

# Ryszard Walkowiak, Adam Zydrón

---

## Zastosowanie regresji krokowej do określenia atrybutów wpływających na wartość nieruchomości rolnych na przykładzie gminy Mosina

---

Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum 11/3, 239-253

---

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## **ZASTOSOWANIE REGRESJI KROKOWEJ DO OKREŚLENIA ATRYBUTÓW WPLYWAJĄCYCH NA WARTOŚĆ NIERUCHOMOŚCI ROLNYCH NA PRZYKŁADZIE GMINY MOSINA**

Ryszard Walkowiak, Adam Zydróż

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**Streszczenie.** Celem pracy była selekcja czynników wpływających na wartość nieruchomości niezabudowanych rolnych na obszarze gminy Mosina w latach 2004–2007 ze szczególnym uwzględnieniem walorów przyrodniczych i społeczno-gospodarczych. W pracy posłużono się danymi dotyczącymi transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości niezabudowanych, pozyskanymi z Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej w Poznaniu. Zebrane dane zostały poddane analizie regresji wielorakiej. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyodrębnienie atrybutów istotnie wpływających na wartość nieruchomości i określenie stopnia ich oddziaływania.

**Słowa kluczowe:** nieruchomości niezabudowane, grunty rolne, wycena nieruchomości, metody statystyczne.

### **WSTĘP**

Metody statystyczne coraz częściej znajdują zastosowanie w analizie rynku nieruchomości, jak również w określaniu czynników wpływających na wartość nieruchomości.

Jednym z istotnych zastosowań metod statystycznych jest modelowanie powiązań występujących pomiędzy przyczynami i efektami interesujących badacza zjawisk. Jednym z celów badań w zakresie analizy rynku nieruchomości jest wybór czynników najsilniej kształtujących wartość nieruchomości oraz tworzenie modeli do jej prognozowania i symulacji, które mogą być wykorzystywane do wspomagania procesów decyzyjnych na rynku nieruchomości.

Do badania rynku nieruchomości i tworzenia modeli matematycznych do prognozowania wartości nieruchomości możemy wykorzystać różne metody statystyki matematycznej.

Na rozwiniętych rynkach nieruchomości metody statystyczne, w tym przede wszystkim metody regresji wielorakiej stanowią dobrze rozpoznane i często stosowane narzędzie wyceny [Bitner 2007; Bruce, Sundell 1977; Eckert 1990; Hozer i in. 2002; Chumek, Iwaszkiewicz 2003]. Pierwsza praca, w której wartość nieruchomości była estymowana za pomocą regresji wielorakiej, powstała już na początku ubiegłego wieku [Haas 1922].

Wyselekcjonowanie cech mających istotny wpływ na wartość niezabudowanych nieruchomości rolnych naraża wiele trudności. Problem ten wynika z różnorodności cech wpływających na cenę transakcyjną nieruchomości i różnej siły ich wpływu na tę cenę. Są to zarówno cechy związane z nieruchomością (powierzchnia, odległość od drogi itp.), jak i zależne od czasu, w jakim dokonuje się wyceny (inflacja, zmieniające się przepisy prawne itp.). Cechy należące do drugiej grupy nie będą nas w tym wypadku interesowały, choć oczywiście muszą być brane pod uwagę przy wycenie gruntów.

Ogólną dyspozycję dotyczącą wyboru cech rynkowych podaje Standard III. 7, zgodnie z którym cechami tymi są w szczególności: właściwości lokalizacyjne, fizyczne i użytkowe wpływające w sposób istotny na wartość nieruchomości. Dyspozycje szczegółowe dotyczące ustalania cech rynkowych znajdziemy również w § 8 ust. 1–4 rozporządzenia w sprawie taksacji nieruchomości. Ich uwzględnienie jest obligatoryjne w procedurach wycen dla taksacji powszechnej, ale może być pomocne dla zestawienia listy atrybutów w przypadkach wycen dla innych celów. Rozporządzenie to przewiduje, że do charakterystycznych cech gruntów rolnych i leśnych zalicza się: położenie, rodzaj użytku gruntowego, stan wyposażenia w urządzenia techniczne służące produkcji rolnej lub leśnej, klasę gleboznawczą gruntu.

Celem pracy jest określenie zbioru cech niezabudowanych nieruchomości rolnych, które na obszarze gminy Mosina miały wpływ na cenę 1 m<sup>2</sup> nieruchomości oraz wykazanie, że regresja krokowa jest jedną z możliwych metod selekcji takich cech. Ograniczono się przy tym do walorów przyrodniczych i społeczno-gospodarczych, gdyż są one ściśle związane z nieruchomością i nie zależą od aktualnych mód i trendów.

Obliczenia wykonano za pomocą pakietu do analiz statystycznych Statistica 9.1.

## **ZAKRES PRZESTRZENNY, CZASOWY I PRZEDMIOTOWY BADAŃ**

Badaniami objęto obszar gminy Mosina, jednej z największych pod względem powierzchni gmin powiatu poznańskiego.

Mosina jest gminą miejsko-wiejską położoną w centralnej części woj. wielkopolskiego. W jej bezpośrednim sąsiedztwie znajdują się takie gminy powiatu poznańskiego, jak Luboń, Komorniki, Kórnik, Stęszew i Puszczykowo, a także gmina Brodnica (powiat śremski) oraz Czempiń (powiat kościański). Bliskość miasta Poznania ma znaczący wpływ na rozwój lokalnych inwestycji.

