



DOI: 10.18276/sip.2018.54/3-12

Sebastian Gnat*

Uniwersytet Szczeciński

MODEL LOGITOWY JAKO NARZĘDZIE PROGNOZOWANIA OBCIĄŻEŃ PODATKOWYCH DZIAŁEK GRUNTU W WYNIKU WPROWADZENIA PODATKU *AD VALOREM*

Streszczenie

Obowiązujący w Polsce system opodatkowania nieruchomości zurbanizowanych bazuje na powierzchni (w przypadku opodatkowania gruntów) oraz powierzchni użytkowej (w przypadku budynków i lokali). W wielu krajach, także niektórych należących do krajów postsocjalistycznych, obowiązującym system opodatkowania jest system oparty na wartości nieruchomości. W Polsce wielokrotnie rozpoczynano dyskusje polityczne dotyczące reformy opodatkowania nieruchomości. Podstawowa obawa dotycząca podatku od wartości nieruchomości to zwiększenie obciążeń podatkowych. W artykule zaproponowano wykorzystanie modelu logitowego do prognozowania zwiększenia tych obciążeń. Podstawą rozważań było przeprowadzenie (we wcześniejszych badaniach) masowej wyceny gruntów zlokalizowanych na terenie wybranej gminy. Dzięki zastosowaniu modelu logitowego powstaje możliwość prognozy zwiększenia obciążeń podatkowych. Wyniki takich prognoz mogą się przyczynić do zmiany przekonania o tym, że reforma opodatkowania nieruchomości musi doprowadzić do wzrostu obciążeń podatkowych dla każdego podmiotu opodatkowania.

Słowa kluczowe: podatek *ad valorem*, podatek od nieruchomości, model logitowy

* Adres e-mail: sebastian.gnat@usz.edu.pl.

Wstęp

Nieruchomości w Polsce obciążone są podatkiem, który w pewnym uproszczeniu opiera się na ich powierzchni. W zasadzie od początku transformacji ustrojowej rozpoczęły się dyskusje na temat reformy opodatkowania nieruchomości. Alternatywą dla powierzchni jako podstawy opodatkowania jest wartość nieruchomości określona w ustawie o gospodarce nieruchomościami jako wartość katastralna. Wielu specjalistów z zakresu podatków podnosi, że istniejące sposoby opodatkowania nieruchomości wymagają reformy. Podstawowe zarzuty dla obecnych rozwiązań w zakresie podatku od nieruchomości dotyczą niedostosowania do współczesnych realiów oraz nierealizowania funkcji podatku majątkowego (Etel, Dowgier, 2013). Podatek od nieruchomości nie realizuje także funkcji pozafiskalnych. Nie jest on wykorzystywany jako instrument prowadzenia racjonalnej polityki gospodarowania przestrzenią (Wójtowicz, 2006; Gnat, Skotarczak, 2006). Wskazuje się, że reforma systemu opodatkowania nieruchomości pozwoliłaby na zwiększenie autonomii fiskalnej samorządów, poprawiłaby stabilność własnych źródeł dochodów, zwiększyłaby szanse na inwestycje infrastrukturalne (Wołowicz, 2003). Badacze zajmujący się tym tematem wskazują, że podatek *ad valorem* pozwoli lokalnym społecznościom lepiej dostrzec związek między stawianymi wobec władzy żądaniami a źródłami ich finansowania, co zwiększyłoby poczucie sensu i sprawiedliwości systemu opodatkowania nieruchomości. Nastąpiłoby też „zwiększanie lokalnej demokracji za pośrednictwem przejrzystości omawianego źródła dochodów, co pozwala na ocenę wykorzystania środków i egzekwowania odpowiedzialności z tego tytułu przez władze samorządowe” (Piekut, 2014, s. 88). Pomimo toczonych na niwie naukowej, politycznej i prasowej dyskusji oraz wielokrotnych prób wskazywania zalet opodatkowania wartości nieruchomości jego wprowadzenie nie wydaje się obecnie w Polsce możliwe. Istnieje wiele powodów takiej sytuacji. Są one zarówno natury społeczno-politycznej, jak i ekonomiczno-organizacyjnej. Opinia publiczna w kontekście podatku od wartości nieruchomości (podatku *ad valorem*) jest dość jednoznacznie negatywna. Istnieje wiele obaw co do wysokości podatku; wskazuje się, że proces służący ustaleniu podatku katastralnego będzie skomplikowany i kosztowny.

