

Nowoczesne Systemy Zarządzania
Zeszyt 16 (2021), nr 2 (kwiecień-czerwiec)
ISSN 1896-9380, s. 23-37
DOI: 10.37055/nasz/139361

Modern Management Systems
Volume 16 (2021), No. 2 (April-June)
ISSN 1896-9380, pp. 23-37
DOI: 10.37055/nasz/139361



Instytut Organizacji i Zarządzania
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
Wojskowa Akademia Techniczna
w Warszawie

Institute of Organization and Management
Faculty of Security, Logistics and Management
Military University of Technology
in Warsaw

Prognozowanie w obszarze zakupu nieruchomości w Polsce na 2021 rok w aspekcie bezpieczeństwa ekonomicznego

Forecasting in the sphere of real estate purchase in Poland for 2021 in terms of economic security

Bartosz Kozicki

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
bartosz.kozicki@wat.edu.pl; ORCID: 0000-0001-6089-952x

Szymon Mitkow

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
szymon.mitkow@wat.edu.pl; ORCID: 0000-0003-2845-2589

Bogdan Sowa

Szef Zarządu Organizacji i Uzuppełnień – P1, Sztab Generalny WP
bsowa@mon.gov.pl; ORCID: 0000-0002-4870-5806

Abstrakt. W opracowaniu wykonano analizę ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku. Wykryto prawidłowości w postaci trendu. Został on potwierdzony zbudowanym modelem zerojedynkowym regresji wielorakiej złożonym z dziewięciu predyktorów. Wielokrotny R² tego modelu wyniósł 0,96. Dodatkowo model posłużył do wykonania prognozowania ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym na rok 2021. Ostatnim etapem badań była ocena uzyskanej prognozy przez wyliczenie miernika MAPE.

Słowa kluczowe: ceny nieruchomości, COVID-19, wpływ COVID-19 na ceny mieszkań w Polsce, prognozowanie, bezpieczeństwo ekonomiczne

Abstract. The study analyzes the price of 1 m² of usable floor area of a residential building completed in Poland on a quarterly basis from 1999 to 2020. Patterns in the form of a trend were detected. It was confirmed by the constructed zero-one multiple regression model consisting of nine predictors. Multiple R² of this model was 0.96. Additionally, the model was used to forecast the price of 1 m² of usable floor area of a residential building completed in Poland on a quarterly basis for 2021. The last stage of the research was to evaluate the forecast obtained by calculating the MAPE index.

Keywords: real estate prices, COVID-19, the impact of COVID-19 on housing prices in Poland, forecasting, economic security

Wstęp

Z obserwacji rynku w Polsce wynika, że pandemia COVID-19 osłabiła trend zakupu nieruchomości w celach inwestycyjnych w aspekcie wynajmu krótkookresowego i znacząco nie wpłynęła na popyt oraz podaż mieszkań dla potrzeb własnych nabywców (<https://www.rp.pl/Nieruchomosci/201219967-Mieszkania-odporne-na-pandemie.html>).

Główny problem badawczy opracowania koncentruje się na analizie i ocenie danych retrospektywnych dotyczących ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym i jej prognozowaniu na rok 2021 w aspekcie oddziaływania pandemii COVID-19.

Celem opracowania jest przeprowadzenie prognozowania ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego, oddanego do użytkowania w Polsce, w ujęciu kwartalnym na rok 2021 w aspekcie bezpieczeństwa ekonomicznego. Przedmiotem badań jest cena 1 m² powierzchni użytkowej tego budynku.

Hipoteza badawcza jest następująca: zastosowanie analizy i oceny danych pierwotnych powinno pozwolić dobrać metodę do ich prognozowania oraz uzyskać bardzo dobry poziom dopasowania wartości przewidywanych do obserwowanych.

Zastosowaną metodą badawczą jest analiza literatury, która dotyczy zagadnień związanych z cenami mieszkań w Polsce w ujęciu dynamicznym, pandemią COVID-19, prognozowaniem i bezpieczeństwem ekonomicznym. Dodatkowo wykorzystano metody w postaci: grupowania, wnioskowania i modelu regresji wielorakiej.

Analiza literatury przedmiotu

Opracowanie jest kontynuacją badań przeprowadzonych w artykule *Prognozowanie ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce* (Kozicki, Waściński, Lisowska, 2018, s. 27-33) w aspekcie oddziaływania pandemii COVID-19 na sektor sprzedaży nieruchomości.

Choroba zakaźna, nazwana później COVID-19, pierwszy raz została zaobserwowana w grudniu 2019 roku w Wuhan w Chinach (Zhu et al., 2020). Światowa Organizacja Zdrowia 11 marca 2020 r. ogłosiła tę chorobę pandemią (Satomi et al., 2020).

To z kolei doprowadziło do wprowadzania przez poszczególne państwa restrykcji, między innymi ograniczono transport, szczególnie w sektorze lotniczym, zwiększono stosowanie środków dezynfekcji i częstotliwość pomiaru temperatury, zaczęły powstawać też szpitale tymczasowe (Matuka, 2020).

