Marcin BARTKOWIAK, Edyta SIDOR-BANASZEK
Katedra Matematyki Stosowanej
Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

WYKORZYSTANIE OBLIGACJI I OPCJI KATASTROFALNYCH DO UZUPEŁNIANIA REASEKURACJI

Wstęp

Klimat ulega nieustannym zmianom. Najgwałtowniejszym przejawem tej zmienności są katastrofy naturalne. Wzrost świadomości ubezpieczeniowej społeczeństw powoduje, że coraz więcej osób chce się zabezpieczyć przed finansowymi skutkami katastrof. W połączeniu z rosnącą liczbą zjawisk katastrofalnych i gwałtownym wzrostem szkód nimi wywołanych powoduje to coraz większe trudności dla zakładów ubezpieczeniowych w pozyskiwaniu funduszy na pokrycie ryzyka katastrofalnego. Celem artykułu jest wskazanie na możliwość uzupełnienia standardowego programu reasekuracji emisją obligacji i opcji katastrofalnych.

1. Ryzyko katastrofalne

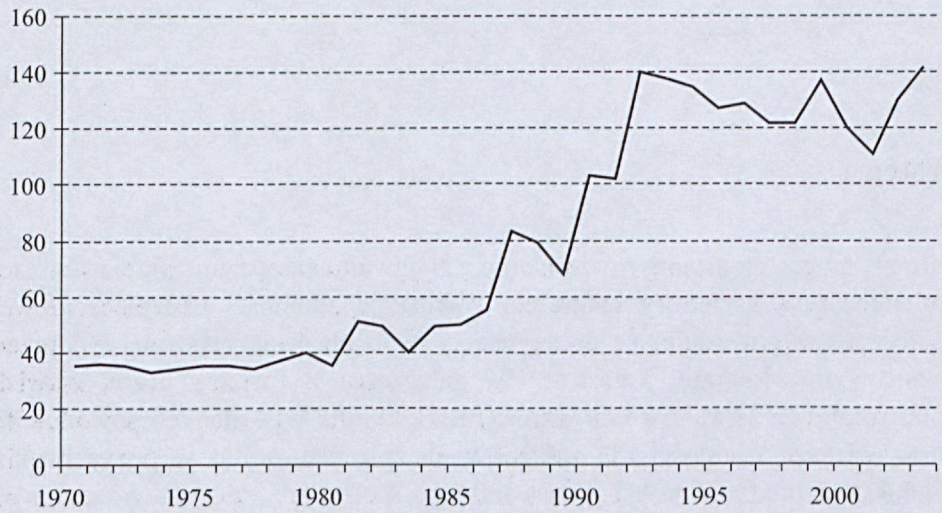
Mianem **katastrofy naturalnej** określa się zdarzenie, wywołane działaniem naturalnych sił. Następstwem jest wiele indywidualnych szkód, zawierających straty ubezpieczone. Rozmiary strat wynikają zarówno z siły omawianych zdarzeń, jak i z czynników ludzkich, takich jak efektywność systemów ochrony przed klęskami żywiołowymi, rozwiązania konstrukcyjne budynków itp. Katastrofy naturalne dzieli się na sześć kategorii:

- powodzie,
- burze, tornada, huragany,

– trzęsienia ziemi, podmorskie trzęsienia ziemi i tsunami,
– fale upałów, susze i wywołane nimi pożary,
– fale mrozów,
– inne, na przykład grad, lawiny[1].

Ryzyko katastrofalne to możliwość wystąpienia strat w efekcie katastrofy naturalnej[2].

W ostatnich latach wzrosła liczba katastrof naturalnych. Obserwacje wskazują, że rocznie dochodziło do kilkudziesięciu takich zjawisk. W latach dziewięćdziesiątych liczba ta wzrosła około trzykrotnie do ponad stu (rys. 1).

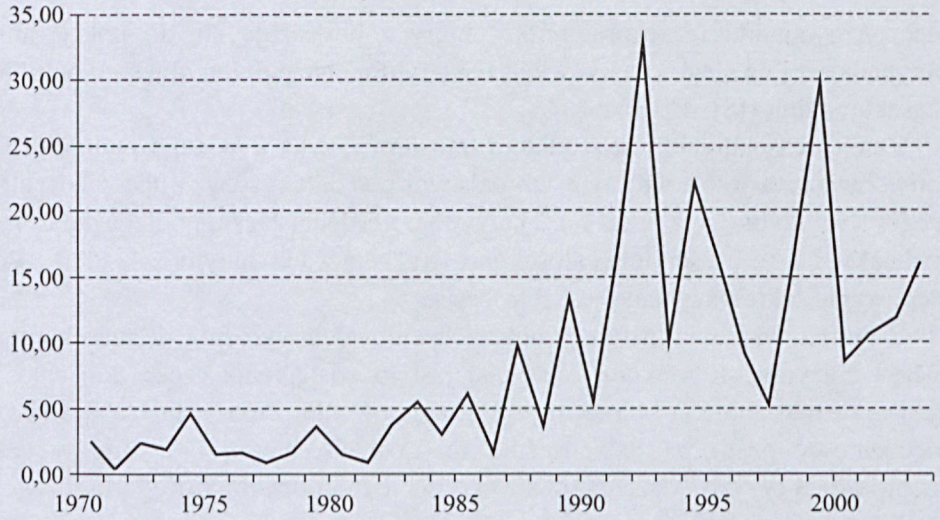


Rys. 1. Liczba katastrof naturalnych w latach 1970-2003

Źródło: Swiss RE

Natomiast szacuje się, że szkody materialne spowodowane tymi zjawiskami wzrosły około dziewięciokrotnie. Przyczyn znacznie szybszego wzrostu szkód od liczy katastrof należy upatrywać w coraz większym skomplikowaniu i koncentracji działalności ludzkiej na niewielkich obszarach oraz wzroście zamożności społeczeństw. Wzrost szkód materialnych przekłada się oczywiście na wzrost strat ubezpieczonych (rys. 2). Straty ekonomiczne są równomiernie

[1] Sigma 1/2005 s. 36, www.swissre.com.
[2] Ibidem.



