

# APROKSYMACJA ZJAWISK RYNKOWYCH NARZĘDZIEM WSPOMAGAJĄCYM PODEJMOWANIE DECYZJI

**Łukasz MACH**

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wybrane aspekty prognozowania czynników istotnie określających sytuację na rynku nieruchomości mieszkaniowych oraz kompleksowy proces budowy modelu ekonometrycznego parametryzującego zależności występujące w tym zakresie. Głównym zadaniem zbudowanego modelu to wsparcie inwestorów budowlanych oraz giełdowych przy podejmowaniu optymalnych decyzji w zakresie obrotu nieruchomościami. Sparаметryzowany model ekonometryczny może również zostać wykorzystany jako narzędzie monitorujące koniunkturę gospodarczą oraz w analizach bankowych w ujęciu makroekonomicznym.

**Słowa kluczowe:** modelowanie ekonometryczne, prognozowanie, rynek nieruchomości.

## 1. Wstęp

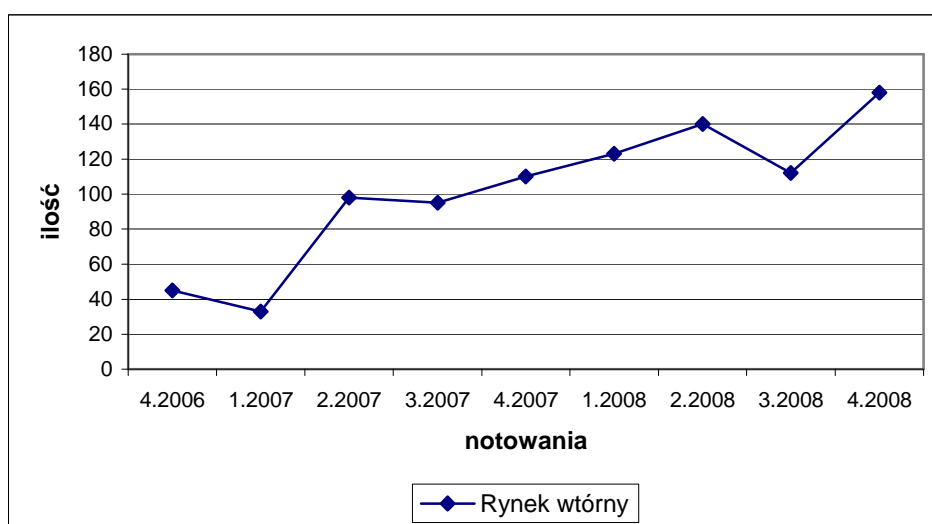
Określenie zależności występujących na rynkach nieruchomości, jest zagadnieniem bardzo istotnym z punktu widzenia długookresowych inwestycji giełdowych, deweloperskich czy gospodarczych. W warunkach rynkowych bardzo trudno jest sparаметryzować tę część rynku, gdyż powstają trudności w zbieraniu danych pierwotnych od podmiotów zajmujących się obrotem nieruchomości lub osób indywidualnie sprzedających mieszkania. Aby oszacować wartość konkretnej nieruchomości, należy postawić hipotezę badawczą o brzmieniu, „Jakie zmienne istotnie wpływają na cenę badanej nieruchomości?”. Próbuąc odpowiedzieć na tak zdefiniowane pytanie badawcze, w artykule przedstawiono proces budowy modelu ekonometrycznego pomocnego przy analizie rynku nieruchomości. W artykule przedstawiono również wybrane aspekty prognozowania czynników, które w sposób istotny określają tendencję rozwojową występującą na badanym rynku.

