

**ZASTOSOWANIE MODELU ARIMA DO PROGNOZY IMPORTU
TOWARÓW DO POLSKI NA 2019 ROK**

**THE IMPLEMENTATION OF ARIMA MODEL FOR THE FORECAST OF
IMPORTATION OF GOODS TO POLAND IN 2019**

Bartosz KOZICKI

bartosz.kozicki@wat.edu.pl
<https://orcid.org/0000-0001-6089-952X>

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

***Streszczenie:** W artykule poruszony został problem z zakresu analizy i oceny danych dotyczących importu towarów do Polski w latach 2011-2018 w milionach ton oraz próba przeprowadzenia prognozowania eksportu w Polsce na czternaście przyszłych okresów modelem ARIMA. Badania rozpoczęto od analizy i oceny danych dotyczących importu towarów w milionach ton w Polsce w ujęciu dynamicznym. Następnie na podstawie uzyskanych ocen wybrano model prognostyczny ARIMA, a następnie zbudowano dwa modele uczące typu ARIMA. Zbudowane modele ARIMA zostały poddane analizie i ocenie. Wybrano najlepszy. Na jego podstawie wykonano prognozowanie szeregu pierwotnego. Uzyskane rezultaty badań przedstawiono w podsumowaniu.*

***Abstract:** In the article the author raises the issue related to the analysis and evaluation of data concerning the importation of goods to Poland between 2011-2018 in millions of tons and the attempt to conduct the forecasting of exportation in Poland for fourteen future periods with the application of ARIMA model. The research was initiated with the analysis and evaluation of data concerning the importation of goods in millions of tons in Poland dynamically. Then, based on the evaluation obtained, the ARIMA prognostic model was applied, and, after that, two study models of ARIMA type were constructed. These ARIMA models were analyzed and evaluated. The best one was chosen. Based on it, the original time series was forecast. The results, which were gathered, were presented in the summary.*

***Słowa kluczowe:** prognozowanie, import towarów.*

***Keywords:** forecasting, importation of goods.*

WSTĘP

Celem artykułu jest przeprowadzenie analizy i oceny szeregu czasowego danych dotyczących importu towarów w milionach ton do Polski w latach 2011-2018, oraz próba wykonania prognozowania na czternaście przyszłych okresów modelem ARIMA. **Przedmiotem badań** będzie import towarów do Polski w ujęciu dynamicznym.

W artykule zastosowano **metody badawcze** w postaci analizy literatury, która dotyczy zagadnień związanych z importem towarów do Polski i jego prognozowaniem, analizy dokumentów źródłowych, metody symulacji komputerowej, oraz porównania. Dodatkowo użyto **techniki badawczej** w postaci programu komputerowego Statistica. Co więcej zastosowano następujące

narzędzia badawcze: wykres kwartyłowy, autokorelacja, autokorelacja cząstkowa, regresja wieloraka, histogram.

Artykuł ujęty zastał z wstępu, sześciu punktów merytorycznych, podsumowania i wniosków.

1. ANALIZA LITERATURY

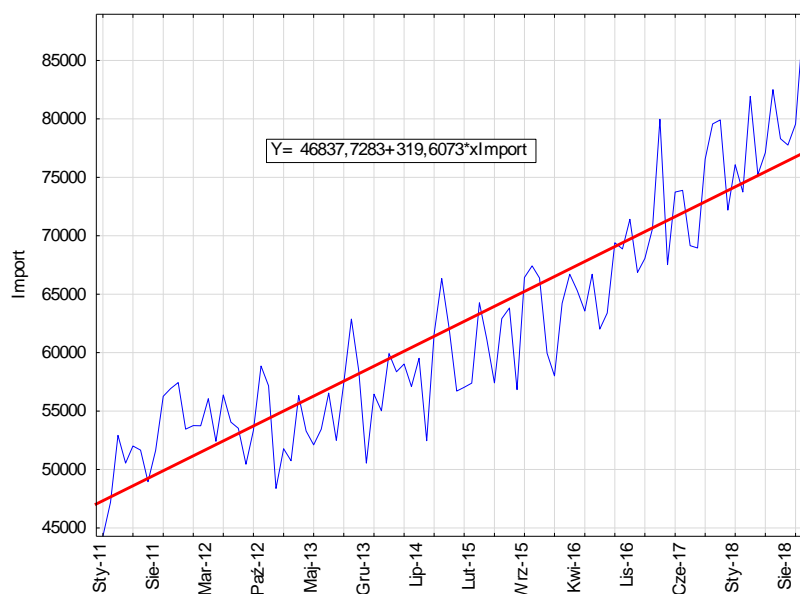
Import towarów to wwiezienie ich z państwa trzeciego (spoza obszaru Unii Europejskiej) na teren Polski. Definiuje to art. 2 pkt 7 ustawy o VAT.

Niezwykle istotne z punktu importu staje się więc jego prognozowanie na przyszłość, tak aby optymalnie dobrać i stosować procedury, które muszą być zachowane w całym procesie. Poprawne prognozy mogą usprawnić zarządzanie całym łańcuchem importu.

Zdaniem P. Dittmanna prognozowanie jest racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń (Dittmann, 2008, s. 20). Konstrukcja prognozy, jej zastosowanie w przedsiębiorstwach przebiega w sposób sekwencyjny. Niezwykle istotna jest poprawna analiza i ocena posiadanych danych pod kątem wykrycia prawidłowości w nich występujących. Na ich podstawie wybiera się modele prognostyczne i przeprowadza prognozowanie. Z punktu widzenia pracy zostaną zastosowane metody ilościowe do których zaliczono modele ARIMA.

