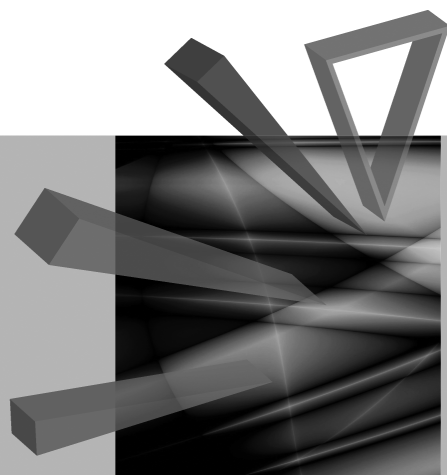


Prognozowanie w zarządzaniu firmą



Redaktorzy naukowi
Paweł Dittmann
Aleksandra Szpulak



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2011

Senacka Komisja Wydawnicza

Zdzisław Pisz (przewodniczący),

Andrzej Bąk, Krzysztof Jajuga, Andrzej Matysiak, Waldemar Podgórski,

Mieczysław Przybyła, Aniela Styś, Stanisław Urban

Recenzenci

Włodzimierz Szkutnik, Jan Zawadzki

Redakcja wydawnicza

Barbara Majewska

Redakcja techniczna i korekta

Barbara Łopusiewicz

Skład i łamanie

Comp-rajt

Projekt okładki

Beata Dębska

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2011

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-141-6

Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	7
Agnieszka Przybylska-Mazur: Optymalne zasady polityki pieniężnej w prognozowaniu wskaźnika inflacji	9
Alicja Wolny-Dominiak: Zmodyfikowana regresja Poissona dla danych ubezpieczeniowych z dużą liczbą zer	21
Andrzej Gajda: Doświadczenia i metody pozyskiwania danych eksperckich na potrzeby badań z wykorzystaniem metod foresight	30
Anna Gondek: Prognozy rozwoju gospodarczego Polski z użyciem metody analogii przestrzenno-czasowych	41
Bartosz Lawędziak: Sekurytyzacja papierów wartościowych opartych na hipotece odwrotnej	50
Filip Chybalski: Prakseologiczne aspekty prognozowania	59
Ireneusz Kuroпка, Paweł Lenczewski: Możliwość zastosowania modeli ekonometrycznych do prognozowania w przedsiębiorstwie Brenntag Polska	69
Jacek Szandula: Wyszukiwanie formacji w kursach giełdowych przy użyciu metod klasyfikacji danych	82
Joanna Perzyńska: Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do wyznaczania nieliniowych prognoz kombinowanych	94
Konstancja Poradowska, Tomasz Szkutnik, Mirosław Wójciak: Scenariusze rozwoju wybranych technologii oszczędności energii w życiu codziennym	102
Maciej Oesterreich: Wykorzystanie pakietu statystycznego R w prognozowaniu na podstawie danych w postaci szeregów czasowych z wahaniami sezonowymi	113
Marcin Błażejowski, Paweł Kufel, Tadeusz Kufel: Algorytm zgodnego modelowania i prognozowania procesów ekonomicznych jako pakiet funkcji <i>Congruent Specification</i> programu Gretl	125
Marcin Błażejowski: Stacjonarność szeregów czasowych o wysokiej częstotliwości obserwowania – implementacja testu stacjonarności Dickeya w programie Gretl	137
Mirosław Wójciak: Wpływ czynników i zdarzeń kluczowych na rozwój nowych technologii – wybrane metody korygowania prognoz na przykładzie technologii energooszczędnych	149
Monika Dyduch: Grupowanie produktów strukturyzowanych	159
Piotr Bernat: Planowanie działalności przedsiębiorstwa wspomagane prognozowaniem	170

Roman Pawlukowicz: Informacje prognostyczne w rynkowych sposobach wyceny nieruchomości – identyfikacja i pozyskiwanie	182
Wojciech Zatoń: Uwarunkowania psychologiczne w prognozowaniu	189

