

Jan PURCZYŃSKI¹

PROGNOZOWANIE SKUTKÓW WYPADKÓW DROGOWYCH W POLSCE

W pracy rozpatrzono zagadnienie prognozowania skutków wypadków drogowych w Polsce w 2011r. Prognoza wykonana na podstawie danych rocznych prowadzi do optymistycznego wniosku, że tendencja spadkowa występująca w latach 2008-2010 zostanie utrzymana w 2011r. Kolejna prognoza została wykonana dla danych kwartalnych obejmujących lata 2006-2010. Weryfikacja wyników prognozy na podstawie obserwacji z dwóch pierwszych kwartałów 2011r. zaprzecza powyższemu wnioskowi, co oznacza załamanie tendencji spadkowej występującej w ostatnich trzech latach.

FORECASTING OF ROAD ACCIDENT COSEQUENCES IN POLAND

In this paper the issue of forecasting road accident consequences in Poland in 2011 was considered. The forecast that was done on the basis of annual data leads to the optimistic conclusion, namely that a decreasing tendency which occurred in years 2008-2010 will continue in 2011. Another forecast was done for quarterly data comprising years 2006-2010. The verification of the forecast results on the basis of observations from the first two quarters of 2011 contradicts the aforementioned conclusion, which means there is a drop in the decreasing tendency that occurred in the past three years.

1. WSTĘP

W 2009 roku na obszarze krajów Unii Europejskiej doszło do 1 157 728 wypadków drogowych, w których zginęły 34 492 osoby, a 1 544 773 osoby doznały obrażeń ciała. Najwięcej wypadków drogowych miało miejsce w Niemczech – 304 583, we Włoszech 208 015 oraz w Wielkiej Brytanii – 166 205. Polska z liczbą wypadków 44 196 uplasowała się na szóstym miejscu, podobnie jak w roku poprzednim. Największą liczbę osób zabitych odnotowano niestety w naszym kraju, Polska znalazła się na pierwszym niechlubnym miejscu wśród krajów członkowskich UE z liczbą 4 572 osób zabitych. Poza Polską, najwięcej ofiar śmiertelnych zanotowano we Francji – 4 273 osoby, w Niemczech – 4 152 osoby, we Włoszech – 4 050 osób. Również najwyższy wskaźnik zabitych na 100 wypadków odnotowano w Polsce – 10,3 oraz na Litwie – 9,9 [1].

¹ Uniwersytet Szczeciński, Wydział, Zarządzania i Ekonomiki Usług, Polska, 71-004 Szczecin, ul. Cukrowa 8, tel: 507085577 E-mail: janpurczynski@onet.eu

Koszty związane z usuwaniem skutków wypadków drogowych w Unii Europejskiej to rocznie około 45 miliardów Euro. Uwzględniając psychologiczne, zdrowotne i inne skutki wypadków dla ofiar i ich rodzin to kwota ta ulega potrojeniu i sięga 160 miliardów Euro (2% budżetu Unii). Roczne straty wskutek wypadków na drogach Unii Europejskiej są równe kosztom produkcji nowych samochodów, wprowadzanych corocznie na drogi państw członkowskich [4].

Zdaniem Banku Światowego, wypadki drogowe w Polsce pochłaniają 2 % PKB. Statystyki pokazują, że wśród ofiar wypadków przeważają osoby w wieku 15-45 lat a 80 % z nich to mężczyźni. W 2008r. jedna ofiara wypadku drogowego kosztowała państwo 1,47 mln zł., co stanowiło dwukrotny wzrost w stosunku do 2000r. Samodzielna Pracownia Ekonomiki Instytutu Badawczego Dróg i Mostów wyliczyła, że oddanie do użytku 1 tys. km autostrady może rocznie pomniejszyć liczbę zabitych na polskich drogach o 200 osób, a rannych o 1300 [2].

2. PROGNOZOWANIE NA PODSTAWIE DANYCH ROCZNYCH

W niniejszym punkcie rozpatrzono prognozowanie skutków wypadków drogowych na podstawie danych rocznych obejmujących lata 2004-2010, przedstawionych na rysunku 1.