2. ANALIZA DANYCH

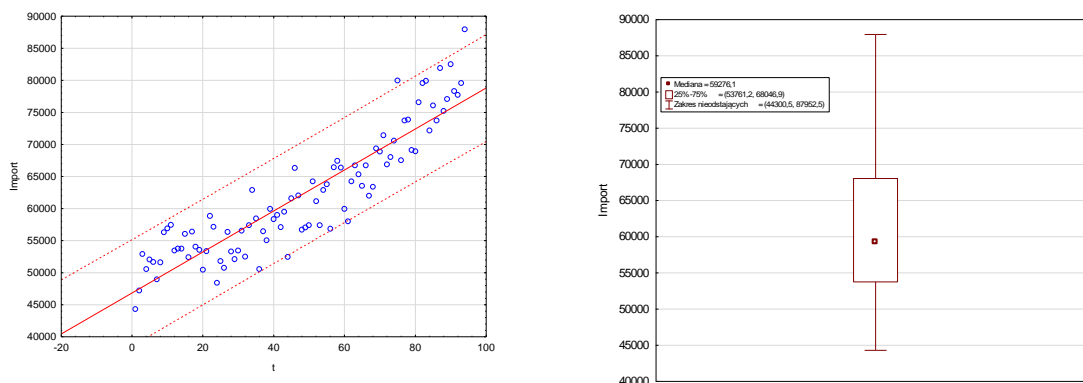
Na rysunku 1 zestawiono dane dotyczące importu towarów do Polski w latach 2011-2018 w ujęciu miesięcznym (dane pierwotne). Przeprowadzona obserwacja wzrokowa danych pierwotnych stała się przesłanką do nakreślenia na rysunku 1 linii trendu (kolor czerwony).



Rys. 1. Wykres liniowy importu towarów do Polski (dane pierwotne) w ujęciu miesięcznym w latach 2011-2018

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <http://stat.gov.pl/wskazniki-makroekonomiczne/>.

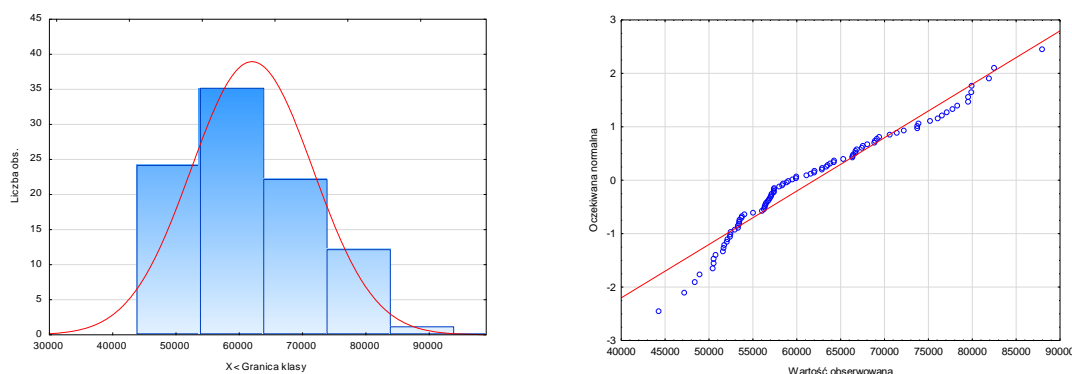
Pierwszym etapem analizy danych pierwotnych było zastosowanie narzędzi badawczych w postaci wykresu rozrzutu i ramka wąsy (rys. 2).



Rys. 2. Zastosowanie wykresu rozrzutu i ramka wąsy do analizy szeregu czasowego pierwotnego w ujęciu miesięcznym w latach 2011-2018

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <http://stat.gov.pl/wskazniki-makroekonomiczne/>.

Zastosowanie wykresu rozrzutu i ramka wąsy (rys. 2) pozwala na stwierdzenie, że brak jest wartości odstających i ekstremalnych. Poszczególne elementy szeregu czasowego pierwotnego mieszczą się w górnej i dolnej granicy prognozy. Następnie zbadano rozkład szeregu czasowego pierwotnego (rys. 3).

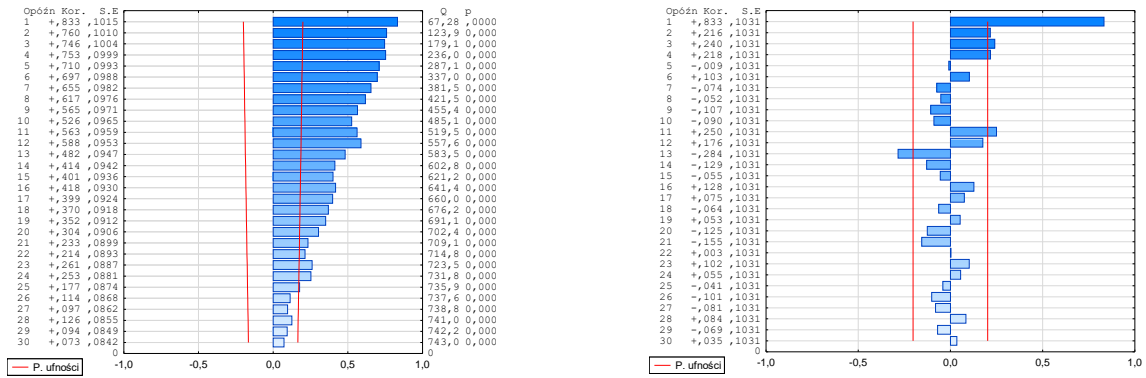


Rys. 3. Histogram i wykres normalności szeregu czasowego pierwotnego

Źródło: opracowanie własne.

Rozkład szeregu czasowego pierwotnego jest zbliżony do normalnego, o tendencji prawostronnie skośnej.

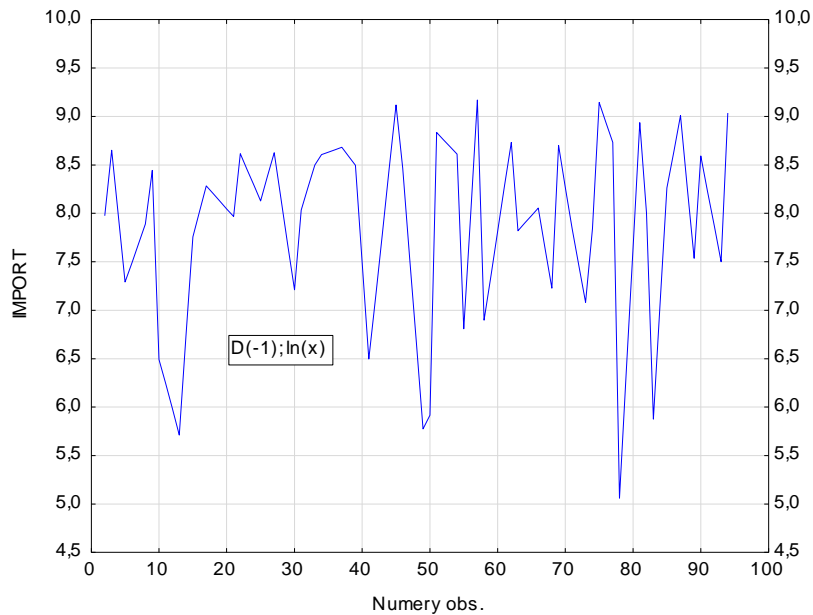
Kolejnym etapem analizy, było badanie zależności w poszczególnych elementach szeregu czasowego pierwotnego. Do tego celu wykorzystano narzędzia badawcze w postaci: autokorelacji i autokorelacji cząstkowej (rys. 4).