Summaries

Agnieszka Przybylska-Mazur: Optimal monetary policy rules in forecasting of inflation rate	20
Alicja Wolny-Dominiak: Zero-inflated Poisson Model for insurance data with a large number of zeros	29
Andrzej Gajda: Experience and methods of data collection from experts for research using foresight methods	40
Anna Gondek: Economic growth forecasts for Poland using the time-space analogy method	49
Bartosz Lawędziak: Securitization of survivor bonds based on the reverse mortgage	58
Filip Chybalski: Praxiological aspects of forecasting	68
Ireneusz Kuropka, Paweł Lenczewski: Econometric models usage feasibility in Brenntag Poland forecasting	81
Jacek Szandula: Searching for technical analysis formations in stock prices with the use of cluster analysis methods	93
Joanna Perzyńska: Application of artificial neural networks to build the nonlinear combined forecasts	101
Konstancja Poradowska, Tomasz Szkutnik, Mirosław Wójciak: The scenarios of development of selected technologies related to energy saving in everyday life	112
Maciej Oesterreich: The R application in forecasting unsystematic lacks in seasonal time series	124
Marcin Błażejowski, Paweł Kufel, Tadeusz Kufel: Congruent modelling and forecasting algorithm as function package Congruent Specification in GRETL	136
Marcin Błażejowski: Stationarity of high-frequency time series – implementation of Dickey’s stationarity test in GRETL	148
Mirosław Wójciak: The influence of key and events factors on the development of new technologies – selected methods of forecast correction on the example of energy-saving technologies	158
Monika Dyduch: Ranking of structured products	169
Piotr Bernat: Forecasting assisted business management planning	181
Roman Pawlukowicz: Prognostic data in market ways of property valuation – identification and acquisition	188
Wojciech Zatoń: Psychological aspects of forecasting	199

Bartosz Lawędziak

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

SEKURYTYZACJA PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH OPARTYCH NA HIPOTECE ODWROTNEJ

Streszczenie: Hipoteka wsteczna (*reverse mortgage*) to instrument finansowy pozwalający na uwolnienie kapitału zamrożonego w posiadanej nieruchomości. Produkt ten jest niedostępny na polskim rynku finansowym, a pierwsze tego typu transakcje pojawiły się w USA w 1970 r. w ramach GNMA – *Government National Mortgage Association* (Ginnie Mae), które dokonało sprzedaży gwarantowanych świadectw hipotecznych typu *pass-through*. W artykule scharakteryzowano sam produkt, jakim jest hipoteka, a następnie podjęto próbę wyceny obligacji bazującej na tym instrumencie w oparciu o dane z rynku polskiego.

Słowa kluczowe: hipoteka wsteczna, sekurytyzacja, wycena papierów wartościowych.

1. Wstęp

Żywotność społeczeństw (ryzyko długowieczności) i powiązany z tym coraz dłuższy okres emerytalny oraz przesunięcie struktury demograficznej w kierunku populacji zaawansowanej wiekowo stawia nowe wyzwania instytucjom ubezpieczeń społecznych. Zjawiska te mogą prowadzić do zachwiania stabilności finansowej zarówno systemów ubezpieczeń społecznych, jak i jednostek indywidualnych uniemożliwiając im zapewnienie odpowiedniego zabezpieczenia finansowego na starość.

2. Charakterystyka hipoteki wstecznej i obligacji na dożycie

Hipoteka wsteczna/odwrócona (*reverse mortgage*) jest odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku finansowego na produkt stanowiący swoiste ubezpieczenie od ryzyka długowieczności. W instrumencie tym nieruchomość stanowi jedyne zabezpieczenie kredytu udzielanego właścicielowi w postaci dochodu ryczałtowego, dochodu dożywotniego, linii kredytowej lub dowolnego ich połączenia. Pomiedzy hipoteką odwróconą a standardowym kredytem istnieje kilka różnic [<http://www.hud.gov/offices/...>]:

1. Spłata należnego salda ma miejsce po śmierci dłużnika hipotecznego lub dobrowolnym opuszczeniu nieruchomości, przy czym spłata pochodzi z dochodów uzyskanych ze sprzedaży nieruchomości.

2. Ustala się gwarancję tytułu prawnego, dzięki której dłużnik hipoteczny ma możliwość mieszkania w nieruchomości do momentu śmierci lub dobrowolnej przeprowadzki.

3. Kredyt jest udzielany „bez prawa regresu”, co oznacza, że kredytodawca nie może odzyskać kapitału lub oprocentowania w oparciu o inny majątek kredytobiorcy.