Do 18 kwietnia 2021 r. chorobą zakaźną COVID-19 zostało w Polsce zarażonych około 2 688 025 osób, a zmarły 62 032 (<https://pulsmedycyny.pl/covid-19-w-polsce-liczba-zakazen-koronawirusem-i-zgonow-aktualizacja-9843682>).

Rynek nieruchomości w Polsce wskutek oddziaływania choroby zakaźnej COVID-19 w 2020 roku przeszedł wiele zmian, które w kwartałach I i II doprowadziły do rekordowych spadków najmu i kupna nieruchomości (<https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/>). Osoby/instytucje uczestniczące w transakcjach kupna, sprzedaży i najmu nieruchomości, takie jak deweloperzy, biura nieruchomości i notariusze, musiały dostosowywać się do ciągle zmieniających się rozporządzeń (<https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/>). Zmniejszono liczbę przyjmowanych wniosków o kredyty hipoteczne oraz przyznawanych zobowiązań, a około 17 procent ludzi zainteresowanych zakupem nieruchomości musiało zmienić swoje plany, co w konsekwencji doprowadziło do tego, że co trzecia osoba zrezygnowała z podpisania umowy kredytowej na zakup nieruchomości (<https://www.money.pl/banki/przez-koronawirusa-polacy-zmieniaja-plany-mieszkanie-6560594585246560a.html>). Wprowadzone stopniowe „luzowanie” od końca kwietnia 2020 roku ożywiło sektor nieruchomości w wyniku zwiększenia liczby transakcji kupna i sprzedaży oraz wzrostu cen. Pandemia COVID-19 doprowadziła do kolejnych zmian na rynku nieruchomości wywołanych obostrzeniami wprowadzonymi w IV kwartale 2020 roku. Zamknięcie szkół, hoteli, galerii handlowych oraz innych obiektów przyczyniło się do zmniejszenia liczby najmujących mieszkania (<https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/>) oraz cen najmu. Zaistniała sytuacja może mieć wpływ na cenę mieszkań w przyszłości, gdyż znaczna część kupujących mieszkania nastawiona jest na dochód z tytułu najmu. Brak najemców dla inwestorów oznacza nieotrzymywanie środków finansowych, które w wielu przypadkach przeznaczane są na spłatę kredytów związanych z zakupem mieszkań.

W czasie pojawienia się pandemii COVID-19 na rynku nieruchomości w Polsce zaobserwowano krótkotrwały spadek cen mieszkań. Po kilku miesiącach klienci przyzwyczaili się do nowej sytuacji związanej z zagrożeniem chorobą zakaźną i na nowo wzrósł popyt na mieszkania (<https://www.forbes.pl/nieruchomosci/ceny-mieszkan-w-czasie-pandemii-koronawirusa-jak-wyglada-rynek/jm09cdd>).

Paradoks związany ze wzrostem cen za 1 m² mieszkań w sytuacji panującej pandemii COVID-19 widoczny jest w wielu krajach (<https://mojafirma.infor.pl/nieruchomosci/wiadomosci/5148609,Dlaczego-ceny-mieszkan-rosna-w-czasie-pandemii.html>). Ceny mieszkań spadły zaś w następujących państwach: Egipt, Czarnogóra, Kambodża, Zjednoczone Emiraty Arabskie i Arabia Saudyjska. Wynika to ze specyfiki tych krajów – dużych dochodów związanych z turystyką, zatrzymaną

przez chorobę zakaźną w 2020 roku, bądź ze sprzedaży ropy naftowej, której cena w czasie pandemii COVID-19 była przez długi czas bardzo niska (<https://forsal.pl/gospodarka/artykuly/8095944,pandemia-nadal-wplywa-na-rynek-ropy-naftowej.html>).

Wzrost cen 1 m² nieruchomości w Polsce podyktowany jest niskim oprocentowaniem kredytów hipotecznych oraz rosnącą realną inflacją. Tani kredyt wpływa na popyt zaciągania zobowiązań finansowych, wobec jednoczesnej niechęci do odkładania środków w postaci poduszki finansowej (<https://www.krn.pl/wiadomosci/koronawirus-a-sytuacja-na-ryнку-nieruchomosci-wszystko-co-musisz-wiedziec,10980>). W związku z tym w prasie można znaleźć informacje, że wzrost cen mieszkań może utrzymywać się nawet do końca 2022 roku (<https://forsal.pl/nieruchomosci/artykuly/8129601,ceny-mieszkan-w-polsce-prognozy-2021-2022.html>).

Najwyższe ceny za 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce są w Warszawie, gdzie w lutym 2021 roku cena ta oscylowała wokół 10 657 zł za 1 m² powierzchni użytkowej (<https://www.bankier.pl/wiadomosc/Ceny-ofertowe-mieszkan-marzec-2021-Raport-Bankier-pl-8082116.html>). Na drugim miejscu w rankingu jest Gdańsk z ceną za 1 m² powierzchni użytkowej w lutym 2021 roku wynoszącą 10 267 zł, a na trzecim Kraków, gdzie cena osiągnęła poziom 9 744 zł (<https://www.bankier.pl/wiadomosc/Ceny-ofertowe-mieszkan-marzec-2021-Raport-Bankier-pl-8082116.html>).