Powierzchnia gminy wynosi ok. 172 km<sup>2</sup>, a w jej granicach znajduje się 21 sołectw: Babki, Baranówko, Borkowice, Czapury, Daszewice, Drużyna, Dymaczewo Nowe, Krajkowo, Krosno, Krosinko, Mieczewo, Pecna, Radzewice, Rogalin, Rogalinek, Sasinowo, Sowinki, Świątniki, Wiórek i Żabinko. Tereny należące do gminy Mosina są niezwykle atrakcyjne pod względem przyrodniczym i turystycznym, zamieszkuje je ok. 28 tys. osób.



Rys. 1. Położenie gminy Mosina względem powiatu poznańskiego

Fig. 1. Location of the Mosina commune in relation to Poznań county

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych w PODGiK w Poznań

Source: The author's study based on data obtained from the County Geodesy and Cartographic Documentation Centre in Poznań

Wydaje się zatem, że obiekt przyjęty do badań dobrze nadaje się do tego typu analiz, zarówno ze względu na zmienność warunków przyrodniczych, jak i zróżnicowanie uwarunkowań społeczno-gospodarczych.

Zakres czasowy pracy to lata 2004–2007. Zakres przedmiotowy pracy obejmował dane z aktów notarialnych (429 transakcji) dotyczące kupna sprzedaży nieruchomości niezabudowanych przeznaczonych na cele rolne (grunty klas IVa i IVb).

## METODYKA BADAŃ

Celem pracy jest modelowanie zależności ceny 1 m<sup>2</sup> nieruchomości rolnych w obrębach leżących na terenie gminy Mosina od cech takich, jak występowanie lasów, wód i obszarów chronionych w odległości do 1000 m, dostęp do dróg, infrastruktura energetyczna wysokiego napięcia, kanalizacyjna, wodociągowa, odległość od Poznania, liczba mieszkańców obrębu, powierzchnia działki i przeznaczenie gruntu. Aby cel ten zrealizować, przeanalizowano wszystkie transakcje kupna-sprzedaży gruntów niezabudowanych w gminie Mosina w latach 2004–2007.

Wyniki badań psychologicznych wykazały, że człowiek nie potrafi podejmować decyzji na podstawie więcej niż około siedmiu kryteriów [Tomaszewski 1975], jak też właściwie wartościować cech według ich ważności, jeśli ich liczba przekracza siedem pozycji [Bitner 2007]. Zgodnie z tą wskazówką, liczba atrybutów nie powinna przekraczać kilku, zaś w pracy poddano analizie 12 cech mających wpływ na wartość nieruchomości. Niezbędne zatem okazało się przeprowadzenie ich selekcji [Eckert 1990; Renigier 2004].

Pierwszym etapem budowania modelu matematycznego jest analiza eksploratywna danych, która ma na celu wykrycie i zbadanie zależności pomiędzy poszczególnymi cechami. Dla prostszego zapisu wprowadzono następujące oznaczenia:

- $y$  – cena 1 m<sup>2</sup> gruntu – price of 1m<sup>2</sup> of land,
- $x_1$  – lasy w odległości do 1000 m – forests in the distance up to 1000 m,
- $x_2$  – wody w odległości do 1000 m – water up to 1000 m,
- $x_3$  – obszary chronione w odległości do 1000 m – protected areas in the distance of 1000 m,
- $x_4$  – dostęp do dróg lokalnych – acces to local roads,
- $x_5$  – dostęp do dróg, zbiorczych – acces to roads, junctions,
- $x_6$  – dostęp do dróg głównych – acces to the main roads,
- $x_7$  – infrastruktura energetyczna wysokiego napięcia – high voltage power infrastructure,
- $x_8$  – infrastruktura kanalizacyjna – sewerage infrastructure,
- $x_9$  – magistrala wodociągowa – mains water supply,
- $x_{10}$  – odległość od miasta Poznania [km] – distance from the city of Poznan [km],
- $x_{11}$  – liczba mieszkańców – population,
- $x_{12}$  – powierzchnia działki – plot area.

Wyniki analizy korelacji tych zmiennych przedstawione zostały w tabeli 1.

Widać, że wartość 1 m<sup>2</sup> gruntu jest skorelowana istotnie z wieloma cechami (zmiennymi), ale cechy te są także skorelowane ze sobą. Oznacza to, że nie wszystkie muszą występować w tworzonym modelu wartości 1 m<sup>2</sup> gruntu.

Niektóre wykresy, jak np. wykres zależności ceny 1 m<sup>2</sup> gruntu od wielkości działki (rys. 2), wskazują na możliwość występowania obserwacji odstających, np. wyjątkowo dużych działek (o pow. ok. 400 000 m<sup>2</sup>) o wyjątkowo niskiej cenie 1 m<sup>2</sup> lub działek małych o wyjątkowo wysokiej cenie 1 m<sup>2</sup>, wynikającej prawdopodobnie z preferencji i możliwości kupującego. Takie obserwacje zaburzają obraz rzeczywistej zależności między badanymi cechami.

Zauważono ponadto znaczne różnice w wartościach 1 m<sup>2</sup> gruntu rolnego w różnych latach (tab. 2). Duża wartość odchylenia standardowego, niekiedy większa niż wartość średnia, oraz duża wartość współczynnika zmienności świadczą o dużym rozrzucie obserwowanych wartości, który może być spowodowany istnieniem obserwacji odstających.

Z tego względu dla każdego roku utworzono oddzielny model wartości 1 m<sup>2</sup> gruntów niezabudowanych przeznaczonych na użytki rolne.

