

**Robert Skikiewicz**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

# **METODY ANALIZY PRZEŻYCIA W OCENIE RYZYKA UTRATY KLIENTA NA RYNKU USŁUG BANKOWYCH**

## **Wprowadzenie**

Czas korzystania przez klienta z usług danego banku uzależniony jest od wielu czynników. Istotną rolę na etapie początkowym, przy dokonywaniu wyboru oferty odgrywa jej atrakcyjność, w tym w szczególności warunki cenowe oraz dostępność placówek banku dla klienta. Dalsze korzystanie z oferty banku zależy w znacznym stopniu od jakości oferowanych usług, która wpływa na zadowolenia klienta i tym samym przekłada się na deklarowaną przez niego lojalność. Poszczególne wskaźniki lojalności wykazują zróżnicowaną przydatność do przewidywania reakcji klienta na zmianę wysokości opłat pobieranych przez bank za prowadzenie konta<sup>1</sup>. Zestaw zmiennych segmentacyjnych obejmujących różne aspekty lojalności pozwala wyodrębnić grupy klientów indywidualnych o zróżnicowanym poziomie akceptacji dla wyższych opłat. Różnice między tymi grupami w zakresie akceptacji wyższych opłat są statystycznie istotne. Wyższą akceptację wykazują grupy klientów indywidualnych przejawiających większą lojalność wobec banku<sup>2</sup>.

Celem artykułu jest ocena reakcji klientów indywidualnych na wzrost opłat za prowadzenie konta bankowego z zastosowaniem metod analizy przeżycia. Reakcje na wprowadzenie wyższych opłat są analizowane w grupach klientów

---

<sup>1</sup> R. Skikiewicz: Przydatność wybranych mierników lojalności do predykcji reakcji klientów na podwyżkę opłaty za usługę bankową. W: Marketing – aktualne problemy i kierunki ewolucji. Red. M. Gębarowski, L. Witek, B. Zatwarnicka-Madura. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2012, s. 237-246.

<sup>2</sup> R.: Skikiewicz Zastosowanie metody k-średnich w segmentacji klientów banków na podstawie wskaźników lojalności. W: Metody pomiaru i analizy rynku usług. Pomiar jakościowy – zastosowania i efektywność. Red. J. Garczarezyk. Wydawnictwo UE w Poznaniu, Poznań 2011, s. 104-115.

o różnym poziomie lojalności. Ponadto wśród zmiennych wywierających wpływ na maksymalną akceptowaną wysokość miesięcznej opłaty uwzględniana jest również dotychczasowa wysokość tej opłaty. W artykule zastosowane zostały metody analizy przeżycia, takie jak: tablice przeżycia, metoda Kaplana-Meiera, model hazardów proporcjonalnych Coxa. Obliczenia przeprowadzono w pakiecie statystycznym Statistica 10.

Analizy prowadzone są na podstawie wyników badania ankietowego zrealizowanego wśród klientów banków z obszaru województwa wielkopolskiego. Wielkość próby wynosiła 435 osób. Badanie zostało przeprowadzone w okresie grudzień 2013 – styczeń 2014 roku. W ramach badania przez wskazanie odpowiedzi na skali klienci określali wysokość miesięcznej opłaty za prowadzenie konta bankowego i korzystanie z karty płatniczej, której przekroczenie spowodowałoby ich rezygnację z konta w dotychczasowym banku. Zmienna utworzona z odpowiedzi udzielonych dla powyższego pytania stanowi podstawę przy określaniu czasu przeżycia klienta, utożsamianego w artykule z maksymalną akceptowaną kwotą opłaty za prowadzenie konta, po przekroczeniu której klient wyraża zamiar rezygnacji z usługi w dotychczasowym banku.

