

PROGNOZOWANIE CEN NIERUCHOMOŚCI DLA ŁODZI W 2020 ROKU W OBLICZU PANDEMII COVID-19

Karina SZCZEPAŃSKA

Politechnika Częstochowska, Częstochowa; szczepanska.kmr@gmail.com

* Korespondencja: szczepanska.kmr@gmail.com

Streszczenie: Rynek nieruchomości na przestrzeni ostatnich lat znajduje się w fazie intensywnych wzrostów. Ludzie coraz częściej wybierają inwestycję, jaką jest zakup nieruchomości, jako zabezpieczenie wartości swoich oszczędności. W długofalowym planowaniu podjęcia takiej decyzji użytecznym narzędziem jest prognozowanie. Celem tej publikacji jest ocena trafności stawianych prognoz cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w czasie rozwijającej się pandemii COVID-19 (prognoza na III i IV kwartał 2020 roku). Warto wspomnieć, iż takiego rodzaju badania w dużej mierze warunkowane są sytuacją gospodarczą danego podmiotu. W części teoretycznej pracy zawarte są informacje na temat koronawirusa, globalnego zarządzania podczas pandemii oraz działań podjętych przez polski rząd. Do przeprowadzenia części badawczej zostały wykorzystane dane kwartalne z bazy cen nieruchomości mieszkaniowych BaRN Narodowego Banku Polskiego. Wspomniany etap skupia swoją uwagę na modelowaniu i prognozowaniu cen, by ostatecznie przedstawić wyniki przeprowadzonej analizy. Bazując na otrzymanych miernikach *ex ante* i *ex post* wyciągnięto wniosek - niepewna i często zmienna sytuacja gospodarcza spowodowana rozpowszechnianiem się wirusa SARS-CoV-2 w Polsce w badanym okresie nie ma znaczącego wpływu na przewidziane ceny transakcyjne metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi, gdyż otrzymane prognozy uznano za dopuszczalne.

Słowa kluczowe: prognozowanie, ceny, rynek nieruchomości, pandemia

FORECASTING REAL ESTATE PRICES FOR ŁÓDŹ IN 2020 IN THE FACE OF THE COVID-19 PANDEMIC

Abstract: The real estate market has been on an upswing over the past few years. People are increasingly choosing an investment such as the purchase of real estate as a security for the value of their savings. In the long-term planning of such a decision, forecasting is a useful tool. It is worth mentioning that such research is largely conditioned by the economic situation of the subject. Therefore, the purpose of this publication is to assess the accuracy of the forecasts of transaction prices of a square meter of an apartment on the primary market in Lodz during the developing COVID-19 pandemic (forecast for the third and fourth quarters of 2020). The theoretical part of the study includes information on the coronavirus, global management during the pandemic and actions taken by the Polish government . Quarterly data from the BaRN residential real estate price database of the National Bank of Poland was used to conduct the research part. The aforementioned stage focuses its attention on the modeling and forecasting of prices to finally present the results of the analysis carried out. Based on the obtained ex-ante and ex-post measures, a conclusion was drawn - the uncertain and often volatile economic situation caused by the spread of the SARS-CoV-2 virus in Poland during the period under study does not have a significant impact on the predicted transaction prices of a square meter of an apartment on the primary market in Lodz, as the obtained forecasts were considered acceptable.

Keywords: forecasting, prices, real estate market, pandemic.

2. Wprowadzenie

Przedsiębiorstwo, aby istniało na rynku wymaga pryncypialnych zmian w modelu swojego funkcjonowania, mających na celu dostosowanie strategii zarządzania do wymagań rynkowych oraz podejmowanie trafnych decyzji opartych na innowacyjnym podejściu (Brzozowska, and Kabus, 2015). Przedsiębiorstwa z branży nieruchomości w budowaniu swojej przewagi konkurencyjnej również opracowują innowacyjne koncepcje zarządzania gospodarowaniem nieruchomościami, celem zapewnienia wysokiej jakości obsługi przy jednoczesnym osiągnięciu sukcesu (Brzozowska, and Kabus, 2018).

Zarządzanie rynkiem nieruchomości to temat, który od kilku lat uważany jest za bardzo popularny w wielu społecznościach. Obecnie dużo osób decyduje się na zakup mieszkania, domu, czy lokalu innego typu w celu zabezpieczenia swoich oszczędności przed utratą wartości. Nieruchomości są aktywami, które skutecznie chronią kapitał przed inflacją, a ich podatność na wahania rynkowe jest znacznie niższa, niż innych inwestycji (Zaremba, 2009, Piersiala, 2019). W związku z obecnie panującą rynkową nierównowagą, czyli przewagą popytu nad podażą (Zawiślińska, 2014), istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo stałej kontynuacji wzrostu cen.