Tabela 1. Wyniki analizy korelacji cech gruntów rolnych w latach 2004–2007  
 Table 1. Results of correlation analysis of the characteristics of farmland in the years 2004–2007

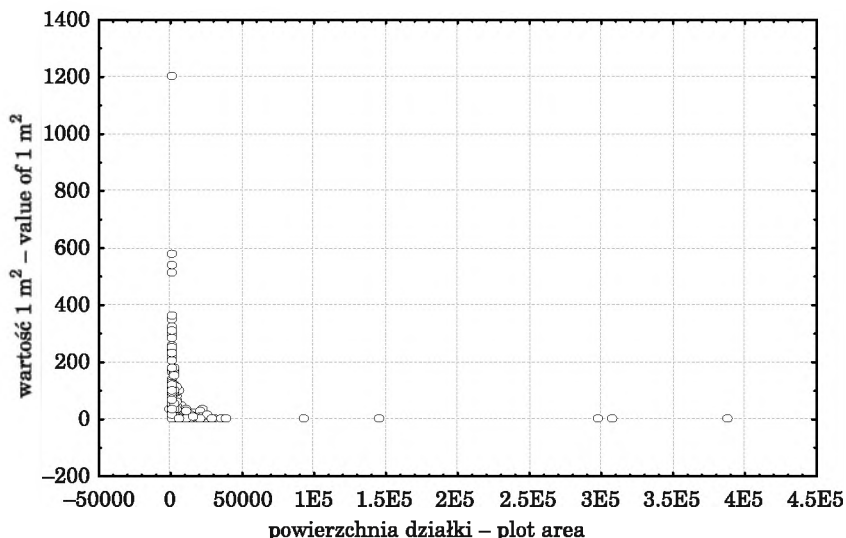
|                 | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | x <sub>6</sub> | x <sub>7</sub> | x <sub>8</sub> | x <sub>9</sub> | x <sub>10</sub> | x <sub>11</sub> | x <sub>12</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                 | 0,096100       | 0,013428       | 0,103209       | -0,021381      | -0,007868      | 0,161241*      | 0,041220       | -0,026685      | 0,208796*      | -0,138897*      | 0,065961        | -0,166238*      |
| x <sub>1</sub>  |                | 0,078249       | 0,159880*      | 0,160098*      | -0,017536      | -0,007388      | 0,090160       | -0,049496      | 0,079365       | 0,006554        | -0,111636*      | -0,047606       |
| x <sub>2</sub>  |                |                | 0,152748*      | 0,080308       | 0,059170       | -0,076668      | -0,101553      | -0,428174*     | 0,158822*      | 0,047610        | -0,164791*      | 0,081703        |
| x <sub>3</sub>  |                |                |                | -0,084002      | -0,452840*     | 0,558116*      | 0,109629*      | -0,016923      | 0,157546*      | 0,212188*       | -0,337760*      | -0,043261       |
| x <sub>4</sub>  |                |                |                |                | 0,031595       | -0,282197*     | 0,081751       | 0,078107       | -0,160098*     | -0,323805*      | 0,153570*       | 0,060238        |
| x <sub>5</sub>  |                |                |                |                |                | -0,250179*     | 0,150744*      | 0,090361       | -0,034310      | -0,114090*      | 0,098202        | 0,056501        |
| x <sub>6</sub>  |                |                |                |                |                |                | 0,155248*      | 0,172333*      | 0,103077       | 0,069196        | -0,028084       | -0,096882       |
| x <sub>7</sub>  |                |                |                |                |                |                |                | 0,672226*      | 0,381448*      | -0,193991*      | 0,571693*       | -0,119711*      |
| x <sub>8</sub>  |                |                |                |                |                |                |                |                | -0,209404*     | 0,106652*       | 0,644323*       | -0,133199*      |
| x <sub>9</sub>  |                |                |                |                |                |                |                |                |                | -0,483217*      | 0,075582        | -0,040123       |
| x <sub>10</sub> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 | -0,329070*      | -0,171934*      |
| x <sub>11</sub> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 | -0,110468*      |

\*oznacza istotność korelacji na poziomie istotności 0,05

\*denotes significance of correlations at the significance level of 0.05

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Rys. 2. Zależność między wartością 1 m<sup>2</sup> gruntu a powierzchnią działkiFig. 2. The dependence between the value of 1 m<sup>2</sup> of land and the surface area of a given plot

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Tabela 2. Cena 1 m<sup>2</sup> gruntów rolnych w gminie Mosina w latach 2004-2007Table 2. Price for 1 m<sup>2</sup> farmland in the Mosina commune over the years 2004-2007

| Lata<br>Year | Średnia<br>Mean | Odchylenie<br>standardowe<br>Standard deviation | Minimum<br>Minimum | Maksimum<br>Maximum | Współczynnik<br>zmienności<br>Coefficient<br>of variation |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2004         | 37.45430        | 30.12615                                        | 0.323642           | 112.5000            | 80.43442                                                  |
| 2005         | 34.50563        | 44.92373                                        | 0.490196           | 284.0909            | 130.1925                                                  |
| 2006         | 33.86785        | 49.05432                                        | 0.614035           | 362.3188            | 144.8404                                                  |
| 2007         | 52.42530        | 64.90371                                        | 0.325203           | 580.0000            | 123.8023                                                  |