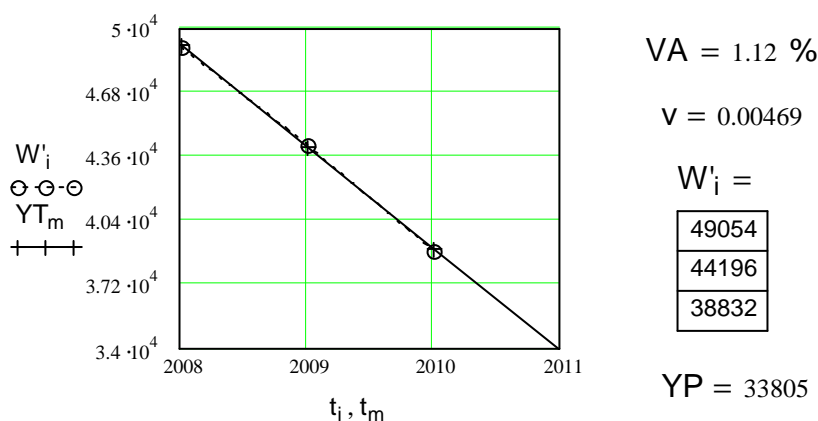
Na Rys.1 można zaobserwować dwa przedziały czasowe: 2004-2006 oraz 2008-2010, dla których stwierdza się, w przybliżeniu, liniowy trend malejący dla wszystkich trzech zmiennych prognozowanych.



Rys. 1. Dane roczne skutków wypadków drogowych obejmujące lata 2004-2010. Liczba wypadków W'_i - linia kropkowana z plusami. Liczba rannych R'_i - linia przerywana z kółkami. Liczba osób zabitych Z'_i przemnożona przez 10- linia ciągła z prostokątami. Źródło: opracowanie własne na podstawie[1].

W pracy rozpatrzono następujące modele trendu: liniowy, paraboliczny, potęgowy, wykładniczy, logarytmiczny i hiperboliczny. Spośród wymienionych trendów wybierano ten, który prowadził do najmniejszej wartości błędu *ex ante*. Dodatkowo, w trakcie prognozy zmieniano liczbę ostatnich *L* lat uwzględnionych w modelu, tak aby uzyskać najmniejszy błąd *ex ante*. Obok rysunku zamieszczono kolejno: *VA* – błąd względny *ex ante*; *v* – współczynnik zmienności stanowiący stosunek odchylenia standardowego reszt do wartości średniej; wartości obserwacji (W'_i, R'_i, Z'_i); *YP* – wartość prognozy na 2011r.

Wszystkie obliczenia dotyczące prognozy wykonano z wykorzystaniem programu obliczeniowego zamieszczonego na stronie WZiEU US [3].

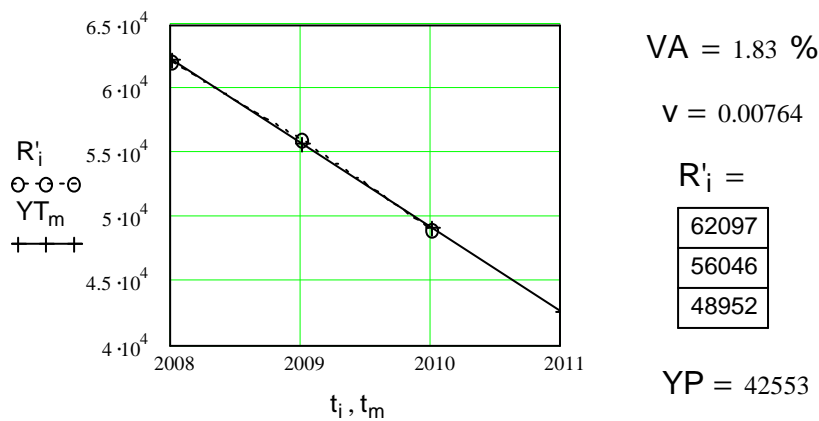


Rys. 2. Prognoza liczby wypadków drogowych na 2011r. Obserwacje W'_i oznaczono linią kropkowaną z kółkami. Linią ciągłą z plusami YT_m zaznaczono trend liniowy wyznaczony dla $L=3$ ostatnich lat.

Źródło; opracowanie własne.