W rozdziale 2 przedstawiono prognozowanie wybranych aspektów na lokalnym rynku nieruchomości. Wyznaczone wartości prognoz dotyczyły liczby zgłaszanych ofert do sprzedaży oraz liczby mieszkań sprzedanych (transakcji). Informacje te pozwalają określić sytuację na rynku obrotu nieruchomościami, która jest szczególnie istotna z uwagi na pogłębiający się ogólnoswiatowy kryzys gospodarczy. W rozdziale 3 pokazano proces budowy modelu ekonometrycznego, którego zadaniem jest wskazanie determinantów istotnie wpływających na ceny nieruchomości mieszkalnych. Procesy cenotwórcze występujące na rynku są ważną implikacją odzwierciedlającą kondycję rynku w obrotu nieruchomości. W rozdziale 4 przedstawiono kompleksowe wnioski wynikające z przeprowadzonej dogłębnej analizy (diagnozy oraz prognozy) opolskiego rynku nieruchomości [3]. Wybrane wnioski przedstawione w rozdziale 4 wynikają po części z rozważań zawartych w rozdziałach 2 i 3, pozostałe z opracowania pt. „Raport z opolskiego rynku nieruchomości”.

## 2. Prognozowanie wybranych aspektów na rynku nieruchomości

Prognozowanie możemy zdefiniować jako proces wnioskowania o przewidywanym kształtowaniu się zjawisk i zdarzeń w przyszłości bazujący na podstawach naukowych [2]. W niniejszym rozdziale przedstawiono proces prognozowania bazujący na metodach analitycznych. W procesie budowy modelu prognostycznego, przyjęto założenie, że horyzont prognozy będzie półroczny, tj. została wyznaczona prognoza na dwa kwartały w przód. Kryterium wyboru odpowiedniego modelu prognostycznego określono jako maksymalizację współczynnika dopasowania. Przeprowadzona prognoza dotyczy kształtowania się liczby zgłaszanych ofert do sprzedaży oraz liczby transakcji. Zbadano również kształtowanie się sprzedaży mieszkań w zależności od standardu mieszkania.

Rozpatrując ilość rekordów w bazie danych (jaką zgromadzono dla rynku nieruchomości) na rynku wtórnym w poszczególnych okresach sporządzono rysunek 1.



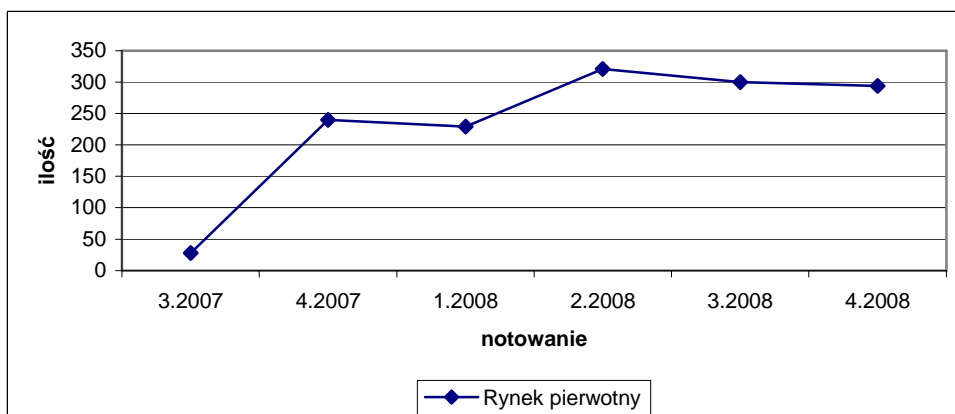
Rys. 1. Ilość rekordów w bazie danych na rynku wtórnym

Podjmując próby wyznaczania wartości przyszłych (na bazie danych graficznie przedstawionych na rys. 1) wyznaczono linie trendu w postaci liniowej, logarytmicznej, potęgowej, wykładniczej i w postaci wielomianu stopni trzeciego. Współczynnik dopasowania linii trendu do szeregu czasowego powyżej 0,8 osiągnięto dla trendów w postaci liniowej ( $R^2=0,81$ ), logarytmicznej ( $R^2=0,82$ ) i wielomianowej ( $R^2=0,84$ ). Wartości prognoz dotyczącej ilości rekordów w bazie danych dla poszczególnych funkcji trendu przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Wartości prognoz ilości rekordów w bazie danych.

