

**Bartłomiej Jabłoński**

# **ELEMENTY GIEŁDOWEGO SYSTEMU EKSPERTOWEGO WSPOMAGANIA GIEŁDOWYCH DECYZJI INWESTYCYJNYCH**

---

---

## **Wstęp**

Doradcy inwestycyjni, podejmując decyzję co do rodzaju i czasu inwestycji, posługują się wieloma rodzajami narzędzi, które są pomocne w radzeniu sobie z napływającymi informacjami. Niewątpliwie najważniejszym narzędziem wspomagającym decyzje menadżera inwestującego w kontrakty terminowe jest giełdowy system ekspertowy, określany przez wielu mianem Świętego Graala.

Szczególne znaczenie dla giełdowych systemów ekspertowych wydają się mieć specjalistyczne amerykańskie fundusze inwestycyjne skupiające się jedynie na inwestycjach w kontrakty terminowe. Korzystają one z profesjonalnie zaprojektowanych systemów ekspertowych zbudowanych wyłącznie na ich potrzeby.

Definicji systemu ekspertowego jest wiele, dlatego określenie jednoznacznego podejścia do tegoż systemu jest niemożliwe. Według Niederlińskiego (2000, s. 17) nazwa „system ekspertowy” pochodzi od słowa „ekspert”, które oznacza człowieka posiadającego specjalistyczną wiedzę (najczęściej o charakterze niealgorytmicznym) w pewnej dziedzinie (wiedzę dziedzinową) i umiejętność stosowania jej dla rozwiązywania problemów tej dziedziny (umiejętność wnioskowania, umiejętność podejmowania decyzji na podstawie posiadanej wiedzy), które zostały nabyte w wyniku studiów i praktyki. Systemem ekspertowym nazywa się program do rozwiązywania problemów zleczanych ekspertom, charakteryzujący się strukturą funkcjonalną.

Z kolei Bartkiewicz (1997, s. 63) definiuje systemy ekspertowe jako komputerowe systemy, zwane często ekspertowymi, rozwiązujące problemy za pomocą opisu (reprezentacji) wiedzy i procesu rozumowania.

Podstawą sprawnie skonstruowanego systemu ekspertowego, wykorzystywanego do obrotu kontraktami terminowymi na indeks WIG 20, jest jego cel. Bez wyznaczenia celu nasze konstruowanie będzie błędzeniem, a wyniki mogą być dużo gorsze.

Cel jest jednym z najważniejszych elementów systemu. Opracowanie systemu w sytuacji, kiedy nie mamy pojęcia o tym, jakie będzie jego przeznaczenie jest po prostu niemożliwe. Na samym początku trzeba więc ustalić, co się chce osiągnąć. Następnie powinno się ocenić, czy wyznaczony cel jest realistyczny. Jeśli jest, można rozpocząć pracę nad systemem, który pozwoli go osiągnąć (Tharp, 2000, s. 39).

## **1. Synergia ryzyka inwestycji z giełdowym systemem ekspertowym**

### **1.1. Wariancja i odchylenie standardowe jako miary ryzyka**

Definicji, podejść do ryzyka oraz sposobów jego estymacji jest wiele. Rozważając ryzyko, nie w odniesieniu do konkretnej instytucji, lecz ogólnie jako ryzyko finansowe, stwierdzono, iż zarządzanie ryzykiem następuje przez (Wąsowski, 2002, s. 161):

- poznanie ryzyka, czyli identyfikację,
- pomiar i analizę ryzyka.

Istnieje wiele technik, które wykorzystuje się do kwantyfikowania wielkości ryzyka, jakiemu podlegają inwestycje. Należy pamiętać, iż ryzyko oznacza rezultat ruchu kursów, które są uwidocznione w rachunku zysków i strat lub w bilansie instytucji.

Przeważającą większość stanowią miary zmienności rozkładu stopy zwrotu. Klasyczną miarą ryzyka jest wariancja stopy zwrotu (*variance of returns*), nazywana również krótko wariancją. Określa się ją następującym wzorem (Jajuga, Jajuga, 2002, s. 102):

$$V = \sum_{i=1}^m p_i (R_i - R)^2 \quad (1)$$

gdzie:

- R – oczekiwana zmiana kursu,
- $R_i$  – i-ta możliwa do osiągnięcia wartość zmiany kursu,
- $p_i$  – prawdopodobieństwo osiągnięcia pewnej zmiany kursu,
- V – wariancja stopy zwrotu.

Ze wzoru (1) wynika, że im większe odchylenia możliwych zmian kursu od oczekiwanej zmiany kursu, tym większa wariancja stopy zwrotu, a co za tym idzie, tym wyższe ryzyko.

Następnym popularnym sposobem mierzenia ryzyka jest odchylenie standardowe, określone wzorem (Groppelli, Nikbakht, 1999, s. 72):

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (K_i - \bar{K})^2 P_i} \quad (2)$$

gdzie:

- N – liczba obserwacji,
- K – oczekiwany dochód,
- $P_i$  – prawdopodobieństwo i-tego dochodu,
- $K_i$  – możliwy i-ty dochód,
- $\sigma$  – odchylenie standardowe stopy zwrotu.

Ryzyko jest mierzone na podstawie rozrzutu stóp zwrotu wokół wartości oczekiwanej. Im większe fluktuacje stóp zwrotu, tym większe ryzyko. Zróżnicowanie może być mierzone za pomocą odchylenia standardowego (Groppelli, Nikbakht, 1999, s. 73).

