

Juliusz Preś

Politechnika Szczecińska

WYKORZYSTANIE FINANSOWYCH INSTRUMENTÓW POCHODNYCH OPARTYCH NA INDEKSACH HDD/CDD DO DYWERSYFIKACJI PORTFELA INWESTYCYJNEGO

1. Wstęp

Możliwości dotyczące użycia w celach inwestycyjnych finansowych instrumentów pochodnych opartych na indeksach pogody, jak dotąd, nie zostały szczegółowo zbadane i opisane. Niemniej jednak ta klasa instrumentów może być bardzo atrakcyjna dla inwestorów, zwłaszcza w procesie dywersyfikacji ich portfela. Celem tego artykułu jest dokładne przedstawienie tej klasy instrumentów w kontekście inwestycyjnym.

2. Aspekty stosowania pogodowych instrumentów pochodnych w kontekście spekulacyjnym

Głównym motywem zawierania transakcji na rynku finansowych instrumentów pochodnych opartych na indeksach pogody jest zabezpieczenie się przedsiębiorstwa przed ryzykiem wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych. Obrót tymi instrumentami odbywa się głównie na rynku pozagiełdowym (OTC). Zwykle instrumenty te są wystawiane na dwie grupy indeksów pogodowych:

- 1) indeksy bazujące na temperaturze,
- 2) indeksy bazujące na innych parametrach pogody.

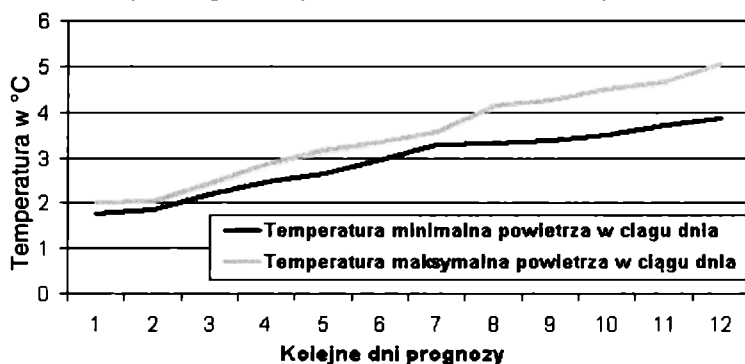
Sukces, jaki odniesiono na rynku pozagiełdowym w latach 1998-2000, przyczynił się do wprowadzenia w roku 2001 na giełdę Chicago Mercantile Exchange (CME) w Stanach Zjednoczonych pierwszej grupy tychże instrumentów – jako grupy najpopularniejszych instrumentów w tej klasie. W ślad za giełdą z Chicago

również inne giełdy rozpoczęły kwotowania takich instrumentów lub instrumentów podobnych (m.in. *Euronext.liffe*¹). Jednak o sukcesie ich wdrożenia do giełdowego parkietu może dzisiaj mówić tylko giełda z Chicago. Obecnie w obrocie na tej giełdzie są kontrakty terminowe *futures* oraz opcje na te kontrakty dla blisko trzydziestu różnych lokalizacji na świecie. Omawiane instrumenty są wystawiane dla miesiąca oraz dla sezonów letniego i zimowego. Rosnąca płynność na tym rynku zachęca inwestorów do korzystania z omawianych instrumentów. Należy jednak pamiętać, że spekulacja owymi walorami niesie za sobą pewne implikacje:

1. Nie istnieje możliwość stosowania analizy technicznej jako narzędzia przewidywania przyszłych ruchów cen. Analiza techniczna to badanie zachowań rynku, przede wszystkim z użyciem wykresów, którego celem jest przewidywanie przyszłych trendów cenowych². W konsekwencji analiza techniczna sprowadza się do badania psychiki grupy inwestorów oraz wpływu informacji na ich zachowanie się. Indeksy pogody, będące walorem bazowym instrumentów pochodnych, są kształtowane przez naturę, a nie przez popyt i podaż, jak ma to miejsce w przypadkach innych walorów będących w obrocie.