## 1. Metody analizy przeżycia

Analiza przeżycia obejmuje zestaw metod statystycznych, które umożliwiają oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia pewnego zdarzenia końcowego wraz z upływem czasu. Metody te stosowane są m.in. do takich zdarzeń końcowych jak: śmierć pacjenta, odejście pracownika, czas pozostawania na bezrobociu, rezygnacja przez klienta z usługi<sup>3</sup>. Do podstawowych metod analizy przeżycia zaliczane są tablice trwania życia, funkcje przeżycia (np. wyznaczone na podstawie estymatora Kaplana-Meiera) oraz model proporcjonalnego hazardu Coxa.

Przy prowadzeniu analiz w zbiorze danych wyróżnia się dwie kategorie obserwacji. Pierwszą stanowią obserwacje ucięte (cenzorowane), dla obiektów, w przypadku których zdarzenie końcowe nie nastąpiło. Drugą kategorią są obserwacje kompletne, dotyczące obiektów, w których zdarzenie końcowe miało miejsce.

Analiza przeżycia pozwala porównać prawdopodobieństwo przeżycia/hazardu pomiędzy różnymi grupami obiektów. Funkcję przeżycia można

---

<sup>3</sup> J. Morrison: Introduction to survival analysis in business. „The Journal of Business Forecasting”, Spring 2003; B. Bieszk-Stolorz, I. Markowicz: Modele regresji Coxa w analizie bezrobocia. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2012, s. 19-21; M. Pyy-Martikainen: Statistical Analysis of Survey-based Event History Data with Application to Modeling of Unemployment Duration.

oszacować, korzystając z estymatora zaproponowanego przez Kaplana i Meyera, wyznaczanego zgodnie z poniższym wzorem<sup>4</sup>:

$$S(t) = \prod_{t_j \leq t} \left(1 - \frac{m_j}{n_j}\right), \quad (1)$$

gdzie:

$m_j$  – liczba obiektów, w których nastąpiło zdarzenie końcowe w  $j$ -tym okresie,

$n_j$  – liczba wszystkich obiektów narażonych na wystąpienie zdarzenia końcowego w  $j$ -tym okresie.

Okres może być tożsamy z dowolną przyjętą jednostką czasu, np.: rok, kwartał, miesiąc, tydzień. Estymator Kaplana-Meyera określa prawdopodobieństwo przeżycia  $t$  okresów, gdzie  $t$  przyjmuje wartości 1, 2, ...,  $k$ , zaś  $k$ -ty okres stanowi ostatni podlegający obserwacji.

Czasy przeżycia dla grup obiektów (podpopulacji), dla których wyznaczono krzywe przeżycia, mogą być porównane za pomocą testów nieparametrycznych. Weryfikacji podlega hipoteza zerowa zakładająca, że przebieg funkcji przeżycia we wszystkich podpopulacjach jest identyczny. W przypadku, gdy porównywanych jest kilka krzywych przeżycia dla wyodrębnionych grup obiektów, można zastosować test stanowiący rozwinięcie testu Gehana, testu log-rank oraz testu Peto i Peto. Test ten opiera się na statystyce chi-kwadrat wyznaczonej na podstawie sum punktów uzyskanych dla każdej grupy zgodnie z procedurą Mantela<sup>5</sup>.

Model proporcjonalnego hazardu Coxa umożliwia określenie relacji między przeżyciem oraz czynnikami oddziałującymi na jego kształtowanie się<sup>6</sup>. Zgodnie z założeniem proporcjonalnego hazardu, parametry efektu wpływają na funkcję hazardu, mnożąc się przez nią. W modelu proporcjonalnego hazardu Coxa parametry efektu szacowane są bez dodatkowych założeń odnośnie do kształtowania się funkcji hazardu. W modelu tym przyjmuje się, że stopę hazardu można przedstawić jako funkcję zmiennych niezależnych. Równanie modelu można zapisać w następującej postaci<sup>7</sup>:

$$h(t; x_1, x_2, \dots, x_n) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n), \quad (2)$$

<sup>4</sup> A. Balicki: Analiza przeżycia i tablice wymieralności. PWE, Warszawa 2006.

