

Andrzej Szopa

Właściwości ryzyka pogodowego

Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H, Oeconomia 46/1,
445-452

2012

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

ANDRZEJ SZOPA

Właściwości ryzyka pogodowego

Properties of weather risk

Wprowadzenie

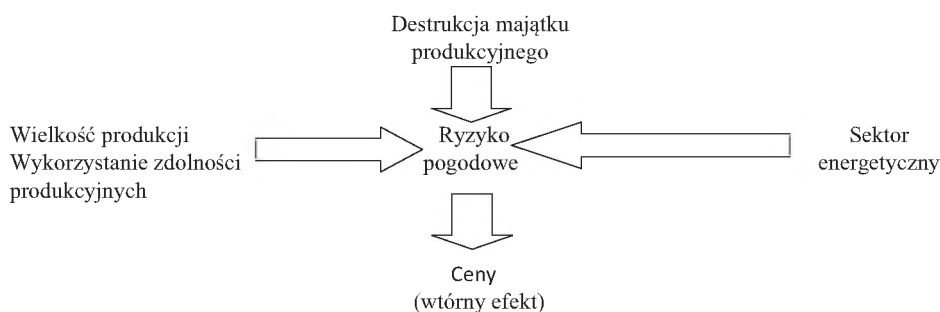
Ryzyko pogodowe w literaturze jest traktowane jako element ryzyka operacyjnego. To rozwiązanie nie wydaje się w pełni poprawne, bowiem w skład tak złożonego konglomeratu wchodzi zjawiska zarówno mierzalne, jak i niemierzalne. Tym samym są zjawiska „reprezentowane” przez instrumenty rynku finansowego, a więc takie, które są przedmiotem obrotu na rynkach finansowych, i zjawiska trudno mierzalne (np. kwalifikacje pracowników, awaryjność urządzeń technicznych), które nie są reprezentowane na rynkach finansowych. Wydaje się, iż to powinno być podstawą do wyodrębnienia z ryzyka operacyjnego ryzyka pogodowego. Pozostałe bowiem składniki ryzyka są albo niemierzalne, albo nie mają swoich „odpowiedników” na rynku finansowym. Fakt możliwości „przenoszenia” ryzyka pogodowego na rynek finansowy pozwala na traktowanie tego ryzyka na równi z ryzykiem rynkowym i kredytowym.

1. Istota ryzyka pogodowego

Ryzyko pogodowe dotyczy strat w wielkości produkcji lub zdolnościach wytwórczych występujących w wyniku zjawisk atmosferycznych, takich jak opady atmosferyczne (deszczu, śniegu), wiatry (huragany), temperatura (mróz). Cechą tych zjawisk jest zmienność, i to dodatkowo upodabnia je do klasycznych rodzajów ryzyka. Stąd

przebieg zjawisk atmosferycznych można opisać za pomocą rozkładu normalnego¹. Różnica przejawia się przede wszystkim w tym, iż dużą rolę odgrywają tzw. grube ogony opisujące ekstremalne zjawiska atmosferyczne. Jeżeli te ekstremalne zjawiska przyjmują regularny charakter, są wyodrębniane jako oddzielny czynnik ryzyka – tak jest w przypadku huraganów (bardzo silnych wiatrów). Podobnie może być, gdy ekstremalne zjawiska mogą przynieść bardzo negatywne skutki (mróz), wówczas wyodrębnienie tych ekstremalnych zdarzeń pozwala na zastosowanie finansowych instrumentów zarządzania ryzykiem.

Podstawową sieć zależności dotyczących ryzyka pogodowego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Charakterystyka ryzyka pogodowego

Źródło: Opracowanie własne.

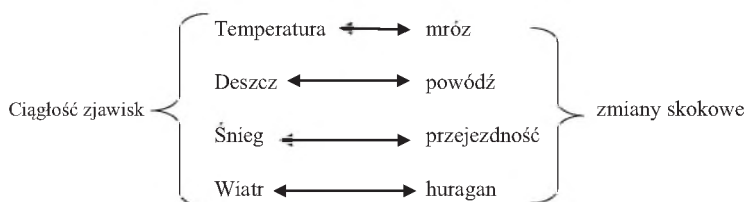
Zjawiska atmosferyczne „mieszczące się” wewnątrz rozkładu normalnego można przyjąć jako zjawiska o charakterze ciągłym. Należą do nich przede wszystkim temperatura i opady atmosferyczne. W tym zakresie zjawiska te wpływają szczególnie na wielkość produkcji i w ślad za tym – na wykorzystanie zdolności wytwórczych. Oddziaływanie na wielkość produkcji determinuje jednocześnie wynik finansowy.