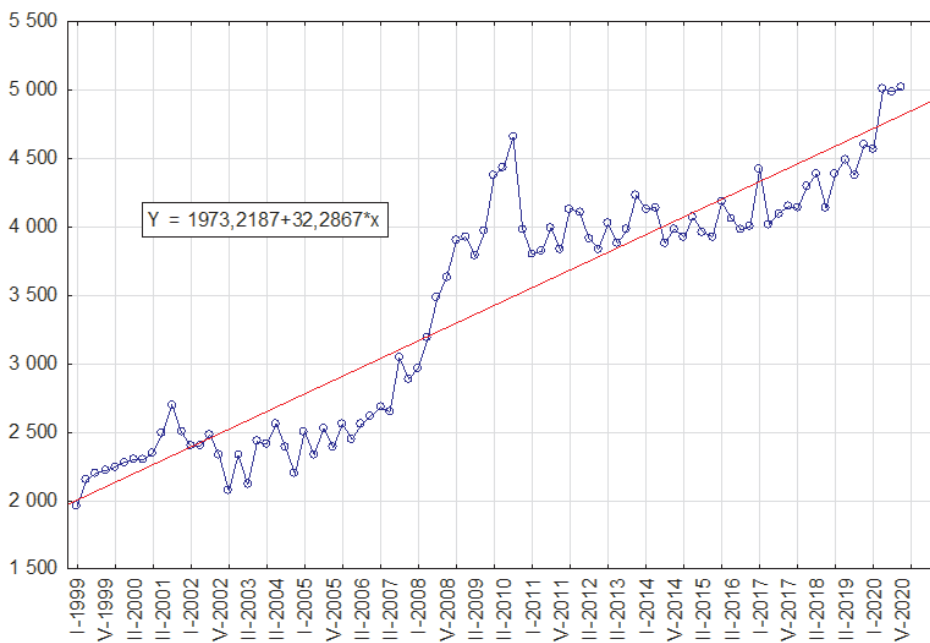
W opracowaniu wykonano próbę prognozowania ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego w Polsce w ujęciu kwartalnym na 2021 rok. Prognozowanie w literaturze przedmiotu określane jest jako przewidywanie przyszłych zdarzeń. Jego wykonanie powinno być poprzedzone analizą posiadanych danych retrospektywnych pod kątem wykrycia prawidłowości i dobrania odpowiedniego modelu do ich prognozowania. Przykłady analizy danych pod kątem wykrycia prawidłowości, takich jak trend i sezonowość, można znaleźć w następujących pozycjach literaturowych: (Kozicki, Waściński, Brzeziński, Lisowska, 2018, s. 1235-1241; Kozicki, 2020; Rabej, 2018, s. 43-278). Z kolei budowa modeli prognozowania szczegółowo opisana jest w: (Makridakis, Wheelwright, Hyndman, 1998; Kot, Jakubowski, Sokołowski, 2011).

Prognozowanie ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce jest ważne w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa ekonomicznego polskiej gospodarki. Bezpieczeństwo ekonomiczne uznawane jest za pewność przetrwania i rozwoju systemu gospodarczego państwa oraz międzynarodowych organizacji ekonomicznych, gwarantuje zachowanie odpowiedniej pozycji w stosunkach gospodarczych i właściwy standard życia obywateli (Nurzyńska, s. 22).

Badania rozpoczęto od analizy i oceny szeregu czasowego ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku.

Analiza cen 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce

Rysunek 1 przedstawia wykres liniowy cen 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku.



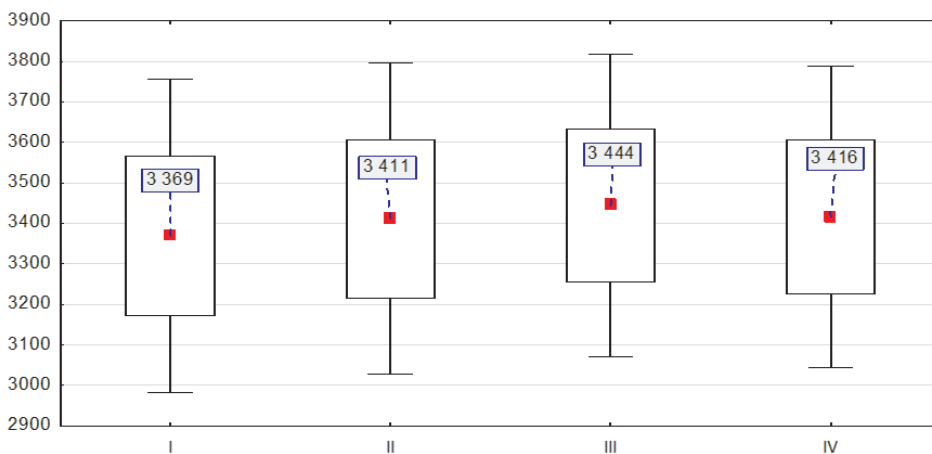
Rys. 1. Wykres liniowy cen 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku wraz z nakreśloną linią trendu w zł
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodk-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z rysunku 1 wynika istnienie trendu rosnącego, który mechanicznie opisano funkcją $Y = 1973,2187 + 32,2867 * X$.