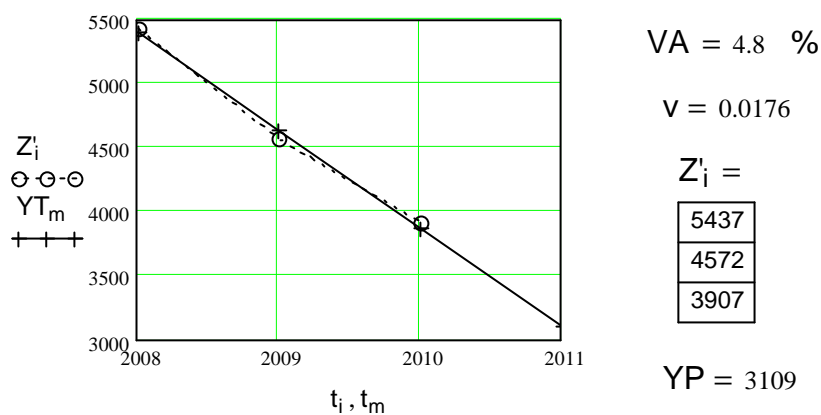
Na rysunku 2 przedstawiono wyniki prognozy liczby wypadków drogowych na 2011r.. Optymalny (ze względu na minimum błędu *ex ante*) okazał się trend liniowy wyznaczony na podstawie ostatnich $L=3$ lat. Wartość prognozy $YP=33805$ jest w przybliżeniu o pięć tysięcy mniejsza niż realizacja w 2010r.

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki prognozy liczby rannych w wypadkach drogowych na 2011r.. Optymalny (ze względu na minimum błędu *ex ante*) okazał się trend liniowy wyznaczony na podstawie ostatnich $L=3$ lat. Wartość prognozy $YP=42553$ jest w przybliżeniu o 6,4 tys. mniejsza niż realizacja w 2010r.



Rys. 3. Prognoza liczby rannych w wypadkach drogowych na 2011r. Obserwacje R'_i oznaczono linią kropkowaną z kółkami. Linią ciągłą z plusami YT_m zaznaczono trend liniowy wyznaczony dla $L=3$ ostatnich lat.

Źródło; opracowanie własne



Rys. 4. Prognoza liczby zabitych w wypadkach drogowych na 2011r. Obserwacje Z'_i oznaczono linią kropkowaną z kółkami. Linią ciągłą z plusami YT_m zaznaczono trend wykładniczy wyznaczony dla $L=3$ ostatnich lat.

Źródło; opracowanie własne

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki prognozy liczby zabitych w wypadkach drogowych

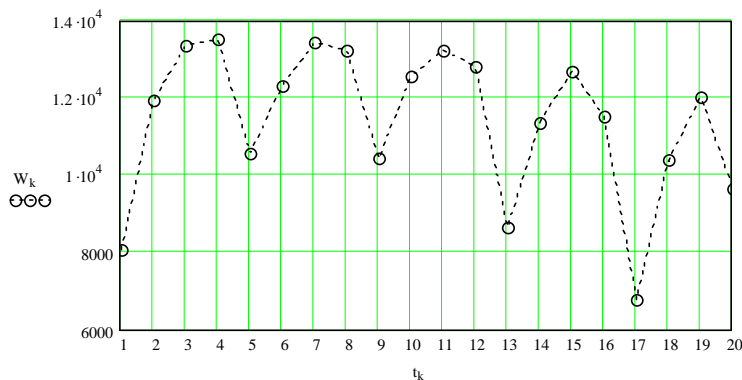
na 2011r.. Optymalny (ze względu na minimum błędu *ex ante*) okazał się trend wykładniczy wyznaczony na podstawie ostatnich $L=3$ lat. Wartość prognozy $YP=3109$ jest w przybliżeniu o 800 ofiar mniejsza niż realizacja w 2010r.

Wykonany proces prognostyczny prowadzi do optymistycznego wniosku, że tendencja malejąca, występującej dla okresu czasowego 2008-2010, zostanie utrzymana w 2011r.

