

PROGNOZOWANIE CENY JEDNEGO METRA KWADRATOWEGO MIESZKANIA W POLSCE

FORECASTING THE PRICE OF ONE SQUARE METRE OF A FLAT IN POLAND

Bartosz Kozicki¹, Tadeusz Waściński², Agnieszka Lisowska³

¹ Polska, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Wydział Logistyki,
Nr ORCID: 0000-0001-6089-952x, e-mail: bartosz.kozicki@wat.edu.pl

² Polska, Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania,
Nr ORCID: 0000-0002-4848-314x, e-mail: tadeusz.wascinski@pw.edu.pl

³ Polska, Politechnika Warszawska, Wydział Zarządzania,
Nr ORCID: 0000-0003-0143-1905, e-mail: agnieszka.lisowska@pw.edu.pl

Streszczenie. W artykule omówiono problem z zakresu prognozowania ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999- 2017 w ujęciu kwartalnym na podstawie informacji pierwotnych uzyskanych z Narodowego Banku Polskiego. Badania rozpoczęto od analizy i oceny szeregów czasowych. Na podstawie uzyskanych ocen, dobrano metody prognostyczne i wykonano prognozowanie. Następnie przeprowadzono analizę zastosowanych metod prognostycznych i wybrano najlepszą.

Słowa kluczowe: nakłady, cena, prognozowanie

Abstract. In this article the author raises the issue regarding forecasting the price of one square metre of a flat in Poland between 1999 and 2017 on a quarterly basis on the grounds of original data gathered from the National Bank of Poland. The research began from the analysis and evaluation of time series. Thanks to the results obtained, prognostic methods were selected and the forecasting was conducted. Then, the analysis of applied prognostic methods was performed and the best one was chosen.

Keywords: expenditure, price, forecasting

Wstęp

W latach 2010-2018 w Polsce widoczne jest zjawisko wzrostu gospodarczego, które przejawia się zwiększoną ilością: pieniądza w obiegu, transakcji kupna i sprzedaży. Niniejszy trend wpływa na zjawisko poszukiwania przez deweloperów i nie tylko, różnych form inwestycji kapitału. Jedną z wielu możliwości lokowania środków finansowych, rozważanych przez inwestorów w Polsce, są zakupy nieruchomości. W artykule podjęto problem związany z przewidywaniem średniej ceny mieszkania w Polsce na przyszłość. Uzyskane wyniki można przełożyć na ceny mieszkań w poszczególnych miejscowościach przyjmując odpowiedni wskaźnik procentowy.

Celem opracowania jest próba przeprowadzenia prognozy ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce na osiem przyszłych okresów. Okres badawczy obejmuje lata 1999-2017.

Materiał i metody

W artykule zastosowano metody badawcze w postaci analizy literatury, która dotyczy zagadnień związanych z nakładami, ceną metra kwadratowego mieszkania i prognozowania [1-14], analizy dokumentów źródłowych, metody symulacji komputerowej oraz porównania. Dodatkowo użyto techniki badawczej w postaci programu komputerowego Statistica. Zastosowano następujące narzędzia badawcze: zakres kwartylowy, autokorelacja, autokorelacja częściowa, regresja wieloraka, histogram, test Shapiro-Wilka, test Grubsa.

Wyniki i dyskusja

Zdaniem autorów z punktu widzenia tematu artykułu poprawne prognozowanie, a następnie na bazie tego planowanie różnego rodzaju inwestycji związanych np. z budową nieruchomości, wymaga posiadania odpowiednich nakładów środków do ich realizacji.

Cena jednego metra nieruchomości w tym wypadku będzie odgrywała istotne znaczenie.

W literaturze spotyka się różne interpretacje znaczenia terminu cena. Za podstawową definicję przyjmuje się wyrażoną w pieniądzu wartość towaru, usługi, innego pieniądza (waluty) i czynników wytwórczych. Co więcej, dla zjawisk finansowych podstawowe znaczenie mają nie same ceny, ale przede wszystkim mechanizm ich kształtowania oraz skutki stosowania cen przez podmioty gospodarcze (Owsiak, 2015, s. 64).