2. Nie ma także możliwości stosowania analizy fundamentalnej lub innej analizy ekonomicznej, gdyż sam indeks pogody nie ma ani wartości, ani żadnej interpretacji ekonomicznej.

3. Nieskuteczne jest korzystanie z szeroko rozumianych metod ilościowych, zwłaszcza zaawansowanych prognoz meteorologicznych, w celu dokonania dokładnej prognozy wartości danego indeksu. Jak piszą Jewson i inni [2000, s. 174], prognozy meteorologiczne powyżej 10 dni są obciążone dużymi błędami.



Rys. 1. Przeciętne błędy prognozy meteorologicznej (*ex post*) dla New York Central Park w kolejnych dniach

Źródło: Jewson i in. [2002, s. 174].

Rysunek 1 pokazuje kształtowanie się przeciętnych błędów prognozy temperatury minimalnej i maksymalnej powietrza (*ex post*) konstruowanej na najbliższe 12 dni dla New York Central Park (USA) przez instytut meteorologiczny Stanów Zjednoczonych.

¹ Więcej informacji na witrynie: <http://www.liffeweather.com/overview.aspx?wmo=10384>.

² Zaczepnięto z witryny: <http://bossa.pl/analizy/techniczna/>.

Na tym wykresie widać, że prognoza przeciętnej temperatury powietrza, która wystąpi za 9 dni, może być o 4 stopnie Celsjusza niższa lub wyższa od rzeczywistej zanotowanej. Dodać trzeba, iż rozmiar błędów rośnie proporcjonalnie do długości prognozy. Zatem posługiwanie się takimi prognozami na giełdzie, gdzie są notowane kontrakty miesięczne i sezonowe, staje się całkowicie bezużyteczne.

Jedyną techniką inwestowania, którą można zastosować w przypadku rozważanych instrumentów, jest analiza portfelowa, której prekursorem był Markowitz. W klasycznym podejściu zaproponowanym przez Markowitza budowa portfela wymaga spełnienia kilku podstawowych założeń [Jajuga, Jajuga 1996, s. 150]:

1) stopa zwrotu z inwestycji musi wyrażać osiągnięte z niej dochody, przy czym inwestorzy powinni znać rozkład prawdopodobieństwa osiągnięcia danych stóp zwrotu,

2) szacunki inwestorów dotyczące ryzyka powinny być proporcjonalne do rozkładu oczekiwanych stóp zwrotu,

3) swoje decyzje inwestorzy powinni uzależniać tylko od dwóch parametrów: stopy zwrotu i ryzyka (są one jednocześnie parametrami rozkładu funkcji prawdopodobieństwa),

4) inwestorzy powinni być również skłonni do podejmowania minimalnego ryzyka przy danej stopie zwrotu, a przy danym poziomie ryzyka wybierać portfel o największej rentowności.

Jeśli przyjmie się, że udział poszczególnych akcji w portfelu jest taki sam, wariacje i kowariancje są równe, a wariancja jest większa niż kowariancja, to wzór na wariancję portfela przybiera postać [Tarczyński, Łuniewska, s. 42]:

$$S_p^2 = \sum_{j=1}^N \frac{1}{N^2} \cdot S^2 + \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{k=i+1}^N \frac{1}{N} \cdot \frac{1}{N} \cdot \text{cov} = \frac{1}{N} \cdot S^2 + \left(1 - \frac{1}{N}\right) \cdot \text{cov}, \quad (1)$$

gdzie: $\frac{1}{N}$ – udział każdej z N akcji w portfelu,

S^2 – wariancja każdej z N akcji w portfelu,

cov – kowariancja między wszystkimi parami akcji w portfelu, taka sama dla każdej pary.