Inwestycje na rynku kapitałowym są nierozzerwalnie związane z ryzykiem. Mówi się, że ryzyko inwestowania w obligacje jest bardzo niskie, przy akcjach wspomina się o dużym ryzyku, zaś opcje i kontrakty terminowe są powszechnie uznawane za kwintesencję ryzyka. Takie podejście – pojawiające się, niestety, niemal w każdej pracy poświęconej inwestowaniu na rynku kapitałowym – sugeruje, jakoby ryzyko było zawarte w samym rynku. Tymczasem należałoby powiedzieć, że ryzyko zależy od zachowania się osoby, która po-

dejmuje jakąś działalność. Ryzyko nie zależy od gry, w której będziemy uczestniczyć, lecz od naszego nastawienia do niej. Można powiedzieć, że ryzyko jest funkcją chciwości i rozsądku (Zalewski, 2001, s. 85).

Ważne jest określenie procentowego udziału ilości kontraktów terminowych w całym portfelu tak, aby minimalizować ryzyko inwestycji. Tabela 1 ukazuje, o ile musi wzrosnąć kapitał po różnej wielkości stratach w celu ich nadrobienia.

Tabela 1

Wykaz strat i zysków potrzebnych do pokrycia strat

Strata na portfelu (%)	Zysk (%)
10	11,1
20	25
30	42,9
40	66,7
50	100
60	150
75	300
90	900

Strata 20% kapitału wymaga niewiele większego zysku, który wynosi 25%. Jednak po to, aby nadrobić stratę 40% trzeba zarobić 66,7%, a w przypadku straty 50% aż 100%. Straty większe aniżeli 50% wymagają zysków tak dużych, że aż nieprawdopodobnych. Jeśli więc instytucja traci zbyt wiele wskutek błędnej strategii, szanse na nadrobienie strat stają się nikłe.

## 1.2. Wykorzystanie ryzyka w określaniu liczby użytych instrumentów finansowych

Zaproponowano dwa sposoby określania, jak zarządzać wielkością pozycji.

### 1.2.1. Model pierwszy – strategia ryzyka procentowego

Przy otwieraniu pozycji bardzo ważne jest określenie poziomu, na którym, w razie niepowodzenia, zostanie ona zamknięta w celu ochrony kapitału. To jest właśnie ryzyko pozycji, czyli strata, jaką ponosi się w trakcie najgorszego scenariusza. Zatem w tym przypadku należy określić funkcję ryzyka. Ryzyko w tym modelu powinno zależeć od szerokości stopu na pojedynczym kontrakcie. Stop początkowy to nic innego jak określenie w momencie zajmowania pozycji, ile możemy stracić na każdym kontrakcie. Na samym początku należy założyć, ile można zaryzykować w każdej transakcji w odniesieniu do całego portfela, po czym ustalić dla każdego waloru, ile możemy zaryzykować na spadku ceny. Uważa się, iż jeśli inwestuje się cudze pieniądze, to nie powinno się ryzykować więcej aniżeli 1% całego portfela na każdej transakcji. Każdorazowo należy policzyć ilość kontraktów, jaką można nabyć podczas strategii tworzenia portfela papierów wartościowych według reguły (Tharp, 2000, s. 231-234):

$$\text{Ryzyko na każdej transakcji /stop początkowy} = \text{liczba kontraktów} \quad (3)$$

### 1.2.2. Model drugi – model procentowej zmienności

Model ten opiera się na wskaźniku zwanym zmiennością. Zmienność to przeciętna wielkość dziennej zmiany instrumentu w określonym czasie. Jest to bezpośrednia miara zmienności cen, z jaką możemy mieć do czynienia w przypadku danej pozycji. Każdorazowo liczy się ilość kontraktów, jaką można nabyć w ramach powyższej strategii tworzenia portfela papierów wartościowych według reguły (Tharp, 2000, s. 231-234):

$$\text{Ryzyko na każdej transakcji/zmienność} = \text{liczba kontraktów} \quad (4)$$

Biorąc pod uwagę to, iż zmienność kontraktów terminowych na indeks WIG 20 z roku na rok się zmniejsza, stwierdzono, iż dysponując obecnie taką samą wielkością aktywów jak w 1998 r., można w każdej transakcji obracać większą liczbą kontraktów.

## 2. Losowość a proste reguły otwierania pozycji giełdowym systemem ekspertowym

Sposoby wchodzenia na rynek nie są tak ważne, jak sygnały wyjścia z rynku, gdyż nie moment rozpoczęcia inwestycji, ale jej zakończenie decyduje o zysku z transakcji. Jednak określenie zasad otwierania pozycji jest równie ważne i także wpływa na jakość systemu. Podano przykład pozycji otwieranych losowo. Przykład ma na celu udowodnienie, iż najprostszy kod systemu otwierający pozycję będzie dużo lepszy od pozycji otwieranych losowo. Przedstawiono dwa systemy:

- 1) losowo otwierający pozycję o nazwie Incident,
- 2) otwierający pozycję według prostej reguły o nazwie MovAver.

Oba systemy zamykają pozycję w ten sam sposób, na zamknięciu notowań ostatniej sesji tygodnia, natomiast otwierają pozycję w poniedziałek na otwarciu. Losowość w przypadku systemu Incident polega na tym, iż liczy on średnią z cen zamknięcia, otwarcia, minimalnej oraz maksymalnej z poprzedniej sesji. Jeśli część ułamkowa wyniku jest większa lub równa 0.5, to system otworzy pozycję długą i zakupi kontrakt terminowy na indeks WIG 20. W każdym innym przypadku system otworzy pozycję krótką, czyli sprzeda kontrakt terminowy. W obu systemach przyjęto warunki rynkowe transakcji, tzn. każdorazowa zmiana pozycji wiąże się z opłatą prowizji. Dodatkowo założono, iż nie bierze się pod uwagę poślizgów cenowych, czyli różnic cenowych między sygnałem systemu a rzeczywistą ceną wykonania transakcji. Dane źródłowe wykorzystane do porównania giełdowych systemów ekspertowych obejmują notowania kontraktów terminowych od 16 stycznia 1998 r. do 3 października 2003 r.