Z kolei gwałtowne zjawiska atmosferyczne – reprezentowane przez „grube ogony” – wpływają przede wszystkim na destrukcję majątku trwałego zarówno przedsiębiorstw, jak i znajdującego się w posiadaniu ludności (przede wszystkim nieruchomości). Dotyczy to głównie huraganów oraz powodzi będących następstwem gwałtownych opadów atmosferycznych.

Zjawiska atmosferyczne, a zwłaszcza kwestie związane z temperaturą wpływają nie tylko na sytuację przedsiębiorstw, ale także na popyt na nośniki energii: gaz, ropa naftowa i wytwarzanie energii elektrycznej. Można to w szczególności obserwować w przypadku tzw. lekkich zim, gdy maleje zapotrzebowanie na surowce energetyczne. Zmienność popytu sprawia, że także ceny nośników energetycznych ulegają określonym trendom i fluktuacjom.

¹ B. Dischel, *Weather Risk Management At The “Frozen Falls Fuel Company”*, www.adtrading.com.

Następstwem ryzyka pogodowego jest zmienność cen. Najpierw maleje wielkość produkcji, ulega zniszczeniu majątek produkcyjny, a wynikające z tego zmiany podaży sprawiają, że także ceny ulegają zmianom. Zmiana cen jest więc kwestią wtórną w stosunku do pierwotnych skutków zjawisk atmosferycznych.



Rys. 2. Diagram czynników pogodowych²

Źródło: Opracowanie własne.

Poszczególne czynniki pogodowe mogą wywołać ciekawe efekty substytucyjne. Na przykład niskie opady deszczu mogą oznaczać zmniejszenie produkcji energii elektrycznej odnawialnej (elektrownie wodne) na rzecz wytwarzania energii nieodnawialnej (elektrownie wykorzystujące węgiel kamienny lub inne nośniki energii). A zatem susza powoduje wzrost zapotrzebowania na nośniki energii odnawialnej, i tym samym wpływa na poziom cen tych nośników.

2. Cechy ryzyka pogodowego

Na podstawie analizy charakteru zjawisk atmosferycznych można określić specyficzne cechy ryzyka pogodowego. Należy w tym przypadku wymienić:

1. Lokalny charakter – zjawiska pogodowe mają charakter ograniczony do określonego terytorium geograficznego. Przykładem może tu być wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych – tutaj jest najwięcej tornad i huraganów.
2. Sezonowość – zjawiska atmosferyczne często mają bardzo wyraźny sezonowy charakter związany chociażby z porami roku.
3. Duże znaczenie tzw. grubych ogonów. Grube ogony oznaczają możliwość wystąpienia ekstremalnych zjawisk. Wyróżniają się one niskim poziomem prawdopodobieństwa wystąpienia, ale jednocześnie przynoszą bardzo duże straty. Jest to obszar strat alternatywny dla ubezpieczeń majątkowych.
4. Trudność w sposobie pomiaru zjawisk atmosferycznych i przeliczania ich na wielkości pieniężne. Rozwiązanie tych kwestii pozwala na przeniesienie zjawisk atmosferycznych na rynki finansowe i tym samym ewentualne zabezpieczenie wywołanych przez nie konsekwencji finansowych.

² W strefie klimatu umiarkowanego zjawiska klimatyczne mają coraz bardziej i coraz częściej gwałtowny charakter.

5. Różnorodność charakteru skutków zjawisk atmosferycznych. Część zmian ma charakter ciągły, a także skokowy.
6. Brak korelacji między poszczególnymi rodzajami ryzyka.
7. Zjawiska atmosferyczne są trudne do prognozowania.
8. Zjawiska atmosferyczne wymagają pomiaru bardzo rozbudowanej infrastruktury.

Bardzo ważną cechą ryzyka pogodowego jest brak finansowych instrumentów rynku kasowego. To ograniczenie sprawia, że w sferze finansów mamy do czynienia tylko z pochodnymi instrumentami pogodowymi.