<sup>5</sup> A. Sokołowski: Jak rozumieć i wykonywać analizę przeżycia, [http://www.statsoft.pl/Portals/0/Downloads/Jak\\_rozumiec\\_i\\_wykonac\\_analize\\_przezycia.pdf](http://www.statsoft.pl/Portals/0/Downloads/Jak_rozumiec_i_wykonac_analize_przezycia.pdf), s. 46-47.

<sup>6</sup> D.R. Cox: Regression models and life-tables (with discussion). „Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)” 1972, No. 2.

<sup>7</sup> J.P. Klein, H.C. van Houwelingen, J.G. Ibrahim, T.H. Scheike: Handbook of Survival Analysis. Chapman & Hall 2014, s. 5-10; I. Markowicz, B. Stolorz: Model proporcjonalnego hazardu Coxa przy różnych sposobach kodowania zmiennych. „Przegląd Statystyczny” 2009, nr 2, s. 107-108.

gdzie:

$h(t; x_1, x_2, \dots, x_n)$  – wynikowy hazard przy danych wartościach  $n$  zmiennych niezależnych  $x_1, x_2, \dots, x_n$  i czasie przeżycia ( $t$ ),

$h_0(t)$  – hazard bazowy (odniesienia),

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  – współczynniki modelu.

Hazard bazowy  $h_0(t)$  jest wartością hazardu występującą, gdy wszystkie zmienne objaśniające są równe zero. Model proporcjonalnego hazardu Coxa pozwala oszacować jednoczesny wpływ wielu zmiennych na czas do wystąpienia danego zdarzenia końcowego. Model ten można poddać linearyzacji, dzieląc obie strony równania przez  $h_0(t)$ , a w następnym etapie logarytmując obustronnie równanie.

Założenie proporcjonalności w modelu Coxa dotyczy występowania multiplikatywnej zależności pomiędzy ukrytą funkcją hazardu oraz log-liniową funkcją zmiennych niezależnych. Oznacza to niezależność od czasu stosunku funkcji hazardu dla dwóch obserwacji o różnych wartościach zmiennych objaśniających. Założenie o proporcjonalności hazardu powinno być weryfikowane. Może do tego służyć m.in. test zależności od czasu, test Moreau lub ocena na podstawie wykresu rozrzutu Schoenfelda prezentującego kształtowanie się reszt Schoenfelda względem czasu przeżycia<sup>8</sup>.

Oceny istotności wpływu zmiennych objaśniających w modelu proporcjonalnego hazardu Coxa można dokonać na podstawie testu Walda, podobnie jak w modelu regresji logistycznej.

## 2. Tablica trwania życia klientów indywidualnych korzystających z konta bankowego

W ramach analizy przeżycia istotne jest zdefiniowanie tzw. zdarzenia końcowego, którym w artykule jest rezygnacja z konta bankowego spowodowana wzrostem wysokości opłat pobieranych przez bank. Zmienną wyrażającą czas przeżycia jest wysokość miesięcznej opłaty pobieranej za prowadzenia konta oraz korzystanie z karty płatniczej, której przekroczenie spowoduje rezygnację przez klienta z powyższej usługi w dotychczasowym banku. Zero-jedynkowa zmienna wskaźnikowa określająca stan klienta „na końcu” okresu przeżycia przyjmuje wartość 1, gdy klient wyrażał zamiar rezygnacji z konta bankowego po podwyżce opłat i tym samym następuje zdarzenie końcowe. Wartość równą 0 ma powyższa zmienna wówczas, gdy klient zamierzał kontynuować usługę nawet po podwyżce opłaty powyżej zawartej na skali maksymalnej kwoty, wynoszącej 50 zł.

<sup>8</sup> M. Rószkiewicz: Analiza klienta. SPSS Polska, Kraków 2011, s. 227-228; J. Fox: Cox Proportional-Hazards Regression for Survival Data, <http://cran.r-project.org/doc/contrib/Fox-Companion/appendix-cox-regression.pdf>.