Dziedzina, jaką jest gospodarowanie nieruchomościami jest przede wszystkim związana z zarządzaniem nieruchomościami, jak również zasadami ich wyceny. Analizując literaturę związaną z tym tematem zauważyć można zwiększenie znaczenia podejścia strategicznego do samego zarządzania nieruchomościami - tu zasadniczą rolę pełnią zarządcy nieruchomości (Kabus, and Dziadkiewicz, 2022). Gospodarowanie nieruchomościami określane jest mianem silnie interdyscyplinarnego pola dociekań, dzięki czemu autorzy prac o tej tematyce wykorzystują rozmaite metody badawcze. Polscy badacze natomiast swoją uwagę skupiają głównie na statystyce opisowej, metodach wyceny nieruchomości, badaniach współzależności między zmiennymi i badaniach ilościowych. (Borowska, and Domańska, 2016).

Z punktu widzenia przeciętnego konsumenta najważniejszym czynnikiem w przypadku zawierania transakcji kupna nieruchomości jest niewątpliwie cena. Jak już zostało wspomniane - jej kształtowanie się to przedmiot zainteresowań zarówno polskich, jak i zagranicznych badaczy, którzy podobnie jak autorka pracy pragną przewidzieć poziom tego zjawiska w danym okresie.

Badaniem zostały objęte kwartały lat 2012 – 2020 pod względem ceny transakcyjnej metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi, a sama prognoza dotyczyć będzie III

i IV kwartału 2020 roku. Analizowany okres znacząco wyróżnia się na tle pozostałych ze względu na rozwijającą się wówczas w Polsce pandemię COVID-19. Gałąź gospodarki jaką jest rynek nieruchomości, silnie odczuła skutki pandemii. "Nowa rzeczywistość gospodarcza" sprawiła, iż powstały nowe, wcześniej nieznanne warunki dla firm oraz przedsiębiorców z branży nieruchomości. (Piersiała, 2018, Koszel, 2021). Czy w tak ciężkim dla polskiej gospodarki okresie jest zatem możliwe trafne przewidzenie sytuacji na rynku nieruchomości?

Celem pracy jest postawienie prognozy na III i IV kwartał 2020 roku dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi i za pomocą danych rzeczywistych zdiagnozowanie czy zmiany zachodzące w polskiej gospodarce na skutek zarządzania oraz działań podjętych przez rząd w obliczu pandemii COVID-19, wpłynęły na możliwość trafnego prognozowania cen. Aby tego dokonać przedstawiono konstrukcję modelu ekonometrycznego, na podstawie którego wyznaczono w kolejnych etapach prognozy. Do analizy tej wykorzystano dane z bazy cen nieruchomości mieszkaniowych BaRN Narodowego Banku Polskiego. Obejmują one rynek pierwotny – czyli taki, na którym występują nowe, nigdy niezamieszkałe nieruchomości, wprowadzone pierwszy raz do obrotu (Wancke, 2007). Ceny transakcyjne – bo takie są rozważane – lepiej obrazują sytuację na rynku nieruchomości, ponieważ ukazują faktyczną cenę, za jaką został nabyty określony lokal (Sołtysik, 2015).

Zatem główna hipoteza tej pracy została sformułowana w następujący sposób:

Uzyskane za pomocą modelu ekonometrycznego prognozy cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w czasie pandemii COVID-19 (dla III i IV kwartału 2020 r.) są trafne.

3. Pandemia COVID-19 w Polsce

Epidemie chorób zakaźnych towarzyszą ludzkości od niepamiętnych czasów (Baker et al., 2020). Przez termin epidemia należy rozumieć „*występowanie zachorowań na określoną chorobę w określonym czasie i na określonym obszarze w liczbie przypadków większej niż przeciętnie*”. Pandemia natomiast jest to szczególny rodzaj epidemii o znacznie większych rozmiarach, która swoim zasięgiem może obejmować kraje, a nawet kontynenty (Glinski, and Zmuda, 2020).

COVID-19, czyli ostra choroba układu oddechowego wywołana została na skutek nowego rodzaju koronawirusa, jakim jest SARS-CoV-2. W bardzo szybkim tempie wzrastała liczba

pozytywnie zdiagnozowanych przypadków na całym świecie, przez co Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zdecydowała o ogłoszeniu stanu globalnej pandemii COVID-19 w dniu 11.03.2022 roku. Obostrzenia związane z rozwojem pandemii dotknęły ok. 90% światowej populacji (Radlińska, 2020).

Z punktu widzenia światowej gospodarki, COVID-19 postrzegany jest jako gwałtowne wyhamowanie działalności gospodarczej na skutek reakcji na raptowny szok epidemiczny, jak i bezpośrednio z tym związane decyzje administracyjne. Konsekwencje tego typu wyhamowań mają charakter standardowych szoków ekonomicznych (szoki popytowe, podażowo-cenowe, czy finansowe) (Kabus et al., 2022, Radlińska, 2020).

