

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**254**

# **Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a rynek polski**



Redaktorzy naukowi

**Krzysztof Jajuga**

**Wanda Ronka-Chmielowiec**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2012

Recenzenci: Diarmuid Bradley, Jan Czekaj, Marek Gruszczyński, Jacek Lisowski, Paweł Miłobędzki,  
Włodzimierz Szkutnik, Mirosław Szreder, Adam Szyszka, Waldemar Tarczyński,  
Stanisław Wieteska, Tomasz Wiśniewski

Redaktor Wydawnictwa: Aleksandra Śliwka

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Barbara Cibis

Łamanie: Małgorzata Czupryńska

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się  
na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2012

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-293-2**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	9
<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Zastosowanie zmienności zrealizowanej i modeli typu ARCH w wyznaczaniu wartości zagrożonej .....	11
<b>Jacek Bialek:</b> Zastosowanie statystycznych indeksów łańcuchowych do oceny przeciętnego zwrotu grupy OFE .....	23
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> Zastosowanie modelu logitowego i modelu regresji Coxa w analizie zmian cen akcji spółek giełdowych w wyniku kryzysu finansowego .....	33
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Premia z tytułu kontroli na polskim rynku kapitałowym – wyniki badań .....	42
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analiza przekroczeń wysokości depozytów zabezpieczających na podstawie kontraktów futures notowanych na GPW w Warszawie. ....	52
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Rentowność inwestycji na rynku regulowanym i w alternatywnym systemie obrotu w Polsce . ....	61
<b>Daniel Iskra:</b> Wartość zagrożona instrumentu finansowego szacowana przedziałowo .....	74
<b>Bogna Janik:</b> Analiza stóp zwrotu z inwestycji w indeksy akcji spółek społecznie odpowiedzialnych .....	83
<b>Paweł Kliber:</b> Niestacjonarność aktywności transakcyjnej na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	93
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Ocena przydatności rekomendacji giełdowych opartych na metodzie DCF na przykładzie spółek budowlanych .....	103
<b>Mieczysław Kowerski:</b> Modele selekcji próby stóp dywidend spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	113
<b>Dominik Krężolek:</b> Granica efektywności portfeli inwestycyjnych a indeks ogona rozkładu stopy zwrotu – analiza empiryczna na przykładzie GPW w Warszawie .....	124
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Znaczenie raportów finansowych dla wyceny spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA .....	133
<b>Agnieszka Majewska:</b> Wycena opcji menedżerskich – wybrane problemy ...	142
<b>Sebastian Majewski:</b> Pomiar nastroju inwestycyjnego jako metoda wspomagająca strategię inwestycyjne .....	152
<b>Piotr Manikowski:</b> Cykle ubezpieczeniowe w Europie Środkowej .....	162

<b>Artur Mikulec:</b> Metody oceny wyników inwestycyjnych przy braku normalności rozkładu stóp zwrotu .....	171
<b>Joanna Olbryś:</b> Tarcie w procesach transakcyjnych i jego konsekwencje .....	181
<b>Andrzej Paliński:</b> Spłata zadłużenia kredytowego w ujęciu teoriogrowym .....	190
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> Modele autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu podstawowych zmiennych charakteryzujących rynek ubezpieczeń działu II .....	199
<b>Daniel Papla:</b> Przykład zastosowania metod analizy wielowymiarowej w analizie zarażania rynków finansowych .....	209
<b>Tomasz Pisula:</b> Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do prognozowania upadłości przedsiębiorstw .....	219
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Wybrane reguły nastawione na cel a prognozowanie wskaźnika inflacji .....	235
<b>Paweł Siarka:</b> Wykorzystanie modeli scoringowych w bankowości komercyjnej .....	246
<b>Rafał Siedlecki:</b> Struktura kapitału w cyklu życia przedsiębiorstwa .....	262
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> Wybór portfela akcji z wykorzystaniem narzędzi teorii gier .....	271
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowania kopuli niesymetrycznych w modelowaniu ekonomicznym .....	281
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Zastosowanie estymatora $k$ -to-rekordowego do szacowania wartości narażonej na ryzyko .....	289
<b>Piotr Staszewicz:</b> Multi entry framework for financial and risk reporting .....	298
<b>Anna Szymańska:</b> Czynniki decydujące o wyborze ubezpieczyciela w przypadku ubezpieczeń komunikacyjnych AC .....	310
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Oceny ratingowe jako element konkurencyjności wybranych systemów gospodarczych – weryfikacja na przykładzie agencji Fitch .....	323
<b>Rafał Tuzimek:</b> Wpływ wypłat dywidendy na wartość akcji spółek notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie .....	333
<b>Jacek Welc:</b> Rewersja do średniej dynamiki przychodów oraz rentowności spółek a zmiany relatywnej dynamiki zysków .....	347
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Zastosowanie delty „wolnej od modelu” w hedgingu opcyjnym .....	356
<b>Stanisław Wieteska:</b> Wyładowania atmosferyczne jako element ryzyka w ubezpieczeniach majątkowo-osobowych w polskim obszarze klimatycznym .....	367
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Modelowanie liczby szkód w ubezpieczeniach komunikacyjnych w przypadku występowania dużej liczby zer .....	381