Głównym panującym przekonaniem jest to, że podatek katastralny doprowadzi do gwałtownego wzrostu obciążeń podatkowych. W artykule zaprezentowano kontynuację badań nad potencjalnymi skutkami wprowadzenia podatku *ad valorem*. Analizie poddawano potencjalne wzrosty wpływów do budżetu gminy czy strukturę działek cechujących się wzrostem i spadkiem obciążeń podatkowych (zob. Gnat,

2010, 2016). Biorąc pod uwagę to, że główną obawę dla właścicieli nieruchomości stanowi fakt zwiększenia obciążeń podatkowych z tytułu posiadania nieruchomości, dokonano próby wykorzystania modelu logitowego do prognozy zwiększenia tego obciążenia. Modele logitowe znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach nauki i praktyki (Kasprzyk, Fura, 2011; Bieszk-Stolorz, 2013). Modele tego typu również znajdują zastosowanie na rynku nieruchomości (Batóg, Foryś, 2011). Artykuł ma na celu przedstawienie możliwości wykorzystania modelu logitowego do prognozowania zwiększenia obciążeń podatkowych ze względu na cechy nieruchomości stanowiące podstawę ich wyceny wraz z określeniem skuteczności zbudowanych prognoz. Mając do dyspozycji dobrze wyspecyfikowany model oraz dane dotyczące określonych cech nieruchomości, można przeprowadzić proces prognozowania wzrostu obciążeń podatkowych, które, co pokazały wcześniejsze symulacje, nie muszą dotyczyć wszystkich nieruchomości objętych nowym podatkiem. Odpowiednio skalkulowana stawka podatku od wartości może się przyczynić do zaistnienia pozytywnych aspektów tego sposobu opodatkowania nieruchomości, a jednocześnie nie dopuścić do powszechnego i znaczącego wzrostu obciążeń podatkowych. W tym kontekście proponowany model może się przyczynić do zmniejszenia negatywnego nastawienia społecznego do reformy opodatkowania nieruchomości. W opracowaniu bazowano na wynikach przeprowadzonej na potrzeby wcześniejszych analiz masowej wyceny gruntów zlokalizowanych na terenie jednej z gmin województwa zachodniopomorskiego oraz na bieżących obciążeniach obecnie obowiązującym podatkiem od nieruchomości. Analizie poddano jedynie działki gruntu. Zaproponowano kilka potencjalnych stawek podatku od wartości. Dla nowych obciążeń podatkowych i zestawionych z nimi bieżących wymiarów podatku stworzono zmienne objaśniane opisujące fakt wzrostu lub spadku obciążenia podatkowego dla każdej z badanych działek gruntu. Te zmienne wraz z cechami opisującymi działki gruntu stanowiły podstawę do oszacowania modeli logitowych.

1. Model logitowy

Przedmiotem wyjaśnienia w dwumianowych modelach logitowych jest prawdopodobieństwo p_i przyjmowania przez zmienną y_i jednej z dwu możliwości (Zeliaś, Pawełek, Wanat, 2004; Ostasiewicz, 1999). Jeżeli y_i przyjmuje wartość 0 lub 1 (dla odpowiednich wariantów zmiennej jakościowej), gdzie i oznacza jednostkę ekonomiczną, to: $P(y_i = 1) = p_i$, $P(y_i = 0) = 1 - p_i$. Prawdopodobieństwo to jest

funkcją F wektora zmiennych objaśniających x_i oraz wektora parametrów β . W zależności od typu funkcji F wyróżnia się kilka rodzajów modeli dwumianowych: liniowy model prawdopodobieństwa, model probitowy i model logitowy. W modelu logitowym przyjmuje się założenie, że prawdopodobieństwo p_i odpowiada dystrybucji rozkładu logistycznego:

$$p_i = F(x_i^T \beta) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon)}, \quad (1)$$

gdzie:

X_1, \dots, X_k – zmienne objaśniające,

β_1, \dots, β_k – parametry strukturalne,

ε – składnik losowy.