Zgodnie z ustawą, na mocy której ogłaszany jest wskaźnik, przez cenę 1 m² powierzchni użytkowej budynku (mieszkalnego) rozumie się przeciętne dla całego kraju nakłady poniesione przez inwestorów na budowę wielomieszkalniowych budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1 m² powierzchni użytkowej budynku, wyznaczone jako średnia ważona powierzchnią użytkową budynków mieszkalnych oddanych do użytkowania w poszczególnych województwach. Kwestia prognozowania cen powierzchni użytkowej mieszkań jest niezwykle istotna z punktu widzenia zarówno inwestorów, jak i klientów.

Zdaniem P. Dittmanna prognozowanie jest racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń (Dittman, 2016, s. 13). Natomiast celem prognozowania jest zmniejszenie ryzyka związanego z popełnieniem błędu. Ma to duże znaczenie podczas planowania wszelkiego rodzaju kosztów i przychodów w różnych przedsiębiorstwach, w tym w branży turystycznej.

W literaturze istnieje wiele różnych klasyfikacji metod prognozowania, lecz jedną z najczęściej stosowanych jest podział metod na ilościowe i jakościowe. W niniejszym opracowaniu będą stosowane metody ilościowe. Wybór odpowiednich metod będzie poprzedzony dokładną analizą i oceną szeregów czasowych danych dotyczących ceny jednego grama złota o próbie 1000.

Pierwszym etapem analizy było zebranie danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym. Dane zostały zestawione w tabeli 1.

Następnie dla celów badawczych powyższe dane zestawiono na wykresie liniowym i mechanicznie, po przeprowadzonej obserwacji, narysowano linię trendu. Trend opisano funkcją: $1937,9105 + 33,6418 \cdot X$. Alfa opisanej funkcji (33,6418) wskazuje na istnienie trendu rosnącego.

Kolejnym etapem badania było potwierdzenie zaobserwowanego trendu poprzez zastosowanie analizy danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu rocznym (tabela 2). Przedstawione

w tabeli 2 wyniki sumy w poszczególnych latach wskazują na istnienie trendu, który widoczny jest poprzez rosnące wielkości od pierwszego rozpatrywanego roku.

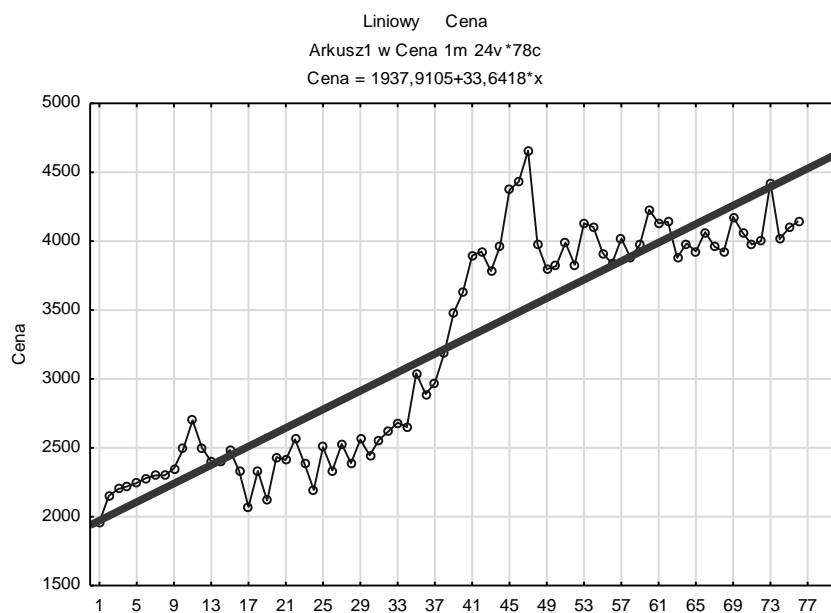
Tabela 1. Zestawienie danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym (zł)

Rok	I kwartał	II kwartał	III kwartał	IV kwartał
2017	4 424	4 014	4 097	4 145
2016	4 177	4 063	3 976	4 000
2015	3 926	4 066	3 961	3 925
2014	4 129	4 141	3 880	3 984
2013	4 019	3 879	3 975	4 228
2012	4 130	4 103	3 915	3 837
2011	3 797	3 819	3 988	3 829
2010	4 372	4 433	4 657	3 979
2009	3 895	3 924	3 783	3 964
2008	2 970	3 186	3 478	3 631
2007	2 683	2 650	3 041	2 890
2006	2 560	2 445	2 557	2 619
2005	2 505	2 336	2 528	2 388
2004	2 412	2 562	2 386	2 195
2003	2 071	2 332	2 117	2 432
2002	2 400	2 400	2 484	2 330
2001	2 350	2 490	2 700	2 500
2000	2 245	2 280	2 300	2 300
1999	1 960	2 150	2 200	2 220

Źródło: <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodkitrwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html> (stan z dnia 21.08.2018).