## Summaries

<b>Barbara Będowska-Sójka:</b> Modeling value-at-risk when realized volatility and ARCH-type models are used.....	22
<b>Jacek Bialek:</b> The application of chain indices to evaluate the average rate of return of a group of Open Pension Funds.....	32
<b>Beata Bieszk-Stolorz, Iwona Markowicz:</b> The application of the logit model and the Cox regression model in the analysis of financial crisis related price changes of listed companies' shares .....	41
<b>Katarzyna Byrka-Kita:</b> Control premium on Polish capital market – empirical evidence .....	51
<b>Krzysztof Echaust:</b> Analysis of margin exceedances on the basis of futures contracts quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	60
<b>Magdalena Frasyniuk-Pietrzyk, Radosław Pietrzyk:</b> Return on investment on a regulated market and multilateral trading facility in Poland .....	73
<b>Daniel Iskra:</b> Confidence interval for Value at Risk.....	82
<b>Bogna Janik:</b> Analysis of rates of return on investments in equity SRI indices .....	92
<b>Paweł Kliber:</b> Non-stationarity in transaction activity on the Warsaw Stock Exchange.....	102
<b>Krzysztof Kowalke:</b> Assessment of the usefulness of Stock Exchange recommendations based on the DCF method on the example of construction companies.....	112
<b>Mieczysław Kowerski:</b> The sample selection models of dividend yield of companies quoted on the Warsaw Stock Exchange.....	123
<b>Dominik Krężolek:</b> The efficient frontier of investment portfolios and the tail index of distribution of returns – an empirical analysis on the WSE .....	132
<b>Monika Kubik-Kwiatkowska:</b> Value relevance of financial reporting on the Warsaw Stock Exchange.....	141
<b>Agnieszka Majewska:</b> The value of employee stock options – selected problems.....	151
<b>Sebastian Majewski:</b> Measuring of investment sentiment as a method of supporting investment strategies.....	161
<b>Piotr Manikowski:</b> Insurance cycles in Central Europe.....	170
<b>Artur Mikulec:</b> Investment performance evaluation methods in the absence of normality of the rates of return.....	180
<b>Joanna Olbryś:</b> Friction in trading processes and its implications .....	189
<b>Andrzej Paliński:</b> The game theoretic approach to bank credit repayment....	198
<b>Monika Papież, Stanisław Wanat:</b> The application of autoregressive models and vector autoregressive models in forecasting basic variables on the non-life insurance market .....	208

<b>Daniel Papla:</b> Example of using multidimensional methods in analyzing the contagion on the financial markets .....	218
<b>Tomasz Pisula:</b> Application of artificial neural networks for forecasting corporate bankruptcy .....	234
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Selected targeting rules and forecasting inflation rate .....	245
<b>Paweł Siarka:</b> The use of scoring models in commercial banking.....	261
<b>Rafał Siedlecki:</b> The structure of capital in the company life cycle .....	270
<b>Anna Sroczyńska-Baron:</b> The choice of shares portfolio based on the theory of games.....	280
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Asymmetric copulas applications in economic modelling.....	288
<b>Michał Stachura, Barbara Wodecka:</b> Value-at-Risk estimation using ‘ <i>k</i> -th record’ estimator .....	297
<b>Piotr Staszewicz:</b> Zapis poczwórny jako mechanizm pozwalający na integrację sprawozdawczości finansowej i ostrożnościowej .....	309
<b>Anna Szymańska:</b> Factors determining a choice of an insurer in case of motor hull insurance .....	322
<b>Sławomir Śmiech, Wojciech Zysk:</b> Assessments of rating as part of competitiveness of selected economies – verification on the example of Fitch agency .....	332
<b>Rafał Tuzimek:</b> Effect of dividend payments on the value of shares listed on the Warsaw Stock Exchange .....	346
<b>Jacek Welc:</b> Impact of mean-reversion of sales growth and profitability on the relative growth of corporate earnings .....	355
<b>Ryszard Węgrzyn:</b> Application of model free delta to option hedging .....	366
<b>Stanisław Wieteska:</b> Lightning as an element of risk in non-life insurance in the Polish area of climate.....	380
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Zero-inflated claim count modeling in automobile insurance. Case Study .....	390

**Monika Papież, Stanisław Wanat**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

---

## **MODELE AUTOREGRESJI I WEKTOROWEJ AUTOREGRESJI W PROGNOZOWANIU PODSTAWOWYCH ZMIENNYCH CHARAKTERYZUJĄCYCH RYNEK UBEZPIECZEŃ DZIAŁU II**

---

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wykorzystanie modeli autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu podstawowych zmiennych charakteryzujących rynek ubezpieczeń działu II. Zmienne wybrane do prognozowania to składka przypisana brutto, odszkodowania i świadczenia wypłacone, koszty działalności. Modele zostaną zbudowane na podstawie danych kwartalnych z lat 2003-2010. Autorzy przetestują, jaka klasa modeli (modele SARIMA, SARIMAX, VAR, VECM, ARDL) jest przydatna w prognozowaniu. Trafność prognoz, a tym samym ocena modeli zostanie sprawdzona miernikami prognoz *ex post*.