Odpowiednie zarządzanie krajem podczas ogólnoswiatowej pandemii stanowiło ogromne wyzwanie dla rządzących. W Polsce pierwszy potwierdzony przypadek COVID-19 odnotowano 04.03.2020 r., w województwie lubuskim. Należało więc zacząć implementować taką kombinację środków, aby możliwie jak najbardziej ograniczyć rozprzestrzenianie się pandemii. WHO poleciła wówczas niezwłoczną diagnozę oraz natychmiastową izolację przypadków, a także ciągłe monitorowanie i profilaktyczną samoizolację ich bliskich (Salathé et al., 2020). Zgodnie z wytycznymi WHO polski rząd rozpoczął wdrażanie restrykcji. Kalendarium tych wydarzeń prezentuje się następująco:

- 08.03.2020 r. – rekomendacja GIS-u dot. odwołania części imprez masowych.
- 11.03.2020 r. - informacja o wstrzymaniu zajęć szkolnych.
- 15.03.2020 r. - zamknięcie granic Polski dla ruchu lotniczego oraz kolejowego.
- 16.03.2020 r. - całkowite zamknięcie szkół.
- 20.03.2020 r. - wprowadzenie stanu epidemii.
- 25.03.2020 r. - ograniczenia w przemieszczaniu się.
- 01.04.2020 r. - tarcza antykryzysowa 1.0.
- 17.04.2020 r. - tarcza antykryzysowa 2.0.
- 20.04.2020 r. - I etap odmrażania gospodarki.
- 04.05.2020 r. - II etap odmrażania gospodarki.
- 15.05.2020 r. - tarcza antykryzysowa 3.0.
- 18.05.2020 r. - III etap odmrażania gospodarki.
- 30.05.2020 r. - IV etap odmrażania gospodarki.
- 08.08.2020 r. - regionalizacja obostrzeń.
- 17.10.2020 r. - duża strefa czerwona oraz nowe zasady.
- 24.10.2020 r. - cała Polska czerwoną strefą.
- 07.11.2020 r. - nowe zasady bezpieczeństwa.

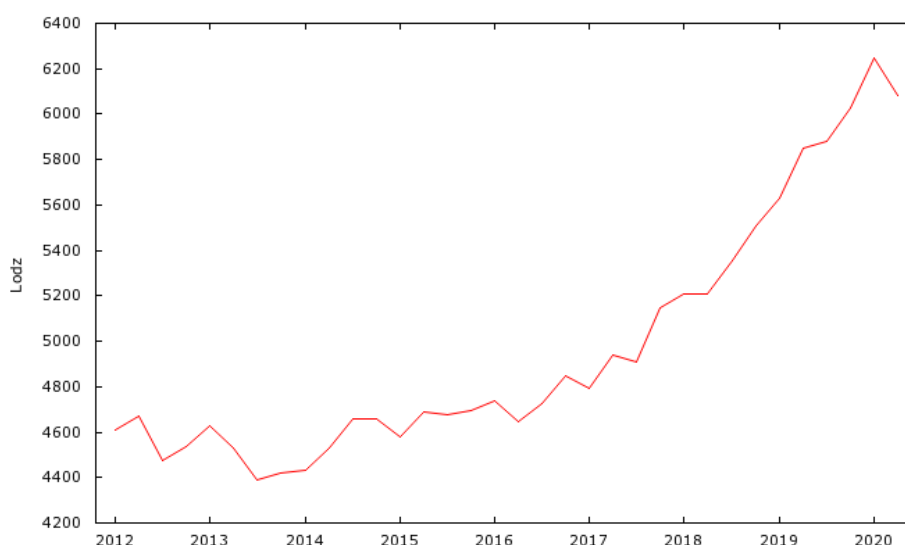
- 20.03.2021 r. - rozszerzenie obostrzeń na cały kraj.
- 27.03.2021 r. - zaostrzenie obostrzeń.
- 28.03.2022 r. - zniesienie większości obostrzeń (Anonim, 15.11.2022).

CieŜko ocenić reakcję polskiego rządu na pojawienie się pandemii COVID-19 i podjęte przez nich działania zmierzające do powstrzymania pandemii. Niewątpliwie jednak ta sytuacja znacząco dotknęła gospodarkę światową. W krótkim czasie pandemia ograniczyła poziom produkcji, konsumpcji, jak i znacząco wpłynęła na zwiększenie bezrobocia (Kabus et al., 2022). W perspektywie dłuższego okresu skutki mogą być znacznie poważniejsze - możliwe jest wystąpienie destabilizacji finansów publicznych oraz wzrost zadłużenia (Czech et al., 2020).

Stan pandemii COVID-19 spowodował błyskawiczne i trwałe zmiany w gospodarce, a w konsekwencji także na rynku nieruchomości. Czy zatem możliwe jest uzyskanie trafnych prognoz w tak niestabilnym i nieprzewidywalnym okresie dla polskiej oraz światowej gospodarki?

4. Model z trendem wielomianu stopnia trzeciego

Analizowany zakres czasowy dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym dla Łodzi to lata 2012 – 2020 w odstępach kwartalnych, co przedstawione zostało na rysunku 1.