Rys. 2. Ubezpieczone straty poniesione w wyniku katastrof naturalnych w latach 1970-2003 w bln USD (według cen z 2003 r.)

Źródło: Swiss RE

rozłożone pomiędzy głównymi rodzajami zjawisk trzęsieniami ziemi, huraganami i powodziami (po około 30% na każde). Inne katastrofy naturalne odgrywają rolę drugorzędną (łącznie 10% wszystkich zjawisk). W odniesieniu do strat ubezpieczonych 60-70% przypada na huragany (jest to bowiem najczęściej ubezpieczane zjawisko), około 20% dotyczy trzęsień ziemi, a 10% powodzi[3].

Szkody katastrofalne z racji swej nieprzewidywalności i wysokości zawsze stanowiły jeden z większych problemów sektora ubezpieczeniowego. Z przytoczonych wyżej danych wynika, że problem ten zaczął w ostatnich latach narastać. By sprostać wyzwaniom, firmy ubezpieczeniowe mogą na szerszą skalę stosować reasekurację bądź skorzystać z alternatywnego transferu ryzyka.

2. Reasekuracja jako redukcja ryzyka ubezpieczeniowego

2.1. Pojęcie i rola reasekuracji

Reasekuracja jest umową, na mocy której jeden zakład zwany cedentem odstępuje całość lub część ubezpieczonego ryzyka lub grupy określonego rodzaju ryzyka wraz z odpowiednią częścią składek innemu zakładowi ubez-

[3] Ibidem, s. 16.

pieczeń zwanemu reasekuratorem – który zobowiązuje się do pokrywania przypadającej na niego części świadczeń z tytułu ubezpieczeń objętych ochroną reasekuracyjną ([8], s. 13).

Zatem reasekuracja jest środkiem transferu ryzyka z jednego podmiotu na inny. Związana jest z wtórnym lub dalszym podziałem ryzyka ubezpieczeniowego. Ryzyko przyjęte przez reasekuratora od cedenta często podlega dalszemu podziałowi i w części lub całości jest przekazywane innym zakładom. Postępowanie takie nazywane jest retrocesją.

Z punktu widzenia instytucji ubezpieczeniowych wyróżnia się reasekurację bierną i czynną. Reasekuracja czynna jest to odstąpienie części lub całości ryzyka, a reasekuracja bierna to jego przyjmowanie. Zazwyczaj zakład ubezpieczeniowy prowadzi jednocześnie reasekurację bierną i czynną w celu rozproszenia ryzyka i dążenia do stworzenia jednorodnych portfeli poszczególnych rodzajów ryzyka.

Dzięki reasekuracji zakład ubezpieczeń może podjąć się ubezpieczenia szczególnie dużego ryzyka. Ubezpieczyciele stosują reasekurację w celu ochrony przed skutkami dużych szkód lub następstwem znacznego skupienia w czasie zwykłych szkód. W pierwszym wypadku mamy do czynienia z ryzykiem indywidualnym, w drugim – z ryzykiem kolektywnym.

Portfel ryzyka indywidualnego jest to portfel złożony z n polis. Model indywidualnego ryzyka zakłada, że ryzyko występujące w portfelu jest niezależne statystycznie, tzn. że roszczenia spowodowane przez poszczególne ryzyko nie wpływają na ryzyko pozostałe w portfelu oraz w każdym ryzyku w portfelu odszkodowanie może wystąpić tylko raz w okresie objętym ochroną ubezpieczeniową. Całkowite odszkodowanie wypłacone z portfela S złożonego z n niezależnych polis można wyrazić wzorem:

$$S=X_1+X_2+\ldots+X_n, \tag{1}$$

gdzie X_i to odszkodowanie pochodzące z polisy i.

W przypadku modelu ryzyka kolektywnego podstawową koncepcją jest to, że roszczenia generowane prze proces losowy dotyczą całego portfela polis ubezpieczeniowych. Oznacza to, że analiza zachodzących procesów losowych odbywa się na poziomie jednostkowej polisy, będącej elementem portfela. Z matematycznego punktu widzenia model ten można przedstawić w następujący sposób. Niech N oznacz liczbę roszczeń generowanych przez portfel złożony z pewnej liczby polis w danym okresie, a X_i oznacza kwotę roszczenia i. Wtedy

$$S=X_1+X_2+\ldots+X_N, \qquad i=1, 2, \ldots, N, \tag{2}$$

oznacza zagregowane roszczenia generowane przez portfel dla rozważanego przez nas okresu. Liczba roszczeń N jest zmienną losową, ściśle powiązaną z częstością występowania roszczenia. Jednakowe kwoty roszczeń $X_1, X_2, ...$ są także zmiennymi losowymi, które charakteryzują się własnymi intensywnościami roszczeń. Dla uproszczenia tego modelu wprowadza się dwa podstawowe założenia:

- $X_1, X_2, ...$ są zmiennymi losowymi o identycznym rozkładzie,
- zmienne losowe N, X_1, $X_2, ...$ są wzajemnie niezależne.

Wzór (2) nazywany jest sumą losową zmiennych X_1, $X_2, ...$, a założenia ograniczeniami tego wyrażenia ([3], s. 317-318).