Funkcję odwrotną do F nazywa się logitem, który oznaczony będzie jako L :

$$L = \ln \frac{p_i}{1 - p_i}. \quad (2)$$

Logit jest logarytmem ilorazu szans wystąpienia i niewystąpienia prognozowanego zdarzenia, które w badaniu oznacza zwiększenia obciążenia podatkowego z tytułu posiadania nieruchomości na skutek wprowadzenia podatku *ad valorem*.

Po przekształceniu logitowym można przystąpić do badania zależności pomiędzy wartościami logitu a zmiennymi objaśniającymi będącymi odpowiednimi wskaźnikami finansowymi, przyjmując najczęściej liniowy model ekonometryczny o postaci:

$$L = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon. \quad (3)$$

Parametry powyższego modelu można szacować metodą największej wiarygodności. Model pozwala ustalić zarówno prognozę prawdopodobieństwa, jak i prognozę zmiennej y . Przekształcenie prawdopodobieństwa na zmienną dychotomiczną odbywa się według standardowej zasady prognozy: $\hat{y} = 1$, jeżeli $p_i > 0,5$, oraz $\hat{y} = 0$, jeżeli $p_i \leq 0,5$. Po przekształceniu prawdopodobieństwa na $y = 0$ i $y = 1$ możliwa jest ocena jakości prognoz przy wykorzystaniu macierzy klasyfikacji.

2. Prognozowanie zwiększenia obciążeń podatkowych

Na podstawie danych dotyczących wysokości bieżących obciążeń podatkowych oraz oszacowanych wartości działek gruntu, a także przyjętych stawek podatku katastralnego określono różnice w obciążeniach podatkowych.

Założono kilka stawek procentowych podatku *ad valorem*. Wspecyfikowane stawki ustalono na poziomach gwarantujących gminie dochody z opodatkowania wartości nieruchomości na poziomach wynoszących 100, 150 oraz 200% obecnych dochodów z opodatkowania powierzchni. Nie analizowano stawek, które pozwalałyby uzyskać jeszcze większe przyrosty dochodów, z uwagi na to, że stawki takie dla specyficznych grup nieruchomości powodują znaczący (wielokrotny) wzrost obciążeń podatkowych (zob. Gnat, 2009).

Tabela 1. Stawki procentowe podatku *ad valorem* w zależności od zakładanej relacji dochód w stosunku do podatku od nieruchomości naliczanego od powierzchni w badanej gminie

Dochody z podatku <i>ad valorem</i> jako procent dochodów z podatku od powierzchni	Stawka procentowa podatku <i>ad valorem</i>
100	0,36
150	0,54
200	0,72

Źródło: opracowanie własne.

Na tej podstawie stworzono trzy wektory zmiennej objaśnianej Y , w których 0 oznacza zmniejszenie obciążenia podatkowego, natomiast 1 oznacza zwiększenie obciążenia podatkowego z tytułu posiadania nieruchomości. Zbiór działek gruntów, które stanowiły przedmiot badania, obejmował 2337 działek gruntu sklasyfikowanych w EGiB jako działki zurbanizowane, a więc takie, które obecnie są przedmiotem opodatkowania podatkiem od nieruchomości. W procesie wyceny nieruchomości, który został przeprowadzony przy użyciu Szczecińskiego Algorytmu Masowej Wyceny Nieruchomości (Hozer, Forys, Zwolankowska, Kokot, Kuźmiński, 1999), działki zostały opisane za pomocą następujących cech:

- powierzchnia – duża (powyżej 5000 m²), średnia (między 1000 a 5000 m²), mała (poniżej 1000 m²) – x_1 ,
- położenie – niekorzystne (działki zlokalizowane w najmniejszych miejscowościach i na obrzeżach większych miejscowości), przeciętne (działki

zlokalizowane w większych miejscowościach), korzystne (działki zlokalizowane na terenach uznawanych przez potencjalnych uczestników rynku za atrakcyjne) – x_2 ,

- c) uzbrojenie techniczne – niepełne (zazwyczaj bez sieci kanalizacyjnej), pełne – x_3 ,
- d) kształt – zły (trudny w zabudowie, działki wąskie, o nieregularnym kształcie), dobry (zbliżony do kwadratu lub prostokąta, łatwy w zabudowie i korzystaniu) – x_4 ,
- e) sposób wykorzystania – gospodarcze, przemysłowe, wielorodzinne, jednorodzinne, komercyjne – x_5 .

Cechy te wykorzystano jako zmienne objaśniające przy szacowaniu modeli logitowych.

2.1. Model I (stawka podatku *ad valorem* 0,36%)

Wyniki oszacowania modeli logit dla stawki podatku od wartości nieruchomości wynoszącej 0,36% zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki estymacji modelu przy założeniu stawki podatku *ad valorem* 0,36%

zmienna	ocena parametru (β)	błąd standardowy	t stat	$\exp(\beta)$
Stała	-14,61	0,78	-18,62	4,52E-07
x_1	1,74	0,16	10,71	5,70
x_2	3,64	0,23	15,56	38,09
x_3	0,092	0,21	0,44	1,10
x_4	0,83	0,40	2,07	2,29
x_5	2,77	0,16	17,27	15,96

Źródło: opracowanie własne.

Skorygowany współczynnik determinacji wyniósł dla tego modelu 69,8%. Świadczy to o satysfakcjonującym dopasowaniu oszacowanego modelu.

W tabeli 3 przedstawiono wyniki klasyfikacji działek gruntu do grup wzrostu i spadku obciążeń podatkowych.

Tabela 3. Macierz klasyfikacji działek gruntu

		Przewidywane		
		spadek obciążenia podatkowego	wzrost obciążenia podatkowego	razem
Empiryczne	spadek obciążenia podatkowego	1008	54	1062
	wzrost obciążenia podatkowego	146	1129	1275
	razem	1154	1183	2337

Źródło: opracowanie własne.

Liczba przypadków poprawnej predykcji wynosi 2137, czyli 91,4%.

2.2. Model II (stawka podatku *ad valorem* 0,54%)

Wyniki oszacowaniu modeli logit dla stawki podatku od wartości nieruchomości wynoszącej 0,54% zaprezentowano w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki estymacji modelu przy założeniu stawki podatku *ad valorem* 0,54%

zmienna	ocena parametru (β)	błąd standardowy	t stat	$\exp(\beta)$
Stała	-18,12	2,01	-8,99	1,35E-08
x_1	1,77	0,33	5,4	5,87
x_2	6,17	1,03	6,03	478,19
x_3	-1,52	1,27	-1,20	0,22
x_4	2,00	0,46	4,33	7,39
x_5	5,17	0,52	10,05	175,91

Źródło: opracowanie własne.

Skorygowany współczynnik determinacji wyniósł dla tego modelu 89,1%. Świadczy to o bardzo wysokim dopasowaniu oszacowanego modelu.

W tabeli 5 przedstawiono wyniki klasyfikacji działek gruntu do grup wzrostu i spadku obciążeń podatkowych.

Tabela 5. Macierz klasyfikacji działek gruntu

		Przewidywane		
		spadek obciążenia podatkowego	wzrost obciążenia podatkowego	razem
Empiryczne	spadek obciążenia podatkowego	650	31	681
	wzrost obciążenia podatkowego	23	1633	1656
	razem	673	1664	2337

Źródło: opracowanie własne.