Rysunek 1. Średnie ceny transakcyjne metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne) dla Łodzi

Funkcja trendu może mieć charakter wielomianu stopnia drugiego lub trzeciego z sezonowością, co można przedstawić następująco:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \beta_1 dq_1 + \beta_2 dq_2 + \varepsilon$$

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3 + \beta_1 dq_1 + \beta_2 dq_2 + \beta_3 dq_3 + \varepsilon$$

W kolejnym kroku dodano zmienne zero – jedynkowe opisujące te zmienne, które nie posiadają charakteru ilościowego – czyli poszczególne kwartały tak, aby dane te miały sens oraz interpretację ekonomiczną:

$$dq_1 = \begin{cases} 1 - I \text{ kwartał} \\ 0 - \text{pozostałe kwartały} \end{cases}$$

$$dq_2 = \begin{cases} 1 - II \text{ kwartał} \\ 0 - \text{pozostałe kwartały} \end{cases}$$

$$dq_3 = \begin{cases} 1 - III \text{ kwartał} \\ 0 - \text{pozostałe kwartały} \end{cases}$$

$$dq_4 = \begin{cases} 1 - IV \text{ kwartał} \\ 0 - \text{pozostałe kwartały} \end{cases}$$

oraz zmienne sq_{time} i $t3$:

$$sq_{time} = time^2$$

$$t3 = time^3$$

Na potrzebę przeprowadzenia tej analizy zakres próby ograniczono z góry – czyli brane będą pod uwagę dane do II kwartału 2020 roku, zamiast do IV kwartału 2020 r. Wszystkie obliczenia zostały wykonane za pomocą Microsoft Excel'13 oraz programu Gretl.

Wyniki estymacji modelu trendu opartego o funkcję wielomianu drugiego lub trzeciego stopnia klasyczną metodą najmniejszych kwadratów przedstawia model I na rysunku 2.

```

Estymacja KMNK z wykorzystaniem 34 obserwacji 2012:1-2020:2
Zmienna zależna: Lodz
Z powodu ścisłej współliniowości pominięto zmienną: dq4

      Zmienna      Współczynnik      Błąd stand.      Statystyka t      Wartość p
const          5358,49          1164,79          4,600          0,00009 ***
time           -27,1103           94,1608         -0,288          0,77561
sq_time        -0,915123          2,45347         -0,373          0,71207
t3             0,0303370         0,0206496        1,469          0,15335
dq1            -4,17177           43,3317         -0,096          0,92401
dq2            -26,1205           43,2462         -0,604          0,55089
dq3            -46,0024           44,3569         -1,037          0,30889

Średnia arytmetyczna zmiennej zależnej = 4968,57
Odchylenie standardowe zmiennej zależnej = 538,023
Suma kwadratów reszt = 211943
Błąd standardowy reszt = 88,5987
Wsp. determinacji R-kwadrat = 0,977813
Skorygowany wsp. R-kwadrat = 0,972882
Statystyka F (6, 27) = 198,32 (wartość p < 0,00001)
Statystyka testu Durбина-Watsona = 1,4934
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego = 0,201406
Logarytm wiarygodności = -196,785
Kryterium informacyjne Akaike'a (AIC) = 407,57
Kryterium bayesowskie Schwarz (BIC) = 418,254
Kryterium infor. Hannana-Quinna (HQC) = 411,214

Wyłączając stałą, największa wartość p jest dla zmiennej 7 (dq1)

```

Rysunek 2. Wyniki estymacji KMNK, model I dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne) dla Łodzi

Dzięki modelowi I można stwierdzić, że wszystkie zmienne są nieistotne statystycznie, w związku z tym dokonano eliminacji zmiennych używając procedury regresji krokowej wstecznej. Wyniki estymacji, po dokonaniu koniecznych eliminacji przedstawia model II, który jest zarazem modelem ostatecznym i przedstawia go rysunek 3.


```

Estymacja KMNK z wykorzystaniem 34 obserwacji 2012:1-2020:2
Zmienna zależna: Lodz

      Zmienna      Współczynnik      Błąd stand.      Statystyka t      Wartość p
const          5008,31          94,7065          52,882 <0,00001 ***
sq_time        -1,62507          0,184530         -8,807 <0,00001 ***
t3             0,0363137        0,00295460       12,291 <0,00001 ***

Średnia arytmetyczna zmiennej zależnej = 4968,57
Odchylenie standardowe zmiennej zależnej = 538,023
Suma kwadratów reszt = 223763
Błąd standardowy reszt = 84,9598
Wsp. determinacji R-kwadrat = 0,976575
Skorygowany wsp. R-kwadrat = 0,975064
Statystyka F (2, 31) = 646,197 (wartość p < 0,00001)
Statystyka testu Durбина-Watsona = 1,56623
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego = 0,14708
Logarytm wiarygodności = -197,708
Kryterium informacyjne Akaike'a (AIC) = 401,415
Kryterium bayesowskie Schwarz (BIC) = 405,994
Kryterium infor. Hannana-Quinna (HQC) = 402,977

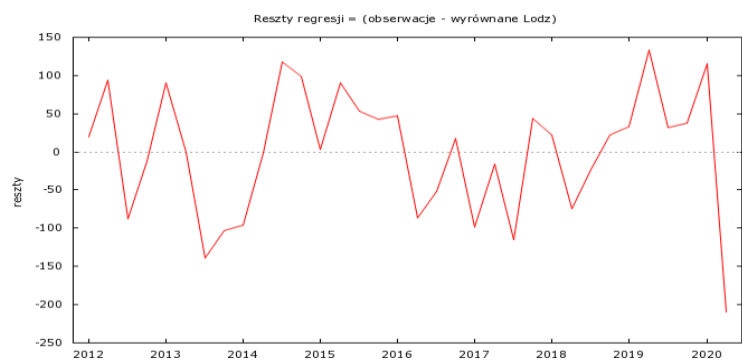
```

Rysunek 3. Wyniki estymacji KMNK, model II dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne) dla Łodzi

Na podstawie otrzymanych danych (rysunek 3) stwierdzono, że kształtowanie szeregu czasowego dotyczącego kwartałów lat 2012 – 2020 dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi opisuje wielomian trzeciego stopnia.