**Słowa kluczowe:** modele wektorowej autoregresji, prognozowanie, rynek ubezpieczeń działu II.

### **1. Wstęp**

Ze względu na rolę, jaką rynek ubezpieczeń odgrywa w gospodarce (por. np. [Zych, Szumlicz (red.) 2009; Hadyniak 2002; Handschke 1996]), ważnym i niezbędnym zadaniem jest przygotowanie kompleksowych działań i strategii dotyczących jego rozwoju. Procesy decyzyjne w tym zakresie powinny być wspomagane budową prognoz zmiennych charakteryzujących rozwój tego rynku. Prognozy te oprócz wspomnianej funkcji preparacyjnej mogą także ostrzegać przed niekorzystnymi zmianami na rynku ubezpieczeń lub spełniać funkcję aktywizującą (pobudzać do podejmowania działań sprzyjających realizacji prognoz korzystnych)<sup>1</sup>.

Niewątpliwie do podstawowych zmiennych charakteryzujących rozwój rynku ubezpieczeń należy zaliczyć składkę przypisaną brutto, odszkodowania i świadczenia wypłacone brutto i wynik techniczny ubezpieczeń. Predykcją tych zmiennych

---

<sup>1</sup> Szerzej znaczenie prognoz w procesie podejmowania decyzji jest omawiane m.in. w [Zeliaś i in. 2003; Zeliaś 1997].

zajmuje się m.in. Polska Izba Ubezpieczeń, która otrzymane prognozy wraz z ich weryfikacją publikuje od 2006 r. w swoich raportach rocznych<sup>2</sup>. To, czy prognozy będą użyteczne w procesie podejmowania decyzji i będą spełniać swoje funkcje ostrzegawcze i aktywizujące, zależy w głównej mierze od ich trafności, na co w istotny sposób wpływa wybór metod prognostycznych. Prognozy wyznaczane przez PIU oparte są na dwóch podejściach (por. [Ubezpieczenia 2009]):

a) ekstrapolacji trendów dla rynku ubezpieczeń na podstawie danych historycznych,

b) analizie i prognozie zmian otoczenia makroekonomicznego, w którym funkcjonuje polska gospodarka, a szczególnie rynek ubezpieczeń.

Do 2009 r. było stosowane głównie pierwsze podejście, natomiast wyznaczając prognozy na lata 2010-2012, zastosowano drugie. W wyniku zastosowania metod zaliczanych zarówno do pierwszej, jak i drugiej grupy błędy prognoz składki przypisanej brutto oraz odszkodowań i świadczeń wypłaconych brutto dla działu II obliczone *ex post* okazały się stosunkowo duże<sup>3</sup> (por. tab. 1). Wyniki te sugerują, że należy poszukiwać innych metod prognostycznych.

**Tabela 1.** Względny błąd prognozy wyznaczonych przez PIU (%)

Rok	Składka przypisana brutto w cenach stałych	Odszkodowania i świadczenia wypłacone brutto w cenach stałych
2008	8,6	8,9
2009	6,7	14,5
2010	9,9	19,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ubezpieczenia 2009...].

W artykule przeanalizowano możliwość wykorzystania modeli autoregresji i wektorowej autoregresji w prognozowaniu składki przypisanej brutto, odszkodowań i świadczeń wypłaconych brutto oraz kosztów działalności w przypadku rynku ubezpieczeń działu II na kolejne dwa okresy (kwartały). Na podstawie danych kwartalnych z lat 2003-2010 przetestowano przydatność w prognozowaniu tych zmiennych następującą klasą modeli: SARIMA, SARIMAX, VAR, VECM, ARDL. Kwartały I i II 2011 r. wykorzystano do weryfikacji otrzymanych prognoz. Ponadto porównano jakość prognoz (wygasłych) uzyskanych z pomocą tych modeli z prognozami uzyskanymi prostymi metodami wygładzania wykładniczego (a konkretnie metodą Wintersa). Oceny trafności prognoz, a tym samym oceny modeli dokonano miernikami prognoz *ex post*.

<sup>2</sup> Są to opracowania: [Ubezpieczenia 2006; Ubezpieczenia 2007; Ubezpieczenia 2008; Ubezpieczenia 2009] publikowane na stronie <http://www.piu.org.pl/raport-roczny-piu>.

<sup>3</sup> Błędy *ex post* prognoz tych zmiennych dla działu I oraz wyniku technicznego działu I i II są podobnego rzędu (por. [Ubezpieczenia 2009]).