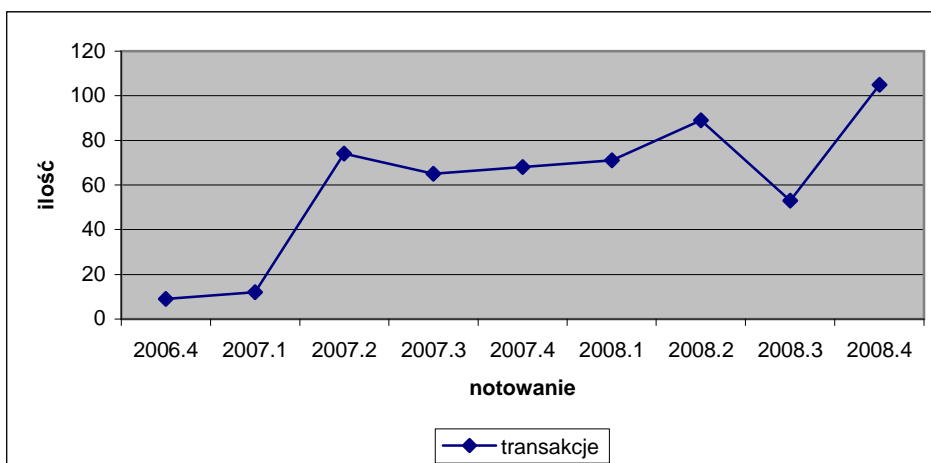
| funkcja trendu | prognoza       |                 |
|----------------|----------------|-----------------|
|                | I kwartał 2009 | II kwartał 2009 |
| liniowy        | 168            | 182             |
| logarytmiczny  | 147            | 152             |
| wielomian      | 159            | 174             |

Na rysunku 2 przedstawiono ilość rekordów w bazie danych na rynku pierwotnym w poszczególnych okresach. Próbując wyznaczyć prognozę na okresy przyszłe wyznaczono parametry 5 funkcji trendu, z których jeden (wielomian stopnia trzeciego) cechował się bardzo wysokim współczynnikiem dopasowania ( $R^2$ ) wynoszącym 0,92. Ekstrapolując tę funkcję trendu na okresy przyszłe możemy oczekiwać w I kwartale 2009 r. - 334 rekordów natomiast w II kwartale 2009 r. - 435 rekordów.

