

Kliber P., Stefański A. (2003), *Modele ekonometryczne w opisie wartości rezydualnej inwestycji*, „Oeconomia Copernicana”, nr 3, ss. 49-63, DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/OeC.2013.022>

*Paweł Kliber**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

*Artur Stefański**

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

Modele ekonometryczne w opisie wartości rezydualnej inwestycji

Klasyfikacja JEL: *G32*

Słowa kluczowe: *wartość rezydualna, ocena efektywności inwestycji*

Abstrakt: *Celem artykułu jest ustalenie wpływu: czasu analizy, metody wyceny wartości rezydualnej, stopy dyskontowej i sektora gospodarczego inwestora na wartość wskaźnika relacji wartości rezydualnej wobec wartości początkowej przedmiotu inwestycji. W pracy, w oparciu o 43 obserwacje inwestycji polegających na zakupie samochodu dostawczego o ładowności do 3,5 tony inwestorów z sektora MSP, przygotowano modele: logitowy, probitowy, tobitowy oraz logito-*

© Copyright Instytut Badań Gospodarczych & Polskie Towarzystwo Ekonomiczne Oddział w Toruniu

Tekst wpłynął 2 marca 2013 r., został zaakceptowany do publikacji 12 czerwca 2013 r.

* Dane kontaktowe autora: p.kliber@ue.poznan.pl, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań; artur.stefanski@wsb.poznan.pl, Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu, al. Niepodległości 2, 61-874 Poznań

wo-tobitowy wyjaśniające opisaną w celu artykułu zależność. Wszystkie modele okazały się istotne statystycznie. Z kolei niezależnie od modelu istotną statystycznie zmienną objaśniającą jest okres analizy. Wraz z wydłużaniem okresu analizy wartość wskaźnika zmiennej objaśnianej maleje. Dla porównania modeli wykorzystano kilka wskaźników: MSE, RMSE, MAE, MAPE. Najlepsze dopasowanie zaobserwowano dla modelu logitowo-tobitowego.

Econometric Models in Resident Value of Investment

JEL Classification: G32

Keywords: *resident value, estimation of investment's efficiency*

Abstract: *The aim of the study is to analyze what is the impact of: analyze period, resident value estimation method, discount rate and economic sector of the investor on the level of resident value to initial value of investment ratio. In the article, basing on 43 investments made by investors from MSP sector whose purpose was to purchase truck car of capacity to 3,5t, four econometric models were prepared: logit, probit, tobit, and logit-tobit to explain the dependence described in the aim of the study. All models are statistically important. In all models only one independent variable is always statistically important – analyze period. The longer analyze period is, the smaller resident value to initial value of investment ratio is. In order to compare models: MSE, RMSE, MAE, MAPE ratios were used. The best adaptation to data was observed when logit-tobit model is used.*

Wprowadzanie

Wartość rezydualna przedmiotu inwestycji jest jednym z istotnych elementów typowej procedury oceny efektywności inwestycji. Definiowana jest najczęściej jako wartość majątku inwestycyjnego w chwili jego likwidacji (zarówno majątku trwałego, jak i kapitału obrotowego netto) pomniejszona o koszty likwidacji, końcową wartość księgową likwidowanego majątku i podatek dochodowy od zysku z tytułu tej likwidacji. W literaturze przedmiotu zwraca się uwagę, że należy rozróżniać pojęcia wartości końcowej i wartości rezydualnej, a traktowanie ich jako synonimów nie wydaje się uprawnione, ponieważ wartość końcowa używana jest do określania wartości, jaką cały analizowany projekt będzie posiadał w chwili zakończenia określonego okresu inwestycyjnego, zaś w przypadku wartości rezydualnej

zwykle mówi się wyłącznie o tych obiektach, które faktycznie będą mogły być sprzedane (Czarnek 2010, s. 56).

Wartość rezydualna jest jednym z tych elementów, który bezpośrednio wpływa na ocenę efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, zwykle poprawiając wskaźniki efektywności inwestycji. Warto pamiętać, że wartość rezydualna nie zawsze będzie zwiększała przepływy netto dla realizowanego przedsięwzięcia (por. Gil 2008, s. 94), bowiem wystąpić mogą sytuacje, kiedy koszty likwidacji majątku przewyższą jego cenę sprzedaży. Wówczas należałoby dodatkowo pamiętać, że likwidacja majątku ze stratą zmniejszy podstawę opodatkowania, co w wartości rezydualnej także należałoby uwzględnić, a zatem jej suma jest równa stracie z likwidacji składników majątkowych skorygowanej o zmniejszenie podatku dochodowego (Rogowski 2006, s. 49).