## 2. Charakterystyka wykorzystanych metod prognostycznych

W pracy na początku analizowano możliwość wykorzystania w procesie prognozowania klasy modeli autoregresyjnych, w których przyjmuje się, że informacja dotycząca działania ukrytego mechanizmu „rządzącego” zachowaniem się prognozowanych zmiennych jest zawarta w zrealizowanych wartościach tych zmiennych. Analiza ta miała odpowiedzieć na pytanie, czy informacje pochodzące jedynie z przeszłych wartości szeregu modelowanych zmiennych są wystarczające do skutecznego ich prognozowania. W tym celu wykorzystano modele ARIMA, a dokładniej – ze względu na sezonowość prognozowanych szeregów czasowych – ich wersje sezonowe określane jako modele SARIMA( $p,d,q$ )( $P,D,Q$ )<sup>s</sup>, w których  $p$  oznacza rząd autoregresji,  $d$  – krotność różnicowań, które sprowadzają proces do stacjonarności,  $q$  – liczbę opóźnień średniej ruchomej,  $P$  – rząd autoregresji sezonowej,  $Q$  – liczbę opóźnień sezonowej średniej ruchomej,  $D$  – krotność różnicowań sezonowych oraz  $s$  – przesunięcie w różnicowaniu części sezonowej (ze względu na dane kwartalne w prowadzonej analizie  $s = 4$ )<sup>4</sup>.

Następnie po dodaniu do tych modeli zmiennych egzogenicznych analizowano możliwość wykorzystania w prognozowaniu modeli klasy SARIMAX (sezonowych ARIMAX).

Z kolei do części autoregresyjnej dopuszczono opóźnione wartości zmiennych egzogenicznych i rozważano modele autoregresyjne z rozkładem opóźnień ARDL( $p,q,k$ ), gdzie  $k$  oznacza liczbę zmiennych egzogenicznych, natomiast  $p$  i  $q$  oznaczają maksymalne opóźnienie odpowiednio zmiennej endogenicznej i zmiennych egzogenicznych. W modelach tych w roli zmiennych objaśniających występuje zmienna endogeniczna z okresów poprzednich oraz zmienna egzogeniczna z tego samego okresu i z okresów poprzednich<sup>5</sup>.

Na zakończenie rozważano możliwość wykorzystania modeli autoregresji wektorowej (VAR), czyli uogólnionych na przypadek wielowymiarowy modeli ARDL. Za ich pomocą można było dodatkowo uwzględnić współzależność między zmiennymi tworzącymi rozważany system. Ponieważ szeregi czasowe rozpatrywanych układów zmiennych okazały się skointegrowane, wykorzystano reprezentację wektorowego modelu korekty błędem (VECM)<sup>6</sup>.

Wybór rzędu opóźnień autoregresyjnych w poszczególnych modelach w każdym przypadku oparto na analizie kryterium informacyjnego AIC. Modele SARIMAX były tworzone tak, aby z jednej strony ująć możliwie dużo różnorodnych informacji (dobierano w tym celu wiele zmiennych potencjalnie wpływających na wielkość składki i odszkodowań), a z drugiej strony zapewnić oszczędną parametryzację

---

<sup>4</sup> Modele te są przedstawione m. in. w [Kufel 2007].

<sup>5</sup> Szczegółowy opis modelu m.in. w [Welfe 2009; Koško i in. 2007].

<sup>6</sup> Modele VAR są szczegółowo omawiane m.in. w [Welfe 2009; Koško i in. 2007; Osińska 2006; Maddala 2006].

(wybierano jedynie te rzędy opóźnień zmiennych, które były statystycznie istotne). Ostateczna postać tych modeli była tworzona analogicznie jak w przypadku regresji zstępującej. Początkowo budowano model z uwzględnieniem maksymalnie dużego zbioru zmiennych, by później pozbywać się zmiennych nieistotnych aż do uzyskania ostatecznej postaci modelu. Podstawowym kryterium oceny tego typu modeli była analiza błędów predykcji *ex post* (MAPE). Podobnie budowano modele ARDL.

### 3. Charakterystyka zmiennych

Przedstawione wyżej metody wykorzystano do modelowania i prognozowania następujących zmiennych charakteryzujących sytuację na rynku ubezpieczeń działu II: wysokości składki przypisanej brutto w tys. zł (*Składka*), wysokości odszkodowań i świadczeń wypłaconych brutto w tys. zł (*Odszk*) oraz wysokości kosztów działalności ubezpieczeniowej w tys. zł (*Koszt*). Jako potencjalne zmienne objaśniające (inne niż opóźnione wartości zmiennej prognozowanej) wybrano dwie zmienne makroekonomiczne PKB w cenach bieżących w mln zł (*PKB*) oraz spożycie indywidualne (z dochodów osobistych) w sektorze gospodarstw domowych w mln zł (*Spożycie*). Następnie w celu uzupełnienia tego zbioru zmiennych o potencjalne czynniki inne niż makroekonomiczne mogące wpływać na wysokość składki, odszkodowań i kosztów dodatkowo przeanalizowano strukturę rynku ubezpieczeń działu II. Zbadano, która z 18 grup ma największy wpływ na kształtowanie się prognozowanych zmiennych. Udziały poszczególnych grup działu II w składce przypisanej brutto, odszkodowaniach i świadczeniach wypłaconych brutto oraz kosztach działalności ubezpieczeniowej w latach 2002-2010 nie ulegały znacznym zmianom (w tab. 1 przedstawiono te udziały dla 2010 r.).