3. Pomiar ryzyka pogodowego z wykorzystaniem instrumentów pochodnych

W zależności od charakteru zjawisk niezbędne jest wykorzystanie odmiennych instrumentów pochodnych. I tak dla zmiennych pogodowych o charakterze ciągłym znajdują zastosowanie następujące instrumenty pochodne:

- Instrumenty *futures*
- Opcje na *futures*

Natomiast dla zmiennych o charakterze skokowym wykorzystuje się opcje binarne.

Wykorzystanie instrumentów pochodnych wiąże się z koniecznością pomiaru zjawisk pogodowych. Poniżej podajemy sposób pomiaru ryzyka temperatury oraz huraganów.

A. Ryzyko temperatury

W przypadku ryzyka temperatury wyraźnie rozgranicza się dwie pory roku. Porę „zimną” (od października do kwietnia), gdy konieczne jest ogrzewanie pomieszczeń (*Heating Degree Days* – HDD) oraz „cieplą” (od kwietnia do października), gdy niezbędne jest schładzanie (*Cooling Degree Days* – CDD)³. Graniczną temperaturą rozgraniczającą obie pory jest 65°F lub 18°C. Indeks temperatury oblicza się w następujący sposób:

$$HDD = 18^{\circ}C - TT \quad \text{gdy } 18^{\circ}C > TT, \text{ jeżeli } TT > 18^{\circ}C \text{ to } HDD = 0$$

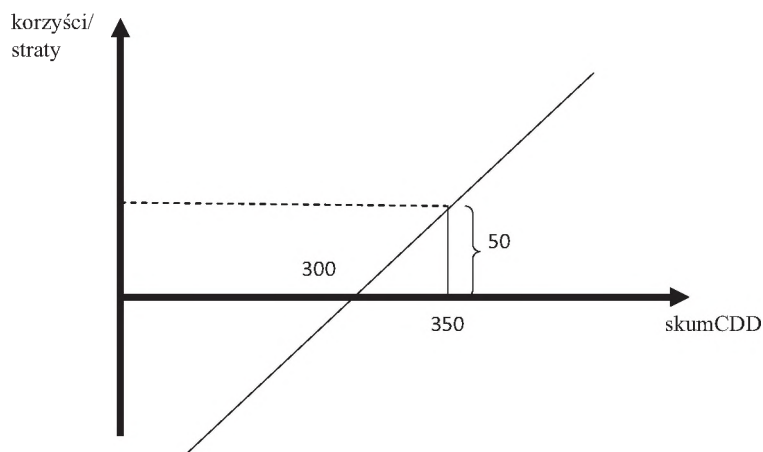
$$CDD = TT - 18^{\circ}C \quad \text{gdy } 18^{\circ}C < TT, \text{ jeżeli } TT < 18^{\circ}C \text{ to } CDD = 0$$

gdzie: TT – rzeczywista temperatura.

³ To rozgraniczenie świadczy o tym, iż instrumenty pojawiły się na półkuli północnej i tam znajdują zastosowanie.

Wielkości CDD i HDD sumuje się w wybranych odcinkach czasu, np. tygodniowych, miesięcznych czy też sezonowych. 1°C opisywanej wyżej różnicy ma wartość 20 USD. Ponadto można dokonywać pomiaru wielkości maksymalnych w danym okresie⁴.

Jak z powyższego wynika, rekompensaty z tytułu temperatury mają charakter czysto umowny. W rzeczywistości bowiem mogą znacznie różnić się od rzeczywistych strat. Wydaje się, iż konieczne stało się wypracowanie metod pomiaru ryzyka w taki sposób, aby uzyskać bardziej obiektywne wyniki.



Rys. 3. Ilustracja transakcji *futures* na kontrakt CDD

W powyższym przykładzie cena wykonania kontraktu *futures* wyniosła 300 CDD, natomiast rzeczywista wartość wyniosła 350. Stąd rachunek korzyści wyniesie $50 \times 20 \text{ USD} = 1000 \text{ USD}$.

