

RYZYO W UBEZPIECZENIACH

Monika Hadaś-Dyduch

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

EFEKTYWNOŚĆ ALTERNATYWNYCH INWESTYCJI KAPITAŁOWYCH NA PRZYKŁADZIE POLISY INWESTYCYJNEJ

1. Szczegółowa charakterystyka wycenianego instrumentu

Jednym z kluczowych elementów zarządzania ryzykiem jest wycena instrumentów pochodnych i strukturyzowanych (rys. 1). Wycena taka umożliwia wyznaczenie bieżącej wartości portfela, w której partycypuje wyceniany instrument, jak również oszacowanie rzeczywistej ceny instrumentu przed jego nabyciem na rynku lub bezpośrednio od oferenta.



Rys. 1. Kluczowe funkcjonalności zarządzania ryzykiem*

* **Analiza scenariuszy *what if*** umożliwia aktywną ocenę wpływu potencjalnych zmian czynników rynkowych (m.in. z uwzględnieniem stress testów) i modyfikacji udziałów instrumentów na wartość portfela oraz wartości wyliczanych wskaźników, warunkując tym samym efektywne zarządzanie portfelami, które ma na celu maksymalizację rentowności inwestycji przy jednoczesnej minimalizacji podejmowanego ryzyka. Konstrukcja analiz symulacyjnych daje możli-

Przyjęta do wyceny polisa inwestycyjna jest w formie grupowego ubezpieczenia na życie i dożycie z instrumentem bazowym WIG20. Jest to polisa będąca odzwierciedleniem polis oferowanych na rynku. Okres ubezpieczenia trwa 36 miesięcy (12.03.2009-12.03.2012 r.). Opłata wstępna związana z przystąpieniem do inwestycji wynosi 0,8-5%.

Premia z tytułu Polisy X jest uzależniona od wybranego przez inwestora wariantu*. Dla WARIANTU I kupon jest równy wzrostowi indeksu WIG20, jeśli maksymalna wartość indeksu WIG20 jest mniejsza od 150% wartości początkowej lub kupon jest równy 10,5-16,5%, jeśli maksymalna wartość indeksu WIG20 jest większa lub równa 150% wartości początkowej. Dla WARIANTU II kupon jest równy wzrostowi indeksu WIG20, jeśli maksymalna wartość indeksu jest mniejsza od 150% wartości początkowej oraz indeks WIG20 na koniec inwestycji jest równy lub powyżej wartości początkowej lub kupon jest równy 21-29%, jeśli maksymalna wartość indeksu WIG20 jest większa lub równa 150% wartości początkowej i jeżeli indeks WIG20 na koniec inwestycji jest powyżej wartości początkowej. Jeżeli natomiast wartość indeksu WIG20 na koniec inwestycji jest poniżej wartości początkowej, kupon jest dodawany do 90% składki zainwestowanej.

Polisa obejmuje gwarancję zainwestowaną składkę. Dla WARIANTU I – 100% po zakończeniu okresu ubezpieczenia, a dla WARIANTU II – 90% po zakończeniu okresu ubezpieczenia.

Z przytoczonych powyżej uproszczonych reguł związanych z inwestycją w polisę wynika, że ubezpieczonego w zależności od wybranego wariantu mogą spotkać różne scenariusze w związku z inwestycją w Polisę X. Możliwe scenariusze dla polisy inwestycyjnej w ramach:

1. Wariantu I:

- **I.I.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji wzrośnie, ale nie osiągnie 150% wartości początkowej indeksu, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości odpowiadającej wzrostowi indeksu, np. wartość indeksu wzrośnie o 2,77%, klient otrzyma na koniec inwestycji 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 2,77%.

wość sprawdzenia, jak zachowałyby się wartości bieżących pozycji czy też wyliczanych wskaźników w przypadku innej struktury portfela (niż obecna) lub w przypadku zrealizowania wybranych scenariuszy dynamiki stóp zwrotu instrumentów.

* Ostateczna wartość kuponu jest ustalana po zakończeniu okresu subskrypcji. Warunki polisy odzwierciedlają warunki jednej z polis oferowanych na rynku.

- **I.II.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji osiągnie lub przekroczy 150% wartości początkowej, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 10,5-16,5%.
- **I.III.** Jeśli WIG20 na koniec okresu inwestycji będzie poniżej wartości początkowej i w trakcie trwania inwestycji osiągnie lub przekroczy 150% wartości początkowej indeksu, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 10,5-16,5%.
- **I.IV.** Jeśli WIG20 na koniec okresu inwestycji będzie poniżej wartości początkowej i w trakcie trwania inwestycji nie osiągnie ani nie przekroczy 150% wartości początkowej indeksu, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej.

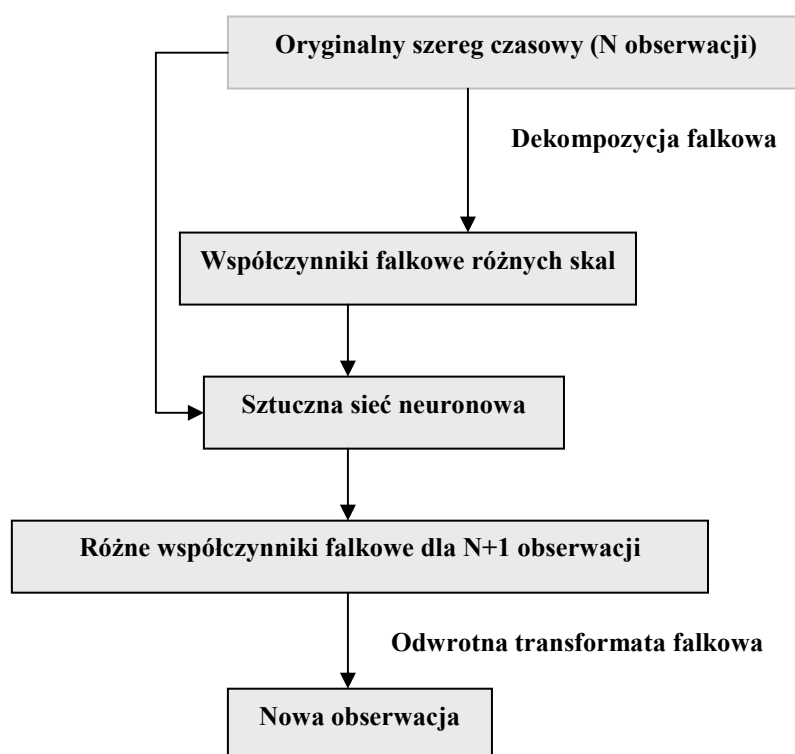
2. Wariantu II:

- **II.I.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji nie osiągnie 150% wartości początkowej indeksu oraz indeks WIG20 na koniec inwestycji jest równy lub powyżej wartości początkowej, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości odpowiadającej wzrostowi indeksu, np. jeśli wartość indeksu wzrośnie o 3,94%, klient otrzyma na koniec inwestycji 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 3,94%.
- **II.II.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania okresu inwestycji osiągnie lub przekroczy 150% wartości początkowej i na koniec będzie równy wartości początkowej, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 21-29%.
- **II.III.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji osiągnie lub przekroczy 150% wartości początkowej i na koniec powyżej wartości początkowej klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 21-29%.
- **II.IV.** Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji osiągnie lub przekroczy 150% wartości początkowej, ale na koniec będzie poniżej wartości początkowej, klient otrzyma na koniec 90% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 21-29%.
- **II.V.** Jeśli wartość WIG20 na koniec okresu inwestycji będzie poniżej wartości początkowej i w trakcie trwania inwestycji nie osiągnie ani nie przekroczy 150% wartości początkowej indeksu, inwestor otrzyma na koniec 90% składki zainwestowanej.

2. Opis algorytmu predykcji instrumentu bazowego

Z opisu polisy inwestycyjnej jasno wynika, że kluczową rolę w inwestycji odgrywa zmienność cen i cena instrumentu bazowego, w tym przypadku WIG20. Zmienność cen instrumentu bazowego najprościej można określić jako miarę wskazującą, o ile dany instrument może zmienić swoją wartość w danym okresie. Zatem celem oszacowania korzyści z inwestycji w polisę inwestycyjną należy oszacować wartość instrumentów bazowych na dzień zapadalności polisy.

W artykule proponuje się oszacowanie instrumentów wchodzących w skład koszyka tworzącego w całości instrument bazowy na podstawie przedstawionego poniżej uogólnionego autorskiego modelu [Dyduch 2006], którego uproszczony ogólny algorytm przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat predykcji instrumentu bazowego

Proponowany algorytm opiera się na analizie falkowej [Dyduch 2008]. W literaturze analiza falkowa jest przedstawiana w dwóch odmianach: dyskret-

nej DWT (*Discrete Wavelet Transform*) i ciągłej CWT (*Continuous Wavelet Transform*).

3. Algorytm predykcji instrumentu bazowego

Predykcję instrumentu bazowego, jakim jest w analizowanym przypadku WIG20, oparto na indeksach giełdy japońskiej, niemieckiej, amerykańskiej oraz chińskiej. Szeregi indeksów giełdowych uwzględnionych w badaniu prezentują okres czasowy 23.04.1991-01.03.2009 r. Szeregi Dow Jones, DAX, Nikkei, Hang Seng, WIG prezentują indeksy różnych giełd światowych, zatem mimo że mieszczą się w tym samym przedziale czasowym, nie są równoliczne. Zatem konieczna jest m.in. standaryzacja czasowa szeregów.

Każdy z pięciu szeregów podzielono na podszeregi, tzw. próbki o parzystej liczbie obserwacji, będące wielokrotnością liczby 2. Możliwości podziału jest wiele, można ograniczyć każdy z szeregów do wielokrotności liczby 2 lub utworzyć kilkanaście szeregów dwuelementowych, czteroelementowych, ośmioelementowych, szesnastoelementowych itd. Następnie, po wygenerowaniu odpowiedniej falki, wyznaczono współczynniki falkowe szeregów odpowiednim algorytmem (rys. 3), który w uproszczeniu można przedstawić następująco [Dyduch 2008]:

1. Określenie współczynników filtrów: dolnoprzepustowego i górnoprzepustowego.
2. Splot sygnału wejściowego ze współczynnikami filtru dolnoprzepustowego, co prowadzi do otrzymania dolnoprzepustowej informacji o sygnale. W wyniku operacji splotu otrzymuje się:

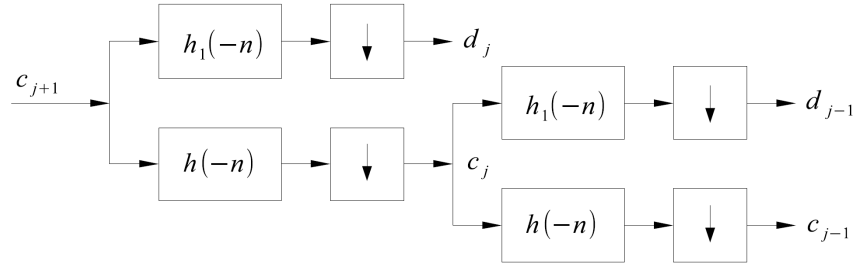
$$N + M - 1 \text{ próbek,}$$

gdzie:

N – ilość próbek sygnału,

M – długość filtru.

3. Splot sygnału wejściowego ze współczynnikami filtru górnoprzepustowego, co prowadzi do otrzymania górnoprzepustowej informacji o sygnale.
4. Przekształcenie otrzymanych wektorów, tzn. odrzucenie z każdego z otrzymanych wektorów co drugiej próbki i otrzymanie współczynników aproksymacji c i detali d .



Rys. 3. Schemat wyznaczania współczynników dyskretnej transformaty falkowej za pomocą banku filtrów – analiza wielopoziomowa

Macierze współczynników falkowych dla poszczególnych szeregów giełdowych zostały wyznaczone dla każdego rozpatrywanego indeksu przy podziale każdego szeregu na podszeregi dwuelementowe i jednym poziomie rozdzielczości falki. Są one następujące:

1. Dla szeregu prezentującego indeks Down Jones:

$$C^{(1)} = \begin{pmatrix} 4122,4820 & 4086,6034 & 31,0718 & -31,0718 \\ 4122,7048 & 4101,0461 & 18,7570 & -18,7570 \\ 4163,8195 & 4249,6764 & -74,3543 & 74,3543 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 15849,3283 & 16044,9352 & -169,4006 & 169,4006 \\ 15865,2134 & 15649,8853 & 186,4797 & -186,4797 \\ 15757,2135 & 15856,7812 & -86,2282 & 86,2282 \end{pmatrix}$$

2. Dla szeregu prezentującego indeks DAX:

$$C^{(2)} = \begin{pmatrix} 2247,4328 & 2268,5753 & -18,3099 & 18,3099 \\ 2278,3334 & 2275,2928 & 2,6332 & -2,6332 \\ 2374,6060 & 2381,1114 & -5,6338 & 5,6338 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 7568,7437 & 7623,5869 & -47,4956 & 47,4956 \\ 7500,4513 & 7274,1489 & 195,9837 & -195,9837 \\ 7322,5008 & 7519,6139 & -170,7049 & 170,7049 \end{pmatrix}$$

3. Dla szeregu prezentującego indeks Nikkei:

$$C^{(2)} = \begin{pmatrix} 37021,9897 & 36992,2913 & 25,7196 & -25,7196 \\ 36668,0828 & 36227,5553 & 381,5080 & -381,5080 \\ 36075,1738 & 36366,5018 & -252,2974 & 252,2974 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 12385,8203 & 12484,9496 & -85,8485 & 85,8485 \\ 12302,6610 & 12188,9723 & 98,4572 & -98,4572 \\ 12203,2594 & 12218,6956 & -13,3681 & 13,3681 \end{pmatrix}$$

4. Dla szeregu prezentującego indeks Hang Seng:

$$C^{(2)} = \begin{pmatrix} 5080,5622 & 5110,2607 & -25,7196 & 25,7196 \\ 5368,7082 & 5482,5524 & -98,5920 & 98,5920 \\ 5095,0579 & 5173,5468 & -67,9733 & 67,9733 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 28166,9057 & 28395,3294 & -197,8208 & 197,8208 \\ 28022,0584 & 27503,6006 & 448,9976 & -448,9976 \\ 27165,4975 & 27144,6166 & 18,0834 & -18,0834 \end{pmatrix}$$

5. Dla szeregu prezentującego indeks WIG20:

$$C^{(2)} = \begin{pmatrix} 5080,5622 & 5110,2607 & -25,7196 & 25,7196 \\ 5368,7082 & 5482,5524 & -98,5920 & 98,5920 \\ 5095,0579 & 5173,5468 & -67,9733 & 67,9733 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 28166,9057 & 28395,3294 & -197,8208 & 197,8208 \\ 28022,0584 & 27503,6006 & 448,9976 & -448,9976 \\ 27165,4975 & 27144,6166 & 18,0834 & -18,0834 \end{pmatrix}$$

Następnie każdemu podszeregowi szeregu n przypisano wygenerowane współczynniki falkowe na różnych poziomach rozdzielczości i zainicjalizowano kolejny krok algorytmu związanego z inicjalizacją sztucznej sieci neuronowej*, efektem którego jest wyjściowa macierz współczynników falkowych szeregu WIG20 w postaci:

$$WY^{(II)} = \begin{pmatrix} 9284,0645 & 9173,2609 & 95,9588 & -95,9588 \\ 9164,6696 & 9221,8038 & -49,4797 & 49,4797 \\ 9481,1352 & 9496,0552 & -12,9211 & 12,9211 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 51874,6015 & 52839,3851 & -835,5271 & 835,5271 \\ 52908,7452 & 53417,8126 & -440,8653 & 440,8653 \\ 52332,2764 & 51611,4729 & 624,2341 & -624,2341 \end{pmatrix}$$

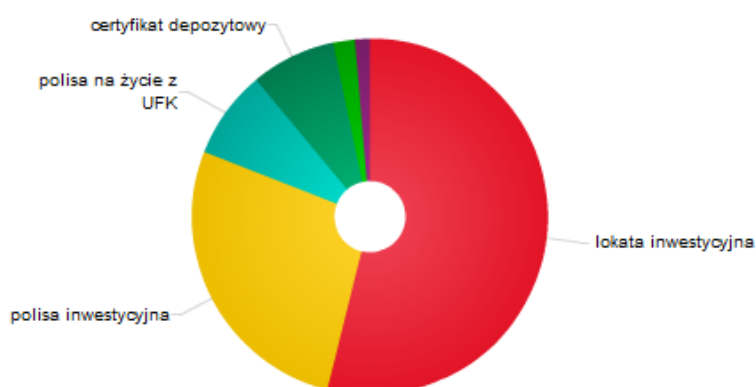
Dysponując wygenerowanymi współczynnikami transformaty falkowej dla przyszłych wartości indeksu WIG, zastosowano algorytm odwrotnej transformaty falkowej, dający w efekcie wartości przyszłe, tzn. prognozy szeregu WIG20 na dzień wskazany w opisie subskrypcyjnym produktu strukturyzowanego. Zatem otrzymujemy wartość WIG20 na dzień 09.03.2012 r. wynoszącą 2288.

4. Wyniki oszacowania polisy

Otrzymana wartość WIG20 jest obarczona błędem na poziomie 0,6%. Błędne oszacowanie jest niemożliwe m.in. z uwagi na długi horyzont prognozy oraz na dużą obserwowalną zmienność notowań wynoszącą 13,37%.

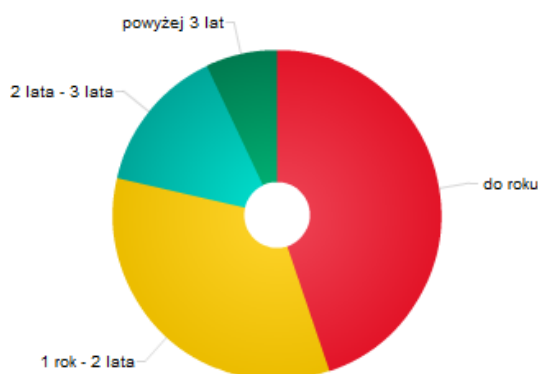
* Proces uczenia sieci neuronowej ma zgodnie z intencją prowadzić do odwzorowania zależności reprezentowanych przez zbiór uczący. Kształt powierzchni funkcji odwzorowującej w sieci neuronowej wektor wejść na wektor wyjść jest modyfikowany za pomocą zmian wartości wag w taki sposób, by jak najlepiej odpowiadał faktycznemu kształtowi przybliżanej funkcji. W rzeczywistości jednak sieć neuronowa dopasowuje wartości swoich wag do obserwacji ze zbioru uczącego, które mogą zawierać zniekształconą lub niepełną informację o zależnościach zjawiska lub funkcji, które sieć stara się odwzorować. Ponadto sieć neuronowa jest uczona z myślą o zdolności do trafnego przybliżania wyjść odpowiadających tym punktom w przestrzeni wejść, które nie należą do zbioru treningowego, czyli do możliwości generalizowania. Innymi słowy na tym etapie sieć neuronowa wykorzystuje swoją zdolność do uogólniania, czyli to, że wytrenowana jest zdolna w sposób mniej lub bardziej sensowny do generalizowania i wygenerowania rozwiązania dla dowolnego nowego, nieznanego wektora (niewchodzącego w skład zbioru treningowego) podanego jej na wejście.

Na podstawie otrzymanej prognozy inwestor może wnioskować, że kurs WIG20 na dzień zapadalności polisy inwestycyjnej prawdopodobnie będzie się mieścił w przedziale $\langle 2274,27; 2301,73 \rangle$. Kurs początkowy wynoszący 1477,48 nie należy do przedziału $\langle 2274,27; 2301,73 \rangle$. Zatem prognozowany kurs WIG20 na dzień zapadalności polisy inwestycyjnej jest powyżej kursu początkowego. Wyznaczona prognoza pozwala ze względu na warunek: „Kurs WIG20 na dzień zapadalności polisy inwestycyjnej jest powyżej kursu początkowego” przyjąć za możliwe do zrealizowania dla inwestora w polisę X scenariusze I.I, I.II, II.I, II.III. Każdy z tych scenariuszy jest korzystny dla inwestora, ponieważ daje premię w postaci kuponu. Podsumowując, w przypadku realizacji dla inwestora w polisę X SCENARIUSZA I.I głoszącego, że „Jeśli wartość WIG20 w trakcie trwania lub na koniec okresu inwestycji wzrośnie, ale nie osiągnie 150% wartości początkowej indeksu, klient otrzyma na koniec 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości odpowiadającej wzrostowi indeksu”, inwestor otrzyma 100% składki zainwestowanej + kupon w wysokości 54,85%. Zatem przy inwestycji w polisę inwestycyjną kapitału w wysokości 10 000 zł inwestor otrzyma w dniu wypłaty środków z inwestycji 15 485,83 zł.



Rys. 4. Podział produktów strukturyzowanych ze względu na konstrukcję, stan na 01.09.2013 r.

Inwestor usatysfakcjonowany z inwestycji w polisę zapewne znowu ulokuje swój kapitał lub jego część w polisę inwestycyjną [Dyduch 2011]. Jak pokazują dane, około 25% produktów strukturyzowanych sprzedawanych obecnie na polskim rynku jest w formie polisy inwestycyjnej. Około 20% inwestycji to inwestycje powyżej 2 lat.



Rys. 5. Podział produktów strukturyzowanych ze względu na okres inwestycji, stan na 01.09.2013 r.

Zakończenie

W dzisiejszych czasach każde przedsiębiorstwo oraz każdy inwestor, aby osiągnąć zaplanowane wyniki, podejmuje ryzyko. Wolny rynek stwarza zarówno szanse na osiągnięcie ponadplanowych zysków, jak i ryzyko strat w wyniku niekorzystnych zmian w otoczeniu przedsiębiorstwa oraz inwestora. Wszystkie decyzje biznesowe są obarczone ryzykiem. Ryzyko to ma szczególnie wymiar, gdyż dotyczy zaangażowanych środków finansowych, dlatego niezwykle istotne jest właściwe zarządzanie ryzykiem oraz podejmowanie właściwych decyzji inwestycyjnych.

Bibliografia

- Adekwatność kapitałowa i zarządzanie ryzykiem w PZU AM na 31 grudnia 2011 r. Raport, Warszawa, dnia 25 maja 2012 r.
- Biegański M., Janc A. (red.), 2001: Hedging i nowoczesne usługi finansowe. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań.
- Dyduch M., 2006: Zastosowanie sieci falkowo-neuronowej do predykcji ekonomicznych szeregów czasowych. W: Prognozowanie w zarządzaniu firmą. P. Dittmann, J. Krupowicz (red.). Wydawnictwo UE, Wrocław.
- Dyduch M., 2008: Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji do wspomagania decyzji inwestycyjnych. Inwestowanie na rynku kapitałowym, Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania nr 10, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Dyduch M., 2011: Grupowanie produktów strukturyzowanych. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 185, Wrocław, s. 159-169.

-
- Głuchowski J. (red.), 2001: Leksykon finansów. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Gontarek D., Maksymiuk R., Krysiak M., Witkowski Ł., 2001: Nowoczesne metody zarządzania ryzykiem finansowym. WIG-Press, Warszawa.
- Jajuga K., Jajuga T., 2011: Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

EFFECTIVENESS OF ALTERNATIVE INVESTMENT CAPITAL ON EXAMPLE INVESTMENT POLICY

Summary

The effectiveness of alternative investments are presented in the article as an example constructed investment policy. Adopted for the valuation of investment policy was a form of group life insurance and endowment of the underlying WIG20 index investment policy predictions based on the model copyright.