**Tabela 2.** Udziały poszczególnych grup działu II w składce przypisanej brutto, odszkodowaniach i świadczeniach wypłaconych brutto oraz kosztach działalności ubezpieczeniowej w 2010 r.

Zmienne	Grupy działu II ubezpieczeń								
	<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3</i>	<i>G4</i>	<i>G5</i>	<i>G6</i>	<i>G7</i>	<i>G8</i>	<i>G9</i>
Składka przypisana brutto	5,7	1,5	<b>23,7</b>	0,1	0,1	0,4	0,4	<b>10,8</b>	7,9
Odszkodowania i świadczenia wypłacone brutto	1,9	1,0	<b>27,6</b>	0,0	0,2	0,8	0,4	<b>16,9</b>	4,8
Koszty działalności ubezpieczeniowej	8,3	2,5	<b>22,6</b>	0,1	0,1	0,4	0,4	<b>11,6</b>	8,7
Zmienne	Grupy działu II ubezpieczeń								
	<i>G10</i>	<i>G11</i>	<i>G12</i>	<i>G13</i>	<i>G14</i>	<i>G15</i>	<i>G16</i>	<i>G17</i>	<i>G18</i>
Składka przypisana brutto	<b>33,9</b>	0,1	0,1	5,6	2,1	1,4	3,5	1,1	1,6
Odszkodowania i świadczenia wypłacone brutto	<b>37,8</b>	0,0	0,1	4,2	1,9	0,4	0,6	0,1	1,3
Koszty działalności ubezpieczeniowej	<b>26,2</b>	0,0	0,1	5,9	1,5	0,8	7,9	1,3	1,6

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KNF.

Grupy charakteryzujące się największym udziałem (powyżej 10%) w rynku ubezpieczeń działu II to: G3<sup>7</sup>, G8<sup>8</sup>, G10<sup>9</sup>. Jak widać, dominujący udział mają te z nich, które obejmują ubezpieczenia casco i odpowiedzialności cywilnej wynikającej z posiadania i użytkowania pojazdów, stąd do analizy dodano następujące zmienne: liczbę zarejestrowanych samochodów osobowych i ciężarowych w tys. (*Sam\_zar*), liczbę wypadków (*Wypadki*), liczbę zabitych (*Zabici*), liczbę rannych (*Ranni*).

Analizowano dane od I kwartału 2002 r. do II kwartału 2011 r., a ich źródłem były publikowane przez KNF *Biuletyny kwartalne*<sup>10</sup> z poszczególnych kwartałów objętych analizą (*Skladka*, *Odszk*, *Koszt*), przez GUS *Kwartalne wskaźniki makroekonomiczne*<sup>11</sup> (*PKB*, *Spozycie*) oraz *Kwartalniki statystyki międzynarodowej*<sup>12</sup> (*Sam\_zar*) oraz przez Komendę Główną Policji coroczne opracowania *Wypadki drogowe w Polsce dla lat 2002-2010*<sup>13</sup> (*Wypadki*, *Ranni*, *Zabici*).

#### 4. Wyniki badań

Na początku analizy zbadano stacjonarność szeregów, wykorzystując test pierwiastka jednostkowego ADF (test Dickey'a- Fullera). Hipoteza zerowa w tym teście mówi, że występuje pierwiastek jednostkowy, czyli proces jest I(1). Przeprowadzono test z wyrazem wolnym i trendem oraz zmiennymi sezonowymi 0-1 (dla zmiennych, które charakteryzują się sezonowością). Wartości *p-value* dla statystyki w teście ADF dla zmiennej i jej przyrostów przedstawia tab. 3. Wyniki testu pozwalają twierdzić, że wszystkie szeregi są zintegrowane w stopniu pierwszym (I(1)), co pozwoliło na badanie kointegracji w modelach VAR.

Modele prognostyczne dla rozważanych zmiennych opisujących sytuację na rynku ubezpieczeń w dziale II konstruowano na podstawie danych od I kwartału 2002 r. do IV kwartału 2010 r., a okres I-II kwartał 2011 r. posłużył do weryfikacji otrzymanych prognoz. Biorąc pod uwagę różne rzędy opóźnień zmiennych objaśnianych, różne zbiory zmiennych objaśniających i ich różne opóźnienia, oszacowano po

---

<sup>7</sup> Ubezpieczenia casco pojazdów lądowych, z wyjątkiem pojazdów szynowych, obejmujące szkody w: pojazdach samochodowych, pojazdach lądowych bez własnego napędu.

<sup>8</sup> Ubezpieczenia szkód spowodowanych żywiołami, obejmujące szkody rzeczowe nieujęte w grupach 3-7, spowodowane przez: ogień; eksplozję; burzę; inne żywioły; energię jądrową; obsunięcia ziemi lub tąpnięcia.