Następnie zastosowano narzędzia badawcze w postaci: autokorelacji, autokorelacji cząstkowej i wykresu normalności (rysunek 2) w celu zaobserwowania trendu, sezonowości i zbadania rozkładu rozpatrywanego modelu. Autokorelacja wykazuje powolny spadek, który przyjmuje kształt sinusoidy. Wskazuje to na istnienie trendu. Trend potwierdza pierwszy, silny współczynnik autokorelacji cząstkowej. Rozkład reszt jest zbliżony do rozkładu normalnego.

Dla celów badawczych wykorzystano różnicowanie drugiego poziomu do usunięcia trendu w rozpatrywanym szeregu czasowym. Wyniki przedstawiono na rysunku 3.

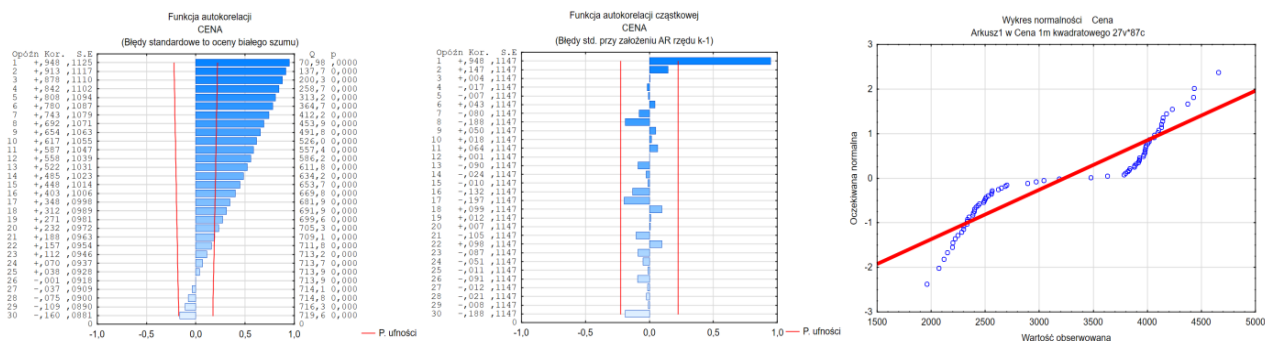


Rysunek 1. Zestawienie danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym i nakreślenie linii trendu
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Analiza danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu rocznym pod kątem wykrycia trendu