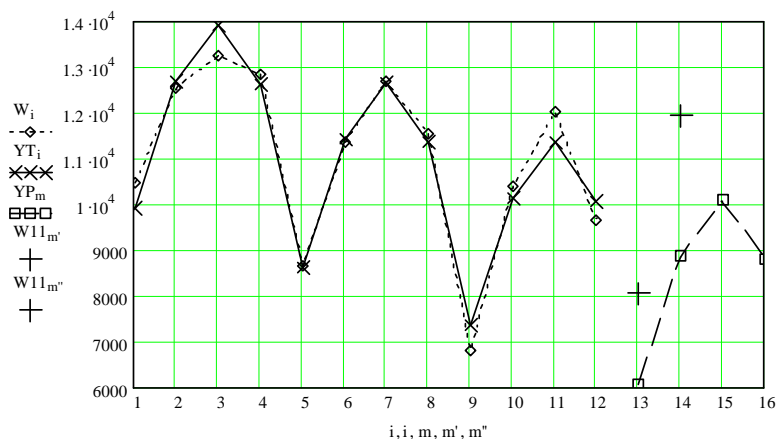
3. PROGNOZOWANIE NA PODSTAWIE DANYCH KWARTALNYCH

W celu zweryfikowania wyników prognozy uzyskanej w p.2, zostaną wykonane obliczenia dla danych kwartalnych. Na rysunku 5 przedstawiono liczbę wypadków drogowych w Polsce w latach 2006-2010 (dane kwartalne). Uwzględniając występującą sezonowość (Rys.5) zastosowana metodę Kleina z trendem liniowym oraz trendem parabolicznym [5]. We wszystkich rozpatrzonych przypadkach trend liniowy prowadził do mniejszej wartości błędu *ex ante*, niż trend paraboliczny. Ponadto, zmieniano liczbę ostatnich L lat uwzględnionych w modelu w poszukiwaniu minimum błędu *ex ante*.

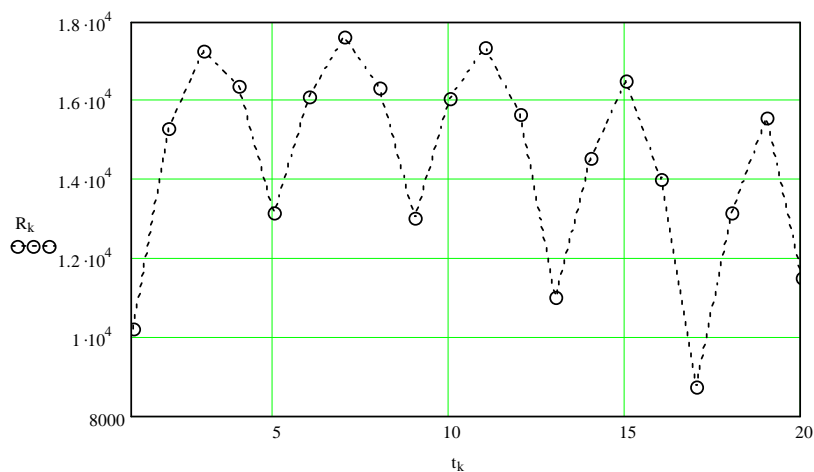
Na rysunku 6 zamieszczono wyniki prognozy liczby wypadków drogowych na kolejne kwartały 2011r. Z rysunku 6 wynikają mniejsze wartości prognozy YP_m , niż wartości obserwacji w 2010r. Wniosek ten jest zgodny z wynikami prognozy dla danych rocznych (p.2). Na rysunku 6 porównano wyniki prognozy YP_m z wartościami realizacji W_{11} dla dwóch pierwszych kwartałów 2011r. –dane zaczerpnięto z [1]. Wartości te wynoszą odpowiednio: dla pierwszego kwartału $YP_I = 6069$ $W_{11_I} = 8067$; dla drugiego kwartału $YP_{II} = 8869$, $W_{11_{II}} = 11932$. Z danych tych a także z rysunku 6 wynika znacznie większa liczba wypadków drogowych w dwóch kwartałach 2011r., niż liczba wynikająca z prognozy. Błąd średni *ex post* wynosi 25,22%.



Rys. 5. Liczba wypadków drogowych w latach 2006-2010 (dane kwartalne).
 Źródło: opracowanie własne na podstawie[1].