<sup>9</sup> Ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej wszelkiego rodzaju, wynikającej z posiadania i użytkowania pojazdów lądowych z napędem własnym, łącznie z ubezpieczeniem odpowiedzialności przewoźnika.

<sup>10</sup> [http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek\\_ubezpieczen/Dane\\_o\\_rynku/Dane\\_kwartalne/dane\\_kw.html](http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek_ubezpieczen/Dane_o_rynku/Dane_kwartalne/dane_kw.html) [dostęp 25.09.2011].

<sup>11</sup> [http://www.stat.gov.pl/gus/wskazniki\\_makroekon\\_PLK\\_HTML.htm](http://www.stat.gov.pl/gus/wskazniki_makroekon_PLK_HTML.htm) [dostęp 25.09.2011].

<sup>12</sup> [http://www.stat.gov.pl/gus/5840\\_736\\_PLK\\_HTML.htm?action=show\\_archive](http://www.stat.gov.pl/gus/5840_736_PLK_HTML.htm?action=show_archive) [dostęp 25.09.2011].

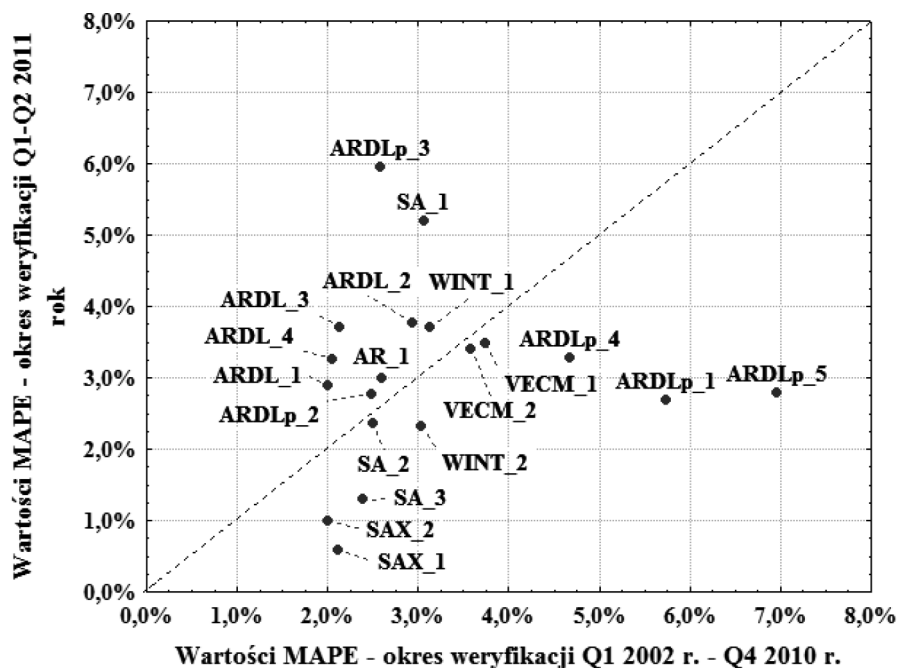
<sup>13</sup> [http://dlakierowcow.policja.pl/porta1/dk/807/47493/Wypadki\\_drogowe\\_raporty\\_roczne.html](http://dlakierowcow.policja.pl/porta1/dk/807/47493/Wypadki_drogowe_raporty_roczne.html) [dostęp 25.09.2011].

Tabela 3. Wartości statystyki oraz *p-value* w teście ADF dla zmiennej i jej przyrostów

Zmienna	Wartość <i>p-value</i> Stała+trend+zm. 0-1	Przyrost zmiennej	Wartość <i>p-value</i> Stała+trend+zm. 0-1
Skladka	0,09688	D Skladka	4,797e-006
Odszk	0,9933	D Odszk	3,552e-015
Koszt	0,4186	D Koszt	3,851e-016
Sam_zar	0,09491*	D Sam_zar	7,46e-007*
Wypadki	0,5108	D Wypadki	1,014e-005
Zabici	0,3599	D Zabici	5,027e-007
Ranni	0,7724	D Ranni	4,089e-005
PKB	0,2439	D PKB	2,035e-005
Spozycie	0,4543	D Spozycie	1,084e-030

Uwaga: \* oznacza bez zmiennej 0-1.