Z kolei stopa zwrotu z tego portfela wynosi:

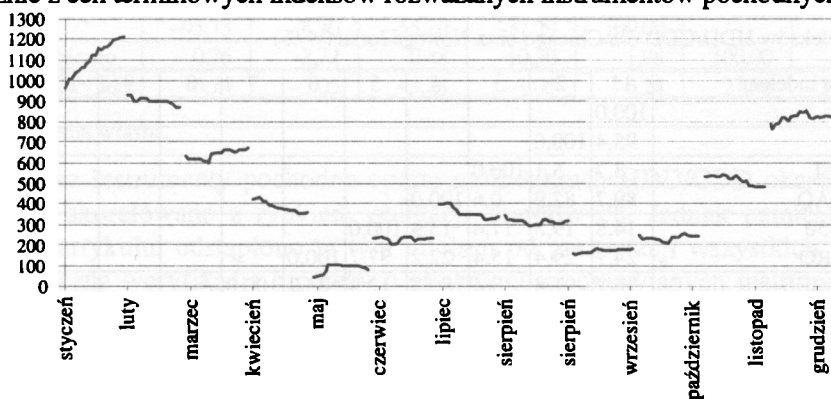
$$R_p = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N R_i, \quad (2)$$

gdzie: R_i – stopa zwrotu z i -tej akcji w portfelu,

3. Niedogodności obliczeniowe związane z konstruowaniem portfela

W portfelu Markowitza mogą się znaleźć także walory inne niż akcje, w tym także finansowe instrumenty pochodne, oparte na indeksach pogody. W trakcie konstruowania portfela zawierającego tę grupę instrumentów należy pamiętać, iż stopy zwrotu nie

mogą być obliczone na podstawie historycznych danych meteorologicznych. A to dlatego, iż niektóre indeksy pogody (np. temperatura powietrza czy wielkość opadów) przyjmują wartości ujemne lub równe zero. Wówczas wyznaczenie stóp zwrotu staje się utrudnione bądź całkowicie niemożliwe. Sposób na rozwiązanie tego problemu zaproponowali Cao [Cao, Wei 2001, s.17] oraz Wei [Cao, Li, Wei 2003, s. 22]. Uznali, że poprzez dodanie dużej liczby (np. 1000) do wartości dziennej indeksu można obliczyć stopy zwrotu. Powoduje to jednak istotne zaniżenie ich zmienności, co w konsekwencji wpływa w dużym stopniu na strukturę budowanego portfela. Ponadto, opieranie obliczeń na indeksach meteorologicznych może również prowadzić do błędów, gdyż większość indeksów będących podstawą rozliczeń rozważanych instrumentów jest w swej konstrukcji nieliniowa. Dlatego stopy zwrotu powinny być obliczane tylko i wyłącznie z cen terminowych indeksów rozważanych instrumentów pochodnych.



Rys. 2. Kształtowanie się dziennych cen futures (w pkt DD) dla miesięcznych kontraktów terminowych dla Nowego Jorku (LGA) w 2004 r. na giełdzie CME

Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 2 obrazuje kształtowanie się dziennych cen terminowych futures dla miesięcznych kontraktów opartych na indeksach temperatury HDD/CDD wystawianych przez giełdę w Chicago (CME) w 2004 r. Posługując się tym wykresem, można łatwo dostrzec, że ceny tych instrumentów mają charakter sezonowy, co skutkuje przyjmowaniem w poszczególnych miesiącach roku dla danej lokalizacji geograficznej określonych wartości tych cen. To powoduje, że na omawianym rynku nie można przedłużać (rolować) tych kontraktów na kolejny miesiąc. W konsekwencji ceny futures niniejszych instrumentów nie są ciągłe w roku, co należy uwzględnić przy obliczaniu stóp zwrotu. Podobne właściwości mają indeksy oparte na innych cechach pogody.

4. Niezależność finansowych instrumentów pochodnych opartych na indeksach pogody

Pomimo wspomnianych niedogodności obliczeniowych, inwestorzy chętnie włączają instrumenty pochodne oparte na indeksach pogody do swoich portfeli. Główną cechą, i

zarazem zaletą, jest ich niezależność od pozostałych rynków finansowych. Obecnie rozwój globalizacji oraz postęp technologiczny powodują, iż rynek kapitałowy w skali globalnej jest coraz częściej postrzegany jako system naczyń połączonych [Jajuga, Jajuga 1996, s. 49]. Tymczasem analiza portfelowa nakazuje optymalizować portfel poprzez włączanie do niego składników o największej oczekiwanej stopie zwrotu i jednocześnie najmniejszej korelacji między nimi. Tabela 1 zawiera współczynniki korelacji liniowej Pearsona dziennych stóp zwrotu obliczonych dla wybranych największych indeksów giełdowych na świecie oraz cen *futures* indeksów temperatury HDD/CDD miast Chicago oraz Nowy Jork. Dwa ostatnie indeksy wybrano do dalszych badań ze względu na ich wysoką płynność oraz dostępność danych. Poniższe badanie w całości oparto na notowaniach dziennych z okresu grudzień 2003-styczeń 2005.