W marcu 2020 roku na świecie ogłoszono pandemię COVID-19. Doprowadziła ona do wzrostu cen 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym. Zjawisko wzrostu widoczne jest na rysunku 1.

W opracowaniu postanowiono zbudować model uwzględniający oddziaływanie pandemii COVID-19. Na jego bazie zostanie przeprowadzone prognozowanie danych dotyczących ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym na 2021 rok.

Prace nad budową modelu rozpoczęto od analizy i oceny szeregu czasowego pierwotnego. Pierwszym etapem badań było nakreślenie na rysunku 2 wykresu ramka-wąsy ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym (lata 1999-2020) w celu poszukiwania sezonowości.



Rys. 2. Wykres ramka-wąsy ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym (lata 1999-2020) w zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z rysunku 2 wynika brak istnienia sezonowości w rozpatrywanym szeregu czasowym. Dla celów poglądowych na tym rysunku opisano średnie arytmetyczne czterech jednoimiennych kwartałów ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w latach 1999-2020. Średnia arytmetyczna najwyższych cen w rozpatrywanym okresie wystąpiła w III kwartale i wyniosła 3444 zł, a najniższa w I kwartale z wynikiem 3369 zł. W celu potwierdzenia braku istnienia sezonowości przeprowadzono w tabeli 1 analizę wariancji.

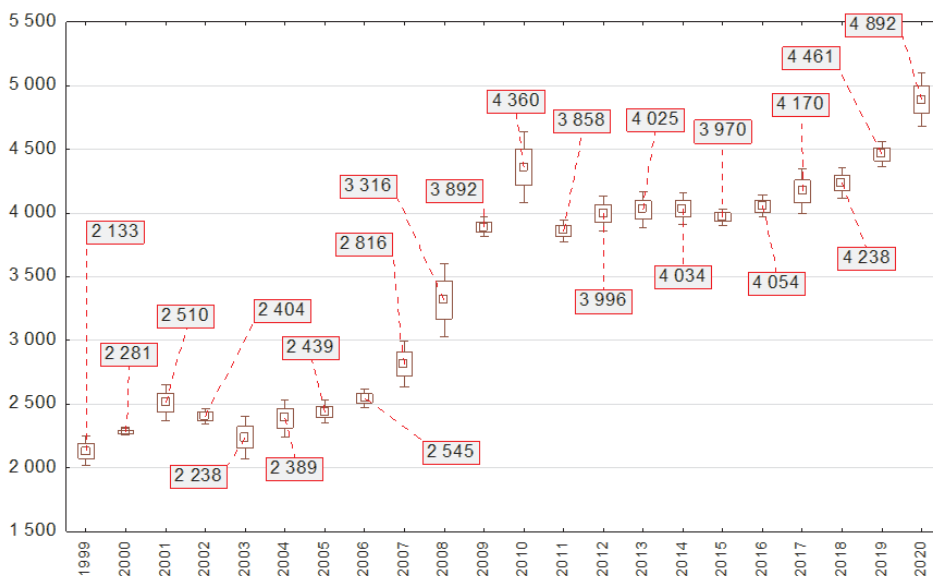
Tabela 1. Analiza wariancji grupy zmiennej zależnej – kwartałów (lata 1999-2020)

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cena	63854,59	3	21284,86	69156695	84	823294,0	0,025853	0,994342

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z wyliczonych w tabeli 1 mierników wyniku brak istnienia istotnej wariancji. Tym samym potwierdzono przyjętą hipotezę braku sezonowości.

Następnie wykonano na rysunku 3 wykres ramka-wąsy ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu rocznym (lata 1999-2020).



Rys. 3. Wykres ramka-wąsy ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu rocznym (lata 1999-2020) w zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

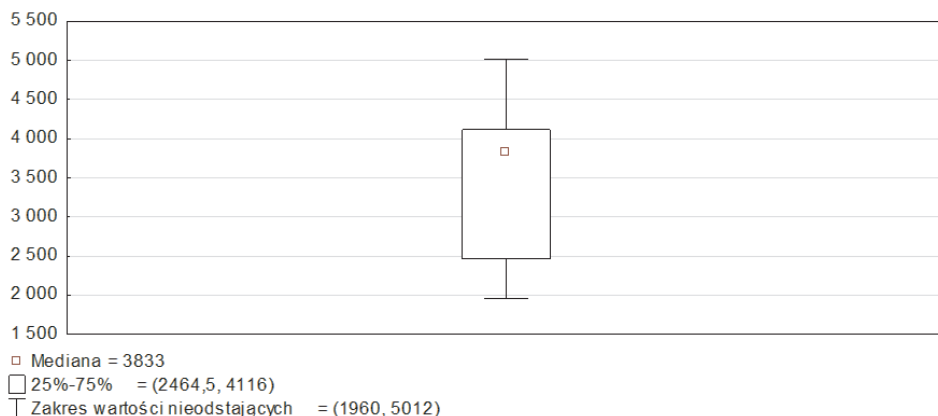
Rysunek 3 wskazuje istnienie trendu rosnącego. Dla celów poglądowych na tym rysunku nakreślono średnie arytmetyczne cen za 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego w poszczególnych latach. Najwyższa cena została odnotowana w 2020 roku i wyniosła 4892 zł, a najniższa w 1999 roku – 2133 zł za 1 m². Następnie przeprowadzono analizę wariancji (zob. tabelę 2).