Wartość rezydualna może zależeć od wielu czynników, takich jak: przedmiot wyceny, jego wartość początkowa, sposób dokonywanej wyceny, czas analizy itp. W niniejszym opracowaniu skoncentrowano się na próbie ustalenia zależności między wybranymi czynnikami (czasem analizy, metodą wyceny, stopą dyskontową, sektorem gospodarczym, w którym inwestor prowadzi działalność gospodarczą), które mogą wpłynąć na wartość rezydualną, a samą wartością. Ponieważ kwota bezwzględna wartości rezydualnej nie jest obiektywną miarą, nie uwzględnia choćby skali działania podmiotu, dlatego na potrzeby analizy wybrano dwa wskaźniki, które relatywizują wartość rezydualną wobec wartości początkowej przedmiotu inwestycji oraz wobec NPV. W myśl stosowanej metodyki, opisanej dalej, zmienne objaśniane powinny zawierać się w przedziale $[0,1]$. W badanej populacji zdarzały się wartości zmiennych równo 0, natomiast w przypadku wskaźnika relacji wartości rezydualnej wobec NPV występowały także przypadki, w których przekraczał on 1, dlatego ostatecznie jako zmienną objaśnianą wybrano relację wartości rezydualnej wobec wartości początkowej przedmiotu inwestycji.

Celem artykułu jest ustalenie wpływu czasu analizy, metody wyceny wartości rezydualnej, stopy dyskontowej i sektora gospodarczego inwestora na wartość wskaźnika relacji wartości rezydualnej wobec wartości początkowej przedmiotu inwestycji.

Jest to o tyle istotne zagadnienie, że potencjalnym inwestorom, bankom itp. może ułatwić podejmowanie decyzji, bowiem może wskazać na czynniki pośrednio zwiększające ocenę efektywności inwestycji i ujednoczyć proces wyceny wartości rezydualnej w stosowanej procedurze.

Próba badawcza

Zaprezentowane w niniejszym opracowaniu dane pochodzą z wniosków o kredyty inwestycyjne składanych przez małe i średnie przedsiębiorstwa z terenu województw: wielkopolskiego, zachodniopomorskiego i lubuskiego. Wnioski kredytowe były składane w latach 2010–2011 w 22 bankach spółdzielczych działających także na terenie tych samych województw (19 z nich ma siedzibę w Wielkopolsce). Dane zbierane⁴¹ były w okresie od stycznia do maja 2012 roku. Pochodzą od 691 podmiotów gospodarczych, przy czym w tej populacji nie uwzględniono rolników indywidualnych. Łączna liczba udostępnionych wniosków kredytowych wyniosła 732 i była o kilka procent (blisko 6%) większa niż liczba podmiotów, ponieważ niektórzy przedsiębiorcy złożyli w tym czasie więcej niż jeden wniosek kredytowy.

W całkowitej liczbie zebranych wniosków kredytowych 198 stanowiły wnioski o kredyt inwestycyjny. Złożone wnioski kredytowe różniły się znacząco w zakresie przedmiotu inwestycji, były wśród nich i inwestycje związane z zakupem nieruchomości, i z budową magazynów oraz biurówca, z zakupem wartości niematerialnych i prawnych, z zakupem maszyn i urządzeń, czy z zakupem środków transportu. Na potrzeby analizy wyselekcjonowano wnioski o jednolitym przedmiocie inwestycji. Z uwagi na największą porównywalność przedmiotu i liczebność dostępnych wniosków kredytowych uwaga skupiła się na środkach transportu jako przedmiocie inwestycji. Wzięto pod uwagę wnioski kredytowe na zakup samochodów dostawczych do 3,5 ton ładowności. Takich wniosków zebrano 43, przy czym różnią się one szczegółowym przedmiotem (np. marką), jego parametrami technicznymi czy wartością początkową, jednak przedmiot pełni zbliżone funkcje gospodarcze u każdego z inwestorów (kredytobiorców).