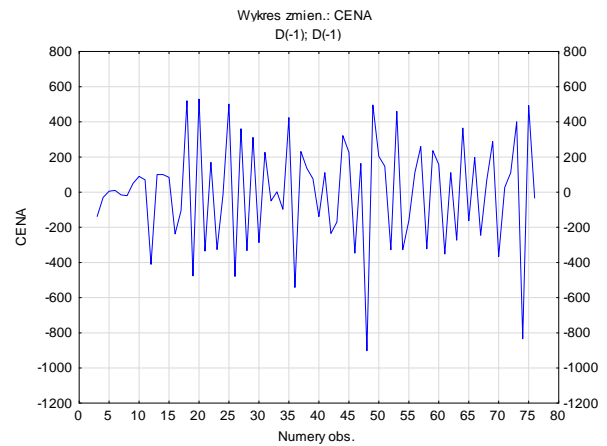
Zmienna	Statystyki opisowe (Arkusz1 w Cena wariancja lata)										Wariancja	Odch.std
	Nważnych	% Ważnych	Średnia	Suma	Minimum	Maksimum	Dolny Kwartyl.	Górný Kwartyl.	Percentyl 10.00000	Percentyl 90.00000		
2017	4	100,0000	4170,000	16680,00	4014,000	4424,000	4055,500	4284,500	4014,000	4424,000	31602,00	177,7695
2016	4	100,0000	4054,000	16216,00	3976,000	4177,000	3988,000	4120,000	3976,000	4177,000	8070,00	89,8332
2015	4	100,0000	3969,500	15878,00	3925,000	4066,000	3925,500	4013,500	3925,000	4066,000	4419,00	66,4756
2014	4	100,0000	4033,500	16134,00	3880,000	4141,000	3932,000	4135,000	3880,000	4141,000	15563,00	124,7518
2013	4	100,0000	4025,250	16101,00	3879,000	4228,000	3927,000	4123,500	3879,000	4228,000	21686,92	147,2648
2012	4	100,0000	3996,250	15985,00	3837,000	4130,000	3876,000	4116,500	3837,000	4130,000	20415,58	142,8831
2011	4	100,0000	3858,250	15433,00	3797,000	3988,000	3808,000	3908,500	3797,000	3988,000	7660,92	87,5267
2010	4	100,0000	4360,250	17441,00	3979,000	4657,000	4175,500	4545,000	3979,000	4657,000	79614,25	282,1600
2009	4	100,0000	3891,500	15566,00	3783,000	3964,000	3839,000	3944,000	3783,000	3964,000	6032,33	77,6681
2008	4	100,0000	3316,250	13265,00	2970,000	3631,000	3078,000	3554,500	2970,000	3631,000	87361,58	295,5699
2007	4	100,0000	2816,000	11264,00	2650,000	3041,000	2666,500	2965,500	2650,000	3041,000	33782,00	183,7988
2006	4	100,0000	2545,250	10181,00	2445,000	2619,000	2501,000	2589,500	2445,000	2619,000	5281,58	72,6745
2005	4	100,0000	2439,250	9757,00	2336,000	2528,000	2362,000	2516,500	2336,000	2528,000	8495,58	92,1715
2004	4	100,0000	2388,750	9555,00	2195,000	2562,000	2290,500	2487,000	2195,000	2562,000	22700,92	150,6682
2003	4	100,0000	2238,000	8952,00	2071,000	2432,000	2094,000	2382,000	2071,000	2432,000	29667,33	172,2421
2002	4	100,0000	2403,500	9614,00	2330,000	2484,000	2365,000	2442,000	2330,000	2484,000	3969,00	63,0000
2001	4	100,0000	2510,000	10040,00	2350,000	2700,000	2420,000	2600,000	2350,000	2700,000	20733,33	143,9907
2000	4	100,0000	2281,250	9125,00	2245,000	2300,000	2262,500	2300,000	2245,000	2300,000	672,92	25,9406
1999	4	100,0000	2132,500	8530,00	1960,000	2220,000	2055,000	2210,000	1960,000	2220,000	14091,67	118,7083

Źródło: opracowanie własne.