2.2. Reasekuracja tradycyjna

Reasekuracja może być dobrowolna lub narzucona przez prawo. Jeżeli suma ubezpieczenia dla pojedynczego ryzyka znacznie przewyższa przeciętną sumę ubezpieczenia w portfelu lub potencjalna szkodowość portfela wyrażająca się jako stosunek całkowitej sumy wypłaconych odszkodowań w portfelu do całkowitej sumy ubezpieczenia w portfelu jest bardzo duża, to ustawodawca nakazał ubezpieczycielowi reasekurować taki portfel.

W reasekuracji stosowane są różne metody i formy zawierania umów. W praktyce ukształtowały się cztery metody reasekuracji ([7], s. 135):

- reasekuracja obligatoryjna lub obowiązkowa,
- reasekuracja fakultatywna lub dobrowolna,
- reasekuracja fakultatywno-obligatoryjna,
- pule reasekuracyjne.

Reasekuracja obligatoryjna polega na tym, że ubezpieczyciel (cedent) zobowiązuje się do przekazywania, a reasekurator do przyjmowania automatycznie każdego ryzyka objętego umową. Składka reasekuracyjna w tego typu umowach stanowi pewien ustalony procent składki ubezpieczeniowej, którą otrzymał cedent. Umowy obligatoryjne zazwyczaj zawierane są bezterminowo, ale z możliwością ich wypowiedzenia przez obie strony w określonym terminie.

Reasekuracja fakultatywna charakteryzuje się swobodą w zakresie podejmowania decyzji przez obie strony umowy. Cedent podejmuje decyzję o wysokości oferowanego udziału w danym ryzyku, natomiast reasekurator decyduje, w jakim zakresie przyjąć oferowane mu do ochrony ryzyko.

Reasekuracja fakultatywno-obligatoryjna zawiera elementy reasekuracji obligatoryjnej i fakultatywnej. Cedent ma prawo swobodnej decyzji co do tego, jakie ryzyko i w jakiej wysokości oddać reasekurantowi, natomiast reasekurant jest zobowiązany do przyjęcia ich, bez prawa odmowy.

Poole reasekuracyjne jest to porozumienie między ubezpieczycielami w celu lepszego rozłożenia i pokrywania określonych rodzajów ryzyka. Uczestnicy porozumienia przekazują do poolu uzgodnioną część lub całość swoich portfeli ubezpieczeniowych, które następnie po wymieszaniu i podziale są umieszczane u nich w przyjętych i określonych proporcjach ([7], s. 138). Pule reasekuracyjne zawierane są dla specyficznego ryzyka, wysokich przewidywanych szkód, na przykład katastrof naturalnych, ryzyka lotniczego.

Ze względu na formę umowy reasekuracyjne dzielimy na:
- proporcjonalne,
- nieproporcjonalne.

Reasekuracja proporcjonalna charakteryzuje się tym, że udział reasekuratora w każdym ryzyku ustala się w przyjętym z góry stosunku do udziału cedenta. W umowie tego typu reasekurator przyjmuje określoną część składki ubezpieczeniowej oraz uczestniczy w takim samym stopniu w pokryciu wszystkich reasekurowanych szkód. Wśród umów reasekuracji proporcjonalnej wyróżniamy umowy:
- kwotowe,
- ekscedentowe,
- kwotwo-ekscedentowe.

Umowy kwotowe polegają na tym, że ubezpieczyciel odstępuje reasekuratorowi uzgodnią część całego portfela różnych typów ryzyka oraz składek według ustalonego procentu. Natomiast reasekurator uczestniczy w ewentualnych odszkodowaniach w tym samym procencie.

W umowach ekscedentowych ubezpieczyciel ustala według swego uznania wysokość maksymalnych udziałów własnych w poszczególnych klasach ryzyka. Pozostałe nadwyżki ponad te udziały części ryzyka ubezpieczyciel ceduje reasekuratorowi.

Umowy kwotowo-ekscedentowe są połączeniem zasad reasekuracji kwotowej oraz ekscedentowej. W umowach tych cały portfel danego rodzaju ubezpieczeń reasekurowany jest kwotowo, natomiast nadwyżka sum ubezpieczenia ryzyka ponad zaakceptowany przez ubezpieczyciela poziom, reasekurowane są w drodze reasekuracji ekscedentowej.

Umowy reasekuracji nieproporcjonalnej polegają na tym, że przy podziale ryzyka pomiędzy cedentem a reasekuratorem nie obowiązują żadne z góry określone proporcje. Wśród umów reasekuracji nieproporcjonalnej wyróżniamy:
- umowy reasekuracji nadwyżki szkody,
- umowy reasekuracji nadwyżki szkodowości.

Umowa reasekuracji nadwyżki szkody zwana pokryciem katastrofalnym jest to zobowiązanie reasekuratora do pokrycia tej części szkody, która jest wyższa od przyjętej wielkości udziału cedenta w szkodzie, a niższa od sumy stanowiącej granicę odpowiedzialności reasekuratora.

Udział własny cedenta w szkodzie nosi nazwę piorytetu lub franszyzy, a górna granica odpowiedzialności reasekuratora z tytułu jednego zdarzenia losowego to limit pokrycia reasekuracyjnego.

Reasekurację nadwyżki szkody stosuje się w celu zabezpieczenia się firmy ubezpieczeniowej przed zachwianiem jej równowagi finansowej w wyniku wystąpienia szczególnie wysokich szkód w portfelu, takich jak powódź, huragan czy trzęsienie ziemi. Reasekuracja nadwyżki szkody może występować w dwóch postaciach ([7], s. 144):

- nadwyżki liczonej w stosunku do ryzyka,
- nadwyżki liczonej w stosunku do zdarzenia.