4. Kredyt oparty na hipotece odwróconej jest w pierwszej kolejności przyznawany osobom będącym na emeryturze jako źródło dochodu emerytalnego.

5. Hipoteka odwrócona jest gwarantowana wyłącznie w oparciu o wartość domu. W wielu przypadkach maksymalna kwota początkowego kredytu zostaje wyrażona w formie relacji kredytu do wartości domu; a relacja ta zależy od bieżącej wartości nieruchomości.

Oprocentowanie jest naliczane na bieżąco w oparciu o aktualizowaną miesięcznie lub rocznie stopę procentową, ale rozliczenie pożyczki następuje dopiero z chwilą śmierci pożyczkobiorcy lub zbycia nieruchomości. Wartość domu rośnie wolniej niż saldo kredytowe i w określonym momencie nie pokrywa już wysokości zadłużenia, a więc po tym punkcie kredytodawca odnotowuje straty. Zjawisko to określane ryzykiem krzyżowania (*crossover risk*) stanowi główny problem przy zarządzaniu portfelem hipotek wstecznych i podlega oddziaływaniu trzech pierwotnych czynników, do których należą [Chinloy, Megbolugbe 1994]:

- wskaźnik śmiertelności – spadek wskaźnika śmiertelności powoduje opóźnienie rozliczenia kredytu, przez co zwiększa możliwość osiągnięcia punktu „krzyżowania”,
- stopy oprocentowania – wysoka stopa oprocentowania powoduje wzrost stopy przyrostu salda kredytowego, co przybliża punkt „krzyżowania”,
- ceny domów – stagnacja na rynku nieruchomości może wywołać spadek wartości domu.

Z powyższych trzech czynników największe znaczenie w wycenie i zarządzaniu ryzykiem obecnym przy hipotece odwróconej przypisuje się wskaźnikowi śmiertelności.

Tradycyjnym rozwiązaniem kwestii związanych z ryzykiem towarzyszącym hipotece odwróconej jest ubezpieczenie, czyli swoisty handel ryzykiem ubezpieczeniowym. Bardziej innowacyjne rozwiązanie stanowi wykorzystanie papierów wartościowych opartych na wskaźniku śmiertelności i sekurytyzacji [Cummis 2004]. Ubezpieczyciel może wyemitować obligacje oparte na ryzyku śmiertelności (*survivor bonds*), zapewniające zabezpieczenie przed stratami z tytułu niesprzyjającej niedożywalności w przypadku ubezpieczenia na życie lub niesprzyjającej długowieczności w przypadku produktów dożywotnich.

Obligacje na dożycie można traktować jako obligacje obciążone ryzykiem niedożywalności, analogicznie jak produkty dożywołotnie, wypuszczone w celu sekurytyzacji komponentu reprezentującego ryzyko niedożywalności w produktach stanowiących ubezpieczenie na życie. W przypadku obligacji dożywołotnościowych przyszłe płatności z tytułu kuponów obligacyjnych zależą od liczby osób w określonym wieku dożywołotnościowym w zadanej kohorcie. Ponieważ zabezpieczamy się przed ryzykiem związanym z przeżyciem większej liczby klientów niż pierwotnie oczekiwano, płatności z tytułu kuponów obligacyjnych dotyczą sytuacji, gdy liczba takich klientów jest większa niż zakładano. Obligacje dożywołotnie z płatnościami kuponowymi mogą zostać powiązane z okresowo publikowanym wskaźnikiem dożywołotności.

3. Wycena zryczałtowanej wartości hipoteki wstecznej

W tej części przedstawiona jest metoda wyceny ryczałtowej hipoteki odwróconej [Wang i in. 2008] przy założeniach uwzględniających polskie warunki: Q_0 – wysokość pożyczki dla osoby w wieku 62 lat uzyskanej pod zastaw domu, którego wartość w danym momencie wynosi $H_0 = 380\,000$ zł. Jeżeli w czasie t kwota kredytu osiągnie wartość Q_t , cena domu będzie równa H_t , a koszt kapitału M_t , wtedy z definicji wartość kredytu na bazie hipoteki odwróconej można zapisać jako:

$$V_t = \min(Q_t, H_t),$$

strata kredytodawcy L_t wynosi

$$L_t = M_t - V_t = M_t - \min(Q_t, H_t).$$

Jeżeli kwota kredytu Q_t rośnie przy wolnej od ryzyka stopie oprocentowania $r_t = 4,4\%¹$ plus premia za ryzyko $\lambda = 2,2\%$ – ustalona jako połowa r_t , cena domu H_t rośnie według stopy $\delta_t = 3,3\%$ [na podst. <http://www.bankier.pl>], a koszt kapitału M_t dla kredytów złotych rośnie przy stopie oprocentowania równej $\eta = 1,2\%$ [na podst. <http://www.ehipoteka.com.pl>], wtedy zmianę wartości kredytu można opisać za pomocą równania:

$$Q_t = Q_0 \exp\left(\int_0^t (r_s + \lambda) ds\right),$$

zmianę ceny domu można określić, korzystając z równania:

$$H_t = H_0 \exp\left(\int_0^t \delta_s ds\right),$$

¹ W oparciu o rentowność 52-tygodniowych bonów skarbowych.

a zmianę kosztu kapitału z równania:

$$M_t = Q_0 \exp\left(\int_0^t \eta_s ds\right).$$

Spłacana wartość kredytu V_t jest niższa od ceny domu i narosłej kwoty kredytu, stąd otrzymujemy

$$V_t = \min\left[Q_0 \exp\left(\int_0^t (r_s + \lambda) ds\right), H_0 \exp\left(\int_0^t \delta_s ds\right)\right].$$

W czasie t strata kredytodawcy L_t wyniesie:

$$L_t = Q_0 \exp\left(\int_0^t \eta_s ds\right) - \min\left[Q_0 \exp\left(\int_0^t (r_s + \lambda) ds\right), H_0 \exp\left(\int_0^t \delta_s ds\right)\right].$$

Zakładamy dalej, że okres kredytowania w oparciu o hipotekę odwróconą reprezentuje losowa zmienna $T = 75$ lat [[https://www.cia.gov/library/...](https://www.cia.gov/library/)] (która – technicznie rzecz biorąc – może stanowić pozostały okres życia kredytobiorcy), w takim przypadku, w momencie rozliczenia kredytu, stratę L_T kredytodawcy można wyrazić za pomocą takiej losowej zmiennej:

$$L_T = Q_0 \exp\left(\int_0^T \eta_s ds\right) - \min\left[Q_0 \exp\left(\int_0^T (r_s + \lambda) ds\right), H_0 \exp\left(\int_0^T \delta_s ds\right)\right]. \quad (1)$$

Stosując zasadę równoważności aktuarialnej, otrzymujemy bieżącą wartość całkowitego przewidywanego zysku, który jest równy bieżącej wartości całkowitej przewidywanej straty, mianowicie

$$E(e^{-rT} L_T) = 0. \quad (2)$$

Stąd, po wstawieniu równania (1) do równania (2), otrzymujemy równanie na hipotekę odwróconą:

$$E\left[Q_0 \exp\left(\int_0^T \eta_s ds\right)\right] = E\left[\min\left[Q_0 \exp\left(\int_0^T (r_s + \lambda) ds\right), H_0 \exp\left(\int_0^T \delta_s ds\right)\right]\right]. \quad (3)$$

Na podstawie równania (3), służącego do wyceny, przy założonym poziomie premii za ryzyko λ oszacowanym przez kredytodawcę, wyznaczona maksymalna kwota kredytu wolnego od ryzyka $Q_0 = 300\,717$ zł.

4. Wycena obligacji dożywalnościowych hipoteki odwróconej

W celu wyceny obligacji wystarczy zdyskontować wszelkie przewidywane przyszłe przepływy pieniężne według odpowiedniej stopy dyskontowej. W ogólnym przypadku do wyceny obligacji służy następujące równanie

$$V = Fv^T + \sum_{k=1}^T v^k E(C_t), \quad (4)$$

w którym została zachowana wcześniejsza notacja.