Tabela 2. Analiza wariancji grupy zmiennej zależnej – lat (lata 1999-2020)

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Cena	67737017	21	3225572	1483533	66	22477,77	143,5006	0,00

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

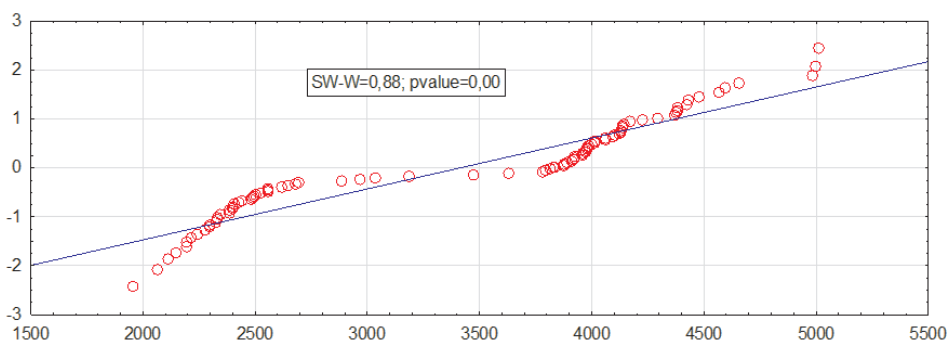
Z mierników w tabeli 2 wynika istnienie istotnej wariancji. Pokazuje to, że w rozpatrywanym szeregu czasowym jest widoczny trend. Następnie przeprowadzono badania w kierunku poszukiwania wartości odstających i ekstremalnych (zob. rys. 4).



Rys. 4. Wykres ramka-wąsy szeregu pierwotnego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z rysunku 4 wynika brak istnienia wartości odstających i ekstremalnych. Mediana analizowanych danych wyniosła 3833 zł. Następnie zbadano rozkład analizowanego szeregu czasowego. Wyniki przedstawiono na rysunku 5.

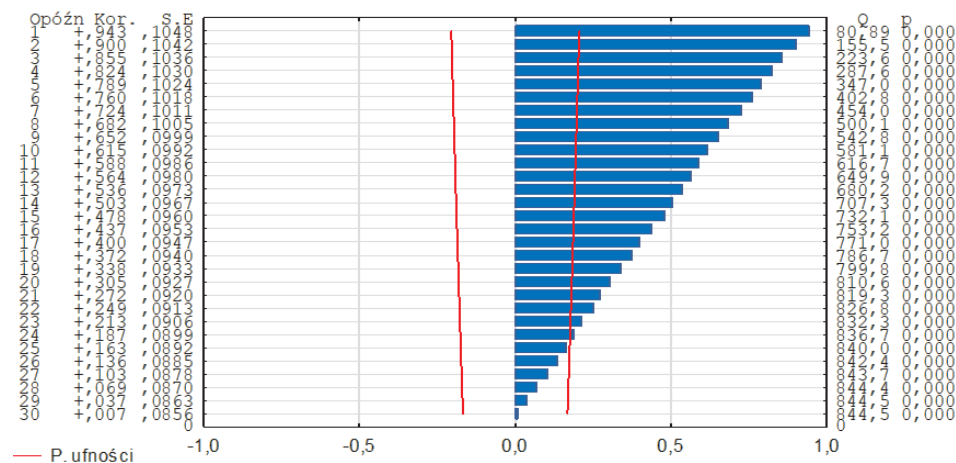


Rys. 5. Wykres kwantyl-kwantyl ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku wraz z testem Shapiro-Wilka

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Na rysunku 5 widać brak rozkładu normalnego. Kwantyle odstają od nakreślonej linii prostej. Brak rozkładu o charakterze normalnym potwierdza wykonany test Shapiro-Wilka, gdzie p_{value} jest mniejsze od poziomu istotności.

Następnie zbadano zależności pomiędzy poszczególnymi opóźnieniami rozpatrywanego szeregu ceny 1 m² powierzchni użytkowej badanego budynku mieszkalnego. Wyniki badań nakreślono na rysunkach 6 i 7.



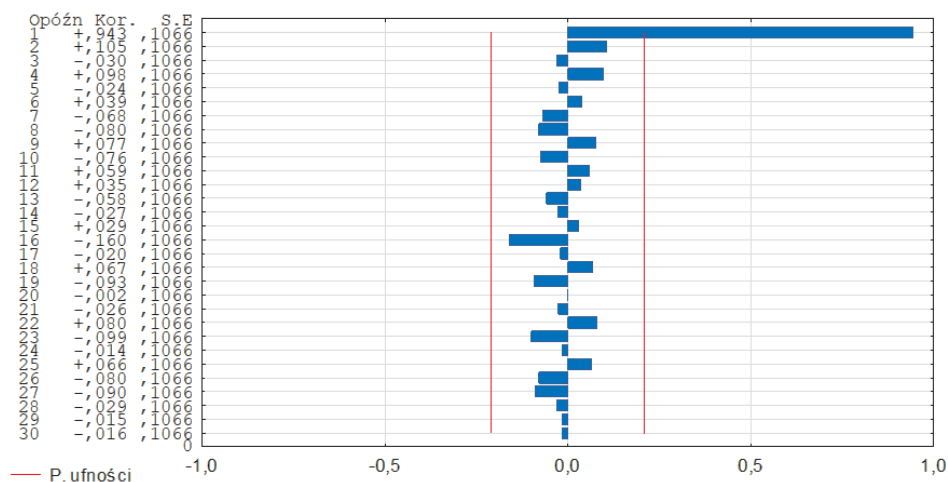
Rys. 6. Autokorelacja ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodk-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z autokorelacji (zob. rys. 6) wynika zaobserwowanie trendu, a tym samym stwierdzenie braku stacjonarności rozpatrywanego szeregu czasowego.