Liczba przypadków poprawnej predykcji wynosi 2283, czyli 97,7%.

2.3. Model III (stawka podatku *ad valorem* 0,72%)

Wyniki oszacowaniu modeli logit dla stawki podatku od wartości nieruchomości wynoszącej 0,72% zaprezentowano w tabeli 6.

Tabela 6. Wyniki estymacji modelu przy założeniu stawki podatku *ad valorem* 0,72%

zmienna	ocena parametru (β)	błąd standardowy	t stat	$\exp(\beta)$
Stała	-10,6	1,04	-10,14	2,49E-05
x_1	1,74	0,23	7,65	5,70
x_2	2,3	0,28	8,17	9,97
x_3	1,77	0,82	2,17	5,87
x_4	1,95	0,35	5,58	7,03
x_5	3,98	0,34	11,59	53,52

Źródło: opracowanie własne.

Skorygowany współczynnik determinacji wyniósł dla tego modelu 81,9%. Świadczy to o wysokim dopasowaniu oszacowanego modelu.

W tabeli 7 przedstawiono wyniki klasyfikacji działek gruntu do grup wzrostu i spadku obciążeń podatkowych.

Tabela 7. Macierz klasyfikacji działek gruntu

		Przewidywane		
		spadek obciążenia podatkowego	wzrost obciążenia podatkowego	razem
Empiryczne	spadek obciążenia podatkowego	491	31	522
	wzrost obciążenia podatkowego	76	1739	1815
	razem	567	1770	2337

Źródło: opracowanie własne.

Liczba przypadków poprawnej predykcji wynosi 2230, czyli 95,4%.

Prognoza zwiększenia obciążeń podatkowych odbywa się poprzez podstawienie do jednego z oszacowanych modeli wartości zmiennych objaśnianych oraz porównanie uzyskanego prawdopodobieństwa z wartością graniczną $p = 0,5$. Przykładowo dla nieruchomości, która charakteryzuje się następującymi walorami:

- a) powierzchnia – mała (poniżej 1000 m²) – 2,
- b) położenie – przeciętne (działki zlokalizowane w większych miejscowościach) – 1,
- c) uzbrojenie techniczne – niepełne (zazwyczaj bez sieci kanalizacyjnej) – 0,
- d) kształt – dobry (zbliżony do kwadratu lub prostokąta, łatwy w zabudowie i korzystaniu) – 1,
- e) sposób wykorzystania – jednorodzinne – 3.

Wartość prawdopodobieństwa przy stawce podatku katastralnego 0,36% wynosi 0,83. Oznacza to, że dla takich nieruchomości należy się spodziewać wyższego obciążenia podatkowego w stosunku do obowiązującego podatku od nieruchomości opartego na powierzchni gruntu. W przypadku danych dla stawek 0,54% oraz 0,72% prawdopodobieństwo wzrostu obciążeń podatkowych jest jeszcze wyższe, co jest logiczną konsekwencją wyższych kwot podatku *ad valorem* przy wyższych stawkach procentowych.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono zastosowanie modeli logitowych do prognozowania wzrostu obciążeń podatkowych na skutek wprowadzenia podatku *ad valorem*. Jakość uzyskanych prognoz jest wysoka i wynosi ponad 90%. Oznacza to, że wykorzystany

model jest skutecznym narzędziem pozwalającym osobom zainteresowanym (w największym stopniu podmiotom opodatkowania) ocenić, czy w ich przypadku można się spodziewać wzrostu obciążeń podatkowych. Możliwość prowadzenia prognoz w zakresie potencjalnego wzrostu obciążeń podatkowych wynikających z reformy opodatkowania nieruchomości jest istotnym elementem badań nad potencjalnymi skutkami wprowadzenia wartości nieruchomości jako podstawy ich opodatkowania. Wokół podatku katastralnego narosło wiele mitów wywołanych głosami nieznającymi potwierdzenia w badaniach. Z wcześniejszych analiz wynika, że przy odpowiednio dobranej stawce podatku *ad valorem* wzrost tych obciążeń nie jest powszechny, w związku z tym zaprezentowany model może się przyczynić do złagodzenia powszechnej opinii o znaczących wzrostach obciążeń podatkowych dla każdej nieruchomości.