Na podstawie danych z badania ankietowego przeprowadzonego wśród klientów indywidualnych wyznaczona została tabela przeżycia (tabela 1). Ukazuje ona m.in., jaki odsetek klientów zamierza kontynuować usługę po przekroczeniu kolejnych progów wysokości miesięcznych opłat. Można na jej podstawie określić również, przy przekraczaniu których przedziałów opłat z usługi bankowej zrezygnuje największy odsetek klientów.

Na podstawie tabeli 1 można stwierdzić, że do momentu podwyższania przez bank kwoty pobieranej opłaty do 18,18 zł z usługi będzie w dalszym ciągu korzystało 50% klientów. Najwięcej klientów wyraża zamiar rezygnacji z usługi bankowej przy przejściu wysokości nowej podwyższonej opłaty z przedziału 3. (9,09-13,63 zł) do przedziału 4. (13,64-18,17 zł). Łącznie jest to 98 osób, czyli 22% jednostek należących do próby. Stanowią one 26% wszystkich klientów wchodzących do trzeciego przedziału podwyższonej opłaty. Po osiągnięciu przez opłatę za prowadzenie konta dolnego progu 4. przedziału – 13,64 zł z usługi w dotychczasowym banku zamierza w dalszym ciągu korzystać łącznie 64% wszystkich klientów, na co wskazuje skumulowany odsetek przeżywających.

Tabela 1

Tabela przeżycia klientów korzystających z konta bankowego

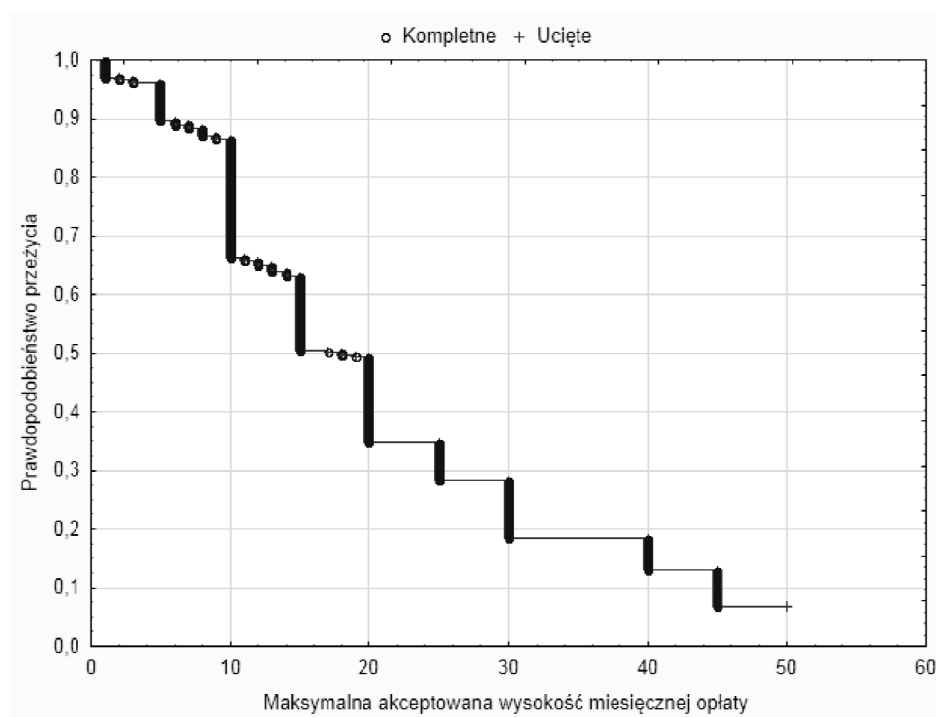
Lp.	Początek przedziału	Liczba wchodzących	Liczba uciętych	Liczba zagrożonych	Liczba zgonów	Odsetek zgonów	Odsetek przeżywających	Skumulowany odsetek przeżywających	Stopa hazardu	Błąd standardowy skumulowanego odsetka przeżywających	Błąd standardowy gęstości prawdopodobieństwa	Błąd standardowy stopy hazardu
1	0,00	435	0	435	17	0,04	0,96	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00
2	4,55	418	0	418	42	0,10	0,90	0,96	0,02	0,01	0,00	0,00
3	9,09	376	0	376	98	0,26	0,74	0,86	0,07	0,02	0,00	0,01
4	13,64	278	0	278	62	0,22	0,78	0,64	0,06	0,02	0,00	0,01
5	18,18	216	0	216	65	0,30	0,70	0,50	0,08	0,02	0,00	0,01
6	22,73	151	0	151	28	0,19	0,81	0,35	0,04	0,02	0,00	0,01
7	27,27	123	0	123	43	0,35	0,65	0,28	0,09	0,02	0,00	0,01
8	31,82	80	0	80	0	0,01	0,99	0,18	0,00	0,02	0,00	0,00
9	36,36	80	0	80	24	0,30	0,70	0,18	0,08	0,02	0,00	0,02
10	40,91	56	0	56	27	0,48	0,52	0,13	0,14	0,02	0,00	0,03
11	45,45	29	0	29	0	0,02	0,98	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01
12	50,00	29	29	14,5	0	0,03	0,97	0,07		0,01		