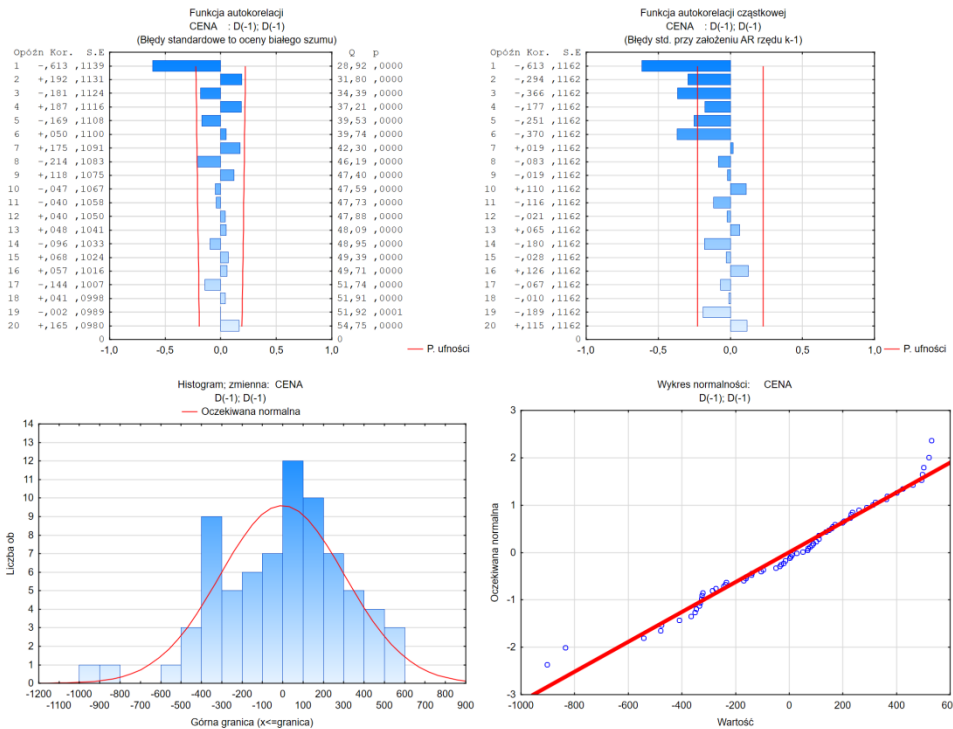


Rysunek 2. Zastosowanie narzędzi badawczych: autokorelacji, autokorelacji cząstkowej i wykresu normalności
Źródło: opracowanie własne.

Zastosowanie różnicowania drugiego stopnia dla badanego szeregu czasowego pozwoliło sprowadzić go do stacjonarności (rysunek 3). Następnie zbadano istniejące zależności w analizowanym szeregu czasowym po przeprowadzonym różnicowaniu (rysunek 4). Autokorelacja przedstawiona na rysunku 4 wskazuje na istnienie stacjonarności rozkładu. Funkcja autokorelacji cząstkowej jest „ucięta” dla $k=4$ i $k<6$. Zastosowanie autokorelacji i autokorelacji cząstkowej wskazuje na możliwość wykonania prognozy przez model MA oparty na średniej ruchomej. Rozkład rozpatrywanego szeregu czasowego jest zbliżony do rozkładu normalnego (rysunek 4 – wykres histogramu i wykres normalności).



Rysunek 3. Różnicowanie drugiego stopnia badanego szeregu czasowego
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 4. Zastosowanie narzędzi badawczych: autokorelacji, autokorelacji cząstkowej, histogramu i wykresu normalności
Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim etapem analizy było zastosowanie narzędzia regresji wielorakiej dla pierwotnego szeregu czasowego, bez przeprowadzonego zabiegu różnicowania. Zbudowano model złożony z czternastu predyktorów do oceny istnienia trendu i sezonowości. Do budowy modelu zastosowano regresję krokową wsteczną. Na rysunku 5 przedstawiono tylko istotne predyktory, które wyraźnie potwierdzają istnienie tylko trendu. Następnie przeprowadzono analizę reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej. W tym celu za-

stosowano następujące narzędzia badawcze: autokorelację, autokorelację cząstkową i wykres normalności. Wyniki analizy zostały przedstawione na rysunku 6. Wynika z niego, że istnieją zależności w rozpatrywanych resztach zbudowanego modelu (autokorelacja, autokorelacja cząstkowa). Widoczny jest silny trend poprzez powoli opadające współczynniki w autokorelacji i pierwszy silny w autokorelacji cząstkowej. Wykres normalności wskazuje na rozkład reszt zbliżony do rozkładu normalnego.

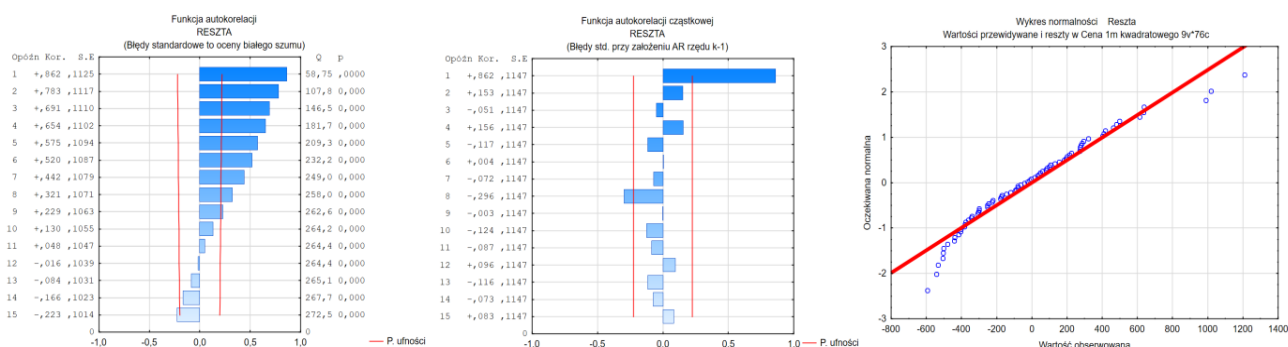
Oceną przeprowadzonej analizy danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego jest to, że w rozpatrywanym szeregu czasowym istnieje trend rosnący. Wobec tego w kolejnym punkcie meryto-