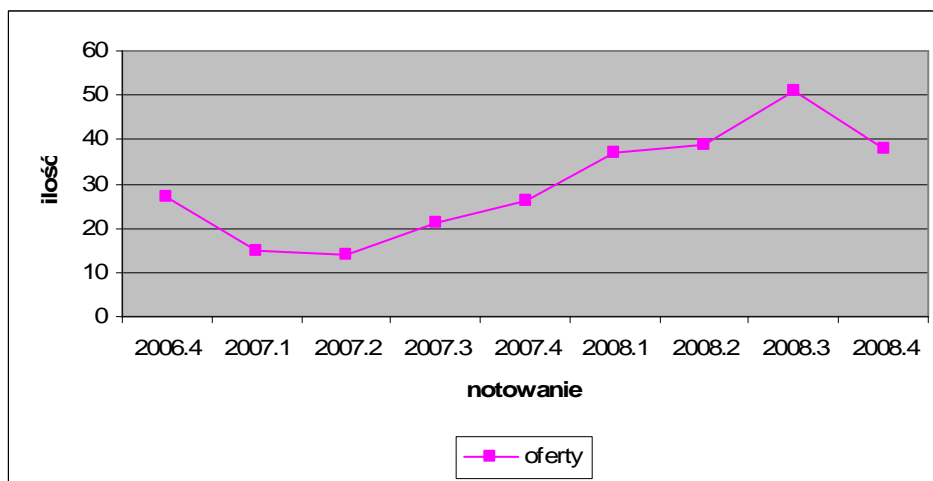


Rys. 2. Ilość rekordów w bazie danych na rynku pierwotnym

Na rysunku 3 przedstawiono ilość transakcji przeprowadzonych na rynku wtórnym we wszystkich badanych notowaniach. Podejmując próbę parametryzacji funkcji trendu, najlepiej dopasowują się: trend w postaci potęgowej i w postaci wielomianu stopnia trzeciego ( $R^2=0,76$ ). Z uwagi na sygnały o stagnacji na rynku nieruchomości, bardziej odpowiednią wydaje się funkcja trendu w postaci wielomianu stopnia trzeciego. Przewidywane wartości transakcji w I kwartale 2009 r. będą wynosić 125 transakcji, natomiast w II kwartale 2009 r. 172 transakcje.

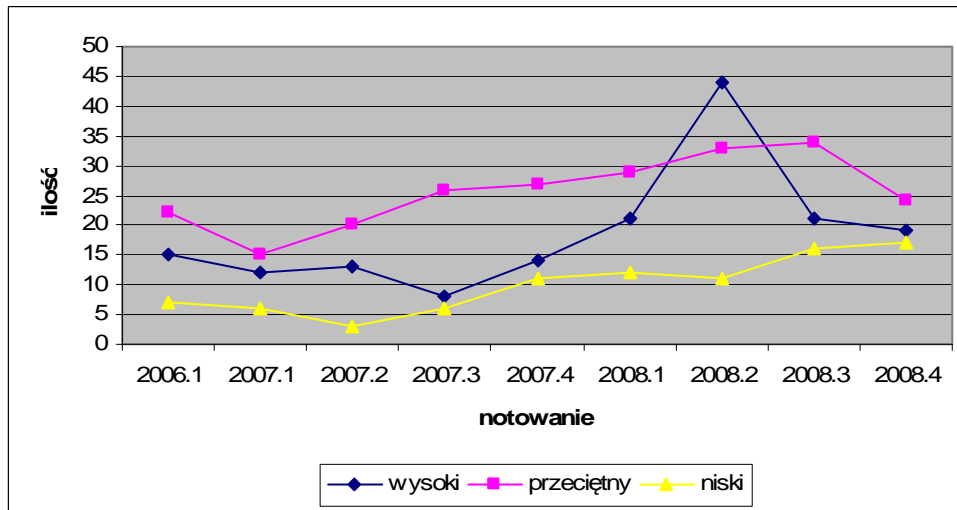


Rys. 3. Ilość transakcji na wtórnym rynku nieruchomości w poszczególnych notowaniach



Rys. 4. Ilość ofert na wtórnym rynku nieruchomości w poszczególnych notowaniach

Na rysunku 4 przedstawiono ilość ofert występujących na wtórnym rynku nieruchomości. Z przeprowadzonych prób doboru funkcji trendu, najlepszym współczynnikiem dopasowania jest cechował się wielomian stopnia trzeciego ( $R^2=0,96$ ). Prognoza na podstawie wielomianu stopnia trzeciego dla I kwartału 2009 r. wynosi 24 oferty.



Rys. 5. Standard wykończenia mieszkań (ilość rekordów w bazie danych)

Próbując określić udział sprzedawanych mieszkań w zależności od standardu wykończenia, możemy wyciągnąć następujące wnioski (por rysunek 5):

- najwięcej jest rekordów w bazie danych dotyczących mieszkań o standardzie przeciętnym,
- najmniej rekordów opisywało mieszkania o standardzie niskim,

- dla ilości mieszkań z podziałem na standard wykonania najlepiej dopasowuje się funkcja trendu – wielomian stopnia trzeciego,
- ilość rekordów z mieszkaniami o standardzie wykończenia wysokim w I kwartale 2009 r. prognozuje się na 11 sztuk, natomiast ilość rekordów z mieszkaniami o standardzie wykończenia niskim w I kwartale 2009 r. prognozuje się na 16 sztuk. Należy zwrócić uwagę na zmianę trendów rynkowych (wymagań klientów).