Źródło: Obliczenia na podstawie danych z przeprowadzonego badania.

Warto zwrócić uwagę również na stopę hazardu, która ukazuje, jak duży odsetek klientów dożywających do danego przedziału wysokości opłaty zrezygnuje z posiadanego konta w dotychczasowym banku przy zmianie opłaty o jednostkę (1 zł). Za przedziały o niskich stopach hazardu można uznać te, w przypadku których podnoszenie opłat z dotychczas występującego poziomu jest dla banku najbezpieczniejsze, gdyż oznacza najmniejsze ryzyko utraty dotychczasowych klientów. Najwyższa stopa hazardu występuje przy 10. przedziale podwyższonych opłat za konto (40,91-45,45 zł) i wynosi 14%.

### **3. Funkcja przeżycia klientów indywidualnych korzystających z konta bankowego**

Korzystając z metody Kaplana-Meiera, wyznaczono funkcje przeżycia klientów korzystających z konta bankowego. Funkcja przeżycia dla wszystkich klientów (rys. 1) potwierdza duże psychologiczne znaczenie kwot opłat w wysokości 10, 15 oraz 20 zł. Osiągnięcie powyższych poziomów powoduje rezygnację znacznie większych grup klientów niż w przypadku pozostałych stawek miesięcznej opłaty za prowadzenia konta i korzystanie z karty płatniczej. Wyznaczone funkcje przeżycia dla grup klientów utworzonych w oparciu o deklarowany zamiar kontynuacji usługi oraz deklarowany zamiar korzystania z konta w tym samym banku po podwyżce opłat potwierdzają występowanie największej akceptacji dla wzrostu opłat ze strony osób o najwyższej lojalności. Wraz ze spadkiem deklarowanej lojalności zmniejsza się również odsetek klientów akceptujących kolejne poziomy podwyższonej opłaty za prowadzenie konta i korzystanie z karty płatniczej. Dodatkowy test statystyczny potwierdza, iż przebieg krzywych przeżycia uzyskanych dla grup klientów wyodrębnionych na podstawie zmiennej wyrażającej zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat nie jest identyczny we wszystkich podpopulacjach. Podobny wynik testu otrzymano również w przypadku grup klientów wyodrębnionych na podstawie deklarowanego zamiaru kontynuacji usługi. Z kolei w przypadku grup klientów utworzonych na podstawie wyrażanej skłonności do polecenia banku oraz zmiennej określającej liczbę banków, w których korzystają z usług, test ten nie pozwalał na uznanie za różne krzywych przeżycia we wszystkich podpopulacjach.



Rys. 1. Funkcja przeżycia klientów indywidualnych korzystających z konta bankowego

Źródło: Obliczenia na podstawie danych z przeprowadzonego badania.