Zakładamy, że stopa oprocentowania oraz stopa wzrostu wartości domu są *constans*. Jediną różnicę pomiędzy obligacjami dożywalnościowymi a zwykłymi obligacjami stanowi fakt, że dotychczasowe płatności kuponowe zależą od liczby kredytów podożywalnościowych i z tego względu nie są pewne. Zakładając, że szereg \hat{l}_t zostaje ustalony jako wartości kontrolne, przy portfelu l_0 kredytów udzielonych kredytobiorcom w wieku x , posiadającym domy o jednakowej wartości H_0 , posiadacze obligacji uzyskają w okresie t płatności kuponowe w wysokości

$$E(C_t) = C - E\left[A_t(l_t - \hat{l}_t), 0\right]_+ + E\left[A_t(l_t - \hat{l}_t) - C, 0\right]_+. \quad (5)$$

Aby dokonać wyceny obligacji dożywalnościowych, podstawiamy równanie (5) do równania (4):

$$V = Fv^T + \sum_{k=1}^T v^k \left\{ C - E\left[A_t(l_t - \hat{l}_t), 0\right]_+ + E\left[A_t(l_t - \hat{l}_t) - C, 0\right]_+ \right\}. \quad (6)$$

Jeżeli liczba kredytów podożywalnościowych l_t jest znaczna (< 30), to – zgodnie z centralnym twierdzeniem granicznym (CLT) – wartość l_t w przybliżeniu jest zgodna z rozkładem normalnym ze średnią $\mu_t = l_t(1 - q_{x+t}^*)$ oraz wariancją $\sigma_t^2 = l_t(1 - q_{x+t}^*)q_{x+t}^*$. Jeśli dla równania (6) rozpiszemy oczekiwane warunki

$$E(X - k)_+ = \psi(k), \quad k_t = \frac{(\hat{l}_t - \mu_t)}{\sigma_t},$$

to otrzymujemy $E\left[A_t(l_t - \hat{l}_t), 0\right]_+ = A_t \sigma_t \psi(k_t)$. W ten sposób równanie (5) można zapisać w formie skróconej

$$E(C_t) = C - A_t \sigma_t \psi(k_t) + A_t \sigma_t \psi\left(k_t + \frac{C}{\sigma_t}\right). \quad (7)$$

Po podstawieniu równania (5) do równania (4) otrzymujemy przybliżone równanie na wycenę obligacji dożywalnościowych hipoteki odwróconej

$$E(C_t) = Fv^T + \sum_{k=1}^T v^k \left[C - A_t \sigma_t \psi(k_t) + A_t \sigma_t \psi(k_t + \frac{C}{\sigma_t}) \right]. \quad (8)$$

Na podstawie równania (8) można w prosty sposób obliczyć cenę obligacji dożywalnościowych. Zakładając, że $\phi(\cdot)$ oraz $\Phi(\cdot)$ reprezentują odpowiednio *pdf* i *cdf* standardowej normalnej zmiennej losowej, otrzymujemy:

$$\psi(k) = E[(X - k), 0]_+ = \phi(k) - k[1 - \Phi(k)]. \quad (9)$$

Zgodnie z wcześniejszymi obliczeniami przyjmujemy $r_t = 6\%$, $\lambda = 3\%$, $\delta_t = 4,4\%$, $\eta = 6,2\%$, $Q_0 = 190\ 000$ oraz $H_0 = 380\ 000$, co pozwala na wyliczenie wartości L_t i A_t zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1. Wyliczone wartości L_t i A_t dla zadanych parametrów

t	L_t	A_t	t	L_t	A_t
1	6080	6 607,698	18	683 893,5	100 700,3
2	13 448,96	7 601,4	19	831 669,4	112 014,5
3	22 313,38	8 733,213	20	1 000 305	124 666,4
4	32 909,39	10 021,51	21	1 192 470	138 817,2
5	45 506,75	11 487,03	22	1 411 164	154 647,8
6	60 413,41	13 153,21	23	1 659 760	172 361,1
7	77 980,61	15 046,49	24	1 942 049	192 184,6
8	98 608,73	17 196,72	25	2 262 287	214 373,6
9	122 753,8	19 637,59	26	2 625 261	239 214,4
10	150 934,8	22 407,11	27	3 036 344	267 028
11	183 742,5	25 548,14	28	3 501 574	298 174,5
12	221 848	29 109,04	29	4 027 733	333 058
13	266 014,5	33 144,33	30	4 622 439	372 131,5
14	317 108,4	37 715,49	31	5 294 245	415 903,3
15	376 113,3	42 891,81	32	6 052 757	464 943,7
16	444 145,4	49 064,72	33	6 908 762	519 892,1
17	554 602,7	90 579,8	34	7 874 374	581 466,3

Źródło: obliczenia własne.