Trend został potwierdzony po nakreśleniu autokorelacji cząstkowej (zob. rys. 7). Analizy pierwotnego szeregu czasowego pozwalają zaobserwować trend o charakterze rosnącym.

Następnie zbudowano model regresji wielorakiej, aby wykonać prognozowanie szeregu czasowego ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym na rok 2021. Do budowy modelu użyto dziewięciu predyktorów. Zbudowany model nakreślono w tabeli 3.



Rys. 7. Autokorelacja cząstkowa ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Tabela 3. Model regresji wielorakiej

N = 88	R = 0,98130144 R ² = 0,96295252 Popraw. R2 = 0,95867782 Błąd standardowy estymacji: 181,32					
	b*	Bł. std.	b	Bł. std.	t(78)	p
W. wolny			3842,37	484,2055	7,93542	0,000000
t	3,29372	0,424932	115,00	14,8365	7,75119	0,000000
t2	-1,61544	0,257443	-0,61	0,0979	-6,27496	0,000000
Logt	-1,13007	0,250562	-1093,37	242,4253	-4,51014	0,000023
1/t	-0,28638	0,082973	-2056,24	595,7601	-3,45146	0,000903
COVID-19	0,14465	0,026365	706,97	128,8583	5,48643	0,000000
II-III 2001	0,06368	0,022931	378,94	136,4646	2,77685	0,006870
II 2009	0,05622	0,022105	470,43	184,9677	2,54333	0,012958
IV 2009-III 2010	0,18148	0,022955	772,70	97,7389	7,90580	0,000000
IV 2004-II 2007	0,15326	0,025306	411,01	67,8630	6,05641	0,000000

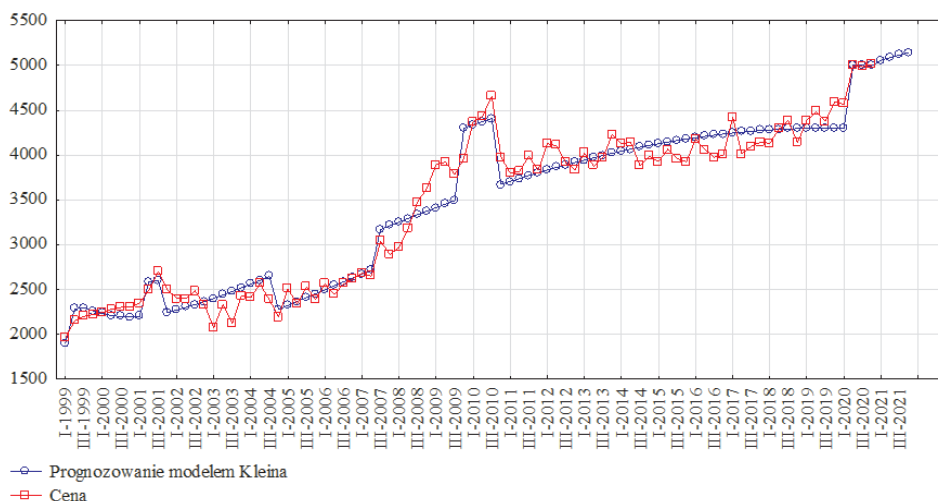
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Przedstawiony w tabeli 3 model regresji wielorakiej jest bardzo dobrze dopasowany. Wielokrotny R wyniósł 0,98. Wielokrotny R^2 był na poziomie 0,96. Błąd standardowy estymacji wyniósł 181,32 zł.

Następnie nakreślono funkcję, na bazie której wykonano prognozowanie pierwotnego szeregu czasowego. Funkcja użyta do prognozowania ma postać:

$$Y = 3842,37345037665 + (115,000394466991*t) - (0,61405892265094*t^2) - (1093,37282596042*\text{Log}t) - (2056,23968008823*1/t) + (706,971702316501*\text{COVID-19}) + (378,942093140249*\text{II-III-2001}) + (0,022105313388248*\text{II-2009}) + (772,703720394894*\text{IV2009-III2010}) + (411,006070111413*\text{IV2004 - II2007}).$$

Wyniki prognozowania utworzoną funkcją wraz z pierwotnym szeregiem czasowym (ceny 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku) przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Wykres liniowy wartości przewidywanych i obserwowanych zbudowanego modelu regresji wielorakiej w zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z rysunku 8 wynika, że wartości przewidywane są bardzo dobrze dopasowane do obserwowanych. Cena 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce w ujęciu kwartalnym średnio w czterech kwartałach w 2021 roku wyniosła 5101,87 zł. Szczegółowe wyniki ilościowe prognozy zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Prognoza wykonana modelem Kleina w zł