rycznym wykonano prognozę na 8 przyszłych okresów (kwartałów) trzema uznanymi w tego typu przypadku najlepszymi metodami: Kleina, Holta i ARIMA (rysunek 7).

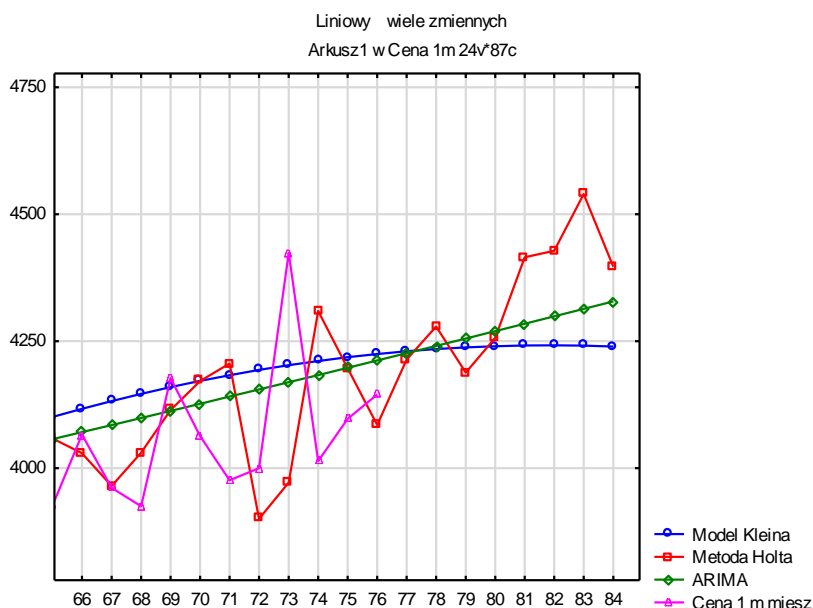
Podsumowanie regresji zmiennej zależnej: Cena (Arkusz1 w Cena 1m)
 $R=,91868108$ $R^2=,84397493$ Popraw. $R^2=,83747389$
 $F(3,72)=129,82$ $p<0,0000$ Błąd std. estymacji: 331,42

N=76	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	t(72)	p
W. wolny			2438,881	231,4767	10,53618	0,000000
t	2,56984	0,472453	95,666	17,5877	5,43936	0,000001
t^2	-1,16108	0,331164	-0,544	0,1551	-3,50606	0,000787
Int	-0,60071	0,188080	-540,094	169,1002	-3,19393	0,002083

Rysunek 5. Budowa i zastosowanie modelu regresji wielorakiej do oceny istnienia trendu i sezonowości
 Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 6. Ocena zbudowanego modelu regresji wielorakiej poprzez zastosowanie narzędzi badawczych w postaci: autokorelacji, autokorelacji cząstkowej i wykresu normalności
 Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 7. Zestawienie prognoz szeregów czasowych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999- 2017 na osiem przyszłych kwartałów (dwa lata) wykonane metodą Kleina, Holta i ARIMA
 Źródło: opracowanie własne.

Pierwszą była metoda oparta na modelu Kleina. Zbudowano do tego celu model oparty na trzech najlepszych predyktorach i wykonano prognozę (linia niebieska – rysunek 7).

Kolejną zastosowaną metodą była metoda Holta oparta na trendzie liniowym addytywnym. Wektory stałe przyjęte dla zastosowanej metody były następujące: Alfa – 0,709, Delta – 0,00, Gamma – 0,00. Prognoza na rysunku 7 została przedstawiona linią czerwoną.

Ostatnią zastosowaną metodą był zbudowany model ARIMA (0,2,1).