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Istotność korelacji między ceną 1 m<sup>2</sup> gruntu a wieloma pozostałymi cechami, zwanymi dalej zmiennymi objaśniającymi (tab. 1), pozwala przypuszczać, że właściwym modelem tej zależności będzie model regresji liniowej wielokrotnej (zwanej niekiedy regresją wieloraką). Z tabeli 1 wynika także, że niektóre ze zmiennych objaśniających są ze sobą istotnie skorelowane. Wiedza wnoszona do równania regresji przez dwie istotnie skorelowane zmienne jest zazwyczaj niewiele większa od wiedzy wnoszonej przez jedną z nich. Aby wyeliminować z modelu regresji liniowej zmienne najmniej znaczące, do wyznaczania współczynników tego modelu zastosowano metodę regresji krokowej wstecznej (*stepwise backward regression*) [Jennrich, Sampson 1968]. W tej metodzie jako model



wyjściowy przyjmuje się model zawierający wszystkie zmienne objaśniające oraz ustala się wartości dwóch poziomów istotności dla statystyki F – Fischera:  $p_1$  do wprowadzania zmiennych do modelu i  $p_2$  do usuwania zmiennych z modelu ( $p_1 = p_2$ ). W pierwszym kroku oblicza się wartości statystyki F oraz odpowiadające im poziomy istotności  $p$  dla każdej zmiennej objaśniającej i usuwa się z modelu tę zmienną, dla której obliczony poziom istotności najbardziej przekracza wartość  $p_2$ . W następnych krokach powtarza się procedurę usuwania zmiennej z modelu. Następnie dołącza się do modelu kolejno każdą ze zmiennych usuniętych w poprzednich krokach i pozostawia tę, dla której obliczony poziom istotności jest mniejszy od  $p_1$ . Procedurę kończy się, gdy nie można z modelu usunąć ani do modelu dołączyć żadnej zmiennej.

Kolejnym etapem modelowania była identyfikacja i usunięcie obserwacji odstających. Aby tego dokonać, obliczono tzw. reszty, tzn. różnice między wartościami obserwowanymi a obliczonymi za pomocą modelu. Za obserwację odstającą uznano taką obserwację, dla której odpowiadająca jej reszta wykraczała poza przedział  $(\mu_R - 3\sigma_R, \mu_R + 3\sigma_R)$ , gdzie  $\mu_R$  oznacza wartość średnią reszt, a  $\sigma_R$  odchylenie standardowe reszt. Po odrzuceniu obserwacji odstających otrzymano modele dobrze dopasowane do obserwacji, z wyjątkiem gruntów przeznaczonych pod użytki rolne w roku 2006. Obliczenia wykonane zostały za pomocą programu Statistica wersja 9.1 nr licencji JGNP 105B037825AR-A.

Aby zobrazować zmienność wartości gruntów w gminie Mosina, uśredniono obliczone wartości w ramach każdego obrębu i przedstawiono je na mapkach wykonanych za pomocą programu MapInfo 9,5 nr licencji AC#310993.

## WYNIKI BADAŃ

### Rok 2004

Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2004 przedstawione są w tabeli 3.

Współczynniki równania regresji zawarte są w kolumnie b.

Zatem dla danych z roku 2004 otrzymano następujący model:

$$y = 75,2211 - 30,7128x_2 + 29,9427x_5 - 34,1026x_6 - 47,8525x_8 + 0,0430x_{11} - 0,0008x_{12} \quad (1)$$

Błąd standardowy estymacji zmiennej  $y$  wynosi 18,73 zł, co oznacza, że wartość estymowana różni się od obserwowanej średnio o 18,73 zł. Stanowi to ok. 50% średniej ceny gruntu rolnego w roku 2004. Błędy standardowe estymacji parametrów modelu, zapisane w tabeli 3 w kolumnie Błąd std. b, są kilkakrotnie mniejsze od wartości parametrów. Świadczy o tym zawartość kolumny t. Jest to wynik dzielenia wartości współczynnika przez jego błąd standardowy. Zatem parametry modelu są prawidłowo estymowane.

Skorygowany współczynnik determinacji wynosi  $R^2 = 0,59$ , zatem model wyjaśnia ok. 60% zmienności wartości 1 m<sup>2</sup> gruntu rolnego.

Wykresy normalności reszt, wartości obserwowanych względem przewidywanych i reszt względem wartości obserwowanych wykazują dobre dopasowanie modelu do obserwacji. Z modelu (1) możemy wywnioskować, że obecność zbiornika wodnego w odległości do 1000 m od działki obniża wartość 1 m<sup>2</sup> o ok. 31 zł, dostęp do dróg zbiorczych



i głównych odpowiednio podwyższa jego wartość o ok. 30 zł i obniża o ok. 34 zł. Brak infrastruktury kanalizacyjnej obniża wartość 1 m<sup>2</sup> o ok. 48 zł. Istotnie dodatnio na wartość 1 m<sup>2</sup> gruntu wpływa liczba mieszkańców, a ujemnie powierzchnia działki.