#### 4. Model proporcjonalnego hazardu Coxa

Uwzględniając wyniki testów statystycznych przeprowadzonych dla funkcji przeżycia podpopulacji wyodrębnianych na podstawie deklarowanej lojalności, oszacowano modele proporcjonalnego hazardu Coxa, w których jakościowymi zmiennymi objaśniającymi były deklaracje zamiaru kontynuacji usługi oraz deklaracje kontynuacji usługi po podwyżce opłat. W modelach tych jako dodatkowej ilościowej zmiennej objaśniającej użyto zmiennej określającej wysokość ponoszonych dotychczas opłat za prowadzenie konta bankowego.

Ze względu na lepsze właściwości zostanie zaprezentowany model zawierający jako zmienne niezależne ilościową zmienną A10 – wysokość dotychczasowych opłat oraz jakościową zmienną A9 – zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat (tabela 2). Przy szacowaniu modelu w przypadku zmiennej jakościowej jako punkt odniesienia ustawiony został kod 3, oznaczający odpowiedź neutralną – „ani tak, ani nie”. Wykresy rozrzutu Schoenfelda pozwalają uznać za spełnione założenie o występowaniu proporcjonalnego hazardu w przypadku zmiennych z powyższego

modelu. Testy zbiorowe współczynników modelu potwierdzają statystycznie istotny przyrost o 204,1 wartości statystyki chi-kwadrat dla całego modelu ( $-2 \log L = 4166,8$ ) w porównaniu do modelu z tzw. bloku 0, zawierającego tylko stałą w części parametrycznej ( $-2 \log L = 4370,9$ ).

Tabela 2

Model proporcjonalnego hazardu Coxa

Zmienne	Poziom efektu	Ocena parametru	Błąd standardowy	Chi-kwadrat	Poziom istotności	Hazard względny (HR)
A10 – wysokość dotychczasowych opłat		-0,077	0,007	138,25	0,000	0,926
A9 – zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat	1 (zdecydowanie tak)	-0,468	0,171	7,45	0,006	0,248
A9 – zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat	2 (raczej tak)	-0,459	0,102	20,44	0,000	0,316
A9 – zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat	4 (raczej nie)	0,233	0,114	4,19	0,041	1,178
A9 – zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat	5 (zdecydowanie nie)	0,624	0,137	20,74	0,000	1,741

Źródło: Ibid.

Oszacowany model hazardów proporcjonalnych Coxa ukazuje, iż ryzyko utraty klienta znacznie zmniejsza się wraz ze wzrostem jego przekonania do kontynuacji usługi po podwyżce opłat. Ryzyko to w przypadku klienta, który deklaruje zdecydowany zamiar kontynuacji usługi po podwyżce opłat, jest średnio aż o 75,2% niższe od ryzyka utraty klienta, który nie deklaruje ani zamiaru rezygnacji, ani zamiaru kontynuacji usługi, przy kontrolowanym wpływie wysokości dotychczasowych opłat. Wzrost przekonania do zaprzestania korzystania z konta w dotychczasowym banku oznacza natomiast zwiększanie się ryzyka odejścia klienta przy wprowadzaniu wyższych opłat. W przypadku klientów wyrażających zdecydowany zamiar rezygnacji z usługi bankowej przy wprowadzeniu wyższych opłat ryzyko to jest aż o 74,1% wyższe w porównaniu do klientów z grupy niezdecydowanych, przy kontrolowanym wpływie wysokości dotychczasowych opłat. Otrzymany model potwierdza również spadek ryzyka odejścia klienta wraz ze wzrostem dotychczas ponoszonych przez niego opłat za prowadzenia konta, przy kontrolowanym wpływie deklarowanego zamiaru kontynuacji usługi po podwyżce opłat.