W systemie Incident wykorzystano funkcję Fraction (część ułamkowa), która odrzuca całkowitą część argumentu, pozostawiając część ułamkową (*MetaStock*, 1995, s. 173). Zastosowano także funkcję dzień tygodnia – Day Of Week, która automatycznie zlicza dni tygodnia przypisując im wartości od 1 do 7, kolejno od poniedziałku aż do niedzieli (*MetaStock*, 1995, s. 170). Funkcja Fraction przyjmuje postać:

Frac (dane)

natomiast funkcja Day Of Week:

Dayofweek ( )

Kod systemu Incident wygląda następująco:

**Enter Long**

$\text{Frac}((\text{Close} + \text{High} + \text{Low} + \text{Open}) / 4) \geq 0.5 \text{ AND Dayofweek}() = 1$

**Close Long**

$\text{Dayofweek}() = 5$

**Enter Short**

$\text{Frac}((\text{Close} + \text{High} + \text{Low} + \text{Open}) / 4) < 0.5 \text{ AND Dayofweek}() = 1$

**Close Short**

$\text{Dayofweek}() = 5$

Wynik systemu nie jest zadowalający. System w badanym okresie przyniósł stratę w wysokości 2206,61 pkt.

W systemie MovAver wykorzystano funkcję Moving Average prostej średniej kroczącej. Funkcja Moving Average przyjmuje postać: mov (dane, okres, rodzaj) (*MetaStock*, 1995, s. 178). Danymi są: ceny zamknięcia notowań kontraktów terminowych, okres, czyli interwał czasowy, według którego jest liczona średnia, oraz rodzaj, czyli prosta średnia krocząca, w której każda dana wejściowa ma taką samą wagę.

Kod systemu MovAver wygląda następująco:

**Enter Long**

$C > \text{Mov}(\text{Close}, 45, \text{Simple}) \text{ AND DayOfWeek}() = 1$

**Close Long**

$\text{DayOfWeek}() = 5$

**Enter Short**

$C < \text{Mov}(\text{Close}, 45, \text{Simple}) \text{ AND DayOfWeek}() = 1$

**Close Short**

$\text{DayOfWeek}() = 5$

Wynik systemu MovAver wygląda atrakcyjniej. Po zbadaniu identycznej próbki losowej danych, wynik systemu to 601,8 pkt.

W celu porównania oraz podsumowania tych dwóch systemów przeprowadzono uproszczoną analizę.

Zestawiono wyniki obu systemów w przeliczeniu na złotówki:

System Incident: - 2206,61 pkt. x 10 zł = - 22 066,10 zł

System MovAver: 601,8 pkt. x 10 zł = 6 018,00 zł

Z powyższego zestawienia wynika, iż system MovAver osiąga dużo lepsze wyniki. Dodatkowo zobrazowano przewagę prostego giełdowego systemu ekspertowego nad systemem losowo otwierającym pozycję korelacją. Wzór określający korelację wygląda następująco (Hull, 1999, s. 108):

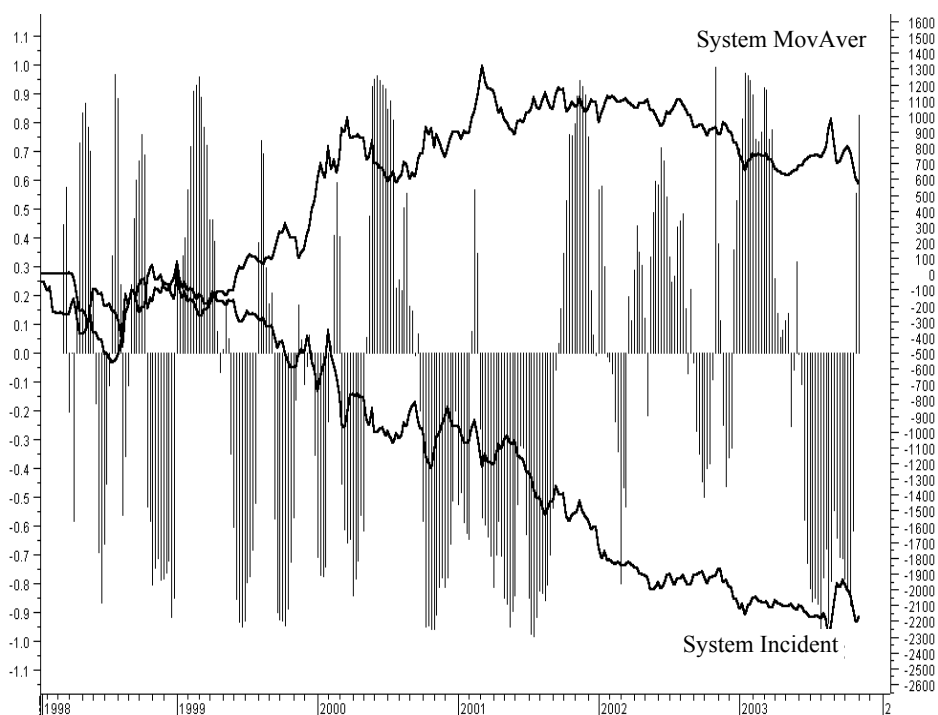
$$\rho = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{\left[ n \sum x_i^2 - \left( \sum x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum y_i^2 - \left( \sum y_i \right)^2 \right]}} \quad (5)$$