### 3. Model ekonometryczny kształtowania się cen nieruchomości

Celem ekonometrii jest eksploracyjna analiza teorii ekonomicznych, jak również przewidywanie procesów ekonomicznych oraz dostarczanie przesłanek wyjaśniających kształtowanie się zjawisk rynkowych. Podstawowym narzędziem służącym tym celom jest model ekonometryczny [4].

Określenie zależności występujących na opolskim rynku nieruchomości (poprzez model ekonometryczny), jest zagadnieniem bardzo istotnym z punktu widzenia długookresowych inwestycji giełdowych, deweloperskich czy gospodarczych. Opracowany model ekonometryczny mam za cel odpowiedź na pytanie: „Jakie zmienne istotnie wpływają na cenę nieruchomości mieszkalnej oraz w jakim stopniu?”.

Zmienne wykorzystane do budowy modelu prognostycznego to:

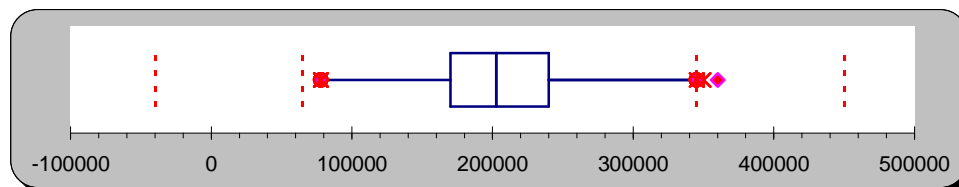
- Y – cena mieszkania
- X1 – powierzchnia mieszkania
- X2 – ilość pokoi
- X3 – ocena położenia
- X4 – standard wykończenia
- X5 – ilość kontygnacji

Przy budowie modelu prognostycznego w pierwszej kolejności sprawdzono czy występują obserwacje odstające [1]. W tym celu wyznaczono wykres plot-box oraz obliczone niezbędne miary położenia (por. tabela 2). Wszystkie obserwacje mniejsze od 78.000 zł i większe od 360.000 zł uznano za odstające i usunięto z szeregu.

Tab. 2. Miary położenia dla zmiennej cena

| Najmniejszy wynik obs. w granicach 1,5 IQR | Q1       | Mediana | Q34    | Największy wynik obs. w granicach 1,5 IQR |
|--|----------|---------|--------|---|
| 78000                                      | 173074,3 | 206000  | 248875 | 360000                                    |

Po eliminacji obserwacji odstających wyznaczono wykres pudełkowy (por. rys. 6)



Rys. 6. Wykres pudełkowy dla zmiennej cena

Wszystkich obserwacji jest 359, więc możemy przyjąć założenie, że mamy do czynienia z rozkładem normalnym badanej zmiennej (rozkład zmiennej dąży do rozkładu normalnego). Następnie przeprowadzono procedurę kodowania danych jakościowych, tj. ocena położenia i standard wykończenia, po czym wykonano procedurę regresji wielokrotnej. Zmiennymi istotnymi statystycznie pozostały zmienne (por rysunek 7):

X1 – powierzchnia mieszkania

X2 – ilość pokoi

X4 – standard wykończenia

#### Multiple Regression Results

```

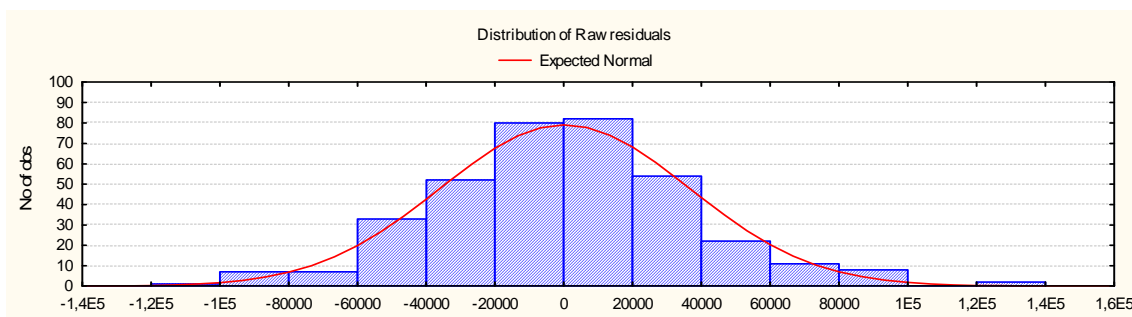
Dependent:  cena           Multiple R =  ,75405608      F = 155,9678
                                           R2=  ,56860057      df = 3,355
No. of cases: 359         adjusted R2=  ,56495494      p = 0,000000
Standard error of estimate:36760,122216
Intercept: 65319,282005 Std.Error: 6765,913  t( 355) = 9,6542  p = 0,0000