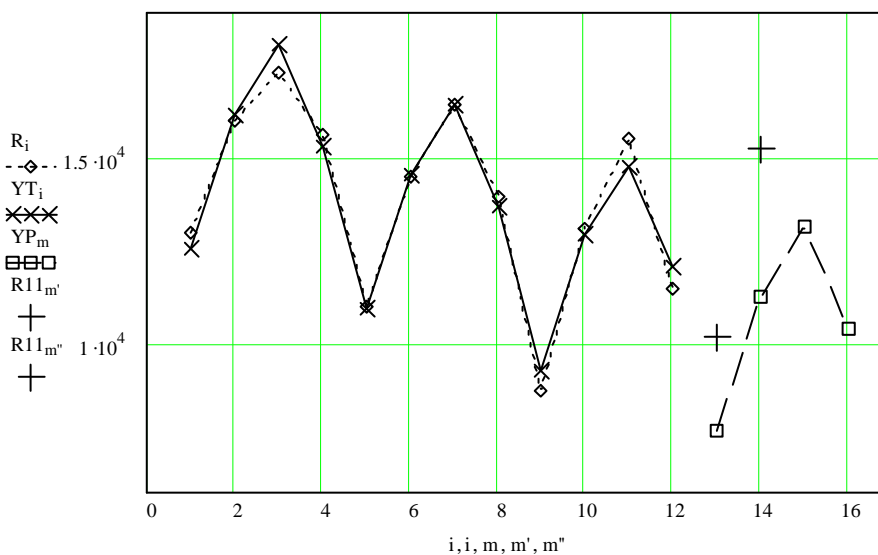
Rys. 6. Prognoza liczby wypadków drogowych na 2011r. Obserwacje W_i oznaczono linią kropkowaną z karo. Linią ciągłą z xkami YT_i zaznaczono zależność teoretyczną wyznaczoną metodą Kleina z trendem liniowym dla $L=3$ ostatnich lat. Wartość prognozy dla kolejnych kwartałów 2011r. YP_m zaznaczono linią przerywaną z prostokątami. Wartość realizacji w dwóch pierwszych kwartałach 2011r. ($W11_{m'}$ i $W11_{m''}$) zaznaczono plusami. Źródło; opracowanie własne.



Rys. 7. Liczba osób rannych w wypadkach drogowych w latach 2006-2010 (dane kwartalne). Źródło: opracowanie własne na podstawie[1].

Rysunek 7 stanowi ilustrację danych kwartalnych liczby osób rannych w wypadkach drogowych w Polsce w latach 2006-2010.

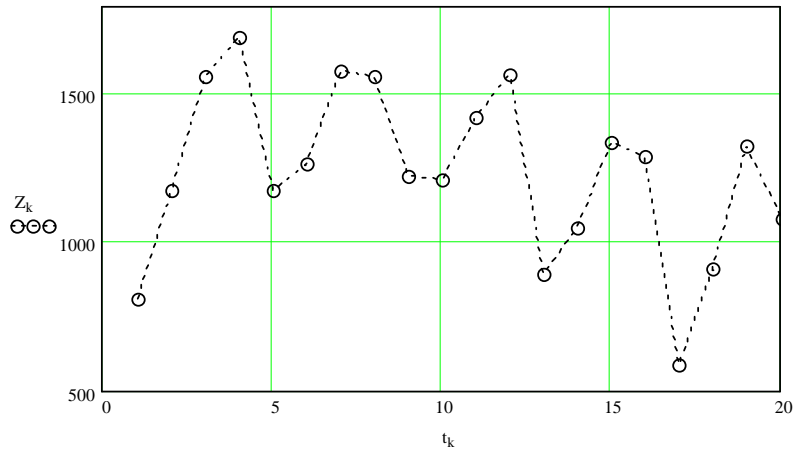
Rysunek 8 zawiera wyniki prognozy liczby osób rannych w wypadkach drogowych na kolejne kwartały 2011r. Z rysunku 8 wynika malejący charakter trendu YT_i oraz wartości prognozy YP_m . Na rysunku 8 porównano wyniki prognozy YP_m z wartościami realizacji R11 dla dwóch pierwszych kwartałów 2011r. – dane zaczerpnięto z [1]. Wartości te wynoszą odpowiednio: dla pierwszego kwartału $YP_I = 7644$, $R11_I = 10225$; dla drugiego kwartału $YP_{II} = 11294$, $R11_{II} = 15278$. Z danych tych, a także z rysunku 8, wynika znacznie większa rzeczywista liczba osób rannych w wypadkach drogowych w dwóch kwartałach 2011r., niż liczba wynikająca z prognozy. Błąd średni prognozy *ex post* wynosi 25,66%.