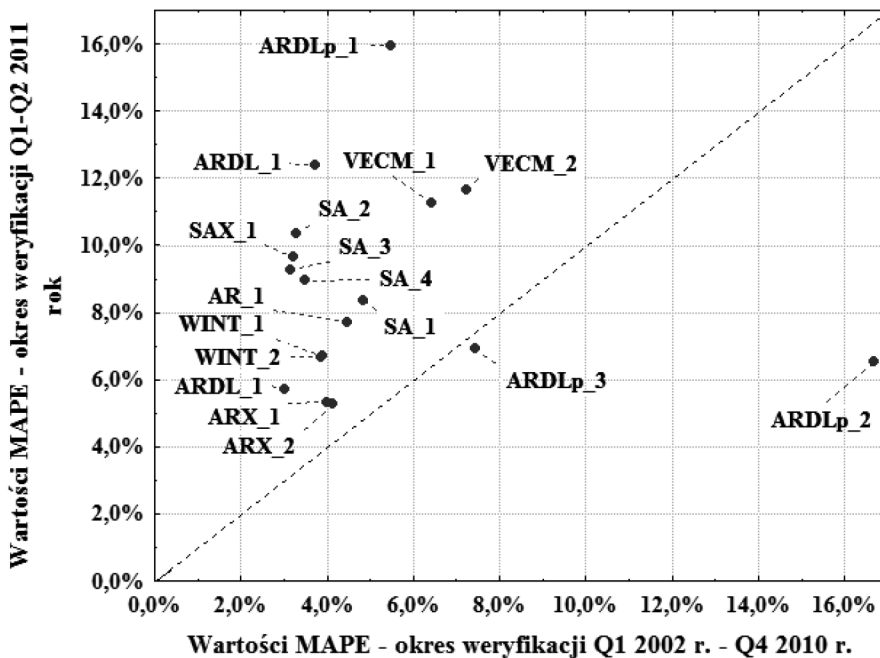
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KNF



Rys. 1. Zależność pomiędzy wartością MAPE dla danych historycznych z okresu I kw. 2002 r.-IV kw. 2010 r. a wartością MAPE z okresu weryfikacji I kw.-II kw. 2011r. dla wyznaczonych klas modeli dla zmiennej składka przypisana brutto

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KNF.

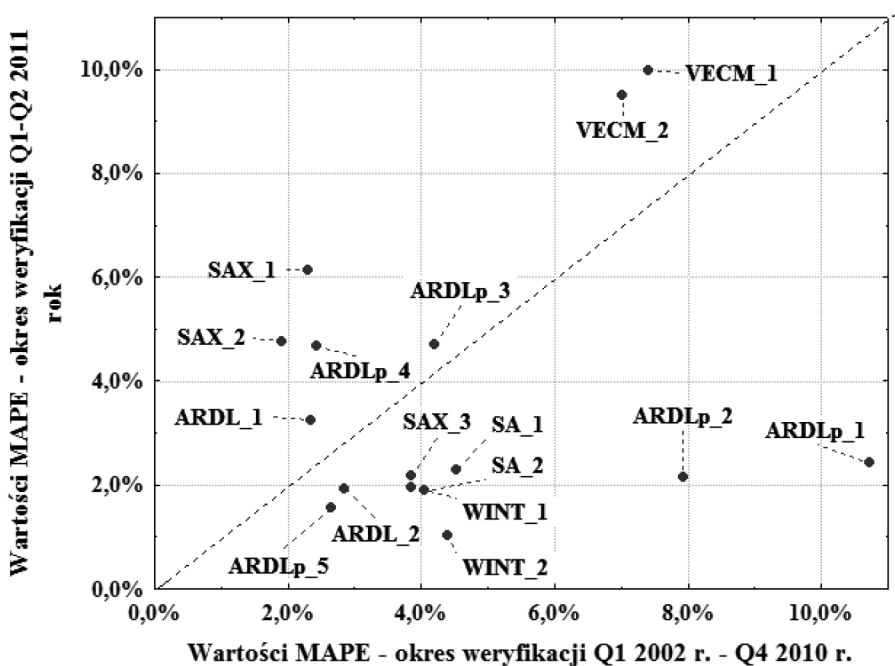
kilka modeli z każdej klasy<sup>14</sup>. W celu sprawdzenia, czy prognoz o podobnym rzędzie dokładności nie można uzyskać za pomocą prostych metod wygładzania wykładniczego, zbudowano także modele Wintersa. Wszystkie modele oceniono zarówno wyznaczoną wartością MAPE dla danych z próby, na której był budowany model, jak i wartością MAPE pozwalającą porównać wartości prognozowane w okresie weryfikacji z ich rzeczywistymi realizacjami. Na rysunkach 1-3 przedstawiono zależność pomiędzy wartością MAPE dla danych historycznych a wartością MAPE z okresu weryfikacji dla otrzymanych modeli. Zastosowane skróty oznaczają: AR – modele autoregresyjne; ARDL – modele autoregresyjne z rozkładem opóźnień; SA – modele SARIMA; SAX – modele SARIMAX; VECM – wektorowe modele korekty błędem; WINT – modele Wintersa (cyfra przy skrócie oznacza numer modelu).



Rys. 2. Zależność pomiędzy wartością MAPE dla danych historycznych z okresu I kw. 2002 r.-IV kw. 2010 r. a wartością MAPE z okresu weryfikacji I kw.-II kw. 2011r. dla wyznaczonych klas modeli dla zmiennej wysokości odszkodowań i świadczeń wypłaconych brutto

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KNF.

<sup>14</sup> Ze względu na wymogi redakcyjne modeli tych nie zaprezentowano.



