TRB Annual Meeting 2007*, Washington USA.
5. Gaca S., Tracz M. (2005): Measures of Speed Reduction on Main Roads. *Conference Proceedings 3rd International Symposium on Highway Geometric Design*, TRB, Chicago, USA
6. Jamroz K., (2011): Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej (in Polish). (Method of risk management in highway engineering). *Wydawnictwo Politechniki Gdanskiej*. Gdansk, Poland.
7. Jamroz K. (2012): The impact of road network structure and mobility on the national traffic fatality rate. *EWGT 2012. 15th meeting of the EURO Working Group on Transportation*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 54 (2012) pp. 1370–1377. www.elsevier.com/locate/procedia
8. Jamroz K., Smolarek L. (2013): Road Safety Management Tools for Country Strategic Level. *Proceedings of 16th International Conference: Road Safety on Four Continents*. Beijing, China, May 2013. *Inference*
9. WHO (2011): *Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020*.
10. Clark D.E., Cushing B. M. (2004): Rural and urban traffic fatalities, vehicle miles, and population density. *Accident Analysis and Prevention* vol. 36 (2004) pp. 967–972.
11. Koornstra M.J., (2007/2): *Changing Choices*. *Psychological Relativity Theory*. Leiden University Press.
12. Kopits E., Cropper M., (2003): *Traffic Fatalities and Economic Growth*. The World Bank, Policy Research Working Paper.
13. Anbarci N., Escaleras M., Register CH., (2006): *Traffic Fatalities and Public Sector Corruption*. *Kyklos* 59, issue 3, pp. 327 - 344
14. Bishai D. Quresh A., James P., Ghaffar A. (2006): National road casualties and economic development. *Health Economics* 15, pp. 65 – 81
15. Koren C., Borsos A., (2009): GDP, vehicle ownership and fatality rate: similarities and differences among countries. *4th IRTAD Conference*, Seoul, Korea.
16. Koornstra M.J., (2007/1): Prediction of traffic fatalities and prospects for mobility becoming sustainable-safe. *Sadhana* vol. 32, part 4, pp. 365 – 395
17. Law T.H., Noland R.B., Evans A.W. (2011): The sources of the Kuznets relationship between road fatalities and economic growth. *Journal of Transport Geography* 19 pp. 355-365
18. Yannis G., Antoniou C., Papadimitriou E., Katsochis D., 2011: When may road fatalities start decrease? *Journal of Safety Research*, Feb; 42 (2011): 17-25 (doi: 10.1016/j.jsr:2010.11.03). Epub 2011 Jan 5
19. Kononov J., Bailey B.: Allery B. K.,(2008): Exploratory Examination of the Functional Form of Safety Performance Functions of Urban Freeways. *TRB Annual Meeting*.
20. Elvik R., Vaa T., (2004): *The Handbook of Road Safety Measures*. Elsevier.

ANALYSIS OF POSSIBILITY ROAD SAFETY STRATEGIC GOALS IN POLAND REALIZATION

Summary: Twenty five years ago efforts were undertaken in Poland to break the harmful trend of increasing road deaths. The guidelines designed to halve the number of road deaths were formulated in Road Safety Programmes GAMBIT developed by Gdansk University of Technology researchers and other Partners. Following the example of many countries GAMBIT 2005 adopted VISION ZERO as a far reaching vision of road safety. The main question is whether Poland has the conditions and capacity to achieve strategic goals for 2020 year?

Using own multi-level models for number of fatalities forecasts were prepared for the four scenarios and some interventions for period between 2012 and 2020. The results show that Poland's projected further social and economic development and the resulting changes of the other independent variables (according to current trends in the world's safest countries) will systematically reduce the number of road deaths.

Keywords: road safety, strategic goals, fatalities forecasts, models