Rys. 8. Prognoza liczby osób rannych w wypadkach drogowych na 2011r. Obserwacje R_i oznaczono linią kropkowaną z karo. Wartość realizacji w dwóch pierwszych kwartałach 2011r. ($R11_{m'}$ i $R11_{m''}$) zaznaczono plusami. Pozostałe oznaczenia jak na Rys. 6
 Źródło; opracowanie własne.

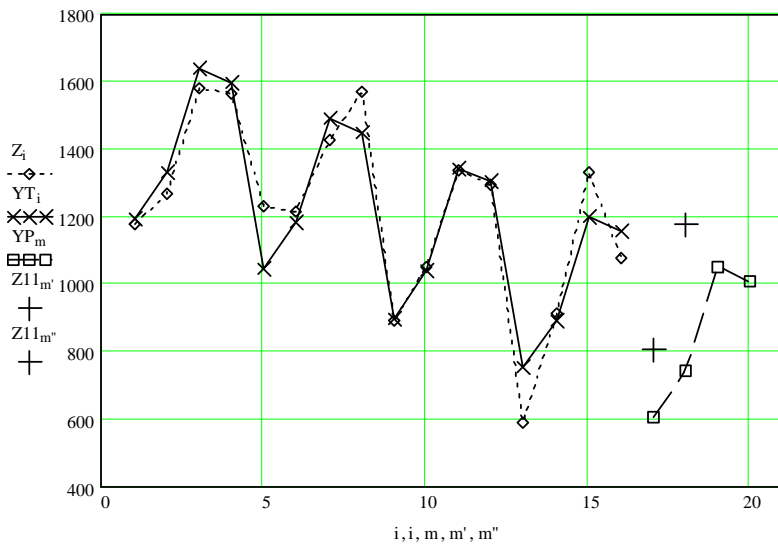
Na rysunku 9 przedstawiono liczbę osób zabitych w wypadkach drogowych w Polsce w latach 2006-2010.

Na rysunku 10 zamieszczono wyniki prognozy liczby osób zabitych w wypadkach drogowych na kolejne kwartały 2011r. Z rysunku 10 wynika malejący charakter trendu YT_i oraz wartości prognozy YP_m . Ponadto, porównano wyniki prognozy YP_m z wartościami realizacji Z11 dla dwóch pierwszych kwartałów 2011r. – dane zaczerpnięto z [1].



Rys. 9. Liczba osób zabitych w wypadkach drogowych w latach 2006-2010 (dane kwartalne).

Źródło: opracowanie własne na podstawie[1].



Rys. 10. Prognoza liczby osób zabitych w wypadkach drogowych na 2011r. Obserwacje Z_i oznaczono linią kropkowaną z karo. Wartość realizacji w dwóch pierwszych kwartałach 2011r. ($Z_{11,m'}$ i $Z_{11,m''}$) zaznaczono plusami. Pozostałe oznaczenia jak na Rys. 6

Źródło; opracowanie własne.

Wartości te wynoszą odpowiednio: dla pierwszego kwartału $YP_I = 603$, $Z11_I = 807$; dla drugiego kwartału $YP_{II} = 742$, $Z11_{II} = 1177$. Z danych tych, a także z rysunku 10, wynika znacznie większa rzeczywista liczba osób zabitych w wypadkach drogowych w dwóch kwartałach 2011r., niż liczba wynikająca z prognozy. Błąd średni prognozy *ex post* wynosi 31,09 %.

