

MONIKA HADAŚ-DYDUCH

## EFEKTYWNOŚĆ INWESTYCJI W BANKOWE PAPIERY WARTOŚCIOWE

**Słowa kluczowe:** inwestycje kapitałowe, bankowe papiery wartościowe, inwestycje alternatywne, nowoczesne instrumenty finansowe

**Keywords:** capital investments, bank securities, alternative investments and modern financial instruments

**Klasyfikacja JEL:** G2

Bankowe Papiery Wartościowe Strukturyzowane (BPW) emitowane są na podstawie ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 roku Prawo bankowe (t.j. DzU 2002, nr 72 poz. 665, z późn. zm.). Emitent zobowiązuje się względem posiadaczy BPW do spełnienia świadczenia pieniężnego, polegającego na zapłacie kwoty wykupu oraz premii na zasadach określonych w dokumentach regulujących warunki emisji danego BPW.

BPW stanowiły 2,58% proponowanych w okresie 27.11.2010 – 27.11.2012 roku produktów strukturyzowanych na polskim rynku kapitałowym (tab. 1).

Tabela 1

Udział produktów strukturyzowanych w rynku w zależności od przyjętej konstrukcji produktu strukturyzowanego w okresie 27.11.2010 – 27.11.2012 roku

Konstrukcja produktu strukturyzowanego	Udział (%)
Polisa na życie z UFK	18,39
Polisa inwestycyjna	28,39
Lokata inwestycyjna	36,13
Certyfikat depozytowy	7,74
Obligacja strukturyzowana	3,23
BPW	2,58
FIZ	0,97
Fundusz zagraniczny	2,58

Źródło: opracowanie na podstawie portalu finansowego.

### Specyfikacja papieru wartościowego przyjętego do wyceny

BPW Strukturyzowany przyjęty do wyceny jest strukturyzowanym, niezabezpieczonym papierem wartościowym na okaziciela, niemającym formy dokumentu (niematerialny). Wartość nominalna oraz emisyjna oferowanego BPW wynosi 1000 PLN za sztukę. Przy czym cena emisyjna ma sens w przypadku dojścia do emisji BPW, do której skutku dochodzi jedynie w przypadku osiągnięcia Progu Emisji.

Oferowany papier wartościowy jest inwestycją o rocznym horyzoncie czasowym, realizowaną zgodnie z datami przedstawionymi w tabeli 2.

Tabela 2

Podstawowe daty związane z inwestycją w Bankowy Papier Wartościowy

Okres subskrypcji	Od dnia 24 października 2010 roku do 18 listopada 2010 roku
Data Emisji	22 listopada 2011 roku
Data Wykupu	22 listopada 2012 roku
Data ustalenia kwoty wykupu	22 listopada 2012 roku

Źródło: opracowanie własne.

W Dacie Wykupu Emitent zapłaci Posiadaczom BPW Strukturyzowanych Kwotę Wykupu. Do otrzymania Kwoty Wykupu są upoważnieni Posiadacze, na których Rachunku BPW w Dacie Ustalenia Praw z BPW będą zapisane BPW Strukturyzowane.

Jeżeli data płatności Świadczenia Pieniężnego z BPW przypada w dniu innym niż Dzień Roboczy, płatność Świadczenia Pieniężnego z BPW następuje pierwszego Dnia Roboczego po tym dniu, a Posiadaczowi nie będzie przysługiwać roszczenie o odsetki za taki okres.

Premia z inwestycji będzie obliczona według następującej formuły:

$$P = L \times PJ,$$

gdzie:

$P$  – premia,

$L$  – liczba BPW Strukturyzowanych zapisanych na Rachunku BPW w Dacie Ustalenia praw z BPW,

$PJ$  – premia jednostkowa, kwotowo od 1 sztuki BPW, zaokrąglona w dół do 1 złote-  
go, obliczona wg wzoru:

– w przypadku, gdy nie wystąpi Osiągnięcie Bariery:

$$PJ = N \times \text{MAX} \left[ \frac{\text{cena}_k}{\text{cena}_p} - 1, 0 \right],$$

- w przypadku, gdy wystąpi Osiągnięcie Bariery, tzn. jeżeli w Dniu Obserwacji Wskaźnika Odniesienia, Wskaźnik Odniesienia będzie równy lub większy od poziomu Bariery:

$$PJ = N \times Kupon$$

gdzie:

$N$  – wartość nominalna 1 BPW,

$cena_p$  – wartość Wskaźnika Odniesienia w pierwszym Dniu Obserwacji Wskaźnika Odniesienia, tj. 22. listopada 2011 roku,

$cena_k$  – wartość Wskaźnika Odniesienia w ostatnim Dniu Obserwacji Wskaźnika Odniesienia, tj. 20 listopada 2012 roku.