Współczynnik korelacji stóp zwrotu akcji zawiera się w przedziale [-1;1]. Jego interpretacja jest następująca:

1. Współczynnik ten mierzy zależność liniową między stopami zwrotu akcji dwóch spółek.
2. Wartość bezwzględna tego współczynnika wskazuje na siłę powiązania liniowego między stopami zwrotu akcji dwóch spółek. Im wartość bezwzględna tego współczynnika jest bliższa jedności (tzn. sam współczynnik jest bliższy -1 lub 1), tym liniowe powiązanie między stopami zwrotu akcji dwóch spółek jest silniejsze. Wartość bezwzględna równa 1 oznacza liniową zależność funkcyjną między stopami zwrotu akcji. Wartość współczynnika korelacji równa 0 oznacza brak zależności liniowej między stopami zwrotu akcji spółek.
3. Znak tego współczynnika wskazuje na kierunek powiązania liniowego między stopami zwrotu akcji dwóch spółek. Jeśli współczynnik ten jest dodatni (oznacza to tzw. dodatnią korelację), to wzrostowi (spadkowi) stopy zwrotu akcji jednej spółki towarzyszy wzrost (spadek) stopy zwrotu akcji drugiej spółki. Jeśli współczynnik ten jest ujemny (oznacza to tzw. ujemną korelację), to wzrostowi (spadkowi) stopy zwrotu akcji jednej spółki towarzyszy spadek (wzrost) stopy zwrotu akcji drugiej spółki (Jajuga, Jajuga, 2002, s. 121).

Rysunek 1 przedstawia krzywe kapitału systemów MovAver oraz Incident wraz z zachodzącą między nimi korelacją (skala lewa).





Rys. 1. Krzywe kapitału systemów wraz z ich korelacją

Z wykresu korelacji wyników systemów wynika, iż przez większość badanego czasu przyjmowała ona wartości ujemne. Oznacza to, iż wzrostowi (spadkowi) jednej krzywej kapitału towarzyszy spadek (wzrost) drugiej krzywej kapitału. Po zestawieniu wyników obu systemów oraz zbadaniu korelacji stwierdzono, iż systemy są skorelowane ujemnie, tzn. spadkowi wartości krzywej kapitału systemu Incident do wartości  $-22\ 066,10$  zł towarzyszy wzrost wartości krzywej kapitału systemu MovAver do wartości  $6018$  zł.

Stąd wypływa wniosek, iż prosty giełdowy system ekspertowy, opierający się na wskazaniach prostej średniej kroczącej, jest znacząco lepszy od giełdowego systemu ekspertowego, którego sygnały są generowane losowo.

### 3. Optymalizacja

Optymalizacja to proces szukania najlepszych zestawów parametrów dla danego systemu na określonym rynku. Założeniem optymalizacji jest to, że zestaw parametrów, który wykazał się największą skutecznością w przeszłości, cechuje większe prawdopodobieństwo dobrego funkcjonowania w przyszłości (Schwager, 2002, s. 679).

Wprawdzie przydatność optymalizacji do poprawy przyszłej skuteczności systemu jest kwestią otwartą, mimo to nie ma żadnych wątpliwości, że stosowanie zoptymalizowanych rezultatów bardzo poważnie tę skuteczność zmniejsza. Dzieje się tak, ponieważ korelacja pomiędzy najlepszymi parametrami danego systemu dla jednego okresu i najlepszymi parametrami w kolejnym okresie jest bardzo słaba bądź nie ma jej w ogóle. Dlatego zakładanie, że można osiągnąć skuteczność sugerowaną przez najlepsze parametry historyczne, jest całkowicie nierealistyczne (Schwager, 2002, s. 694).

Celem wielu projektantów strategii testujących jest uzyskanie maksymalnego zysku z danych historycznych. Kierują się oni założeniem, że im lepiej system sprawdza się na danych dotychczasowych, tym lepiej będzie działał w przyszłości. Gdyby tak rzeczywiście było, każdy, kto stworzyłby model sprawdzający się dobrze na danych historycznych, byłby teraz bardzo bogaty. Tymczasem w większości przypadków tak nie jest (LeBeau, 1999, s. 168).

Przeprowadzono badanie mające na celu potwierdzenie powyższej tezy. Posłużono się do tego testem projekcyjnym. Do analizy wykorzystano trzy rodzaje średnich kroczących: prostą, ważoną oraz wykładniczą. Próbkę losową obejmującą okres notowań kontraktów terminowych na indeks WIG 20 od 16 stycznia 1998 r. do 3 listopada 2003 r. podzielono na dwa okresy. Pierwszy z nich to okres od 16 stycznia 1998 r. do 29 grudnia 2000 r. Drugi okres obejmuje notowania od 2 stycznia 2001 r. do 3 listopada 2003 r. Zbadano trzy systemy wykorzystujące moduł optymalizacji. W pierwszym z badanych okresów każdy z giełdowych systemów ekspertowych został poddany optymalizacji w celu otrzymania najlepszych parametrów. Następnie wprowadzono do takiego samego systemu stałą wartość tego parametru i zbadano, jak będzie się zachowywał system w drugim okresie. We wszystkich przykładach uwzględniono warunki rynkowe, tzn. prowizje. Wartość zoptymalizowana jest badana w zakresie od 2 do 100 okresów, w przedziale zmieniającym się co 1.