Kwartał – rok	Prognoza Kleina
I - 2021	5060,26
II - 2021	5088,73
III - 2021	5116,11
IV - 2021	5142,38

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Z uzyskanych prognoz zestawionych w tabeli 4 wynika, że cena mieszkań w 2021 roku w Polsce będzie wykazywała nieznaczną tendencję wzrostową w ujęciu kwartalnym. Następnie przeprowadzono analizę reszt uzyskanej prognozy. W tym celu wyliczono mierniki MAPE (zob. rys. 9 i tabelę 5).

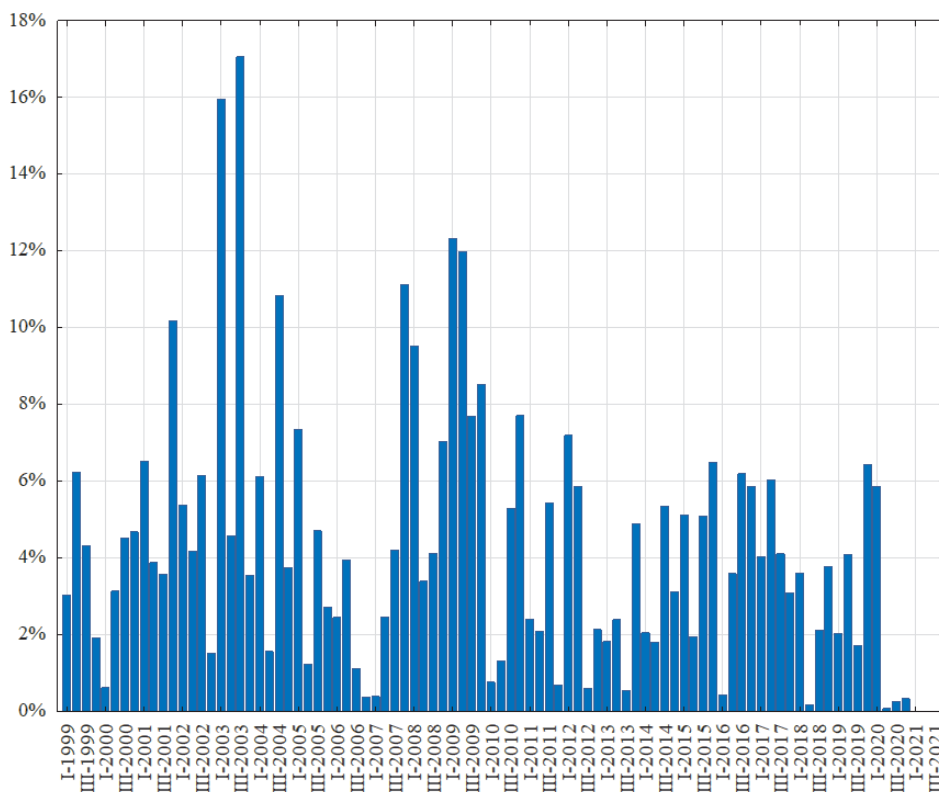
Z rysunku 9 wynika, że mediana MAPE w przedziale czasowym w ujęciu kwartalnym w latach 1999-2020 wyniosła 3,91%, natomiast odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej 3,37%. Średnia arytmetyczna MAPE w badanym okresie została nakreślona w tabeli 5.

Tabela 5. MAPE prognozy modelem Kleina w %

	Wynik
MAPE	4,39%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Średni absolutny błąd procentowy uzyskanej prognozy wyniósł 4,39%. Tym samym można przyjąć, że uzyskana prognoza jest bardzo dobra.



Rys. 9. Wykres słupkowy MAPE prognozy wykonanej modelem KLEINA w %

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/budownictwo/cena-1-m2-powierzchni-uzytkowej-budynku-mieszkalnego-oddanego-do-uzytkowania,8,1.html>

Podsumowanie i wnioski

W opracowaniu przeprowadzono analizę i ocenę cen w ujęciu kwartalnym od roku 1999 do 2020 roku. Badania wskazują na wykrycie trendu o charakterze rosnącym, który mechanicznie opisano następującą funkcją liniową: $Y = 1973,2187 + 32,2867 * X$. Trend został potwierdzony w wyniku obserwacji analizowanych zmiennych pogrupowanych w latach 1999-2020. Dodatkowo zbudowany model zerowej regresji wielorakiej potwierdził zjawisko trendu o charakterze rosnącym. Zbudowany model złożony z dziewięciu predyktorów pozwolił na bardzo dobre dopasowanie modelu do poziomu 0,96 (wielokrotny R^2).

To z kolei stało się przesłanką do wykorzystania otrzymanego modelu do prognozowania rozpatrywanych danych retrospektywnych na 2021 rok w ujęciu kwartalnym.

Cel artykułu został osiągnięty. W opracowaniu wykonano prognozowanie na przyszłość rozpatrywanych danych pierwotnych. Z otrzymanych prognoz wynika, że cena mieszkań w 2021 roku w Polsce będzie wykazywała nieznaczną tendencję wzrostową w ujęciu kwartalnym. Tym samym postawiona hipoteza badawcza została zweryfikowana. W I kwartale 2021 roku powinna osiągnąć poziom 5060,26 zł, a w IV wzrosnąć do 5142,38 zł.

Przyjęta na wstępie hipoteza badawcza została zweryfikowana. Analiza i ocena danych pierwotnych pozwoliła dobrać metodę do ich prognozowania na przyszłość. Miernik w postaci średniego absolutnego błędu procentowego uzyskanej prognozy wyniósł 4,39%, to z kolei potwierdza bardzo dobre dopasowanie wartości przewidywanych do obserwowanych.

Pandemia COVID-19 doprowadziła do dużych zmian w różnych sektorach gospodarki. Jej oddziaływanie widoczne jest również na rynku nieruchomości, w tym w cenach 1 m² powierzchni użytkowej budynku mieszkalnego oddanego do użytkowania w Polsce. Z otrzymanych prognoz wynika, że wzrost tych cen od II kwartału 2020 roku został spowolniony, a przyczyną jest utrzymujący się zmniejszony popyt związany z wynajmem mieszkań wywołany pracą zdalną i zdalnym nauczaniem oraz innymi ograniczeniami, które spowodowały, że liczba mieszkań przeznaczonych na wynajem jest większa od tej sprzed 2020 roku.

BIBLIOGRAFIA

- [1] KOT, S.M., JAKUBOWSKI, J., SOKOŁOWSKI, A., 2011. *Statystyka*, Warszawa: Difin.
- [2] KOZICKI, B., 2020. *A New Method for Planning Needs in Terms of Security*, Sewilla: International Business Information Management.
- [3] KOZICKI, B., WAŚCIŃSKI, T., BRZEZIŃSKI, M., LISOWSKA, A., 2018. Cost forecast in a shipping company, *Transport Means*, nr 1.
- [4] KOZICKI, B., WAŚCIŃSKI, T., LISOWSKA, A., 2018. Prognozowanie ceny jednego metra kwadratowego mieszkania w Polsce, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Seria: Administracja i Zarządzanie* (46), nr 119.
- [5] MAKRIDAKIS, S.G., WHEELWRIGHT, S.C., HYNDMAN, R.J., 1998. *Forecasting methods and applications*, New York: John Wiley and Sons.
- [6] MATUKA, A., 2020. COVID-19 Outbreak and US Economic Policy Uncertainty: an ARDL Approach, *SSRN Electronic Journal*, September.
- [7] NURZYŃSKA, A., 2016. *Bezpieczeństwo usług w międzynarodowym transporcie lotniczym przewoźów pasażerskich*, Katowice: Wydawnictwo Naukowe SOPHIA.
- [8] RABEJ, M., 2018. *Analizy statystyczne z programami Statistica i Exel*, Gliwice: Helion.
- [9] SATOMI, E. ET AL., 2020. Alocação justa de recursos de saúde escassos diante da pandemia de COVID-19 Considerações éticas, *Einstein*, April, nr 18(2).
- [10] ZHU, N. ET AL., 2020. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, *New England Journal of Medicine*, January.

NETOGRAFIA

- [1] <https://forsal.pl/gospodarka/artykuly/8095944,pandemia-nadal-wplywa-na-rynek-ropy-naftowej.html> (16.04.2021).
- [2] <https://forsal.pl/nieruchomosci/artykuly/8129601,ceny-mieszkan-w-polsce-prognozy-2021-2022.html> (16.04.2021).
- [3] <https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/> (16.04.2021).
- [4] <https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/> (16.04.2021).
- [5] <https://gethome.pl/blog/rynek-nieruchomosci-covid-19/> (16.04.2021).
- [6] <https://mojafirma.infor.pl/nieruchomosci/wiadomosci/5148609,Dlaczego-ceny-mieszkan-rosna-w-czasie-pandemii.html> (16.04.2021).
- [7] <https://pulsmedycyny.pl/covid-19-w-polsce-liczba-zakazen-koronawirusem-i-zgonow-aktualizacja-9843682> (19.04.2021).
- [8] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Ceny-ofertowe-mieszkan-marzec-2021-Raport-Bankier-pl-8082116.html> (19.04.2021).
- [9] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Ceny-ofertowe-mieszkan-marzec-2021-Raport-Bankier-pl-8082116.html> (19.04.2021).
- [10] <https://www.forbes.pl/nieruchomosci/ceny-mieszkan-w-czasie-pandemii-koronawirusa-jak-wyglada-rynek/jm09cdd> (16.04.2021).
- [11] <https://www.krn.pl/wiadomosci/koronawirus-a-sytuacja-na-rynku-nieruchomosci-wszystko-co-musisz-wiedziec,10980> (16.04.2021).
- [12] <https://www.money.pl/banki/przez-koronawirusa-polacy-zmieniaja-plany-mieszkaniowe-6560594585246560a.html> (22.04.2021).
- [13] <https://www.rp.pl/Nieruchomosci/201219967-Mieszkania-odporne-na-pandemie.html> (22.04.2021).