⁴¹ Dane gromadzone były głównie przy realizacji projektu „Naukowcy w wielkopolskich firmach – staże badawcze szansą podniesienia innowacyjności i konkurencyjności kluczowych branż dla regionu” (POKL.08.02.01-30-004/11) we współpracy z SBG Bank S.A. i zrzeszonymi bankami spółdzielczymi, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. O udostępnienie danych poproszone zostały także inne banki zrzeszone w SGB S.A., których siedziby znajdują się poza województwem wielkopolskim.

Metodyka badania

Zmienną objaśnianą w niniejszym badaniu jest wskaźnik w postaci stosunku wartości rezydualnej do wartości początkowej przedmiotu inwestycji.

Zmiennymi objaśniającymi są: okres analizy, zastosowana metoda wyceny wartości rezydualnej, stopa dyskontowa i sektor, w którym inwestor prowadzi działalność gospodarczą. W przypadku zmiennej opisanej jako metoda wyceny wartości rezydualnej przedmiotu inwestycji należy zauważyć, że w badanej populacji stosowane były dwie metody: rynkowa i księgową. W badaniu stosowano modele regresji nieliniowej ze zmiennymi zerjedynkowymi, opisującymi określoną metodę wyceny. Aby uniknąć współliniowości w równaniu modelu można uwzględnić tylko jedną metodę wyceny. Podobny sposób postępowania zastosowano w przypadku sektora, w którym inwestor prowadzi działalność gospodarczą. Generalnie w badanej populacji inwestorzy reprezentowali sektory: usługowy, handlowy i produkcyjny. Również potrzeba eliminacji współliniowości zmiennych wymusiła dwie zmienne zerjedynkowe, odpowiadające dwóm sektorom. Przeprowadzone testy na innych parach zmiennych objaśniających pozwoliły na uzyskanie podobnych rezultatów, zatem w artykule omówione zostaną losowo wybrane cechy zmiennych objaśniających.

Zmienna objaśniana ma dwie ważne cechy:

- jest z przedziału $[0,1]$,
- jest „ucięta” (oznacza to, że niektóre obserwacje mają wskaźnik wynoszący 0, takich przypadków jest 6 na 43 obserwacje łącznie).

W zakresie cechy pierwszej odpowiednio byłyby przekształcenie typu $f : R \rightarrow (0, 1)$, czyli na przykład przekształcenie logitowe lub probitowe. Takie postępowanie nie zezwala jednak na wartości z granic przedziału (w tym przypadku 0). Z kolei w związku z drugą cechą właściwym mógłby być model tobitowy (Maddala 2006, s. 383) z „ucięciem” na 0, jednak wówczas zmienna objaśniana może przybierać dowolne wartości, co z kolei jest niezgodne z cechą pierwszą. Z tego powodu w referacie określony zostanie własny model logitowo-tobitowy, który pozwala na połączeniu obu cech.

W pracy zastosowane zostaną trzy rozwiązania. Przygotowane zostaną:

- model logitowy,
- model tobitowy,
- opracowany własny model logitowo-tobitowy.

Model logitowy lub probitowy

Niech $G : R \rightarrow (0, 1)$ będzie funkcją rosnącą. Określmy zmienną z jako:

$$z = G^{-1}(y),$$

gdzie y to zmienna objaśniana, czyli w naszym przypadku – stosunek wartości rezydualnej do początkowej wartości inwestycji. Oczywiście $z \in R$ – przekształcona zmienna może przyjmować dowolne wartości rzeczywiste. Szacowany model ma postać:

$$y_i = G(\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_M x_{M,i} + \varepsilon_i),$$

gdzie x_1, \dots, x_M to przyjęte zmienne objaśniające, opisujące zmienną objaśnianą, natomiast ε_i to zakłócenia losowe w modelu, o których przyjmuje się standardowe założenia, $\varepsilon_i \sim iidN(0, \sigma^2)$. Model można zapisać w następującej postaci:

$$z_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_M x_{M,i} + \varepsilon_i,$$

Stosując przekształcenie G^{-1} do wszystkich obserwacji zmiennej y , model można estymować klasyczną metodą najmniejszych kwadratów (MKN) – po przekształceniu jest to model liniowy, a zmienną objaśnianą jest z . Oczywiście, należy najpierw odrzucić wszystkie obserwacje, w których $y = 0$.