4. WNIOSKI

W pracy rozpatrzono zagadnienie prognozowania skutków wypadków drogowych w Polsce w 2011r. Prognozę wykonano dwiema metodami: dla danych rocznych i danych kwartalnych. Prognoza wykonana na podstawie danych rocznych (lata 2004-2010) prowadzi do optymistycznego wniosku, że tendencja spadkowa występująca w latach 2008-2010 zostanie utrzymana w 2011r. Prognoza wykonana dla danych kwartalnych obejmujących lata 2006-2010 ma taką zaletę, że wyniki prognozy można zweryfikować na podstawie obserwacji z dwóch pierwszych kwartałów 2011r. Dla wszystkich trzech zmiennych prognozowanych (W_i , R_i , Z_i) rzeczywiste wartości odnotowane w dwóch kwartałach są znacznie większe niż wartości wynikające z prognozy. W przypadku liczby wypadków (W_i) oraz liczby osób rannych (R_i) przekroczenie wynosi około 25% a dla liczby ofiar śmiertelnych nawet 31%. Analiza wyników uzyskanych dla danych kwartalnych zaprzecza wnioskowi uzyskanemu dla danych rocznych, co oznacza załamanie tendencji spadkowej występującej w ostatnich trzech latach.

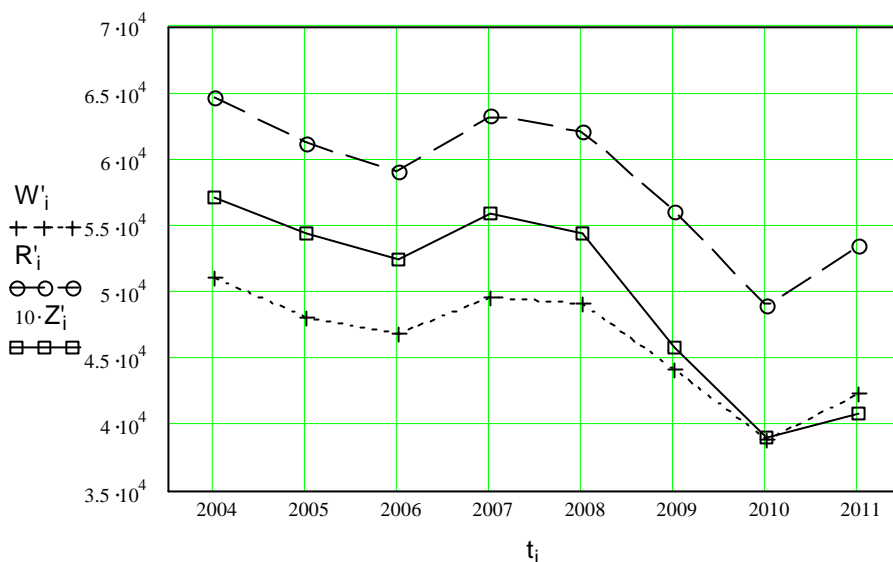


Rys. 11. Prognoza skutków wypadków drogowych wykonana na podstawie danych rocznych. Oznaczenia identyczne jak na Rys.1.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 11 przedstawiono wyniki prognozy wykonanej na podstawie danych rocznych (p.2), która przewiduje utrzymanie dotychczasowej tendencji spadkowej.

Na rysunku 12 przedstawiono mniej optymistyczny, jednakże bardziej realistyczny scenariusz dla 2011r., wynikający z uwzględnienia błędu prognozy ex post dla dwóch pierwszych kwartałów – przyjęto, że wartości roczne wzrosną w tym samym procencie, co wyznaczone dla półrocza. Na podstawie rysunku 12 można sformułować „regułę dwóch lat”. Mianowicie, dla dwóch lat (2005-2006) odnotowuje się liniowe zmniejszanie skutków wypadków drogowych, po czym następuje okres dwóch lat (2007-2008) wzrostu. Kolejne dwa lata (2009-2010) charakteryzują się liniowym trendem malejącym, natomiast prognoza przewiduje wzrost wartości w 2011r. Wyniki dla 20112r. rozstrzygną, czy postawiona w tym miejscu hipoteza sprawdzi się.



Rys. 12. Prognoza skutków wypadków drogowych wykonana na podstawie danych kwartalnych. Oznaczenia identyczne jak na Rys.1.

Źródło: opracowanie własne.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] <http://dlakierowcow.policja.pl>
- [2] <http://moto.wp.pl>
- [3] <http://www.rog.hekko.pl>
- [4] www.drogaibezpieczenstwo.org.pl
- [5] Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S.: *Prognozowanie ekonomiczne Teoria, Przykłady, Zadania*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003