Tabela 1. Tablica korelacji dziennych stóp zwrotu dla wybranych indeksów giełdowych na świecie oraz indeksów HDD/CDD dla Chicago oraz Nowego Jorku (w %)

| Nazwa indeksu | 1* | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S&P | 100,0 | | | | | | | | | | | |
| NYSE | 95,4 | 100,0 | | | | | | | | | | |
| NIKKEI | 3,7 | 5,1 | 100,0 | | | | | | | | | |
| NASDAQ | 89,7 | 82,9 | 0,6 | 100,0 | | | | | | | | |
| FTSE250 | 14,8 | 19,8 | 17,4 | 13,9 | 100,0 | | | | | | | |
| DJ EURO | 24,7 | 29,4 | 15,4 | 22,2 | 37,7 | 100,0 | | | | | | |
| DJIA | 96,2 | 91,8 | 3,4 | 80,3 | 12,9 | 23,7 | 100,0 | | | | | |
| DAX | 9,4 | 10,9 | 22,1 | 9,5 | 24,5 | 41,1 | 8,3 | 100,0 | | | | |
| CAC40 | 3,9 | 6,7 | 0,3 | 5,4 | 26,4 | -7,9 | 2,9 | 11,2 | 100,0 | | | |
| WIG | 15,0 | 18,4 | 15,7 | 14,9 | 6,3 | 27,0 | 17,1 | 12,0 | 6,2 | 100,0 | | |
| HDD/CDD – Chicago | 4,5 | -0,7 | -3,8 | 7,6 | -6,8 | -6,7 | 3,8 | 10,7 | -5,0 | -8,0 | 100,0 | |
| HDD/CDD – Nowy Jork | -5,1 | -10,6 | -22,0 | 0,5 | -22,8 | -9,7 | -5,3 | -11,7 | -12,9 | -21,5 | 27,4 | 100,0 |

* Numery w pierwszym wierszu odpowiadają kolejnością indeksom z pierwszej kolumny

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 2. Tablica korelacji dziennych stóp zwrotu dla wybranych towarów będących w obrocie giełdowym na świecie oraz indeksów HDD/CDD dla Chicago oraz Nowego Jorku (w %)

| | Ropa | Złoto | Gaz | Pszenica | Kawa | Kukurydza | HDD/CDD – Chicago | HDD/CDD – Nowy Jork |
|---------------------|--------|--------|--------|----------|--------|-----------|-------------------|---------------------|
| Ropa | 100,00 | | | | | | | |
| Złoto | -5,16 | 100,00 | | | | | | |
| Gaz | -5,13 | -2,45 | 100,00 | | | | | |
| Pszenica | 5,70 | -5,87 | -1,78 | 100,00 | | | | |
| Kawa | -9,50 | 2,56 | 5,88 | -3,23 | 100,00 | | | |
| Kukurydza | 4,96 | -5,81 | 3,04 | 50,28 | -12,26 | 100,00 | | |
| HDD/CDD – Chicago | -6,32 | 11,23 | 9,95 | -6,71 | 12,95 | 1,66 | 100,00 | |
| HDD/CDD – Nowy Jork | 4,60 | -0,06 | 1,62 | 3,56 | 8,54 | -8,75 | 27,38 | 100,00 |

Źródło: obliczenia własne.

Wyniki znajdujące się w tab. 1-3 pozwalają przypuszczać, że rozważane indeksy HDD/CDD mogą być atrakcyjnym składnikiem w procesie dywersyfikacji port-

fela. Tabela 2 obrazuje niską korelację rozważanych instrumentów także z rynkiem towarowym.

Podobne wyniki uzyskano, badając korelację indeksów HDD/CDD w tym okresie z notowaniami kursów walutowych.

Tabela 3. Tablica korelacji dziennych stóp zwrotu dla wybranych kursów walutowych oraz indeksów HDD/CDD dla Chicago oraz Nowego Jorku (w %)

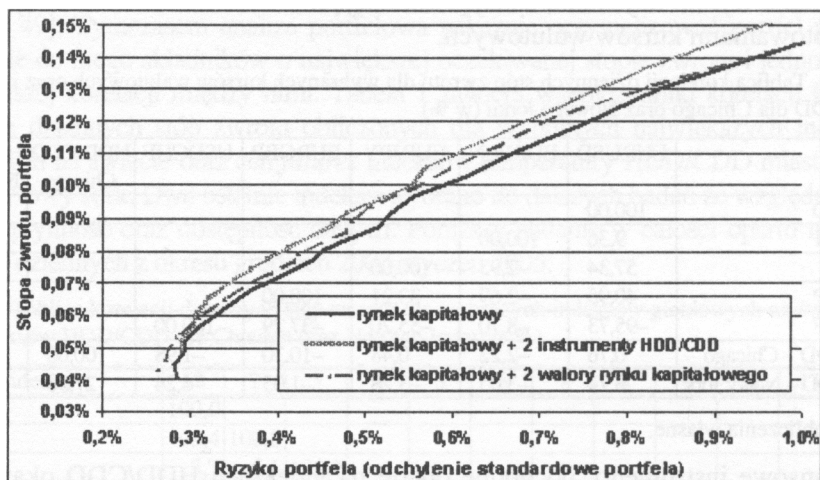
| | EURUSD | EURPLN | EURJPY | EURGBP | USDCHF | HDD/CDD Chicago | HDD/CDD Nowy Jork |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|----------------------|
| EURUSD | 100,00 | | | | | | |
| EURPLN | 9,36 | 100,00 | | | | | |
| EURJPY | 57,34 | -2,93 | 100,00 | | | | |
| EURGBP | 40,95 | -2,69 | 33,21 | 100,00 | | | |
| USDCHF | -95,73 | -8,70 | -55,20 | -37,29 | 100,00 | | |
| HDD/CDD – Chicago | 0,76 | -2,22 | 0,48 | -10,30 | -1,98 | 100,00 | |
| HDD/CDD – Nowy Jork | 6,74 | -3,05 | -3,28 | -1,05 | -6,24 | 27,38 | 100,00 |

Źródło: obliczenia własne.

Finansowe instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD okazały się także słabo skorelowane z rynkiem obligacji skarbowych. Jednak pamiętając o rozmiarach artykułu, odstąpiono w tym miejscu od prezentacji wszystkich wyników. Ostateczna weryfikacja hipotezy o atrakcyjności omawianych instrumentów jako składnika portfela polegała na zbudowaniu trzech różnych krzywych dla portfeli efektywnych, wynikających z trzech różnych zestawów walorów. Należy dodać, że w badaniu tym posłużono się miarami rentowności portfela oraz jego ryzyka zgodnie ze wzorami (1) oraz (2). Zestaw pierwszy składał się z 26 walorów, a uzyskany za jego pomocą zestaw portfeli określono mianem bazowego. Zestaw ten zawierał wszystkie wcześniej wymienione walory rynku kapitałowego. Następnie, do tak utworzonego zestawu, dodano dwa finansowe instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD, notowane dla Nowego Jorku oraz Chicago. Z tego poszerzonego zestawu walorów zbudowano drugą krzywą portfeli efektywnych. Aby uniknąć podejrzania, iż zaobserwowane dodatnie efekty dywersyfikacji portfela wynikają tylko z dodania kolejnych dwóch składników, utworzono trzeci zestaw, który strukturą przypominał ten wcześniejszy, jednak zamiast instrumentów pochodnych dodano dwa inne, losowo wybrane walory rynku kapitałowego. W tym przypadku były to indeks giełdy w Hongkongu (HSI) oraz kurs walutowy jen-frank szwajcarski (JPYCHF). Wszystkie obliczenia wykonano, bazując na notowaniach dziennych za okres grudzień 2003-styczeń 2005.