Ponadto:

$$Bariera = C_p \times x\%$$

$$Kupon = 10\%$$

gdzie:

$x\%$  – wynosi między 150–180%.

Wskaźnikiem odniesienia oferowanego BPW jest kurs wymiany EUR/PLN, tzn. jeśli kurs wymiany EUR/PLN w dniu zapadalności inwestycji nie będzie równy lub wyższy od bariery znajdującej się na poziomie 150–180% wartości początkowej, w dacie Wykupu (22.11.2012 r.) Klient otrzyma 100% partycypacji we wzroście ceny EUR/PLN na koniec okresu inwestycji. Jeśli w dniu zapadalności inwestycji kurs wymiany EUR/PLN będzie równy lub wyższy od bariery w wysokości 150–180% wartości początkowej, Klient w dacie Wykupu otrzyma zysk w wysokości 10% za okres inwestycji.

### Oszacowanie inwestycji w BPW Strukturyzowanych

Celem oszacowania zysku z inwestycji przez inwestora czy też przez emitenta, należy przewidzieć przyszłą wartość Wskaźnika, czyli w analizowanym produkcie kurs wymiany EUR/PLN. Ponieważ przyszły zysk z inwestycji zależy ściśle od jego wartości w dniu zapadalności BPW.

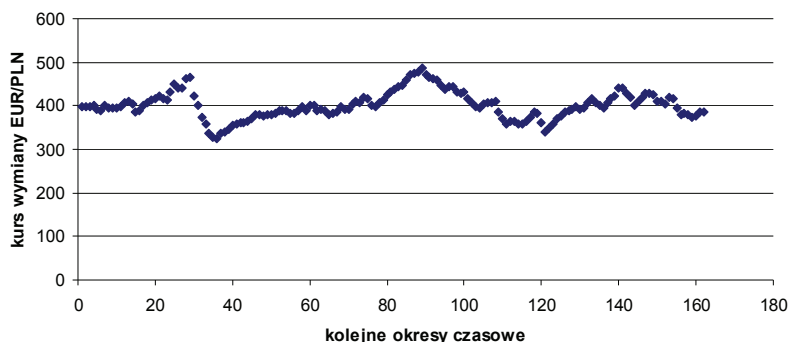
Model wykorzystany do prognozowania wartości kursu EUR/PLN możemy opisać w kilku kluczowych etapach<sup>1</sup>:

#### ETAP 1

Podział szeregu prezentującego kurs wymiany EUR/PLN w okresie styczeń 1998 roku – czerwiec 2011 roku (rys. 1) na podszeregi n-elementowe.

---

<sup>1</sup> Wszelkie symulacje komputerowe i obliczenia w przedstawionym algorytmie wykonano w programie MATLAB w oparciu o własne autorskie programy.



Rysunek 1. Szereg prezentujący kurs EUR według NBP

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

## ETAP 2

Transformata falkowa podszeregów  $n$ -elementowych algorytmem „a Trouser”.

Klasyczny schemat dekompozycji falkowej uwzględnia diadyczność DWT (operacje podpróbki odpowiadają rozciąganiu funkcji falkowej i skalującej o czynnik 2). Diadyczność nie jest niestety automatyczna, gdy zrezygnujemy z decymacji, aby otrzymać wersję nadmiarową DWT, czyli reper. W takim przypadku musimy użyć zmodyfikowanych filtrów odpowiednio do etapu dekompozycji tak, aby uzyskać efekt rozciągania funkcji falkowej i skalującej. Najprostsze rozwiązanie daje tzw. algorytm „a trous”, w którym wprowadza się „nadpróbki filtrów”, wstawiając zera pomiędzy współczynniki filtrów  $g_j$  i  $h_j$ .