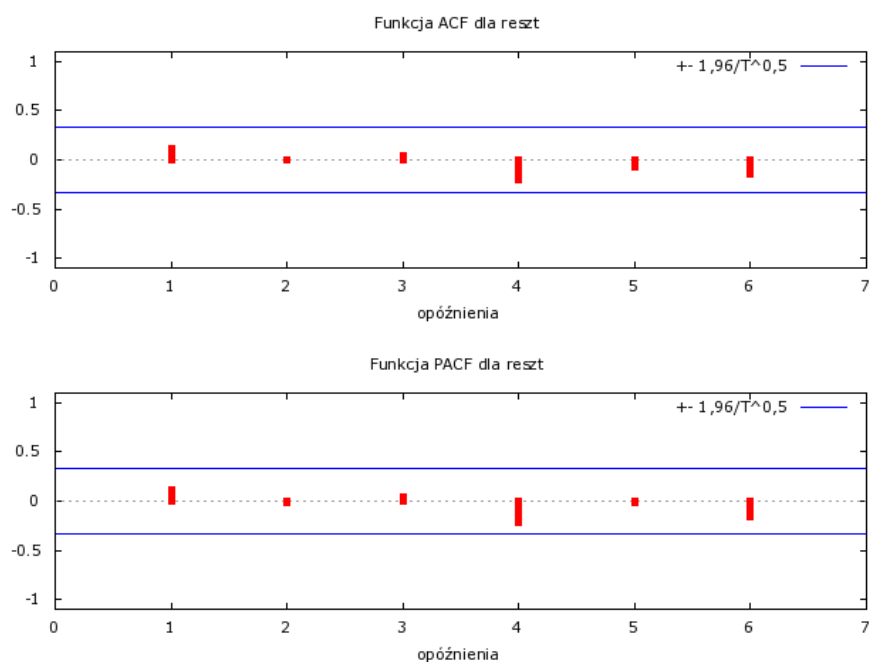
Model ten jest bardzo dobrze dopasowany do danych, o czym świadczy współczynnik determinacji na poziomie równym 97,66% (> 90%).

Ponieważ została przeprowadzona estymacja metodą najmniejszych kwadratów, kolejno sprawdzono założenia dotyczące składnika resztowego. Wykres reszt modelu II cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w kwartałach lat 2012-2020 dla Łodzi zaprezentowany jest na rysunku 4.



Rysunek 4. Wykres reszt modelu II dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne) dla Łodzi

Założenia Gaussa – Markowa dotyczą min. braku autokorelacji składnika resztowego oraz normalności reszt, dlatego w kolejnym kroku sprawdzono autokorelacje reszt (Gładysz, and Mercik, 2007). Na rysunku 5 przedstawiony został korelogram procesu resztowego dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w kwartałach lat 2012 – 2020, zaś rysunek 6 prezentuje wyniki testu autokorelacji Ljunga – Boxa dla procesu resztowego.



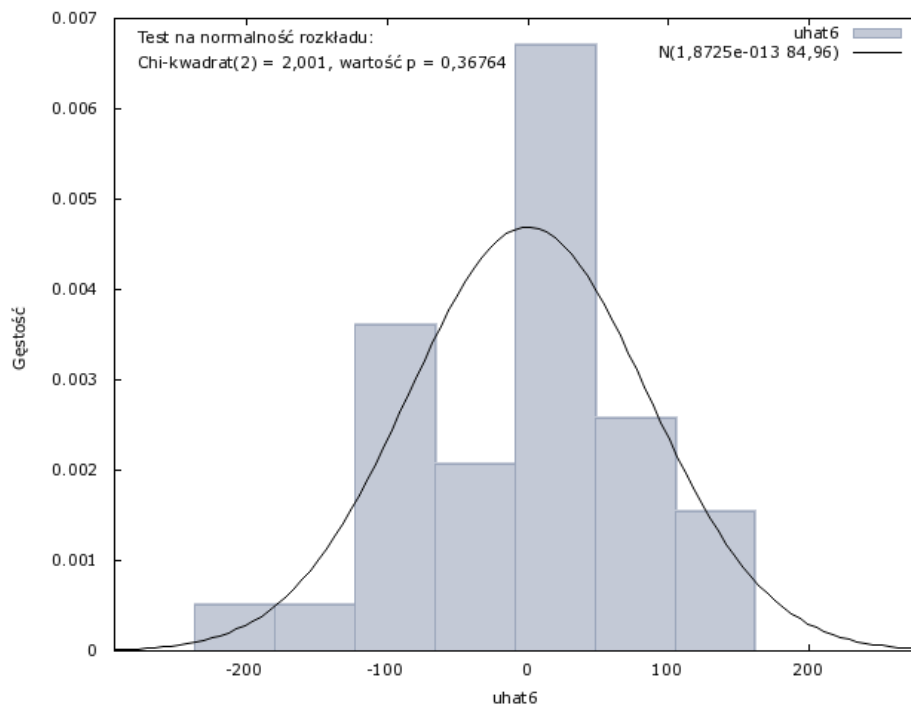
Rysunek 5. Korelogram procesu resztowego dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne)