W przypadku nadwyżki liczonej w stosunku do ryzyka chodzi o szkodę dotyczącą całości pojedynczego ryzyka. W drugim przypadku mamy do czynienia z sumą szkód powstałych w skutek pojedynczego zdarzenia, na przykład klęski powodzi, która niszczy wiele upraw.

Drugim rodzajem reasekuracji nieproporcjonalnej jest reasekuracja nadwyżki szkodowości. Umowa ta dotyczy całego portfela ubezpieczeń danego rodzaju. Reasekurator odpowiedzialny jest wtedy, gdy wartość odnotowanych szkód w danym roku powoduje przekroczenie uzgodnionego wskaźnika szkodowości lub uzgodnionego poziomu szkodowości.

2.3. Reasekuracja finansowa

Reasekuracja finansowa jest nową formą reasekuracji. Umowy tego typu są kombinacją transferu ryzyka oraz finansowania ryzyka akcentującego wartość pieniądza w czasie. Umowy reasekuracji finansowej charakteryzują się tym, że:

- są umowami długoterminowymi,
- odpowiedzialność reasekuratora jest ograniczona kwotą.

Reasekuracja finansowa może dostarczać ochrony zarówno retrospektywnej, jak i prospektywnej. Umowy retrospektywne dotyczą ubezpieczeń zawartych w przeszłości z reguły długoterminowych. Wśród nich są dwa rodzaje umów:

- transfer portfela szkód,
- ochrona przed niekorzystnym przebiegiem.

W przypadku pierwszej umowy cedent przekazuje reasekuratorowi przyszłe zobowiązania z tytułu płatności szkód powstałych w ubiegłych latach poli-

sowych. Reasekurator w zamian za to otrzymuje składkę w przybliżeniu równą wartości bieżącej netto niezbędnych rezerw szkodowych.

Umowa ta zwalnia zakład ubezpieczeń, który ceduje część lub całość portfela z konieczności utrzymania rezerw na poszczególne ryzyko. Oznacza to, że reasekurator przyjmuje na siebie rezerwy cedenta na niezrealizowane ryzyko ([12], s. 131).

Ochrona przed niekorzystnym przebiegiem jest umową, która chroni cedujący zakład ubezpieczeniowy przed nowymi, dodatkowymi szkodami powstałymi wskutek umów ubezpieczeń zawartych w przeszłości. Ochrona udzielona przez reasekuratora dotyczy wyłącznie szkód ponad utworzone rezerwy techniczne.

Reasekuracja prospektywna dotyczy z reguły strat katastrofalnych oraz wyrównania przyszłych wahań wyników finansowych. Do umów tego typu należą:

- ograniczone umowy kwotowe,
- umowa o rozłożeniu szkód.

W przypadku ograniczonych umów kwotowych cedent przekazuje reasekuratorowi określony procent składki oraz ryzyka, a w zamian otrzymuje środki odpowiadające udziałowi w szkodach oraz prowizję, która stanowi bieżącą wartość oczekiwanego zysku z prowadzonych operacji finansowych.

W ramach umów o rozłożeniu szkód cedent wpłaca na wyodrębniony rachunek uzgodnioną składkę roczną. Wypłata szkód oraz prowizji następuje z tego rachunku. Jeżeli konto wykazuje deficyt, cedent zwiększa składkę, a jeśli saldo rachunku jest ujemne, to pokrywa część strat. Jeśli natomiast na koniec kontraktu bilans na rachunku jest dodatni, to reasekurator wypłaca część osiągniętej nadwyżki.

3. Alternatywny transfer ryzyka

3.1. Ogólna charakterystyka alternatywnego transferu ryzyka

Nie istnieje powszechnie akceptowalna definicja **alternatywnego transferu ryzyka** (*alternative risk transfer* – ART). Pod tym pojęciem kryje się wielu instrumentów i technik zarządzania ryzykiem. Jednak ART należy postrzegać jako podejście do zagadnień zarządzania ryzykiem, a nie konkretny produkt, a jego skutkiem ma być efektywniejsze wykorzystanie kapitału do zarządzania ryzykiem. W literaturze ART odnosi się do działalności zakładów ubezpieczeniowych w dwóch różnych obszarach:

- tworzenie towarzystw zależnych (*captives*) i rozwój metod samofinansowania,
- pozyskiwanie środków finansowych na pokrycie ryzyka na rynkach kapitałowych, poprzez emisję ubezpieczeniowych instrumentów finansowych (*insurance linked securities* – ILS).

Pierwszy obszar, bardziej tradycyjny, obejmuje:

1) **Retencje**, czyli zatrzymywanie ryzyka w firmie. Może przyjąć dwie formy. Retencja aktywna polega na tworzeniu wewnątrz organizacji specjalnych funduszy lub rezerw na pokrycie przyszłych zdarzeń losowych. Retencja pasywna natomiast polega na przyjęciu pewnych rodzajów ryzyka poprzez założenie pokrycia przyszłych strat z bieżących funduszy. Retencja jest mało skuteczna przy ekspozycji na ryzyko katastrofalne, wymagałaby bowiem utrzymywania bardzo wysokich środków płynnych.
2) **Finite Re**, czyli reasekuracje ograniczoną. Polega na transferze ryzyka jedynie do pewnej określonej kwoty. Ryzyko powyżej ustalonego limitu jest zatrzymywane. Zatem jest to metoda łącząca retencję i reasekurację. Używana jest do zabezpieczenia ekspozycji wysokiego ryzyka, w których premie za reasekurację byłyby zbyt wysokie lub których reasekuracja jest niedostępna na rynku. Jednak wystąpienie w wyniku katastrofy dużych szkód naraża firmę ubezpieczeniową stosującą Finite Re na utratę płynności.
3) Tworzenie **towarzystw zależnych** – podmiotów czynnie uczestniczących w podziale i transferu ryzyka. Rozwiązanie to jest bardzo podobne do aktywnej retencji. Główną różnicą między tymi metodami jest miejsce kumulacji zasobów. Przy retencji środki są gromadzone wewnętrznie i powstają z zysku po opodatkowaniu. W przypadku towarzystw zależnych, firma je tworząca płaci składki normalnie, stanowią więc koszt, a rezerwy tworzone są w towarzystwie i nie podlegają opodatkowaniu.