Rys. 4. Zastosowanie autokorelacji i autokorelacji do analizy pierwotnego szeregu czasowego
 Źródło: Opracowanie własne.

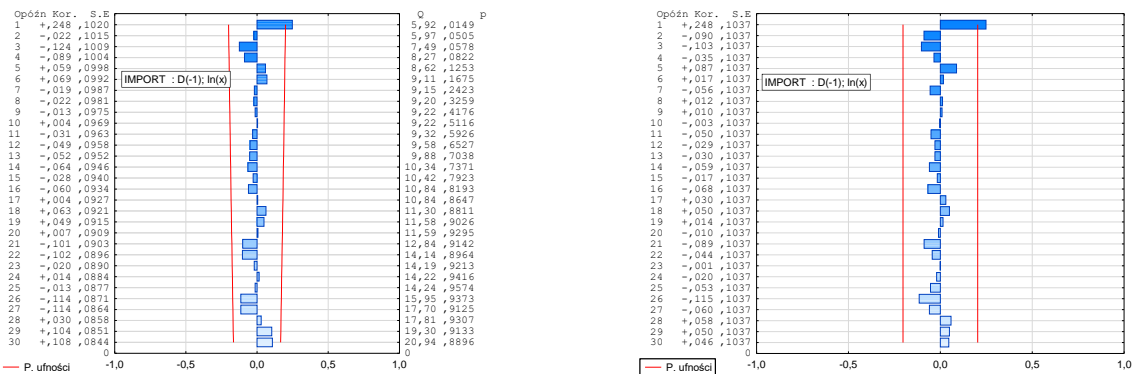
Zastosowanie autokorelacji i autokorelacji cząstkowej (rys. 4) świadczy o tym, że analizowany szereg czasowy pierwotny jest niestacjonarny. Widoczny jest w nim silny trend rosnący, oraz sezonowość.

Kolejnym etapem analizy była próba sprowadzenia szeregu czasowego pierwotnego do stacjonarności. W tym celu analizowany szereg różnicowano i zlogarytmowano. Wyniki przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Zastosowanie różnicowania pierwszego stopnia, oraz logarytmowania pierwotnego szeregu czasowego
 Źródło: Opracowanie własne.

Obserwacja wzrokowa rysunku 5 pozwala na stwierdzenie, że szereg czasowy pierwotny po przekształceniach jest stacjonarny. Co więcej, stacjonarność szeregu czasowego pierwotnego została dodatkowo zbadana poprzez zastosowanie narzędzi badawczych w postaci: autokorelacji i autokorelacji cząstkowej (rys. 6).



Rys. 6. Zastosowanie autokorelacji i autokorelacji do analizy pierwotnego szeregu czasowego po różnicowaniu pierwszego stopnia i logarytmowaniu
Źródło: Opracowanie własne.

Zastosowanie autokorelacji i autokorelacji cząstkowej (rys. 6) potwierdza hipotezę, że szereg czasowy pierwotny po zróżnicowaniu i zlogarytmowaniu stał się stacjonarny.

Dalszym etapem analizy szeregu czasowego pierwotnego było zbadanie i potwierdzenie istnienia zjawisk sezonowości i trendu. W tym celu zbudowano model zerojedynkowy regresji wielorakiej złożony z czternastu predyktorów. Istotne predyktory zestawiono w tabeli 1.

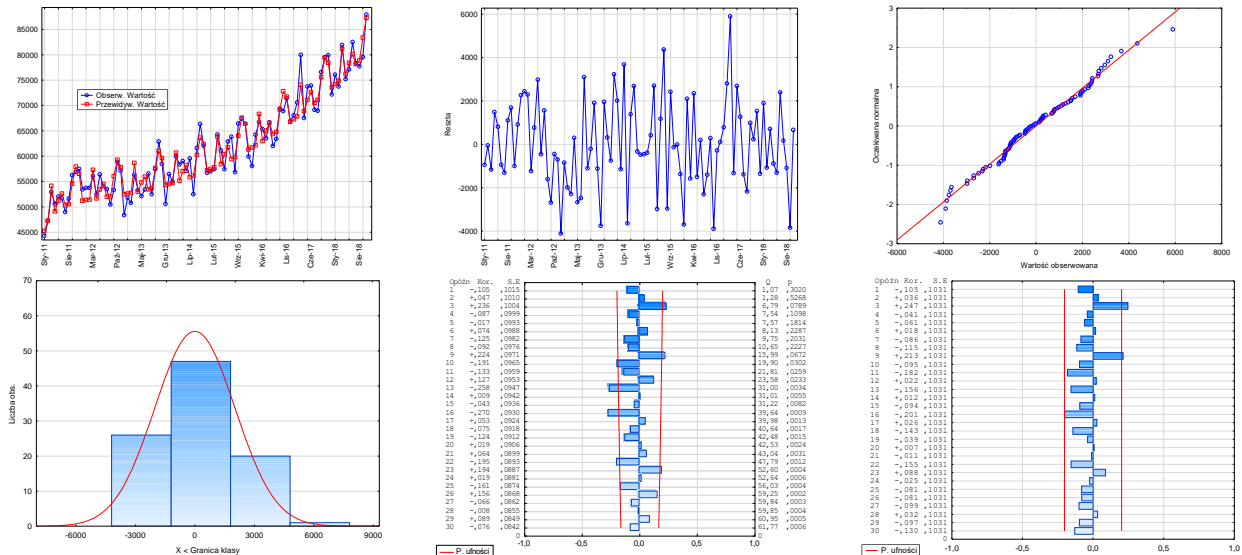
Tabela 1. Zero jedynkowy model regresji wielorakiej

N=94	R= ,97764217 R^2= ,95578422 Popraw. R2= ,95104681 Błąd std. estymacji: 2129,6					
	b*	Bł. std.	b	Bł. std.	t(84)	p
W. wolny			45507,66	1448,321	31,42097	0,000000
t	-0,741406	0,227664	-261,59	80,328	-3,25658	0,001627
t^2	1,400026	0,160817	5,04	0,579	8,70572	0,000000
lnt	0,313656	0,090183	3263,27	938,257	3,47801	0,000803
marzec	0,167693	0,023746	5753,52	814,727	7,06190	0,000000
maj	0,047819	0,023758	1640,67	815,119	2,01279	0,047340
czerwiec	0,077134	0,023778	2646,47	815,803	3,24400	0,001692
wrzesień	0,112344	0,023850	3854,51	818,280	4,71050	0,000010
październik	0,204741	0,023877	7024,61	819,207	8,57489	0,000000
listopad	0,149845	0,023741	5464,45	865,779	6,31160	0,000000

Źródło: Opracowanie własne.

Zbudowany model zerojedynkowy regresji wielorakiej jest bardzo dobrze dopasowany. Istotne predyktory przedstawione w tabeli 1 potwierdzają, że analizowany szereg czasowy pierwotny posiada trend i sezonowość.

Następnie przeprowadzono analizę i ocenę reszt zbudowanego modelu zerojedynkowego regresji wielorakiej (rys. 7).



Rys. 7. Analiza reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej
 Źródło: Opracowanie własne.

Obserwacja wzrokowa rysunku 7 pozwala na stwierdzenie, że jest dobre dopasowanie wartości przewidywanych i obserwowanych. Reszty modelu są zarówno dodatnie, jak i ujemne o długich wąsach. W resztach modelu zerowydzynkowego istnieją zależności. Rozkład reszt jest zbliżony do rozkładu normalnego.

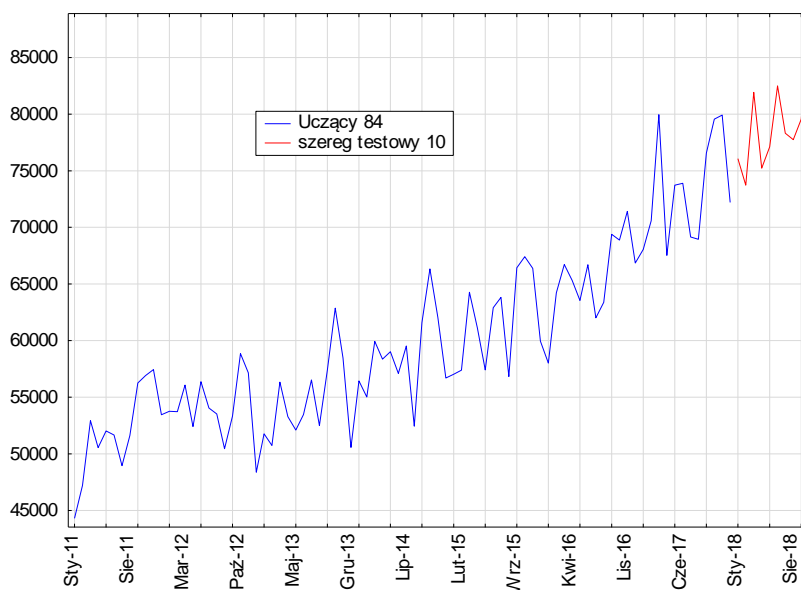
3. OCENA DANYCH

Oceną przeprowadzonej analizy jest wykrycie zależności w analizowanym szeregu czasowym pierwotnym w postaci sezonowości i trendu.

Ważną oceną jest również sposób sprowadzenia pierwotnego szeregu do postaci stacjonarnej. Zaobserwowana prawidłowość będzie miała zastosowanie przy budowie modelu ARIMA, który w świetle literatury, przy istniejących zależnościach w szeregu czasowym pierwotnym jest uznawany za najlepszy. Zatem model ARIMA zostanie wykorzystany do prognozy szeregu czasowego pierwotnego, a wybór jego predyktorów, będzie poprzedzony analizą dwóch zbudowanych modeli ARIMA.

4. ANALIZA METOD PROGNOSTYCZNYCH

Budowa modeli prognostycznych została poprzedzona podziałem pierwotnego szeregu czasowego danych dotyczących importu towarów do Polski w ujęciu miesięcznym w latach 2011-2018 na dwie części. Część pierwsza nazywana uczącą złożona została z 84 elementów, natomiast druga część zwana testową z 10 elementów. Podział szeregu pierwotnego na część uczącą i testową został zaprezentowany na rysunku nr 8.



Rys. 8. Podział szeregu czasowego pierwotnego importu towarów do Polski na część uczącą (84 – elementy - linia niebieska) i testową (10 elementów - linia czerwona)

Źródło: Opracowanie własne.

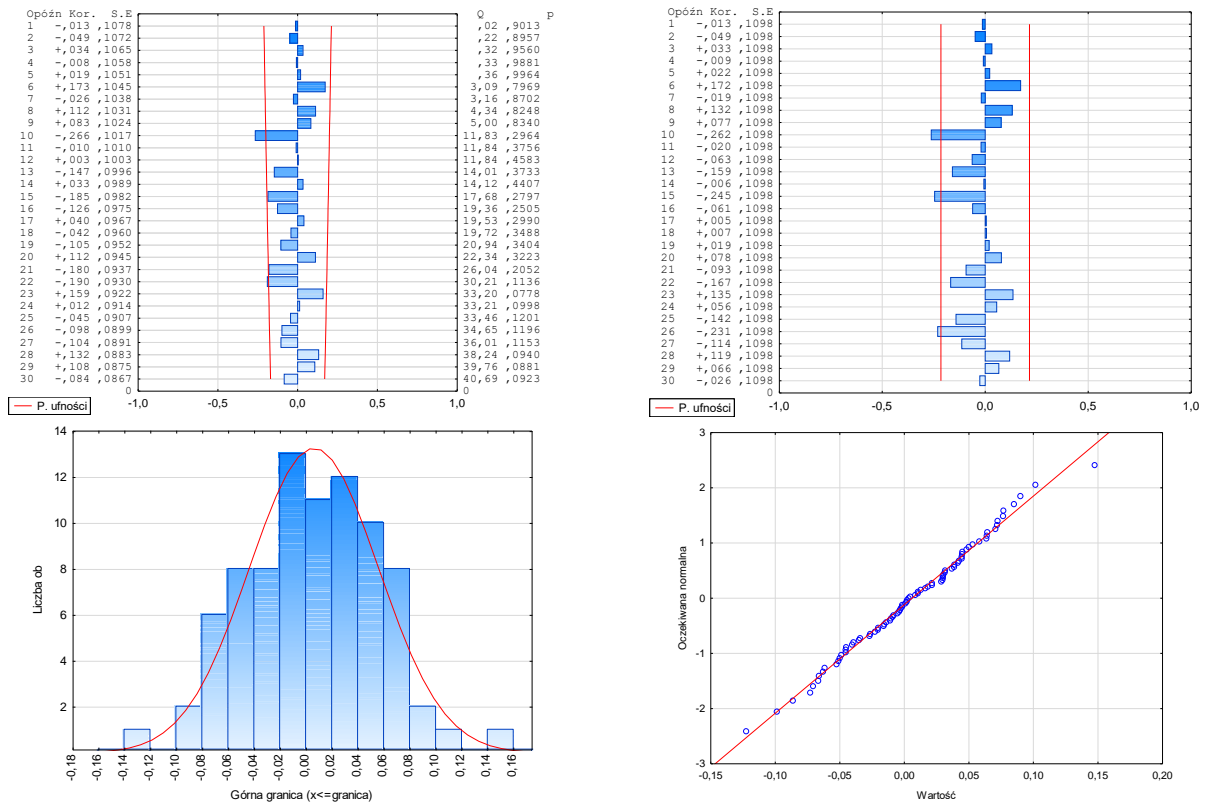
Pierwszą zastosowaną metodą prognostyczną była model ARIMA (0,1,1)(0,0,3). Wyniki prognozy szeregu czasowego uczącego na dziesięć przyszłych okresów modelem ARIMA (0,1,1)(0,0,3) przedstawiono na rysunku 9.

Tabela 2. Budowa modelu ARIMA (01,1)(0,0,3) dla szeregu uczącego

Parametr	Przekształcenia: $\ln(x), D(1)$ Model:(0,1,1)(0,0,3) Opóź. sezon.: 12 Resztowy MS= ,00262					
	Parametr	Asympt.	Asympt.	p	Dolna gr	Górna gr
q(1)	0,517569	0,096997	5,33594	0,000001	0,324502	0,710636
Qs(1)	-0,597256	0,124108	-4,81240	0,000007	-0,844286	-0,350226
Qs(2)	-0,611889	0,138700	-4,41159	0,000032	-0,887965	-0,335812
Qs(3)	-0,332779	0,128104	-2,59773	0,011190	-0,587763	-0,077795

Źródło: Opracowanie własne.

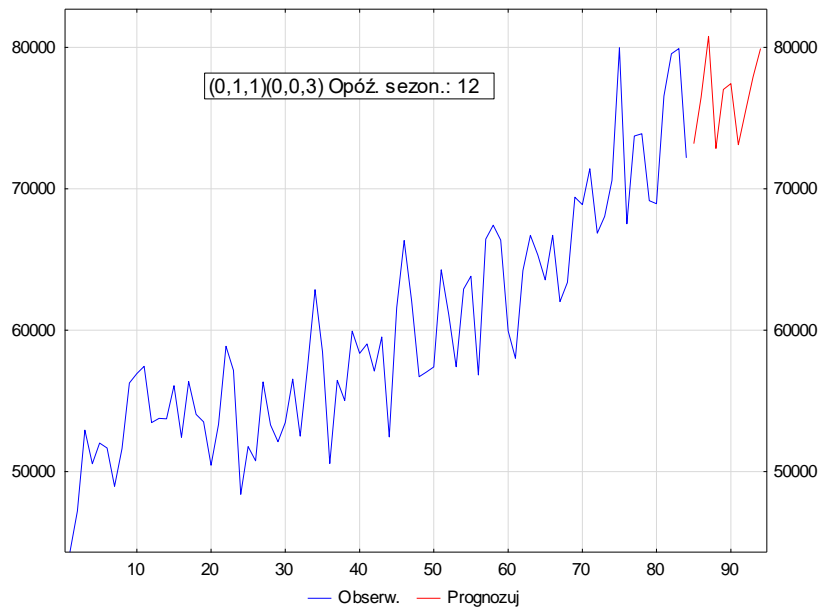
Następnie wykonano analizę i ocenę reszt prognozy modelu ARIMA (0,1,1)(0,0,3) (rys. 9).



Rys. 9. Analiza reszt prognozy zbudowanego modelu ARIMA (01,1)(0,0,3) dla szeregu uczącego
 Źródło: Opracowanie własne.

Z przeprowadzonej analizy przedstawionej na rysunku 9 wynika, że w resztach brak jest istotnych zależności, natomiast rozkład tych reszt jest normalny.

Następnie na rysunku 10 przedstawiono wyniki prognozy modelem ARIMA (0,1,1)(0,0,3) na dziesięć przyszłych okresów.



Rys. 10. Prognoza szeregu czasowego uczącego na dziesięć przyszłych okresów wykonana modelem ARIMA (01,1)(0,0,3)
 Źródło: Opracowanie własne.

