



NARODOWY  
BANK POLSKI

Materiały i Studia nr 344

---

# Analiza wahań sezonowych i cyklicznych budowy mieszkań w Polsce z podziałem na rynek indywidualny i deweloperski

Ireneusz Dąbrowski, Paweł Frącz, Dariusz Zmarzły,  
Łukasz Mach, Daria Wotzka



**Materiały i Studia nr 344**

---

# **Analiza wahań sezonowych i cyklicznych budowy mieszkań w Polsce z podziałem na rynek indywidualny i deweloperski**

**Ireneusz Dąbrowski, Paweł Frącz, Dariusz Zmarzły,  
Łukasz Mach, Daria Wotzka**

Ireneusz Dąbrowski – Narodowy Bank Polski  
Paweł Frącz – Narodowy Bank Polski  
Dariusz Zmarzły – Narodowy Bank Polski  
Łukasz Mach – Narodowy Bank Polski  
Daria Wotzka – Narodowy Bank Polski

Opracowanie przedstawia stanowisko jego autorów i nie powinno być interpretowane jako stanowisko Narodowego Banku Polskiego.

Wydął:  
Narodowy Bank Polski  
Departament Edukacji i Wydawnictw  
ul. Świętokrzyska 11/21  
00-919 Warszawa  
[www.nbp.pl](http://www.nbp.pl)

ISSN 2084-6258

© Copyright Narodowy Bank Polski 2022

---

## Spis treści

Streszczenie	4
Wstęp	5
1. Geneza cykli na rynku nieruchomości, ich identyfikacja i zastosowanie	7
2. Metodyka badań	11
2.1. Założenia i algorytm badań	11
2.2. Zdefiniowane hipotezy badawcze	15
3. Analiza etapów procesu budowy mieszkań w Polsce	16
3.1. Dekompozycja szeregów czasowych	16
3.2. Wahania sezonowe na rynku budownictwa mieszkaniowego – identyfikacja profili rocznych	24
3.3. Oszacowane wartości prognoz oraz prognozy przedziałowe dla poszczególnych etapów budowy mieszkań wraz z walidacją modelu	33
4. Analiza etapów procesu budowy mieszkań w województwie mazowieckim	45
4.1. Dekompozycja szeregów czasowych	45
4.2. Wahania sezonowe na rynku budownictwa mieszkaniowego – identyfikacja profili rocznych	52
4.3. Oszacowane wartości prognoz oraz prognozy przedziałowe dla poszczególnych etapów budowy mieszkań wraz z walidacją modelu	60
5. Wnioski z badań	73
6. Załączniki	74
6.1. Model predykcyjny ARIMA	74
Bibliografia	101

## Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę wahań sezonowych i cyklicznych dotyczących etapów procesu budowy mieszkań z podziałem na rynek indywidualny oraz deweloperski.

Zakres przeprowadzonej analizy zawiera dekompozycje badanych zmiennych, identyfikację oraz analizę rocznych profili sezonowości oraz opracowanie prognoz dla wszystkich etapów procesu budowy mieszkań, tj. dla liczby pozwoleń wydanych na budowę, liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto oraz liczby mieszkań oddanych do użytkowania. W przeprowadzonych badaniach zastosowano metodę predykcji bazującą na modelach X13-ARIMA-SEATS oraz wyznaczono profile sezonowości, dzięki którym uzyskano odpowiedzi na dwa pytania: Jaki jest charakter zmienności harmonicznej w ujęciu sezonowości w badanym zjawisku? oraz Jakie parametry modelu ARIMA opisują rynek budownictwa mieszkaniowego w ramach przyjętych kryteriów? Badania zostały przeprowadzone dla Polski oraz dla województwa mazowieckiego. Odpowiedzi uzyskane na tak postawione pytania mogą stanowić wsparcie w procesie podejmowania decyzji, zarówno w ujęciu makro jak i mikroekonomicznym. Parametryzacja występujących wahań oraz opracowane prognozy mogą stanowić przesłanki decyzyjne w realizacji polityki makro ostrożnościowej i stabilności finansowej.

# Wstęp

Budownictwo mieszkaniowe jest jednym z obszarów gospodarowania, który ma znaczący wpływ na zachowanie stabilności finansowej jak i makroekonomicznej. Istotność oddziaływania rynku budownictwa mieszkaniowego na parametry gospodarcze, powoduje, że prognoza zjawisk na nim występujących jest niezbędna do kreowania i prowadzenia odpowiednich działań rynkowych. W niniejszym opracowaniu prognozowanie zjawisk występujących na rynku mieszkaniowym zostało zrealizowane dla trzech etapów procesu budowy mieszkań, do których zaliczono: liczbę pozwoleń wydanych na budowę, liczbę mieszkań w budowie oraz liczbę mieszkań nowych, oddanych do użytkowania. Podejmując próbę modelowania składowych procesu budowlanego mieszkań, rozpatrzono czy realizacja w czasie badanych zjawisk cechuje się systematycznymi zmianami w ujęciu rocznym jak i w poszczególnych latach. Identyfikacja zmienności rocznej oraz tendencji zmian w długim okresie pozwala na analizę występujących wahań sezonowych i okresowych, mających miejsce na rynku budownictwa mieszkaniowego. Parametryzacja występujących wahań jest ważna w procesie realizacji polityki makroostrożnościowej i stabilności finansowej, gdyż analiza ich wolno i szybko zmiennych przebiegów pozwala na optymalną realizację polityki gospodarczej.

W badaniach zastosowano metodę predykcji bazującą na modelach X13-ARIMA-SEATS oraz wyznaczono profile sezonowości, dzięki którym uzyskano możliwość odpowiedzi na dwa zasadnicze pytania: (1) Jaki jest charakter zmienności harmonicznej w ujęciu sezonowości oraz okresowości badanych składowych procesu budowlanego? (2) Jakie parametry modelu ARIMA optymalnie opisują rynek budowlany w ramach przyjętych kryteriów? Odpowiedzi uzyskane na tak postawione pytania mogą stanowić wsparcie w procesie podejmowania decyzji, zarówno w ujęciu makro jak i mikroekonomicznym.

---

Należy zauważyć, że niezależnie od przeprowadzonych analiz, symulacji i modelowania, rynek mieszkaniowy, ze względu na cechy, tj. stałość w miejscu, wrażliwość na zmianę otoczenia, możliwość działań spekulacyjnych, nieracjonalność zachowań kupujących i sprzedających, brak kompletnej informacji (poufność transakcji kupna-sprzedaży, brak całościowych informacji o rynku), jego różnorodność, relatywna stałość podaży w krótkim czasie, charakteryzuje się pewną nieprzewidywalnością rozwoju. Jak wykazano w procesie walidacji prognozowanych wartości, rzeczywiste tendencje, mogą być częściowo, a w skrajnych przypadkach znacząco rozbieżne z predykcjami, otrzymanymi na bazie modelowania.

Ponadto, przeprowadzone badania potwierdziły hipotezę, iż raporty publikowane do tej pory w Polsce, dotyczące rynku nieruchomości mieszkaniowych, nie są w pełni użyteczne interpretacyjnie. Raporty te, tworzone przez różnego rodzaju instytucje, w większości przeprowadzonych analiz skupiają się na ujęciu ogółem, nie dzieląc rynku budownictwa mieszkaniowego na realizowany przez indywidualnych inwestorów i wznoszących mieszkania na sprzedaż lub wynajem (deweloperów). Uzyskane wyniki badań, jednoznacznie wskazują, iż wspomniane rynki w wielu przypadkach cechują się inną charakterystyką przebiegów sezonowych oraz cyklicznych, a zatem innym profilem wahań sezonowych i co jest z tym bezpośrednio powiązane, odmiennymi prognozami jego rozwoju.

# 1. Geneza cykli na rynku nieruchomości, ich identyfikacja i zastosowanie

Cykle na rynku nieruchomości są istotne z punktu widzenia tempa rozwoju tego rynku jak również są przyczyną sukcesów jak i porażek w gospodarowaniu podmiotów na nim działających. Cykle są kluczowym czynnikiem decydującym o konkurencyjności ze względu na ich wszechobecny i dynamiczny wpływ m.in. na zwroty z nieruchomości, ryzyko oraz wartość inwestycji w czasie. Należy zaznaczyć, że wpływ ten nie powinien być nadmiernie upraszczany ani ignorowany. Rosnąca w ostatnich latach koncentracja branży w nieruchomościach, ukształtowała się jako odrębna klasie aktywów. Uczestnicy tego rynku, tj. strona popytowa oraz podażowa coraz większy nacisk kładą na strategiczne i decyzyjne implikacje teorii w analizach cyklu nieruchomościowego (Pyhrr et al., 1999). Historia cykli nieruchomości ma swoje początki w latach 30-tych, w których to powstała koncepcja ekonomiki gruntów nieruchomości ewoluując do dyscypliny związanej z inwestycjami w nieruchomości (Hoyt, 1933). Jednym z prekursorów teoretycznych podstaw cyklicznej aktywności gospodarki jako całości był Wesley Mitchel (Mitchell, 1927). W pracy pt. *Business Cycles: The problem and its Setting*, opisał cykle gospodarcze i ich wpływ na zmienność cen, wartość waluty, kondycję banków, oszczędności, inwestycji oraz spekulacji (Sherman, 2001). Jest to pozycja w zakresie ekonomii, w swoich założeniach pomiędzy podstawami ekonomii (1890) Alfreda Marshalla a ogólną teorią ekonomii (1936) Johna Maynarda Keynesa. Jest pierwszym zwartym dziełem o cyklach gospodarczych w sposób gruntowny i całościowy prezentujący zagadnienia cykli, upowszechniając pojęcia takie jak oscylacja, fluktuacja oraz rytm, które od dawna zajmowały uwagę czołowych ekonomistów tamtych czasów, takich jak Clément Juglar i Karol Marks (Friedman, 2018).

Definiując, cykl koniunkturalny jako periodyczne zmiany aktywności gospodarczej, wykazujące się wahaniami w czasie wielkości produkcji, dochodu



---

narodowego, inwestycji, zatrudnienia i konsumpcji, można w ujęciu klasycznym w cyklu tym zidentyfikować cztery fazy tj. kryzys, deprecjacja, ożywienie i rozkwit. W ujęciu klasycznym cykl traktowany jest jako średniookresowe wahania periodyczne. Cykle te były identyfikowane w gospodarce amerykańskiej, jak i europejskiej, w latach 1825-1945. Podstawy teoretyczne cykliczności dla cykli klasycznych najszerzej traktuje ekonomia neoklasyczna oraz keynesowska. Podejście neoklasyczne to założenie, że wahania wpływające na gospodarkę mają charakter egzogeniczny a stan równowagi jest przywracany poprzez mechanizmy wewnętrzne (Jevons, 1911), (Davis & Heathcote, 2005). Alternatywą szkoły neoklasycznej jest teoria keynesowska, która wyjaśnia cykliczność w gospodarce wyłącznie uwarunkowaniami wewnętrznymi, głównie z powodu niewystarczającego popytu globalnego (Keynes, 2022).

Po II wojnie światowej, nastąpiło upowszechnienie polityki interwencjonizmu państwowego, mającej na celu stosowanie polityki antycyklicznej i antykryzysowej. Spowodowało to przekształcenie cykli pojmowanych klasycznie, na cykle zmodyfikowane, w których wyróżniono dwie fazy, tj. recesję oraz boom gospodarczy. Przyjmuje się, że cykle zmodyfikowane, występowały w latach 1949-2009. Należy zauważyć, że po kryzysie naftowym oraz wraz z osiągnięciami rewolucji technologicznej, następuje z początkiem lat 80 dwudziestego wieku, zwrot ku nowym podejściom teoretycznym, związanym z monetaryzmem (Milton, 2018).

Trzecim ewaluującym podejściem do teorii cykli jest nowa szkoła klasyczna w kwestii cyklu koniunkturalnego i przyczyn kryzysów (Kydland & Prescott, 1982; R. . E. Lucas, 1980; Robert, E Lucas, 2010; Robert E Lucas, 1976) oraz nowa szkoła keynesowska (Akerlof, 1970; Atkinson & Stiglitz, 2015; Krugman, 2009; Krugman & Wells, 2020; Phelps, 1961, 1966; Stiglitz, 2022).

Należy również wskazać, na ujęcie cykliczności w czasie. Powszechny podział cykli z uwzględnieniem kryterium czasu pozwala wyodrębnić 4 rodzaje cykli i odnieść je do rynku nieruchomości. W szczególności do rynku użytkowników, rynku działań deweloperskich, rynku aktywów finansowych oraz rynku gruntów (Kucharska-Stasiak, 2006, 2016). Cykle w podziale na horyzont czasu możemy podzielić na cykle Kitchena, Juglara, Kuznieca oraz Kondratiewa (Barnett, 1998; Kitchin, 1923; Korotayev & Tsirel, 2010; Kuznets, 1930). Przyjmuje się, że cykl Kitchena trwa 4-5 lat, jest wyznaczony przez cykl koniunktury i w odniesieniu do rynku nieruchomości wpływa na rynek użytkowników, czynsze i ceny na rynku, a także na działalność deweloperską. Cykl Juglara, w przeciwieństwie do cyklu Kitchina jest wynikiem zmian podaży, szacuje się, że trwa 9-10 lat, wpływając na rynek deweloperski. Cykl ten ze względu na swoje właściwości powoduje tworzenie się nadpodaży. Trzecim cyklem, jest cykl Kuznieca o długości przebiegu 20-30 lat. Jest on kreowany poprzez ceny gruntu. Najdłuższe cykle trwające 45-60 lat to cykle Kondratiewa i są one związane ze zmianami technologicznymi (Barnett, 1998; Kucharska-Stasiak, 2016).

Podsumowując zaprezentowany opis cykli rynku nieruchomości, należy wskazać na jego ewaluacyjny charakter. Charakterystyki oraz wzorce cykli na rynku nieruchomości w perspektywie czasu dostosowywały się do charakterystyk i wzorców pojawiających się w gospodarce. W początkowych opisach cykliczności na rynku zdefiniowano cztery jego fazy, z biegiem czasu modyfikując je wyłącznie do dwóch. Również teoria cykli w ujęciu czasowym pozwoliła na jego identyfikację w horyzoncie 4-5, 9-10, 20-30 czy 45-60 letnim.

W sferze realnej, cykliczność nadal pozostaje zagadnieniem poruszonym w analizach naukowych, zarówno w ujęciu teoretycznym jak i praktycznym. Bieżące, opracowania dotyczące cykliczności na rynku nieruchomości badające ceny na rynku nieruchomości w długim okresie opisał Quigley (Quigley, 1999). W badaniach skoncentrował się na dwóch aspektach dotyczących nieruchomości i przebiegu

---

gospodarki realnej. W pierwszym zbadano, czy trendy na rynku nieruchomości są przewidywalne przez czynniki fundamentalne w gospodarce? W drugim natomiast czy egzogeniczne trendy w cenach nieruchomości - a tak naprawdę bańki na tym rynku - mogą wpływać na fundamenty ekonomiczne? Również interesujące badania w obszarze cykli na rynku nieruchomości w kontekście cykli koniunkturalnych zostały opisane przez Żelazowskiego (Żelazowski, 2017). Celem jego badań było wskazanie podobieństw i różnic w kształtowaniu się cyklu rynku mieszkaniowego i cyklu koniunkturalnego. Należy również wskazać na ważność badań traktujących aspekt wpływu zmiennych ekonomicznych czy gospodarczych na cykliczność rynku mieszkaniowego. Badania identyfikujące wpływ zmiennych endogenicznych (Sommervoll et al., 2010), ograniczeń kredytowych (Kuang, 2014), oczekiwań zakupowych (Lambertini et al., 2013) pośrednictwa finansowego (Yépez, 2018) na cykliczność na rynku mieszkaniowym pozwalają na dokładniejsze zrozumienie relacji występujących na rynku.

Również przydatnymi badaniami, wprowadzającymi do wsparcia decyzyjnego przy ewentualnie wyznaczonych prognozach dotyczących rynku nieruchomości, są te z zakresu identyfikacji cykliczności oraz sezonowości na nim występujących (Chang, 2020; Ł. Mach et al., 2021; Łukasz Mach, 2021; Łukasz Mach et al., 2020; Selcuk, 2014; Trojanek, 2011).

## 2. Metodyka badań

Metodyka przeprowadzonych badań zawiera zbiór zasad, których celem jest realizacja pracy badawczej. Punktem wyjścia jest zdefiniowanie hipotez badawczych, które w procesie realizacji tych badań poddano potwierdzeniu lub falsyfikacji.

Realizując badania przyjęto założenie, że wszystkie przeprowadzone analizy będą dotyczyły rynku budownictwa mieszkaniowego, którego uszczegółowienie zaprezentowano w części dotyczącej przyjętych założeń. Zakres przeprowadzonych analiz definiuje algorytm realizacji badań. Metodyka prowadzonych badań zawiera również opis sposobu pozyskania danych.

### 2.1. Założenia i algorytm badań

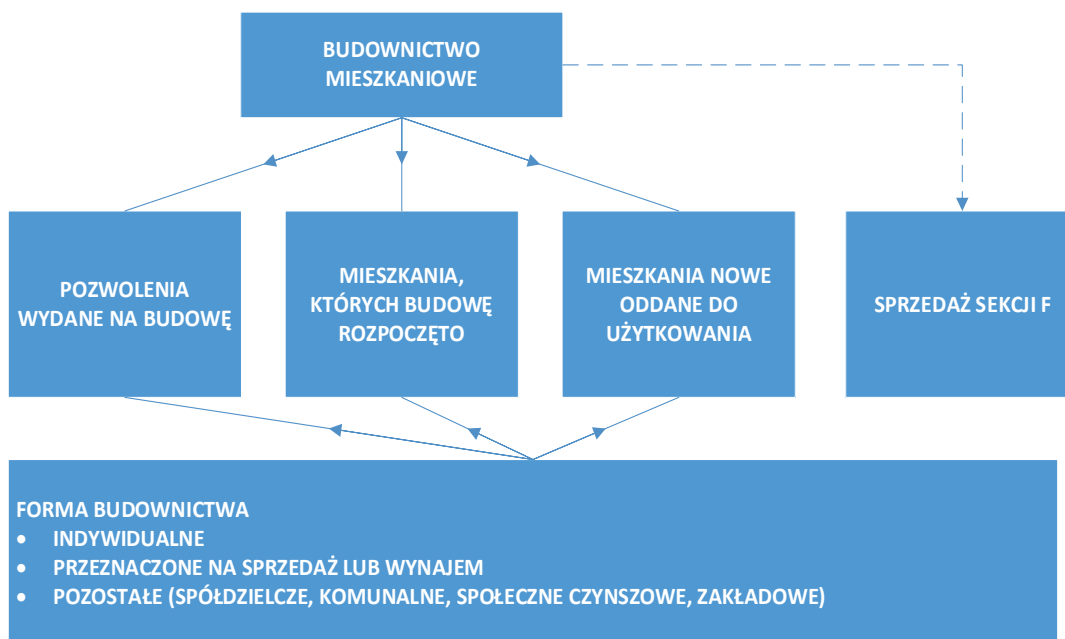
Analiza rynku budownictwa mieszkaniowego została przeprowadzona przy założeniu, że budownictwo to będzie utożsamiane z etapami procesu budowy mieszkań. Zgodnie z metodologią zdefiniowaną przez Główny Urząd Statystyczny do etapów procesu budowy mieszkań zaliczono następujące determinanty o bezpośrednim wpływie na badany rynek (por. wykres 3.1):

- pozwolenia wydane na budowę mieszkań,
- mieszkania, których budowę rozpoczęto,
- mieszkania nowe, oddane do użytkowania.

Na wykresie 3.1 do składowych procesu budowy mieszkań zaliczono również sprzedaż produkcji budowlano-montażowej (sekcja F – Budownictwo). Jednak z uwagi na fakt, że w przeprowadzonych analizach będziemy skupieni na podejściu podmiotowym, sprzedaż produkcji budowlano-montażowej została potraktowana jako informacja pośrednia. Biorąc pod uwagę powyższe, sekcja F –

Budownictwo nie była przedmiotem analiz w identyfikacji zachowań na rynku budownictwa mieszkaniowego.

Wykres 2.1. Etapy procesu budowy mieszkań



Źródło: Opracowanie własne na podstawie metodologii zdefiniowanej przez GUS.

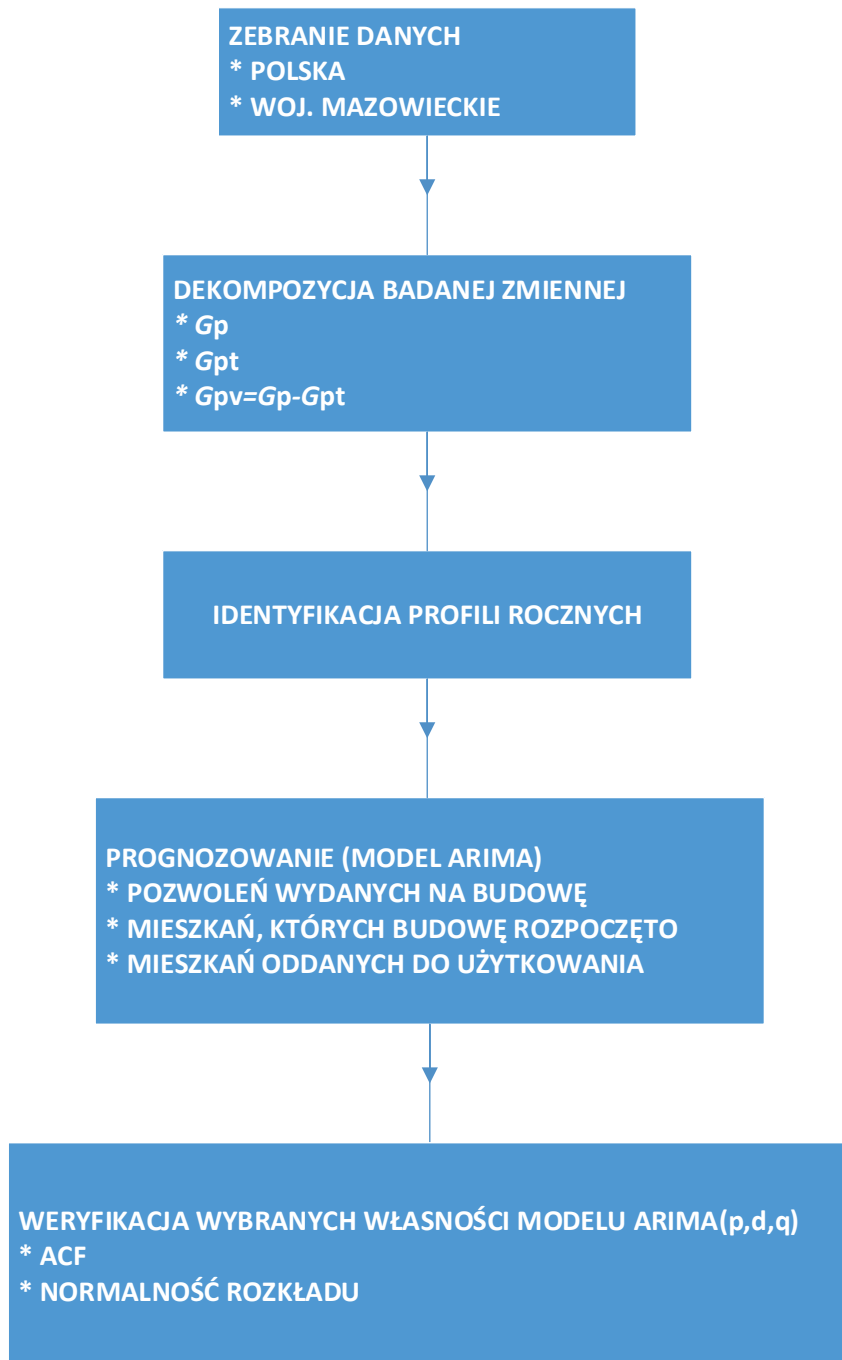
Dla wskazanych zmiennych zebrano dane miesięczne za okres przekraczający 17 lat (dane od 2005 r. do 2022 r.), który zawiera wszystkie dostępne w bazie GUS dane. Stąd liczba pozyskanych danych źródłowych wynosiła 211 obserwacji dla wszystkich zmiennych w każdym badanym. W celu przeprowadzenia możliwie pełnej analizy rynku budownictwa mieszkaniowego, strukturę tego rynku podzielono na: rynek w ujęciu ogółem (całość), mieszkania realizowane przez inwestorów indywidualnych oraz mieszkania realizowane na sprzedaż lub wynajem. Z uwagi na marginalne znaczenie ilościowe mieszkań komunalnych, spółdzielczych, społecznych czynszowych oraz zakładowych, lokali tych nie rozpatrywano w niniejszym badaniu. Przyjęto, że mieszkania realizowane przez indywidualnych inwestorów są to obiekty budowane na potrzeby własne

gospodarstw domowych. Natomiast mieszkania wznoszone przez inwestorów na sprzedaż lub wynajem będą zaliczane do mieszkań budowanych przez firmy branżowe (deweloperskie), których głównym celem jest odsprzedaż lub wynajem zasobu.

Doprecyzowując przyjęte założenia, należy również zaznaczyć, że przeprowadzone analizy rynku budownictwa mieszkaniowego będą rozpatrywane w ujęciu podmiotowym, a więc jako rynek użytkowników oraz rynek działań deweloperskich. Stosując kryterium przestrzenne, analizie poddano rynek krajowy (ogólnopolski) oraz wybranego województwa (mazowieckiego). Zastosowana inżynieria obliczeniowa bazuje na metodach ilościowych (statystyczno-matematycznych), natomiast interpretacja uzyskanych wyników przeprowadzona została w ujęciu ekspercko-ekonomicznym.

Badania zrealizowano zgodnie ze schematem przedstawionym na wykresie 2.2.

Wykres 2.2. Algorytm realizacji badań



Źródło: Opracowanie własne

## 2.2. Zdefiniowane hipotezy badawcze

Hipotezy badawcze zostały sformułowane w sposób ogólny, lecz odnoszą się do każdego z badanych etapów oraz do każdego rodzaju przeznaczenia budowanych zasobów mieszkaniowych.

Hipotezy, które poddano weryfikacji w trakcie badań są następujące:

1. Dla rynku budownictwa mieszkaniowego indywidualnego występują wahania sezonowe.
2. Dla rynku budownictwa mieszkaniowego realizowanego na sprzedaż lub wynajem nie zaobserwowano wahań sezonowych.
3. Występują istotne różnice w przebiegach szeregów czasowych dla mieszkań budowanych indywidualnie, jak i tych na sprzedaż lub wynajem.
4. Model X13-ARIMA-SEATS stanowi użyteczne narzędzie do prognozowania wielkości poszczególnych etapów procesu budowy nieruchomości mieszkaniowych.



## 3. Analiza etapów procesu budowy mieszkań w Polsce

### 3.1. Dekompozycja szeregów czasowych

Dekompozycja szeregów czasowych, opisujących proces budowy mieszkań, została przeprowadzona dla każdego z trzech zidentyfikowanych etapów, z jednoczesnym uwzględnieniem inwestycji ogółem, inwestycji zrealizowanej przez indywidualnych inwestorów oraz tych na sprzedaż lub wynajem. Przeprowadzając identyfikację składowych, w pierwszej kolejności przedstawiono realizację nieprzekształconego szeregu czasowego, w drugiej, stosując procedurę wygładzania, zaprezentowano cykliczną (wolnozmienną) realizację szeregu czasowego. Prezentacja przebiegów wolnozmiennych pozwala zidentyfikować wahania periodyczne długookresowe, a więc wahania zaobserwowane w całym badanym okresie (lata 2005–2022). Do wygładzania szeregu czasowego zastosowano filtr X13-ARIMA-SEATS. Dla celów sprawdzających w procesie wygładzania badanych szeregów czasowych kontrolnie zastosowano również filtr Hodrick-Prescott H-P (14400). Natomiast, w trzecim etapie zaprezentowano przebieg szeregu czasowego po wyeliminowaniu tendencji rozwojowej.

Trzy etapy dekompozycji badanych zmiennych zaprezentowano na trzywarstwowych wykresach. Pierwszy, oznaczony  $G_p$ , obrazuje przebieg pierwotnego szeregu czasowego. Drugi, oznaczony  $G_{pt}$ , prezentuje realizację składowej wolnozmiennnej, a trzeci, oznaczony  $G_{pv}$ , przedstawia szereg czasowy pozbawiony tendencji rozwojowej.

Analizy wykonano dla danych w ujęciu *Polska* oraz *województwo mazowieckie*. Poniżej przedstawiono wyniki dla Polski, natomiast w rozdziale 4.1 zawarto wyniki dla województwa mazowieckiego.

### 3.1.1. Identyfikacja komponentów składowych: pozwolenia wydane na budowę mieszkań

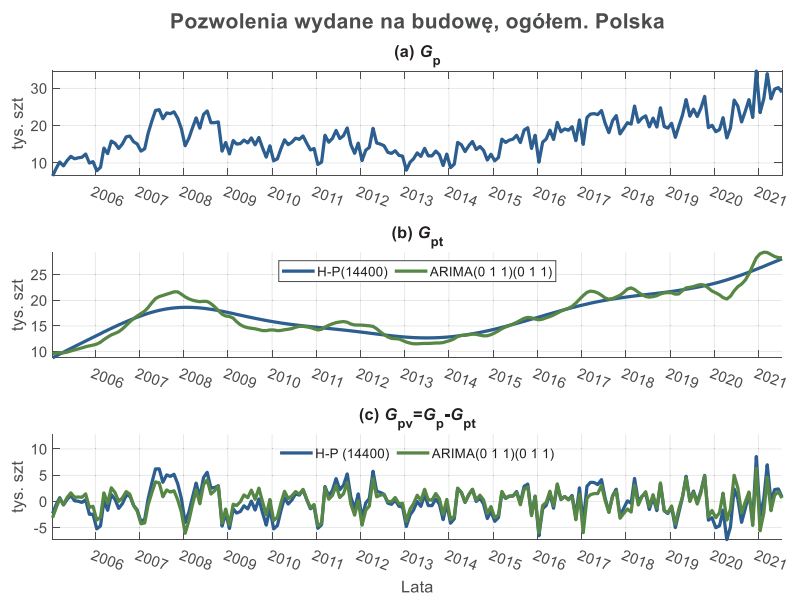
Identyfikacja składowych szeregów czasowych dla liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań została przedstawiona na wykresach (wykres 3.1-3.3). Zaprezentowano odpowiednio składowe dla: pozwoleń wydanych ogółem oraz wydanych dla inwestorów indywidualnych, jak i wydanych dla inwestycji na sprzedaż lub wynajem.

Obserwując wolnozmienną realizację badanej zmiennej (wykres 3.1), można zauważyć, że cykl na rynku budownictwa mieszkaniowego, w wymiarze pozwoleń uzyskanych na budowę, ogółem trwa już 14 lat (lata 2008–2022). Analizując kształtowanie się cyklu dla pozwoleń wydanych na budowę ogółem, należy zauważyć, że od roku 2008, przez sześć kolejnych lat, w Polsce następowało zmniejszanie się liczby wydanych pozwoleń na budowę ogółem. Od roku 2015 do roku 2022 następuje ciągły wzrost pozwoleń wydanych na budowę mieszkań. Trzeci wykres na wykresie 3.1 przedstawia przebieg szeregu czasowego bez tendencji rozwojowej, prezentując zmienność badanej cechy w ciągu jednego roku. Warto podkreślić, że dla Polski ogółem do 2019 roku dla badanego zjawiska zidentyfikowano sezonowość roczną, która zanika po 2020 roku.

W przypadku pozwoleń wydanych na budowę mieszkań dla inwestorów indywidualnych, w ujęciu ogólnopolskim występuje bardzo wyraźna sezonowość roczna. W całym badanym okresie zidentyfikowano wyraźnie powtarzający się schemat wahań sezonowych (por. wykres 3.2a i 3.2c).

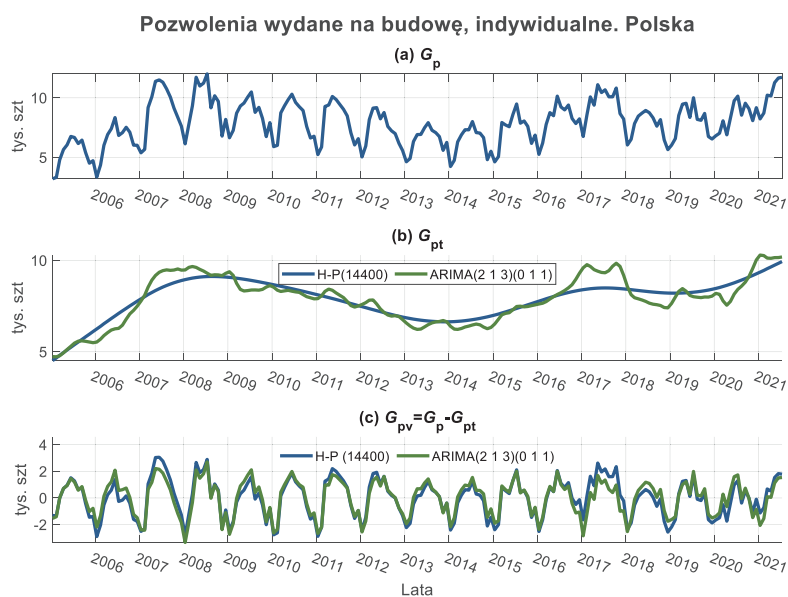
Opisując składowe zidentyfikowane dla pozwoleń wydanych na budowę mieszkań realizowanych na sprzedaż lub wynajem, należy odnotować, że przy próbie identyfikacji periodyczności rocznej (wykres 3.3) nie można jednoznacznie jej wskazać. W tym przypadku, w celu identyfikacji periodyczności rocznej, konieczne jest wyznaczenie uśrednionych profili rocznych oraz dokonanie ich parametryzacji.