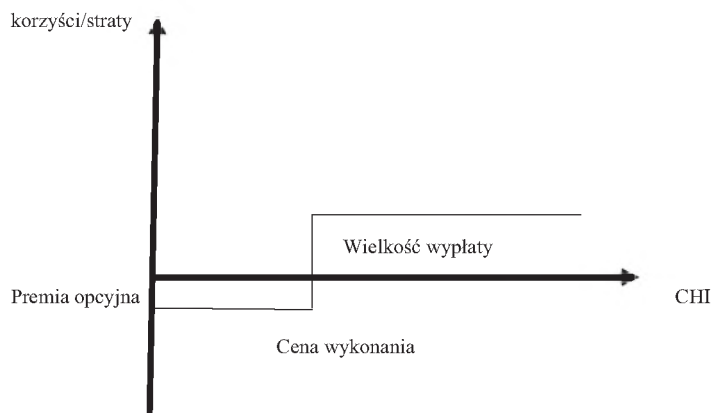
B. Ryzyko huraganów⁵

Huragany charakteryzują się bardzo gwałtownym przebiegiem przynoszącym nieraz ekstremalnie duże straty.

⁴ Por. CME Group.cme

⁵ W przypadku huraganów bardzo wyraźnie zaznacza się ich lokalny charakter. Wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych w zależności od częstotliwości występowania oraz siły niszczyielskiej podzielono na siedem odcinków. Są to: wybrzeże Zatoki Meksykańskiej, Floryda, wybrzeże południowego Atlantyku, wybrzeże północnego Atlantyku, całe wschodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych, Cat-in-a-Box (okolice miasta Galveston – szczególnie często nawiedzane przez huragany). Stąd wykorzystywane mierniki dla poszczególnych odcinków wybrzeża różnią się między sobą.

Miernikiem huraganu jest indeks CHI (CME⁶ Hurricane Index). Indeks ten mierzy przede wszystkim niszczącą siłę wybranego z imienia huraganu. Każdy punkt indeksu jest wart 1 000 USD. W przypadku tego zjawiska znajdują zastosowanie opcje binarne. Opcje te dają pełną uzgodnioną stałą kwotę lub nic. Na ogół jest to jednorazowa płatność w wysokości 10 000. Wykres ilustrujący taką opcję zamieszczono na rys. 3.



Rys. 4. Ilustracja opcji binarnych

Źródło: Opracowanie własne.

Bardzo interesująca jest próba przeniesienia ryzyka pogodowego na grunt koncepcji wartości ryzykowanej (VaR). Ogólnie koncepcję wartości ryzykowanej opisuje równanie:

$$VaR = \text{Ekspozycja} * k * \sigma * \sqrt{t}$$

VaR – wartość obciążona ryzykiem. Jest to maksymalna, potencjalna i oczekiwana strata z tytułu danego źródła ryzyka,

Ekspozycja jest to część działalności przedsiębiorstwa eksponowana na dane źródło ryzyka.

k – współczynnik wyznaczający poziom ufności,

σ - zmienność źródła ryzyka,

\sqrt{t} - czas ekspozycji na dane źródło ryzyka,

$$k * \sigma * \sqrt{t} = \Delta x$$

gdzie Δx – zmiana w źródle ryzyka z prawdopodobieństwem wyznaczonym przez współczynnik k.

⁶ CME – (Chicago Merchantile Exchange).

Wykorzystanie koncepcji VaR łączy się z kilkoma kontrowersjami. Wiąże się one z faktem, iż pomiar ryzyka pogodowego odbywa się bez związku z faktycznymi stratami. Świadczy o tym *a priori* przyjęta miara jednego punktu indeksu. Stąd w dużym stopniu umowny charakter pomiaru.

Kolejne problemy powodować mogą dwie kategorie:

Ekspozycja na ryzyko – przyjmujemy, iż ze względu na charakter ryzyka pogodowego ekspozycja będzie określona przez wielkość produkcji – ryzyko pogodowe przynosi zmiany w wielkości produkcji. Stąd najprostszym sposobem pomiaru ryzyka jest odniesienie tych strat do niej.

Kolejnym sposobem pomiaru ryzyka są straty w wielkości majątku produkcyjnego – ekspozycję możemy określić w sposób zbliżony do przedstawionego wyżej.