Literatura

- Batóg, B., Foryś, I. (2011). Modele logitowe w analizie transakcji na warszawskim rynku mieszkaniowym. *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 19 (3), 33–48.
- Biesz-Stolorz, B. (2013). Wykorzystanie modelu logitowego do analizy bezrobocia wśród osób niepełnosprawnych w Polsce w 2010 roku. *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania*, 31, 65–74.
- Etel, L., Dowgier, R. (2013). *Podatki i opłaty lokalne – czas na zmiany*. Białystok: Temida 2.
- Gnat, S. (2010). Analysis of the Effects of Replacing Current Property Tax with ad Valorem Property Tax in a Sample Municipality. *Folia Oeconomica Stetinensia*, 8 (16), 82–98.
- Gnat, S. (2016). Powierzchniowy a katastralny system opodatkowania nieruchomości – symulacja wybranych skutków fiskalnych. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sectio H. Oeconomia*, 50 (1), 371–380.
- Gnat, S., Skotarczak, M. (2006). Analiza rozkładów stawek podatków lokalnych w gminach województwa zachodniopomorskiego w latach 2002–2004. W: J. Hozer (red.), *Koniunktura gospodarcza a rynek nieruchomości* (s. 74–82). Szczecin: Uniwersytet Szczeciński, Instytut Analiz, Diagnoz i Prognoz Gospodarczych.
- Hozer, J., Foryś, I., Zwolankowska, M., Kokot, S., Kuźmiński, W. (1999). *Ekonometryczny algorytm masowej wyceny nieruchomości gruntowych*. Szczecin: Uniwersytet Szczeciński, Stowarzyszenie Pomoc i Rozwój.
- Kasprzyk, B., Fura, B. (2011). Wykorzystanie modeli logitowych do identyfikacji gospodarstw domowych zagrożonych ubóstwem. *Wiadomości Statystyczne*, 6 (601), 1–16.
- Ostasiewicz, W. (red.) (1999). *Statystyczne metody analizy danych*. Wrocław: Wyd. AE we Wrocławiu.

- Piekut, J. (2014). Wady i zalety wprowadzenia podatku katastralnego. *Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula*, 3 (41), 82–90.
- Wołowicz, T. (2003). Reforma systemu opodatkowania nieruchomości w Polsce szansą pobudzenia rozwoju lokalnego i regionalnego samorządów terytorialnych. *Studia Regionalne i Lokalne*, 4 (14), 125–137.
- Wójtowicz, K. (2006). *Analiza potencjalnych skutków reformy systemu opodatkowania nieruchomości w Polsce. Finanse publiczne*. Lublin: Wyd. UMCS.
- Zeliaś, A., Pawełek, B., Wanat, S. (2004). *Prognozowanie ekonomiczne*. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN.

UTILISATION OF LOGIT MODELS FOR FORECASTING OF PROPERTIES' TAX BURDEN INCREASE AS A RESULT OF INTRODUCTION OF AD VALOREM TAX

Abstract

The system of taxation of urbanized real estate in Poland is based on the area (in the case of taxation of land) and usable area (in the case of buildings and premises). In many countries, including some post-socialist countries, the taxation system is based on the value of property. In Poland, political discussions on the reform of property taxation have repeatedly started. The main concern about the property value tax is the increase of the tax burden. The article proposes the use of a logit model for forecasting the increase of these burdens. The basis for the considerations was to carry out (presented in previous surveys) a mass valuation of the land located in the area of the specified commune. Thanks to the logit model, it is possible to forecast an increase in the tax burden. The results of such forecasts may contribute to a change in the belief that the property tax reform must lead to an increase in the tax burden for each taxable entity.

Translated by Sebastian Gnat

Keywords: property taxation, logit models

JEL Codes: C25, C51, H71