Wykres 3.1. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



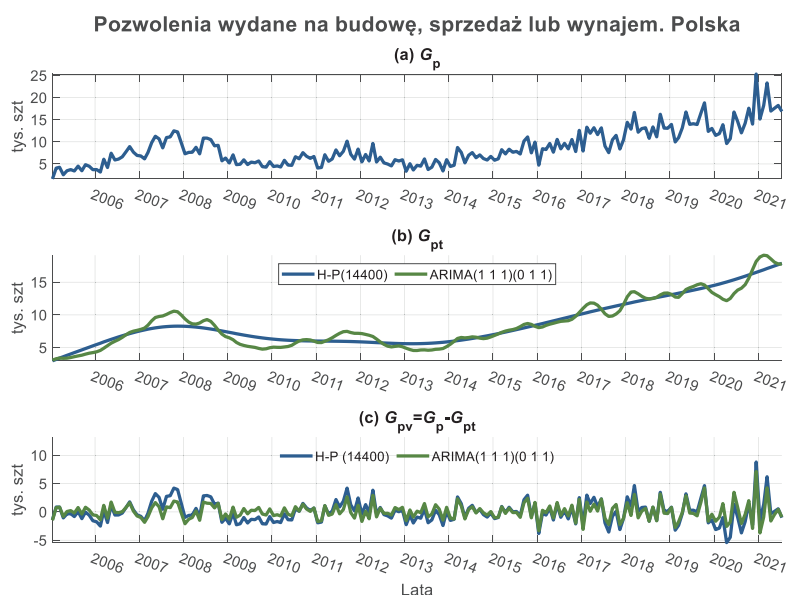
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.2. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.3. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )

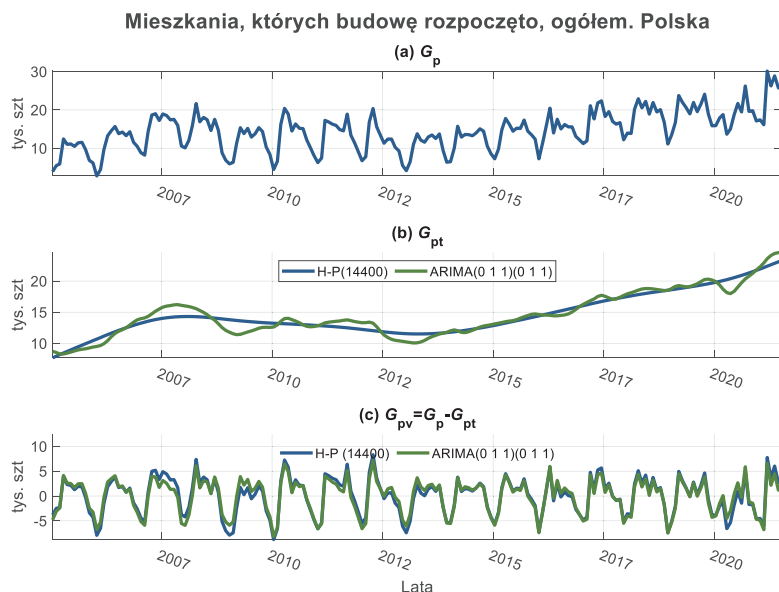


Źródło: opracowanie NBP.

### 3.1.2. Identyfikacja komponentów składowych: mieszkania, których budowę rozpoczęto

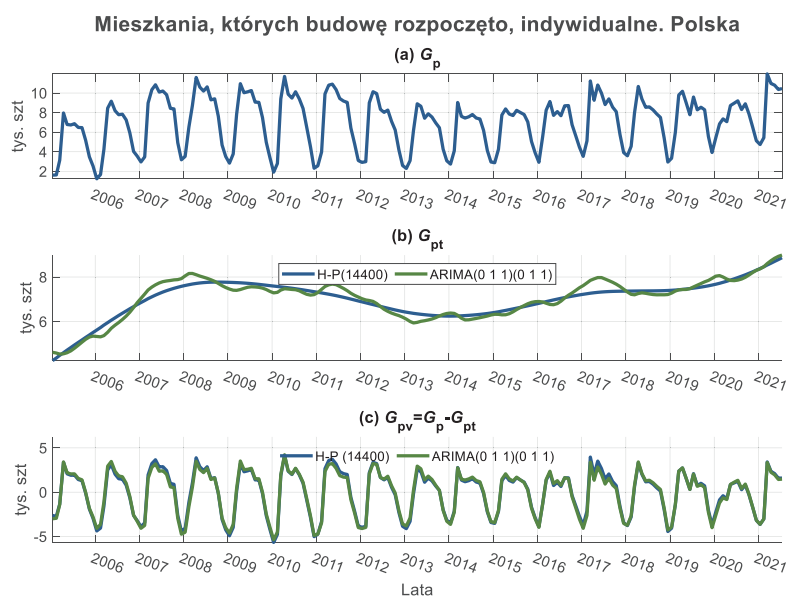
Dokonując dekompozycji szeregów czasowych opisujących drugi etap procesu budowy mieszkań, sporządzono rysunki 3.4 – 3.6. Poddając analizie zmienność liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto, w ujęciu ogółem (wykres 3.4), można udowodnić, że zmienność długookresowa wskazuje na wzrost rozpoczętych inwestycji od roku 2014 do końca badanego okresu (do 2022 r.). Natomiast z uwagi na cykliczność roczną, można na podstawie wykresu  $G_{pv}$  wskazać występowanie powtarzalnych schematów zmienności w jednym roku, oprócz roku 2020. Na wykresie 3.5 przedstawiono szereg czasowy pokazujący liczbę mieszkań, których budowę rozpoczęli indywidualni inwestorzy. Podejmując próbę identyfikacji składowej wolnozmienniej (długookresowej) można zauważyć, że zjawisko to w badanym okresie również charakteryzuje się wzrostem liczby mieszkań, których budowa została rozpoczęta przez indywidualnych inwestorów.

Wykres 3.4. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.5. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )

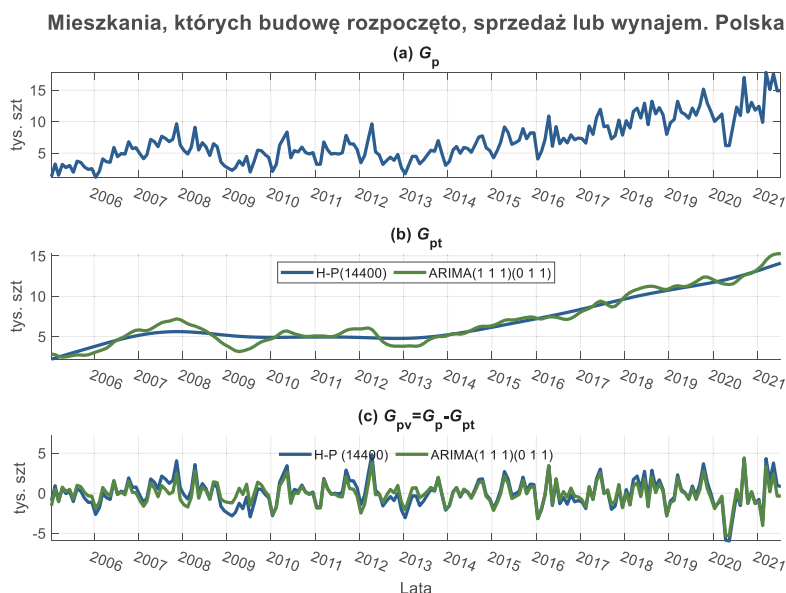


Źródło: opracowanie NBP.

Mieszkania na sprzedaż lub wynajem to ostatnia grupa poddana dekompozycji w kategorii obiektów, których budowę rozpoczęto. Na wykresie 3.6

zaprezentowano nieprzekształconą realizację opisywanej zmiennej  $G_p$ , szereg wygładzony  $G_{pt}$  oraz szereg bez tendencji rozwojowej  $G_{pv}$ .

Wykres 3.6. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

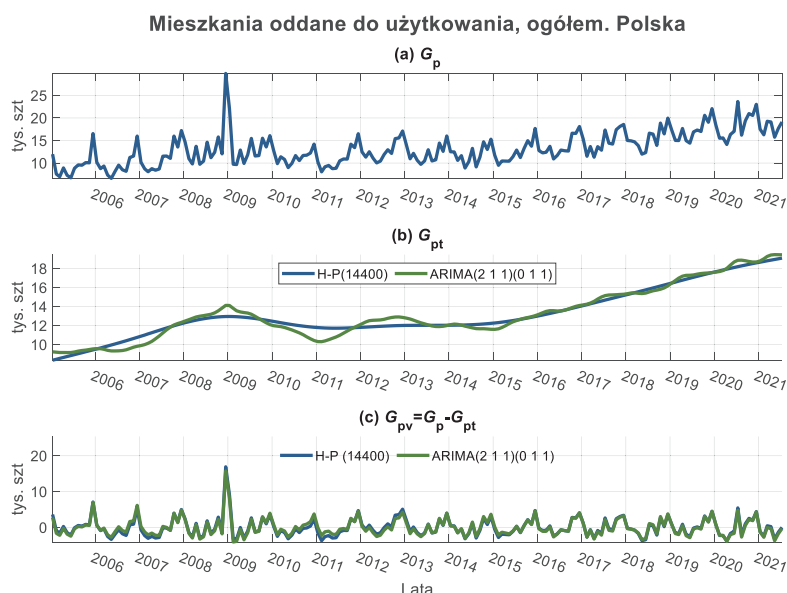
W przeprowadzonych analizach, na uwagę zasługuje składowa wolnozmienna, w której można odnotować znikomą reakcję tego rynku na kryzys gospodarczy mający swój początek w 2008 r. Ponadto, należy zaznaczyć, że liczba mieszkań w budowie systematycznie rośnie od 2014 r. W odniesieniu do składowej szybkozmiennnej, czyli składowej sezonowej, w ciągu jednego roku można stwierdzić, że na rynku mieszkań budowanych na sprzedaż lub wynajem nie występuje jednoimienny schemat okresowości.

### 3.1.3. Identyfikacja komponentów składowych: mieszkania oddane do użytkowania

Mieszkania nowe oddane do użytkowania opisują ostatni etap procesu budowy mieszkań. Etap ten łączy stronę popytową oraz podażową rynku, jego analiza i interpretacja bezpośrednio pokazuje więc potencjał opisywanych

podmiotów. Poddając dekompozycji mieszkania oddane do użytkowania ogółem, trzeba po raz kolejny zaznaczyć, że realizacja czasowa tej zmiennej cechuje się jedną wartością odstającą (por. wykres 3.7, wykresy  $G_p$  oraz  $G_{pv}$ ). Poddając analizie składową wolnozmienną, można odnotować, że jej przebieg wpisuje się w logikę działań i oddziaływań rynkowych. W cykliczności długookresowej można jednoznacznie wskazać początek globalnego kryzysu gospodarczego oraz określić, kiedy rynek budownictwa mieszkaniowego zniwelował oddziaływanie kryzysu. W przypadku identyfikacji zmienności rocznej widoczny jest pewien powtarzalny schemat zmian miesięcznych.

Wykres 3.7. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



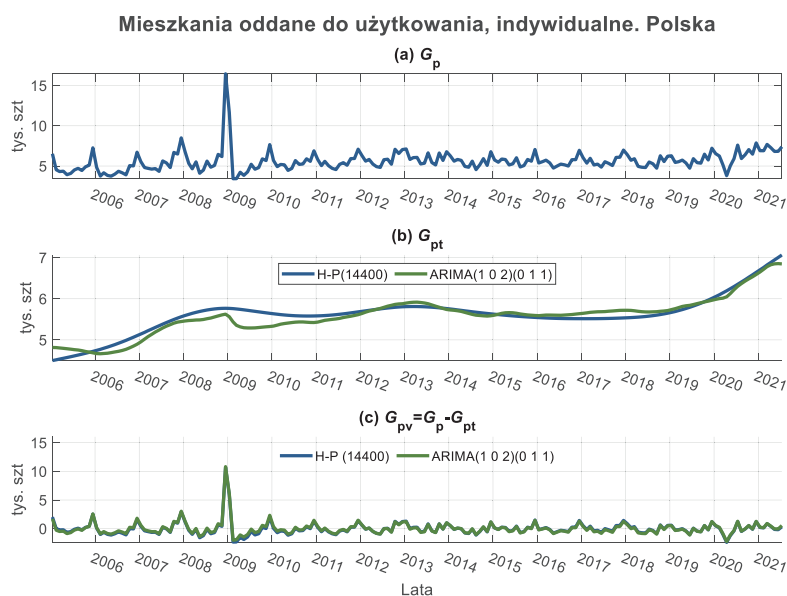
Źródło: opracowanie NBP.

Dokonując dekompozycji szeregu czasowego  $G_p$  dla mieszkań oddanych do użytkowania, które zostały zrealizowane przez indywidualnych inwestorów, można zauważyć, że (wykres 3.8):

- globalny kryzys gospodarczy, mający swój początek w 2008 r., nie wpłynął negatywnie na poziom realizacji badanej zmiennej,

- w analizie periodyczności rocznej można zidentyfikować powtarzalny schemat realizacji liczby mieszkań oddanych do użytkowania.

Wykres 3.8. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



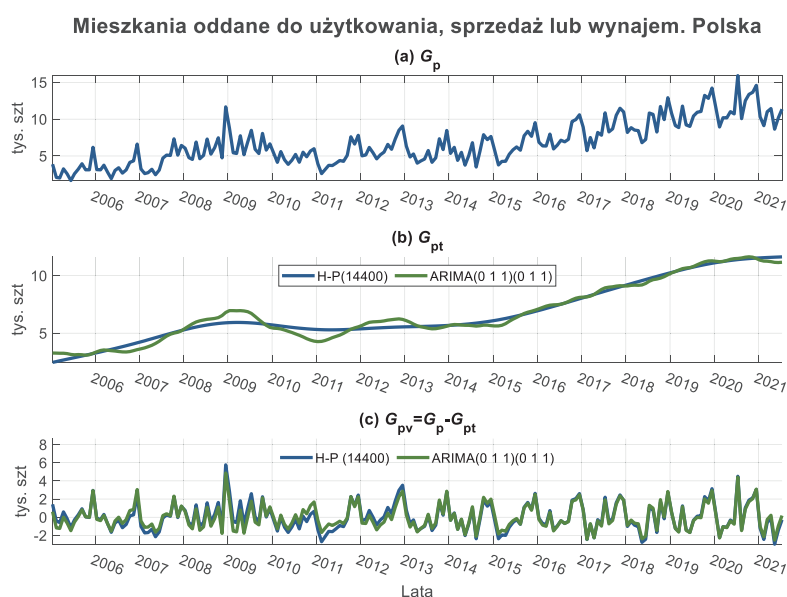
Źródło: opracowanie NBP.

Ostatnim zbadanym aspektem dla mieszkań oddanych do użytkowania są obiekty zrealizowane na sprzedaż lub wynajem. Na wykresie 3.9 pokazano dekompozycję omawianego szeregu czasowego.

W odniesieniu do mieszkań oddanych do użytkowania w ujęciu długookresowym można stwierdzić, że globalny kryzys gospodarczy jedynie przyhamował wzrost potencjału tego rynku. Rynek ten cechował się liczbą oddanych mieszkań przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem w 2005 r. poniżej poziomu 4000 sztuk, natomiast jego potencjał w 2019 r. przekroczył 10000 sztuk. Poddając analizie zmienność roczną, nie można jednoznacznie dla każdego badanego okresu ex post wskazać jednakowych prawidłowości zaobserwowanej cykliczności.



Wykres 3.9. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

### 3.2. Wahania sezonowe na rynku budownictwa mieszkaniowego – identyfikacja profili rocznych

Identyfikacja tzw. rocznych profili sezonowości jest kolejnym obszarem analizy. Jej celem jest zbadanie jakimi wahaniami cechują się poszczególne etapy procesu budowy mieszkań. W procesie parametryzacji wahań rocznych zostały wyznaczone profile na bazie wartości średniej i mediany. Analogicznie do wcześniejszych obliczeń i analiz, również na tym etapie badań uwzględniono kształtowanie się liczby pozwoleń wydanych na budowę, liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto oraz liczby mieszkań nowych, oddanych do użytkowania. Każdą z wymienionych zmiennych poddano analizie w ujęciu: ogółem, inwestycji indywidualnych oraz inwestycji realizowanych na sprzedaż lub wynajem.

Głównym celem identyfikacji tzw. profili rocznych jest precyzyjne (ilościowe) określenie miesięcznych wartości badanych zmiennych, w szczególności ich wartości średnich. Obliczeń dokonano dla szeregów czasowych z trendem oraz bez

trendu. Przeprowadzoną identyfikację przedstawiono na dwóch wykresach. Na pierwszym pokazano profil dla średniej i mediany dla badanej zmiennej z trendem oraz średni i medianowy profil bez trendu. Natomiast, na drugim obliczono przeciętne wartości miesięcznych wahań.

Analizy wykonano dla danych w ujęciu *Polska* oraz *województwo mazowieckie*. Poniżej przedstawiono wyniki dla Polski, natomiast w rozdziale 4.2 zawarto wyniki dla województwa mazowieckiego.

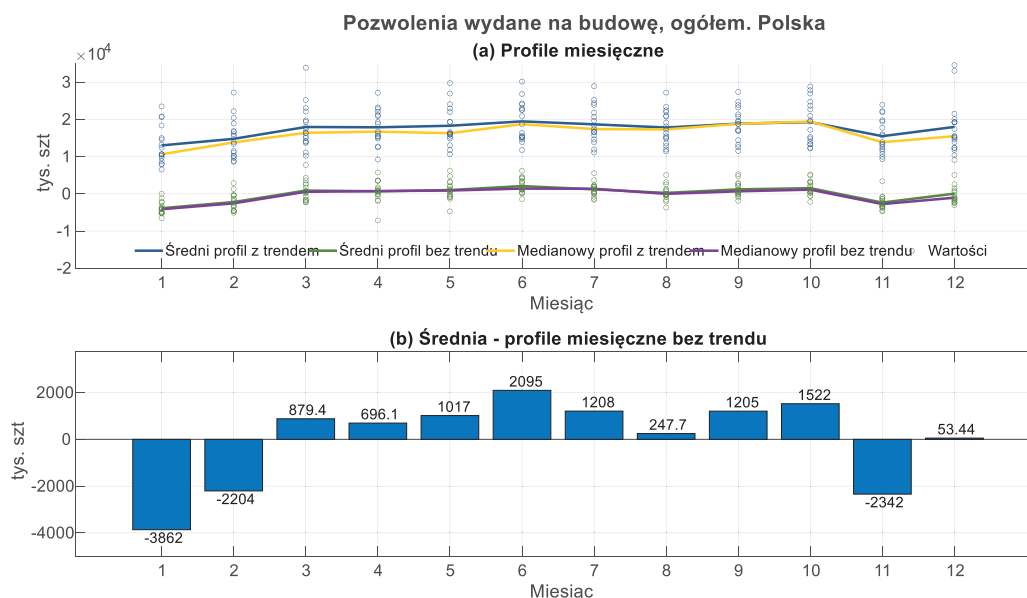
### **3.2.1. Identyfikacja profili rocznych w obszarze liczby pozwoleń wydanych na budowę**

Identyfikację profili rocznych dla pierwszego etapu procesu budowy mieszkań w ujęciu ogółem przedstawiono na wykresie 3.10. Umieszczono na nim profile roczne dla średniej i mediany z uwzględnieniem zarówno składowej rozwojowej, jak i po jej eliminacji. W wyznaczonych profilach można zauważyć, że w trzech miesiącach, tj. styczniu, lutym oraz listopadzie przeciętne wartości zaobserwowanych wahań znajdują się poniżej średniej. Opisaną prawidłowość można skorelować z wahaniami sezonowymi i wynikającymi z nich m.in. technicznymi i technologicznymi możliwościami realizacji procesu budowy nieruchomości mieszkaniowych. Uzyskany profil roczny pozwala na określenie rozkładu aktywności w obszarze pozwoleń wydanych na budowę ogółem. Największa liczba uzyskanych pozwoleń, wynosząca 2095 tys. sztuk, miała miejsce w czerwcu, natomiast najmniejsza wartość w styczniu (-3862 tys. sztuk).

W kolejnym kroku przeprowadzono identyfikację profili rocznych dla pozwoleń wydanych na budowę dla inwestycji wykonanych przez indywidualnych inwestorów. Należy zauważyć, że charakter zidentyfikowanych wahań miesięcznych, w obliczonych profilach rocznych, jest podobny z wahaniami uzyskanymi dla liczby pozwoleń ogółem. Jednak, najmniej aktywnymi miesiącami

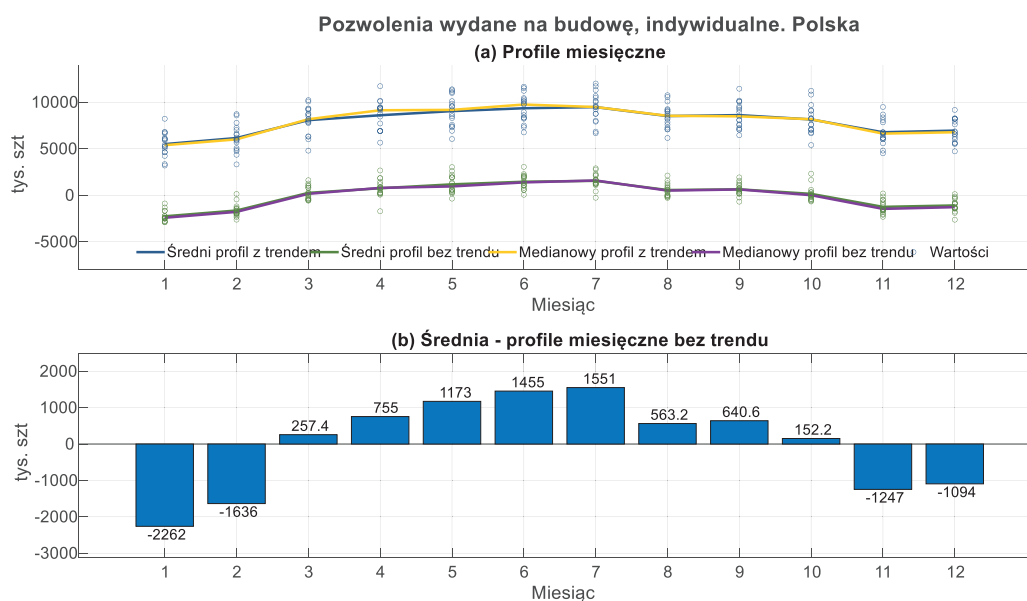
są styczeń, luty oraz listopad i dodatkowo grudzień, a lipiec jest czasem najbardziej aktywnym (por. wykres 3.11).

Wykres 3.10. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

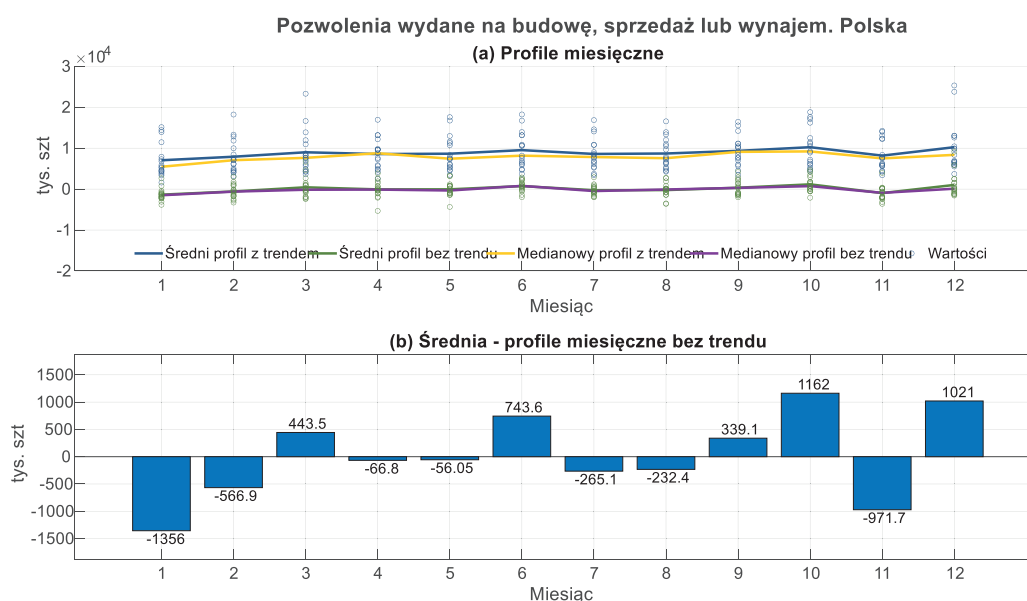
Wykres 3.11. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresie 3.12 przedstawiono zidentyfikowane profile roczne dla pozwoleń wydanych na budowę mieszkań przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że w przypadku inwestycji, które w przeważającym stopniu są realizowane w postaci dużych projektów, następuje uniezależnienie się od pór roku.

Wykres 3.12. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

W przypadku inwestorów indywidualnych można zauważyć zależność w aktywności uzyskiwanych pozwoleń na budowę z porami roku.

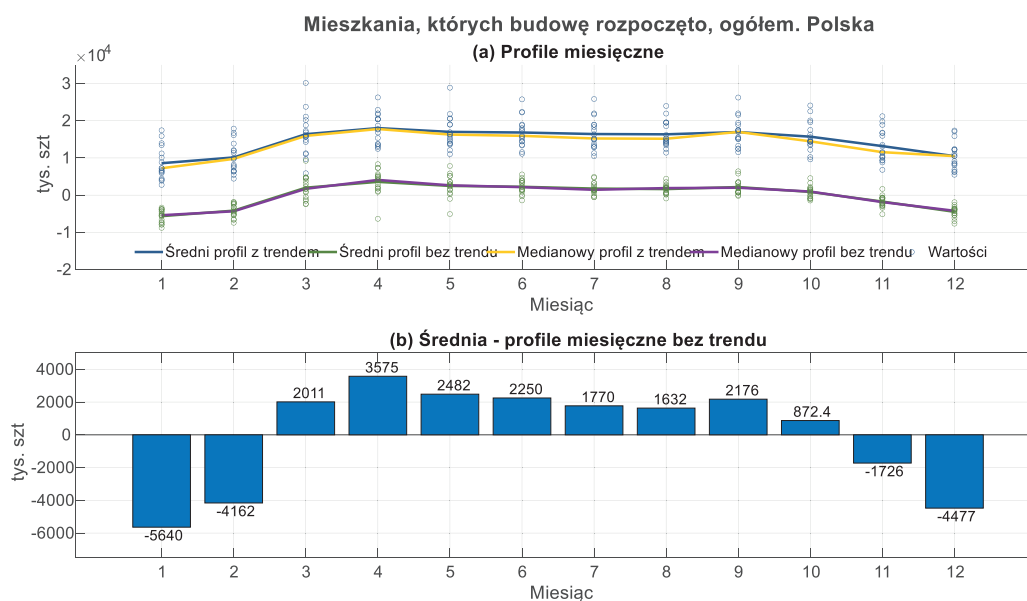
Z obliczonych profili rocznych oraz z uzyskanych na ich podstawie realizacji wahań miesięcznych można wnioskować, że w przeciągu roku pojawiają się trzy okresy zwiększonej aktywności w obszarze pozwoleń wydanych na budowę dla inwestycji na sprzedaż lub wynajem. Najwięcej takich pozwoleń jest w październiku, grudniu oraz czerwcu, najmniejsza aktywność została zidentyfikowana dla stycznia oraz listopada.

### 3.2.2. Identyfikacja profili rocznych w obszarze liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto

Przeprowadzając identyfikację oraz analizę profili rocznych dla drugiego etapu procesu budowy mieszkań, sporządzono wykresy 3.13-3.15, odpowiednio dla mieszkań ogółem, mieszkań, których budowę rozpoczęli indywidualni inwestorzy i mieszkań budowanych na sprzedaż lub wynajem.

W ujęciu ogółem, na podstawie wyznaczonych rocznych profili sezonowości, dla mieszkań, których budowę rozpoczęto, można stwierdzić, że największa aktywność występuje w lutym oraz w marcu. Należy również zaznaczyć, że w kwietniu jest największa liczba mieszkań w budowie. Liczba ta, po nieznacznym spadku, utrzymuje się w profilu powyżej zera aż do października.

Wykres 3.13. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem



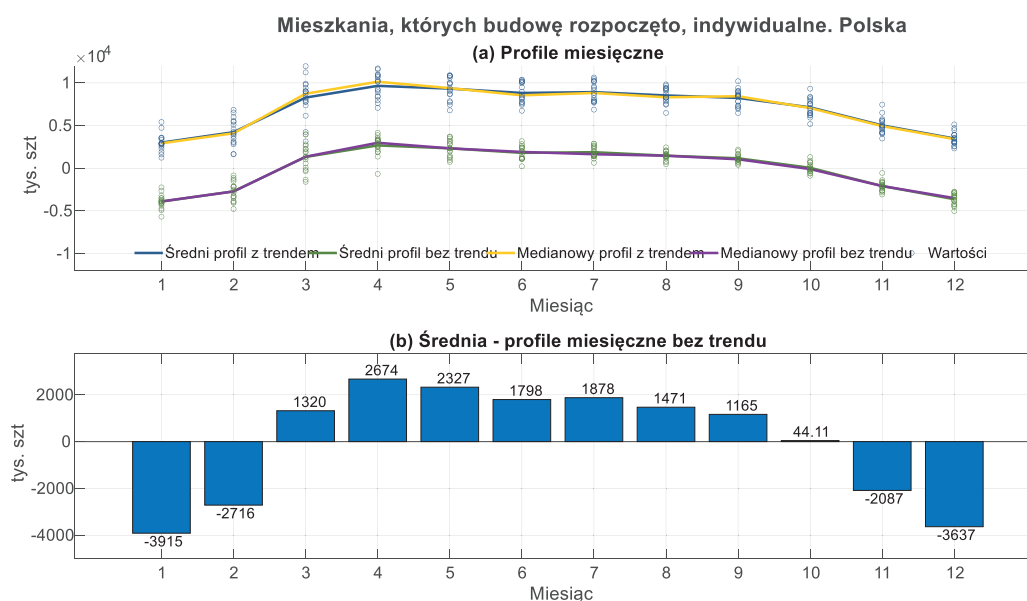
Źródło: opracowanie NBP.

Należy zaznaczyć, że w kwietniu liczba realizowanych mieszkań ogółem wynosi 3575 tys. sztuk.

Dla mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów charakterystyka zidentyfikowanych profili, a co za tym idzie miesięczna zmienność, jest podobna do rynku w ujęciu całościowym (ogółem) (por. wykres 3.14).

Zidentyfikowane profile roczne dla mieszkań, których budowę rozpoczęto z przeznaczeniem na sprzedaż lub wynajem przedstawiono na wykresie 3.15, z którego wynika, że w perspektywie rocznej w badanym zjawisku występują dwa cykle. Pierwszy z nich osiąga swoją największą aktywność w kwietniu, natomiast drugi w październiku. Z analizowanych 12 miesięcy, aż w 8 z nich zidentyfikowano dodatnie wartości badanego zjawiska, natomiast dla 4 miesięcy wartości ujemne.

Wykres 3.14. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne

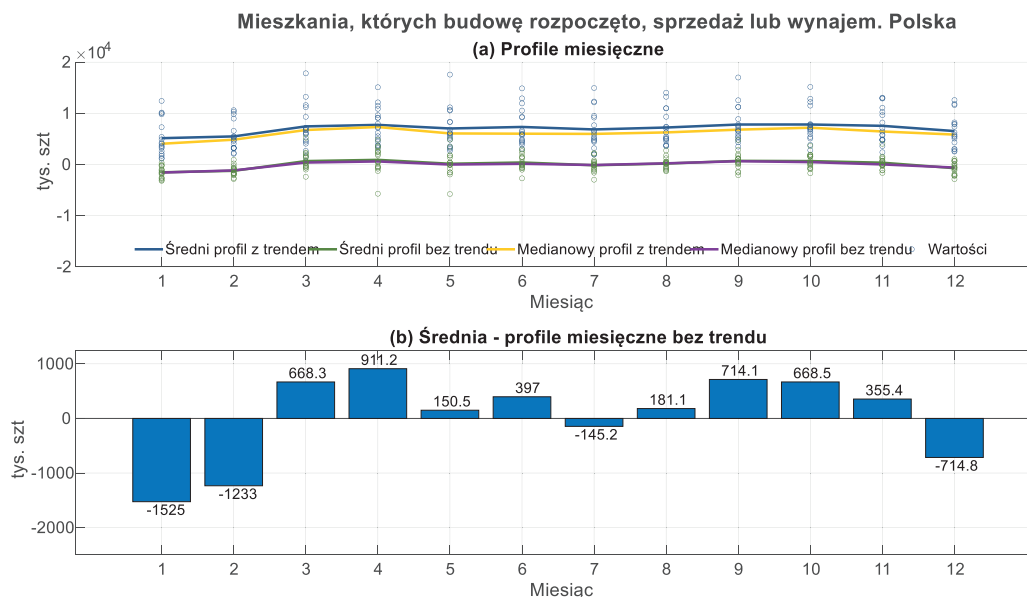


Źródło: opracowanie NBP.

Podjęwając próbę ekonomicznej interpretacji kształtowania się zidentyfikowanych profili, można przyjąć, że wartości małej aktywności tego rynku w styczniu, lutym oraz grudniu i lipcu wynikają z wahań sezonowych. Trzeba odnotować, że dla miesięcy zimowych wartości mniejszej aktywności wynikają z technologicznych możliwości realizacji budowy. Natomiast w odniesieniu do

sierpnia i września można przyjąć hipotezę o zmniejszeniu się aktywności z uwagi na sezon wakacyjny.