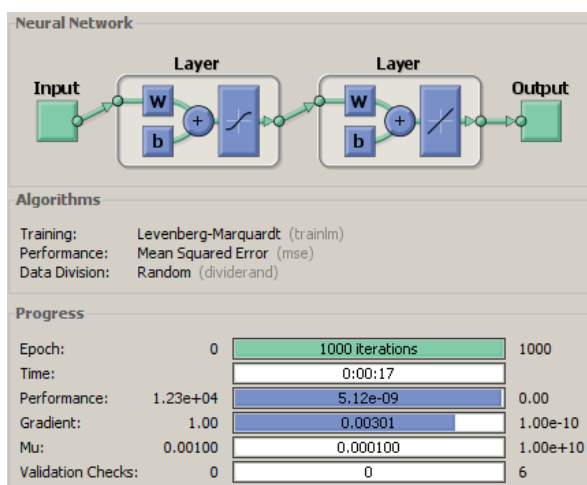
Minimalną nadmiarowość uzyskuje się w wyniku użycia „filtrów nadpróbkowanych” (zgodnie z algorytmem „a trous”) i braku decymacji, przynajmniej na pierwszym poziomie dekompozycji. Niedecymowana WT ma własności reperów w poszczególnych podprzestrzeniach detali z tą cechą charakterystyczną, że stanowi sumę mnogościową wielu baz Riesz, czyli liniowa zależność jego elementów jest cechą pochodną zwielokrotnienia liczebności o czynnik  $2N$ . Jeśli suma jego elementów daje element zerowy, to reper jest sztywny. W przypadku rozkładów ortogonalnych i biortogonalnych własność zerowania się sumy elementów repera jest „automatyczna”, jeśli przynajmniej na pierwszym etapie diadycznej dekompozycji falkowej nie dokonamy decymacji. Taka własność ma znaczenie w przypadku dekompozycji biortogonalnych, które w dziedzinie transformacji falkowej nie zachowują energii sygnału. Falki biortogonalne (zwłaszcza o wielu momentach znikających) w porównaniu do falk ortogonalnych uzyskują gorsze wyniki w dziedzinie odszumiania i kompresji stratnej. Własność zachowania energii jest ważna ze względu na to, że przy zastosowaniu progów lub kwantyzacji nie mamy jasno określonego kryterium i usunięcie relatywnie małego współczynnika falkowego może zaowocować dość dużą degradacją sygnału. Powyższa wada została częściowo skompensowana przez użycie algorytmu indeksowania ważnych współczynników falkowych.

Pod pojęciem „minimalnie nadpróbkowaną” przyjęto taką, która pomija decymację tylko na pierwszym etapie, a w kolejnych używa takich samych „dwukrotnie nadpróbkowanych” filtrów, zgodnie z algorytmem „a trous” wraz z operacjami decymacji. W przypadku zastosowania schematu liftingowego w wersji „a trous”, na każdym etapie dekompozycji filtry mają tę samą „dwukrotnie nadpróbkowaną” strukturę.

Pod pojęciem „wstępnie decymowanej” DDWT przyjęto taką, która wprowadza decymację tylko na kilku pierwszych etapach, a na kolejnych używa coraz wyżej „nadpróbkowanych” filtrów, zgodnie z algorytmem „a trous”. Podejście takie prowadzi do transformacji, która jest mało wrażliwa na przesunięcie i umożliwia zastosowanie DDWT jako decymowanego wybielającego widma filtra dopasowanego. Transformacja wykazuje wzrastającą wykładniczo nadmiarowość, począwszy od pierwszego etapu bez decymacji. Wstępna decymacja pozwala na znacząco mniejsze wykorzystanie zasobów FPGA (zwłaszcza pamięciowych) i stanowi kompromis pomiędzy rozdzielczością czasową detekcji a zajętością zasobów.