## Podsumowanie

Metody analizy przeżycia wykazują wysoką przydatność w ocenie ryzyka utraty klientów przez banki, występującego przy podnoszeniu wysokości miesięcznych opłat pobieranych za prowadzenie konta i korzystanie z karty płatniczej. Pozwalają określić przedziały i poziomy opłat, przy których prawdopodobieństwo utraty klienta jest największe oraz te o najmniejszym prawdopodobieństwie.

Przeprowadzone analizy potwierdziły występowanie statystycznie istotnych różnic między funkcjami przeżycia dla grup klientów o różnym poziomie lojalności, mierzonym zamiarem kontynuacji usługi oraz zamiarem kontynuacji usługi po podwyżce opłat. Zmienne te, podobnie jak wysokość dotychczas ponoszonych opłat, wykazują przydatność również w wyjaśnianiu ryzyka utraty klienta w modelach hazardów proporcjonalnych Coxa.

## Literatura

- Balicki A.: Analiza przeżycia i tablice wymieralności. PWE, Warszawa 2006.
- Bieszk-Stolorz B., Markowicz I.: Modele regresji Coxa w analizie bezrobocia. Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2012.
- Cox D.R.: Regression models and life-tables (with discussion). „Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)” 1972, No. 2.
- Fox J.: Cox Proportional-Hazards Regression for Survival Data, <http://cran.r-project.org/doc/contrib/Fox-Companion/appendix-cox-regression.pdf>.
- Klein J.P., van Houwelingen H.C., Ibrahim J.G., Scheike T.H.: Handbook of Survival Analysis. Chapman & Hall 2014.
- Markowicz I., Stolorz B.: Model proporcjonalnego hazardu Coxa przy różnych sposobach kodowania zmiennych. „Przegląd Statystyczny” 2009, nr 2.
- Morrison J.: Introduction to survival analysis in business. „The Journal of Business Forecasting”, Spring 2003.
- Pyy-Martikainen M.: Statistical Analysis of Survey-based Event History Data with Application to Modeling of Unemployment Duration, [http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ytut\\_260\\_201300\\_2013\\_10855\\_net.pdf](http://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/julkaisuluettelo/ytut_260_201300_2013_10855_net.pdf).
- Rószkiewicz M.: Analiza klienta. SPSS Polska, Kraków 2011.
- Skikiewicz R.: Przydatność wybranych mierników lojalności do predykcji reakcji klientów na podwyżkę opłaty za usługę bankową. W: Marketing – aktualne problemy i kierunki ewolucji. Red. M. Gębarowski, L. Witek, B. Zatwarnicka-Madura. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2012.

Skikiewicz R.: Zastosowanie metody k-średnich w segmentacji klientów banków na podstawie wskaźników lojalności. W: *Metody pomiaru i analizy rynku usług. Pomiar jakościowy – zastosowania i efektywność*. Red. J. Garczarczyk. Wydawnictwo UE w Poznaniu, Poznań 2011.

Sokołowski A.: Jak rozumieć i wykonywać analizę przeżycia, [http://www.statsoft.pl/Portals/0/Downloads/Jak\\_rozumiec\\_i\\_wykonac\\_analize\\_przezycia.pdf](http://www.statsoft.pl/Portals/0/Downloads/Jak_rozumiec_i_wykonac_analize_przezycia.pdf).

## **METHODS OF SURVIVAL ANALYSIS IN AN ASSESSMENT OF CUSTOMER LOOSE RISK IN THE BANKING SERVICES MARKET**

### **Summary**

The aim of this research article is to assess the usefulness of survival analysis methods with respect to the response of individual clients to increase in the fees charged by bank for account maintenance. The analysis was carried out with the use of survival tables, Kaplan-Meier method and Cox proportional hazards model. These methods allowed in particular to assess the proportion of bank customers that accept further increases in account fees and to estimate the risk of losing customers when crossing subsequent thresholds of charges. It was found that between groups of customers declaring different levels of loyalty the survival functions there is a statistically significant difference. The estimated Cox proportional hazards models allowed to quantify and compare the risk of losing clients with different levels of loyalty as a result of increase in fees charged by the bank.