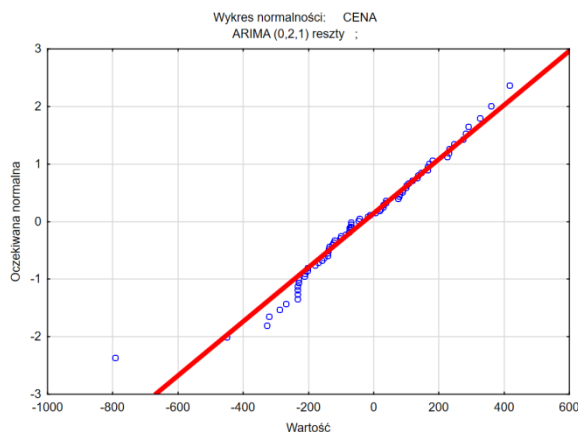
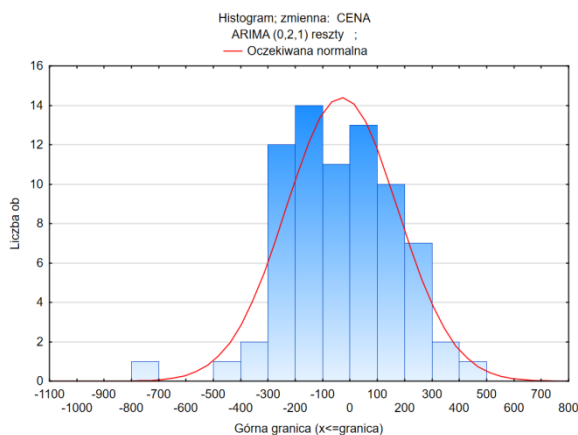
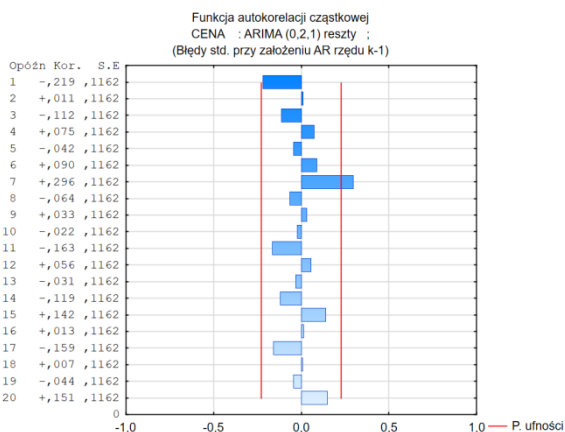
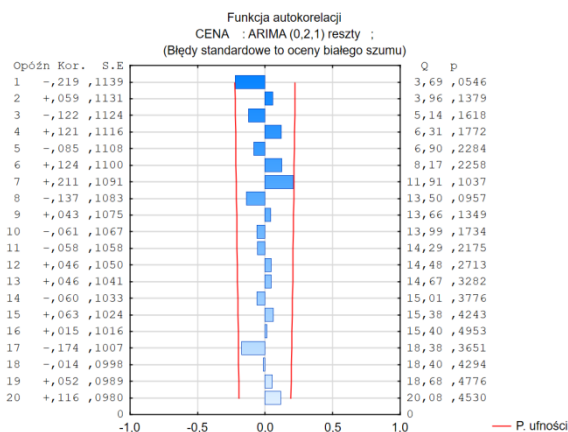
Następnie dla celów badawczych, by ocenić najlepszą zastosowaną metodę, określono względny błąd prognozy (rysunek 8). Najlepszą zastosowaną metodą był zbudowany model ARIMA (0,2,1).

Arkusz1			
	APE Kleina	APE Holta	APE ARIMA
ŚREDNIA przyp. 1-87	8,72120081	4,27969992	3,13431345

Rysunek 8. Zestawienie względnego błędu prognozy wykonanej metodami: Kleina, Holta i ARIMA

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim etapem badania była analiza i ocena reszt najlepszej metody prognostycznej – modelu ARIMA, którą zestawiono na rysunku 9. Z przeprowadzonej oceny analizy reszt wynika, że zbudowany model jest poprawny, świadczy o tym widoczne zjawisko białego szumu zarówno w autokorelacji, jak i autokorelacji cząstkowej. Co więcej, rozkład reszt zbudowanego modelu jest zbliżony do rozkładu normalnego.