Rys. 3. Zależność pomiędzy wartością MAPE dla danych historycznych z okresu I kw. 2002 r.-IV kw. 2010 r. a wartością MAPE z okresu weryfikacji I kw.-II kw. 2011r. dla wyznaczonych klas modeli dla zmiennej wysokość kosztów działalności ubezpieczeniowej

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych KNF.

## 5. Wnioski

Prognozowanie okazało się zadaniem trudnym (szczególnie w przypadku odszkodowań). Dobre dopasowanie modeli na przeszłych wartościach nie zawsze gwarantuje dobrą trafność prognoz. Ogólnie w wyniku przeprowadzonej analizy można wskazać klasy modeli, za pomocą których otrzymano trafniejsze prognozy niż we wspomnianych analizach PIU. Należy jednak pamiętać, że przedstawione wyniki dotyczyły prognoz kwartalnych, a nie rocznych jak w przypadku PIU.

W przypadku składki najdokładniejsze prognozy otrzymano za pomocą modeli klasy SARIMAX (MAPE poniżej 1%). Stosowanie tych modeli związane jest jednak z trudnością ustalania wartości zmiennych egzogenicznych na prognozowany okres. Nie najgorsze prognozy otrzymano, stosując modele SARIMA (MAPE ok. 2%), w których nie występuje problem z prognozowaniem zmiennych egzogenicznych. W przypadku odszkodowań generalnie otrzymano gorsze prognozy. Również w tym przypadku najlepsze prognozy uzyskano za pomocą modeli klasy ARIMAX

(MAPE poniżej 6%). Także za pomocą tych dwóch klas modeli otrzymano nie najgorsze prognozy kosztów (MAPE ok. 2%). Przy czym w przypadku tej zmiennej dokładniejsze prognozy otrzymano za pomocą modeli ARDL i Wintersa.

Ogólnie do prognozowania omawianych zmiennych można wskazać modele SARIMA i SARIMAX. Nie sprawdzają się natomiast proste metody wygładzania wykładniczego. Za pomocą modelu Wintersa otrzymywano gorsze prognozy niż z wykorzystaniem wskazanych klas (z wyjątkiem prognoz kosztów).

## Literatura

- Handschke J., *Funkcje i zadania ubezpieczeń gospodarczych*, [w:] *Ubezpieczenia gospodarcze*, red. T. Sangowski, Poltext, Warszawa 1996.
- Hadyniak B., *Ubezpieczenie jako urządzenie gospodarcze*, [w:] *Podstawy ubezpieczeń. Tom I – mechanizmy i funkcje*, red. J. Monkiewicz, Poltext, Warszawa 2002.
- Holly R., Szumlicz T., Fulneczko R., Kocjan K., Daszkowski P., *Perspektywy rozwoju polskiego rynku ubezpieczeniowego jako obszaru strategicznej współpracy i rywalizacji*, Krajowy Instytut Ubezpieczeń, Warszawa 2003.
- Kośko M., Osińska M., Stempińska J., *Ekonometria współczesna*, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa Dom Organizatora, Toruń 2007.
- Kufel T., *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Maddala G.S., *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Osińska M., *Ekonometria finansowa*, PWE, Warszawa 2006.
- Ubezpieczenia 2006*, PIU, Wydawnictwo „GARMOND” ([www.piu.org.pl](http://www.piu.org.pl)).
- Ubezpieczenia 2007*, PIU, Wydawnictwo „GARMOND” ([www.piu.org.pl](http://www.piu.org.pl)).
- Ubezpieczenia 2008*, PIU, Wydawnictwo „GARMOND” ([www.piu.org.pl](http://www.piu.org.pl)).
- Ubezpieczenia 2009*, PIU, Wydawnictwo „GARMOND” ([www.piu.org.pl](http://www.piu.org.pl)).
- Welfe A., *Ekonometria. Metody i ich zastosowanie*, PWE, Warszawa 2009.
- Zeliaś A., *Teoria prognozy*, wyd. 3, PWE, Warszawa 1997.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria przykłady zadania*, PWN, Warszawa 2003.
- Zych J., Szumlicz T. (red.), *Rola ubezpieczeń w gospodarce narodowej*, „Wiadomości Ubezpieczeniowe”, nr 2 (specjalny), 2009.

## **THE APPLICATION OF AUTOREGRESSIVE MODELS AND VECTOR AUTOREGRESSIVE MODELS IN FORECASTING BASIC VARIABLES ON THE NON-LIFE INSURANCE MARKET**

**Summary:** The paper presents the application of autoregressive models and vector autoregressive models in forecasting basic variables on the non-life insurance market. The variables chosen for the analysis include gross written premiums, gross claims paid and net-operating expenses. The models are based on the quarterly data from the period 2003-2010. The authors attempt to determine which models can be successfully used in forecasting: SARIMA, SARIMAX, VAR, VECM, ARDL. The validity of the forecasts and the evaluation of the models will be conducted using ex post measures.

**Keywords:** vector autoregressive models, forecasting, non-life insurance market.