W systemach wykorzystano funkcję Moving Average prostej średniej kroczącej. Funkcja Moving Average przyjmuje postać: mov (dane, okres, rodzaj), czyli mov (close, opt1, simple, weighted lub exponential), gdzie opt1 oznacza parametr zoptymalizowany.

### 3.1. System z prostą średnią krocząca – Simple MovAver

Prostą średnią krocząca oblicza się dodając do siebie ceny z badanego okresu, a następnie oblicza się ich średnią. Gdy pojawia się nowa wartość, wartość najstarsza wypada ze wzoru. Wzór na prostą średnią krocząca przyjmuje postać (LeBeau, 1999, s. 240):

$$MA_t = \frac{(P_t + P_{t-1} + P_{t-2} + \dots + P_{t-n})}{n} \quad (6)$$

gdzie:

- MA<sub>t</sub> – bieżąca wartość średniej kroczącej,
- P<sub>t</sub>, P<sub>t-1</sub> – ceny sprzed n okresów,
- n – liczba okresów użytych do obliczeń.

Kod systemu Simple MovAver wygląda następująco:

#### **Enter Long**

close > mov (close, opt1, simple)

#### **Enter Short**

close < mov (close, opt1, simple)

Najlepszy wynik netto w I okresie wynosi 2600 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 25 kolejnych notowań kontraktów terminowych liczonych jako średnia. Najgorszy wynik to wynik – 617 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 2 kolejne notowania.

Wynik netto w II okresie wynosi 292 pkt. przy parametrze wynoszącym 25 kolejnych notowań kontraktów terminowych.

### 3.2. System z ważoną średnią kroczącą – Weighted MovAver

Najczęściej stosowaną metodą liczenia ważonej średniej kroczącej jest mnożenie każdej ceny przez liczbę oznaczającą dzień jej wystąpienia. Wzór na ważoną średnią kroczącą przyjmuje postać (LeBeau, 1999, s. 240):

$$WMA_t = \frac{(W_1 P_t + W_2 P_{t-1} + W_3 P_{t-2} + \dots + W_{n+1} P_{t-n})}{n} \quad (7)$$

gdzie:

- WMA<sub>t</sub> – bieżąca wartość średniej,
- W – dzień wystąpienia ceny,
- P<sub>t</sub>, P<sub>t-1</sub> – ceny sprzed n okresów,
- n – liczba okresów użytych do obliczeń.

Kod systemu Weighted MovAver wygląda następująco:

#### Enter Long

```
close > mov (close, opt1, weighted)
```

#### Enter Short

```
close < mov (close, opt1, weighted)
```

Najlepszy wynik netto w I okresie wynosi 2550 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 31 kolejnych notowań kontraktów terminowych liczonych jako średnia. Najgorszy wynik to wynik – 618 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 2 kolejne notowania.

Wynik netto w II okresie wynosi 690 pkt. przy parametrze wynoszącym 31 kolejnych notowań kontraktów terminowych.

### 3.3. System z wykładniczą średnią kroczącą – Exponential MovAver

Wykładnicza średnia krocząca przywiązuje większą wagę do cen z ostatniego okresu, podobnie jak średnia ważona, ale uwzględnia wszystkie dane cenowe. Wzór na wykładniczą średnią kroczącą przyjmuje postać (LeBeau, 1999, s. 240-241):

$$EMA_t = EMA_{t-1} + SF(P_t - EMA_{t-1}) \quad (8)$$

gdzie:

$EMA_t$  – bieżąca wartość średniej,

$EMA_{t-1}$  – poprzednia wartość średniej,

SF – czynnik wygładzenia, najczęściej przyjmowaną wartością SF jest  $2/(n+1)$ , gdzie n oznacza liczbę okresów użytych do obliczeń.

Kod systemu Exponential MovAver wygląda następująco:

**Enter Long**

close > mov (close, opt1, expotential)

**Enter Short**

close < mov (close, opt1, expotential)

Najlepszy wynik netto w I okresie wynosi 2460 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 14 kolejnych notowań kontraktów terminowych liczonych jako średnia. Najgorszy wynik to wynik 340 pkt. przy zoptymalizowanym parametrze wynoszącym 100 kolejnych notowań.

Wynik netto w II okresie wynosi 905 pkt. przy parametrze wynoszącym 14 kolejnych notowań kontraktów terminowych.

W analizie ukazano nieskuteczność procesu optymalizacji podczas konstruowania ekspertowego systemu giełdowego. Tabela 2 przedstawia podsumowanie analizy.

Tabela 2

Podsumowanie analizy optymalizacji systemów

Systemy	Wyniki systemów (punkty)	
	okres I – optymalizacja 16.01.1998 – 29.12.2000	okres II – badanie parametrów 02.01.2001 – 03.11.2003
Simple MovAver	2600	292
Weighted MovAver	2550	690
Exponential MovAver	2460	905

Wyniki osiągnięte w II okresie są dużo niższe, aniżeli spodziewano się otrzymać po zoptymalizowaniu parametrów we wcześniejszych latach.