Jako przekształcenie G można wziąć:

Przekształcenie logitowe:

$$G(z) = \frac{e^z}{1 + e^z}.$$

Wówczas

$$G^{-1}(y) = \ln \frac{y}{1-y} = \ln y - \ln(1-y).$$

Przekształcenie probitowe:

$$G(z) = \Phi(z),$$

gdzie Φ jest dystrybuantą standardowego rozkładu normalnego, wówczas:

$$G^{-1}(y) = \Phi^{-1}(y) = u(y),$$

gdzie u jest funkcją kwantylową rozkładu $N(0, 1)$.

Model tobitowy

W tym podejściu zakładamy, że zależność pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi jest liniowa:

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_M x_{M,i} + \varepsilon_i,$$

przy czym możliwa jest obserwacja jedynie dodatnich wartości zmiennej. A zatem obserwacje są określone następująco:

$$y_i = \begin{cases} y_i^*, & \text{jesli } y_i^* > 0, \\ 0, & \text{jesli } y_i^* \leq 0. \end{cases}$$

Modelu nie można estymować metodą najmniejszych kwadratów – błąd ε_i nie ma rozkładu normalnego, a w szczególności $E[\varepsilon_i] \neq 0$. Estymację przeprowadzono metodą największej wiarygodności (ML).

Model logitowo-tobitowy

Niech $G: R \rightarrow (0, 1)$ będzie funkcją rosnącą. Zakładając, że

$$y_i^* = G(\beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \dots + \beta_M x_{M,i} + \varepsilon_i),$$

gdzie $\varepsilon_i \sim iidN(0, \sigma^2)$. Obserwuje się tylko te wartości y_i^* , które przekraczają pewien poziom progowy a , w przeciwnym przypadku mamy zera:

$$y_i = \begin{cases} y_i^*, & \text{jesli } y_i^* > a \\ 0, & \text{jesli } y_i^* \leq a. \end{cases}$$

Jako funkcję G można przyjąć funkcję logitową lub probitową. Tu przyjęto logitową. Oznaczono też $\alpha = G^{-1}(a)$. Parametrami modelu są zatem: α , σ^2 oraz wektor $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_M)$. Model estymowano metodą największej wiarygodności (ML). Odchylenia standardowe oszacowań parametrów wyznaczono na podstawie asymptotycznych własności estymatora ML, korzystając z macierzy informacyjnej Fishera.

Wyniki badania

W każdym z zastosowanych modeli zestaw zmiennych wygląda następująco:

- a) zmienna objaśniana – relacja wartości rezydualnej do wartości początkowej,
- b) zmienne objaśniane:
 - czas (czas),
 - stopa dyskontowa (stopa),
 - wycena księgową (wyc_k),
 - sektor usługowy (sek_u),
 - sektor handlowy (sek_h),
 - stała (C).

Zmienna objaśniana w badanej populacji zawiera się w przedziale od 0 do 0,41, średnia wynosi 0,2, a odchylenie standardowe 0,1.

Przeciętny czas analizy w rozpatrywanych przypadkach wynosi 4,5 roku, a zawiera się w przedziale od 3 do 6 lat. Najczęściej analiza prowadzona była w perspektywie 5 lat. Z kolei stopa dyskontowa zawiera się między 5%, a 12%, a średnia jej wartość wynosi 7,9%. W badanej populacji wartość przedmiotu inwestycji wyceniano wykorzystując metodę księgową w 11 przypadkach, w 32 przypadkach zastosowano natomiast metodę rynkową. Inwestorzy reprezentowali trzy sektory gospodarcze, najczęściej działali w sektorze handlowym (20 obserwacji na 43, tj. 46,5%), sektor usługowy był reprezentowany przez 14 inwestorów, zaś produkcyjny był reprezentowany najrzadziej, bo stanowił jedynie 9 przypadków.

Model logitowy

W oparciu o zaprezentowaną powyżej metodykę postępowania i na podstawie zebranego materiału empirycznego opracowano model logitowy wyjaśniający zmienność relacji między kwotą wartości rezydualnej a kwotą wartości początkowej przedmiotu inwestycji. Po oszacowaniu ma on następującą postać:

$$z = 0,546452 - 0,368266 \text{ czas} + 0,50755 \text{ stopa} - 0,149177 \text{ sek}_u - 0,2268 \text{ sek}_h - 0,182407 \text{ wyc}_k,$$

gdzie z to wartość zmiennej objaśnianej y (tj. stosunku wartości rezydualnej do wartości początkowej) przekształcona funkcją odwrotną do funkcji logitowej.