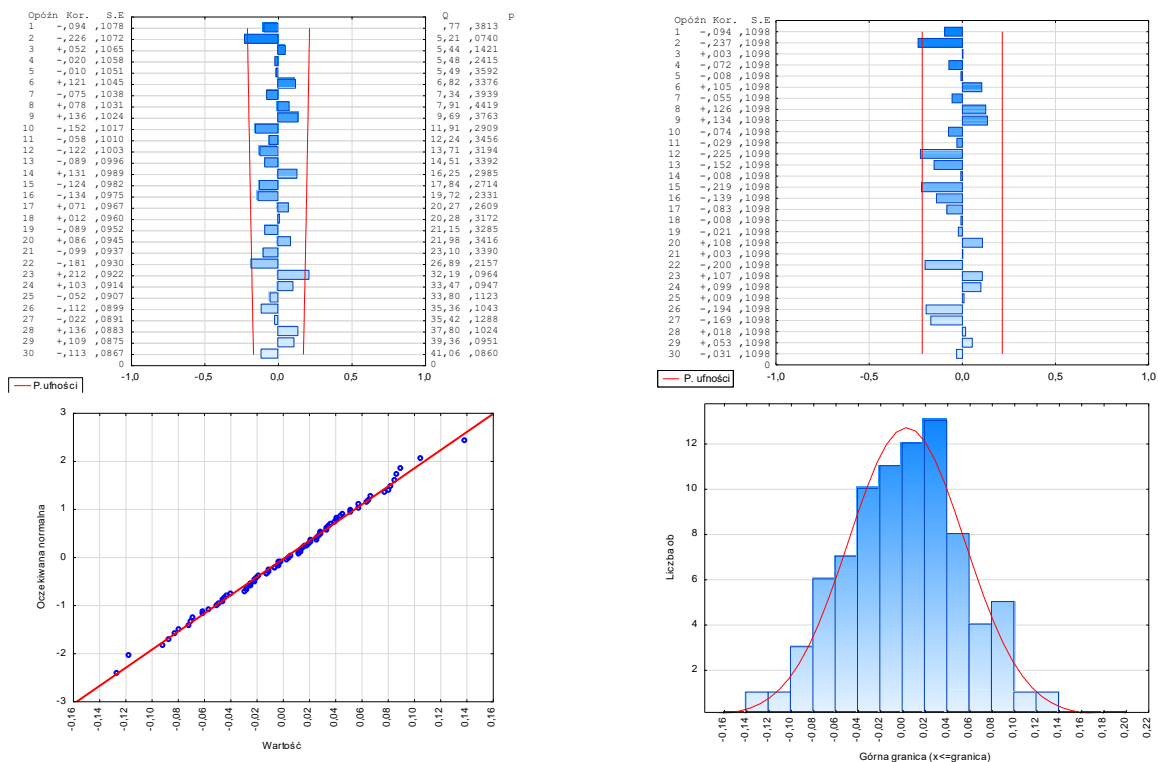
Kolejnym zbudowanym modelem prognostycznym był model ARIMA (1,1,0)(1,0,0). Wyniki istotności predyktorów zbudowanego modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Budowa modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) dla szeregu uczącego

Parametr	Przekształcenia: ln(x),D(1)					
	Model:(1,1,0)(1,0,0) Opóz. sezon.: 12 Resztowy MS= ,00276					
	Parametr	Asympt.	Asympt.	p	Dolna gr	Górna gr
p(1)	-0,372892	0,104840	-3,55676	0,000631	-0,581491	-0,164293
Ps(1)	0,751151	0,089491	8,39364	0,000000	0,573093	0,929209

Źródło: Opracowanie własne.

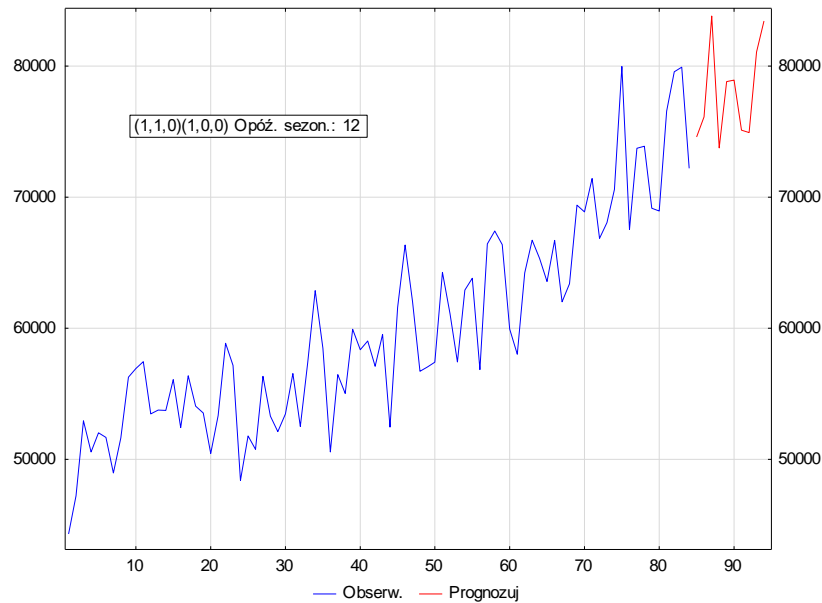
Następnie na rysunku 11 przedstawiono analizę i ocenę reszt prognozy modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0).



Rys. 11. Analiza reszt prognozy zbudowanego modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) dla szeregu uczącego
Źródło: Opracowanie własne.

Z przeprowadzonej analizy przedstawionej na rysunku 11 wynika, że w resztach brak jest istotnych zależności, natomiast rozkład tych reszt jest zbliżony normalny.

Następnie na rysunku 12 przedstawiono wyniki prognozy modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0) na dziesięć przyszłych okresów.



Rys. 12. Prognoza szeregu czasowego uczącego na dziesięć przyszłych okresów wykonana modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0)
Źródło: Opracowanie własne.

5. OCENA METOD PROGNOSTYCZNYCH

W tabeli 3 wykonano analizę średniego bezwzględnego procentowego błędu prognozy dla zastosowanych metod prognostycznych.

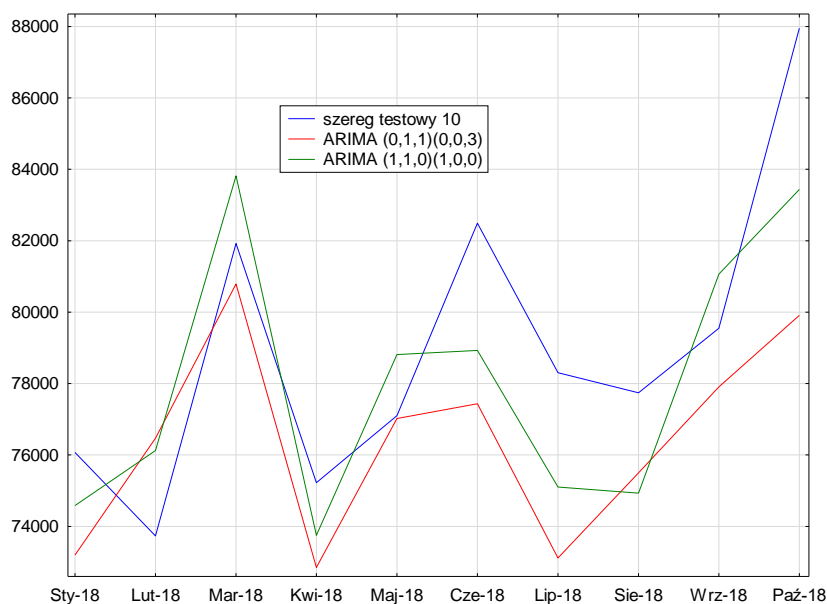
Tabela 4. Analiza wskaźników średniego bezwzględnego procentowego błędu prognozy dla zbudowanych modeli

	MAPE ARIMA (0,1,1)(0,0,3)	MAPE ARIMA (1,1,0)(1,0,0)
ŚREDNIA	3,898277714	3,073652085

Źródło: Opracowanie własne.

Zgodnie z tabelą 4 najlepszą metodą prognostyczną, była metoda oparta o model ARIMA (1,1,0)(1,0,0), gdzie MAPE wyniosło 3,07%.

Dla celów badawczych zestawiono wykonane prognozy z szeregiem czasowym testowym (rys. 13).



Rys. 13. Zestawienie na wykresie liniowym wykonanych dwóch prognoz z szeregiem testowym
Źródło: Opracowanie własne.

Obserwacja wzrokowa rysunku 13 pozwala na stwierdzenie, że najlepiej dopasowaną metodą był model ARIMA (1,1,0)(1,0,0). Tym samym stało się to przesłanką do prognozy szeregu czasowego pierwotnego modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0).

6. PROGNOZOWANIE

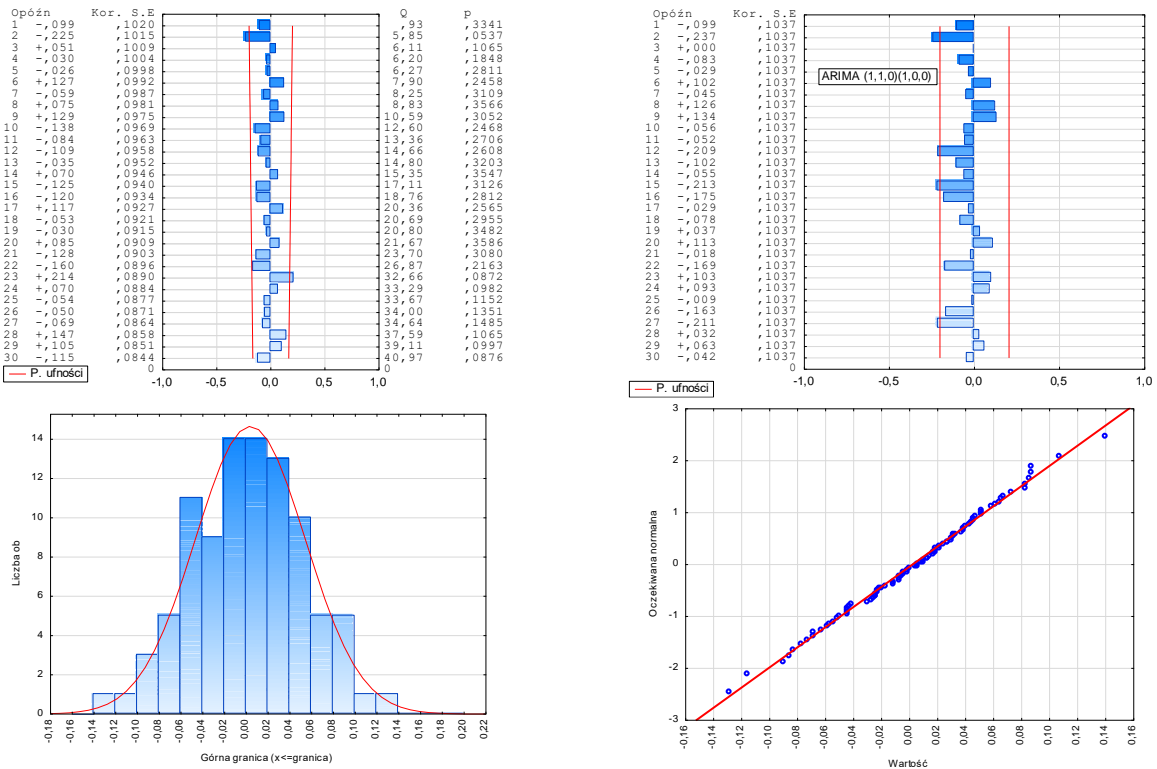
Do prognozy szeregu czasowego pierwotnego użyto modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0). Istotne predyktory zbudowanego modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) zestawiono w tabeli 3.

Tabela 5. Budowa modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) dla szeregu pierwotnego

Parametr	Przekształcenia: $\ln(x), D(1)$ Model:(1,1,0)(1,0,0) Opóź. sezon.: 12 Resztowy MS= ,00260					
	Parametr	Asympt.	Asympt.	p	Dolna gr	Górna gr
p(1)	-0,391358	0,098520	-3,97239	0,000142	-0,587055	-0,195661
Ps(1)	0,725101	0,080182	9,04320	0,000000	0,565830	0,884373

Źródło: Opracowanie własne.

Następnie na rysunku 14 przeprowadzono analizę i ocenę reszt prognozy zbudowanego modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0).

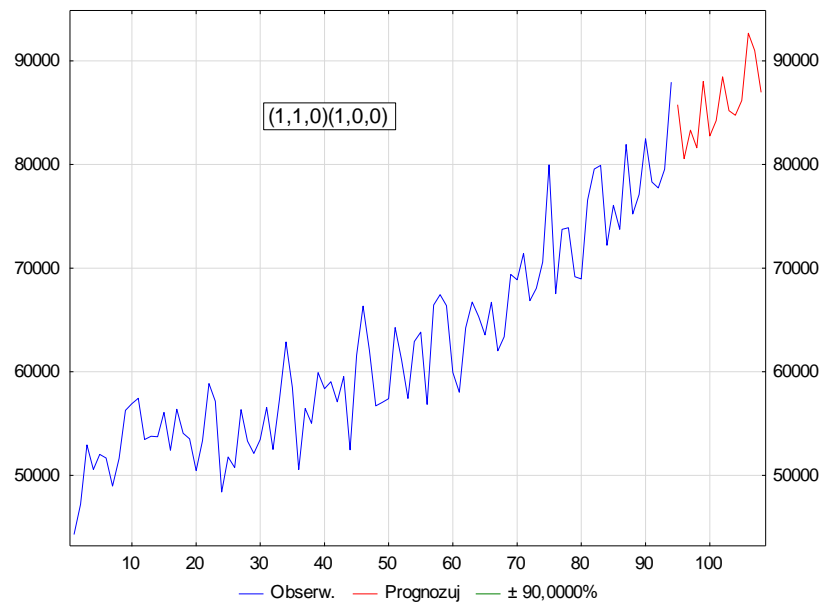


Rys. 14. Analiza reszt prognozy zbudowanego modelu ARIMA (1,1,0)(1,0,0) dla szeregu pierwotnego

Źródło: Opracowanie własne.