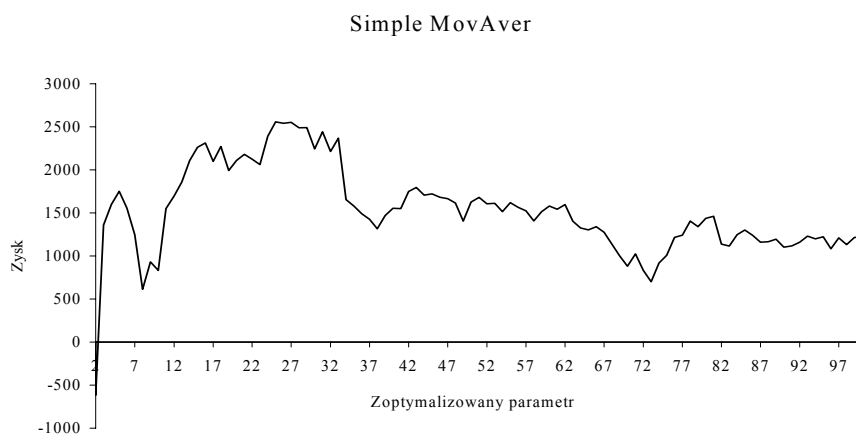
Wyniki zoptymalizowanych systemów osiągnięte od 2001 do 2003 r. są w przypadku systemu Weighted MovAver oraz Exponential MovAver wyższe od uśrednionych wyników ponownej optymalizacji tych systemów w tym samym okresie, co przedstawia tab. 3.

Tabela 3

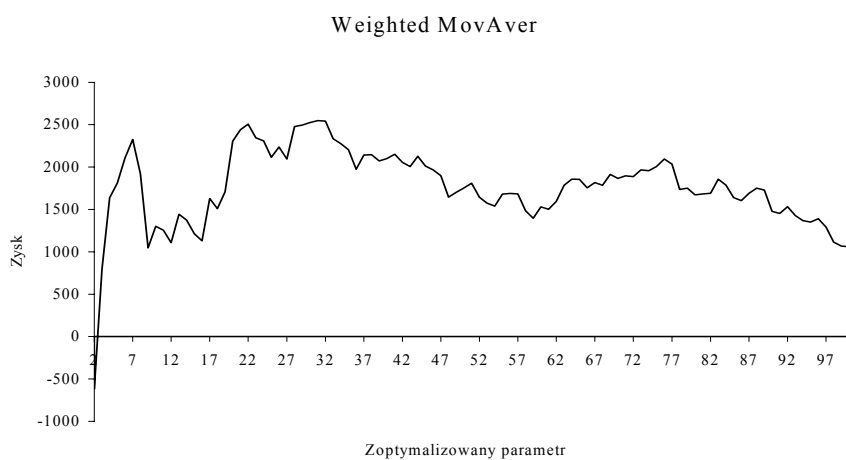
Porównanie systemów w II okresie analizy

Systemy	Wyniki systemów (punkty)	
	okres II – badanie parametrów	
	wynik parametrów z poprzedniej optymalizacji	uśrednione wyniki ponownej optymalizacji
Simple MovAver	292	439,4
Weighted MovAver	690	367,8
Exponential MovAver	905	367,8

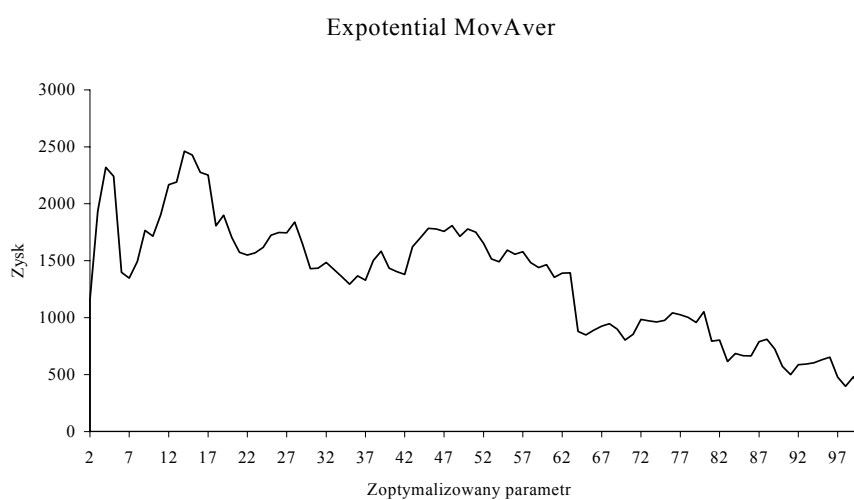
Niebezpieczeństwo wyboru najlepszego spośród zoptymalizowanych parametrów i zastosowanie go w przyszłości ukazuje analiza rozkładu systemów. Dla wszystkich systemów stworzono graficzny rozkład wyników i zoptymalizowanych parametrów, jakie osiągnięto w I okresie. Obrazują to rys. 2-4.



Rys. 2. Rozkład parametrów systemu Simple MovAver



Rys. 3. Rozkład parametrów systemu Weighted MovAver



Rys. 4. Rozkład parametrów systemu Exponential MovAver

Z rozkładów wynika jednoznacznie, że przy wyborze któregośkolwiek ze zoptymalizowanych parametrów system w następnych okresach będzie obarczony dużym ryzykiem i niepewnością. Gdyby rozkłady przypominały swoim kształtem rozkład normalny, wybór parametru przynoszącego największy zysk byłby opatrzony mniejszym ryzykiem. Wtedy nawet zmiana zoptymalizowanego parametru o 10 jednostek nie spowoduje dużych różnic w wyniku systemu, co przełoży się na stabilność portfela. Udowodniono, iż systemy zoptymalizowane są niebezpieczne, dlatego menadżerowie wykorzystujący giełdowe systemy ekspertowe powinni się ich wystrzegać.