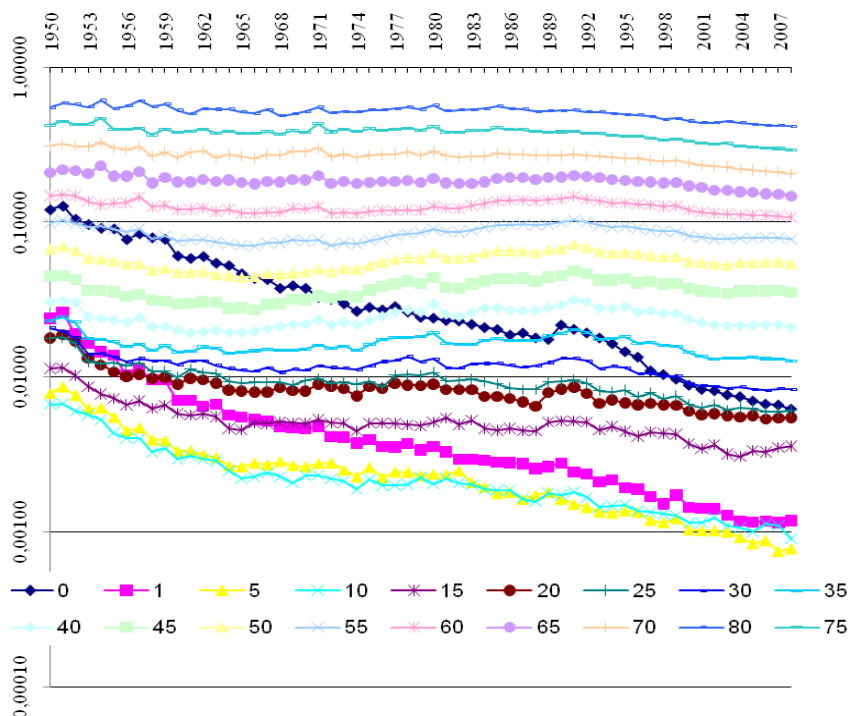
5. Prognozowanie wskaźnika śmiertelności

Stopa spłaty umowy stanowi sumę wskaźnika śmiertelności q_{x+t} oraz wskaźnika mobilności m_{x+t} , który został przyjęty jako 30% wskaźnika śmiertelności [DiVenti, Herzog 1991]. Jeżeli całkowita stopa spłaty zostanie oznaczona jako q_{x+t}^* , to możemy zapisać:

$$q_{x+t}^* = q_{x+t}^* + m_{x+t}, \quad q_{x+t}^* = q_{x+t}^* (1 + 30\%).$$

W celu uchwycenia zmian śmiertelności w czasie musimy potraktować wskaźnik śmiertelności jako funkcję zarówno wieku x , jak i czasu t . W literaturze aktuarialnej spotkać można model regresyjny dla środkowych wskaźników śmiertelności $m(t,x)$, które obejmują wyrazy zależne od wieku oraz od czasu [Lee, Carter 1992].

Opierając się na wskaźnikach śmiertelności zawartych w polskich tablicach długości życia (1950-2007) przedstawionych na rysunku 1, w programie Gretl dokonano dla grup wiekowych 60, 65, 70, 75 i 80 lat oszacowania parametrów regresji liniowej względem czasu i wyniki oszacowań zestawiono w tabeli 2.



Rys. 1. Prawdopodobieństwa zgonu w latach 1950-2007

Źródło: na podstawie danych GUS.

Tabela 2. Oceny parametrów regresji liniowej względem czasu

Grupa wiekowa	Stała	Parametr kierunkowy trendu
60	0,226933	-0,00206668
65	0,31721	-0,00287377
70	0,430458	-0,00378158
75	0,594168	-0,00512541
80	0,791625	-0,00650829

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Wyniki obliczeń ceny obligacji dożywalnościowych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Oszacowane wartości ceny obligacji na dożycie

Liczba pożyczek	100
Początkowa wartość nieruchomości	380 000
Wartość kredytu	190 000
Wartość zwykłej obligacji	38 000 000
Wartość wyemitowanych obligacji	38 000 000
Wartość kuponu	10%
Roczny CF z tytułu obligacji	3 800 000
Cena zwykłej obligacji	38 000 000
Cena obligacji na dożycie	1 310 720
Cena za 1 pożyczkę	13 107,20

Źródło: obliczenia własne.