Tabela 1. Wyniki oszacowania modelu logitowego

Zmienna	Współczynnik	Statystyka t-Studenta	Wartość p
C	0,5464	1,7086	0,09752
Czas	-0,3683	-5,7197	<0,00001
Stopa	0,5076	0,1780	0,85992
sek_u	-0,1492	-1,1228	0,27015
sek_h	-0,2268	-1,7920	0,08290
wyc_k	-0,1824	-1,3727	0,17968
<hr/>			
<i>Wsp. determ. R-kwadrat</i>	<i>0,56191</i>	<i>F(5, 31)</i>	<i>7,9514</i>
<i>Skorygowany R-kwadrat</i>	<i>0,4912</i>	<i>Wartość p dla testu F</i>	<i>0,000065</i>

Źródło: opracowanie własne.

Zmiennymi istotnie wpływającymi na zmienność wskaźnika relacji wartości rezydualnej przedmiotu inwestycji wobec jego wartości początkowej są: czas analizy i sektor handlowy (przy poziomie istotności 10%).

Współczynnik determinacji R-kwadrat wynosi 0,561881 co oznacza, że model wyjaśnił nieco ponad połowę zmienności zmiennej objaśnianej. Wartość statystyki $F(5,31)$ i wartość p dla testu F pokazują, że przy pozio-

mie istotności poniżej 1% należy odrzucić hipotezę, że wektor zmiennych objaśniających nie ma wpływu na zmienną objaśnianą.

Model probitowy

Po oszacowaniu model probitowy ma następującą postać:

$$z = 0,288545 - 0,215267 \text{ czas} - 0,0878731 \text{ sek_u} - 0,132293 \text{ sek_h} - 0,110335 \text{ wyc_k} + 0,3366969 \text{ stopa},$$

gdzie z to wartość zmiennej objaśnianej y (tj. stosunku wartości rezydualnej do wartości początkowej) przekształcona funkcją odwrotną do funkcji probitowej.

Tabela 2. Wyniki oszacowania modelu probitowego

Zmienna	Współczynnik	Statystyka t-Studenta	Wartość p
C	0,2885	1,5501	0,13127
czas	-0,2153	-5,7444	<0,00001
sek_u	-0,0879	-1,1363	0,26453
sek_h	-0,1323	-1,7959	0,08226
wyc_k	-0,1103	-1,4266	0,16368
Stopa	0,3367	0,2028	0,84060
<i>Wsp. determ. R-kwadrat</i>	<i>0,5635</i>	<i>F(5, 31)</i>	<i>8,0034</i>
<i>Skorygowany R-kwadrat</i>	<i>0,4931</i>	<i>Wartość p dla testu F</i>	<i>0,000061</i>

Źródło: opracowanie własne.

Zmiennymi istotnie wpływającymi, przy poziomie istotności 10%, na zmienność z zmiennej objaśnianej są podobnie jak w przypadku modelu logitowego: czas analizy i sektor handlowy.

Współczynnik determinacji R-kwadrat wynosi 0,563485 co oznacza, że model wyjaśnił nieco ponad połowę zmienności zmiennej objaśnianej. Wartość statystyki $F(5,31)$ i wartość p dla testu F pokazują, że przy poziomie istotności poniżej 1% należy odrzucić hipotezę, że wektor zmiennych objaśniających nie ma wpływu na zmienną objaśnianą.

Modele probitowy i tobitowy dają bardzo zbliżone wyniki, zarówno pod względem wartości parametrów, jak i ich istotności oraz istotności samego modelu.

Model tobitowy

Kolejnym z przygotowywanych modeli był model tobitowy, jego postać po oszacowaniu jest następująca:

$$z = 0,614546 - 0,095805 \text{ czas} + 0,00895907 \text{ sek_u} - 0,0185158 \text{ sek_h} - 0,141374 \text{ wyc_k} + 0,679008 \text{ stopa}$$

Tabela 3. Wyniki oszacowania modelu tobitowego

Zmienna	Współczynnik	Statystyka Z	Wartość p
C	0,6145	8,3519	<0,00001
czas	-0,0958	-6,7163	<0,00001
stopa	0,6790	1,0228	0,30638
sek_u	0,0090	0,3136	0,75384
sek_h	-0,0185	-0,6740	0,50031
wyc_k	-0,1414	-5,7110	<0,00001
<i>Chi-kwadrat</i>	<i>81,2261</i>	<i>Wartość p</i>	<i>4,65e-16</i>

Źródło: opracowanie własne.