Tabela 3. Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2004

Table 3. Results of reverse step-wise regression for data from 2004

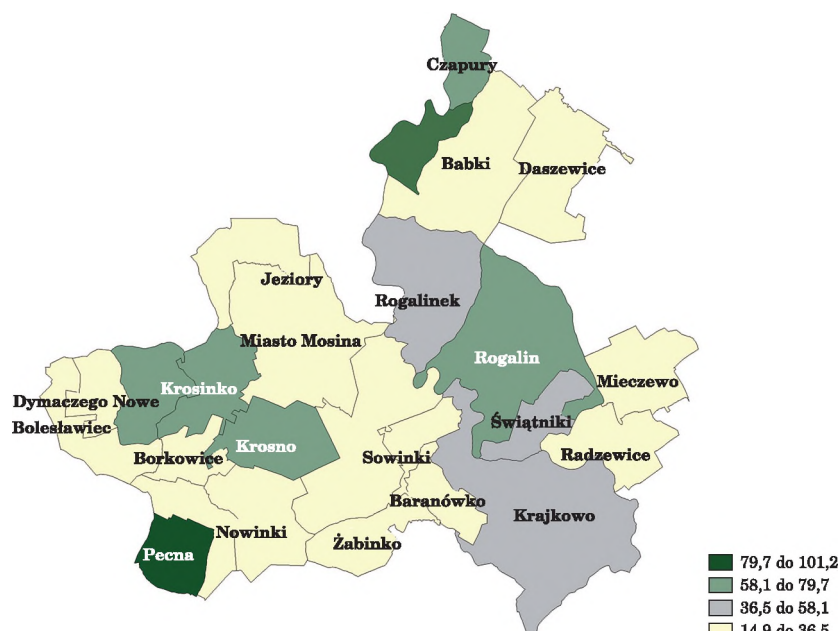
|                       | b*        | Błąd std. b*       | b        | Błąd std. b       | t        | p        |
|-----------------------|-----------|--------------------|----------|-------------------|----------|----------|
|                       | b*        | Standard error. b* | b        | Standard error. b | t        | p        |
| W. wolny<br>Free term |           |                    | 75.2211  | 12.12111          | 6.20579  | 0.000000 |
| $x_2$                 | -0.414567 | 0.156794           | -30.7128 | 11.61591          | -2.64402 | 0.012060 |
| $x_5$                 | 0.264593  | 0.109352           | 29.9427  | 12.37482          | 2.41965  | 0.020713 |
| $x_6$                 | -0.499737 | 0.118126           | -34.1026 | 8.06107           | -4.23053 | 0.000153 |
| $x_8$                 | -0.777793 | 0.201457           | -47.8525 | 12.39435          | -3.86083 | 0.000452 |
| $x_{11}$              | 0.683619  | 0.159796           | 0.0430   | 0.01005           | 4.27808  | 0.000133 |
| $x_{12}$              | -0.453477 | 0.115528           | -0.0008  | 0.00020           | -3.92526 | 0.000375 |

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Niestety, na podstawie współczynników regresji nie można stwierdzić, która ze zmiennych objaśniających ma największy wpływ na zmienną objaśnianą. Wynika to z faktu, że zmienne objaśniające wyrażone są za pomocą różnych jednostek, są więc nieporównywalne. Dla porównania wpływu poszczególnych zmiennych stworzono współczynniki b\*. Są to współczynniki regresji dla zmiennych standaryzowanych, tzn. niemianowanych, o wartości oczekiwanej 0 i wariancji 1. Są one umieszczone w kolumnie b\* tabeli 2. Z ich analizy wynika, że największy, ujemny wpływ na cenę 1 m<sup>2</sup> gruntu rolnego miała obecność infrastruktury kanalizacyjnej, a największy dodatni – liczba mieszkańców. Stosunkowo najmniej ważny był dostęp do dróg zbiorczych.

Rozkład przestrzenny estymowanych wartości gruntów pokazuje rysunek 3.



Rys. 3. Przewidywana wartość gruntów rolnych w roku 2004

Fig. 3. Expected value of farmland in 2004

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

## Rok 2005

Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2005 zawarte są w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2005

Table 4. Results of reverse step-wise regression for data from 2005

|           | b*        | Błąd std. b*       | b        | Błąd std. b       | t        | p        |
|-----------|-----------|--------------------|----------|-------------------|----------|----------|
|           | b*        | Standard error. b* | b        | Standard error. b | t        | p        |
| W. wolny  |           |                    | -16.7010 | 8.192646          | -2.03853 | 0.048318 |
| Free term |           |                    |          |                   |          |          |
| $x_3$     | 0.833773  | 0.156273           | 37.9187  | 7.107077          | 5.33535  | 0.000004 |
| $x_5$     | 0.486150  | 0.151277           | 24.3827  | 7.587253          | 3.21364  | 0.002631 |
| $x_7$     | -0.792254 | 0.168551           | -34.6806 | 7.378254          | -4.70038 | 0.000032 |
| $x_{11}$  | 0.636973  | 0.153799           | 0.0267   | 0.006443          | 4.14158  | 0.000179 |

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Dla danych z roku 2005 otrzymano następujący model

$$y = -16,7010 + 37,9187 x_3 + 24,3827 x_5 - 34,6806 x_7 + 0,0267 x_{11} \quad (2)$$