Wyniki badania przedstawia rys. 3, na którym widać, iż włączając do portfela instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD, uzyskano lepsze wyniki, niż dodając dwa inne walory finansowe. Przy danym poziomie ryzyka najlepszą rentowność uzyskuje się z portfela, w którego skład wchodzi instrumenty pochodne oparte na indeksach HDD/CDD. Należy dodać, iż rentowność portfela bazowego, po dodaniu dwóch instrumentów opartych na indeksach HDD/CDD, wzrosła

średnio o 20%, podczas gdy dodanie dwóch innych walorów rynku kapitałowego spowodowało wzrost rentowności całego portfela przeciętnie o 8%.



Rys. 3. Krzywe odzwierciedlające zbiór portfeli efektywnych opartych na różnym zestawie walorów
Źródło: obliczenia własne.

Niestety, nie planuje się obecnie wprowadzenia tych instrumentów do obrotu na polską giełdę. Wynika to głównie z niewielkiej świadomości menedżerów możliwości wykorzystania inżynierii finansowej do poprawy konkurencyjności firmy na rynku. Dużą barierą są także wysokie koszty zakupu historycznych danych meteorologicznych.

5. Wnioski

Podsumowując, należy stwierdzić, że omawiane instrumenty rzeczywiście mogą być atrakcyjne dla inwestorów, którzy pragną uzyskiwać zyski niezależne od światowej koniunktury gospodarczej. Warto wspomnieć, że obecnie istnieją już fundusze, których portfel zawiera tylko i wyłącznie instrumenty pochodne oparte na indeksach katastroficznych oraz pogodowych. Przykładem może być firma Coriolis Capital³, która dla swoich klientów rokrocznie osiąga stopy zwrotu na poziomie blisko 15%, podczas gdy ryzyko takiego portfela wynosi 3% w skali roku, czyli przeciętny poziom dziennych zmian indeksu Dow Jones [Jenkins 2004, s.50].

Literatura

Barrieu P., El Karoui N., *Optimal Design of Weather Derivatives*, „Algo Research Quaterly”, t. 5, nr 1, wiosna 2002.

³ Zob. witrynę internetową: <http://www.corioliscapital.com/>.

- Cao M., Li A., Wei J., *Weather Derivatives: A New Class of Financial Instruments*, Papers of University of Toronto, kwiecień 2003.
- Cao M., Wei J., *The Nature and Use of Weather Derivatives*, Alternative Investment Conference, Ontario, 14-16 listopada 2001, www.investmentreview.com/pdfs/wei.pdf.
- Dischel B., *Dry Market in Need of Liquidity*, „Risk” wrzesień 2002, Incisive Media Plc, London 2002.
- Jajuga K., Jajuga T., *Inwestycje*. PWN, Warszawa 1996.
- Jenkins W. (red), *Make Money Rain or Shine*, „Reactions”, listopad 2004, <http://www.corioliscapital.com/1104reactions.pdf>.
- Jewson S. (red), *Use of Meteorological Forecasts in Weather Derivative Pricing*, [w:] *Climate Risk and the Weather Market*, Risks Books, London 2002.
- Tarczyński W., Łuniewska M., *Dywersyfikacja ryzyka na polskim rynku kapitałowym*, Placet, Warszawa 2004.
- Van Lennep D. (red), *Weather Derivatives: An Attractive Additional Asset Class*, „The Journal of Alternative Investments”, jesień 2004.
<http://www.investmentreview.com/pdfs/wei.pdf>.
<http://www.corioliscapital.com/1104reactions.pdf>.

USING WEATHER DERIVATIVES BASED ON HDD/CDD INDEX IN PORTFOLIO DIVERSIFICATION

Summary

The aim of this paper is to demonstrate potentials of weather derivative in asset allocation and portfolio management. The key issues in building portfolio in appropriate way are also discussed. This class of instrument is independent from the other financial markets. The results documented in this article suggest that this factor allows to achieve huge benefits in portfolio diversification.