### ETAP 3

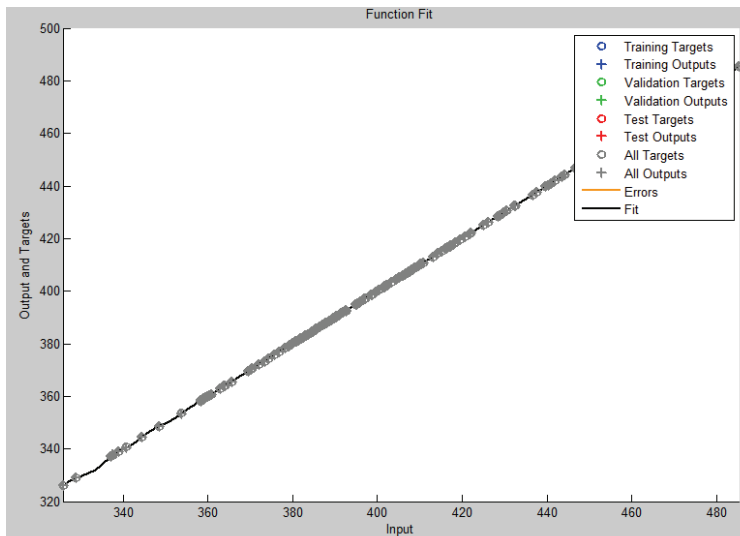
Inicjalizacja sztucznej sieci neuronowej, na podstawie wygenerowanych we wcześniejszym etapie współczynników falkowych.



Rysunek 2. Parametry uczenia sieci

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

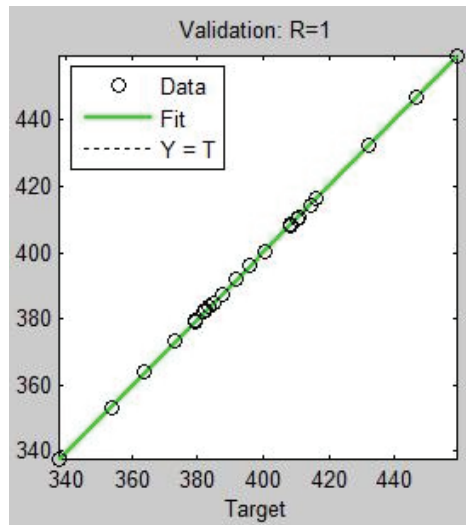
W rozważanym przypadku zastosowanie pojedynczego neuronu nie wystarcza do rozwiązania problemu, więc zbudowano sztuczną sieć neuronową (w skrócie SSN), określaną mianem *systemu przetwarzania informacji symulującego działanie rzeczywistych, uczących się, funkcjonujących w mózgu, struktur*, której podstawowe parametry prezentuje rysunek 2, a dopasowanie rysunek 3.



Rysunek 3. Dopasowanie SSN

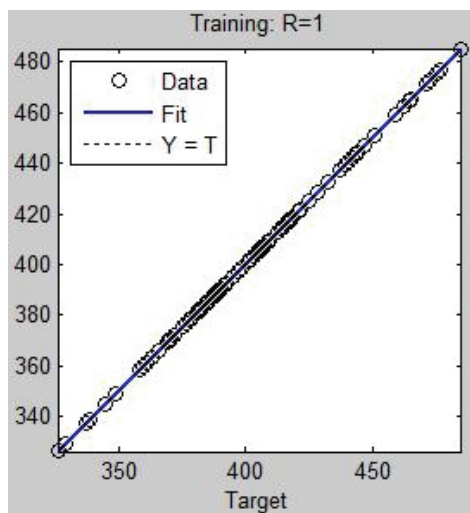
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Efektywność uczenia poszczególnych zbiorów prezentują poniższe rysunki 4–7.



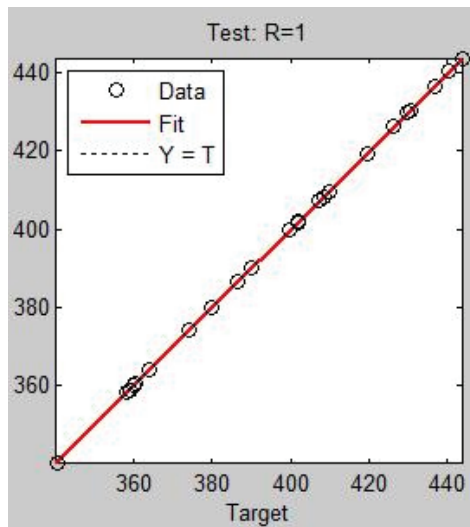
Rysunek 4. Dopasowanie SSN

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.