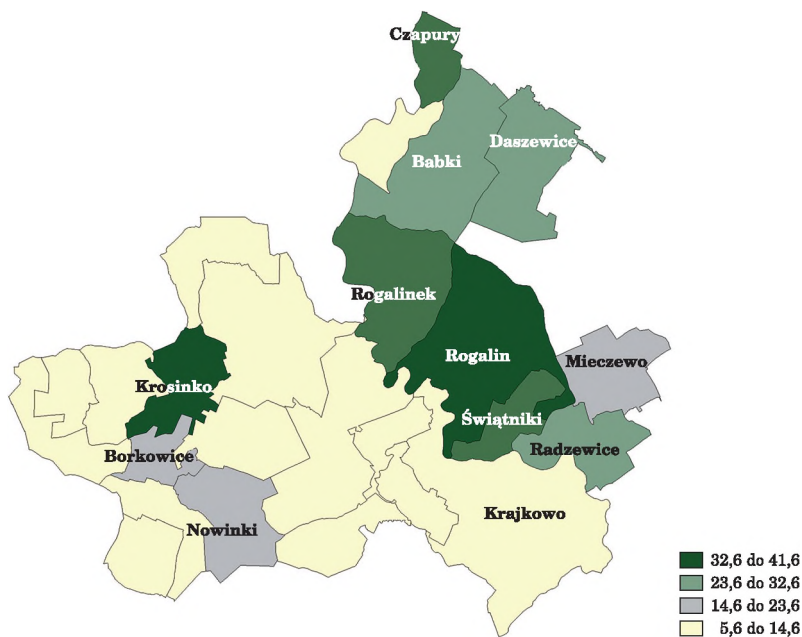
Błąd standardowy estymacji wynosi 14,240 zł, co stanowi 41,27% średniej ceny gruntu rolnego w roku 2005.

Jak wskazuje zawartość kolumny t tabeli 4, błędy standardowe estymacji parametrów modelu są kilkakrotnie mniejsze od wartości parametrów. Skorygowany współczynnik determinacji jest równy  $R^2 = 0,41$ . Zatem model objaśnia ok. 47% zmienności ceny gruntu omego.

Wykresy normalności reszt, wartości obserwowanych względem przewidywanych i reszt względem wartości obserwowanych wykazują dobre dopasowanie modelu do obserwacji. Z modelu (2) wnioskujemy, że obecność obszarów chronionych i dostęp do dróg zbiorczych zwiększają wartość 1 m<sup>2</sup> odpowiednio o ok. 38 i 24 zł. Istnienie infrastruktury wysokiego napięcia zmniejsza jego wartość o 35 zł. Podobnie jak w roku poprzednim liczba mieszkańców zwiększa wartość gruntu.

Z wartości współczynników b\* wnioskujemy, że w roku 2005 największy dodatni wpływ na cenę 1 m<sup>2</sup> gruntu rolnego miało występowanie obszarów chronionych. Nieco tylko mniejszy był wpływ liczby ludności. Najbardziej ujemnie natomiast oddziaływała obecność infrastruktury wysokiego napięcia.

Rysunek 4 obrazuje rozkład przestrzenny wartości gruntów rolnych w gminie Mosina w roku 2005.



Rys. 4. Przewidywana wartość gruntów rolnych w roku 2005

Fig. 4. Expected value of farmland in 2005

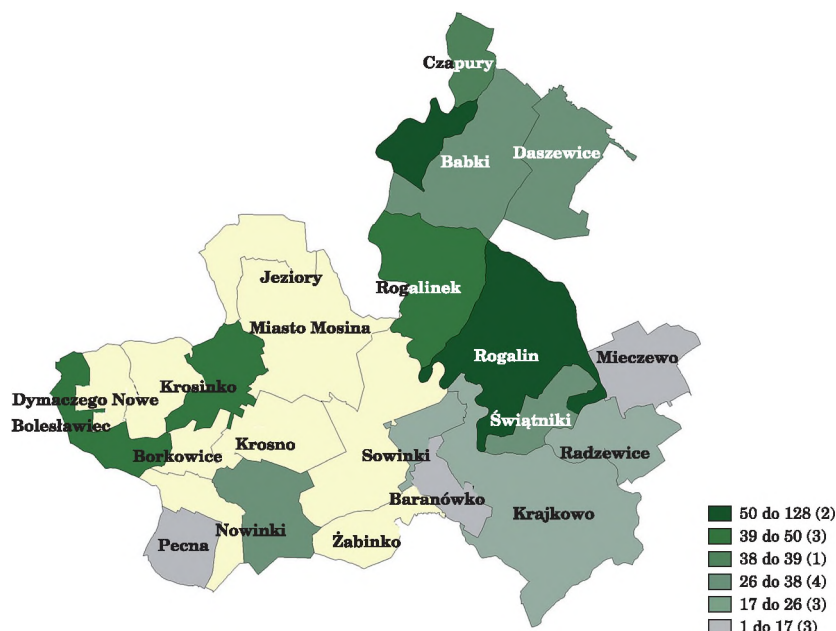
Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Rok 2006

Dla danych z roku 2006 nie można było określić modelu wystarczająco dobrze opisującego zmienność wartości gruntów rolnych. Zaobserwowano największy w badanym okresie rozrzut wartości sprzedanych nieruchomości rolnych. Współczynnik zmienności (tabela 1) był równy prawie 145, co oznacza, że odchylenie standardowe ceny 1 m<sup>2</sup> stanowiło aż 145% wartości średniej.

Rozkład przestrzenny uzyskanych przy sprzedaży gruntów rolnych średnich cen w obrębach należących do gminy Mosina pokazuje rysunek 5.



Rys. 5. Średnie wartości gruntów rolnych w roku 2006

Fig. 5. Mean value of farmland in 2006

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

Rok 2007

Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2007 zawarte są w tabeli 5.