6. Wnioski

Hipoteka odwrócona może okazać się popularnym na rynku polskim produktem finansowym. Prawie 25% społeczeństwa polskiego to emeryci i renciści, a według prognoz na 2020 r. liczebność tej grupy ma wynieść 12 mln osób, czyli 30% społeczeństwa. Myśląc perspektywicznie, inwestowanie w zakup nieruchomości przez zainteresowane grupy społeczne może być postrzegane jako budowanie swego prywatnego funduszu emerytalnego w oparciu o *reverse mortgage*. Pozostaje jednak kwestia przezwyciężenia mentalności społeczeństwa, w którym własne mieszkanie często jest prestiżem i dorobkiem całego życia przekazywanym z pokolenia na pokolenia.

Od strony techniczno-prawnej nie wydaje się, aby zachodziła potrzeba wprowadzania nowych przepisów, wystarczą odpowiednie programy ubezpieczeniowe, które będą chronić pożyczkodawców od skutków spadku wartości nieruchomości poniżej kwoty kredytu i odsetek do spłaty, a wpis hipoteki w IV dziale księgi wieczystej dawałby dostawcom pożyczki prawo do sprzedaży nieruchomości po spełnieniu jednego z wymienianych we wstępie warunków.

Literatura

- Blake D., Burrows W., *Survivor bonds: Helping to hedge mortality risk*, „Journal of Risk and Insurance” 2001, vol. 68.
- Chinloy P.T., Megbolugbe I.F., „Reverse mortgages: contracting and crossover risk”, „Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association” 1994, vol. 22.
- Cox S.H., Fairchild J.R., Pedersen H.W., *Economic aspects of securitization of risk*, „Astin Bulletin” 2000, vol. 30.

- Cummis J.D., *Securitization of life insurance assets and liabilities*, The Wharton Financial Institutions Center, Working Paper Series, 2004, <http://fic.wharton.upenn.edu/fic/papers/04/0403.pdf>.
- DiVenti T.R., Herzog T.N., *Modeling home equity conversion mortgages*, „Transactions of the Society of Actuaries” 1991, vol. 43.
- Frees E.W., Carriere J., Valdez E.A., *Annuity valuation with dependent mortality*, „Journal of Risk and Insurance” 1996, no. 63(2).
- Lee R., Carter L.R., *Modeling and forecasting the time series of U.S. mortality*, „Journal of the American Statistical Association” 1992, no. 87(419).
- Lin Y., Cox S.H., *Natural hedging of life and annuity mortality risks*, Georgia State University, Working Paper, 2005.
- Shiller R.J., Weiss A.N., *Moral hazard in home equity conversion*, NBER Working Paper No. W6552, 1998.
- Szymanoski E.J., *Risk and the home equity conversion mortgage*, „Journal of the American Real Estate and Urban Economics Association” 1994, vol. 22.
- Wang L., Valdez E.A., Piggott J., *Securitization of longevity risk in reverse mortgages*, „North American Actuarial Journal” 2008, vol. 12, no. 4.

Źródła internetowe

<http://www.hud.gov/offices/adm/hudclips/handbooks/hsg/4235.1/index.cfm>.

<http://www.ehipoteka.com.pl>.

<http://www.bankier.pl/finanse/nieruchomosci/>.

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>.

SECURITIZATION OF SURVIVOR BONDS BASED ON THE REVERSE MORTGAGE

Summary: Reverse mortgage is a financial instrument that allows the release of capital tied up in its real estate. This product is not available on the Polish financial market, but this type of transactions first appeared in the U.S. in 1970 under the GNMA – Government National Mortgage Association (Ginnie Mae), which guaranteed the sale of certificates of pass-through type of mortgage. This paper characterizes the product itself that is a mortgage, and then tries to measure the bond based on this instrument and on data from the Polish market.