Funkcja autokorelacji (ACF) i autokorelacji cząstkowej (PACF), test autokorelacji Ljunga-Boxa (Q) dla procesu resztowego

Opóźnienia	ACF	PACF	Ljung-Box Q [wartość p]
1	0,1183	0,1183	0,5195 [0,471]
2	-0,0063	-0,0206	0,5210 [0,771]
3	0,0424	0,0463	0,5921 [0,898]
4	-0,2090	-0,2235	2,3740 [0,667]
5	-0,0676	-0,0125	2,5669 [0,766]
6	-0,1476	-0,1588	3,5190 [0,741]

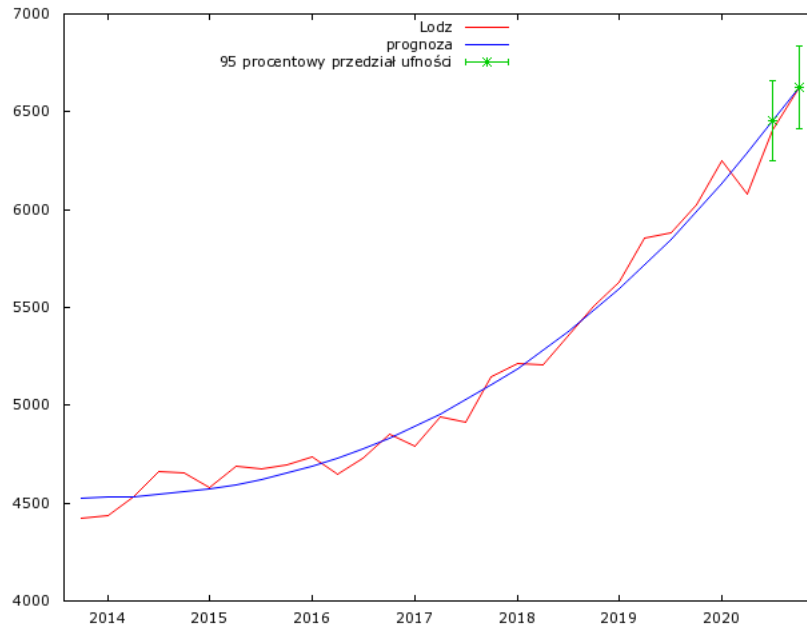
Rysunek 6. Wyniki testu autokorelacji Ljunga – Boxa dla procesu resztowego

Dzięki testowi autokorelacji Ljunga – Boxa dla procesu resztowego można wnioskować, iż nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku autokorelacji reszt zarówno pierwszego, jaki i wyższych rzędów na poziomie istotności równym 0,05.



Rysunek 7. Wykres normalności reszt dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w latach 2012 - 2020 (dane kwartalne) dla Łodzi

Następnie zbadano normalność korzystając z testu Jarque'a – Bera, w którym to hipoteza zerowa głosi, że dystrybuanta empiryczna posiada rozkład normalny (Gruszczyński, and Podgórska, 2004). Wartość statystyki χ^2 jest równa 2,001 z wartością p – value na poziomie 0,368, a skoro p – value $> 0,05$ to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o normalności rozkładu reszt, a co za tym idzie – założenie o normalności reszt także jest spełnione, co widoczne jest również na rysunku 7.



Rysunek 8. Wykres prognoz na III i IV kwartał 2020 roku dla cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym dla Łodzi

Nie ma wątpliwości, iż model II spełnia oba założenia dotyczące reszt przy estymacji metodą najmniejszych kwadratów, w związku z tym posłuży on do prognozowania.

W kolejnym kroku postawiono prognozy na dwa okresy do przodu, które przedstawione są na rysunku 8.

5. Prognozy cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi

W tabeli 1 zestawiono wartości rzeczywiste i prognozy cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi dla III i IV kwartału roku 2020.

Tabela 1.

Wartości rzeczywiste i prognozy cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi dla III i IV kwartału roku 2020

Kwartał roku 2020	Cena rzeczywista	Prognoza model ekonometryczny
III	6 406,32	6 453,49
IV	6 624,22	6 626,80

Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że prognozowana cena transakcyjna metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w III kwartale 2020 roku otrzymana za pomocą modelu ekonometrycznego wynosi 6 453,49 zł, natomiast prognoza na IV kwartał roku 2020 wynosi 6 626,80 zł. Zauważalne jest, iż wartości te nieznacznie odbiegają od rzeczywistych cen.

Mierniki ex ante

Tabela 2 przedstawia obliczone dla otrzymanych prognoz mierniki *ex ante*.