Rysunek 9. Analiza reszt modelu ARIMA poprzez zastosowanie narzędzi badawczych: autokorelacji, autokorelacji cząstkowej, histogramu i wykresu normalności

Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

Przeprowadzona analiza i ocena danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym wskazuje na istnienie trendu rosnącego. Stało się to przesłanką do wykonania analizy, a na jej podstawie

oceny pod kątem wyboru odpowiednich metod prognostycznych.

Cel artykułu został osiągnięty. Przeprowadzono prognozowanie na osiem przyszłych okresów, a zbudowany model poddano analizie i ocenie.

Do wyboru właściwego modelu prognozowania konieczna była dokładna analiza i ocena informacji historycznych szeregów czasowych danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym. Kolejnym krokiem było przeprowadzenie prognozowania. Następnie przeprowadzono analizę i ocenę prognoz (rysunek 5). Najlepszą zastosowaną metodą był zbudowany model ARIMA (0,2,1), który poddano analizie i ocenie reszt.

Szczegółowe wyniki prognozy danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 w ujęciu kwartalnym modelem ARIMA (0,2,1) przedstawiono w tabeli 3. Zastosowanie modelu ARIMA do prognozy danych dotyczących ceny 1 metra kwadratowego mieszkania w Polsce może ułatwić inwestorom decyzję związaną z optymalnym na przyszłość ulokowaniem posiadanych kapitałów.

Tabela 3. Wyniki prognozy modelem ARIMA (0,2,1) na bazie danych dotyczących ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce w latach 1999-2017 na osiem przyszłych kwartałów (dwa lata)

Lp.	Kwartały	Prognoza ceny mieszkania za 1 m ² w Polsce
77	I kwartał 2018	4 226,27
78	II kwartał 2018	4 240,69
79	III kwartał 2018	4 255,16
80	IV kwartał 2018	4 269,67
81	I kwartał 2019	4 284,24
82	II kwartał 2019	4 298,85
83	III kwartał 2019	4 313,51
84	IV kwartał 2019	4 328,23

Źródło: opracowanie własne.

Bibliografia

- Begg, D., Vernasca G., Fischer, S., Dornbusch R., (2016). Makroekonomia, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Dittmann, P. (2016). Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie, Kraków: Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o.
- Dittmann, P. i in. (2016). Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem, Wydawnictwo Nieoczywiste, Imprint GAB Media.
- Dittmann, P. i in. (2016). Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa, Wydawnictwo Nieoczywiste, imprint GAB Media.
- Gabrusewicz, W., Kamela-Sowińska, A., Poetschke, H. (2000). Rachunkowość zarządcza, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Kozicki B., Ślaski P., Waściński T., Rusak S., Modelowanie procesu planowania potrzeb z wykorzystaniem metody ABC w rejonie odpowiedzialności 33 Wojskowego Oddziału Gospodarczego, GMiL, nr 5/2016.
- Kozicki, B. (2016). Analiza potrzeb zaopatrzeniowych wojsk w rejonie odpowiedzialności WOG-u, RMN/805/2016, Warszawa: WAT.
- Kozicki, B., Brzeziński, M., Waściński, T., Ślaski P. (2017). Zastosowanie metody prognozowania w procesie planowania potrzeb w WOG, GMiL.
- Kozicki, B. (2018). Metoda planowania nakładów środków zaopatrzeniowych w siłach zbrojnych, Warszawa: Politechnika Warszawska.
- Makridakis, S.G. (1998). Wheelwright S.C., Hyndman R.J., Forecasting methods and applications, New York: John Wiley and Sons.
- Papież, M., Śmiech, S. (2015). Modelowanie i prognozowanie cen surowców energetycznych, Warszawa: Wydawnictwo C.H. BECK,
- Owsiak, S. (2015). Finanse, Warszawa: PWE.
- Rabiej, M. (2018). Analizy statystyczne z programami Statistica i Excel, Gliwice: Helion.
- Suchwałko, A., Zagdański, A. (2016). Analiza i prognozowanie szeregów czasowych. Praktyczne wprowadzenie na podstawie środowiska R, Warszawa: PWN.
- <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>