```

powierzchnia beta=,622    ile pokoi beta=,146    standard beta=,140

Rys 7. Wynik regresji wielokrotnej

Ostatnim krokiem było sprawdzenie reszt modelu, w tym celu dokonano graficznej oceny rysunku 8 i przyjęto założenie, że reszty mają rozkład normalny.



Rys. 8. Reszty modelu - rozkład

Zbudowany model prognostyczny można przedstawić za pomocą równania 1.

$$y = 65319,28 + 2041,04x_1 + 978,59x_2 + 16589,05x_3 \quad (1)$$

gdzie:

y –przewidywana cena mieszkania

$x_1$  – powierzchnia mieszkania

$x_2$  – ilość pokoi

$x_3$  – standard wykończenia

Model ten można zinterpretować następująco:

- Jeśli powierzchnia mieszkania zwiększy się o jednostkę (1 metr kwadratowy) to cena wzrośnie o 2041,04 zł;
- Jeśli ilość pokoi wzrośnie o jeden to cena mieszkania zwiększy się o 978,59 zł;
- Jeśli podniesiemy standard mieszkania to przy sprzedaży możemy oczekiwać wzrostu ceny nieruchomości o 16589,05 zł.

Wyznaczone równanie 1 może być pomocne jako „kalkulator” wyceny mieszkania z punktu widzenia 3 kryteriów (istotnych statystycznie): powierzchni mieszkania, ilości pokoi oraz standardu wykończenia.

#### 4. Wnioski końcowe

Przedstawione wnioski dotyczące badanego zagadnienia wynikają z badań przeprowadzonych na lokalnym (opolskim) rynku nieruchomości oraz zostały przedstawione z podziałem na rynek wtórny i pierwotny.

Rynek wtórny:

- wartości ofertowe nieruchomości na rynku wtórnym wyższe od 500.000 zł w ujęciu wszystkich notowań stanowiły zaledwie 2,7 %.
- Średnie ceny ofertowe od transakcyjnych na rynku wtórnym były o ok. 12% wyższe. Największa różnica pomiędzy oczekiwaniami kupujących i sprzedających wynosiła 31,9% i miała ona miejsce w drugim notowaniu 2007 r.
- Największy wzrost cen mieszkań w kolejnych notowaniach jest zaobserwowany w mieszkaniach 3 pokojowych (wzrost w każdym z okresów wg funkcji trendu wynosi 10846 zł), natomiast najmniejszy z mieszkaniach 1 pokojowych (wzrost w każdym z okresów wg funkcji trendu wynosi 524 zł).
- Możemy stwierdzić, że w cenach ofertowych wraz ze wzrostem powierzchni użytkowej średnia cena metra kwadratowego maleje przeciętnie o 179 zł, natomiast ceny transakcyjne maleją o 146 zł.
- Analizując mieszkania do 5 kondygnacji ich ceny ofertowe kształtują się w przedziale od 201650 zł do 311500 zł i we wszystkich przypadkach cena ta jest wyższa niż w zasobach mieszkaniowych wyższych niż 5 kondygnacji.
- Najwyższa średnia cena transakcyjna dla standardu wysokiego osiągnęła wartość 5086 zł, natomiast dla standardu przeciętnego cena wynosiła 4359 zł, a dla standardu niskiego 4090 zł. Dla cen ofertowych tendencja cenowa jest również skorelowana ze standardem wykończenia mieszkania. Najwyższą średnią wartością ofertową osiągnęło mieszkanie w pierwszym notowaniu 2008 r. i cena ta wynosiła 4756 zł. Mieszkanie w standardzie przeciętnym było o ok. 8% tańsze od mieszkania w standardzie wyższym, ale droższe o ok. 6% od mieszkania w standardzie podstawowym.
- W przeważającej mierze cena ofertowa w technologii tradycyjnej jest wyższa niż cena ofertowa w technologii „wielkiej płyty”. Natomiast średnie ceny ofertowe i transakcyjna z uwzględnieniem technologii budowy obliczone dla wszystkich okresów są niemalże identyczne.
- Uwzględniając oferty sprzedaży na rynku wtórnym dostępność średniego mieszkania kształtuje się w zakresie od 0,6 metra kwadratowego do 0,8 metra kwadratowego (dla cen transakcyjnych w zakresie od 0,7 do 0,9 metra kwadratowego).