Tabela 2.

Mierniki ex ante dla otrzymanych prognoz

Mierniki ex ante	Symbol	Model ekon.	
		III kw.	IV kw.
Ocena <i>ex ante</i> średniego błędu predykcji	S_{DT}	99,19	103,34
Ocena <i>ex ante</i> względnego błędu predykcji	V_{DT}	1,54%	1,56%

Dla otrzymanej prognozy ocena *ex ante* średniego błędu predykcji mówi, że prognozowana cena transakcyjna metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi w III kwartale 2020 roku może się różnić od rzeczywistych cen transakcyjnych średnio o około 99,19 zł, natomiast w IV kwartale – o 103,34 zł. Z kolei szacowana różnica między rzeczywistą, a prognozowaną ceną transakcyjną w III kwartale 2020 roku stanowi 1,54% wartości prognozy punktowej, a w IV kwartale 2020 roku – 1,56%. Wielkości te są poniżej 10%, zatem prognoza ta jest dopuszczalna.

Mierniki ex post

Tabela 3 prezentuje mierniki *ex post* dla otrzymanych prognoz.

Tabela 3.

Mierniki ex post dla otrzymanych prognoz

Mierniki ex post	Symbol	Model ekon.
Średnie obciążenie predykcji	ME	-24,87
Względne obciążenie predykcji	MPE	0,38%
Średni względny absolutny błąd	MAE	24,87
Średni bezwzględny błąd procentowy	MAPE	0,39%
Średni błąd predykcji ex post	RMSE	33,40
Względny błąd predykcji ex post	V_{RMSE}	0,5126%
Współczynnik Theila	I	0,5125%
Udział obciążoności predykcji	\hat{I}_1^2	55,44%
Udział niedost. elastyczności	\hat{I}_2^2	44,56%
Udział niezgodności kierunku	\hat{I}_3^2	0,00 %

Prognozy cen transakcyjnych metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi były przeszacowane średnio o 24,87 zł, co stanowi 0,38% średniej wartości rzeczywistej ceny transakcyjnej.

Wartości względnego obciążenia predykcji na poziomie mniejszym od 10% świadczą o trafności postawionych prognoz.

Średni względny absolutny błąd mówi o tym, o ile otrzymana prognoza może odbiegać od rzeczywistej przyszłej ceny transakcyjnej metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi. Dla przedstawionego modelu prognozy mogą odbiegać o 24,87 zł.

Średnia różnica między rzeczywistą ceną transakcyjną metra kwadratowego mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi, a prognozowaną stanowi 0,39% wartości rzeczywistej.

Prognozy wygasłe różniły się średnio od wartości rzeczywistych ceny transakcyjnej o 33,40 zł.

Natomiast średnia różnica między wartościami rzeczywistymi ceny transakcyjnej m² mieszkania na rynku pierwotnym w Łodzi, a prognozowanymi stanowi 0,5126% przeciętnej rzeczywistej wielkości ceny.

Współczynnik Theila uzyskał małą wartość dla tego modelu ekonometrycznego - maksymalny błąd wynosi 0,5125%, co świadczy o dobrej jakości modelu.

Wyjątkową cechą współczynnika Theila jest to, że można go „rozłożyć” na sumę trzech składników, za pomocą których istnieje możliwość oceny źródła błędu predykcji. Z użyciem przedstawionego modelu otrzymane wartości można interpretować następująco:

- 55,44% całkowitego błędu predykcji *ex post* wynika z obciążenia otrzymanych prognoz,
- 44,56% całkowitego błędu wynika z braku elastyczności,
- żadna część całkowitego błędu predykcji *ex post* nie jest wynikiem niedostatecznego dopasowania punktów zwrotnych (\hat{I}_3^2 równy 0,00%)

Otrzymane prognozy można uznać za trafione, gdyż obciążenie predykcji MPE, średni bezwzględny błąd procentowy MAPE oraz względny błąd predykcji *ex post* V_{RMSE} znajdują się na poziomie poniżej 10%.

6. Podsumowanie

Za główny cel pracy obrano ocenę możliwości skutecznego prognozowania cen nieruchomości dla Łodzi w dwóch ostatnich kwartałach roku 2020 w obliczu pandemii COVID-19. Zweryfikowano postawioną we wstępie hipotezę badawczą.

Przedstawiona we wstępie hipoteza mówi o trafności postawionej prognozy, dlatego dzięki obliczonym miernikom *ex post*, a konkretnie względnemu obciążeniu predykcji MPE, średniemu bezwzględnemu błędowi procentowemu MAPE oraz względnemu błędowi predykcji *ex post* V_{RMSE} można zauważyć, iż wszystkie te wartości znajdują się na poziomie poniżej 10%, a to świadczy o trafności postawionej prognozy, pomimo wahań gospodarczych wywołanych pandemią COVID-19.