Drugi obszar, związany z konwergencją rynków kapitałowych i ubezpieczeniowych, obejmuje między innymi emisję:

- obligacji katastrofalnych (*CAT-bonds*),
- opcji katastrofalnych (*CAT-options*).

Następna część artykułu poświęcona będzie właśnie tym instrumentom.

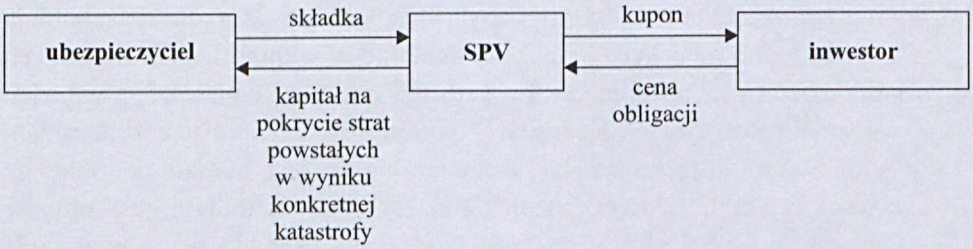
3.2. Obligacje katastrofalne

Do najczęściej wykorzystywanych ubezpieczeniowych instrumentów finansowych należą obligacje katastrofalne. **Obligacja katastrofalna** jest instrumentem finansowym, którego płatności są uzależnione od wystąpienia katastrofy naturalnej. Uzależnienie polega na możliwości utraty (bądź odroczenia) należ-

nych płatności przez nabywcę obligacji. Utrata[4] może obejmować odsetki lub kapitał i być całkowita lub częściowa. Warunkiem utraty (tzw. *triggerem*) jest wystąpienie katastrofy i osiągnięcie określonego poziomu strat. Poziom ten jest mierzony indeksem, który może bazować na:

- indywidualnych stratach emitenta obligacji,
- szacunkach strat całego sektora ubezpieczeń (dokonywanych przez niezależne instytucje),
- parametrach bazowej katastrofy, czyli indeksach fizycznych (parametryczne), na przykład prędkości wiatru dla huraganów, sile trzęsienia ziemi według skali Richtera,
- wynikach modeli estymujących straty całego sektora (również przygotowywanych przez niezależne firmy).

Dla potrzeb emisji konkretnych obligacji katastrofalnych tworzona jest na ogół odrębna spółka (*special purpose vehicle* – SPV), która emituje i sprzedaje obligacje inwestorom, zawierając jednocześnie kontrakt reasekuracyjny z ubezpieczycielem (rys. 3).



Rys. 3. Struktura przepływów pieniężnych w obligacjach katastrofalnych

Źródło: G. Belonsky, *Insurance-Linked Securities*, Swiss Re, 1999

Środki dostarczone przez inwestora są lokowane w papiery wartościowe o niskim ryzyku (przede wszystkim w papiery rządowe). Z zysków z tych lokat i ze składek od firmy ubezpieczeniowej SPV wypłaca inwestorom należne odsetki (kupony). Jeśli w czasie trwania obligacji katastrofa, na jaką obligacja została wystawiona, nie wystąpi, to SPV dokonuje wykupu obligacji i wypłaca wszystkie należne kupony. Jeśli katastrofa wystąpi, to ubezpieczyciel otrzymuje kapitał na pokrycie strat, a inwestor traci, w zależności od rodzaju obligacji, należne kupony bądź kapitał w ustalonej przy emisji części.

---

[4] Z powodu utraty należnych płatności obligacje katastrofalne nazywane są instrumentami zapominania długu.

Emisja obligacji katastrofalnych ma swoje zalety:
- obligacje katastrofalne charakteryzują się niskim ryzykiem ze względu na wysokiej jakości zabezpieczenie – rządowe papiery wartościowe bądź inne bardzo bezpieczne aktywa,
- wraz z rozwojem rynku rośnie ich płynność, co ułatwia pozyskiwanie środków tą metodą,
- umożliwia zdobycie środków na pokrycie ryzyka katastrofalnego, które trudno pokryć, korzystając ze zwykłej reasekuracji,
- eliminuje hazard moralny (*moral hazard*) związany z asymetrią informacji,
- daje możliwość dywersyfikacji ryzyka (pod względem geograficznym i przedmiotowym),
- nie generuje kosztów (ewentualnie koszty te są niskie) związanych z akwizycją i monitorowaniem strat (zajmują się tym niezależne instytucje).

Oczywiście obligacje katastrofalne nie są pozbawione wad, wśród których należy wyróżnić:
- całkowite koszty związane z emisją obligacji wciąż są wyższe niż koszty reasekuracji (choć różnica wraz z rozwojem rynku obligacji katastrofalnych jest coraz mniejsza),
- obligacje katastrofalne służą do transferu ryzyka ekstremalnego, stąd też mogą stanowić jedynie uzupełnienie reasekuracji,
- emisja obligacji katastrofalnych pochłania więcej czasu i wysiłku w porównaniu z reasekuracją,
- rzeczywiste straty ubezpieczyciela mogą różnić się od strat szacowanych przez dany indeks, narażając ubezpieczyciela na dalszą ekspozycję na ryzyko, przed którym starał się zabezpieczyć (tak zwane ryzyko bazy),
- w przypadku reasekuracji możliwe jest dokonywanie zmian w czasie trwania kontraktu a dla większości obligacji katastrofalnych taka zmiana nie jest możliwa, emitent obligacji nie ma możliwości skorzystania ze spadku cen reasekuracji.