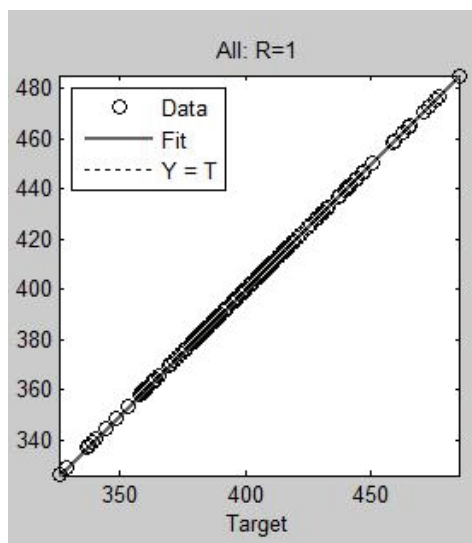
Rysunek 5. Dopasowanie SSN

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.



Rysunek 6. Dopasowanie SSN

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.



Rysunek 7. Dopasowanie SSN

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

#### ETAP 4

Odwrotna transformata falkowa.

Efektom końcowym tego etapu jest uzyskanie prognozowanych wartości kursu EUR/PLN. Na tym etapie, wykorzystując współczynniki falkowe wygenerowane przez sieć neuronową, konstruujemy poprzez odwrotną transformatę falkową oryginalny szereg czasowy, tzn. konkretną wartość kursu EUR/PLN w preferowanym dniu.

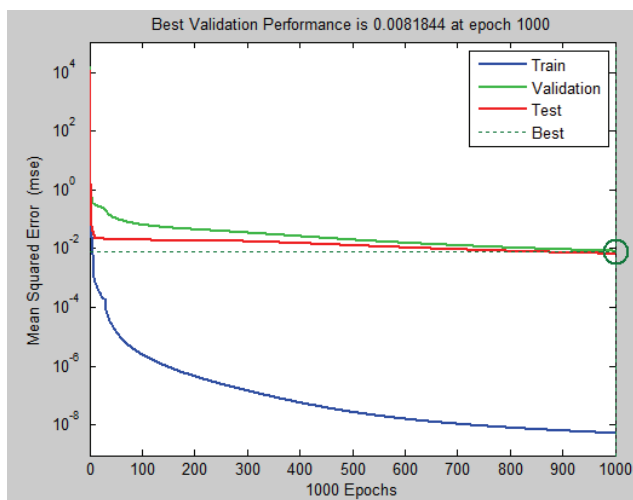
Wartość ta wynosi: 4,79. Jednakże, nie jest to wartość bezbłędna, ponieważ sztuczna sieć neuronowa na etapie uczenia oraz predykcji odpowiednich współczynników generuje błędy odpowiednio: błąd uczenia sieci neuronowej i błąd testowy sztucznej sieci neuronowej, które przedstawia rysunek 8.

Dysponując przyszłą wartością kursu wymiany EUR/PLN, inwestor może przewidzieć ewentualny zysk bądź stratę inwestycji. Zatem mamy:

- przewidywaną wartość Wskaźnika na dzień 22.11.2012 roku – 4,79 zł,
- wartość Wskaźnika na dzień 22.11.2011 roku – 4,44 zł,
- zmianę Wskaźnika w stosunku do wartości początkowej: 107,88%.

Zgodnie z zasadami zaprezentowanymi w specyfikacji BPW Strukturyzowanego głośzącymi, że jeśli kurs wymiany EUR/PLN w dniu zapadalności inwestycji nie będzie równy lub wyższy od bariery znajdującej się na poziomie 150–180% wartości początkowej, w Dacie Wykupu (22.11.2012 r.) Klient otrzyma 100% partycypacji we wzroście ceny EUR/PLN na koniec okresu inwestycji.





Rysunek 8. Błąd sztucznej sieci neuronowej dla generowanych współczynników Falkowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań.

Zatem inwestor otrzymuje 7,88% zysku od zainwestowanego kapitału w BPW Strukturyzowane, pomniejszonego jedynie o opłatę dystrybucyjną.

## Podsumowanie

Bez wątpienia przyszłość rynku produktów finansowych należy do produktów elastycznych, umożliwiających znalezienie złotego środka pomiędzy możliwościami osiągnięcia satysfakcjonujących zysków, a jednocześnie chroniących kapitał. Produkty strukturyzowane doskonale spełniają tę rolę. Doceniają to klienci, którzy mogą zarabiać bez względu na panującą na rynku koniunkturę.

W przedstawionym oszacowaniu BPW przyjęto opcję, że podczas trwania produktu nie wystąpią zakłócenia wskaźnika. Jednakże, gdyby w Dniu Obserwacji Wskaźnika Odniesienia wystąpiło w stosunku do Indeksu przynajmniej jedno z Zakłóceń Indeksu, wówczas Emitent musiałby podjąć w odniesieniu do BPW Strukturyzowanych takie Czynności Zastępcze, jakie w odniesieniu do Transakcji Zabezpieczającej podjąłby Podmiot Zabezpieczający, przy czym Podmiot Zabezpieczający mógłby nie podjąć żadnej z Czynności Zastępczych. W przypadku, gdy dla danej Emisji BPW Strukturyzowanych występuje kilka Podmiotów Zabezpieczających i podmioty te podejmą różne Czynności Zastępcze lub część z nich nie podejmie Czynności Zastępczych po wystąpieniu danego Zakłócenia Indeksu, wówczas Emitent zastosuje te Czynności Zastępcze w proporcjach, w jakich zawarł z Podmiotami Zabezpieczającymi Transakcje Zabezpieczające dla danej Emisji BPW Strukturyzowanych.

## Literatura

- Dyduch M.: *Zastosowanie sieci falkowo-neuronowej do predykcji ekonomicznych szeregów czasowych*, Prognozowanie w zarządzaniu firmą, red. P. Dittmann, J. Krupowicz, Prace Naukowe AE we Wrocławiu, Wydawnictwo AE we Wrocławiu, Wrocław 2006.
- Osterreichische Nationalbank: *Financial instruments: Structured products handbook*, Wien 2004.
- Obuchowicz A.: *Optymalizacja architektury sieci neuronowych*, PAN, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2000.
- Osowski S.: *Sieci neuronowe do przetwarzania informacji*, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2000.
- Wystup Uwe: *FX Options and Structured Products*, John Wiley & Sons, England 2006.

*dr inż. Monika Hadaś-Dyduch*  
*Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach*  
*Katedra Metod Statystyczno-Ekonomicznych w Ekonomii*

## Streszczenie

Artykuł przedstawia krótką charakterystykę bankowych papierów wartościowych strukturyzowanych (BPW), które są nowoczesnym instrumentem finansowym, otwierającym przed klientami możliwość inwestowania z pełną ochroną kapitału, zarówno na tradycyjnych jak i alternatywnych rynkach (np. akcje, towary, waluty, nieruchomości, surowce). BPW są połączeniem depozytu, mającego zapewnić zwrot kapitału w dacie zapadalności oraz części inwestycyjnej, pracującej na potencjalne zyski. Część inwestycyjna przeznaczona jest na zakup instrumentów finansowych (najczęściej opcji), które pozwolą na realizację określonej strategii inwestycyjnej, opisaną szczegółowo w warunkach emisji danego BPW. Ponadto, BPW są objęte gwarancjami Bankowego Funduszu Gwarancyjnego.

## BANKING STRUCTURED SECURITIES

### Summary

The article presents a short description of BPW, which is a modern financial instrument, which gives customers the possibility to invest with full capital protection on both traditional and alternative markets (eg, stocks, commodities, currencies, real estate). BPW are a combination of deposit, to improve return on capital at the date of maturity of the investment, and the investment part, working on potential profits. The investment part is intended for the purchase of financial instruments (usually an option), which will allow for the implementation of a specific investment strategy described in detail in terms of the issue of the BPW. In addition, BPW is subject to guarantees of the Bank Guarantee Fund.