Realną sytuację panującą w 2020 roku na rynku nieruchomości można sprawdzić min. dzięki raportowi przygotowanemu przez NBP. Zauważalny był wówczas kilkuprocentowy spadek cen mieszkań na rynku pierwotnym w II kwartale 2020 roku w największych miastach Polski. Według danych GUS w III kwartale 2020 roku ceny mieszkań wzrosły o 2,0% w stosunku do II kwartału 2020 r., natomiast konkretnie na rynku pierwotnym – o 2,2%. Na

koniec roku 2020, czyli w IV kwartale wprowadzenie przez rząd kolejnych obostrzeń uderzyło w polski rynek, jak i ceny nieruchomości, choć stopy procentowe były wówczas na bardzo niskim poziomie. W drugiej połowie 2020 roku widoczny był zdecydowany wzrost inwestycji w nieruchomości w skali całego roku, przez co w IV kwartale 2020 roku odnotowano najwyższe ceny nieruchomości. Mimo tak znaczących zmian dotyczących min. rynek nieruchomości, przedstawiona analiza dowodzi, iż narzędzie, jakim jest prognozowanie sprawdza się nawet w kryzysowych dla badanego podmiotu sytuacjach.

Reasumując, na podstawie przedstawionej prognozy cen nieruchomości dla Łodzi na dwa ostatnie kwartały roku 2020 i obliczonych mierników *ex ante* i *ex post* wykazano, że można skutecznie prognozować pomimo tak nieprzewidywalnych zjawisk, jak w tym przypadku - pandemia koronawirusa. Takie badania, choć mogą być bardzo zmienne, gdyż są zależne od większości sytuacji występujących w gospodarce danego kraju, są bardzo potrzebne z punktu widzenia interesantów, chcących zakupić nieruchomość. Dlatego też omawiane zjawisko może być tematem wielu prac.

Bibliografia

1. Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Terry, S. J. (2020). Covid-induced economic uncertainty, National Bureau of Economic Research. 26983.
2. Baza BaRN (nbp.pl).
3. Baza GUS (stat.gov.pl).
4. Borowska, M., & Domańska, J. (2016). Współczesny rynek nieruchomości jako obszar dociekań naukowych w świetle literatury. *Studia Ekonomiczne*, 270.
5. Brzozowska A., Kabus J. (2015), Źródła podejmowania decyzji w e-usługach, *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*, z. 86.
6. Brzozowska A., Kabus J. (2018), Determinants of enterprises' innovativeness in the light of empirical studies – case studies of Austria and Poland, *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska*, z. 116.
7. Czech, K., Karpio, A., Wielechowski, M. W., Woźniakowski, T., & Żebrowska-Suchodolska, D. (2020). *Polska gospodarka w początkowym okresie pandemii COVID-19*. Wydawnictwo SGGW.
8. Gładysz, B., & Mercik, J. (2007). *Modelowanie ekonometryczne. Studium przypadku*. Wydanie II, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław.
9. Głinski, Z., & Zmuda, A. (2020). Epidemie i pandemie chorób zakaźnych. *Życie Weterynaryjne*, 95(09)
10. Gruszczynski, M., & Podgórska, M. (2004). *Ekonometria*, wyd. SGH, Warszawa.
11. Kabus D., Pilis W., Miciuła I., *Food Services in the Tourism Industry in Terms of Customer Service Management: The Case of Poland, Sustainability, Volume 14, Issue 11*, (doi.org/10.3390/su14116510).
12. Kabus J., Dziadkiewicz M., *Residents' Attitudes and Social Innovation Management in the Example of a Municipal Property Manager, Energies 2022, 15(16), 5812; pp.1-20*, (doi.org.10.3390/en15165812).
13. Koszel, M. (2021). *The COVID-19 Pandemic and the Professional Situation on the Real Estate Market in Poland*.
14. Piersiala L., *Skuteczność specjalnych stref ekonomicznych w kontekście rozwoju społeczno-gospodarczego*, (2018), *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie*.
15. Piersiala L., *The usage pattern of development method to assess the functioning of special economic zones: the case of Poland, Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy Volume14 Issue*.
16. Radlińska, K. M. (2020). *Pandemia COVID-19 implikacje dla polskiego rynku pracy. Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych*, 1(24).
17. Salathé, M., Althaus, C.L., Neher, R., Stringhini, S., Hodcroft, E., Fellay, J., Zwahlen, M., Senti, G., Battegay, M, Wilder-Smith, A., Eckerle, I., Egger, M., Low, N. (2020). *COVID-19 epidemic in Switzerland: on the importance of testing, contact tracing and isolation. Swiss medical weekly*, 150(11–12), w20225.
18. Sołtysik, M. (2015). *Porozumienie cenowe jako instrument zwiększenia pewności inwestowania w polskim prawie podatkowym. Ekonomiczne Problemy Usług*, 120.
19. Wancke P. (2007), *Nieruchomości, leksykon pojęć i definicji*, Oficyna Wolters Kluwer Polska, Kraków.
20. Zaremba, A. (2009). *Nieruchomość jako przedmiot inwestycji. Świat Nieruchomości*, 1(67).
21. Zawisłińska, I. (2014) *Podstawy gospodarki rynkowej. Podstawy wiedzy o Unii Europejskiej*, Polskie Stowarzyszenie Badań Wspólnoty Europejskiej PECSA.
22. Źródło internetowe: koronawirusunas.pl (dostęp 15.11.2022).