3.3. Opcje katastrofalne

Opcje katastrofalne mają konstrukcję analogiczną do typowych opcji finansowych. Różnią się jedynie instrumentem bazowym jest nim określony indeks katastrof. Zatem opcja katastrofalna sprzedaży (*put*) daje nabywcy prawo do sprzedaży indeksu po ustalonej cenie. Natomiast wystawca ma obowiązek

kupna indeksu po ustalonej cenie na żądanie nabywcy. Opcja katastrofalna kupna (*call*) daje z kolei nabywcy prawo do kupna indeksu po ustalonej cenie, a wystawcę obliguje do sprzedaży. Oczywiście ze względu na specyficzny instrument bazowy nie dochodzi nigdy do jego fizycznej dostawy – transakcje rozliczane są gotówkowo.

Indeks katastrofalny tworzony jest na podstawie oszacowanej wielkości strat, wynikających z katastrof. Szacowaniem strat, a następnie wyznaczaniem indeksów zajmują się niezależne instytucje. Przy budowaniu indeksów istotne są dwa okresy: okres ekspozycji i okres szacowania wielkości strat.

Okres ekspozycji (*loss period*) to czas, w którym ma wystąpić określona katastrofa, aby mogła być uwzględniana przy szacowaniu strat, a tym samym indeksu. W tym okresie dokonuje się wstępnych szacunków indeksów.

Okres szacowania strat (*development priod*) następuje po okresie ekspozycji i w czasie jego trwania następuje dalsze podliczanie strat bądź korygowanie dotychczasowych szacunków. Ostatecznym efektem jest wyznaczenie wartości indeksu.

Rozliczanie opcji następuje na końcu okresu szacowania strat, a opcje znajdują się w obrocie w obydwóch okresach.

Opcje jako instrumenty asymetryczne zabezpieczają nabywcę przed negatywnymi ruchami na rynku. Nabywca opcji może stracić jedynie wysokość zapłaconej uprzednio premii – podobnie jak przy tradycyjnej reasekuracji. Z tego względu opcje odpowiadają specyfice rynku ubezpieczeniowego. Dla firm ubezpieczeniowych i reasekuracyjnych nabycie opcji może stanowić alternatywę do tradycyjnej reasekuracji czy do emisji obligacji katastrofalnych.

Obrót katastrofalnymi instrumentami pochodnymi został zainicjowany stosunkowo niedawno – w grudniu 1992 roku na Chicago Board of Trade (CBOT). Pojawiły się wówczas katastrofalne futures (CAT futures) i opcje katastrofalne bazujące na indeksie ISO[5]. Liczne niedoskonałości indeksu ISO spowodowały nikłe zainteresowanie ze strony inwestorów i zawieszenie handlu tymi instrumentami w 1995 roku. Jednocześnie wprowadzono we wrześniu tego samego roku opcje oparte na nowym indeksie PCS[6].

Indeks PCS obrazuje straty na danym terytorium Stanów Zjednoczonych w trakcie okresu ekspozycji. Okres ekspozycji dla katastrof sezonowych (tornada, huragany) jest kwartalny. Dla indeksów dotyczących katastrof występujących niezależnie od pory roku (trzęsienia ziemi) okres ekspozycji jest

---

[5] ISO – Insurance Services Orfice, funkcjonująca od 1971 roku niezależna instytucja, zajmująca się zbieraniem informacji na temat ryzyka ubezpieczeniowego.

[6] PCS – Property Claims Services, indeks tworzony przez ISO.

roczny. Indeksy PCS są na poziomie zerowym na początku okresu ekspozycji i wzrastają o 1 punkt na każde 100 mln USD strat, wywołanych daną katastrofą. Z kolei każdy punkt indeksowy w opcji PCS ma wartość 200 USD.

W obrocie są dwa rodzaje opcji PCS: *small cap*, pozwalające zabezpieczyć straty na sumę do 20 mld USD, i *large cap*, pokrywające straty od 20 do 50 mld USD.

Oprócz CBOT próbę wprowadzenia katastrofalnych instrumentów pochodnych podjęto w 1997 roku na Bermuda Commodities Exchange. Próba zakończyła się fiaskiem – handel zawieszono w sierpniu 1999 roku. Do tego czasu oferowano opcje binarne typu bermudzkiego bazujące na indeksie GCCI[7].

Opcje katastrofalne mogą posłużyć ubezpieczycielom w sytuacji, gdy reasekuracja jest niewystarczająca, bo jej dostępny poziom nie odpowiada potrzebom, bądź konieczne jest natychmiastowe dodatkowe pokrycie. W takich wypadkach opcje umożliwiają uzupełnienie posiadanego programu reasekuracji, dokonanie geograficznej i przedmiotowej dywersyfikacji ryzyka, a nawet mogą całkowicie zmienić dotychczasowy plan reasekuracji.

Oprócz niewątpliwych zalet wymienionych powyżej opcje katastrofalne mają wiele ograniczeń, takich jak:

- płynność, rynek katastrofalnych instrumentów pochodnych jest wciąż słabo rozwinięty,
- dostępność ofert, wiąże się ściśle z płynnością, brak odpowiednich ofert opcji może uniemożliwić realizację zaplanowanej strategii,
- ryzyko zaokrągleń, oferowane opcje utrudniają dopasowanie strategii do ekspozycji,
- możliwość wystąpienia innej niż oczekiwanej korelacji strat firmy z wartością indeksu (ryzyko bazy).