#### 4. Praktyczna analiza i ocena systemu

Projektanci a zarazem programiści systemów poddają system testowi, a następnie badają jego parametry. Każdy twórca systemu do jednych parametrów przywiązuje większą wagę, do innych mniejszą. Nie można stwierdzić jednoznacznie, które parametry są lepsze, a które gorsze. Ważne jest natomiast, aby każdy testowany system był porównywany z innymi, czy też ze swoimi uaktualnieniami według tych samych parametrów. Dodatkowo parametry, niebrane pod uwagę wcześniej, należy użyć jedynie wtedy, gdy mają rozstrzygnąć o wyborze systemu. W analizie i ocenie giełdowego systemu ekspertowego użyto 7 parametrów, które automatycznie liczy program MetaStock. Pod uwagę wzięto następujące parametry:

- całkowity zysk netto (*total net profit*),
- zysk ze strategii „kupna i przetrzymania” (*Buy/Hold Profit*),
- średni zysk na transakcję (*Avg profit per trade*),
- przeciętny zysk (*Average win*),
- zapłacone prowizje (*Commissions paid*),
- przeciętny zysk/przeciętna strata (*Avg Win/Avg Loss ratio*),
- średnia strata (*Average loss*).

Tabela 4

Wybrane parametry oceny systemu

Nazwa wskaźnika	Wartość wskaźnika
1	2
Całkowity zysk netto	3543,3
Zysk ze strategii „kupna i przetrzymania”	53,7
Średni zysk na transakcję	16,37
Przeciętny zysk	73,94



cd. tabeli 4

1	2
Zapłacone prowizje	544,7
Przeciętny zysk/przeciętna strata	2,56
Średnia strata	- 28,9

Źródło: Opracowanie na podstawie wyników programu MetaStock.

Całkowity zysk netto przykładowego systemu w badanym okresie wyniósł 3543,3 pkt., co w rzeczywistości daje 35 433 zł z obrotu tylko jednym kontraktem. Biorąc pod uwagę to, iż w pierwszym dniu stosowania systemu początkowy depozyt niezbędny do zajęcia pozycji w kontraktach wynosił tyle, ile obecna wartość (6,7% wartości kontraktu), wielkość początkowej inwestycji wynosiła:

$$\text{cena kontraktu} \times 10 \text{ zł} \times \text{depozyt} = 1416 \times 10 \text{ zł} \times 6,7\% = 948,72 \text{ zł}$$

Zatem zysk procentowy systemu w badanym okresie wyniósł:

$$\left| \frac{35433}{948,72} \right| \times 100\% \cong 3735\%$$

Zysk ze strategii „kupna i przetrzymania” wynosi 53,7 pkt., co daje 537 zł. Wynik systemu jest dużo lepszy, bo przewyższa wartość 537 zł aż o około 6498%. Wysiłki związane z konstrukcją systemu nie są daremne, gdyż zysk osiągnięty dzięki użyciu systemu jest większy od strategii „kupna i przetrzymania”.

Średni zysk na transakcję wynosi 16,37 pkt., czyli 163,70 zł. W średnim ujęciu, po zbadaniu całego okresu na każdej transakcji, osiągnięto by średni zysk wynoszący 163,70 zł.

Przeciętny zysk systemu wynosi 73,94 pkt., czyli 739,40 zł. Aby system notował dodatni wynik netto, przeciętny zysk musi być większy od przeciętnej straty wynoszącej (-28,9 pkt.), co daje (-289 zł). Mimo iż ogólna liczba transakcji przynoszących stratę przewyższa ogólną liczbę zyskownych transakcji, duża różnica pomiędzy przeciętnym zyskiem a stratą powoduje, iż system charakteryzuje się dużą stopą zwrotu. Świadczy to także o tym, że system nie pozwala na duże straty, zmniejsza je, pozwalając rosnąć zyskom. Przekłada się to na wysoki wskaźnik przeciętny zysk/przeciętna strata wynoszący 2,56. Przeciętny zysk systemu jest aż o 2,56 razy większy od przeciętnej straty.

Podsumowując analizę wyników zwrócono uwagę na ważny parametr, jakim jest wielkość zapłaconej prowizji. W przypadku systemu prowizje wynoszą 544,7 pkt., co daje 5447 zł. Im więcej transakcji generuje system, tym bardziej zwiększa się wartość zapłaconych prowizji, co wpływa ujemnie na wynik netto systemu. Wspomniano wcześniej, iż instytucje rynku kapitałowego, dokonując transakcji kontraktami terminowymi, mają niższe prowizje aniżeli założone w badanym systemie. W takim przypadku wartość płaconych prowizji zmniejszyłaby się, co przyczyniłoby się do wzrostu parametrów systemu. Wzrósłby parametr przeciętny zysk/przeciętna strata oraz parametr przeciętny zysk systemu, a co najważniejsze, wzrósłby także wynik netto systemu, co przekłada się na poprawę rentowności portfela instytucji.

## Podsumowanie

Wybór spośród wielu możliwych ze względów technicznych i ekonomicznych rozwiązań określonego problemu (najkorzystniejszego z punktu widzenia przyjętego kryterium optymalizacji), ciągła zmiana i powiększanie liczby stopni swobody, dopasowywanie wyników do próbki losowej – to tylko niektóre techniki sztucznego poprawiania skuteczności systemów. Projektanci systemów, włączając do nich coraz to większą ilość parametrów, dopasowują je (systemy) do danych z przeszłości. Nie zważają na fakt, że im lepiej system dopasuje się do danych z przeszłości, tym gorzej będzie się zachowywać w przyszłości.

Przeprowadzone w pracy analizy i badania udowadniają, jak zgubny wpływ na przyszłość systemu ma proces optymalizacji. Optymalizacja trzech systemów Simple MovAver, Weighted MovAver oraz Exponential MovAver oraz późniejsze projekcyjne testy ukazały, iż mimo zadowalających wyników osiągniętych dzięki optymalizacji, przyszłe wyniki nie były już tak pozytywne.