Z przeprowadzonej analizy przedstawionej na rysunku 14 wynika, że w resztach brak jest zależności, natomiast rozkład tych reszt jest normalny.

Następnie na rysunku 15 przedstawiono wyniki prognozy modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0) na czternaście przyszłych okresów.



Rys. 15. Prognoza szeregu czasowego pierwotnego na czternaście przyszłych okresów wykonana modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne.

PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Cel artykułu został osiągnięty. Przeprowadzono analizę i ocenę szeregu czasowego danych dotyczących importu towarów do Polski w latach 2011-2018, oraz prognozowanie na czternaście przyszłych okresów (miesiące – 2019 rok) modelem ARIMA.

Do wyboru właściwego modelu prognozowania konieczna była dokładna analiza i ocena informacji danych historycznych szeregu czasowego dotyczącego importu towarów do Polski w latach 2011-2018. Wykonana ocena stała się przesłanką do wyboru dwóch modeli uczących ARIMA do prognozowania. Po przeprowadzonej analizie i ocenie modeli uczących wybrano model ARIMA (1,1,0)(1,0,0), którym wykonano prognozowanie szeregu czasowego pierwotnego. Wyniki prognozy na czternaście przyszłych okresów przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 6. Wyniki prognozy modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0) danych dotyczących importu towarów do Polski w ujęciu miesięcznym w latach 2011-2018 na czternaście przyszłych okresów

Lp.	Miesiąc	Prognoza importu towarów modelem ARIMA (1,1,0)(1,0,0) do Polski od listopada 2018 roku do grudnia 2019 roku
1	lis 18	85 768,75
2	gru 18	80 566,89
3	sty 19	83 319,19
4	lut 19	81 595,52
5	mar 19	88 012,98
6	kwi 19	82 754,49
7	maj 19	84 237,50
8	cze 19	88 472,65
9	lip 19	85 190,49
10	sie 19	84 748,17
11	wrz 19	86 172,85
12	paź 19	92 679,14
13	lis 19	91 004,82
14	gru 19	86 968,43

Źródło: Opracowanie własne.

Z tabeli 4 wynika, że import towarów do Polski w 2019 roku będzie wyższy od lat poprzednich. Co więcej w prognozie zaobserwować można czynniki sezonowości i trendu, które wynikają z specyfiki gospodarczej i politycznej Polski.

Uzyskane informacje dotyczące analizy, oceny danych dotyczących importu towarów do Polski w latach 2011-2019 są niezwykle istotne z punktu widzenia głównych problemów makroekonomicznych, gdyż pozwalają podjąć wiele decyzji związanych z planowaniem dotyczącym wydatkowania środków niezbędnych na zabezpieczenie przyszłych realizowanych przedsięwzięć w całym procesie związanym z importem towarów do Polski w ujęciu dynamicznym.

LITERATURA:

- [1] BEGG, D., VERNASCA, G., FISHER, S., & DORNBUSH, R. (2014). Makroekonomia, wyd. 5 popr. PWE, Warszawa.
- [2] DITTMANN, P. (2008). *Prognozowanie w przedsiębiorstwie: metody i ich zastosowanie*. Oficyna a Wolters Kluwer business.
- [3] DITTMANN, I., DITTMANN, P., SZABELA-PASIERBIŃSKA, E., & SZPULAK, A. (2016). *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Wydawnictwo Nieoczywiste-GAB Media.
- [4] DITTMANN, I., DITTMANN, P., SZABELA-PASIERBIŃSKA, E., & SZPULAK, A. (2011). *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa*. Wolters Kluwer.
- [5] GABRUSEWICZ, W., KAMELA-SOWIŃSKA, A., & POETSCHKE, H. (2002). *Rachunkowość zarządcza*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- [6] KOZICKI, B., BRZEZIŃSKI, M., WAŚCIŃSKI, T., & TOMASZEWSKI, J. (2018). Zastosowanie prognozy do planowania przychodów przedsiębiorstwa. *Gospodarka Materialowa i Logistyka*, (5 (CD)), 332-343.
- [7] KOZICKI, B., WAŚCIŃSKI, T., BRZEZIŃSKI, M., & LISOWSKA, A. (2018). Cost forecast in a shipping company. *Transport means*, 1822-296.
- [8] KOZICKI, B. (2018). Metodyka prognozowania zysku w przedsiębiorstwie. *Systemy logistyczne wojsk*, (49), 138-157.
- [9] KOZICKI, B., WAŚCIŃSKI, T., & LISOWSKA, A. (2018). Selection of optimal forecasting method for a CPI inflation measure in Poland, wyd. Katedra Zarządzania Jakością i Wiedzą WE UMCS Lublin 2018.
- [10] WHEELWRIGHT, S., MAKRIDAKIS, S., & HYNDMAN, R. J. (1998). *Forecasting: methods and applications*. John Wiley & Sons.
- [11] NOWAK, E. (1999). *Rachunek kosztów*. Wrocław: Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN.
- [12] PAPIEŻ, M., ŚMIECH S. (2015). *Modelowanie i prognozowanie cen surowców energetycznych*. Warszawa: Wydawnictwo C.H. BECK.
- [13] PARLIŃSKA, A. (2010). „Finanse” Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [14] PODSTAWKA, M., & WYDAWNICTWO NAUKOWE, P. W. N. (EDS.). (2010). *Finanse: instytucje, instrumenty, podmioty, rynki, regulacje*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [15] RABIEJ, M. (2018). *Analizy statystyczne z programami Statistica i Excel*. Wydawnictwo Helion.
- [16] SUCHWAŁKO, A., & ZAGDAŃSKI, A. (2016). *Analiza i prognozowanie szeregów czasowych. Praktyczne wprowadzenie na podstawie środowiska R*, PWN, Warszawa.

[17] ŚWIDERSKA, G. K. (2003). Rachunkowość zarządcza i rachunek kosztów. *Difin, Warszawa, 1.*