Wykres 3.15. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem



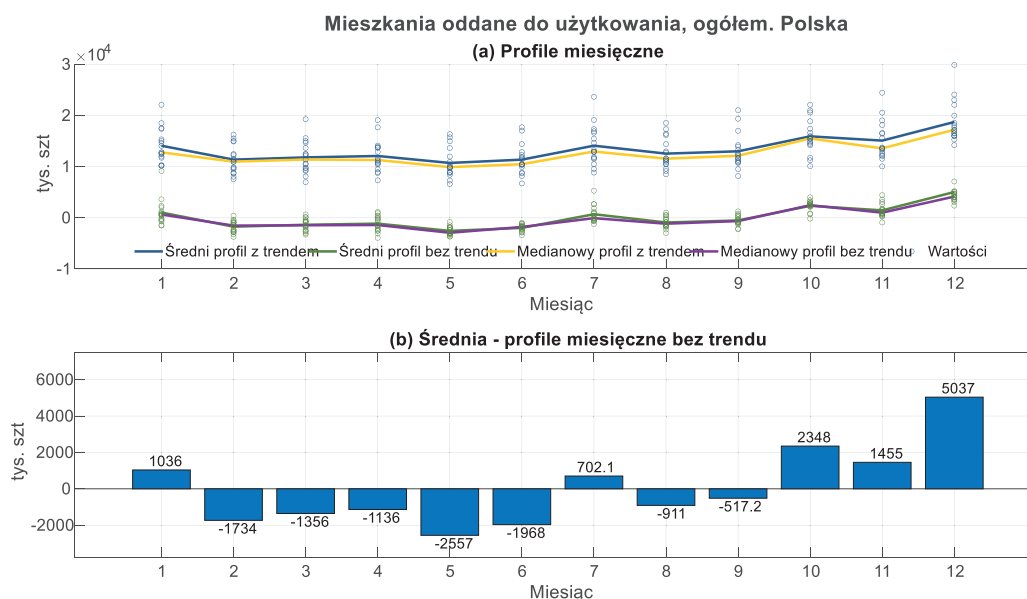
Źródło: opracowanie NBP.

### 3.2.3. Identyfikacja profili rocznych w obszarze mieszkań oddanych do użytkowania

Ostatnimi opisanymi profilami rocznymi są profile dla mieszkań oddanych do użytkowania. Profile roczne dla średniej oraz mediany ogółem przedstawiono na wykresie 3.16. Na uwagę zasługuje znaczący wzrost aktywności w grudniu. Trzeba także odnotować, że w pięciu miesiącach, tj. w styczniu, lipcu, październiku, listopadzie i grudniu, obserwuje się dodatnią aktywność w zakresie mieszkań dodanych do użytkowania. Z przedstawionych danych wynika, że w grudniu liczba mieszkań oddanych do użytkowania wynosiła 5037 tys. sztuk.

Obliczone parametry profili rocznych dla mieszkań oddanych do użytkowania, realizowane przez indywidualnych inwestorów zaprezentowano na wykresie 3.17. Należy zaznaczyć, że charakterystyka zidentyfikowanych profili rocznych jest wysoce skorelowana z charakterystyką profili dla mieszkań nowych, oddanych do użytkowania ogółem.

Wykres 3.16. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem

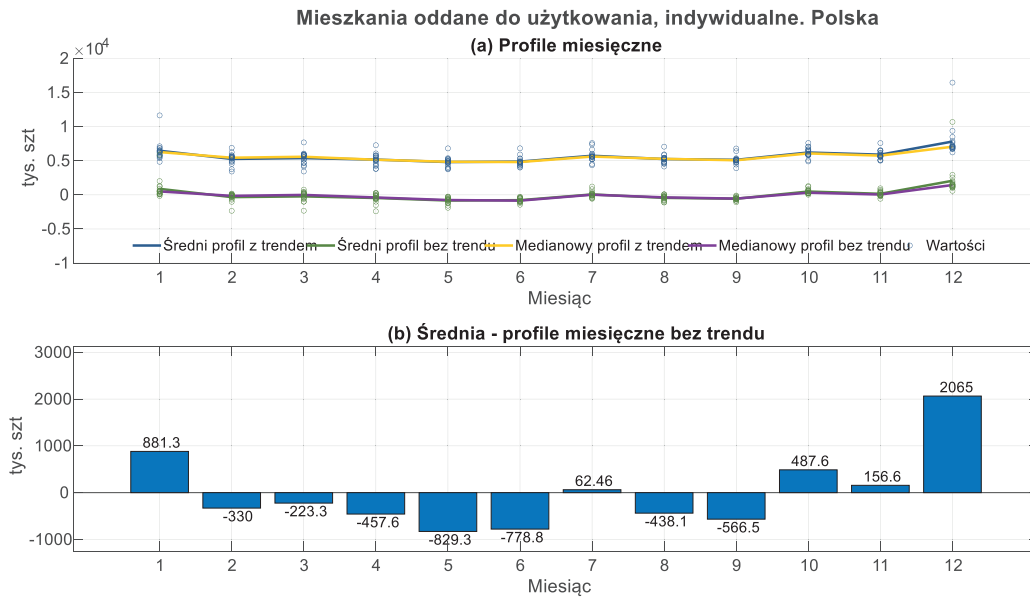


Źródło: opracowanie NBP.

Odmiernym od dwóch opisanych wcześniej profilem jest profil obliczony dla mieszkań oddanych do użytkowania, które są realizowane na sprzedaż lub wynajem. Cechuje się on tendencją wzrostu aktywności od maja (wykres 3.18). Natomiast z profilu rocznego, z usuniętym trendem, można zauważyć, że tylko 5 miesięcy w roku cechuje się dodatnią wartością. Do miesięcy tych, od największej wartości, należą odpowiednio grudzień, październik, listopad, lipiec oraz styczeń. W grudniu aktywność rynku została obliczona na 2487 tys. sztuk.

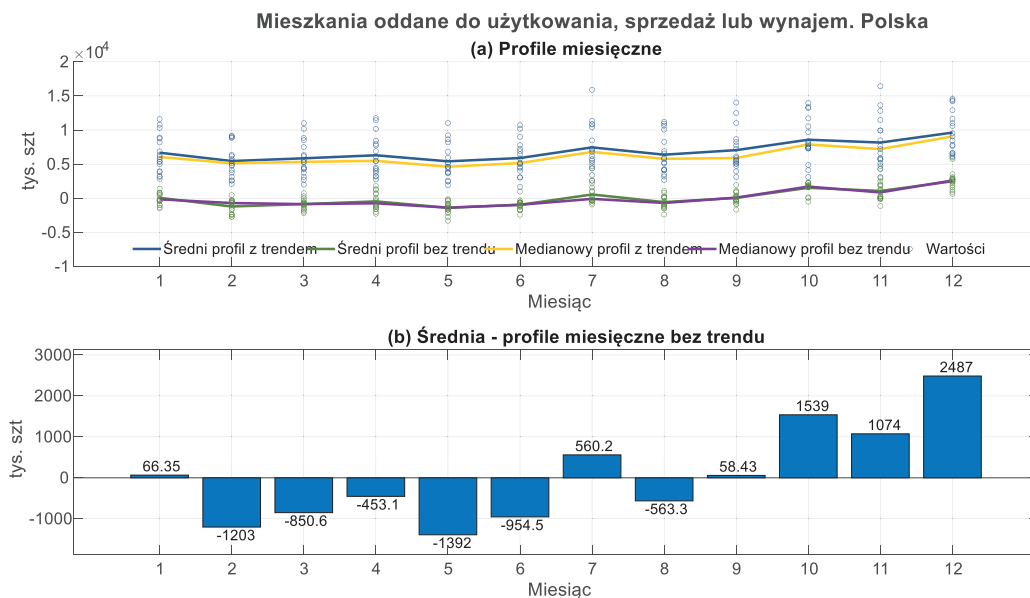


Wykres 3.17. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.18. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Należy również pamiętać, że na przeciętną wartość, jaką uzyskano w grudniu, ma wpływ nietypowa sytuacja na rynku nieruchomości pod koniec

2008 r. Nastąpił wówczas nienaturalny wzrost liczby mieszkań oddanych do użytkowania spowodowany zmianami ustawodawczymi. Zmiany te dotyczą zarówno mieszkań w ujęciu ogółem, jak i tych oddawanych z przeznaczeniem na sprzedaż lub wynajem, a szczególnie tych realizowanych przez indywidualnych inwestorów.

### **3.3. Oszacowane wartości prognoz oraz prognozy przedziałowe dla poszczególnych etapów budowy mieszkań wraz z walidacją modelu**

W ostatnim etapie badań wykonano estymację modelu, który następnie wykorzystano do prognozy wszystkich rozpatrywanych zmiennych. Do wyznaczenia parametrów modelu predykcyjnego zastosowano narzędzie X13-ARIMA-SEATS. Dalsze informacje dotyczące zastosowanego modelu predykcyjnego i procedury estymacji jego parametrów zawarto w załączniku nr 6.

Okres prognozy zdefiniowano w ujęciu jednomiesięcznym, natomiast horyzont predykcji określono na 12 miesięcy od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. Prognozy wykonano, w oparciu o model  $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)$ , uwzględniający sezonowość, przy czym, do uczenia modelu wykorzystano dane pozyskane od stycznia 2005 r. do lipca 2021 r. Prognozy na okres od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. wyznaczono w wariancie punktowym oraz przedziałowym. Sporządzono 3 prognozy przedziałowe: dla 1 odchylenia standardowego (1s), drugi dla 2 odchyłeń standardowych (2s) oraz trzeci dla 3 odchyłeń standardowych (3s).

Na kolejnych wykresach (wykres 3.19-3.27) przedstawiono estymaty modelu opracowanego na rzeczywistych danych uczących z 12 miesięcy od sierpnia 2020 r. do lipca 2021 r. (linią ciągłą w kolorze czarnym), dane predykowane na okres 12 miesięcy od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. (linią ciągłą i kółkami w kolorze granatowym wraz z wartościami liczbowymi), dane walidujące (kropkami w kolorze czerwonym) oraz przedziały ufności 68%, 95%, 99,7% w odcieniach ciemnoniebieskim, jasnoniebieskim i szarym, odpowiednio. Ponadto, w tytule wykresu

---

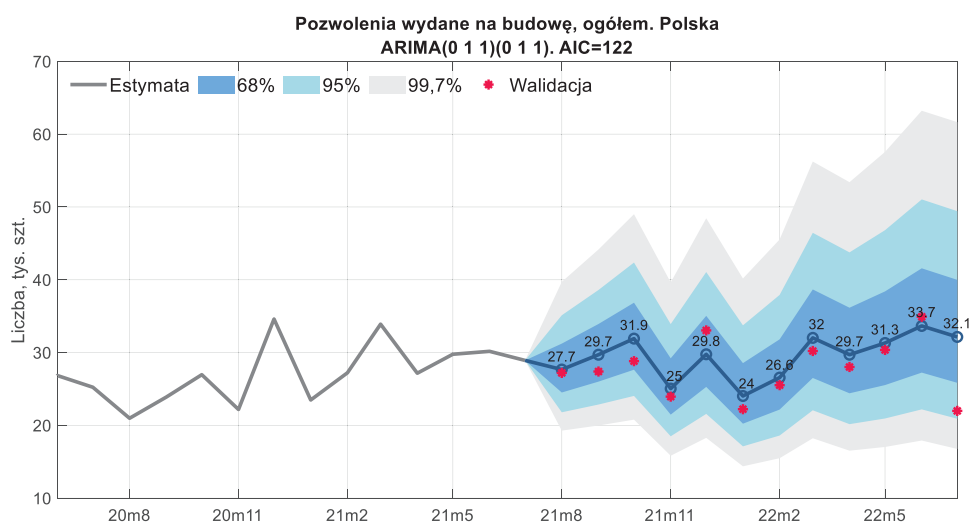
podano parametry estymowanego modelu ARIMA oraz wartości obliczonej miary jakości AIC (*ang.* Akaike's Information Criterion).

W celu uszczegółowienia uzyskanych wyników w tabelach 3.1 - 3.9 przedstawiono oszacowane wartości prognoz punktowych, przedziałowych oraz dane walidujące dotyczące okresu od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. Przedstawione w tabelach wartości prognoz przedziałowych dotyczą trzech warunków, których punktem wyjścia była zasada 3 sigm.

Walidację modelu predykcyjnego wykonano na podstawie danych z okresu 12 miesięcy od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r., które są tożsame z okresem predykcji. W celu oceny jakości modelu predykcyjnego obliczono wartości współczynników *MAPE* (*ang.* Mean Absolute Percentage Error) i współczynnika korelacji liniowej Pearsona *r* wraz z jego istotnością statystyczną *p*, oddzielnie dla każdego z parametrów. Wartości uzyskanych współczynników *MAPE*, *r* i *p* zestawiono w tabeli 3.10.

Na wykresie 3.19 przedstawiono estymaty, prognozy i dane walidujące dotyczące liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań w ujęciu ogólnym. Prognozowane wartości pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań ogółem są w większości zgodne z danymi walidującymi i mieszczą się w 68% przedziału ufności i są zgodne z przewidywanym trendem z wyjątkiem lipca 2022 r. Ta ostatnia z rozpatrywanych obserwacji wskazuje na spadek liczby wydanych pozwoleń o przeszło 10 tys., aczkolwiek wartość ta mieści się w 95% przedziale ufności. Dokładne dane można odczytać z tabeli 3.1, w której zawarto wartości liczbowe prognoz przedziałowych dla trzech warunków: jednej, dwóch i trzech sigm, oznaczone kolejno  $\pm 1s$ ,  $\pm 2s$ ,  $\pm 3s$ , wartości predykowane i walidujące. Należy podkreślić, że opracowane prognozy w sposób poprawny odzwierciedlają historyczne zmiany w ujęciu sezonowości. Wniosek ten został potwierdzony przez istotną statystycznie silną dodatnią korelację ( $r=0,63$ ) na poziomie istotności 95% (patrz tabela 3.10).

Wykres 3.19. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

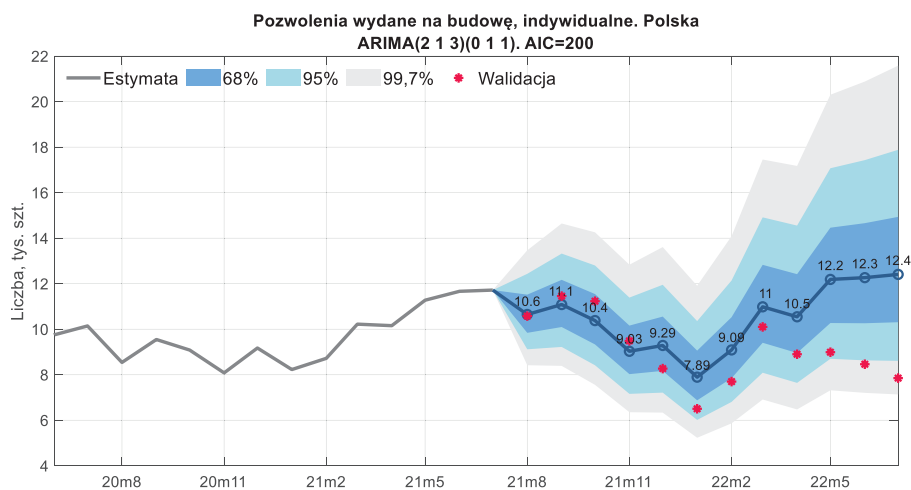
Tabela 3.1. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – ogółem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
<b>Sierpień 2021</b>	27,20	27,67	19,28	39,71	21,80	35,12	24,51	31,23
<b>Wrzesień 2021</b>	27,40	29,70	19,98	44,15	22,86	38,59	26,01	33,92
<b>Październik 2021</b>	28,82	31,92	20,79	49,00	24,05	42,36	27,64	36,85
<b>Listopad 2021</b>	23,95	25,05	15,83	39,63	18,50	33,91	21,48	29,21
<b>Grudzień 2021</b>	33,04	29,76	18,29	48,44	21,58	41,06	25,28	35,04
<b>Styczeń 2022</b>	22,22	24,03	14,38	40,17	17,12	33,74	20,23	28,55
<b>Luty 2022</b>	25,52	26,56	15,49	45,53	18,60	37,92	22,17	31,82
<b>Marzec 2022</b>	30,22	32,02	18,23	56,24	22,07	46,45	26,51	38,67
<b>Kwiecień 2022</b>	28,02	29,71	16,53	53,40	20,17	43,76	24,41	36,16
<b>Maj 2022</b>	30,36	31,31	17,03	57,56	20,95	46,81	25,53	38,40
<b>Czerwiec 2022</b>	34,92	33,66	17,92	63,22	22,20	51,04	27,25	41,57
<b>Lipiec 2022</b>	21,99	32,15	16,76	61,65	20,91	49,42	25,85	39,99

Źródło: opracowanie NBP.

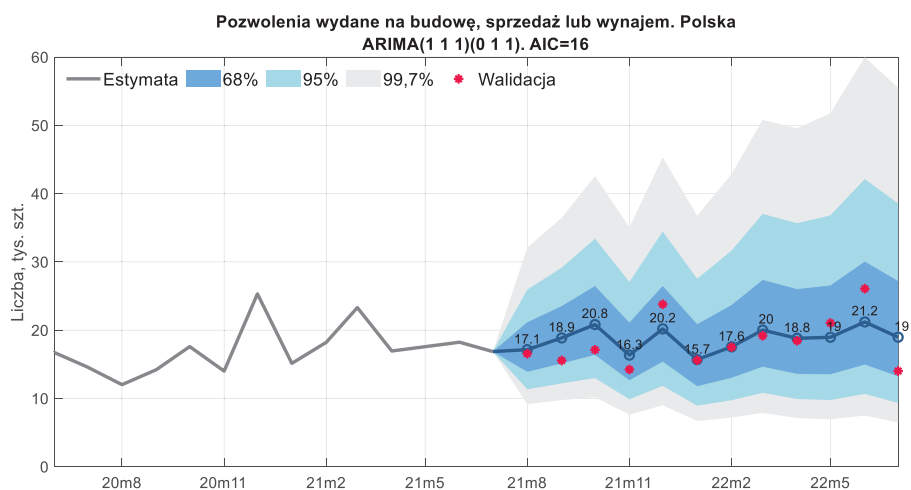
Na wykresie 3.20 oraz 3.21 przedstawiono estymaty, prognozy i walidację dotyczące liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań w ujęciu mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów na sprzedaż lub wynajem.

Wykres 3.20. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.21. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Rozpatrując rynek indywidualny (wykres 3.20) należy zauważyć, że pierwsze 8 z 12 prognozowanych miesięcy jest zgodne z trendem opartym o dane walidujące. Natomiast od kwietnia 2022 r. uwidacznia się zmiana trendu z przewidywanego rosnącego na spadkowy. Dane walidujące dla ostatnich dwóch obserwacji (czerwiec i lipiec 2022 r.) mieszczą się w obszarze  $\pm 3s$ . Korelacja między

danymi predykowanymi, a walidującymi nie została również potwierdzona w sposób statystyczny (patrz tabela 3.10). Z kolei na rynku deweloperskim, prognoza została potwierdzona zarówno przez dane walidujące, przy założeniu 68% przedziału ufności, jak i przez współczynnik korelacji  $r$  na poziomie 0,65.

Tabela 3.2. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – indywidualne w tys.

	Walidacja	Predykcja	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	10,58	10,65	8,42	13,47	9,12	12,43	9,84	11,52
Wrzesień 2021	11,46	11,08	8,39	14,65	9,22	13,32	10,10	12,17
Październik 2021	11,23	10,38	7,56	14,26	8,42	12,80	9,33	11,54
Listopad 2021	9,49	9,03	6,35	12,83	7,16	11,39	8,03	10,16
Grudzień 2021	8,27	9,29	6,34	13,61	7,21	11,95	8,17	10,55
Styczeń 2022	6,51	7,89	5,23	11,91	6,01	10,36	6,88	9,06
Luty 2022	7,70	9,09	5,87	14,09	6,81	12,14	7,85	10,53
Marzec 2022	10,10	10,98	6,91	17,46	8,09	14,92	9,40	12,83
Kwiecień 2022	8,90	10,55	6,48	17,17	7,64	14,55	8,96	12,42
Maj 2022	8,99	12,19	7,32	20,30	8,70	17,07	10,27	14,46
Czerwiec 2022	8,46	12,27	7,20	20,88	8,63	17,43	10,26	14,66
Lipiec 2022	7,85	12,41	7,13	21,58	8,61	17,88	10,31	14,94

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.3. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – na sprzedaż lub wynajem w tys.

	Walidacja	Predykcja	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	16,56	17,15	9,17	32,08	11,34	25,93	13,90	21,15
Wrzesień 2021	15,56	18,86	9,76	36,45	12,21	29,15	15,12	23,52
Październik 2021	17,12	20,82	10,18	42,57	12,98	33,39	16,39	26,46
Listopad 2021	14,25	16,35	7,62	35,05	9,88	27,06	12,66	21,11
Grudzień 2021	23,79	20,19	9,00	45,31	11,84	34,44	15,40	26,47
Styczeń 2022	15,60	15,69	6,70	36,76	8,94	27,53	11,80	20,87
Luty 2022	17,51	17,56	7,20	42,85	9,74	31,65	13,02	23,68
Marzec 2022	19,18	20,02	7,89	50,80	10,82	37,02	14,65	27,35
Kwiecień 2022	18,44	18,81	7,14	49,55	9,92	35,66	13,59	26,02
Maj 2022	21,05	18,96	6,94	51,79	9,76	36,81	13,54	26,55
Czerwiec 2022	26,08	21,20	7,50	59,98	10,67	42,14	14,97	30,04
Lipiec 2022	14,02	18,97	6,48	55,51	9,34	38,55	13,24	27,19

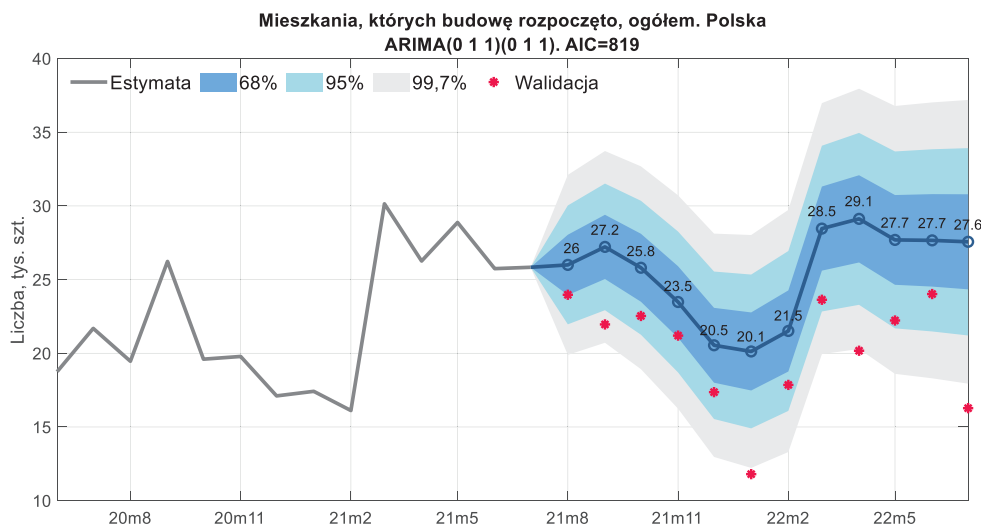
Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresach 3.22-3.24 przedstawiono prognozy dotyczące liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto: w ujęciu ogółem (wykres 3.22) w ujęciu mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów (wykres 3.23) i wznoszonych przez deweloperów (wykres 3.24).

Zarówno rynek ogółem jak i rynek deweloperski doświadczył spadków, których opracowany model nie przewidywał. Dane walidujące wykraczają poza obszar  $\pm 3s$ . Jednak nadal występuje istotna silna dodatnia korelacja dla rynku ogółem ( $r=0,66$  w tabeli 3.10). Dla rynku deweloperskiego występuje słabsza korelacja, która jednak nie jest istotna statystycznie ( $p>0,05$  w tabeli 3.10).

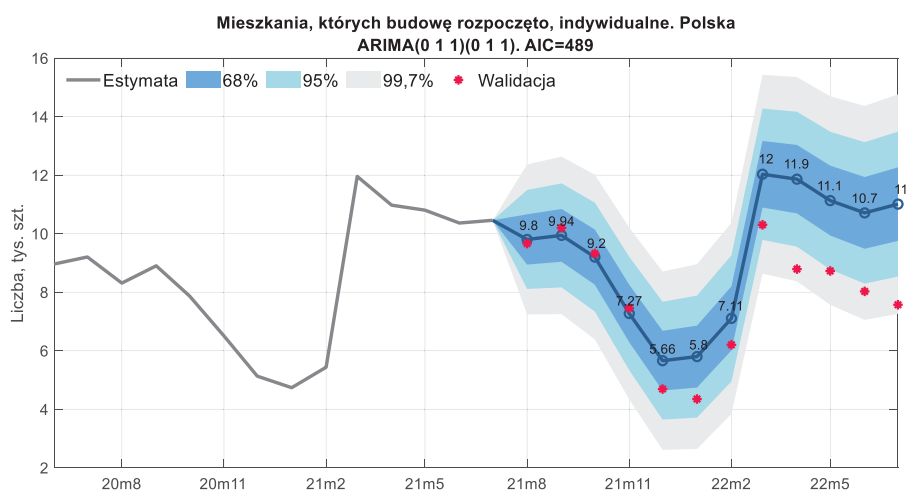
W przypadku rynku indywidualnego, pomimo że występuje bardzo silna korelacja między modelem, a danymi walidującymi, to, podobnie jak w liczbie wydanych pozwoleń, uwidacznia się znaczący spadek liczby rozpoczętych budów.

Wykres 3.22. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – ogółem



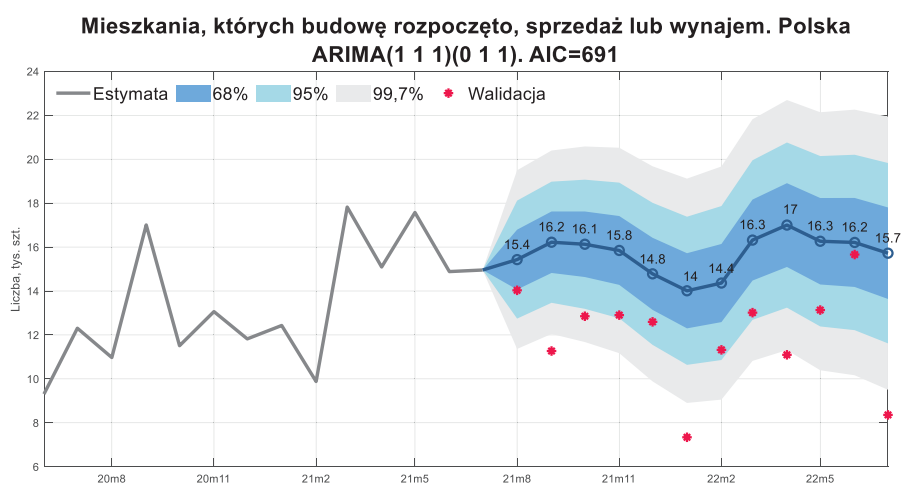
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.23. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – indywidualnie



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 3.24. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Prognozy punktowe oraz prognozy przedziałowe dla mieszkań, których budowę rozpoczęto, w ujęciu ogółem oraz dla inwestorów indywidualnych i realizujących budowy mieszkań na sprzedaż lub wynajem zamieszczono w tabelach 3.4-3.6.



Tabela 3.4. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – ogółem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	23,97	26,00	19,89	32,10	21,97	30,03	23,95	28,04
Wrzesień 2021	21,96	27,22	20,72	33,72	22,92	31,52	25,04	29,40
Październik 2021	22,53	25,80	18,92	32,68	21,26	30,35	23,50	28,11
Listopad 2021	21,20	23,48	16,24	30,72	18,70	28,26	21,06	25,91
Grudzień 2021	17,36	20,54	12,97	28,12	15,54	25,55	18,01	23,08
Styczeń 2022	11,80	20,12	12,22	28,03	14,91	25,34	17,48	22,77
Luty 2022	17,86	21,52	13,30	29,73	16,09	26,94	18,76	24,27
Marzec 2022	23,63	28,46	19,95	36,98	22,84	34,08	25,61	31,31
Kwiecień 2022	20,17	29,12	20,29	37,95	23,29	34,95	26,16	32,08
Maj 2022	22,23	27,69	18,61	36,78	21,69	33,69	24,65	30,74
Czerwiec 2022	24,02	27,66	18,30	37,02	21,48	33,84	24,53	30,80
Lipiec 2022	16,28	27,56	17,94	37,19	21,21	33,92	24,34	30,79

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.5. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – indywidualne w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	9,66	9,80	7,24	12,36	8,11	11,49	8,94	10,66
Wrzesień 2021	10,20	9,94	7,25	12,63	8,17	11,72	9,04	10,84
Październik 2021	9,32	9,20	6,38	12,01	7,34	11,06	8,26	10,14
Listopad 2021	7,46	7,27	4,34	10,21	5,33	9,21	6,29	8,25
Grudzień 2021	4,69	5,66	2,61	8,71	3,65	7,67	4,64	6,68
Styczeń 2022	4,35	5,80	2,64	8,96	3,71	7,89	4,74	6,86
Luty 2022	6,20	7,11	3,84	10,37	4,95	9,26	6,01	8,20
Marzec 2022	10,30	12,03	8,64	15,43	9,79	14,28	10,89	13,17
Kwiecień 2022	8,79	11,86	8,37	15,35	9,56	14,17	10,69	13,03
Maj 2022	8,73	11,13	7,57	14,69	8,78	13,48	9,94	12,32
Czerwiec 2022	8,03	10,71	7,05	14,37	8,30	13,13	9,49	11,94
Lipiec 2022	7,57	11,01	7,26	14,76	8,54	13,49	9,75	12,27

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.6. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – na sprzedaż lub wynajem w tys.

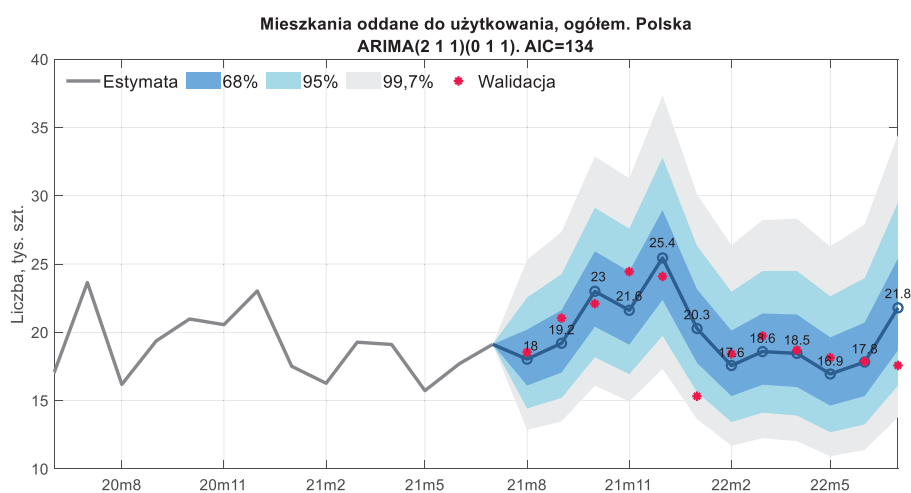
	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	14,03	15,43	11,36	19,50	12,74	18,12	14,07	16,79
Wrzesień 2021	11,27	16,22	12,05	20,40	13,46	18,98	14,82	17,62
Październik 2021	12,85	16,13	11,68	20,58	13,19	19,07	14,64	17,62
Listopad 2021	12,90	15,85	11,17	20,52	12,76	18,93	14,28	17,41
Grudzień 2021	12,60	14,78	9,89	19,68	11,55	18,01	13,14	16,42
Styczeń 2022	7,34	14,01	8,90	19,12	10,64	17,38	12,30	15,72
Luty 2022	11,32	14,36	9,06	19,67	10,86	17,87	12,58	16,14

<b>Marzec 2022</b>	13,02	16,32	10,82	21,82	12,69	19,95	14,48	18,16
<b>Kwiecień 2022</b>	11,10	17,00	11,31	22,69	13,24	20,76	15,09	18,91
<b>Maj 2022</b>	13,13	16,27	10,39	22,14	12,39	20,14	14,30	18,23
<b>Czerwiec 2022</b>	15,66	16,21	10,16	22,26	12,22	20,20	14,18	18,24
<b>Lipiec 2022</b>	8,36	15,72	9,50	21,94	11,61	19,83	13,64	17,80

Źródło: opracowanie NBP.

W kolejnym kroku wyznaczono prognozy i ich walidację dla ostatniego etapu procesu budowy mieszkań, a więc dla mieszkań oddanych do użytkowania (por. wykres 3.25-3.27). Etap ten, to bezpośredni kontakt strony popytowej oraz podażowej rynku nieruchomości mieszkaniowych. Należy zwrócić uwagę, że uzyskane w tym etapie prognozy dla każdego z badanych rynków, tj. w ujęciu ogółem, w ujęciu inwestorów indywidualnych oraz deweloperów, cechują się podobną charakterystyką wahań sezonowych. Opisywanej zależności nie zaobserwowano dla dwóch wcześniej rozpatrywanych etapów procesu budowy mieszkań.

Wykres 3.25. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – ogółem



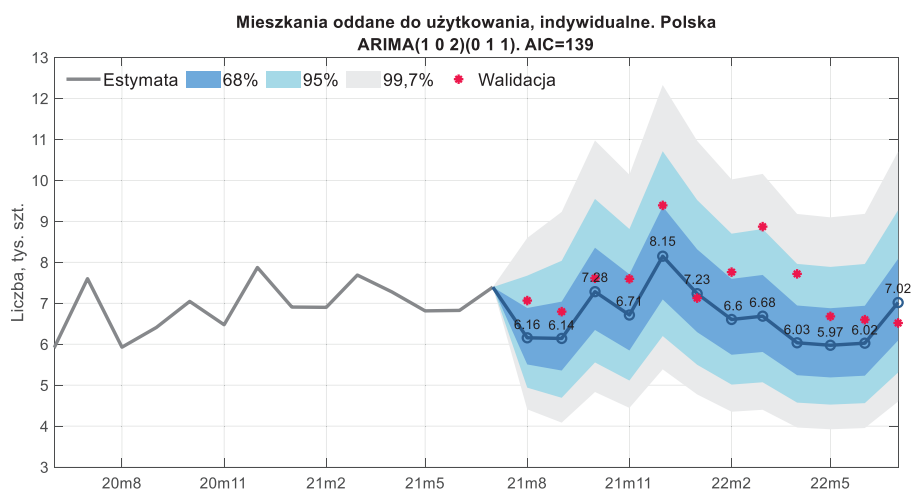
Źródło: opracowanie NBP.

Analiza współczynników korelacji Pearsona dowodzi istnienia istotnej silnej dodatniej korelacji danych przewidywanych i rzeczywistych (patrz tabel 3.10). Pewne różnice wartości występują w styczniu 2022 r, gdzie wystąpił znaczny spadek

liczby mieszkań na rynku ogółem, na który miał w głównej mierze wpływ spadek liczby budów oddanych na rynku deweloperskim. W przeciwieństwie do tych spadków, we wrześniu i listopadzie nastąpił wzrost oddanych budów na rynku deweloperskim, który jednak nie uwidocznił się na rynku ogółem.

Powyższe wynika prawdopodobnie z panujących obecnie specyficznych uwarunkowań geopolitycznych.

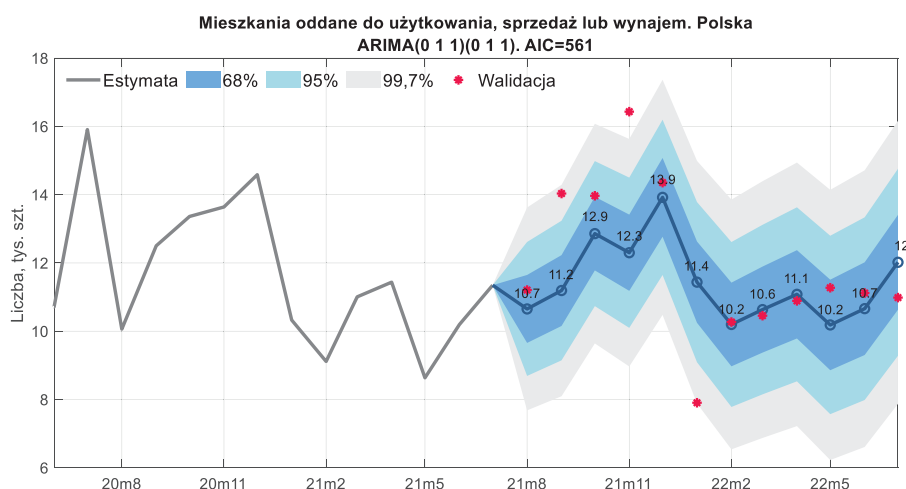
Wykres 3.26. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Prognozy punktowe oraz prognozy przedziałowe wraz z walidacją dla mieszkań oddanych do użytkowania w ujęciu ogółem oraz inwestorów indywidualnych i realizujących budowy mieszkań na sprzedaż lub wynajem zamieszczono w tabelach 3.7-3.9.

Wykres 3.27. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – na sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.7. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – ogółem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	18,54	18,03	12,86	25,30	14,42	22,55	16,10	20,20
Wrzesień 2021	21,04	19,20	13,47	27,36	15,19	24,26	17,05	21,62
Październik 2021	22,10	23,00	16,09	32,87	18,17	29,12	20,41	25,93
Listopad 2021	24,45	21,61	14,93	31,27	16,93	27,58	19,09	24,46
Grudzień 2021	24,09	25,45	17,33	37,37	19,74	32,80	22,37	28,94
Styczeń 2022	15,32	20,28	13,65	30,12	15,61	26,33	17,76	23,15
Luty 2022	18,42	17,56	11,70	26,37	13,43	22,97	15,33	20,13
Marzec 2022	19,73	18,59	12,24	28,21	14,11	24,48	16,16	21,38
Kwiecień 2022	18,69	18,46	12,03	28,32	13,91	24,49	15,99	21,30
Maj 2022	18,14	16,94	10,93	26,27	12,68	22,64	14,63	19,63
Czerwiec 2022	17,87	17,82	11,38	27,91	13,25	23,97	15,33	20,71
Lipiec 2022	17,57	21,79	13,77	34,47	16,10	29,50	18,69	25,41

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.8. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – indywidualne w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	7,06	6,16	4,41	8,59	4,94	7,67	5,50	6,88
Wrzesień 2021	6,79	6,14	4,08	9,23	4,69	8,04	5,36	7,04
Październik 2021	7,61	7,28	4,83	10,97	5,55	9,55	6,35	8,35
Listopad 2021	7,59	6,71	4,44	10,14	5,11	8,81	5,85	7,71
Grudzień 2021	9,39	8,15	5,39	12,33	6,20	10,71	7,09	9,36

<b>Styczeń 2022</b>	7,12	7,23	4,77	10,96	5,50	9,52	6,29	8,31
<b>Luty 2022</b>	7,76	6,60	4,35	10,02	5,01	8,70	5,74	7,59
<b>Marzec 2022</b>	8,87	6,68	4,40	10,16	5,07	8,81	5,81	7,69
<b>Kwiecień 2022</b>	7,72	6,03	3,97	9,18	4,57	7,96	5,24	6,94
<b>Maj 2022</b>	6,68	5,97	3,92	9,10	4,52	7,89	5,19	6,88
<b>Czerwiec 2022</b>	6,60	6,02	3,95	9,18	4,56	7,96	5,23	6,94
<b>Lipiec 2022</b>	6,52	7,02	4,60	10,70	5,31	9,27	6,09	8,08

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.9. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – na sprzedaż lub wynajem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
<b>Sierpień 2021</b>	11,21	10,65	7,68	13,62	8,69	12,61	9,66	11,65
<b>Wrzesień 2021</b>	14,03	11,19	8,10	14,29	9,15	13,24	10,15	12,23
<b>Październik 2021</b>	13,97	12,86	9,64	16,08	10,74	14,98	11,78	13,94
<b>Listopad 2021</b>	16,43	12,30	8,97	15,63	10,10	14,50	11,18	13,42
<b>Grudzień 2021</b>	14,35	13,92	10,48	17,37	11,65	16,20	12,77	15,08
<b>Styczeń 2022</b>	7,91	11,44	7,88	14,99	9,09	13,78	10,25	12,63
<b>Luty 2022</b>	10,27	10,20	6,54	13,86	7,78	12,61	8,97	11,42
<b>Marzec 2022</b>	10,46	10,63	6,87	14,39	8,15	13,12	9,37	11,89
<b>Kwiecień 2022</b>	10,89	11,08	7,22	14,94	8,53	13,63	9,79	12,37
<b>Maj 2022</b>	11,27	10,18	6,23	14,14	7,57	12,80	8,86	11,51
<b>Czerwiec 2022</b>	11,12	10,66	6,61	14,71	7,99	13,34	9,30	12,02
<b>Lipiec 2022</b>	10,99	12,02	7,87	16,17	9,28	14,76	10,63	13,41

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 3.10. Wartości współczynnika korelacji  $r$ , jego istotności statystycznej  $p$  i współczynnika błędów  $MAPE$  dla kolejnych parametrów

Parametr Polska	MAPE	$r$	$p$
<b>Pozwolenia ogółem</b>	7,97	0,63	0,029
<b>Pozwolenia indywidualne</b>	14,89	0,31	0,330
<b>Pozwolenia sprzedaż</b>	11,38	0,65	0,021
<b>Rozpoczęto ogółem</b>	20,41	0,66	0,019
<b>Rozpoczęto indywidualne</b>	15,08	0,82	0,001
<b>Rozpoczęto sprzedaż</b>	23,88	0,43	0,164
<b>Oddano ogółem</b>	8,19	0,62	0,032
<b>Oddano indywidualne</b>	13,86	0,60	0,040
<b>Oddano sprzedaż</b>	11,21	0,59	0,042

Źródło: opracowanie NBP.

## 4. Analiza etapów procesu budowy mieszkań w województwie mazowieckim

### 4.1. Dekompozycja szeregów czasowych

Dekompozycja szeregów czasowych opisujących proces budowy mieszkań dla rozpatrywanych zmiennych została przeprowadzona analogicznie jak opisano w rozdziale 3.1.

#### 4.1.1. Identyfikacja komponentów składowych: pozwolenia wydane na budowę mieszkań

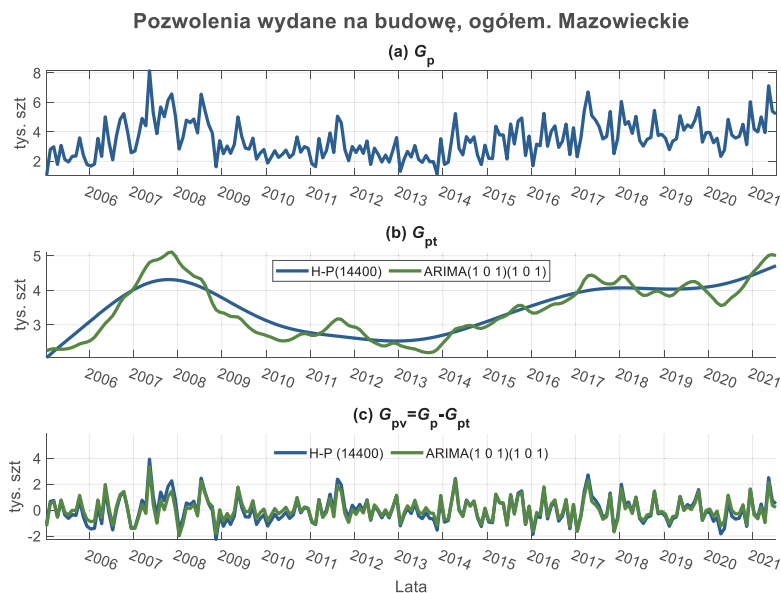
Identyfikacja składowych szeregów czasowych dla liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań została przedstawiona na wykres 4.1-4.3. Zaprezentowano odpowiednio składowe dla: pozwoleń wydanych ogółem oraz wydanych dla inwestorów indywidualnych, jak i wydanych dla inwestycji na sprzedaż lub wynajem. Z analizy przebiegu badanego szeregu czasowego wynika, że w 2008 roku nastąpił spadek liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań, który trwał aż do 2013 roku, a następnie liczba zaczęła stopniowo rosnąć. Po okresie stabilizacji w latach 2017-2020 nastąpił jej wzrost.

W przypadku województwa mazowieckiego, dla liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań dla inwestorów indywidualnych, można zauważyć wyraźną sezonowość roczną. W badanym okresie zidentyfikowano wyraźnie powtarzający się schemat wahań sezonowych (por. wykres 4.2a i 4.2c).

Opisując składowe zidentyfikowane dla pozwoleń wydanych na budowę mieszkań realizowanych na sprzedaż lub wynajem, należy odnotować, że przy próbie identyfikacji periodyczności rocznej (wykres 4.3) nie można jednoznacznie jej

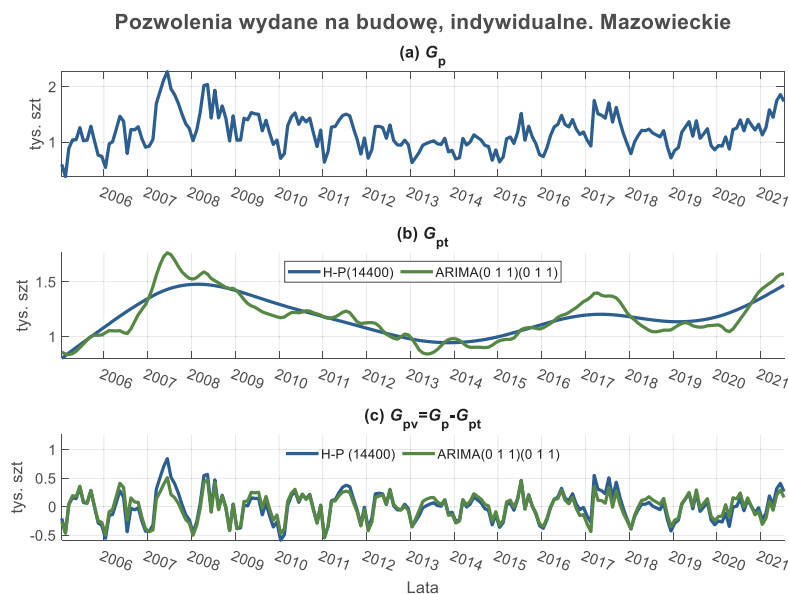
wskazać. W tym przypadku, w celu identyfikacji sezonowości rocznej konieczne jest wyznaczenie uśrednionych profili rocznych oraz dokonanie ich parametryzacji.

Wykres 4.1. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



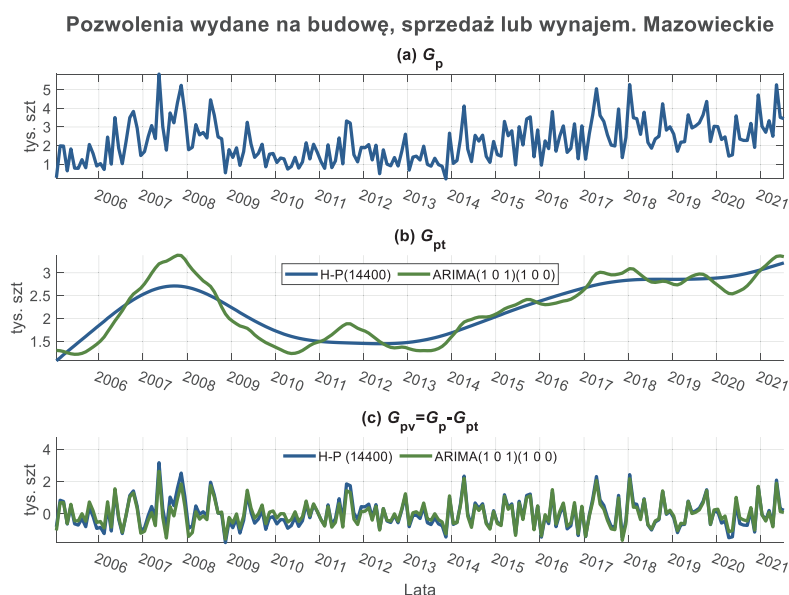
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.2. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.3. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



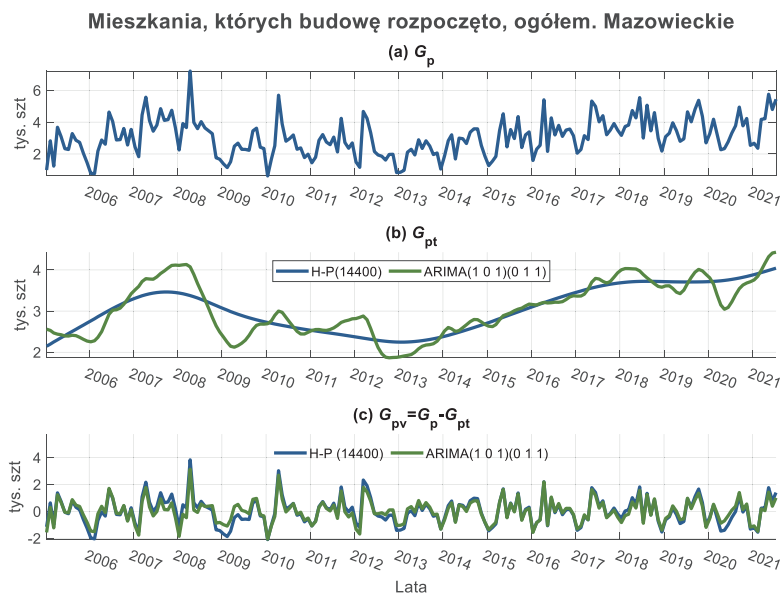
Źródło: opracowanie NBP.

#### 4.1.2. Identyfikacja komponentów składowych: mieszkania, których budowę rozpoczęto

Na podstawie dekompozycji szeregów czasowych opisujących drugi etap procesu budowy mieszkań, sporządzono wykresy 4.4 – 4.6. Poddając analizie zmienność liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto w ujęciu ogółem (wykres 4.4) można udowodnić, że zmienność długookresowa wskazuje na wzrost rozpoczętych inwestycji od roku 2013 do końca badanego okresu tj. do 2022 r. Natomiast, z uwagi na cykliczność roczną, można na podstawie wykresu  $G_{pv}$  wskazać występowanie powtarzalnych schematów zmienności w jednym roku, z wyjątkiem roku 2020. Na wykresie 4.5 przedstawiono szereg czasowy pokazujący liczbę mieszkań, których budowę rozpoczęli indywidualni inwestorzy. Podejmując próbę identyfikacji składowej wolnozmiennnej (długookresowej) można zauważyć, że zjawisko to w badanym okresie również charakteryzuje się wzrostem liczby mieszkań, których budowa została rozpoczęta przez indywidualnych inwestorów.

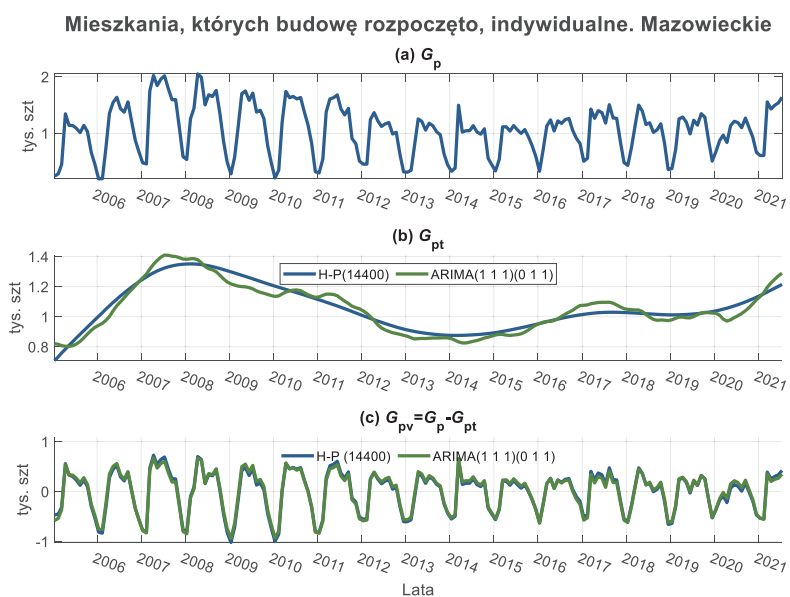


Wykres 4.4. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



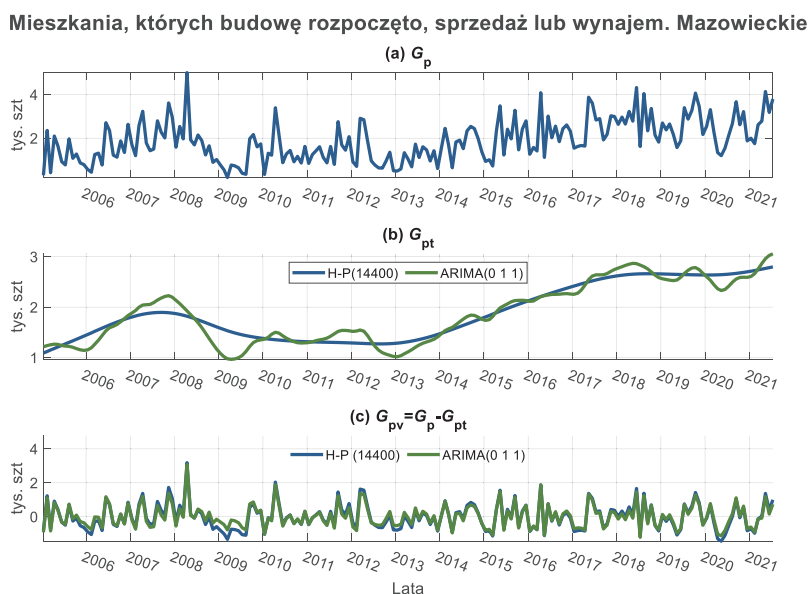
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.5. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.6. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

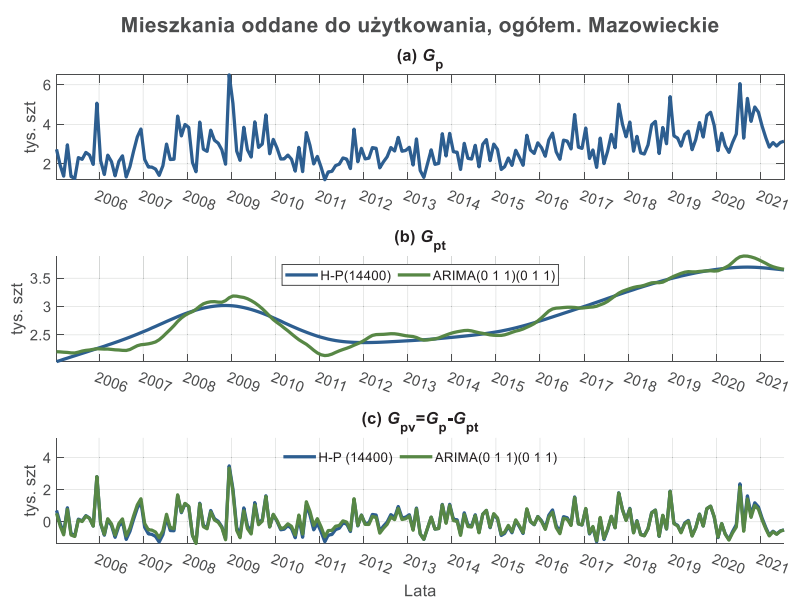
Mieszkania na sprzedaż lub wynajem to ostatnia grupa poddana dekompozycji w kategorii obiektów, których budowę rozpoczęto. Na wykresie 4.6 zaprezentowano nieprzekształconą realizację opisywanej zmiennej  $G_p$ , szereg wygładzony  $G_{pt}$  oraz szereg bez tendencji rozwojowej  $G_{pv}$ . W przeprowadzonych analizach na uwagę zasługuje składowa wolnozmienna, w której można odnotować znikomą reakcję tego rynku na kryzys gospodarczy mający swój początek w 2008 r. Należy zaznaczyć, że liczba mieszkań w budowie systematycznie rośnie od 2013 r. W odniesieniu do składowej szybkozmiennej, czyli składowej sezonowej, stwierdzono, iż w ciągu jednego roku na rynku mieszkań budowanych na sprzedaż lub wynajem nie występuje jednoimienny schemat okresowości.

#### 4.1.3. Identyfikacja komponentów składowych: mieszkania oddane do użytkowania

Mieszkania nowe oddane do użytkowania opisują ostatni etap procesu budowy mieszkań. Etap ten łączy stronę popytową oraz podażową rynku, jego

analiza i interpretacja bezpośrednio pokazuje więc potencjał opisywanych podmiotów. Poddając dekompozycji mieszkania oddane do użytkowania ogółem, trzeba po raz kolejny zaznaczyć, że realizacja czasowa tej zmiennej cechuje się jedną wartością odstającą (por. wykres 4.7, wykresy  $G_p$  oraz  $G_{pv}$ ). Poddając analizie składową wolnozmienną można odnotować, że jej przebieg wpisuje się w logikę działań i oddziaływań rynkowych. W cykliczności długookresowej można jednoznacznie wskazać początek globalnego kryzysu gospodarczego oraz określić, kiedy rynek budownictwa mieszkaniowego zniwelował oddziaływanie kryzysu. W przypadku identyfikacji zmienności rocznej widoczny jest pewien powtarzalny schemat zmian miesięcznych.

Wykres 4.7. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

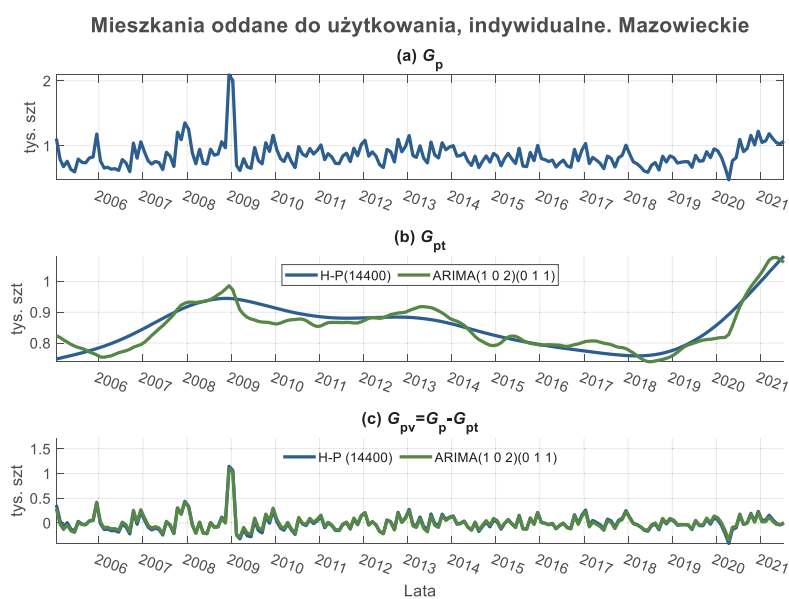
Na podstawie dekompozycji szeregu czasowego  $G_p$  dla mieszkań oddanych do użytkowania, które zostały zrealizowane przez indywidualnych inwestorów (wykres 4.8) stwierdzono, że:

- globalny kryzys gospodarczy, trwający od 2008 r. do końca 2019 r., wpłynął negatywnie na poziom realizacji badanej zmiennej,

- w analizie periodyczności rocznej występuje powtarzalny schemat realizacji liczby mieszkań oddanych do użytkowania.

Kolejnym rozpatrywanym zagadnieniem dotyczącym liczby mieszkań oddanych do użytkowania w odniesieniu do województwa mazowieckiego są obiekty zrealizowane na sprzedaż lub wynajem.

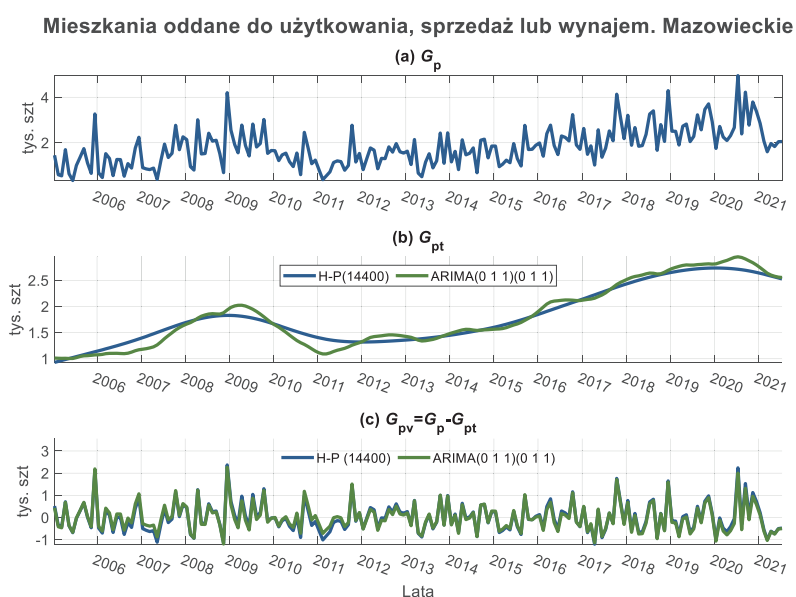
Wykres 4.8. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresie 4.9 przedstawiono dekompozycję omawianego szeregu czasowego. W kontekście mieszkań oddanych do użytkowania w ujęciu długookresowym można stwierdzić, że globalny kryzys gospodarczy jedynie przyhamował wzrost potencjału tego rynku. Rynek ten w 2005 r. cechował się liczbą poniżej 1000 sztuk, natomiast jego potencjał w 2020 r. przekroczył 2500 sztuk. Poddając analizie zmienność roczną dla każdego badanego okresu ex post nie można jednoznacznie wskazać jednakowych prawidłowości zaobserwowanej cykliczności.

Wykres 4.9. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem ( $G_p$ ,  $G_{pt}$ ,  $G_{pv}$ )



Źródło: opracowanie NBP.

## 4.2. Wahania sezonowe na rynku budownictwa mieszkaniowego – identyfikacja profili rocznych

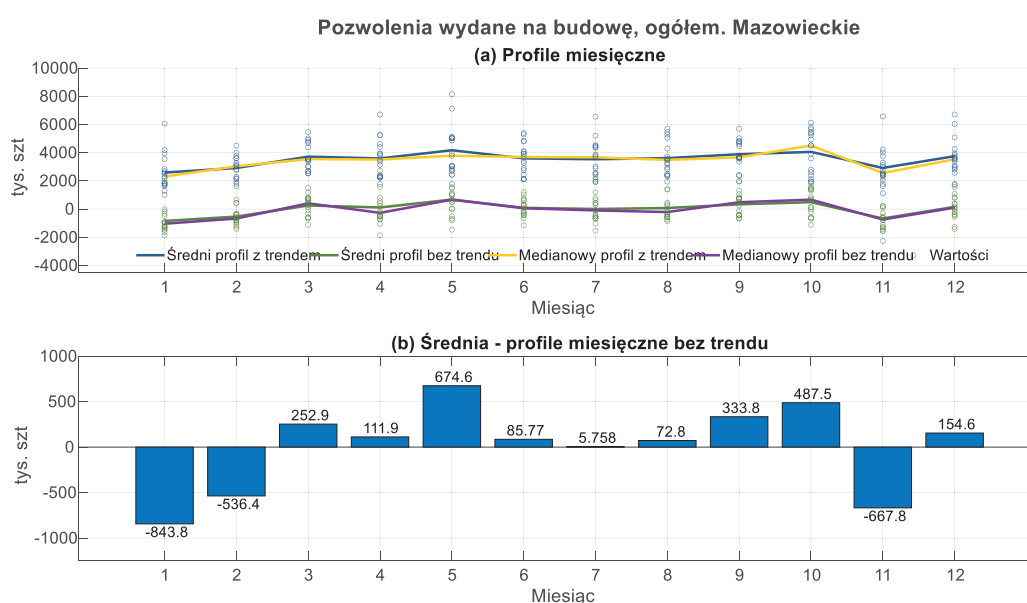
Identyfikacja rocznych profili sezonowości dla rozpatrywanych zmiennych została przeprowadzona analogicznie jak opisano w rozdziale 3.2.

### 4.2.1. Identyfikacja profili rocznych w obszarze liczby pozwoleń wydanych na budowę

Wyniki identyfikacji profili rocznych, dla pierwszego etapu procesu budowy mieszkań w ujęciu ogółem przedstawiono na wykresie 4.10. Umieszczono na nim profile roczne dla średniej i mediany z uwzględnieniem składowej rozwojowej i po jej eliminacji. W wyznaczonych profilach można zauważyć, że w trzech miesiącach, tj. styczniu, lutym oraz listopadzie przeciętne wartości zaobserwowanych wahań znajdują się poniżej średniej. Opisaną prawidłowość można skorelować

z wahaniami sezonowymi i wynikającymi z nich m.in. technicznymi i technologicznymi możliwościami realizacji procesu budowy nieruchomości mieszkaniowych. Uzyskany profil roczny pozwala na określenie rozkładu aktywności w obszarze pozwoleń wydanych na budowę ogółem. Największa liczba uzyskanych pozwoleń, wynosząca 674,6 tys. sztuk, miała miejsce w czerwcu, natomiast najmniejsza wartość w styczniu (-843,6 tys. sztuk).

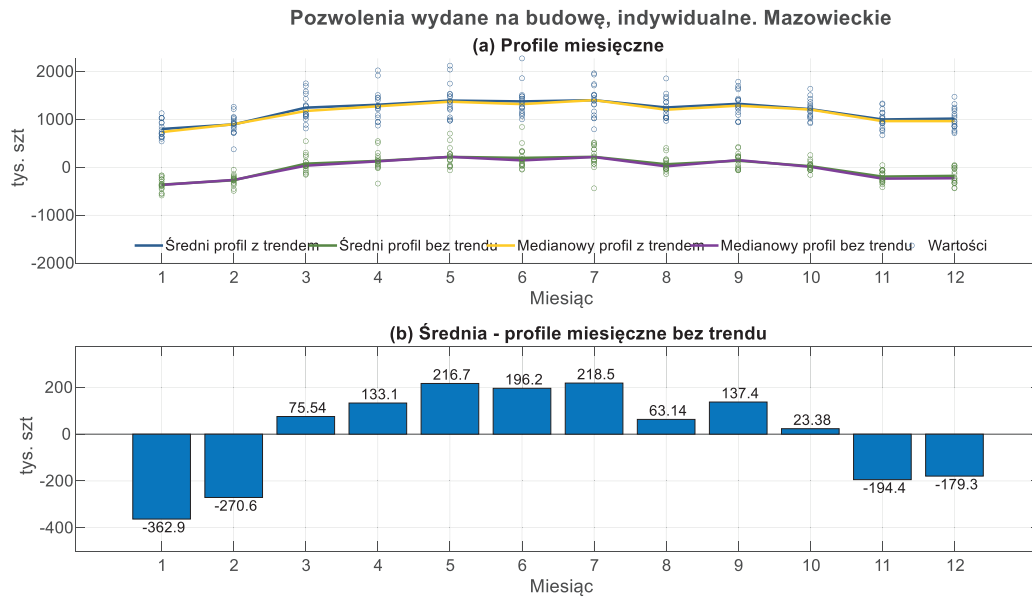
Wykres 4.10. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

W kolejnym kroku przeprowadzono identyfikację profili rocznych dla pozwoleń wydanych na budowę dla inwestycji wykonanych przez indywidualnych inwestorów. Należy zauważyć, że charakter zidentyfikowanych wahań miesięcznych w obliczonych profilach rocznych jest podobny do wahań uzyskanych dla liczby pozwoleń ogółem. Najmniej aktywnymi miesiącami są styczeń, luty i listopad oraz dodatkowo grudzień, a maj, czerwiec i lipiec są miesiącami najbardziej aktywnymi (por. wykres 4.11). W przypadku inwestorów indywidualnych można zauważyć współzależność między aktywnościami uzyskiwanych pozwoleń na budowę, a porami roku.