Tabela 5. Wyniki regresji krokowej wstecznej dla danych z roku 2007

Table 5. Results of reverse step-wise regression for data from 2007

|                       | b*        | Błąd std. b*       | b        | Błąd std. b       | t        | p        |
|-----------------------|-----------|--------------------|----------|-------------------|----------|----------|
|                       | b*        | Standard error. b* | b        | Standard error. b | t        | p        |
| W. wolny<br>Free term |           |                    | -19.2898 | 10.92940          | -1.76494 | 0.080015 |
| $x_1$                 | 0.271784  | 0.077251           | 30.7897  | 8.75155           | 3.51820  | 0.000607 |
| $x_3$                 | 0.263235  | 0.104977           | 20.9801  | 8.36673           | 2.50756  | 0.013439 |
| $x_4$                 | -0.181080 | 0.072714           | -14.7284 | 5.91430           | -2.49030 | 0.014076 |
| $x_6$                 | 0.362262  | 0.089733           | 27.6660  | 6.85292           | 4.03712  | 0.000094 |
| $x_7$                 | -0.428597 | 0.094557           | -30.7642 | 6.78722           | -4.53267 | 0.000013 |
| $x_{11}$              | 0.395600  | 0.104464           | 0.0218   | 0.00575           | 3.78694  | 0.000236 |
| $x_{12}$              | -0.239346 | 0.068944           | -0.0001  | 0.00004           | -3.47161 | 0.000711 |

Źródło: Opracowanie własne

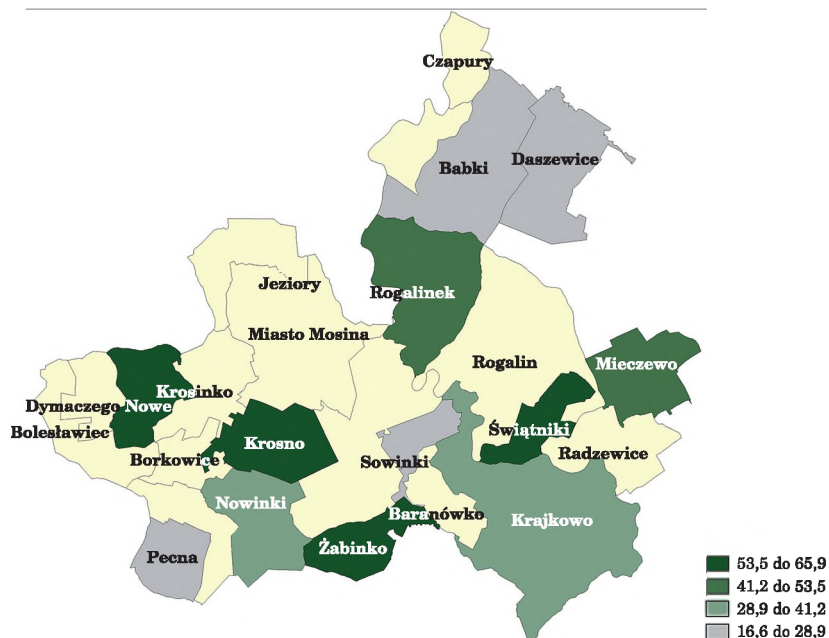
Source: Authors' own study

Dla danych z roku 2007 otrzymano następujący model:

$$y = -19,2898 + 30,7897 x_1 + 20,9801 x_3 - 14,7284 x_4 + 27,6660 x_6 - 30,7642 x_7 + 0,0218 x_{11} - 0,0001 x_{12} \quad (3)$$

Błąd standardowy estymacji wynosi 26,695, co stanowi 50,9% średniej ceny gruntów rolnych w roku 2007. Skorygowany współczynnik determinacji  $R^2 = 0,41$ , zatem model wyjaśnia 41% zmienności ceny gruntu rolnego.

Błędy standardowe estymacji współczynników regresji są niewielkie w stosunku do wartości tych współczynników, zatem można uznać, że model jest estymowany z zadowalającą dokładnością. Na podstawie modelu możemy stwierdzić, że obecność lasów i obszarów chronionych podnosiła w roku 2007 wartość gruntów rolnych odpowiednio o ok. 31 i 21 zł za 1 m<sup>2</sup> (rys. 6). Dostęp do dróg lokalnych obniżał tę wartość o ok. 15 zł, natomiast dostęp do dróg głównych podnosił wartość o ok. 28 zł. Wpływ negatywny miała obecność infrastruktury wysokiego napięcia i powierzchnia działki, a pozytywny liczba mieszkańców obrębu. Stosunkowo najmniejsze znaczenie miał dostęp do dróg głównych. Znaczenie pozostałych cech było prawie jednakowe.



Rys. 6. Przewidywana wartość gruntów rolnych w roku 2007

Fig. 6. Expected value of farmland in 2007

Źródło: Opracowanie własne

Source: Authors' own study

## WNIOSKI

Analizując uzyskane dla lat 2004, 2005 i 2007 modele zależności ceny 1 m<sup>2</sup> nieruchomości od badanych cech, można cechy te podzielić na następujące grupy:

- 1) bardzo ważne – występujące we wszystkich modelach:
  - $x_{11}$  – liczba mieszkańców – wpływ dodatni;
- 2) ważne – występujące w dwóch modelach:
  - $x_3$  – obszary chronione w odległości do 1000 m – wpływ dodatni,
  - $x_5$  – dostęp do dróg, zbiorczych – wpływ dodatni,
  - $x_6$  – dostęp do dróg głównych,
  - $x_7$  – infrastruktura energetyczna wysokiego napięcia – wpływ ujemny;
- 3) nieważne – niewystępujące w żadnym modelu
  - $x_9$  – magistrała wodociągowa,
  - $x_{10}$  – odległość od miasta Poznania [km];
- 4) pozostałe.