Model szacowano metodą największej wiarygodności, a nie metodą najmniejszych kwadratów, jak modele poprzednie. Nie można zatem podać wartości współczynnika R^2 . Testy istotności zmiennych modelu wykonano na podstawie asymptotycznych rozkładów estymatorów największej wiarygodności.

Zmienną istotną jest czas analizy, co obserwowano także przy modelach logitowym i probitowym. Obok niej istotną zmienną, i to odróżnia model tobitowy od wcześniejszych, jest metoda wyceny (przy zachowaniu poziomu istotności 10%).

Istotność modelu badano stosując test ilorazu wiarygodności⁴². Statystyka testowa Chi-kwadrat ma wartość 81,23, a wartość *p* jest poniżej poziomu 0,01, co pokazuje, że model jest istotny przy poziomie istotności 0,01.

Model logitowo-tobitowy

Ostatnim przygotowanym na potrzeby niniejszego badania modelem ustalającym zależność między relacją wartości rezydualnej przedmiotu inwestycji wobec jego wartości początkowej a czasem analizy, stopą dyskontową, metodą wyceny wartości rezydualnej i sektorem gospodarczym, w którym inwestor prowadzi działalność jest model logitowo-tobitowy, którego po oszacowaniu ma następującą postać:

$$z = 0,738583 - 0,45903 \text{ czas} - 0,02099 \text{ sek_u} - 0,14341 \text{ sek_h} - 0,50339 \text{ wyc_k} + 2,089771 \text{ stopa},$$

gdzie *z* to wartość zmiennej objaśnianej *y* (tj. stosunku wartości rezydualnej do wartości początkowej) przekształcona funkcją odwrotną do funkcji logitowej.

Tabela 4. Wyniki oszacowania modelu logitowo-tobitowego

Zmienna	Współczynnik	Statystyka Z	Wartość p
C	0,7386	2,255998	0,01204
czas	-0,4590	7,300137	0,00000
stopa	2,0898	0,702676	0,24113
sek_u	-0,0210	0,165882	0,43412
sek_h	-0,1431	1,171789	0,12064
wyc_k	-0,5034	4,495313	0,00000
<hr/>			
<i>Chi-kwadrat</i>	<i>47,111</i>	<i>Wartość p</i>	<i>5,39e-9</i>

Źródło: opracowanie własne.

⁴² Czyli standardowy test istotności restrykcji dla modeli zagnieżdżonych. W tym przypadku hipotezą zerową jest to, że cały wektor parametrów, oprócz wyrazu wolnego, jest równy zero. Patrz np. Greene (2003, s. 484) lub Maddala (2006, s. 156).

Wartością graniczną w modelu jest $a = 0,1550$, co oznacza, że w przypadkach obserwacji, w których szacowany na podstawie powyższego równania stosunek wartości rezydualnej do wartości początkowej nie przekraczał 15,50%, ostateczną wartością teoretyczną tej wielkości było 0.

Podobnie jak model tobitowy, także w tym przypadku w estymacji zastosowano metodę największej wiarygodności, a zatem nie można wyznaczyć współczynnika determinacji R^2 . Do oceny istotności zmiennych modelu posłużono się rozkładami asymptotycznymi estymatorów największej wiarygodności. W modelu logitowo-tobitowym zmiennymi istotnymi, przy poziomie istotności 10%, są: okres analizy oraz metoda wyceny wartości rezydualnej. Takie same obserwacje zanotowano w przypadku modelu tobitowego.

Parametry modelu można porównywać z parametrami modelu logitowego (w obu przypadkach zastosowano tę samą transformację). Należy zauważyć, że w przypadku obu modeli współczynniki przy odpowiednich zmiennych mają te same znaki. W przedstawianym modelu współczynnik przy zmiennej „czas” jest mniejszy niż w modelu logitowym, co oznacza, że uwzględnienie przypadków, w których wartość rezydualna jest równa zero, pozwala na skorygowanie „w dół” spadku wartości rezydualnej inwestycji wraz z wydłużaniem się okresu analizy.