Większość wymienionych wad może zaniknąć wraz z rozwojem rynku derywatyw katastrofalnych i doskonaleniem metod budowania indeksów.

4. Rozkłady stosowane do modelowania szkód katastrofalnych

Firmom ubezpieczeniowym do właściwego zabezpieczenia się przed ryzykiem katastrofalnym nie wystarczą odpowiednie instrumenty. Potrzebne jest jeszcze właściwe wyznaczenie poziomu szkód, które mogą powstać w wyniku tych zjawisk.

---

[7] GCCI – Guy Carpenter Catastrophe Index, indeks tworzony przez firmę Guy Carpenter, pośrednika na rynku ubezpieczeń.

Ryzyko katastrofalne jest szczególnym rodzajem ryzyka w działalności ubezpieczeniowej. Charakteryzuje się tym, że:

- nie jest spełniony warunek o niezależności występowania szkód,
- prawdopodobieństwo realizacji ryzyka katastrofalnego jest bardzo małe i trudne do oszacowania,
- nie zachodzi warunek powtarzalności jednorodnych szkód, który pozwala korzystać z prawa wielkich liczb, a który jest jedną z cech ubezpieczalności ryzyka,
- szkody powstałe w wyniku realizacji ryzyka katastrofalnego pojawiają się prawie w tym samym czasie.

Modelowanie szkód katastrofalnych jest trudne z następujących powodów:

- mała liczba danych – związane jest to z bardzo małym prawdopodobieństwem wystąpienia katastrofy,
- wystąpienie katastrofy wywołuje zmiany otoczenia np. zmiany wartości ubezpieczonego majątku,
- konieczność korzystania z danych zaczerpniętych z innych dziedzin, w szczególności z danych meteorologicznych, sejsmicznych.

Najczęściej wykorzystywanymi rozkładami do modelowania szkód katastrofalnych są:

1) Rozkład Pareto

Funkcja gęstości oraz dystrybuanta rozkładu Pareto mają postać:

$$f(x)=\frac{\alpha\theta^{\alpha}}{(x+\theta)^{\alpha+1}}, \tag{3}$$

$$F(x)=1-\left(\frac{\theta}{x+\theta}\right), \qquad \alpha,\ \theta,\ x>0, \tag{4}$$

gdzie:

θ – parametr skali, określa kształt lewej strony dystrybuanty,

α – parametr, który wpływa na ciężar ogona (im mniejszy jest parametr α, tym cięższy jest ogon).

Rozkład ten ma zastosowanie szczególnie do dużych odszkodowań. Wartość tego rozkładu istnieje dla $\alpha>1$, wariancja dla $\alpha>2$, natomiast skośność istnieje dla $\alpha>3$.

2) Rozkład Weibulla

Funkcja gęstości i dystrybuanta rozkładu Weibulla mają postać:

$$f(x)=\frac{\tau u e^{-u}}{x}, \tag{5}$$

$$F(x)=1-e^{-u},$$

gdzie

$$u=\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\tau}, \quad x, \theta, \tau>0. \tag{6}$$

Parametr θ jest parametrem skali, τ odpowiada za kształt funkcji gęstości oraz dystrybuanty.

3) Rozkład Burra

Funkcja gęstości i dystrybuanta rozkładu Burra ma postać:

$$f(x)=\frac{\alpha\gamma\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\gamma}}{x\left[1+\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\gamma}\right]^{\alpha+1}}, \tag{7}$$

$$F(x)=1-u^{\alpha},$$

gdzie

$$u=\frac{1}{1+\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\gamma}}. \tag{8}$$

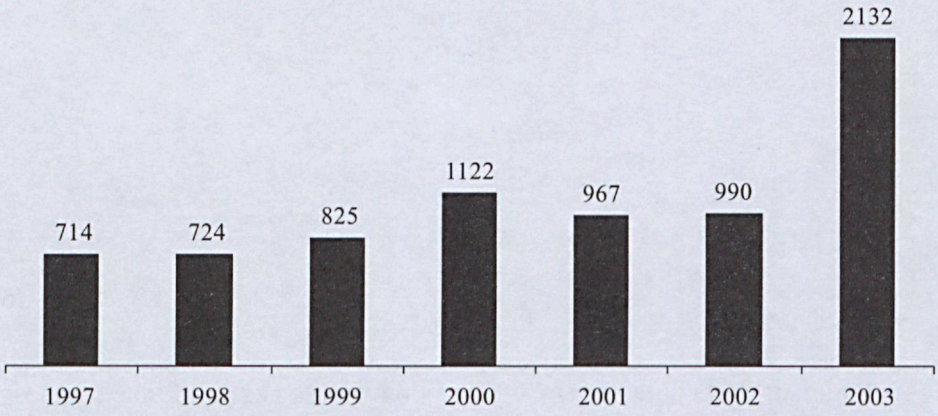
Parametr θ jest parametrem skali, α i γ wpływają na ciężar ogona rozkładu.

4) Rozkład Gumbla

Dystrybuanta rozkładu Gumbela ma postać:

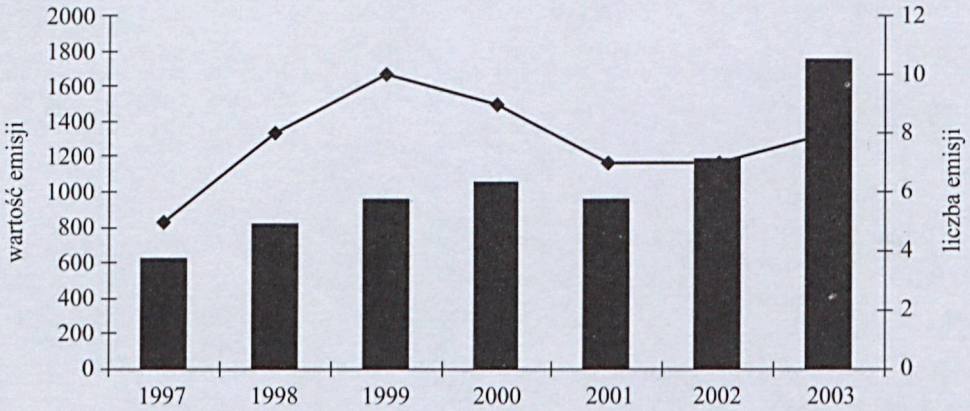
$$F(x)=e^{-e^{-x}}. \tag{9}$$

Potencjalne możliwości wykorzystania obligacji i opcji katastrofalnych są olbrzymie. Jak wskazują dane z rysunków 4 i 5 wartość emisji wciąż rośnie, przy czym wśród instrumentów ILS największą popularnością cieszą się obligacje – stanowią 80-90% ogółu emisji (powodem jest stosunkowo prosta budowa opcji katastrofalnych w porównaniu z opcjami). Również zainteresowa-



Rys. 4. Nowe emisje instrumentów ILS w latach 1997-2003 (w mln USD)

Źródło: Swiss Re



Rys. 5. Nowe emisje obligacji katastrofalnych w latach 1997-2003 (w mln USD)

Źródło: Swiss Re

nie ze strony inwestorów spoza branży ubezpieczeniowej jest coraz większe. Daje to możliwość coraz pełniejszego stosowania derywatyw katastrofalnych i zwiększania potencjalnego pokrycia ryzyka do poziomu wymaganego przez rynek. Oczywiście nie należy sądzić, że instrumenty ILS całkowicie wyprą tradycyjne metody. Mogą jednak stanowić atrakcyjne uzupełnienie reasekuracji.

W Polsce jednak nie należy liczyć na szybkie pojawienie się instrumentów ILS. Można wskazać na dwie główne przyczyny takiego stanu rzeczy:

- stosunkowo niewielkie ryzyko wystąpienia katastrof naturalnych w Polsce; ryzyko to dotyczy głównie powodzi i huraganów, jest dość dobrze poznane i do jego zabezpieczenia wystarczą klasyczne instrumenty ubezpieczeniowe;
- młody rynek ubezpieczeniowy nie wymaga stosowania zaawansowanych technik reasekuracyjnych. By sprostać potrzebom rynku, wystarczą typowe metody finansowania.

Literatura

[1] Bantwal, V., Kunreuther, H., *A Cat-Bond Premium Puzzle*? Workin Paper, Financial Institution Center, The Wharton School, University of Pennsylwania 1999.

[2] Biernat, D., Kowalczyk, P., *Ustalenie udziału własnego w reasekuracji*, Prace Naukowe nr 895, Wydawnictwo AE, Wrocław 2001.

[3] Bowers, N.L., Gerber, H.U., Hickman, J.C, Jones, D.A., Nesbott, C.J., *Actuarial Mathematics*, The Society of Actuaries 1986.

[4] Brach, D., *Rynek alternatywnego finansowania ryzyka. Inwestycje finansowe i ubezpieczenia tendencje światowe a polski rynek*, Prace Naukowe nr 991, Wydawnictwo AE, Wrocław 2003.

[5] Canter, M., Cole, J., Sandor, R., *Insurance Derivatives: A New Asset Class for the Capital Markets and A New Hedging Tool for the Insurance Industry*, Journal of Applied Corporate Finance, Autumn 1997.

[6] Lee, J., Yu, M., *Pricing Default-Risky CAT Bonds with Moral Hazard and Basis Risk*, The Journal of Risk and Insurance, vol. 69, 2002, no. 1.

[7] Monkiewicz, J. (red.), *Podstawy ubezpieczeń*, t. 1: *Mechanizmy i funkcje*, Poltext, Warszawa 2000.

[8] Montalbetti, E., *Reasekuracja*, PWE, Warszawa 1970.

[9] Nell, M., Richter, A., *Improving Pisk Allocation Through CAT Bonds*, Working Paper no. 10, Hamburg University 2002.

[10] Poprawska, E., *Niektóre rozkłady stosowane do modelowania szkód katastrofalnych w ubezpieczeniach majątkowych*, Prace Naukowe nr 988, Wydawnictwo AE, Wrocław 2003.

[11] Ronka-Chmielowiec, W., *Modelowanie ryzyka w ubezpieczeniach. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo AE, Wrocław 2003.

[12] Ronka-Chmielowiec, W. (red.), *Zarządzanie finansami w ubezpieczeniach*, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz–Wrocław 2004.

[13] Ronka-Chmielowiec, W. (red.), *Zarządzanie ryzykiem w ubezpieczeniach*, Wydawnictwo AE, Wrocław 2003.

[14] Straub, E., *Non Life Insurance Mathematics*, Springer Verlag, Berlin 1988. Sigma 1/2005, www.swissre.com.

SUPPLEMENTING REINSURANCE BY USING CAT-BONDS AND CAT-OPTIONS

Summary

The article comments on the possibility of utilising derivatives to manage insurance risk. The authors explain general concepts connected with natural catastrophes risk, reinsurance and alternative risk transfer. Next they discuss two of the most popular insurance securities – CAT-bonds and CAT-options. In the final part of the article authors present distribution used to model natural catastrophes losses.