Na podstawie przeprowadzonych badań można również stwierdzić, że w badanym okresie na ceny niezabudowanych nieruchomości rolnych wpływały różne czynniki. W 2004 r. ujemny wpływ miała obecność infrastruktury kanalizacyjnej, natomiast dodatni



liczba mieszkańców. Największe przewidywane wartości gruntów rolnych odnotowano w obrębach Pecna i Wiórek. W 2005 r. dodatni wpływ na wartość nieruchomości miała obecność obszarów chronionych, ujemny natomiast obecność infrastruktury wysokiego napięcia. Najwyższe przewidywane wartości gruntów rolnych odnotowano w obrębach: Czapury, Krosinko, Rogalin. W 2006 r. nie można było określić modelu. Największe wartości średnie nieruchomości odnotowano w obrębach Rogalin i Wiórek. W 2007 r. wartość nieruchomości rolnych podnosiła obecność lasów i obszarów chronionych, dostęp do dróg lokalnych obniżał tę wartość, zaś dostęp do dróg głównych podwyższał. Najwyższe przewidywane wartości gruntów rolnych wystąpiły w obrębach Dymaczewo Nowe, Krosno, Świątniki, Żabinko.

Badania dowiodły, że nie zawsze można zastosować metodę regresji wielorakiej – dotyczyło to sytuacji z 2006 r., kiedy nie można było określić modelu wystarczająco dobrze opisującego zmienność wartości gruntów rolnych. Było to spowodowane największym w badanym okresie rozrzutem wartości sprzedanych nieruchomości rolnych. Tym niemniej tam, gdzie daje się zastosować, metoda ta jest wygodnym narzędziem eliminującym obserwacje cech niewiele wnoszących do wyceny.

Duża zmienność cech wpływających na wartość nieruchomości powoduje, że w dłuższym okresie czasu nie można stosować tych samych kryteriów wyceny niezabudowanych gruntów rolnych. Należy analizować rynek nieruchomości przynajmniej raz do roku.

\* \* \*

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy nr NN309134735

## PIŚMIENNICTWO

- Bruce R.W., Sundell D.J., 1977. Multiple regression analysis: history and applications in the appraisal profession. *Real Estate Appraiser* Jan/Feb, 37–44.
- Bitner A., 2007. Konstrukcja modelu regresji wielorakiej przy wycenie nieruchomości. *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 6(4), 59–66.
- Bitner A., 2010. O użyteczności metod statystycznych w wycenie nieruchomości. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 12, 145–158.
- Dydenko J., 2006. Podejście porównawcze w szacowaniu nieruchomości. *Szacowanie nieruchomości*, Dom Wydawniczy ABC, 310–311.
- Eckert J.K. (ed.), 1990. *Property appraisal and assessment administration*. International Association of Assessing Officers, Chicago.
- Gawroński K., Prus B., 2005. Lokalny rynek nieruchomości oraz wybrane czynniki kształtujące ceny nieruchomości rolnych i działek budowlanych na przykładzie miasta Niepołomice. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 4, 7–18.
- Haas G.C., 1922. Sales prices as a Basic for Farm Land Appraisal. *Technical Bulletin* 9, Agricultural Experimental Station, The University of Minnesota, St. Paul.
- Hozer J., Kokot S., Kuźmiński W., 2002. *Metody analizy statystycznej rynku w wycenie nieruchomości*. PFRSM Warszawa.

- Chumek M., Iwaszkiewicz A., 2003. Praktyczne wykorzystanie metod statystyki matematycznej w wycenie nieruchomości. XII Krajowa Konferencja Rzeczoznawców Majątkowych. Kierunki rozwoju w teorii i praktyce wyceny. Koszalin.
- Jennrich R.I., Sampson P.F., 1968. Applications on stepwise regression to nonlinear estimation. *Technometrix* 10, 63–72.
- Parzych P., 2007. Modelowanie wartości nieruchomości zurbanizowanych. *Studia i materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* 15(3–4).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z 21 września 2004 r. w sprawie wyceny nieruchomości i sporządzania operatu szacunkowego (Dz.U. nr 207, poz. 2109 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z 29 czerwca 2005 r. w sprawie powszechnej taksacji nieruchomości (Dz.U. nr 131, poz. 1092).
- Standard III.7. (2004) – Wycena nieruchomości przy wykorzystaniu podejścia porównawczego. Polska Federacja Stowarzyszeń Rzeczoznawców Majątkowych, Warszawa.
- Tomaszewski T. (red.), 1975. *Psychologia*. Wyd. 5. PWN, Warszawa.
- Ustawa z 21 sierpnia 1997 r. o gospodarce nieruchomościami (tekst jedn. Dz.U. z 2010 r., nr 102, poz. 651 z późn. zm.).

#### **APPLICATION OF STEP-WISE REGRESSION TO DETERMINE ATTRIBUTES INFLUENCING THE VALUE OF AGRICULTURAL LANDED PROPERTY BASED ON THE MOSINA COMMUNE**

**Abstract.** The aim of this study was to select factors influencing the value of undeveloped agricultural landed property in the Mosina commune in the years 2004–2007, with particular emphasis on natural and socio-economic values. The study was based on data concerning purchase transactions for undeveloped landed property, obtained from the County Geodesy and Cartographic Documentation Centre in Poznań. The collected data were subjected to multiple regression analysis. Based on the analyses the attributes having a significant effect on the value of landed property and the degree of their impact were identified.

**Key words:** undeveloped landed property, farmland, real property appraisal, statistical methods

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.09.2012