Praktyczna analiza i ocena przykładowych wyników miała ukazać, czy wyniki zaprezentowanego systemu wskazują na jego niezawodność, czy używający go menadżerowie instytucji finansowych będą w stanie znieść pojedyncze straty oraz czy zysk systemu, a co się z tym wiąże – małe straty – nie są wynikiem przypadkowego zachowania bazy danych, czyli kontraktów terminowych na indeks WIG 20. Ukazano, jak badać system według różnych parametrów, jak szacować ilość instrumentów, którymi należy obracać według wskazań systemu. Wszystko po to, aby wynik osiągany dzięki użyciu giełdowego systemu ekspertowego był stabilny, a osiągnięte wyniki były odpowiednie do tendencji rynkowych występujących w przyszłości. W analizie poprzez badanie parametrów udowodniono, że system działa dynamicznie, niezależnie od sytu-

acji panującej na rynku. Stwierdzono także, iż z powodzeniem mogą stosować go instytucje niedopuszczające dużych strat i wahań wartości zarządzanych aktywów.

Tak skonstruowany system spowoduje, że posługujące się nim instytucje finansowe będą mogły uzyskać stabilny wzrost wartości swoich portfeli, a klienci kierujący się bezpieczeństwem i wizją stabilnych wyników będą wybierać ich usługi.

## Literatura

- Bartkiewicz W.: *Krótkoterminowe prognozowanie obciążenia sieci elektroenergetycznej z wykorzystaniem adaptacyjnych systemów rozmytych*. Materiały z V Konferencji na temat: *Sieci i systemy informatyczne*. Łódź 1997.
- Begg D., Fischer S., Dornbusch R.: *Ekonomia: Makroekonomia i Mikroekonomia*. PWE, Warszawa 2002.
- Biegański M.: *Hedging i nowoczesne usługi finansowe*. AE, Poznań 2001.
- Dębski W.: *Rynek finansowy i jego mechanizmy*. PWN, Warszawa 2001.
- Francis J.C.: *Inwestycje, analiza i zarządzanie*. WIG PRESS, Warszawa 2000.
- Groppelli A.A.: *Wstęp do finansów*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Hull J.: *Kontrakty terminowe i opcje. Wprowadzenie*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Jajuga K., Jajuga T.: *Inwestycje*. PWN, Warszawa 2002.
- Krutsinger J.: *Systemy transakcyjne. Sekrety mistrzów*. WIG PRESS, Warszawa 2000.
- LeBeau C.: *Komputerowa analiza rynków terminowych*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Mantagena R.N.: *Ekonofizyka. Wprowadzenie*. PWN, Warszawa 2001.
- MetaStock – podręcznik użytkownika*. Equis International, USA 1995.
- Murphy J.J.: *Analiza Techniczna*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Murphy J.J.: *Międzyrynkowa Analiza Techniczna*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Niederliński A.: *Regułowe systemy ekspertowe*. Wydawnictwo pracowni komputerowej Jacka Skalimierskiego, Gliwice 2000.
- Pieczyński A.: *Reprezentacja wiedzy w diagnostycznym systemie ekspertowym*. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Zielona Góra 2003.
- Pring M.J.: *Podstawy analizy technicznej*. WIG PRESS, Warszawa 1998.

- Schwager J.D.: *Analiza techniczna rynków terminowych*. WIG PRESS, Warszawa 2002.
- Sobczyk M.: *Matematyka finansowa. Podstawy teoretyczne, przykłady, zadania*. Placet, Warszawa 2001.
- Sobczyk M.: *Statystyka*. PWN, Warszawa 2001.
- Stridsman T.: *Trading Systems That Work: Building and Evaluating Effective Trading Systems*. McGraw-Hill Trade, New York 2000.
- Tadion J.M.W.: *Rozszyfrować rynek. Prognozowanie, inwestowanie, wskaźniki, dane i statystyka*. WIG PRESS, Warszawa 1999.
- Tharp V.K.: *Giełda, wolność i pieniądze – Poradnik spekulanta*. WIG PRESS, Warszawa 2000.
- Wąsowski W.: *Ekonomia i finanse banku komercyjnego. Zarządzanie i Finanse*. WIG PRESS, Warszawa 2002.
- Zalewski G.: *Kontrakty terminowe w praktyce*. WIG PRESS, Warszawa 2001.

## **ELEMENTS OF STOCK EXCHANGE EXPERT SYSTEM SECURING THE STOCK EXCHANGE INVESTMENT DECISIONS**

### **Summary**

The article describes problems with a stock exchange expert system used to trade Futures on Index WIG 20. Skillful linking of the signals from the system with sound money management opens wide possibilities to those financial managers who are capable of making use of the stock exchange expert systems. Comparing the entry position methods on future market with the help of the probability rules as well as with a rule based on simple moving average shows that Stock Exchange does not behave randomly and that the simplest code generates better signals than probability rules.

The article also discusses the problem of optimizing the system parameters through testing three systems and then choosing the best parameter and running a projection test. Study has demonstrated the destructive influence of the optimization upon the process of designing stock exchange expert system.

The article has been supplemented with an analysis of the practical results obtained with an exemplary stock exchange expert system by interpreting parameters generated by such expert systems testing software. Only through analysis of a wide range of indicators it is possible to decide if the system fulfils requirements describing a secure system that yields favorable profits.

The article has also discussed the theoretical issues related to the expert systems, as well as practical solutions to the problems. Both functioning of the system and solving some interrelated problems have been demonstrated through tests, research, optimization procedures, subsequent projection tests and indicator analysis.