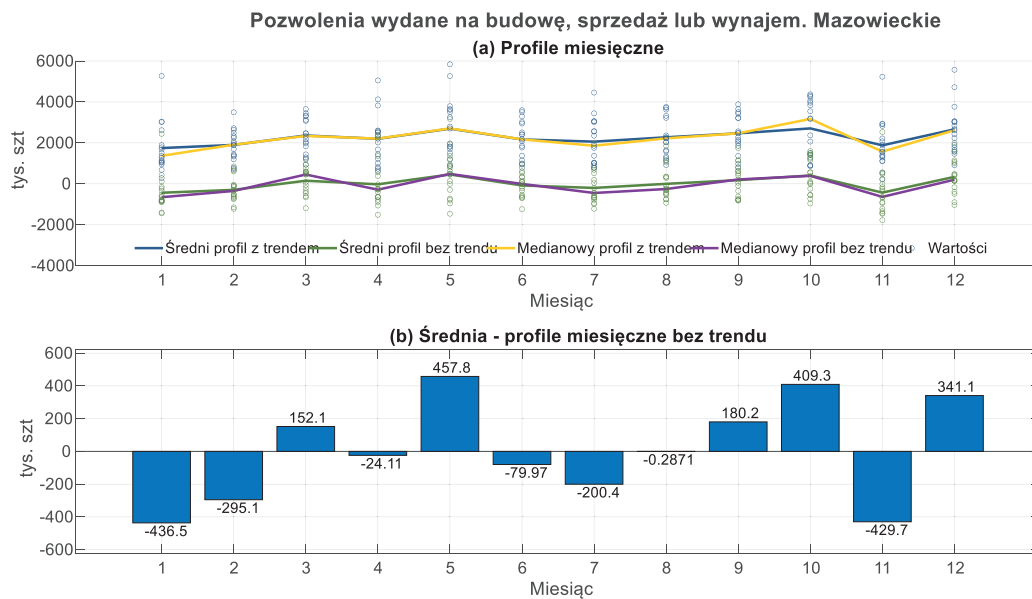
Wykres 4.11. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresie 4.12 przedstawiono zidentyfikowane profile roczne dla pozwoleń wydanych na budowę mieszkań przeznaczonych na sprzedaż lub wynajem.

Wykres 4.12. Uśredniony profil roczny. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Uzyskane wyniki świadczą o tym, że w przypadku inwestycji, które w przeważającym stopniu są realizowane w postaci dużych projektów następuje uniezależnienie się od pór roku.

Z obliczonych profili rocznych oraz z uzyskanych na ich podstawie realizacji wahań miesięcznych można wnioskować, że w przeciągu roku pojawiają się trzy okresy zwiększonej aktywności w obszarze pozwoleń wydanych na budowę dla inwestycji na sprzedaż lub wynajem. Najwięcej takich pozwoleń jest w maju, październiku oraz grudniu, najmniejsza aktywność została zidentyfikowana dla stycznia oraz listopada.

#### **4.2.2. Identyfikacja profili rocznych w obszarze liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto**

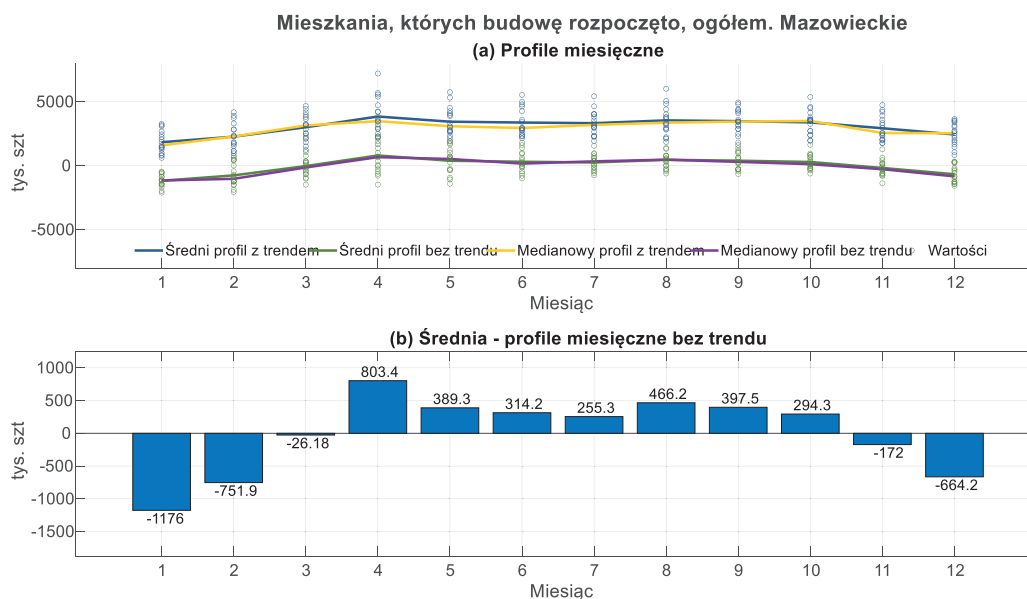
Przeprowadzając identyfikację oraz analizę profili rocznych dla drugiego etapu procesu budowy mieszkań sporządzono wykresy 4.13-4.15, odpowiednio dla mieszkań ogółem, mieszkań, których budowę rozpoczęli indywidualni inwestorzy i mieszkań budowanych na sprzedaż lub wynajem.

W ujęciu ogółem, z wyznaczonych rocznych profili sezonowości dla mieszkań, których budowę rozpoczęto, można wywnioskować, że największa aktywność występuje w kwietniu. Następnie, po znaczącym spadku z wartości 803,4 tys. sztuk do 389,3 tys. sztuk, liczba ta utrzymuje się powyżej zera aż do października.

Dla mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów charakterystyka zidentyfikowanych profili, a co za tym idzie miesięczna zmienność, jest podobna do rynku w ujęciu całościowym (ogółem) (por. wykres 4.14).

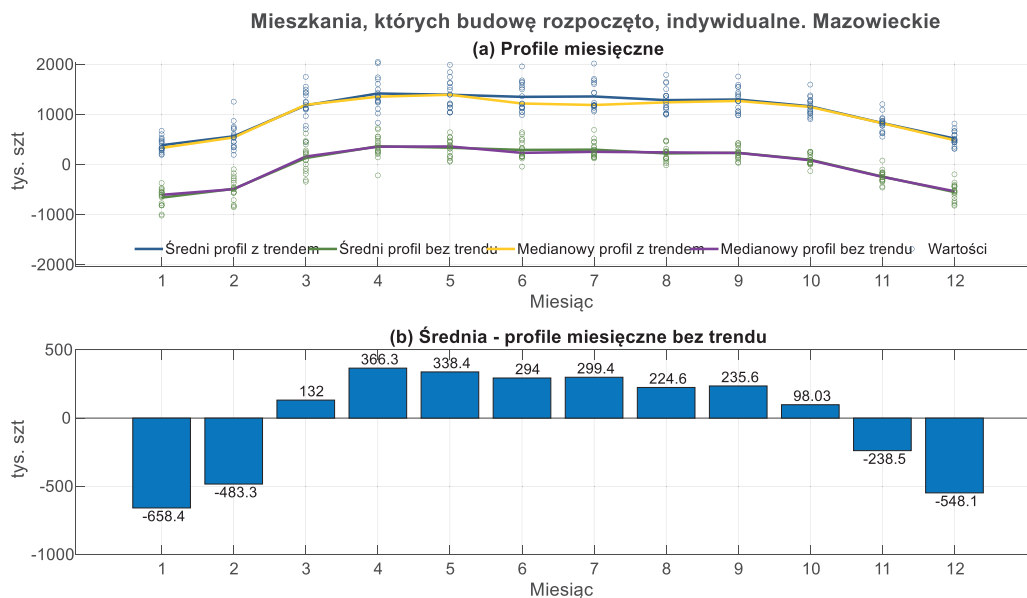


Wykres 4.13. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.14. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne

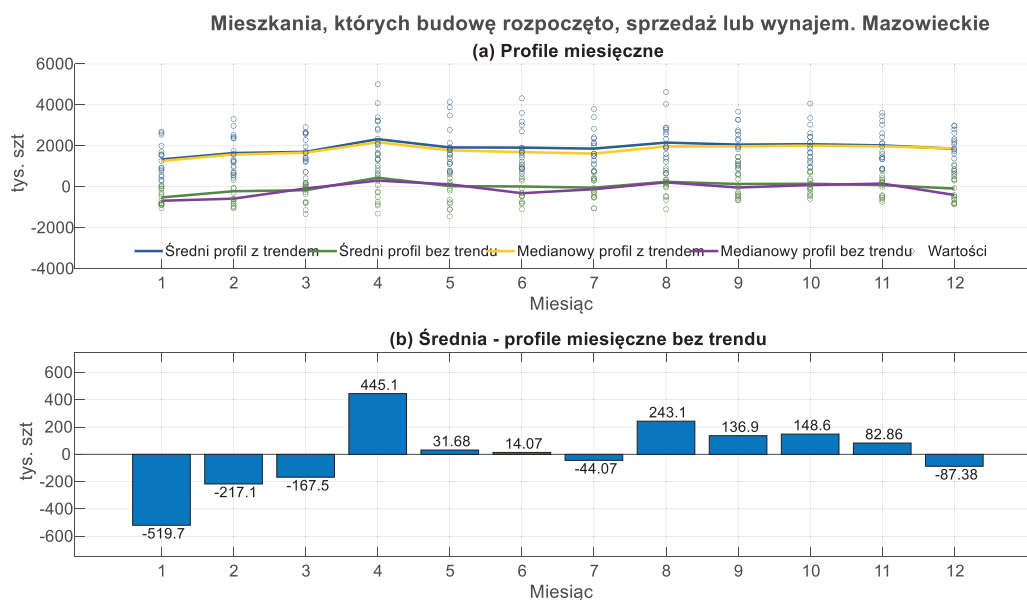


Źródło: opracowanie NBP.

Zidentyfikowane profile roczne dla mieszkań, których budowę rozpoczęto z przeznaczeniem na sprzedaż lub wynajem przedstawiono na wykresie 4.15. Wynika z nich, że w perspektywie rocznej w badanym zjawisku występują dwa cykle. Pierwszy z nich osiąga swoją największą aktywność w kwietniu, natomiast drugi w sierpniu.

Podjmując próbę ekonomicznej interpretacji kształtowania się zidentyfikowanych profili, można przyjąć, że wartości małej aktywności tego rynku w styczniu, lutym, marcu i grudniu oraz lipcu wynikają z wahań sezonowych. Trzeba odnotować, że dla miesięcy zimowych wartości mniejszej aktywności wynikają z technologicznych możliwości realizacji budowy. Natomiast w odniesieniu do sierpnia i września można przyjąć hipotezę o zmniejszeniu się aktywności z uwagi na sezon wakacyjny.

Wykres 4.15. Uśredniony profil roczny. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem

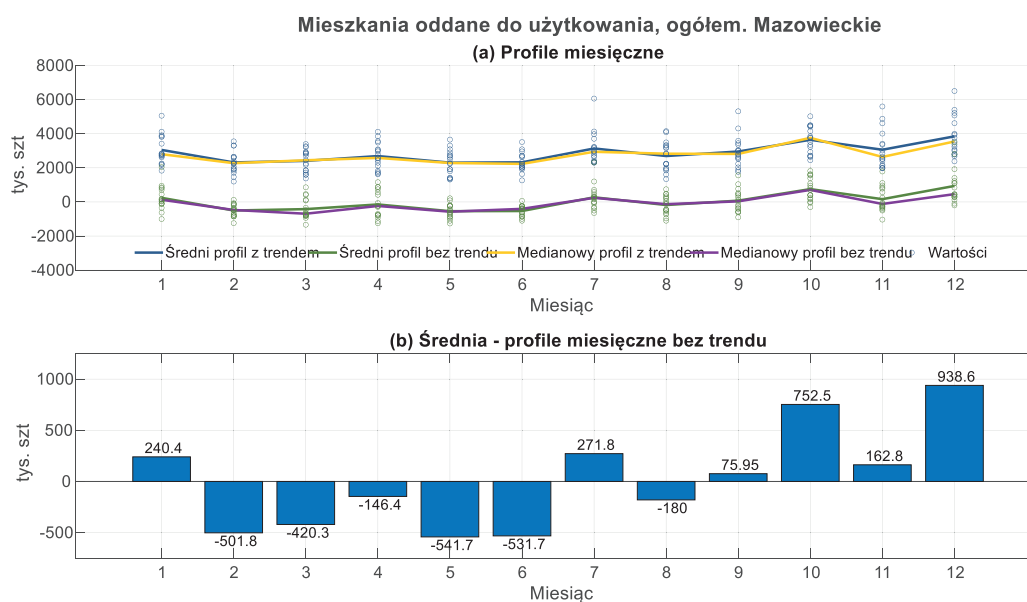


Źródło: opracowanie NBP.

### 4.2.3. Identyfikacja profili rocznych w obszarze mieszkań oddanych do użytkowania

Ostatnimi opisanymi profilami rocznymi są profile dla mieszkań oddanych do użytkowania. Profile roczne dla średniej oraz mediany ogółem przedstawiono na wykresie 4.16. Na uwagę zasługuje tu znaczący wzrost aktywności w październiku i grudniu. Należy także odnotować, że w sześciu miesiącach, tj. w styczniu, lipcu, wrześniu, październiku, listopadzie i grudniu, zaobserwowano dodatnią aktywność w zakresie mieszkań oddanych do użytkowania. Z danych przedstawionych na wykresie wynika, że w grudniu liczba mieszkań oddanych do użytkowania wynosiła 938,6 tys. sztuk.

Wykres 4.16. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem



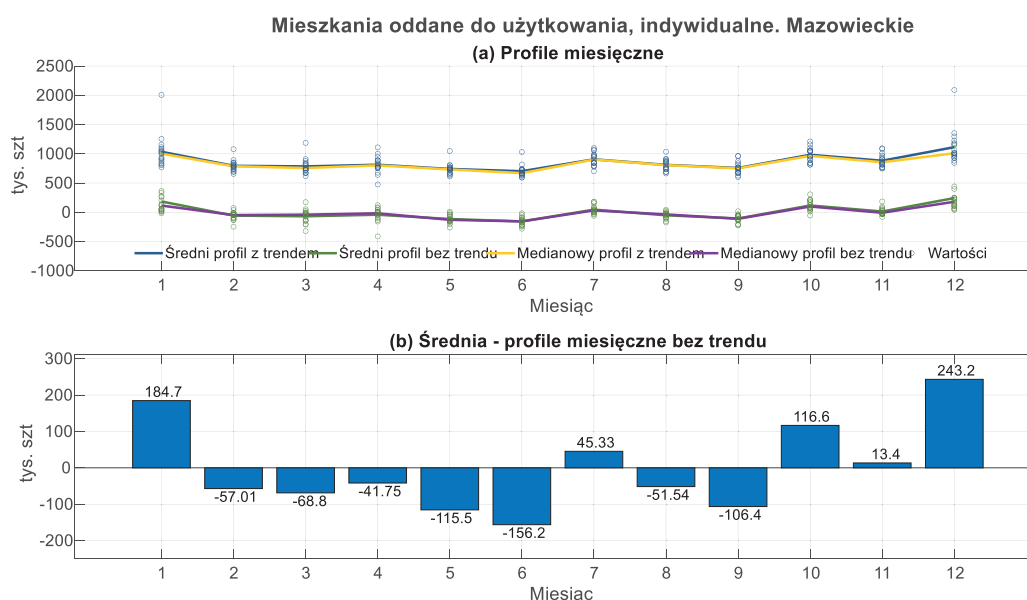
Źródło: opracowanie NBP.

Obliczone parametry profili rocznych dla mieszkań oddanych do użytkowania realizowane przez indywidualnych inwestorów zaprezentowano na wykresie 4.17. Należy zaznaczyć, że charakterystyka zidentyfikowanych profili

rocznych jest wysoce skorelowana z charakterystyką profili dla mieszkań nowych oddanych do użytkowania ogółem.

Odmiernym, od dwóch wcześniej opisanych, profilem charakteryzuje się liczba mieszkań oddanych do użytkowania, które są realizowane na sprzedaż lub wynajem. Cechuje on się tendencją wzrostu aktywności w ostatnich miesiącach w roku (wykres 4.18). W grudniu aktywność rynku została obliczona na 517,2 tys. sztuk.

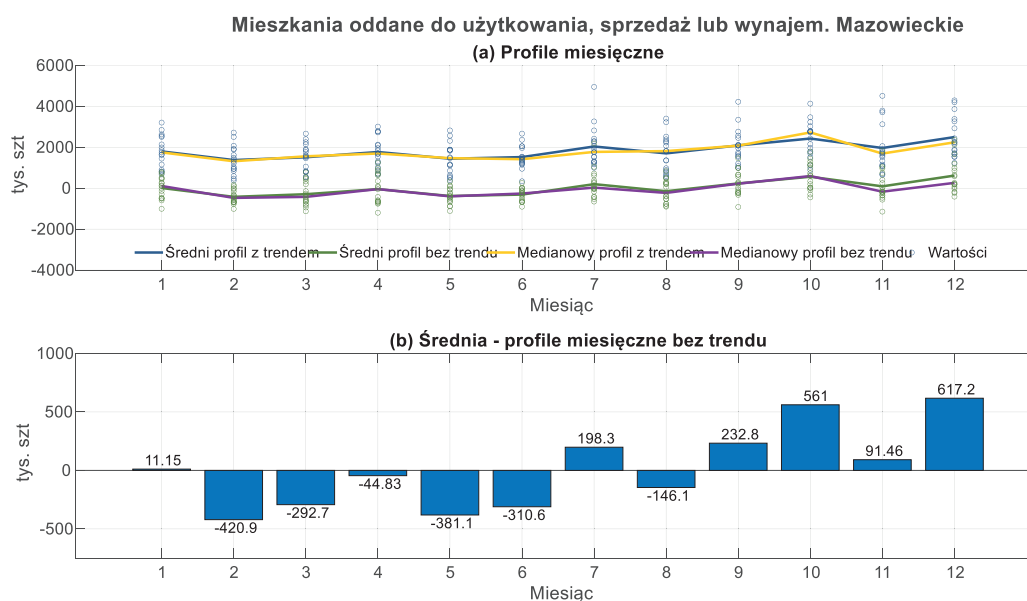
Wykres 4.17. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Analogicznie jak w ujęciu dla Polski (rozdz. 3.2.3), na uzyskiwane zależności miała wpływ nietypowa sytuacja na rynku nieruchomości pod koniec 2008 r., spowodowana kryzysem gospodarczym.

Wykres 4.18. Uśredniony profil roczny. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

### 4.3. Oszacowane wartości prognoz oraz prognozy przedziałowe dla poszczególnych etapów budowy mieszkań wraz z walidacją modelu

W niniejszym rozdziale, analogicznie jak w przypadku Polski (rozdz. 3.3) przedstawiono wyniki sporządzonych prognoz dla wszystkich etapów procesu budowy mieszkań, tj. dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań, dla mieszkań, których budowę rozpoczęto oraz dla mieszkań oddanych do użytkowania. Prognozy wyznaczono dla danych ogółem oraz dla inwestycji indywidualnych jak i tych realizowanych na sprzedaż lub wynajem.

Okres prognozy zdefiniowano w ujęciu jednomiesięcznym, natomiast horyzont predykcji określono na 12 miesięcy. Prognozy wykonano, w oparciu o model ARIMA(p,d,q)(P,D,Q), przy wykorzystaniu narzędzia X13-ARIMA-SEATS uwzględniającego sezonowość. Do uczenia modelu wykorzystano dane pozyskane od stycznia 2005 r. do lipca 2021 r., natomiast prognozy i ich walidację wyznaczono w wariancie punktowym oraz przedziałowym w okresie od sierpnia 2021 r. do lipca

2022 r. W ramach prac badawczych sporządzono 3 prognozy przedziałowe: dla 1 odchylenia standardowego (1s), drugi dla 2 odchyłeń standardowych (2s) oraz trzeci dla 3 odchyłeń standardowych (3s).

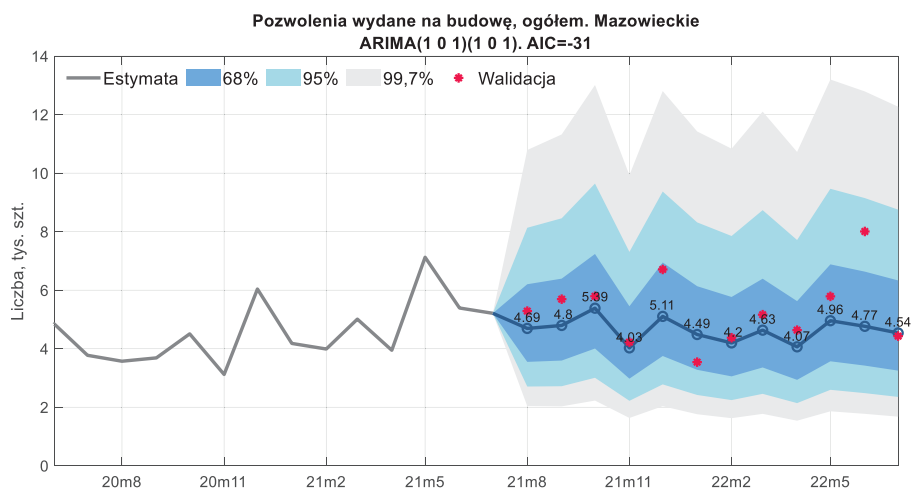
Na kolejnych wykresach (wykres 4.19-4.27) przedstawiono estymaty modelu opracowanego na rzeczywistych danych uczących z okresu 12 miesięcy od stycznia 2005 r. do lipca 2021 r. (linią ciągłą w kolorze czarnym), dane predykowane na okres od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. (linią ciągłą i kółkiem w kolorze granatowym wraz z wartościami liczbowymi), dane walidujące w okresie od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. (kropka w kolorze czerwonym) oraz przedziały ufności w odcieniach błękitu i szarości. W tytule wykresu znajduje się informacja o parametrach estymowanego modelu wraz z wartością obliczonej miary AIC.

W celu uszczegółowienia uzyskanych wyników w tabelach 4.1 - 4.9 przedstawiono oszacowane wartości prognoz punktowych, przedziałowych oraz dane walidujące dotyczące okresu od sierpnia 2021 r. do lipca 2022 r. Przedstawione w tabelach wartości prognoz przedziałowych dotyczą trzech warunków, których punktem wyjścia była zasada 3 sigm.

Podobnie jak w przypadku danych dotyczących całej Polski, wykonano proces walidacji modelu w oparciu o dane rzeczywiste z okresu tożsamego dla predykcji. Na potrzeby oceny jakości predykcyjnej wyliczone wartości współczynników *MAPE*, *r* i *p*, które zestawiono w tabeli 4.10, oddzielnie dla każdego z parametrów.

Na wykresie 4.19. przedstawiono prognozy dotyczące liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań w ujęciu ogółem. Prognozowana dynamika zmian jest zgodna z danymi rzeczywistymi, które mieszczą się w większości w 68% przedziale ufności.

Wykres 4.19. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań - ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 4.1. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – ogółem w tys.

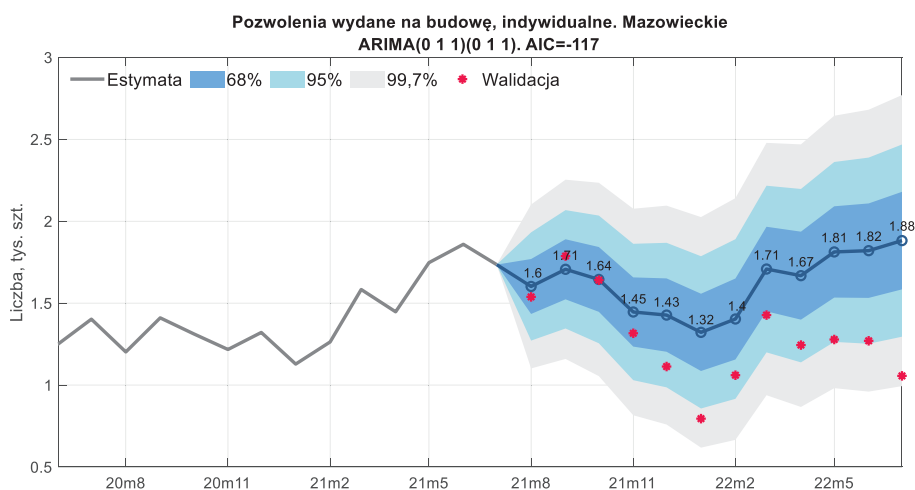
	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
<b>Marzec 2022</b>	5,29	4,69	2,04	10,79	2,71	8,13	3,55	6,20
<b>Kwiecień 2022</b>	5,69	4,80	2,03	11,32	2,72	8,46	3,60	6,40
<b>Maj 2022</b>	5,79	5,39	2,23	13,01	3,01	9,64	4,01	7,24
<b>Czerwiec 2022</b>	4,23	4,03	1,63	9,93	2,22	7,31	2,98	5,45
<b>Lipiec 2022</b>	6,71	5,11	2,04	12,81	2,78	9,37	3,75	6,95
<b>Sierpień 2022</b>	3,54	4,49	1,76	11,43	2,42	8,32	3,28	6,14
<b>Wrzesień 2022</b>	4,38	4,20	1,63	10,84	2,24	7,85	3,06	5,77
<b>Październik 2022</b>	5,16	4,63	1,77	12,10	2,46	8,74	3,36	6,39
<b>Listopad 2022</b>	4,64	4,07	1,54	10,73	2,14	7,72	2,94	5,63
<b>Grudzień 2022</b>	5,79	4,96	1,86	13,20	2,60	9,47	3,57	6,88
<b>Styczeń 2023</b>	8,01	4,77	1,78	12,79	2,48	9,15	3,42	6,64
<b>Luty 2023</b>	4,43	4,54	1,68	12,27	2,35	8,75	3,25	6,33

Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresie 4.20 oraz 4.21. przedstawiono prognozy dotyczące liczby pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań w ujęciu mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów i realizowanych na sprzedaż lub wynajem.

Poddając ocenie kształtowanie się prognoz uzyskanych oddzielnie dla rynku indywidualnego i deweloperskiego, można zauważyć odmienną sytuację. W przypadku inwestorów indywidualnych w województwie mazowieckim wydano znacznie mniej pozwoleń na budowę niż przewidywano, natomiast na rynku kierowanym do sprzedaży lub najmu liczba pozwoleń była zgodna z przewidywanym trendem, a w przypadku grudnia 2021 r i czerwca 2022 r. znacząco przekroczyła przewidywania.

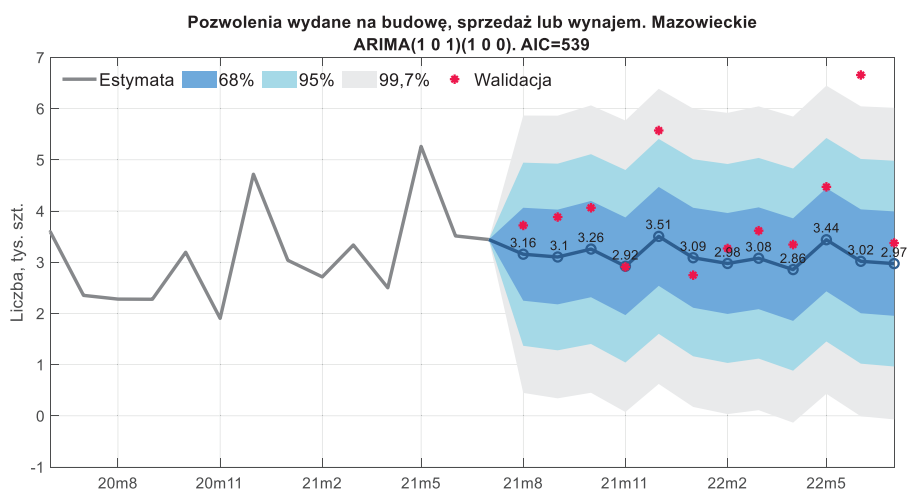
Wykres 4.20. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań - indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.



Wykres 4.21. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Na wykresach 4.22-4.24 przedstawiono prognozy dotyczące liczby mieszkań, których budowę rozpoczęto: w ujęciu ogółem (wykres 4.22), w ujęciu mieszkań budowanych przez indywidualnych inwestorów (wykres 4.32) i wznoszonych przez deweloperów (wykres 4.24).

Tabela 4.2. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – indywidualne w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
<b>Sierpień 2021</b>	1,54	1,60	1,10	2,10	1,27	1,93	1,43	1,77
<b>Wrzesień 2021</b>	1,79	1,71	1,16	2,25	1,35	2,07	1,52	1,89
<b>Październik 2021</b>	1,64	1,64	1,05	2,23	1,25	2,03	1,45	1,84
<b>Listopad 2021</b>	1,32	1,45	0,82	2,08	1,03	1,86	1,23	1,66
<b>Grudzień 2021</b>	1,11	1,43	0,76	2,09	0,99	1,87	1,20	1,65
<b>Styczeń 2022</b>	0,80	1,32	0,62	2,03	0,86	1,79	1,09	1,56
<b>Luty 2022</b>	1,06	1,40	0,67	2,14	0,92	1,89	1,16	1,65
<b>Marzec 2022</b>	1,43	1,71	0,94	2,48	1,20	2,22	1,45	1,97
<b>Kwiecień 2022</b>	1,24	1,67	0,87	2,47	1,14	2,20	1,40	1,94
<b>Maj 2022</b>	1,28	1,81	0,98	2,64	1,26	2,36	1,53	2,09
<b>Czerwiec 2022</b>	1,27	1,82	0,96	2,68	1,25	2,39	1,53	2,11
<b>Lipiec 2022</b>	1,06	1,88	0,99	2,77	1,30	2,47	1,58	2,18

Źródło: opracowanie NBP.

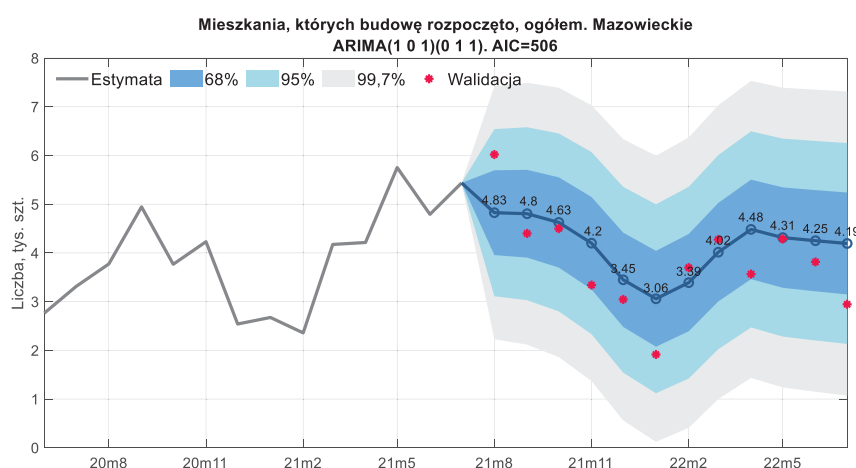
Tabela 4.3. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla pozwoleń wydanych na budowę nowych mieszkań – na sprzedaż lub wynajem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	3,72	3,16	0,45	5,86	1,37	4,95	2,25	4,06
Wrzesień 2021	3,88	3,10	0,34	5,86	1,28	4,93	2,18	4,03
Październik 2021	4,06	3,26	0,45	6,06	1,40	5,11	2,32	4,20
Listopad 2021	2,91	2,92	0,08	5,77	1,04	4,80	1,97	3,87
Grudzień 2021	5,57	3,51	0,62	6,39	1,60	5,41	2,54	4,47
Styczeń 2022	2,75	3,09	0,17	6,00	1,16	5,01	2,11	4,06
Luty 2022	3,27	2,98	0,03	5,92	1,03	4,92	1,99	3,96
Marzec 2022	3,62	3,08	0,11	6,04	1,12	5,04	2,08	4,07
Kwiecień 2022	3,35	2,86	-0,13	5,84	0,88	4,83	1,85	3,86
Maj 2022	4,47	3,44	0,43	6,45	1,45	5,43	2,43	4,45
Czerwiec 2022	6,66	3,02	-0,01	6,04	1,02	5,02	2,00	4,03
Lipiec 2022	3,38	2,97	-0,07	6,02	0,96	4,98	1,95	3,99

Źródło: opracowanie NBP.

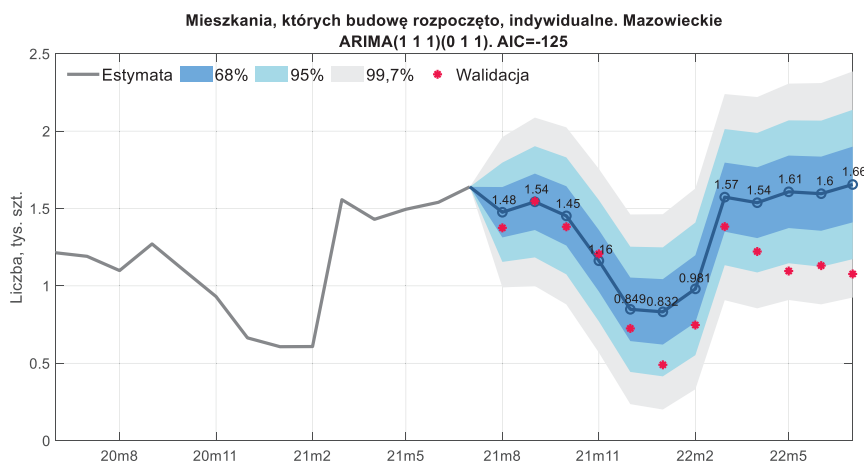
Analiza liczby budów, które rozpoczęto pozwala na sformułowanie podobnych wniosków jak w przypadku rynku ogólnopolskiego: liczba budów na rynku ogółem jest zgodna z trendem w przedziale ufności 95%, a na rynku indywidualnym w obszarze 99,7%. Przy czym również tutaj widoczna jest zmiana trendu z przewidywanego nieznacznie rosnącego na spadkowy (rys. 4.23).

Wykres 4.22. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań których budowę rozpoczęto – ogółem



Źródło: opracowanie NBP.

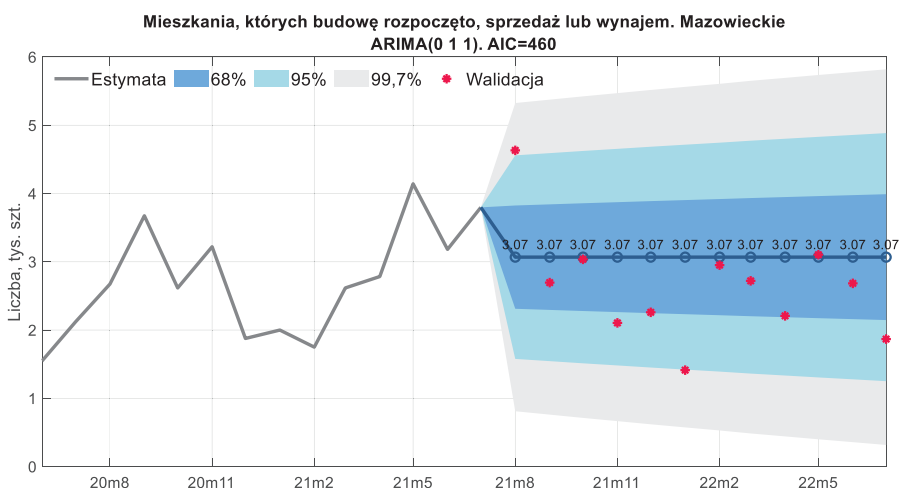
Wykres 4.23. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań których budowę rozpoczęto – indywidualnie



Źródło: opracowanie NBP.

Odmierna sytuacja występuje w przypadku rynku deweloperskiego, gdzie nie udało się wyznaczyć parametrów stabilnego modelu zawierającego składowe sezonowe korzystając z narzędzia X13-ARIMA-SEAT, stąd krzywa predykcyjna, zaprezentowana na wykresie 4.24 ma charakter liniowy. To z kolei spowodowało niemożliwość wyznaczenia współczynnika korelacji  $r$ , a błąd MAPE wyniósł 22,65%.

Wykres 4.24. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Prognozy punktowe oraz prognozy przedziałowe dla mieszkań, których budowę rozpoczęto w ujęciu ogółem oraz inwestorów indywidualnych i realizujących budowy mieszkań na sprzedaż lub wynajem zamieszczono w tabelach 4.4-4.6.

Tabela 4.4. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – ogółem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	6,02	4,83	2,23	7,42	3,11	6,54	3,96	5,70
Wrzesień 2021	4,40	4,80	2,12	7,49	3,03	6,58	3,90	5,71
Październik 2021	4,50	4,63	1,86	7,39	2,80	6,45	3,70	5,55
Listopad 2021	3,34	4,20	1,37	7,03	2,33	6,07	3,25	5,15
Grudzień 2021	3,05	3,45	0,56	6,34	1,54	5,36	2,48	4,42
Styczeń 2022	1,92	3,06	0,12	5,99	1,12	5,00	2,07	4,04
Luty 2022	3,70	3,39	0,41	6,37	1,42	5,36	2,39	4,39
Marzec 2022	4,28	4,02	1,00	7,03	2,02	6,01	3,00	5,03
Kwiecień 2022	3,57	4,48	1,43	7,53	2,47	6,50	3,46	5,50
Maj 2022	4,29	4,31	1,24	7,39	2,28	6,35	3,28	5,35
Czerwiec 2022	3,82	4,25	1,15	7,35	2,20	6,30	3,21	5,29
Lipiec 2022	2,95	4,19	1,07	7,32	2,13	6,26	3,15	5,24

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 4.5. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – indywidualne w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Marzec 2022	1,38	1,48	0,99	1,96	1,15	1,80	1,31	1,64
Sierpień 2021	1,55	1,54	1,00	2,09	1,18	1,90	1,36	1,73
Wrzesień 2021	1,38	1,45	0,88	2,02	1,07	1,83	1,26	1,64
Październik 2021	1,21	1,16	0,57	1,76	0,77	1,55	0,96	1,36
Listopad 2021	0,73	0,85	0,24	1,46	0,44	1,25	0,64	1,05
Grudzień 2021	0,49	0,83	0,20	1,46	0,42	1,25	0,62	1,04
Styczeń 2022	0,75	0,98	0,33	1,63	0,55	1,41	0,76	1,20
Luty 2022	1,38	1,57	0,91	2,24	1,13	2,01	1,35	1,80
Marzec 2022	1,22	1,54	0,85	2,22	1,09	1,99	1,31	1,77
Kwiecień 2022	1,10	1,61	0,91	2,31	1,15	2,07	1,37	1,84
Maj 2022	1,13	1,60	0,88	2,31	1,12	2,07	1,36	1,84
Czerwiec 2022	1,08	1,66	0,92	2,39	1,17	2,14	1,41	1,90

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 4.3. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań, których budowę rozpoczęto – na sprzedaż lub wynajem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	4,63	3,07	0,81	5,33	1,58	4,56	2,31	3,82
Wrzesień 2021	2,70	3,07	0,76	5,37	1,54	4,59	2,30	3,84
Październik 2021	3,04	3,07	0,71	5,42	1,51	4,62	2,28	3,86
Listopad 2021	2,11	3,07	0,67	5,47	1,48	4,65	2,26	3,87
Grudzień 2021	2,26	3,07	0,62	5,52	1,45	4,69	2,25	3,89
Styczeń 2022	1,41	3,07	0,57	5,56	1,42	4,72	2,23	3,90
Luty 2022	2,95	3,07	0,53	5,61	1,39	4,74	2,22	3,92
Marzec 2022	2,72	3,07	0,49	5,65	1,36	4,77	2,20	3,93
Kwiecień 2022	2,21	3,07	0,44	5,69	1,33	4,80	2,19	3,95
Maj 2022	3,10	3,07	0,40	5,74	1,31	4,83	2,17	3,96
Czerwiec 2022	2,68	3,07	0,36	5,78	1,28	4,86	2,16	3,98
Lipiec 2022	1,87	3,07	0,32	5,82	1,25	4,88	2,15	3,99

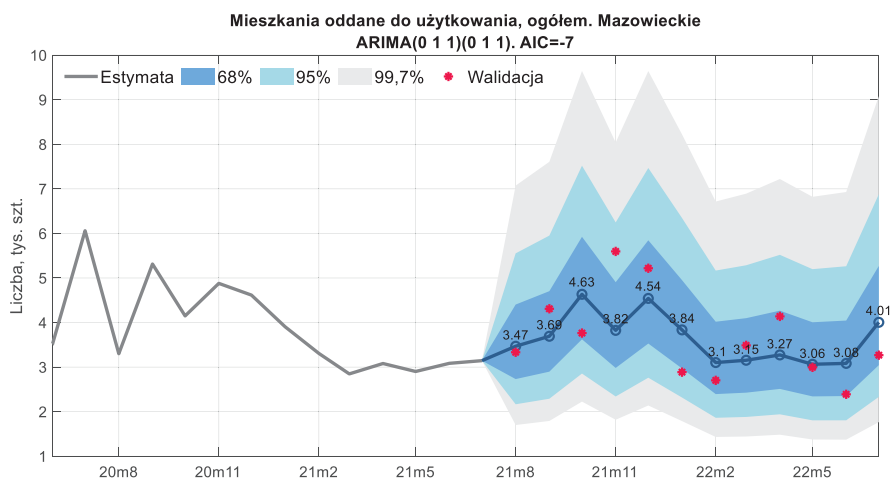
Źródło: opracowanie NBP.

Podobnie jak to miało miejsce w przypadku ujęcia ogólnopolskiego (rozdz. 3.3) wyznaczono prognozy dla liczby mieszkań i domów oddanych do użytkowania. W tym ostatnim etapie następuje bezpośredni kontakt strony popytowej oraz podaźowej rynku nieruchomości mieszkaniowych. Należy zwrócić uwagę, że prognozy uzyskane w tym etapie, dla każdego z badanych rynków, tj. w ujęciu ogółem, w ujęciu inwestorów indywidualnych oraz deweloperów, cechują się podobną charakterystyką wahań sezonowych. Opisywanej zależności nie zaobserwowano dla dwóch wcześniej opisywanych etapów procesu budowy mieszkań.

Rozpatrując jakość predykcji uwzględniając dane walidujące należy stwierdzić, że zarówno dla rynku w ujęciu ogólnym, jak i w podziale na rynek indywidualny i deweloperski, dane rzeczywiste są zgodne z trendem w większości w 68% przedziale ufności, a w niektórych miesiącach w przedziale ufności 95%.

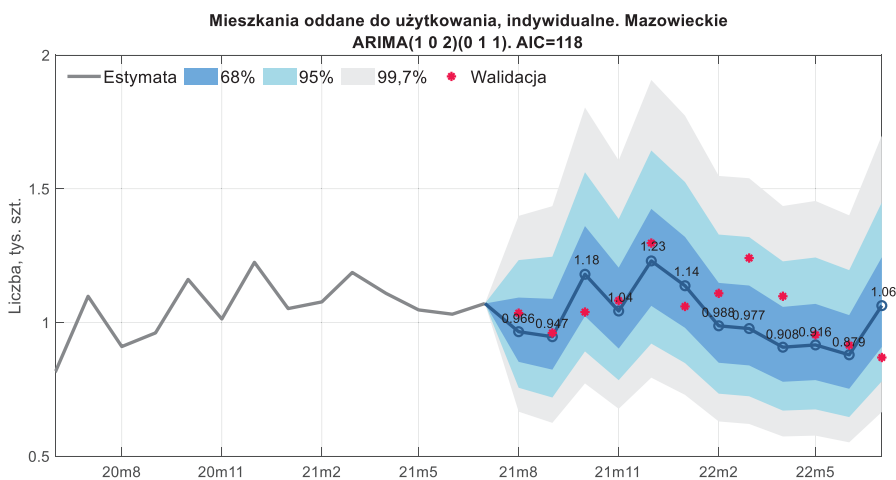
Analiza istotności współczynnika korelacji liniowej Pearsona  $p$  (tabela 4.10) nie pozwala jednak na potwierdzenie, że istnieje liniowa zależność modelu z danymi rzeczywistymi.

Wykres 4.25. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – ogółem



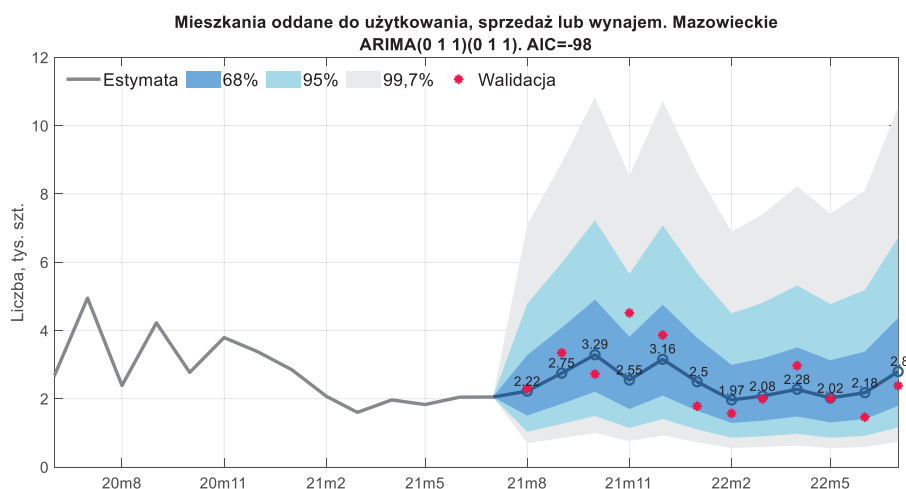
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.26. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – indywidualne



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 4.27. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – na sprzedaż lub wynajem



Źródło: opracowanie NBP.

Prognozy punktowe oraz prognozy przedziałowe wraz z walidacją dla mieszkań oddanych do użytkowania, w ujęciu ogółem oraz inwestorów indywidualnych i realizujących budowy mieszkań na sprzedaż lub wynajem zamieszczono w tabelach 4.7-4.9.

Tabela 4.7. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – ogółem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	3,33	3,47	1,70	7,07	2,17	5,55	2,73	4,40
Wrzesień 2021	4,31	3,69	1,79	7,61	2,29	5,95	2,90	4,70
Październik 2021	3,76	4,63	2,23	9,64	2,86	7,52	3,62	5,92
Listopad 2021	5,60	3,82	1,82	8,04	2,34	6,25	2,98	4,91
Grudzień 2021	5,22	4,54	2,14	9,64	2,76	7,47	3,53	5,85
Styczeń 2022	2,89	3,84	1,79	8,22	2,32	6,35	2,97	4,95
Luty 2022	2,70	3,10	1,43	6,72	1,86	5,17	2,39	4,02
Marzec 2022	3,49	3,15	1,44	6,89	1,88	5,29	2,43	4,10
Kwiecień 2022	4,14	3,27	1,48	7,22	1,94	5,52	2,51	4,27
Maj 2022	3,00	3,06	1,38	6,82	1,81	5,20	2,34	4,01
Czerwiec 2022	2,39	3,08	1,37	6,93	1,81	5,26	2,35	4,04
Lipiec 2022	3,27	4,01	1,77	9,08	2,33	6,88	3,04	5,27

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 4.8. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – indywidualne w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	1,04	0,97	0,67	1,40	0,76	1,23	0,85	1,09
Wrzesień 2021	0,96	0,95	0,62	1,43	0,72	1,25	0,82	1,09
Październik 2021	1,04	1,18	0,77	1,80	0,89	1,56	1,02	1,36
Listopad 2021	1,08	1,04	0,68	1,61	0,78	1,39	0,90	1,21
Grudzień 2021	1,30	1,23	0,79	1,91	0,92	1,64	1,06	1,42
Styczeń 2022	1,06	1,14	0,73	1,77	0,85	1,53	0,98	1,32
Luty 2022	1,11	0,99	0,63	1,55	0,73	1,33	0,85	1,15
Marzec 2022	1,24	0,98	0,62	1,54	0,72	1,32	0,84	1,14
Kwiecień 2022	1,10	0,91	0,57	1,44	0,67	1,23	0,78	1,06
Maj 2022	0,95	0,92	0,58	1,45	0,68	1,24	0,78	1,07
Czerwiec 2022	0,92	0,88	0,55	1,40	0,65	1,20	0,75	1,03
Lipiec 2022	0,87	1,06	0,67	1,70	0,78	1,45	0,91	1,24

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 4.9. Prognoza punktowa, przedziałowa i walidacja wyznaczona dla mieszkań oddanych do użytkowania – na sprzedaż lub wynajem w tys.

	Walidacja	Prognoza	-3s	+3s	-2s	+2s	-1s	+1s
Sierpień 2021	2,29	2,22	0,70	7,10	1,03	4,79	1,51	3,28
Wrzesień 2021	3,35	2,75	0,85	8,92	1,26	5,98	1,85	4,08
Październik 2021	2,73	3,29	1,00	10,84	1,50	7,23	2,21	4,91
Listopad 2021	4,51	2,55	0,76	8,53	1,15	5,66	1,70	3,82
Grudzień 2021	3,87	3,16	0,93	10,73	1,41	7,08	2,09	4,76
Styczeń 2022	1,79	2,50	0,72	8,63	1,10	5,66	1,65	3,78
Luty 2022	1,57	1,97	0,56	6,89	0,86	4,50	1,29	2,99
Marzec 2022	2,00	2,08	0,58	7,40	0,90	4,81	1,36	3,18
Kwiecień 2022	2,97	2,28	0,63	8,23	0,98	5,32	1,48	3,50
Maj 2022	2,00	2,02	0,55	7,42	0,86	4,77	1,31	3,13
Czerwiec 2022	1,46	2,18	0,59	8,10	0,91	5,18	1,40	3,38
Lipiec 2022	2,38	2,80	0,74	10,55	1,16	6,72	1,79	4,37

Źródło: opracowanie NBP.



Tabela 4.10. Wartości współczynnika korelacji Pearsona  $r$ , jego istotności statystycznej  $p$  i współczynnika MSE dla kolejnych parametrów

Parametr Mazowieckie	MSE	$r$	$p$
Pozwolenia ogółem	17,77	0,62	0,032
Pozwolenia indywidualne	20,18	0,39	0,210
Pozwolenia sprzedaż	28,90	0,46	0,137
Rozpoczęto ogółem	15,18	0,75	0,005
Rozpoczęto indywidualne	18,65	0,79	0,002
Rozpoczęto sprzedaż	22,65	-	-
Oddano ogółem	18,20	0,53	0,076
Oddano indywidualne	10,28	0,42	0,176
Oddano sprzedaż	22,81	0,57	0,055

Źródło: opracowanie NBP.

## 5. Wnioski z badań

W wyniku przeprowadzonych badań zdefiniowano następujące wnioski:

1. Model X13-ARIMA-SEATS użyty do prognozowania wielkości poszczególnych etapów procesu budowy nieruchomości mieszkaniowych stanowi użyteczne narzędzie do prognozowania wielkości badanych zmiennych, co potwierdzono w procesie walidacji danymi z okresu 12 miesięcy. Potwierdzeniem użyteczności zbudowanych modeli prognostycznych, są m.in. wartości błędu MAPE, zawarte w tabeli 3.10 i 4.10, które wahają się od 7,97% do 23,88% dla rynku ogólnopolskiego oraz od 10,28% do 28,90% dla województwa mazowieckiego.
2. W ujęciu ogólnopolskim zidentyfikowano wahania sezonowe dla każdej badanej zmiennej, co potwierdzono modelami ARIMA, których parametry zestawiono w tabeli 6.1. Dodatkowo dla zmiennej pozwolenia wydane na budowę nowych mieszkań w każdym rozpatrywanym ujęciu zaobserwowano multiplikatywny charakter wahań sezonowych. Natomiast dla mieszkań, których budowę rozpoczęto wahania sezonowe są addytywne.
3. Dla województwa mazowieckiego, w każdym etapie procesu budowy mieszkań, za wyjątkiem mieszkań, których budowę rozpoczęto na rynku indywidualnym, wahania sezonowe mają charakter multiplikatywny (tab. 6.2.).
4. W ujęciu ogólnopolskim parametry sezonowe modelu ARIMA są jednakowe, dla każdego etapu budowy mieszkań, niezależnie od jego przeznaczenia. W przypadku województwa mazowieckiego parametry sezonowe modelu ARIMA są zróżnicowane.
5. W rezultacie przeprowadzonych testów statystycznych, wyniki których zawarto w tabeli 6.3 oraz 6.4. stwierdzić, że tylko na rynku deweloperskim w województwie mazowieckim nie występuje sezonowość. Natomiast w ujęciu Polski ogółem istotną sezonowość wykazano dla każdego etapu procesu budowy mieszkań.

## 6. Załączniki

### 6.1. Model predykcyjny ARIMA

Do estymacji modelu ARIMA zastosowano metodę X13-ARIMA-SEATS, która łączy metodę X-11-ARIMA, pozwalającą na uwzględnienie efektów kalendarzowych (Shiskin et al., 1967), z techniką doboru parametrów sezonowych SEATS (Findley et al., 2016). Metoda ta jest stosowana m.in. przez amerykański urząd statystyczny (U.S. Census Bureau) i zapewnia dobre odfiltrowanie efektów kalendarzowych, jednorazowych i losowych, co podnosi jakość otrzymanych komponentów cyklicznych i sezonowych analizowanych szeregów czasowych.

Wyznaczając parametry modelu predykcyjnego zastosowano trzystopniową procedurę iteracyjną, tj.:

- Identyfikacji: polegającej na wyodrębnieniu podklasy modeli, które warto wypróbować.
- Estymacji: rozumianej jako efektywne wykorzystanie danych dla wnioskowania o współczynnikach przy założeniu adekwatności wypróbowanego modelu.
- Sprawdzenia diagnostycznego: czyli sprawdzenia zgodności dobranego modelu z danymi, aby wykryć niedostatki modelu i poprawić model.

Na wstępie należy zaznaczyć, że procesy identyfikacji i estymacji zachodzą na siebie. Można więc estymować parametry modelu, który jest bardziej skomplikowany od modelu spodziewanego, aby zdecydować, gdzie możliwe jest uproszczenie. Procedura estymacji spełnia częściowo rolę identyfikacji (Box et al., 2016).

Procedura identyfikacji jest z natury rzeczy niedokładna i nie jesteśmy w stanie dokładnie sformułować zadania. Na tym etapie szczególnie przydatne są metody graficzne. Należy jednak pamiętać, że wstępna identyfikacja jedynie wyłania próbną klasę modeli, które zostaną później efektywnie dopasowane i sprawdzone.

Proces identyfikacji przebiega zgodnie z poniższą procedurą:

1. obliczenie różnic procesu  $z_t$  tylkokrotnie, ile potrzeba do otrzymania stacjonarności, mając na uwadze sprowadzenie badanego procesu do mieszanego procesu autoregresji i średniej ruchomej (por. wyrażenie (1)):

$$\varphi(B)w_t = \theta_0 + \theta(B)a_t, \quad (1)$$

gdzie:  $w_t = (1 - B)^d z_t = \nabla^d z_t$ .

2. identyfikacji otrzymanego procesu ARMA.

Dobór optymalnego modelu na potrzeby prognozowania danych dotyczących rynku nieruchomości wykonano m.in. w oparciu o analizę autokorelacji i korelacji cząstkowej i na podstawie analizy estymat modelu i rezyduł, których graficzną reprezentację zawarto w załącznikach 6.2 i 6.3. Ponadto posiłkowano się wartościami współczynników AIC i BIC, wyliczonymi w procesie estymacji. Wartości współczynnika AIC podano każdorazowo w tytule wykresów w rozdz. 3.3 i 4.3.

W badaniach zastosowano przybornik środowiska programistycznego MATLAB, X-13ARIMA-SEATS, opracowany przez Yvana Lengwiler (Yvan Lengwiler, 2022). Przybornik ten pozwala m.in. na zautomatyzowaną weryfikację stacjonarności przebiegów czasowych i tym samym automatycznie transformuje lub nie analizowane szeregi czasowe za pomocą funkcji logarytmicznej. W zadaniu selekcji modelu optymalnego, zastosowano metodę TRAMO, opracowaną przez Victora Gomeza i Agustina Maravalla (Gomez & Maravall, 2001a, 2001b).

---

W tabeli 6.1 i 6.2, odpowiednio dla całej Polski i dla województwa mazowieckiego, zestawiono podsumowanie uzyskanych wyników procedury doboru optymalnego modelu, dla każdego z rozpatrywanych parametrów. W szczególności zawarto typ transformacji, sposób wyrównania sezonowego i parametry estymowanego modelu ARIMA. W trakcie badań przy wykorzystaniu narzędzia X13-ARIMA-SEATS wykazano, że celem uzyskania stacjonarności szeregów czasowych dotyczących każdego typu pozwoleń wydanych oraz mieszkań oddanych do użytkowania ogółem i na rynku indywidualnym w Polsce (tabela 6.2), konieczna jest ich transformacja logarymiczna, co wiąże się bezpośrednio z multiplikatywnym wyrównaniem sezonowym rozpatrywanych szeregów. Pozostałe zmienne nie były transformowane, a ich wyrównania sezonowe były addytywne.

W wyniku badań danych dotyczących Polski wykazano, że optymalne parametry modelu predykcyjnego zakładają dwa autoregresyjne parametry niesezonowe dla pozwoleń wydanych na rynku indywidualnym oraz mieszkań oddanych w ujęciu ogólnym; jeden autoregresyjny parametr niesezonowy dla wydanych pozwoleń i rozpoczętych budów na rynku deweloperskim oraz dla mieszkań oddanych do użytkowania w ujęciu ogółem. W pozostałych przypadkach nie identyfikowano autoregresyjnych składowych niesezonowych. Ponadto w badaniach wykazano, że jedynie w przypadku mieszkań oddanych do użytkowania na rynku indywidualnym nie ma konieczności różnicowania przebiegów czasowych, a w pozostałych przypadkach, celem uzyskania stacjonarności szeregów czasowych, wymagane jest różnicowanie pierwszego rzędu. Ostatni z parametrów niesezonowych, który dotyczył liczby składowych średniej ruchomej MA (*ang.* Moving Average), kształtował się na poziomie jedności dla wszystkich zmiennych z wyjątkiem pozwoleń na rynku indywidualnym (3 parametry MA) i mieszkań oddanych do użytkowania na rynku indywidualnym (2 parametry MA). W zakresie parametrów części dotyczącej sezonowości, w ramach badania uzyskano identyczne

parametry dla wszystkich zmiennych, tj.: brak różnicowania sezonowego, jedną składową autoregresyjną i jedną składową MA.

Tabela 6.1. Zestawienie zbiorcze transformacji danych i wyrównania sezonowego dla całej Polski oraz typ dobranego modelu ARIMA

Parametr Polska	Transformacja	Wyrównanie sezonowe	ARIMA
Pozwolenia ogółem	logarytmowanie	Multiplikatywne	(0 1 1)(0 1 1)
Pozwolenia indywidualne	logarytmowanie	Multiplikatywne	(2 1 3)(0 1 1)
Pozwolenia sprzedaż	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 1 1)(0 1 1)
Rozpoczęto ogółem	brak	Addytywne	(0 1 1)(0 1 1)
Rozpoczęto indywidualne	brak	Addytywne	(0 1 1)(0 1 1)
Rozpoczęto sprzedaż	brak	Addytywne	(1 1 1)(0 1 1)
Oddano ogółem	logarytmowanie	Multiplikatywne	(2 1 1)(0 1 1)
Oddano indywidualne	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 0 2)(0 1 1)
Oddano sprzedaż	brak	Addytywne	(0 1 1)(0 1 1)

Źródło: opracowanie NBP.

W wyniku przeprowadzonych badań dotyczących obserwacji pochodzących z województwa mazowieckiego (tabela 6.3) wykazano konieczność transformacji logarytmicznej i multiplikatywnego wyrównania sezonowego dla wszystkich zmiennych z wyjątkiem budów rozpoczętych na rynku indywidualnym, gdzie szeregu nie transformowano i zastosowano wyrównanie addytywne.

W procesie doboru optymalnego modelu dla szeregów czasowych, pochodzących z województwa mazowieckiego, wykazano: (1) konieczność zastosowania jednej niesezonowej składowej autoregresyjnej (AR) dla pozwoleń ogółem i na sprzedaż, dla rozpoczętych budów ogółem i indywidualnych oraz dla mieszkań oddanych do indywidualnego użytkowania. Natomiast dla pozostałych zmiennych wykazano brak składowych AR; (2) konieczność zastosowania jednej niesezonowej składowej MA dla wszystkich zmiennych z wyjątkiem mieszkań oddanych do indywidualnego użytkowania, gdzie liczba parametrów MA wynosi 2; (3) konieczność różnicowania pierwszego rzędu liczby pozwoleń i rozpoczęć budów

indywidualnych, rozpocząć budów na rynku deweloperskim oraz dla liczby mieszkań oddanych do użytkowania ogółem i na sprzedaż. W pozostałych przypadkach szeregi czasowe były stacjonarne bez konieczności różnicowania.

W przypadku analizy składowych sezonowych, wykazano, że optymalne parametry modelu predykcyjnego dla wszystkich zmiennych uzyskuje się przy braku składowych autoregresyjnych z wyjątkiem pozwoleń ogółem i na sprzedaż, gdzie liczba parametrów AR wynosi 1. Dla tychże wyjątków wykazano brak konieczności różnicowania sezonowego. Natomiast dla pozostałych zmiennych zastosowano różnicowanie pierwszego rzędu. W przypadku liczby parametrów średniej ruchomej MA jedynie dla pozwoleń wydanych dla deweloperów wykazano brak konieczności zastosowania tej składowej, w pozostałych przypadkach liczba parametrów MA wynosi 1.

Szczególnym przypadkiem jest szereg czasowy dotyczący liczby rozpoczętych budów na rynku deweloperskim, dla którego zastosowane narzędzie X13-ARIMA-SEATS nie wskazała jako optymalnego modelu zawierającego składowe sezonowe.

Tabela 6.2 Zestawienie zbiorcze transformacji danych i wyrównania sezonowego dla mazowieckiego oraz typ dobranego modelu ARIMA

Parametr Mazowieckie	Transformacja	Wyrównanie sezonowe	ARIMA
Pozwolenia ogółem	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 0 1)(1 0 1)
Pozwolenia indywidualne	logarytmowanie	Multiplikatywne	(0 1 1)(0 1 1)
Pozwolenia sprzedaż	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 0 1)(1 0 0)
Rozpoczęto ogółem	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 0 1)(0 1 1)
Rozpoczęto indywidualne	brak	Addytywne	(1 1 1)(0 1 1)
Rozpoczęto sprzedaż	logarytmowanie	Multiplikatywne	(0 1 1)
Oddano ogółem	logarytmowanie	Multiplikatywne	(0 1 1)(0 1 1)
Oddano indywidualne	logarytmowanie	Multiplikatywne	(1 0 2)(0 1 1)
Oddano sprzedaż	logarytmowanie	Multiplikatywne	(0 1 1)(0 1 1)

Źródło: opracowanie NBP.

Celem weryfikacji statystycznej czy w rozpatrywanych szeregach czasowych występuje stabilna sezonowość, obliczono statystyki z wykorzystaniem testu F oraz nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa, które dostępne są w rozszerzonej wersji metodologii programów Census Bureau X-11 i X-11Q. Ponadto, za pomocą statystyki F wykazywano obecność sezonowości ruchmej. W tabeli 6.3 i 6.4 zestawiono wartości statystyk wraz z wynikiem hipotezy o statystycznie istonej sezonowości, w tym potwierdzenie lub negację hipotezy zakładającej obecność identyfikowalnej sezonowości. W tabeli 6.3 i 6.4, które dotyczą odpowiednio danych z całej Polski i danych z województwa mazowieckiego, przyjęto następujące nazewnictwo:

- 'Wartość liczbowa statystyki' (TAK x%), co oznacza „występowanie sezonowość na poziomie istotności x%”.
- 'Wartość liczbowa statystyki' (NIE y%), co oznacza „brak dowodu na występowanie stabilnej sezonowości na poziomie istotności y%”.

Zawarte w tabeli wartości obliczone zostały za pomocą metody X11 zastosowanego przybornika MATLAB.

W wyniku analiz wartości dotyczących Polski (tabela 6.3) stwierdzono, że jedynie w przypadku pozwoleń wydanych dla deweloperów prawdopodobnie nie występuje identyfikowalna sezonowość. Ponadto wyniki przeprowadzonych testów F i Kruskala-Wallisa wskazują na obecność stabilnej sezonowości na poziomie pewności 0,1% i 1% odpowiednio, dla wszystkich rozpatrywanych zmiennych. W przeciwieństwie do tego, obecność składowej ruchomej była różna w kolejnych szeregach czasowych. Test F nie wykazał dowodu na jej istnienie dla liczby pozwoleń i liczby rozpoczętych budów ogółem i na sprzedaż.

Znacząco inne wyniki testów uzyskano dla szeregów czasowych dotyczących województwa mazowieckiego (tabela 6.4). W szczególności nie wykazano dowodu na istnienie sezonowości dla pozwoleń ogółem i na sprzedaż, budów rozpoczętych



na sprzedaż oraz mieszkań oddanych na sprzedaż. Analiza wyników testów F i Kruskala-Wallisa potwierdziła obecność sezonowości wszystkich zmiennych z wyjątkiem pozwoleń wydanych (tylko test F) i budów rozpoczętych na sprzedaż (oba testy). Natomiast analiza wyników testu na obecność sezonowości ruchomej potwierdziła się tylko w przypadku liczby mieszkań oddanych do użytkowania na rynku indywidualnym i deweloperskim. Podsumowując, można stwierdzić, że na rynku deweloperskim w województwie mazowieckim nie występuje sezonowość.

Tabela 6.3. Wartości liczbowe statystyk na istnienie sezonowości dla szeregów czasowych dla całej Polski

Parametr POLSKA	Wartość statystyki F	Wartość statystyki Kruskala-Wallisa	Wartość statystyki F dla sezonowości ruchomej	Test łączony na sezonowość
Pozwolenia ogółem	29,63 (TAK 0,1%)	114.62 (TAK 1%)	0,894 (NIE 5%)	TAK
Pozwolenia indywidualne	118,5 (TAK 0,1%)	165.12 (TAK 1%)	3,04 (TAK 1%)	TAK
Pozwolenia sprzedaż	6.09 (TAK 0,1%)	51.04 (TAK 1%)	0.496 (NIE 5%)	Prawdopo. NIE
Rozpoczęto ogółem	62.21 (TAK 0,1%)	139.18 (TAK 1%)	1.128 (NIE 5%)	TAK
Rozpoczęto indywidualne	153.3 (TAK 0,1%)	161.56 (TAK 1%)	6.593 (TAK 1%)	TAK
Rozpoczęto sprzedaż	8.39 (TAK 0,1%)	75.54 (TAK 1%)	1.185 (NIE 5%)	TAK
Oddano ogółem	41.89 (TAK 0,1%)	147.61 (TAK 1%)	2.195 (TAK 1%)	TAK
Oddano indywidualne	21.40 (TAK 0,1%)	144.00 (TAK 1%)	3.001 (TAK 1%)	TAK
Oddano sprzedaż	30.81 (TAK 0,1%)	121.47 (TAK 1%)	2.065 (TAK 5%)	TAK

Źródło: opracowanie NBP.

Tabela 6.4. Wartości liczbowe statystyk na istnienie sezonowości dla szeregów czasowych dla województwa mazowieckiego

Parametr Mazowieckie	Wartość statystyki F	Wartość statystyki Kruskala-Wallisa	Wartość statystyki F dla sezonowości ruchmoej	Test łączony na sezonowość
Pozwolenia ogółem	5.12 (TAK 0,1%)	47.39 (TAK 1%)	0.942 (NIE 5%)	NIE
Pozwolenia indywidualne	44.3 (TAK 0.1%)	139.9 (TAK 1%)	1.713 (NIE 5%)	TAK
Pozwolenia sprzedaż	2.22 (NIE 0,1%)	27.47 (TAK 1%)	1.303 (NIE 5%)	NIE
Rozpoczęto ogółem	13,1 (TAK 0,1%)	86,54 (TAK 1%)	0,904 (NIE 5%)	TAK
Rozpoczęto indywidualne	91,6 (TAK 0,1%)	147,9 (TAK 1%)	7,538 (NIE 1%)	TAK
Rozpoczęto sprzedaż	2,48 (NIE 0,1%)	26,52 (NIE 1%)	1,470 (NIE 5%)	NIE
Oddano ogółem	11,2 (TAK 0,1%)	83,78 (TAK 1%)	1,285 (NIE 5%)	TAK
Oddano indywidualne	21.9 (TAK 0,1%)	143.7 (TAK 1%)	2,870 (TAK 1%)	TAK
Oddano sprzedaż	6,36 (TAK 0,1%)	56,02 (TAK 1%)	1,80 (TAK 5%)	Prawdopod. NIE

Źródło: opracowanie NBP.

## 6.2. Analiza estymat i rezyduł – Polska

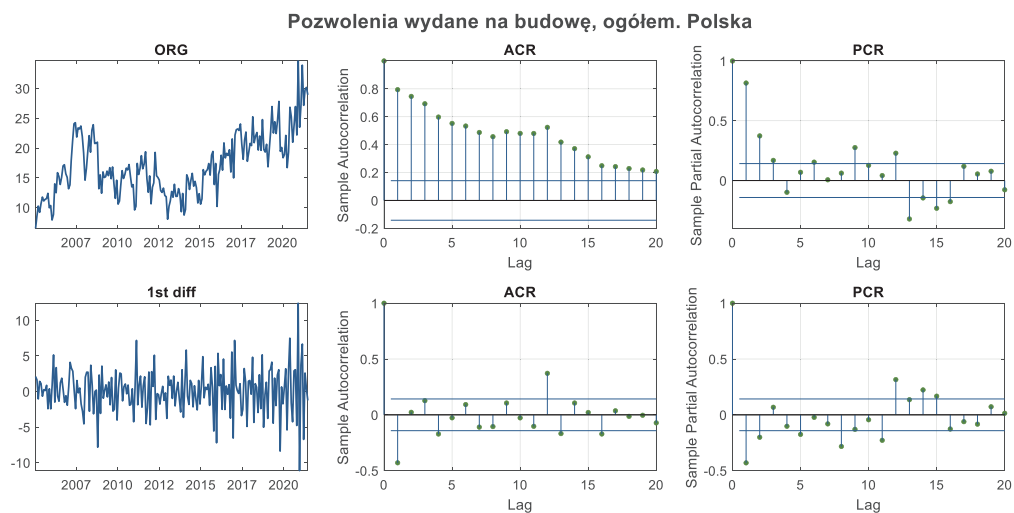
W dwóch kolejnych podrozdziałach zestawiono w sposób zbiorczy graficzną prezentację następujących danych:

- przebiegi czasowe (*ORG*),
- wynik ich różnicowania pierwszego rzędu (*1st diff*),
- odpowiadające im przebiegi funkcji autokorelacji (*ACR*),
- odpowiadające im przebiegi funkcji korelacji cząstkowej (*PCR*),
- przebiegi czasowe estymat modelu ARIMA wraz z jego parametrami, które zawarto w legendzie,
- wykresy K-K rezyduł,
- rozkład gęstości prawdopodobieństwa rezyduł (histogram) wraz z wynikiem testu normalności Shapiro-Wilka.

Zasadność różnicowania i wyniki doboru parametrów modeli ARIMA dla kolejnych zmiennych, które oparto m.in. na analizie korelacji ACR i PCR opisano w rozdz. 6.1. Natomiast przedstawione zależności dotyczące analizy rezyduów dla szeregów czasowych z całej Polski (rozdz. 6.2), pozwoliły na stwierdzenie, że w większości przypadków rezyduły miały rozkład zbliżony do normalnego, przy czym testy Shapiro-Wilka nie potwierdziły pełnej zgodności w przypadku budów rozpoczętych na całym rynku oraz budów oddanych na rynku indywidualnym. W przypadku szeregów czasowych z województwa mazowieckiego (rozdz. 6.3) testy Shapiro-Wilka nie potwierdziły pełnej zgodności z rozkładem normalnym jedynie dla pozwoleń i rozpoczęć budów na rynku deweloperskim oraz dla budów oddanych na rynku indywidualnym.

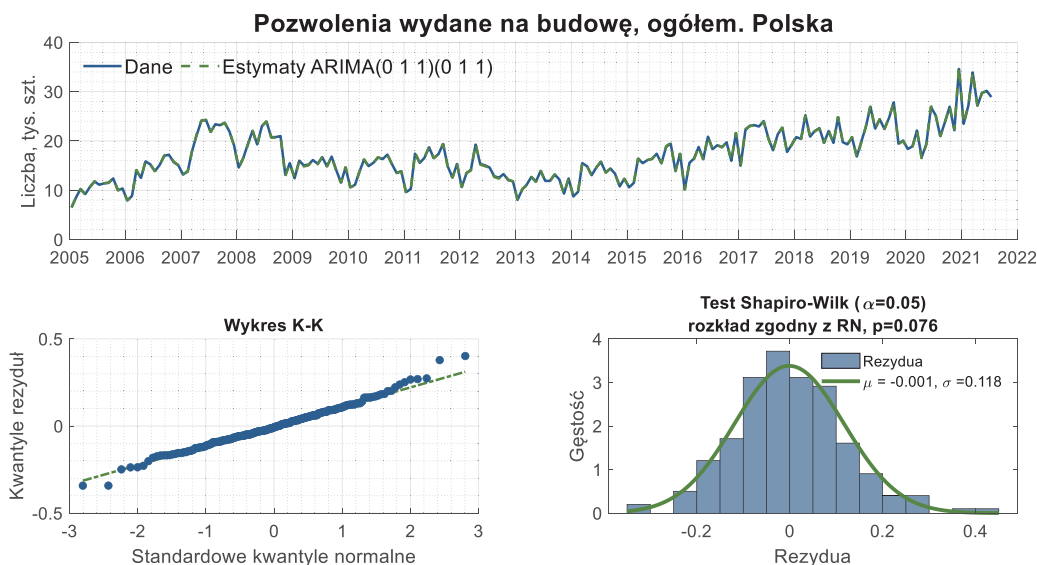
### 6.2.1. Pozwolenia wydane na budowę

Wykres 6.1. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



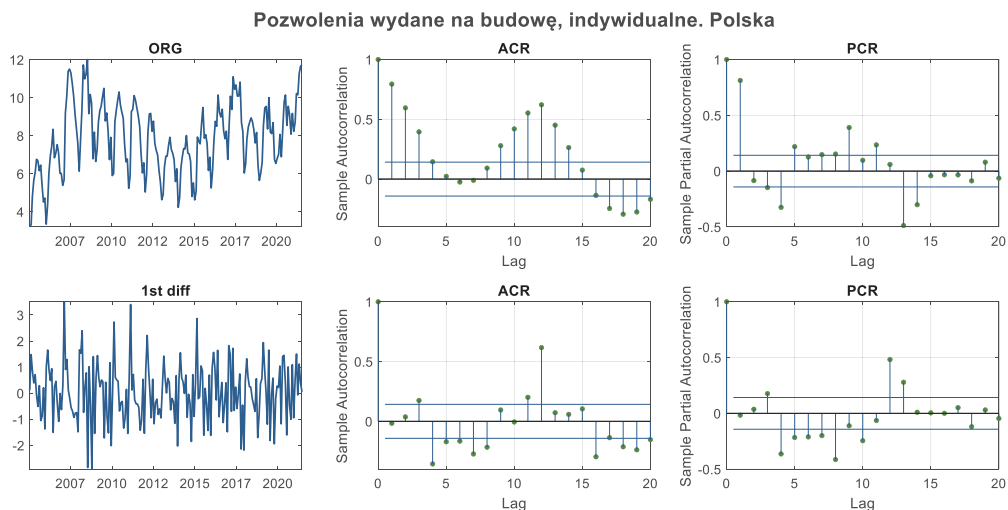
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.2. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



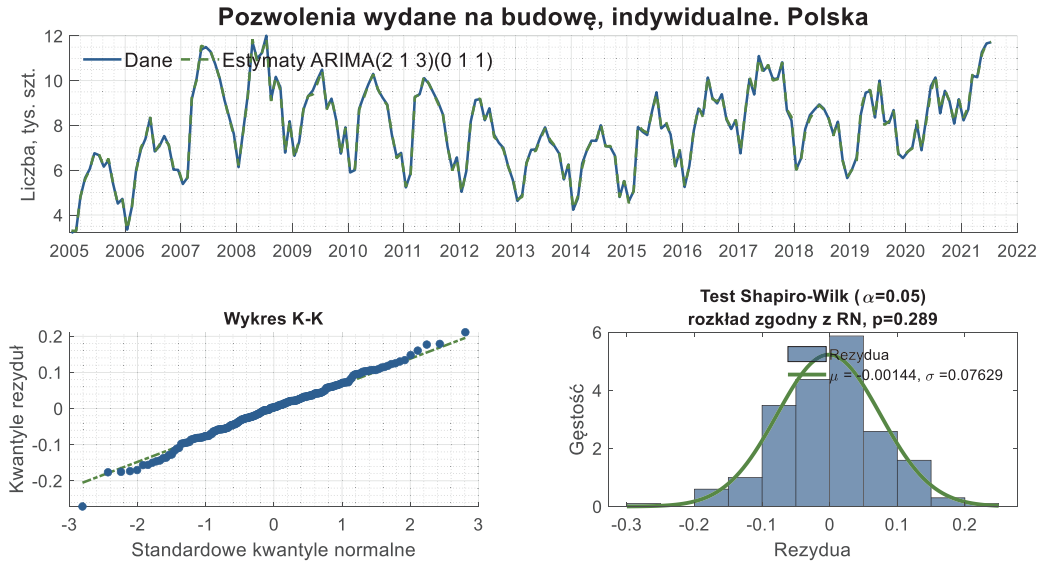
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.3. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



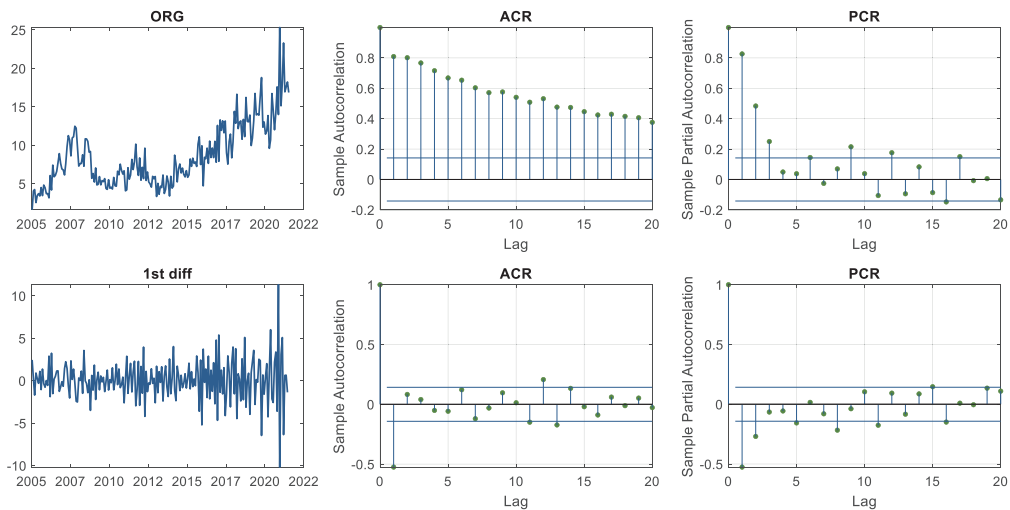
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.4. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



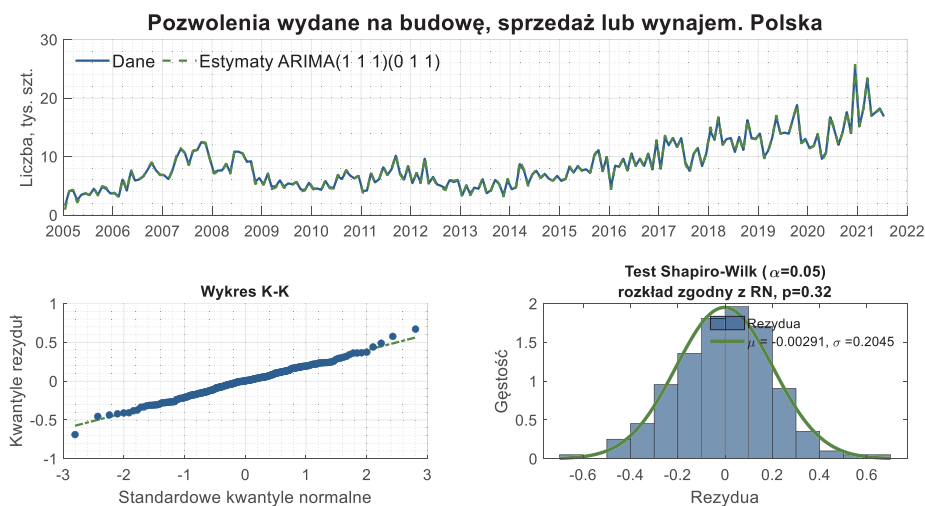
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.5. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

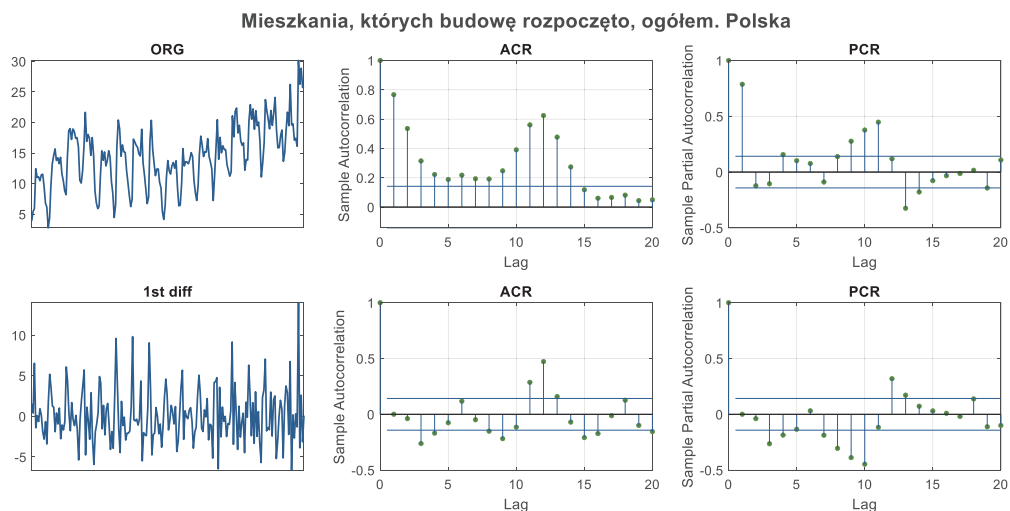
Wykres 6.6. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

## 6.2.2. Mieszkania, których budowę rozpoczęto

Wykres 6.7. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



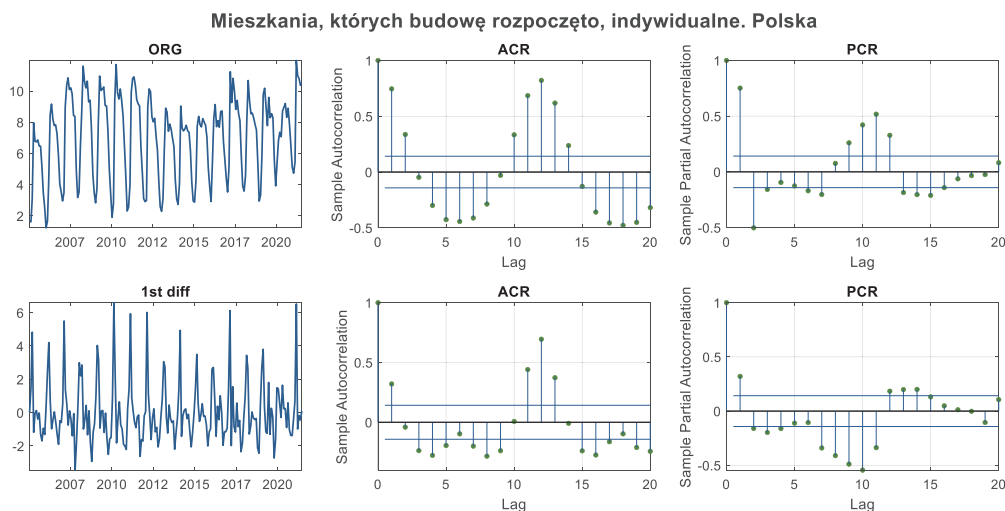
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.8. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydualną: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



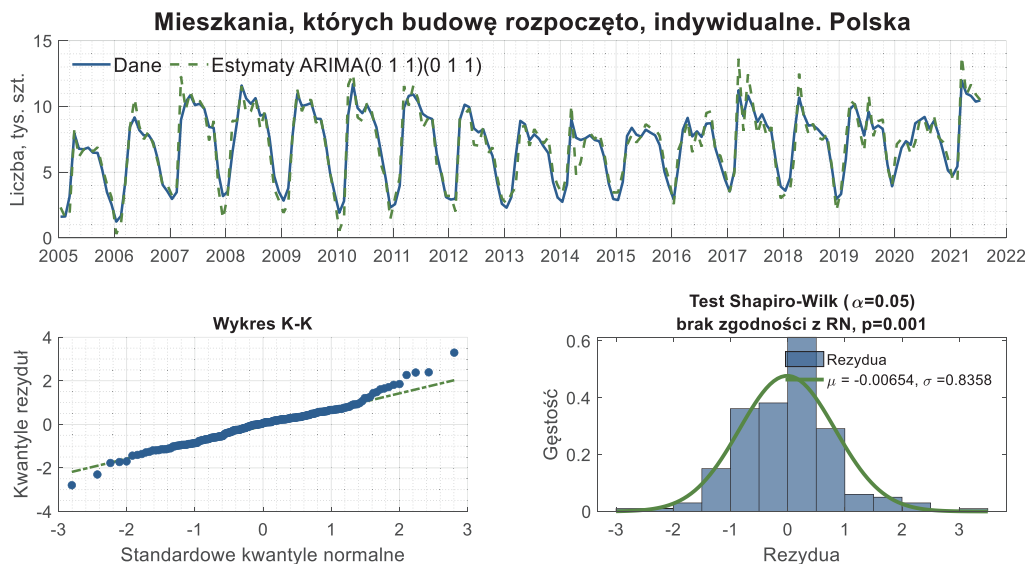
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.9. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



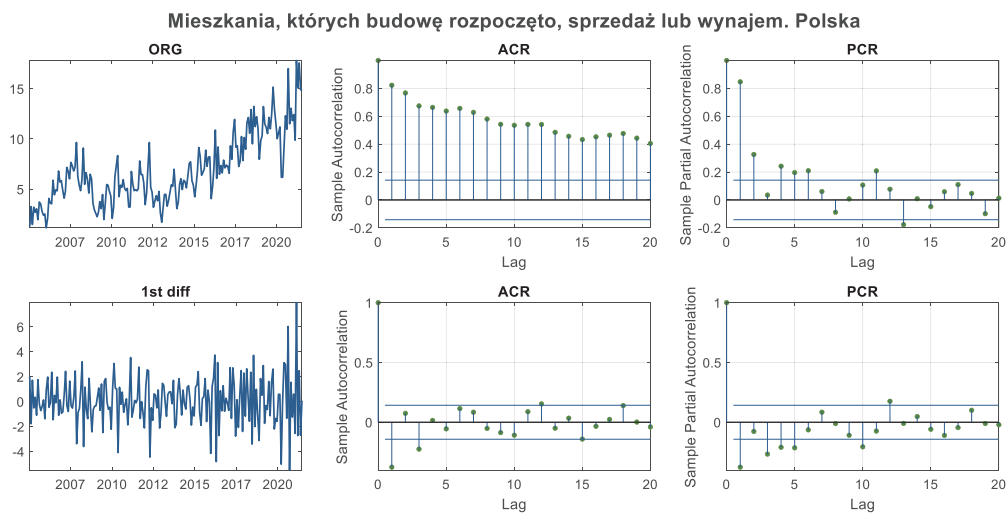
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres.5.10 Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezyduł: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

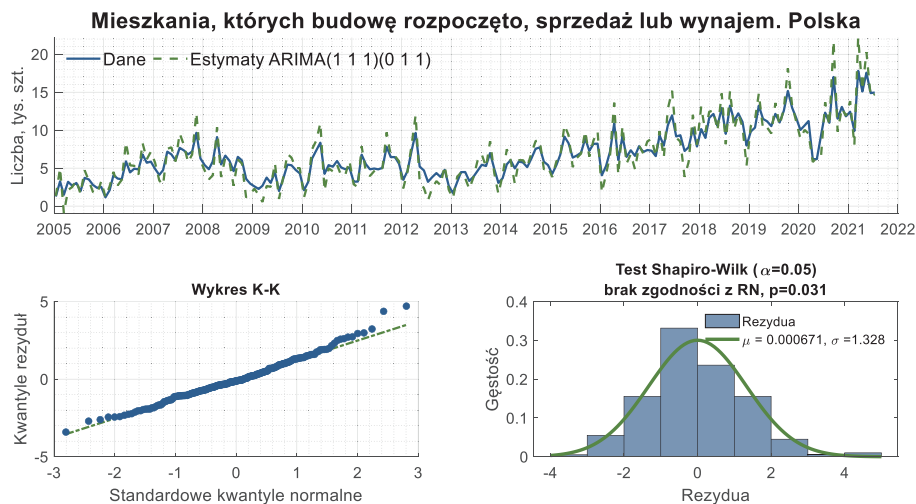
Wykres 6.11. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.



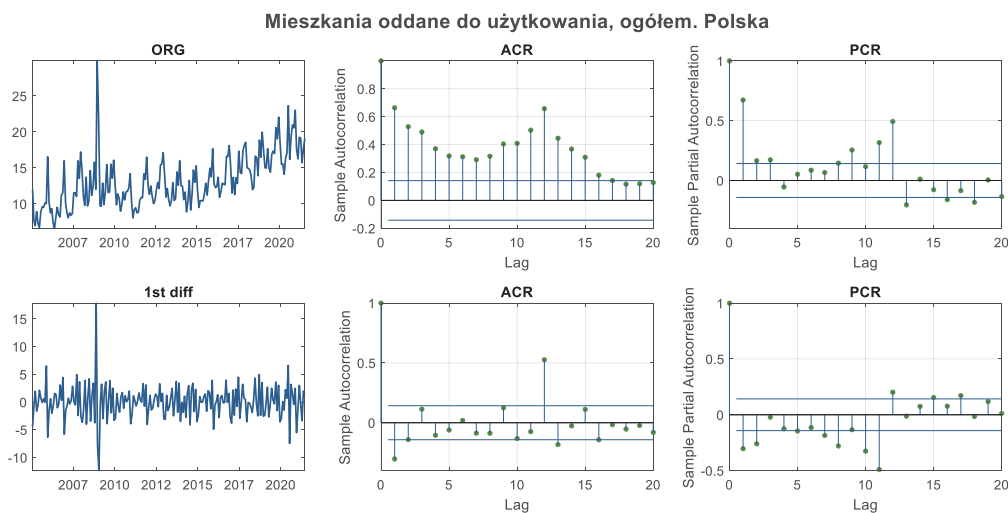
Wykres 6.12. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

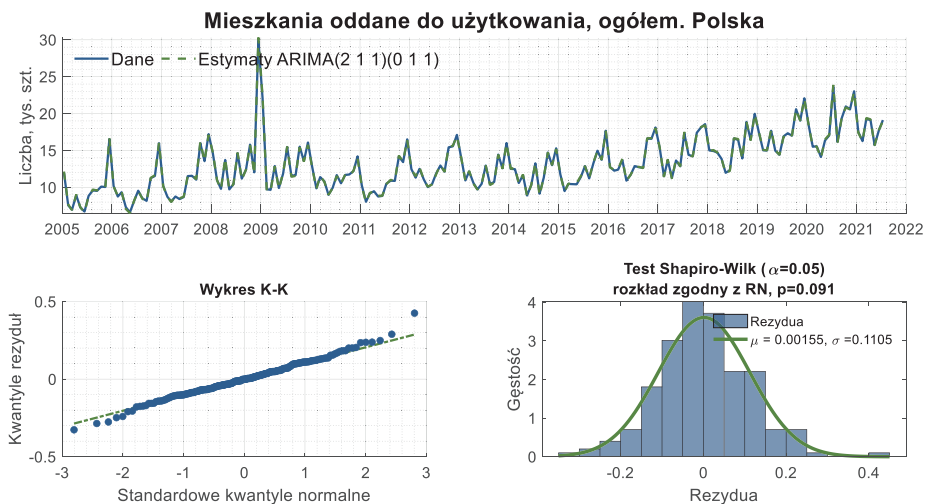
### 6.2.3. Mieszkania oddane do użytkowania

Wykres 6.13. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



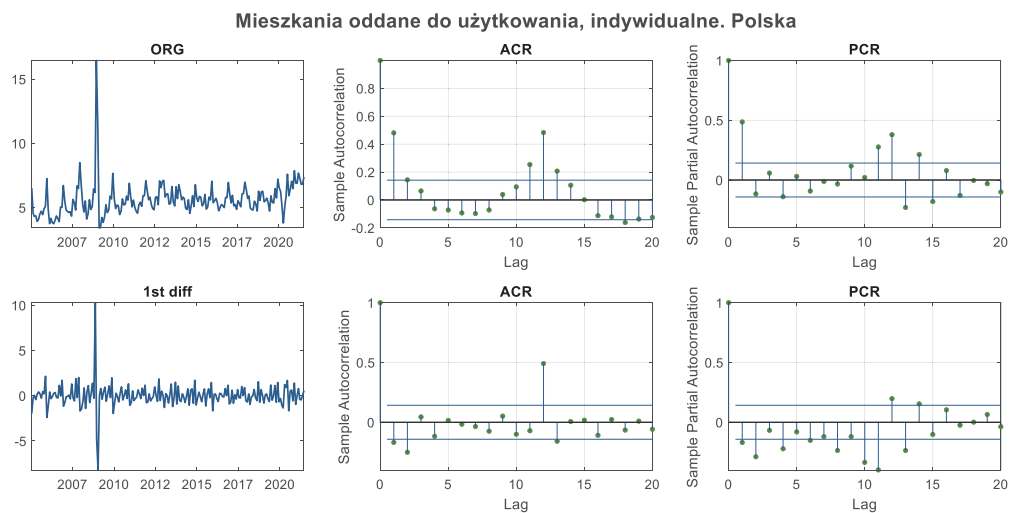
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.14. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



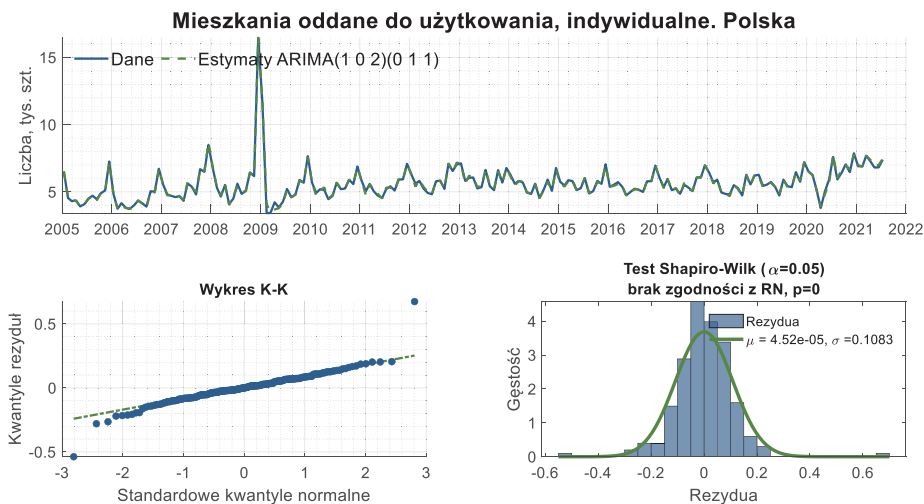
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.15. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



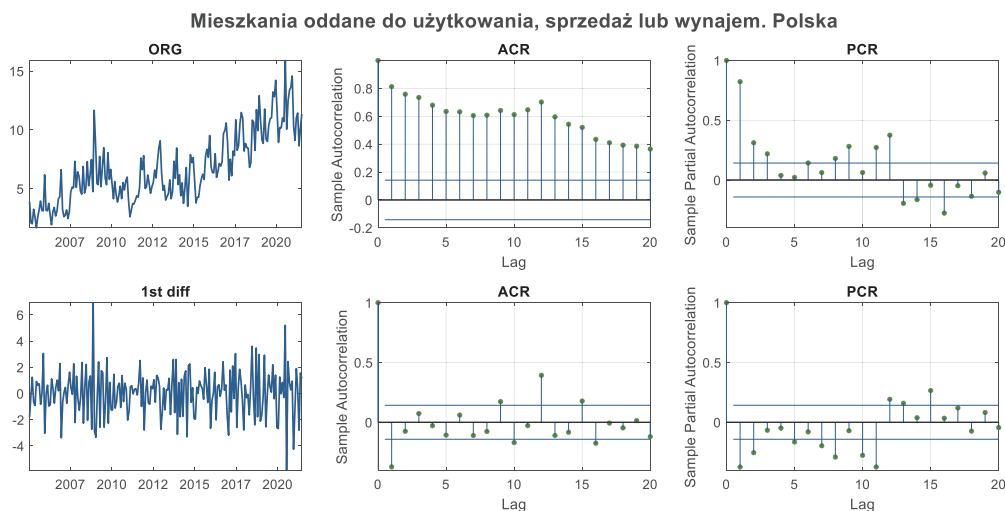
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.16. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydualną: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



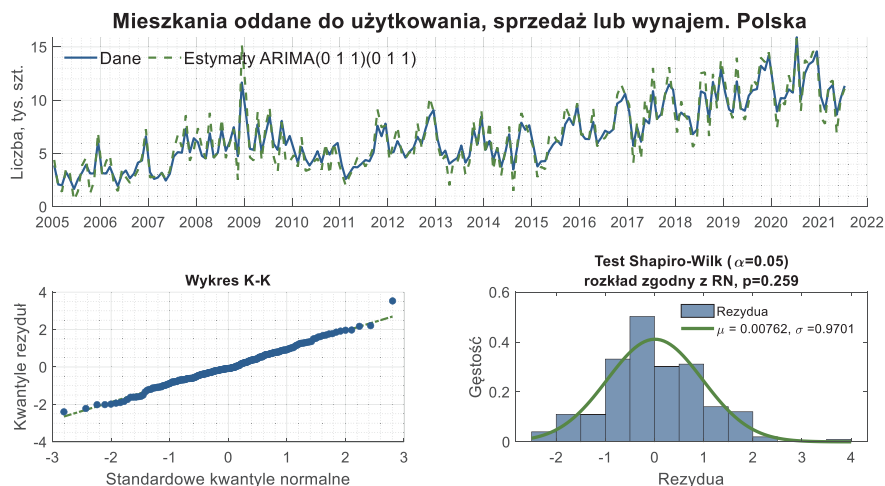
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.17. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.18. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.

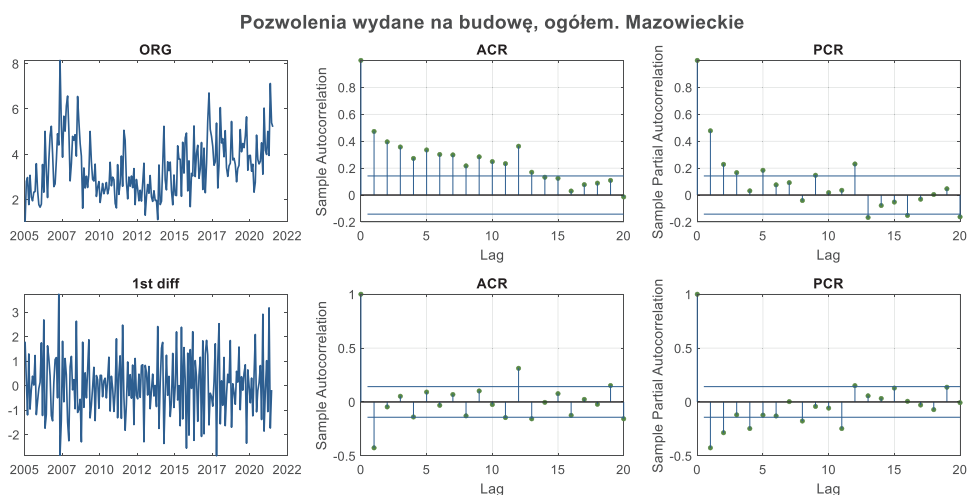


Źródło: opracowanie NBP.

### 6.3. Analiza estymat i rezyduł – Mazowieckie

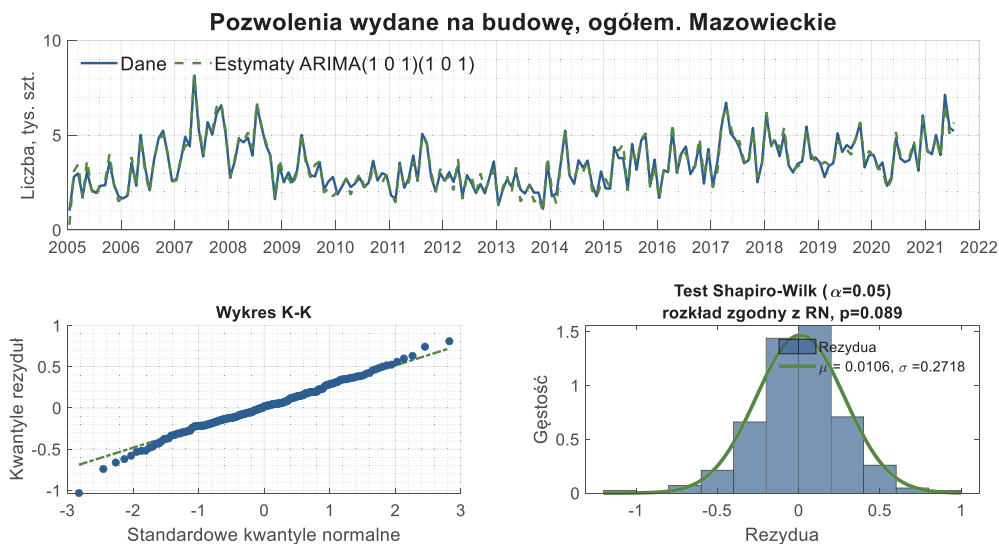
#### 6.3.1. Pozwolenia wydane na budowę mieszkań

Wykres 6.19. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



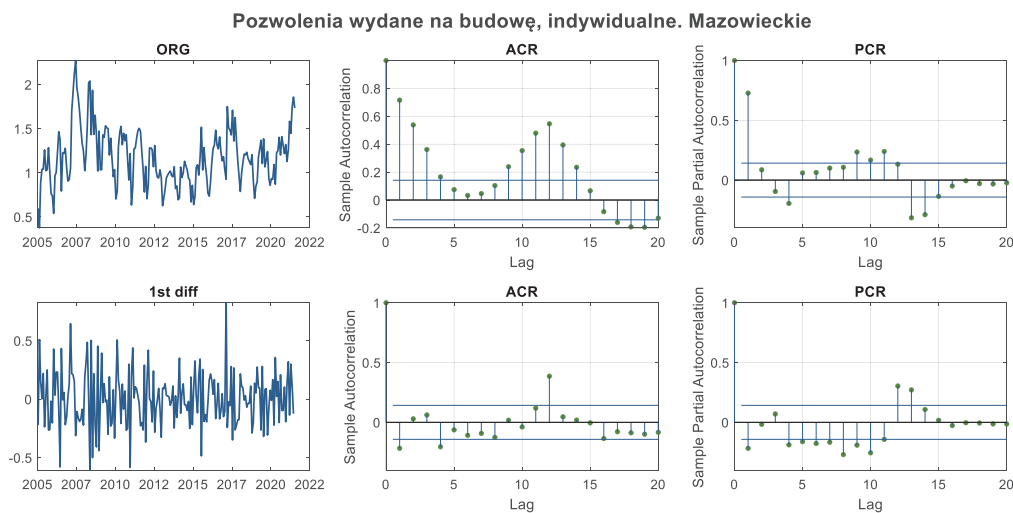
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.20. Pozwolenia wydane na budowę – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



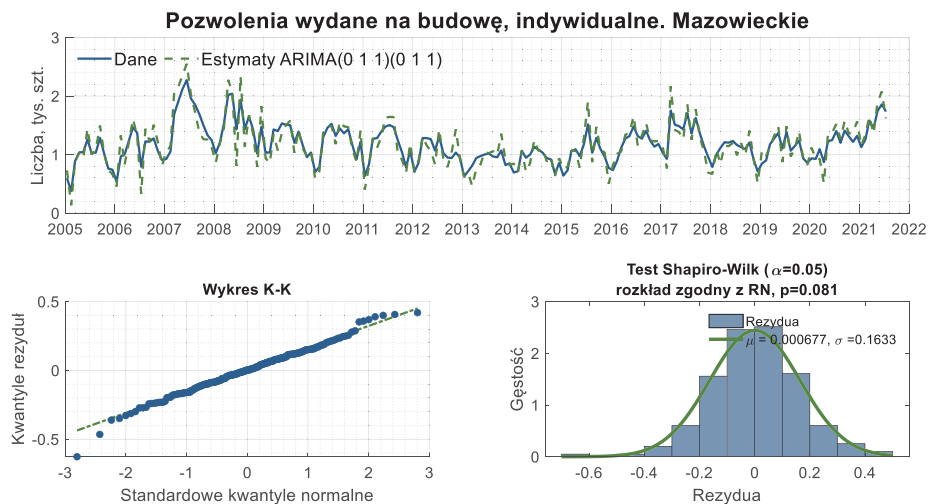
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.21. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



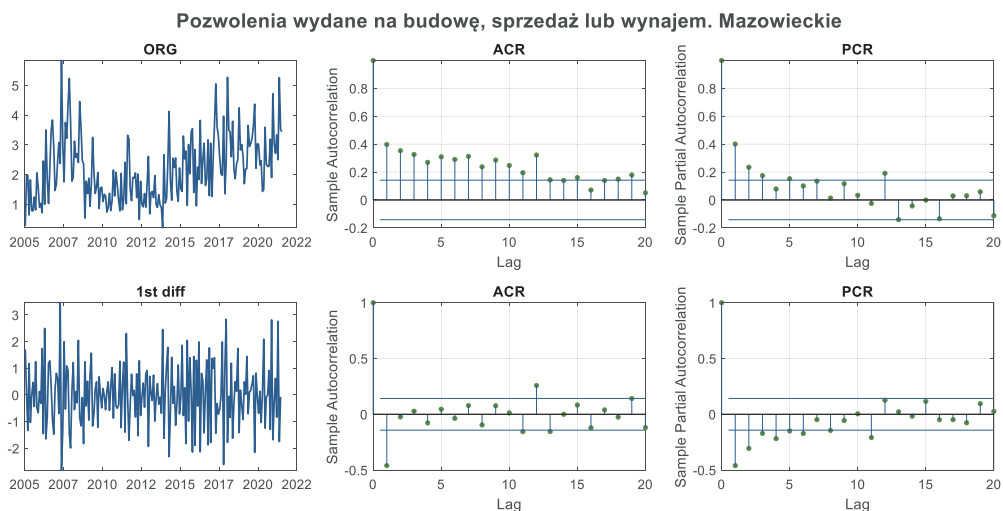
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.22. Pozwolenia wydane na budowę – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



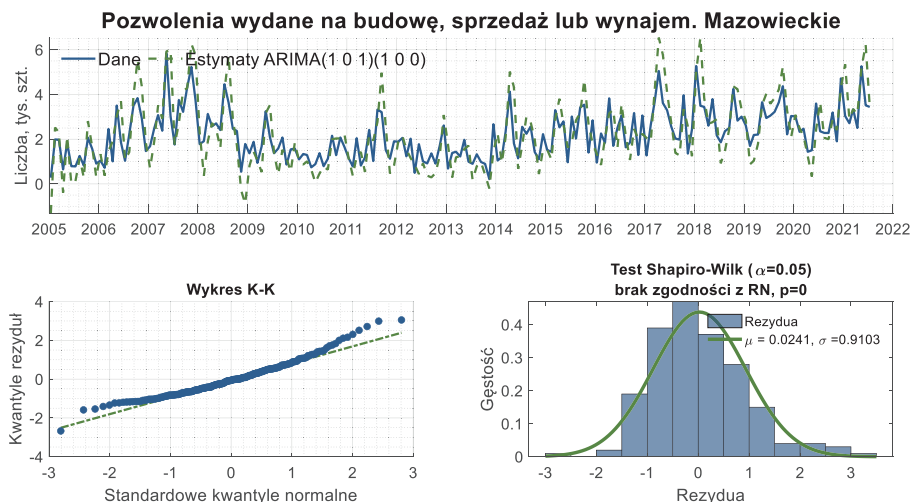
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.23. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

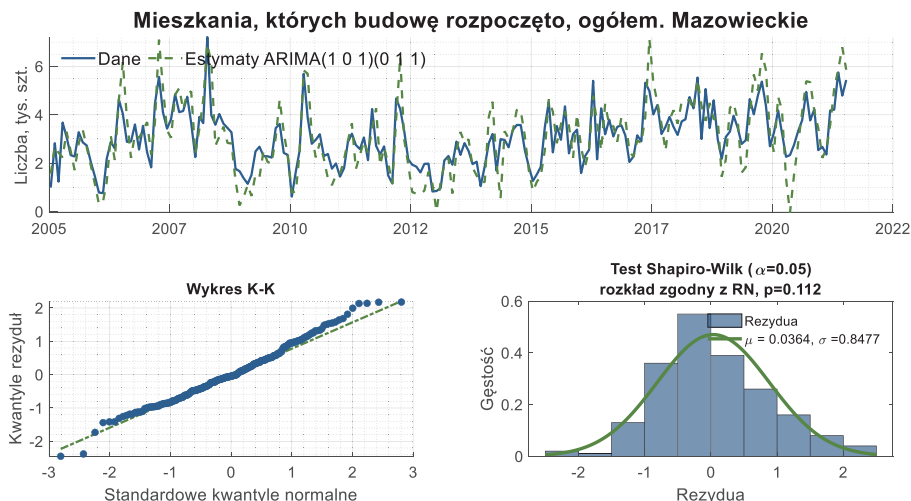
Wykres 6.24. Pozwolenia wydane na budowę – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

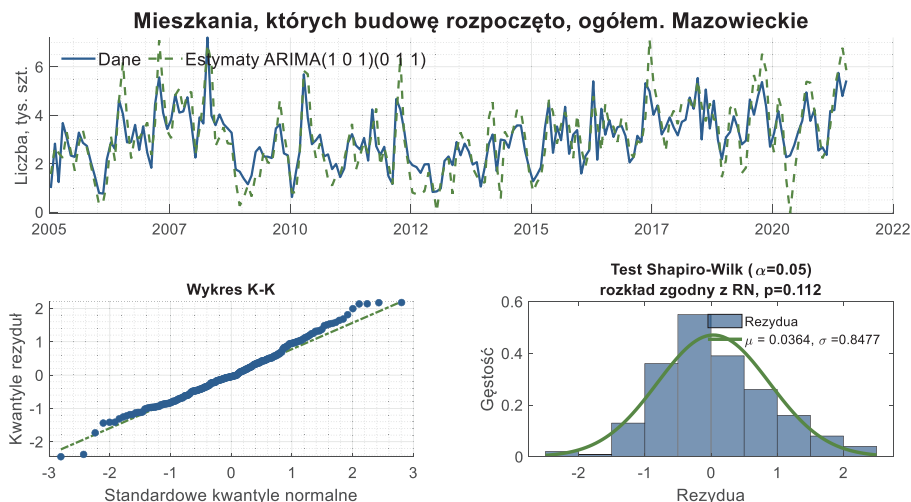
### 6.3.2. Mieszkania, których budowę rozpoczęto

Wykres 6.25. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



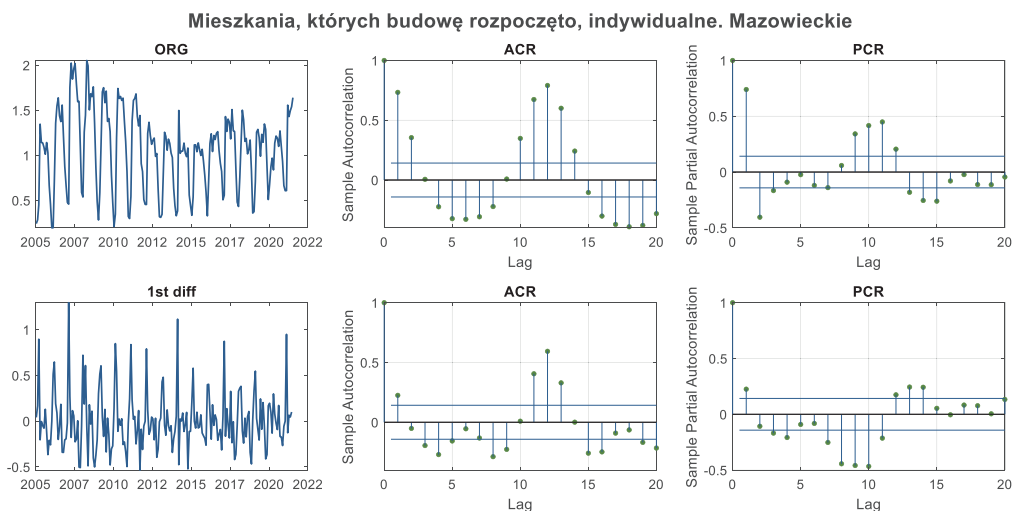
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.26. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydualną: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

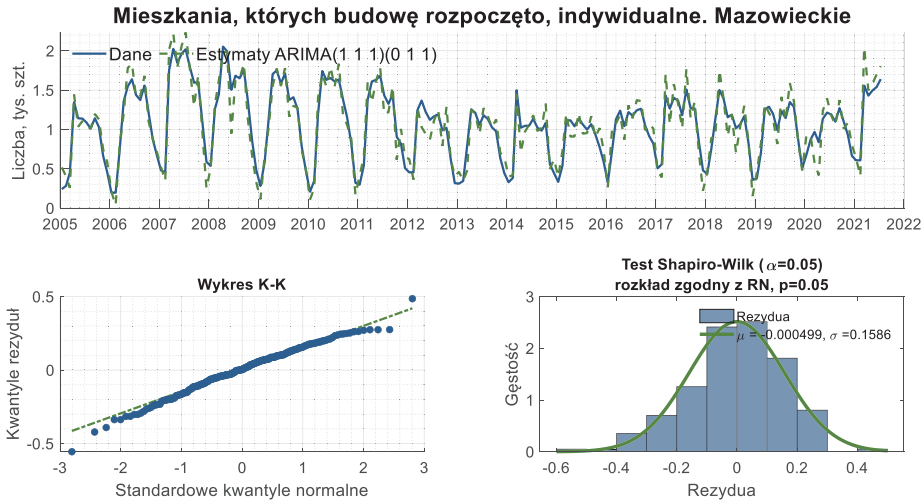
Wykres 6.27. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

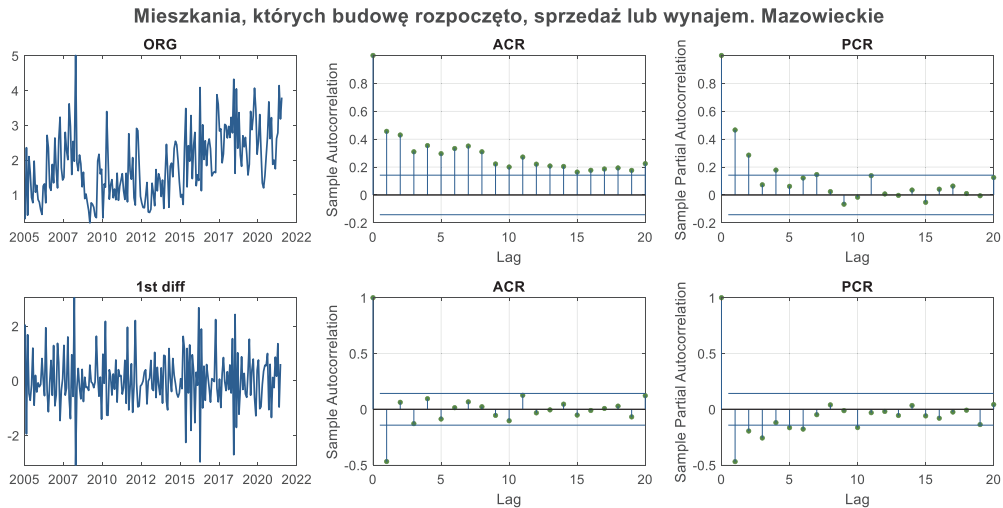


Wykres. 2.28. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



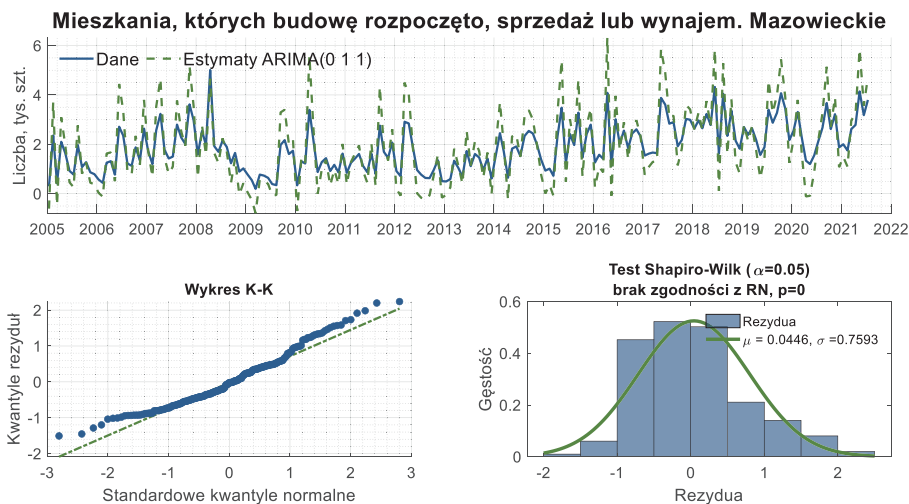
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.29. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

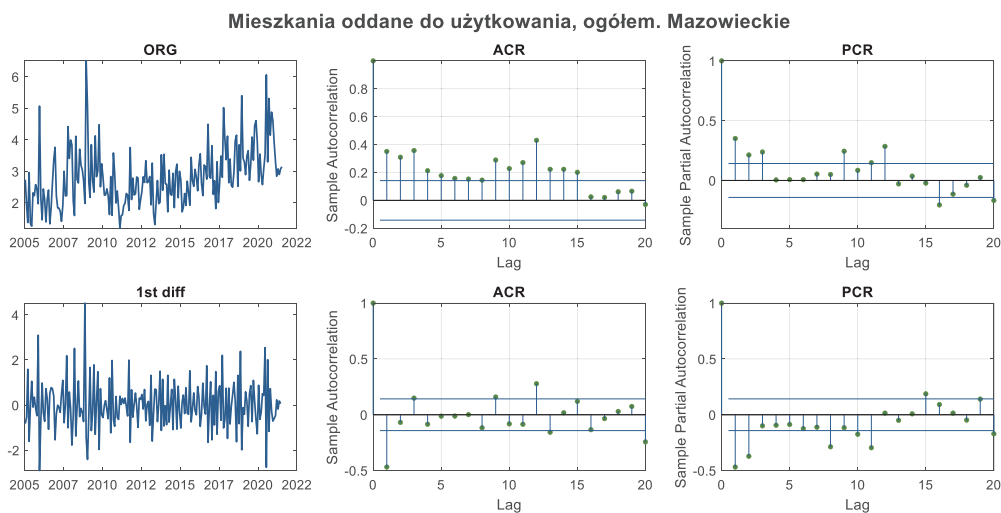
Wykres 6.30. Mieszkania, których budowę rozpoczęto – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

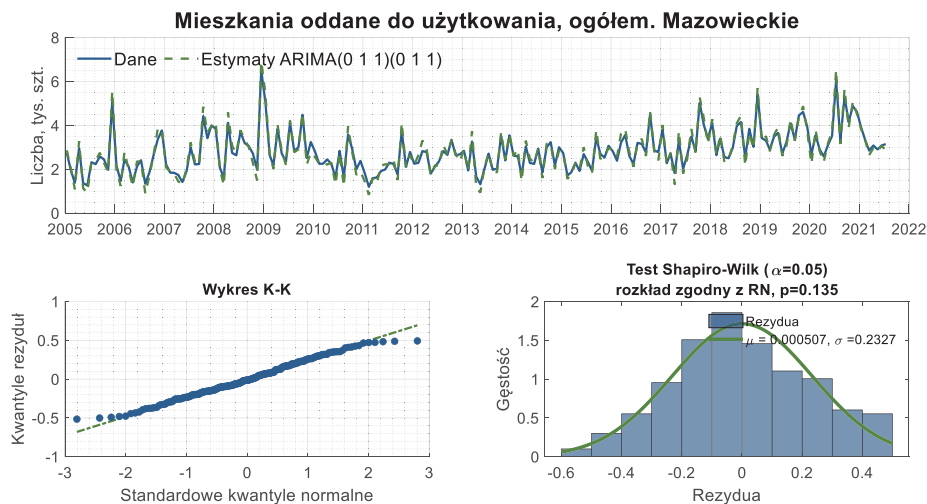
### 6.3.3. Mieszkania oddane do użytkowania

Wykres 6.31. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



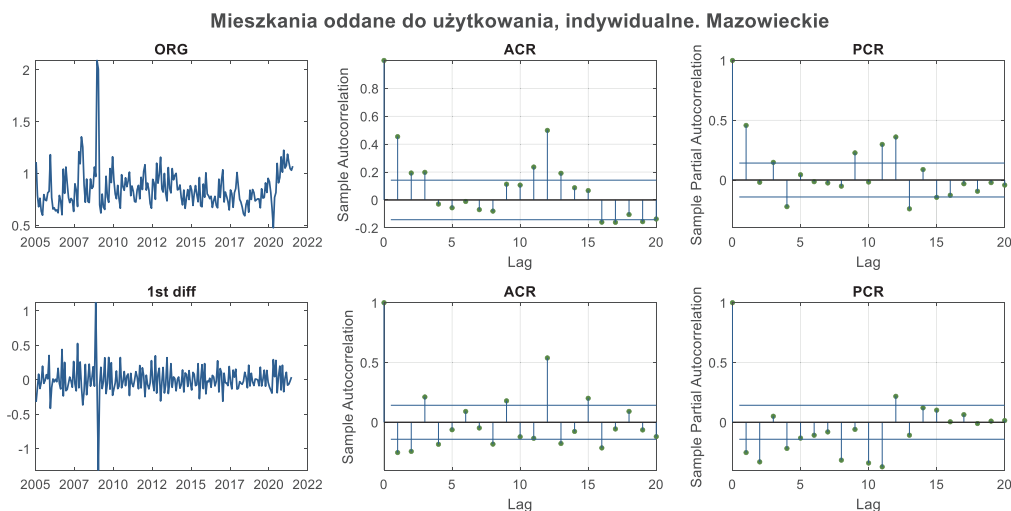
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.32. Mieszkania oddane do użytkowania – ogółem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydu: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



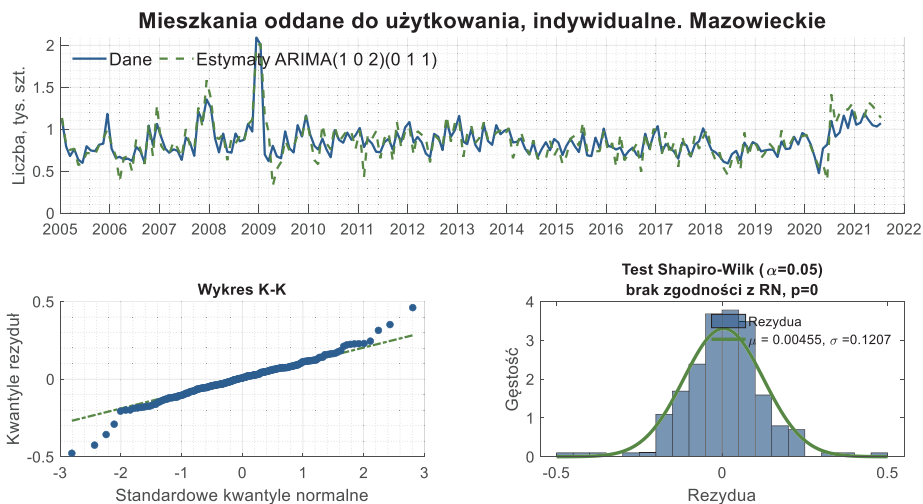
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.33. Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



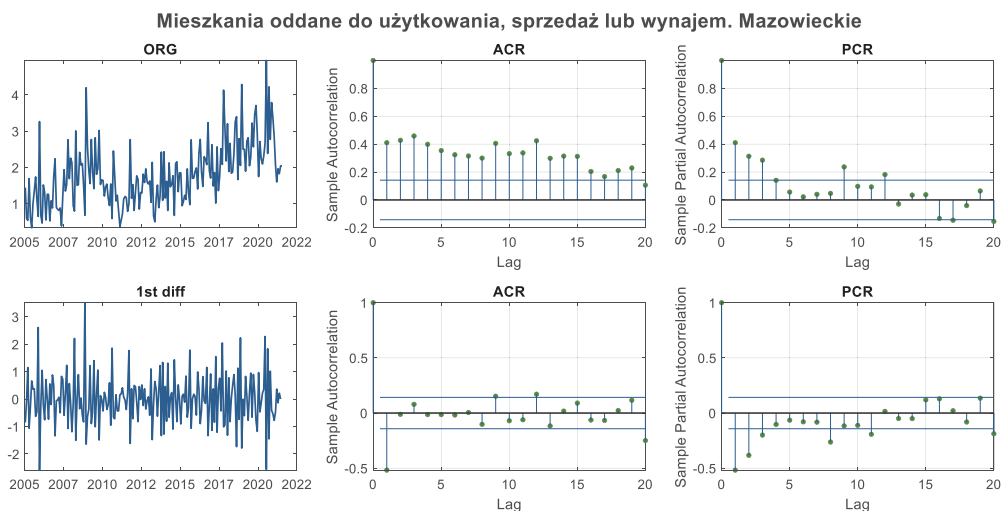
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.34 Mieszkania oddane do użytkowania – indywidualne. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydualną: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



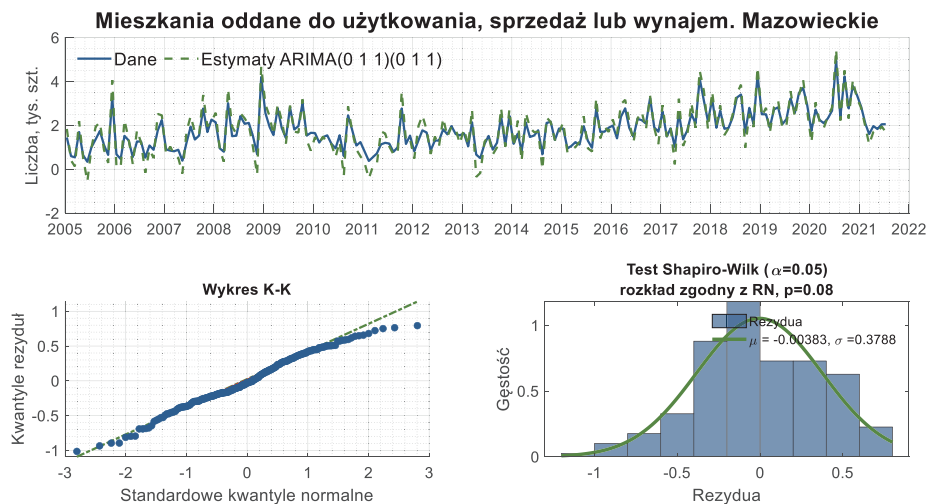
Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.35. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem. Analiza autokorelacji, korelacji cząstkowej dla danych oryginalnych, jednokrotnie zróżniczkowanych.



Źródło: opracowanie NBP.

Wykres 6.36. Mieszkania oddane do użytkowania – sprzedaż lub wynajem. Estymaty dla modelu ARIMA wraz z analizą rezydualną: wykres K-K i rozkład gęstości prawdopodobieństwa.



Źródło: opracowanie NBP.

# Bibliografia

- Akerlof, G. A. (1970). The Market for „Lemons“: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488–500.
- Atkinson, A. B., & Stiglitz, J. E. (2015). *Lectures on Public Economics*. Princeton University Press.
- Barnett, V. (1998). *Kondratiev and the dynamics of economic development : long cycles and industrial growth in historical context*. St. Martin's Press, in association with Centre for Russian and East European Studies, University of Birmingham.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2016). *Time Series Analysis. Forecasting and Control*. (5th Editio). John Wiley & Sons.  
<https://books.google.com.ua/books?id=EjXHCQAAQBAJ>
- Chang, K. L. (2020). Are cyclical patterns of international housing markets interdependent? *Economic Modelling*, 88, 14–24.  
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.002>
- Davis, M. A., & Heathcote, J. (2005). Housing and the Business Cycle. *International Economic Review*, 46(3), 751–784. <http://www.jstor.org/stable/3663492>
- Findley, D. F., Lytras, D. P., & Maravall, A. (2016). Illuminating ARIMA model-based seasonal adjustment with three fundamental seasonal models. *SERIEs*, 7, 11–52.
- Friedman, W. A. (2018). Wesley Mitchell's business cycles after 100 years. In *New Perspectives on the History of Political Economy* (pp. 289–318). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58247-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58247-4_10)
- Gomez, V., & Maravall, A. (2001a). Automatic Modeling Methods for Univariate Series. In D. Peña, G. Tiao, & R. Tsay (Eds.), *A Course in Time Series Analysis* (Wiley Ser, pp. 171–201). John Wiley & Sons.
- Gomez, V., & Maravall, A. (2001b). Seasonal adjustment and signal extraction in economic time series. In D. Peña, G. Tiao, & R. Tsay (Eds.), *A Course in Time Series Analysis* (Wiley Ser, pp. 202–246). John Wiley & Sons.
- Hoyt, H. (1933). *One Hundred Years of Land Values in Chicago*. University of Chicago Press. <http://jah.oxfordjournals.org/>
- Jevons, W. S. (1911). *Theory of Political Economy*. Macmillan.
- Keynes, J. M. (2022). *Ogólna teoria zatrudnienia, procentu i pieniądza*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

- 
- Kitchin, J. (1923). *Cycles and Trends in Economic Factors* (Vol. 5, Issue 1).  
<https://about.jstor.org/terms>
- Korotayev, A. V., & Tsirel, S. V. (2010). A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis. *Structure and Dynamics: EJournal of Anthropological and Related Sciences*, 4(1).  
<https://doi.org/10.5070/sd941003306>
- Krugman, P. (2009). *The Conscience of a Liberal*. W.W. Norton & Company.
- Krugman, P., Wells, R. (2020). *Makroekonomia*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kuang, P. (2014). A model of housing and credit cycles with imperfect market knowledge. *European Economic Review*, 70, 419–437.  
<https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2014.06.013>
- Kucharska-Stasiak, E. (2006). *Nieruchomości w gospodarce rynkowej*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kucharska-Stasiak, E. (2016). *Ekonomiczny wymiar nieruchomości*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kuznets, S. (1930). *Secular movements in production and prices; their nature and their bearing upon cyclical fluctuations*. Houghton Mifflin, Boston.
- Kydland, F.E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50.
- Lambertini, L., Mendicino, C., & Punzi, M. T. (2013). Expectation-driven cycles in the housing market: Evidence from survey data. *Journal of Financial Stability*, 9(4), 518–529. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2013.07.006>
- Lucas, R.E. (1980). Methods and Problems in Business Cycle Theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, 12(4), 696–715.
- Lucas, R.E. (2010). *Wykład z teorii wzrostu gospodarczego*. C.H. Beck.
- Lucas, R.E. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19–46.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6)
- Mach, Ł., Zmarzły, D., Dąbrowski, I., & Frącz, P. (2021). Identification and parametrization of polycyclicality in the primary housing market. *Journal of Housing and the Built Environment*. <https://doi.org/10.1007/s10901-020-09817-6>
- Mach, Łukasz. (2021). *Analiza zmienności czasowo-częstotliwościowej rynku budownictwa mieszkaniowego*. Oficyna Wydawnicza SGH.

- Mach, Łukasz, Zmarzły, D., Dąbrowski, I., & Frącz, P. (2020). Identification of Harmonic Models Based on Fourier Transforms as A Tool for Parameterization of The Dwelling Construction Market. In S. Khalid (Ed.), *Education Excellence and Innovation Management: A 2025 Vision to Sustain Economic Development during Global Challenges. Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA)* (pp. 11295–11316). International Business Information Management Association.
- Milton, F. (2018). *Kapitalizm i wolność*. onepress.
- Mitchell, W. C. (1927). *Business Cycles: The Problem and Its Setting*. National Bureau of Economic Research, Incorporated.  
<https://books.google.pl/books?id=E2rZAAAAMAAJ>
- Phelps, E. S. (1961). The Golden Rule of Capital Accumulation. *American Economic Review*, 51, 638–643.
- Phelps, E. S. (1966). *Golden Rules of Economic Growth: Studies of Efficient and Optimal Investment*. W. W. Norton & Company.
- Pyhrr, S., Roulac, S., & Born, W. (1999). Real Estate Cycles and Their Strategic Implications for Investors and Portfolio Managers in the Global Economy. *Journal of Real Estate Research*, 18(1), 7–68.
- Quigley, J. M. (1999). Real Estate Prices and Economic Cycles. In *INTERNATIONAL REAL ESTATE REVIEW* (Vol. 2, Issue 1).
- Selcuk, C. (2014). Seasonal cycles in a model of the housing market. *Economics Letters*, 123(2), 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2014.02.007>
- Sherman, H. (2001). The business cycle theory of Wesley Mitchell. *Journal of Economic Issues*, 35(1), 85–97. <https://doi.org/10.1080/00213624.2001.11506341>
- Shiskin, J., Young, A., & Musgrave, J. (1967). *The X-11 Variant of the Census Method II Seasonal Adjustment Program* (No. 15).
- Sommervoll, D. E., Borgersen, T. A., & Wennemo, T. (2010). Endogenous housing market cycles. *Journal of Banking and Finance*, 34(3), 557–567.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.08.021>
- Stiglitz, J. E. (2022). *Ekonomia sektora publicznego*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Trojanek, R. (2011). Wpływ wahań koniunkturalnych na lokalne rynki mieszkaniowe. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 19(1), 79–94.



- 
- Yépez, C. A. (2018). Financial intermediation and real estate prices impact on business cycles: A Bayesian analysis. *North American Journal of Economics and Finance*, 45, 138–160. <https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.02.006>
- Yvan Lengwiler. (2022, September 29). X-13 Toolbox for Seasonal Filtering. *MATLAB Central File Exchange*.  
<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/49120-x-13-toolbox-for-seasonal-filtering>
- Zelazowski, K. (2017). Housing Market Cycles in the Context of Business Cycles. *Real Estate Management and Valuation*, 25(3), 5–14.  
<https://doi.org/10.1515/remav-2017-0017>

---

[www.nbp.pl](http://www.nbp.pl)