Charakter ryzyka pogodowego wyznacza ogólne ramy zarządzania nim. W przypadku ryzyka pogodowego nie jest możliwe wykorzystanie tzw. hedgingu naturalnego. Uniemożliwia to odnoszenie ryzyka pogodowego do wielkości produkcji oraz majątku trwałego. Stąd jedynymi instrumentami zarządzania ryzykiem pogodowym są pogodowe instrumenty pochodne. Ich znaczenie polega m.in. na tym, że:

1. Umożliwiają stabilizację przepływów pieniężnych, i tym samym redukcję ryzyka pogodowego poprzez zajmowanie w instrumentach pochodnych przeciwstawnych pozycji.
2. Zwiększenie możliwości koncentracji na podstawowej działalności przedsiębiorstwa i wyeliminowanie ryzyka pogodowego uwalnia zasoby przedsiębiorstwa na rzecz jego podstawowej działalności.
3. Poprawa płynności, uzyskana dzięki większym możliwościom sterowania przepływami pieniężnymi, poprzez wyeliminowanie wahań w przepływach pieniężnych, automatycznie poprawia płynność finansową

Rynek pogodowych instrumentów pochodnych rozwija się bardzo dynamicznie⁷. Obrót instrumentami pogodowymi ma miejsce zarówno na rynku zorganizowanym, jak niezorganizowanym (OTC). Różnica pomiędzy obydwoma rynkami sprowadza się do następujących faktów:

- Transakcje na rynku niezorganizowanym są znacznie droższe niż na rynku zorganizowanym.
- Płynność na rynku zorganizowanym jest znacznie większa – zapewniają to animatorzy rynku.
- Istnieje możliwość wycofania się z transakcji zawartej na rynku zorganizowanym.
- Występuje możliwość standaryzacji transakcji na rynku zorganizowanym.
- Giełda zapewnia integralność każdej transakcji (kupujący–sprzedający–izba rozliczeniowa).
- Giełda umożliwia wysoką transparentność cen.
- Łatwość dostępu inwestorów do rynku.

⁷ CME Group.com

Jedynym rynkiem zorganizowanym obecnie jest giełda chicagowska (CME). Jest to swoiste źródło zarówno teoretycznych, jak i przede wszystkim praktycznych aspektów związanych z konstrukcją, a także z zastosowaniem instrumentów pogodowych. Pierwsze transakcje instrumentami pogodowymi na tej giełdzie zawarto w 1999 roku, a pierwsze transakcje pogodowymi instrumentami pochodnymi zawarto w 2002 roku. Jest sprawą ciekawą, iż na tej giełdzie dokonuje się obrotu instrumentami przeznaczonymi dla różnych stref geograficznych⁸.

Bardzo często transakcje na rynku pozagiełdowym są zabezpieczane transakcjami giełdowymi. Obydwa rynki zatem wzajemnie uzupełniają się.

Zakończenie

Podsumowując, należy stwierdzić, iż zjawiska, klimatyczne w dalszym ciągu sprawiają duże trudności w ich pomiarze. Stąd metody pomiaru mają w dużym stopniu charakter umowny. Tym niemniej rosnące ryzyko pogodowe sprawia, że przedsiębiorstwa mimo tych trudności są zainteresowane zarządzaniem ryzykiem pogodowym i tym samym wykorzystaniem instrumentów transferu ryzyka pogodowego.

Properties of weather risk

Article focuses on the characteristics distinguishing cleaving weather risk from other kind of risks. Basic characteristics of weather and methods of measurement were identified weather derivatives were also presented. Finally the elements of weather risk management were discussed.

⁸ Temperaturę mierzy się w następujących miejscowościach:

Stany Zjednoczone (24 miasta) – Waszyngton, Raleigh/Durham, Los Angeles, Little Rock, Jacksonville, Colorado Springs, Baltimore, Salt Lake City, Detroit, Sacramento, Minneapolis, Kansas City, Houston, Boston, Las Vegas, Des Moines, Tucson, Portland, Philadelphia, Dallas, Atlanta, Cincinnati, Chicago, Nowy Jork; Kanada (6 miast) – Winnipeg, Vancouver, Toronto, Montreal, Calgary, Edmonton; Europa (10 miast) Oslo, Barcelona, Madryt, Rzym, Sztokholm, Essen, Berlin, Amsterdam, Londyn, Paryż; Australia (3 miejscowości) Sydney, Melbourne, Brisbane; Japonia (3 miasta): Tokio, Osaka, Hiroshima. Z kolei w przypadku mrozu dokonuje się pomiaru tylko dla Amsterdamu, natomiast śnieg – Boston i Nowy Jork.