#### Rynek pierwotny:

- najwyższe ceny ofertowe wynoszące 948.000 zł dotyczą zaledwie 0,4% nowo powstającego zasobu mieszkalnego. Mieszkania określane mianem apartamenty stanowiły 9,3% w ogólnym zasobie mieszkań (cena za metr kwadratowy mieszkania większa niż 5000 zł).
- Maksymalna cena transakcyjna na rynku pierwotnym wynosiła 540.000 zł, natomiast maksymalna cena ofertowa wyniosła 948.540 zł.
- możemy zauważyć, że średnie ceny mieszkań 3 pokojowych na rynku pierwotnym w każdym kolejnym okresie notowań ulegały spadkowi (zgodnie ze współczynnikiem kierunkowym funkcji trendu o 36078 zł w każdym kolejnym notowaniu). Natomiast średnie ceny ofertowe mieszkań 1 i 2 pokojowych w każdym kolejnym okresie zwiększały się, odpowiednio o 2672 zł oraz 533 zł.
- ceny ofertowe m<sup>2</sup> dla mieszkań w budynkach o kondygnacjach pomiędzy 6 a 12 przekraczają wartość 6800 zł;
- ceny transakcyjne m<sup>2</sup> dla mieszkań w budynkach o kondygnacjach pomiędzy 6 a 12 przekraczają wartość 5800 zł;
- ceny ofertowe m<sup>2</sup> dla mieszkań w budynkach o kondygnacjach do 5 kondygnacji kształtują się od 3976 zł w IV notowaniu 2007 r. do 4517 zł w IV notowaniu 2008 r.
- Nowopowstające mieszkania są budowane w technologii tradycyjnej (3%) oraz w technologii tradycyjnej udoskonalonej (97%).
- Najwięcej transakcji występuje w mieszkaniach 2 pokojowych, również najwięcej ofert sprzedaży jest w mieszkaniach 2 pokojowych.
- Uwzględniając oferty sprzedaży dostępność średniego mieszkania kształtuje się na poziomie 0,6 metra kwadratowego (dla cen transakcyjnych w zakresie od 0,6 do 0,7 metra kwadratowego).

#### Literatura

1. Churrchill, G.A. Badania marketingowe, Podstawy metodologiczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2002
2. Dittmann, P. Prognozowanie w przedsiębiorstwie, Metody i ich zastosowanie, Oficyna Wydawnicza, Kraków, 2004.
3. Mach, Ł. Raport z opolskiego rynku nieruchomości, Narodowy Bank Polski, Opole, 2008.
4. Snarska, A. Statystyka, Ekonometria, Prognozowanie, Placet, Warszawa, 2005.

Dr inż. Łukasz MACH  
Politechnika Opolska  
Wydział Zarządzania i Inżynierii Produkcji  
Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów  
45-370 Opole, ul. Ozimska 75A  
e-mail: l.mach@po.opole.pl