Sam model jest istotny, co potwierdza test ilorazu wiarygodności dla pełnego wektora parametrów modelu. Statystyka testowa Chi-kwadrat ma wartość 47,11, a wartość p jest poniżej poziomu istotności 0,01.

Zakończenie

Każdy z przygotowanych w niniejszym opracowaniu modeli (logitowy, probitowy, tobitowy i logitowo-tobitowy) wyjaśniających zmienność wskaźnika opartego na relacji wartości rezydualnej do wartości początkowej przedmiotu inwestycji jest istotny.

Warto podkreślić, że niezależnie od zastosowanego modelu zmienna istotnie wpływająca na relację wartości rezydualnej do wartości początkowej przedmiotu inwestycji jest okres analizy. W każdym z opracowanych modeli wraz z wydłużaniem okresu analizy wartość wskaźnika zmiennej objaśnianej maleje, co oznacza relatywnie większe znaczenie wartości rezydualnej w przypadku krótkookresowych i średniookresowych analiz.

Natomiast druga ze zmiennych istotnych zależy od wybranego modelu. W przypadku modeli logitowego i probitowego tą zmienną jest sektor handlowy, z kolei w przypadku modeli tobitowego i logitowo-tobitowego – metoda wyceny. Znaczenie sektora handlowego jako czynnika wpływają-

cego negatywnie na relację wartości rezydualnej do początkowej (relatywnie mniejszą jej wartość) można uzasadnić przeciętnie wyższym przebiegiem i wyższym stopniem zużycia pojazdu w czasie.

W celu porównania modeli wykorzystano niezależnie kilka wskaźników: błąd średniokwadratowy (MSE), pierwiastek błędu średniokwadratowego (RMSE), średni błąd bezwzględny (MAE) oraz średni błąd procentowy (MAPE). Wyniki porównania ilustruje tabela 5.

Tabela 5. Porównanie jakości modeli

Model	MSE	RMSE	MAE	MAPE
Logitowy	0,0776	0,2786	0,0541	0,1311
Probitowy	0,1302	0,3608	0,0864	0,1940
Tobitowy	0,0572	0,2393	0,0459	0,1811
Logitowo-tobitowy	0,0597	0,2442	0,0451	0,1456

Źródło: opracowanie własne.

Przy zastosowaniu pierwiastka błędu średniokwadratowego najwyższą skuteczność obserwuje się dla modeli tobitowego i logitowo-tobitowego (są one na bardzo zbliżonym poziomie). Wykorzystując średni błąd bezwzględny wyniki są identyczne, ponownie najkorzystniej należy ocenić modele tobitowy i logitowo-tobitowy. Uwzględniając natomiast średni błąd procentowy wówczas obok modelu logitowo-tobitowego należy umiejscowić model logitowy.

Reasumując, na podstawie zastosowanych miar dopasowania modelu można wysunąć wniosek, że najkorzystniejszym do wyjaśniania od czego zależy relacja wartości rezydualnej wobec wartości początkowej przedmiotu inwestycji jest model logitowo-tobitowy.

Oczywiście uogólnianie wniosków wyciągniętych na podstawie przeprowadzonej w niniejszym opracowaniu analizy może nastąpić jedynie pod warunkiem rozszerzenia próby badawczej. Ewentualne dalsze prace nad podjętym obszarem mogą przyczynić się do ułatwienia pracy analitykom zewnętrznym np. w bankach, ponieważ pozwolą na wyprowadzenie formuł pozwalających na większą porównywalność sposobu (i kwoty) wyceny wartości rezydualnej przedmiotu inwestycji, która z kolei wpływa na końcową ocenę efektywności inwestycji i tym samym na decyzję kredytową.

Literatura

- Czarnek J. (2010), *Ocena efektywności i jej elementy* [w:] J. Czarnek (red.) *Efektywność projektów inwestycyjnych*, TNOiK Dom Organizatora, Toruń.
- Gil W. (2008), *Struktura i kalkulacja przepływów pieniężnych na potrzeby oceny efektywności inwestycji* [w:] S. Wrzosek (red.) *Ocena efektywności inwestycji*, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wrocław.
- Greene W.H. (2003), *Econometric Analysis*, Prentice Hall, New York.
- Maddala G.S. (2006), *Ekonometria*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Rogowski W. (2006), *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków.