

DYNAMICZNA ANALIZA FINANSOWA W ZAKŁADZIE UBEZPIECZEŃ – KONCEPCJA, PRZEBIEG I ZASTOSOWANIE

Joanna Wartini¹

Streszczenie

Dynamiczna analiza finansowa stała się narzędziem niezastąpionym i wszechstronnie wykorzystywanym w zakładach ubezpieczeń. Proces dynamicznej analizy finansowej nie jest przypadkowy, obejmuje generator scenariusza stochastycznego, wejścia i wyjścia. Integruje różnorodne modele i techniki z obszaru finansów i matematyki aktuarialnej w jeden złożony „wielowariantowy” model symulacji dynamicznej. To nowoczesne podejście do zarządzania ryzykiem i podejmowania decyzji pozwala na zintegrowaną i holistyczną analizę ilościową wszystkich istotnych czynników ryzyka dotyczących ubezpieczyciela, pomagając kierownictwu w doskonaleniu strategii firmy.

Klasyfikacja JEL: C15, C61, G22

Słowa kluczowe: metody symulacji statystycznych, techniki optymalizacyjne, zakłady ubezpieczeń

DOI: <https://dx.doi.org/10.65748/fiqf-2010-0027>

Wprowadzenie

Przemiany na europejskim rynku ubezpieczeń, które zaszły w połowie lat 90. XX w., istotnie zmieniły warunki, w których przyszło działać ubezpieczycielom. Wymusiły stosowanie nowych metod ilościowych, pozwalających analizować wpływ różnych decyzji strategicznych na ryzyko ubezpieczyciela.

Dynamiczna analiza finansowa (*Dynamic Financial Analysis – DFA*) to modny termin, który na początku lat 90. XX w. pobudził środowisko aktuariuszy amerykańskich oraz innych specjalistów z dziedziny ubezpieczeń. Dzięki większym możliwościom określania złożoności warunków, w jakich przyjdzie działać ubezpieczycielowi/reasekuratorowi, DFA stała się środkiem pozwalającym zmniejszyć liczbę niewiadomych oraz zapanować nad złożonością zjawisk (wewnętrznych i zewnętrznych) uwzględnianych w procesie zarządzania ryzykami. Kierownictwo zakładów ubezpieczeń nie musiało już dłużej polegać na intuicji, lecz na systematycznej analizie, będącej nawet nadrzędną wobec ostrożnej oceny czynników ryzyka, których wyniki są zwykle wysoce niepewne.

Potrzeba czy nawet konieczność efektywnego zarządzania finansami istnieje w każdym przedsiębiorstwie. Pojawia się jedynie pytanie, jakich narzędzi użyć, aby zagwarantowały wiarygodną informację pozwalającą na trafne podejmowanie decyzji bieżących i strategicznych.

Niniejszy artykuł jest próbą przedstawienia zarysu dynamicznej analizy finansowej, a w szczególności:

- 1) warunków i przyczyn jej rozwoju,
- 2) przebiegu procesu,

¹ Dr Joanna Wartini, Katedra Metod Ilościowych w Ekonomii, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, ul. Sucharskiego 2, 35-225 Rzeszów, jwartini@wsiz.rzeszow.pl.

3) możliwości wykorzystania w praktyce gospodarczej.

Geneza rozwoju DFA

Działalność ubezpieczeniowa aż do lat 80. czy 90. XX stulecia (w zależności od kraju) należała do stosunkowo spokojnych obszarów charakteryzujących się małą elastycznością strategiczną i innowacyjnością. Regulacje prawne surowo ograniczały typ ryzyka obejmowanego przez ubezpieczyciela oraz sposób prowadzenia działalności ubezpieczeniowej. Dominowały stosunkowo proste produkty, każdy dla określonego rodzaju ryzyka. W takich statycznych warunkach nie było potrzeby stosowania złożonych narzędzi analitycznych, a w analizie aktuarialnej pomijano inwestycje ubezpieczyciela (Blum i Dacorogna, 2003, s. 8).

Analiza ilościowa ograniczała się do modelowania oddzielnych grup, natomiast reasekuracja była jedynym środkiem zarządzania ryzykiem ubezpieczeniowym. Wyjaśnia to brak zainteresowania towarzystw ubezpieczeń w tym okresie podejściem holistycznym do analizy ryzyka ubezpieczeniowego (Blum i Dacorogna, 2003, s. 8).

Obecny rynek ubezpieczeń nie jest już spokojnym obszarem. Przepisy prawne regulujące rodzaje obejmowanych ubezpieczeniem ryzyk uległy rozluźnieniu. Towarzystwa ubezpieczeń zyskały znaczną swobodę w podejmowaniu decyzji strategicznych, co znalazło swe odbicie w nowych, bardziej skomplikowanych produktach ubezpieczeniowych i ostrym współzawodnictwie na rynku ubezpieczeń. Tradycyjne granice między bankowością a ubezpieczeniami zaczęły się zacierać na skutek rozwijania zintegrowanych usług finansowych (Blum i Dacorogna, 2003, s. 8).

Zmiany, które zaszły w otoczeniu zakładów ubezpieczeń, tj. demograficzne, polityczne, wskazały ważność ciągłego badania potencjalnych źródeł ryzyka, mających wpływ na wyniki finansowe ubezpieczycieli. Ich inwestorzy, coraz bardziej uważni i wymagający co do satysfakcjonującego poziomu zwrotu z inwestycji, wymusili konieczność doskonalenia narzędzi wykorzystywanych w procesie podejmowania decyzji. Stało się w końcu możliwe dokonywanie wyboru strategii, która najkorzystniejszej wpłynie na wyniki finansowe ubezpieczyciela.

Konieczność wykorzystywania ryzyk finansowych w celach zarządczych stała się główną domeną nowej dyscypliny w finansach zwanej zintegrowanym zarządzaniem ryzykiem bądź zarządzaniem ryzykiem przedsiębiorstwa. To nowe podejście do zarządzania ryzykiem i podejmowania decyzji domagało się odpowiednich narzędzi i metod, które pozwalają na zintegrowaną i holistyczną analizę ilościową wszystkich istotnych czynników ryzyka i ich wzajemnych relacji (Blum i Dacorogna, 2003, s. 8).

Korzenie DFA sięgają drugiej wojny światowej, kiedy firma The Rand Corporation rozwinęła planowanie scenariusza działań. Do czołowych użytkowników tego typu planowania należała firma Shell, która w latach 70. XX w. podjęła próby identyfikacji zagrożeń tkwiących w przemyśle paliwowym, mających wpływ na wyniki przedsiębiorstwa. W jednym z rozwiniętych przez nich scenariuszy przewidziano gwałtowne obniżenie cen ropy na skutek odkrycia nowego złoża, poza obszarem kontrolowanym przez OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries, tj. Organizację Państw Eksportujących Ropę Naftową) oraz zmniejszenie uzależnienia konsumentów od importowanej ropy. Dzięki niemu Shell w połowie lat 80. zapewnił sobie przejście z czternastej pozycji na drugą wśród międzynarodowych dostawców ropy (Casualty Actuarial Society, 1999, s. 1).

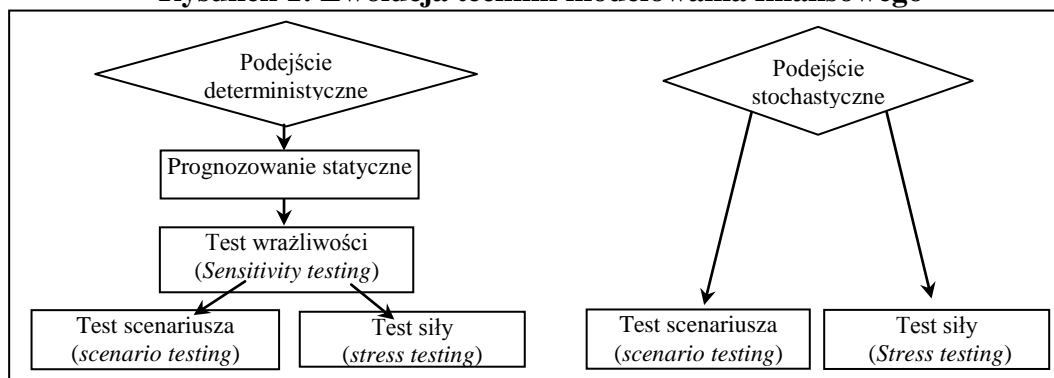
DFA zaczęły stosować fińskie i brytyjskie grupy robocze, pracujące nad wypłacalnością zakładów ubezpieczeń. Fińscy i brytyjscy naukowcy zmienili ocenę wypłacalności ze statycznej na dynamiczną, opartą na przepływach pieniężnych. Do modelu finansowego zaimplementowano założenia dotyczące przyszłych możliwych warunków (CAS, 1999, s. 2). Utrzymanie i rozwijanie tego typu modeli wymagało od aktuariuszy szerokiej współpracy z planistami strategicznymi, analitykami finansowymi i osobami zajmującymi się inwestycjami. Eksperti z tych dziedzin rozwinęli nowej klasy modele komputerowe, włączając główne aspekty działalności zakładów ubezpieczeń (aktywa, pasywa, ubezpieczenia, ustalanie cen, opodatkowanie itd.) do zwartego modelu przedsiębiorstwa, dostarczającego kierownictwu informacji o wpływie bieżących decyzji na globalne wyniki, kapitał jednostki gospodarczej itp. (CAS, 1999, ss. 2 i nast.).

Stowarzyszenie Aktuariuszy ze Stanów Zjednoczonych (*Casualty Actuarial Society*), wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu praktyki gospodarczej na tego typu narzędzia, rozpoczęło prace nad rozwijaniem modeli dynamicznej analizy finansowej. W ślad za CAS poszli i inni (Eling i Parnitzke, 2007, s. 34).

Transformacja w technikach modelowania finansowego

Modele dynamicznej analizy finansowej wywodzą się z tradycyjnych (statycznych) modeli. Każdy etap ich ewolucji pociągał za sobą olbrzymi skok możliwości ich zastosowania. Początkowo, twórcy modeli uświadomili sobie, że lepsze decyzje mogą być efektem bardziej rozbudowanego ujęcia przyszłości, dlatego też rozwinęto następną generację modeli, zwanych modelami deterministycznymi. Pozwalają one analitykowi uzyskać odpowiedź na pytanie: „Co jeśli...?”, dzięki określeniu kluczowych założeń i badaniu ich wpływu na zmianę ustalonych przedziałów. Do modeli takich należą: test wrażliwości (*sensitivity testing*) oraz model deterministyczny test scenariusza (*scenario testing*), gdzie test siły (*stress testing*) jest szczególnym jego rodzajem (rysunek 1). Test siły (*stress testing*) różni się od testu wrażliwości (*sensitivity testing*) tym, że wprowadza zmiany w obrębie kilku grup zmiennych (CAS, 1999, ss. 4 i nast.). Test wrażliwości (*sensitivity testing*) przeprowadza projekcje w drodze prognozowania możliwych warunków dla zmian jednej kluczowej zmiennej w określonym czasie. Dokonuje serii obliczeń, aby dojść do ogólnego obrazu charakteru ryzyka stojącego przed przedsiębiorstwem i jego wpływu na siłę finansową jednostki (Shiu, 2006, s. 3).

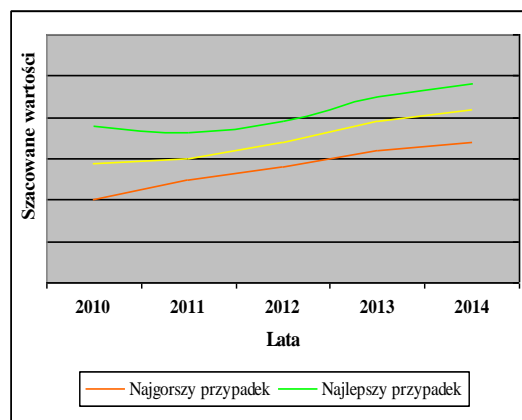
Rysunek 1: Ewolucja technik modelowania finansowego



Źródło: Shiu, Y.M. (2006). *Dynamic Financial Analysis in Insurance*. Pozyskano z http://www.actuaries.ca/meetings/stochastic-investment/2006/pdf/2101_v.2.doc

Modele deterministyczne włączają „najlepszy” i „najgorszy” przypadek razem z wynikami oczekiwanymi (rysunek 2). W takim deterministycznym scenariuszu, który przewiduje trendy sytuacji finansowej jednostki gospodarczej, zgodnie z różnymi przyszłymi scenariuszami, wartości zmiennych są z góry zdefiniowane. Brakuje w nich ilościowego określenia zmienności prawdopodobnych wyników, tzn. pełnego zakresu prawdopodobnych wyników (CAS, 1999, s. 4 i nast.).

Rysunek 2: Badanie wrażliwości (*sensitivity testing*) oraz badanie siły (*stress testing*)



Źródło: *Casualty Actuarial Society. (1999). Overview of Dynamic Financial Analysis*. Pozyskano z <http://www.casact.org/research/drm/handbook/chapter1.doc>

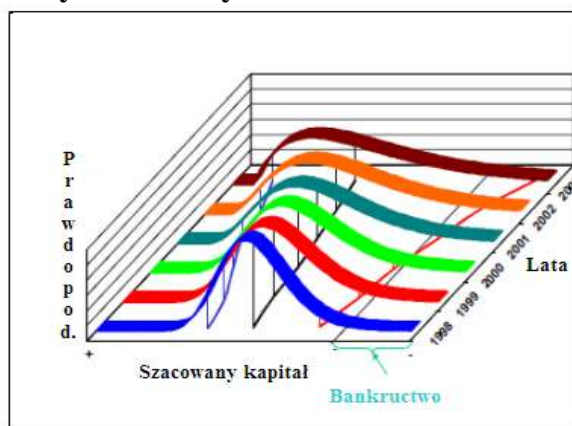
Informację tę uzyskuje się dzięki modelowaniu stochastycznemu, które przedstawia istotne założenia, ich łączne konsekwencje finansowe pod względem rozpiętości możliwych wyników oraz efektów każdego rozwiązania (Shiu, 2006, s. 3). Proces stochastyczny i proces losowy są synonimami, obejmują całą teorię prawdopodobieństwa od rzucania monetą po analizę harmoniczną (Feller, 1971, s. 419). Symulacja stochastyczna często włącza do procesu budowy scenariuszy test scenariusza (*scenario testing*). Różnica między modelowaniem stochastycznym a deterministycznym polega na tym, że wartości zmiennych ustalone w symulacji stochastycznej wybierane są losowo z przyjętych rozkładów

prawdopodobieństwa, podczas gdy w deterministycznym teście scenariusza są określone z góry. Test wrażliwości (*sensitivity testing*), jak i symulacja stochastyczna należą do testu scenariusza (*scenario testing*), co przedstawiono na rysunku 1 (Shiu, 2006, s. 3).

Jeżeli przykładowo w modelu statycznym przyjmuje się, że zakład ubezpieczeń odnotuje składkę przypisaną w wysokości 200 mln zł (z określonego rodzaju ubezpieczenia, przy wskaźniku szkodowości równym 65%), to probabilistyczny model finansowy zakładać będzie zmniejszenie wysokości składki przypisanej w granicach od 180 mln do 230 mln zł (w przypadku wskaźnika szkodowości od 55% do 80%). Osiągnięcie wartości tych przedziałów zależy będzie od zaistnienia pewnych warunków gospodarczych, które zdefiniowane zostaną wraz z prawdopodobieństwem każdej zmiennej.

W kolejnym kroku uruchamiany jest proces symulacji komputerowej, który dokonuje wielokrotnych przeliczeń modelu, dając za każdym razem różne wyniki. Proces ten generuje przedziały wyników, które odzwierciedlą parametry i wzajemne powiązania między kluczowymi zmiennymi, jak na przykład: inflacja, stopa procentowa, bezrobocie, wzrost składek, strategie inwestycyjne itd. Model probabilistyczny dodaje do szacowanej przyszłości dodatkowy wymiar, pozwalając określić prawdopodobieństwo wielu możliwych wyników – rysunek 3 (CAS, 1999, s. 6).

Rysunek 3: Dynamiczne modelowanie



Źródło: *Casualty Actuarial Society. (1999). Overview of Dynamic Financial Analysis. Pozyskano z <http://www.casact.org/research/drm/handbook/chapter1.doc>*

Różnice w wynikach finansowych, wynikające z odmiennych postanowień strategicznych, mogą być szacowane przez zastępowanie jednego zestawu decyzji innym, po czym następuje uruchamianie modelowanego zadania i porównywanie przedziałów potencjalnych wyników dla każdej ścieżki (CAS, 1999, s. 6).

Jeśli na przykład spodziewane wyniki będą wymagać stałego wzrostu kapitału przez kolejne 6 lat, w tym także czasie wykażą prawdopodobieństwo bankructwa (kapitał mniejszy od zera), to pomiaru ilościowego tego prawdopodobieństwa można dokonać dzięki dynamicznej analizie finansowej.

Potrzeba DFA w zarządzaniu aktywami i pasywami

W zakładach ubezpieczeń podejmowanie decyzji odbywa się z reguły w różnych działach jednostki gospodarczej. Aktuariale zarządzanie ryzykami przebiega w oderwaniu od inwestycji czy towarzyszącego ryzyka rynkowego (Philbrick i Painter, 2001, s. 103). Nie jest

to najlepsze, gdyż pomija efekty zróżnicowania na poziomie całego przedsiębiorstwa. W celu optymalizacji płynności i struktury bilansowej jednostki należałoby rozpatrywać równocześnie jej aktywa i pasywa.

Techniki zarządzania aktywami i pasywami podzielić można na trzy grupy (tabela 1), tj. (Eling i Parnitzke, 2007, ss. 35 i nast.):

- 1) techniki deterministycznej immunizacji (*deterministic immunization techniques*), których celem jest zarządzanie płynnością finansową i ryzykiem stopy procentowej,
- 2) techniki optymalizacji stosowane przy wyznaczaniu efektywnej struktury zwrotu ryzyka (*efficient risk return structure*),
- 3) modele DFA, które pozwalają na wielookresowe badanie sytuacji finansowej ubezpieczyciela z uwzględnieniem zmiennych stochastycznych.

Tabela 1: Grupy modeli zarządzania majątkiem i zobowiązaniami

Kryterium \ Grupa modelu	Techniki immunizacji (<i>immunization techniques</i>): Dopasowanie przepływów pieniężnych (<i>cash flow matching</i>) Dopasowanie okresu trwania (<i>duration matching</i>)	Techniki optymalizacji (<i>optimization techniques</i>): Markowitz Kahane/Nye	Dynamiczna Analiza Finansowa (DFA)
Horyzont czasu	Wielookresowość	Jeden okres	Wielookresowość
Rozpatrywanie niepewności	Brak	Wariancja i kowariancja	Funkcje rozkładu i procesy stochastyczne
Cel	Zarządzanie ryzykiem płynności i ryzykiem stopy procentowej	Jednoczesna optymalizacja ryzyka i zwrotu (<i>risk and return</i>)	Analiza sytuacji finansowej w czasie

Źródło: Eling, M., Parnitzke, T. (2007). *Dynamic Financial Analysis: Classification, Conception, and Implementation*. „Risk Management and Insurance Review”, 10 (1), 36

Dopasowanie przepływów pieniężnych (*cash flow matching*) czy też występujące pod inną nazwą jako dopasowanie dochodów (Ronka-Chmielowiec, 2004, s. 278) jest analizą deterministyczną strumieni pieniężnych dla konkretnego okresu. W pierwszym kroku dokonuje się sprawdzenia zestawień aktywów i pasywów. W następnej kolejności odbywa się dopasowanie przepływów pieniężnych, co wymaga uzgodnienia wpłat (pochodzących z aktywów) z wypłatami wynikającymi ze słabszych przepływów i zastąpienia ich lepszymi (Eling i Parnitzke, 2007, s. 36; Ronka-Chmielowiec, 2004, s. 278–279).

W dopasowywaniu okresu trwania (*duration matching*) okresy trwania zobowiązań i inwestycji są koordynowane, a bilans uodparnia się na zmiany stóp procentowych. Jednakże pełne uodpornienie eliminuje także jakiegokolwiek szanse towarzyszące zmianom stóp procentowych (wprowadzenie instrumentów zabezpieczających mogłoby częściowo rozwiązać problem) (Eling i Parnitzke, 2007, s. 36). Techniki immunizacji często wykorzystuje się w planowaniu papierów wartościowych o stałych dochodach. Z pewnością są mniej odpowiednie do aktywów i pasywów o charakterze stochastycznym, takich jak akcje, zobowiązania z tytułu ubezpieczeń majątkowych. W praktyce gospodarczej najbardziej

powszechne jest zarządzanie aktywami i pasywami za pomocą klasycznych technik optymalizacji ryzyka zwrotu (tabela 1), obejmujących (Eling i Parnitzke, 2007, s. 36):

- 1) podejście Markowitz'a optymalizujące klasyczny portfel inwestycji, bez rozważania kwestii zobowiązań,
- 2) modele zwrotu ryzyka Kahane'a i Nye'a, włączające zobowiązania jako oddzielną grupę, przez co do struktury modelu wchodzi dodatkowo wzajemne zależności między aktywami i zobowiązaniami,
- 3) modele DFA (grupa 3 w tabeli 1) nadają się do planowania opartego na czynnikach wpływu stochastycznego. Pozwalają analitykowi zbadać możliwe (przyszłe) ścieżki zmian aktywów i pasywów. Czyni się to poprzez modelowanie stóp procentowych i rynków akcji w drodze odwzorowywania zmiennych zobowiązań. Modele pozwalają na zintegrowane kształtowanie sytuacji finansowej zakładu ubezpieczeń i jego czynników związanych z otoczeniem, np. konkurencją, rynkiem kapitałowym, przepisami prawnymi (Eling i Parnitzke, 2007, s. 36 i nast.). Szczególną formą DFA jest test scenariusza (*scenario testing*), w którym przyszłe perspektywy zakładu ubezpieczeń, zwłaszcza tendencje do deficytu (mierzone, np. prawdopodobieństwem ruiny), bada się zgodnie z ustalonymi scenariuszami. Przykładami takich scenariuszy są niekorzystne zmiany stóp procentowych oraz poważne wzrosty wskaźników szkodowości.

Wśród modeli DFA spotkać można także test siły (*stress testing*), który Bijak (2009, s. 108) tłumaczy jako test stresu. Ma on szczególne znaczenie przy określaniu ryzyka opartego na kapitale, dlatego jest wykorzystywany w badaniu Wyplacalności II-Solvency II (Eling i Parnitzke, 2007, s. 37).

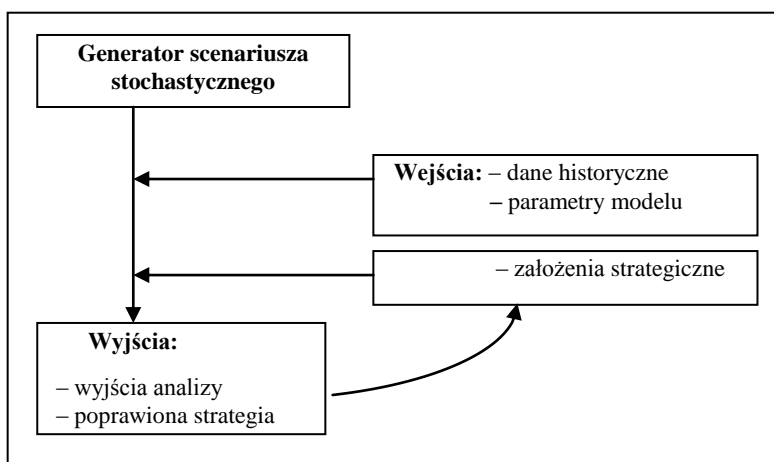
DFA – zarys procesu

Dynamiczna analiza finansowa (DFA) jest podejściem systematycznym, opartym na symulacjach komputerowych, przeprowadzanych na szeroką skalę w celu zintegrowanego modelowania finansowego ryzyka i korzyści związanych z decyzjami operacyjnymi i strategicznymi (Blum i Dacorogna, 2003, s. 7). Głównym zadaniem modelowania DFA jest przedstawienie przyszłych warunków gospodarczych i ich wpływu na aktywa, pasywa, strategię zarządzania przedsiębiorstwem, itp. DFA przedstawia pełną informację o rozkładzie zmiennych losowych (wielkościach gospodarczych, finansowych) wraz z najlepszym ich oszacowaniem. Każda ze zmiennych losowych może być symulowana stochastycznie albo na podstawie rozkładu danych historycznych bądź zgodnie z założeniami strategicznymi (Majumdar, 2007).

Najważniejszą cechą DFA jest przyjęcie zintegrowanego, holistycznego podejścia w przeciwieństwie do klasycznej analizy finansowej czy analizy aktuarialnej, w których różne aspekty działalności jednostki rozpatrywane są oddzielnie. Pozwala to zrozumieć i określić ilościowo wpływ i wzajemne zależności różnych ryzyk, na które narażony jest zakład ubezpieczeń, celem podejmowania decyzji (Blum i Dacorogna, 2003, s. 6 i nast.).

Dynamiczna analiza finansowa składa się z trzech głównych części, tj. generatora scenariusza, wejść, wyjść (rysunek 4).

Rysunek 4: Ogólna struktura DFA



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Majumdar, Ch. (2007). *Dynamic Financial Analysis as the untrodden path for company risk measurement under Solvency II*.
Pozyskano z <http://www.actuaries.org/ASTIN/Colloquia/Orlando/Papers/Majumdar.pdf>

Przebieg procesu DFA można przedstawić w formie siedmiu głównych kroków działania, przedstawionych na rysunku 5.

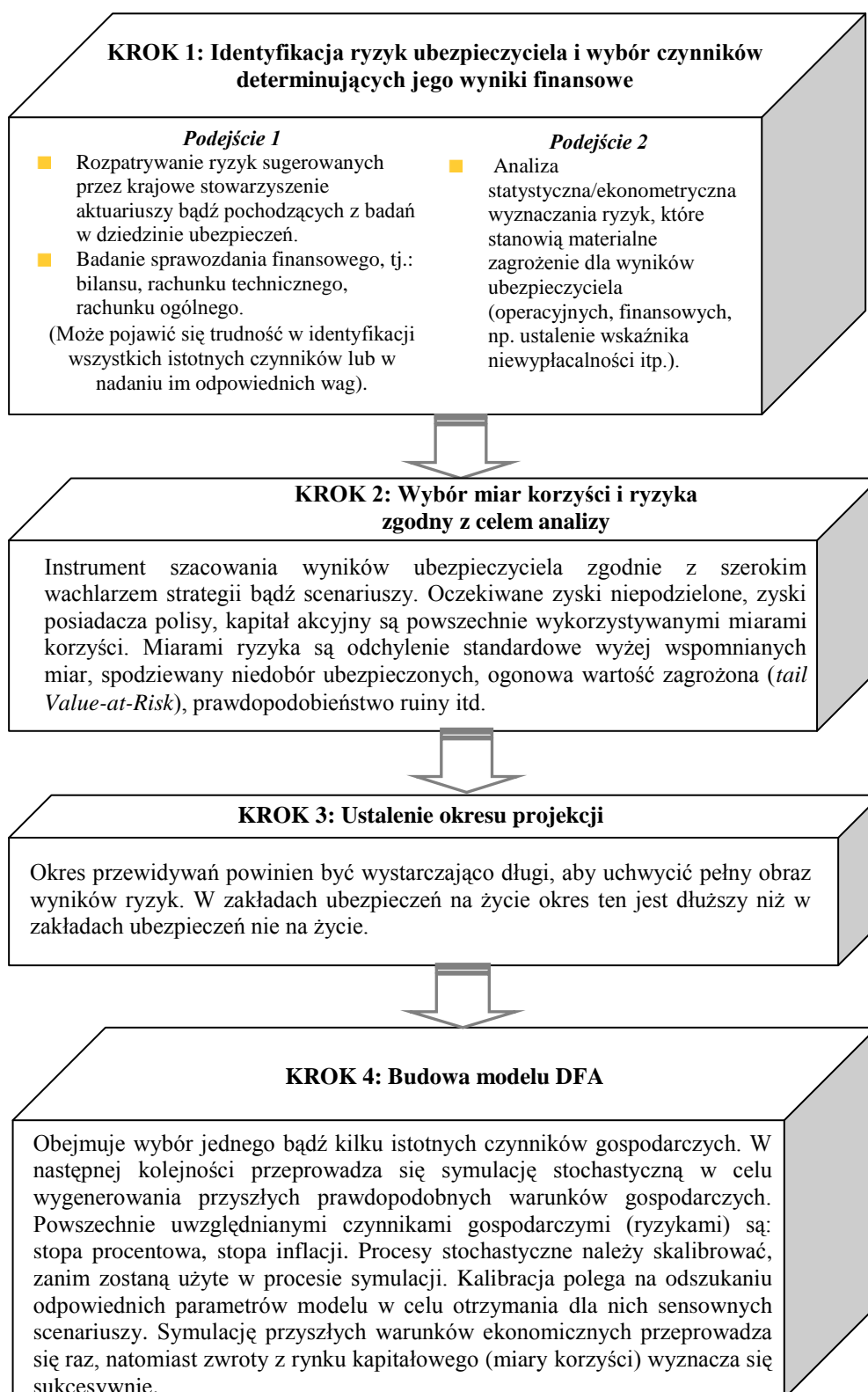
Aby zmiany wartości finansowych były właściwie ujęte, modelujący potrzebuje odpowiedniego sposobu projektowania przyszłych wskaźników gospodarczych. Modelowane wskaźniki powinny być tak prognozowane, aby odzwierciedlały wzajemne zależności między zmiennymi, jak to odbywa się w przypadku stopy procentowej i stopy inflacji (przykładowych zmiennych zintegrowanego modelu DFA), których ruch przebiega równocześnie (Casualty Actuarial Society i Society of Actuaries, 2004).

DFA integruje różnorodne modele i techniki z obszaru finansów i matematyki aktuarialnej w jeden złożony „wielowariantowy” model symulacji dynamicznej, w którym sięgnięto po symulację stochastyczną, zwaną także Monte Carlo. Symulacja Monte Carlo pozwala generować dużą liczbę scenariuszy losowych i ocenić zachowania ubezpieczyciela w każdym z nich. Była jedynym sposobem pozwalającym uporać się z długimi horyzontami czasowymi obecnymi w ubezpieczeniach oraz kombinacją modeli dla dużej liczby oddziałujących na siebie czynników ryzyka (Blum i Dacorogna, 2003, s. 7).

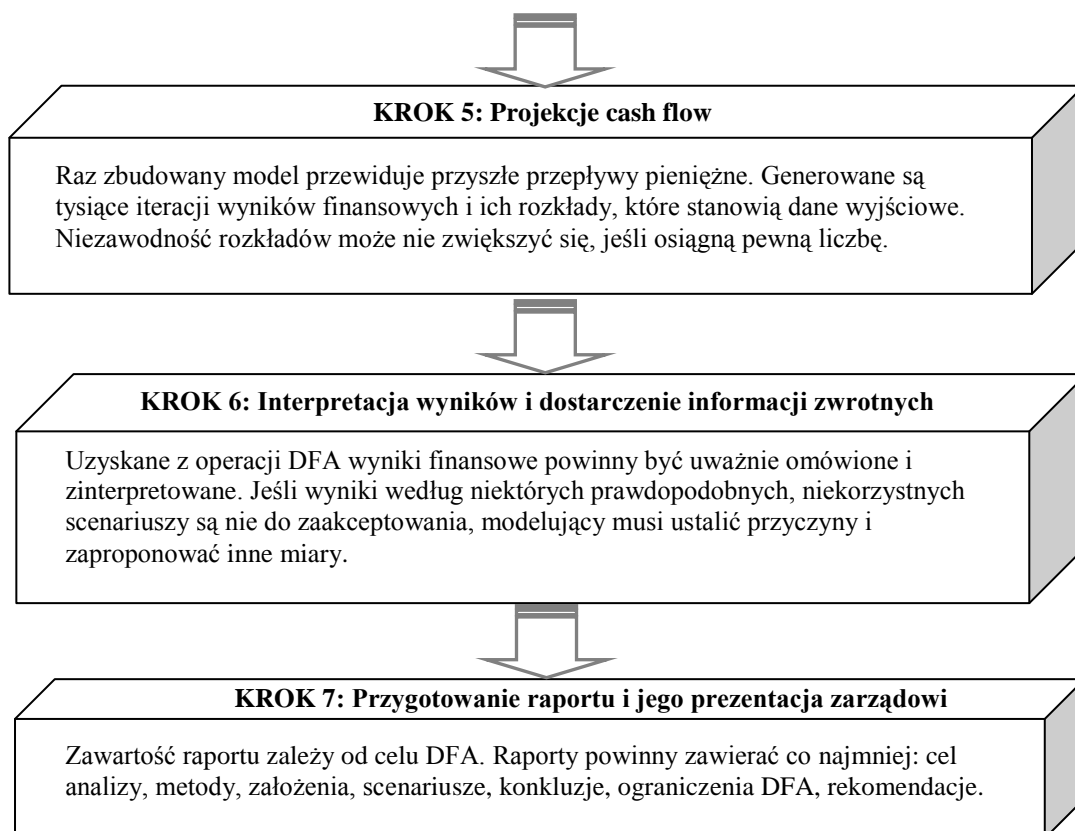
Generator scenariusza, integralna część DFA, obejmuje modele stochastyczne dla różnych czynników ryzyka (w zależności od celu DFA), które mają wpływ na wyniki towarzystwa ubezpieczeń. Dostarcza zatem modeli do przewidywania przyszłych wskaźników gospodarczych oraz realnych, wzajemnych zależności między zmiennymi.

Wśród popularnych czynników ryzyka uwzględnianych w DFA można wymienić: ryzyka gospodarcze (np. wskaźnik inflacji, wskaźnik stopy procentowej, zmiana kursów walut), ryzyka ubezpieczeniowe (nowa działalność, szkody katastroficzne), ryzyko kredytowe (reasekuracja) (SCOR Switzerland AG, 2008, ss. 3 i nast.). Generator powinien spełniać pewne szczegółowe wymagania, jak na przykład: tworzyć scenariusze dla każdego pojedynczego czynnika ryzyka, pozwalać określać i wyliczać zależności między czynnikami ryzyka. Zlekceważenie tego ostatniego spowoduje niedoszacowanie ryzyk (Blum i Dacorogna, 2003, s. 10).

Rysunek 5: Przebieg procesu DFA



Cd. rysunku 5



Źródło: Shiu, Y.M. (2006). *Dynamic Financial Analysis in Insurance*. Pozyskano z http://www.actuaries.ca/meetings/stochastic-investment/2006/pdf/2101_v.2.doc

Scenariusze nie powinny odtwarzać „typowych” zachowań czynników ryzyka, lecz ich ekstremalne, pojedyncze i łączne wyniki. Nauka aktuarialna, finanse, ekonomia dostarczają wielu możliwych modeli, które mogą być wykorzystywane do generowania scenariuszy DFA, np. modele ustalania cen i rezerw. Do modelowania szkód wykorzystywane są zazwyczaj wskaźniki szkodowości według grup ubezpieczeń, przy czym duże szkody (katastroficzne) modelowane są przez struktury dotkliwości szkód, pozwalające odzwierciedlić wpływ reasekuracji nieproporcjonalnej (Blum i Dacorogna, 2003, s. 10). Takie scenariusze generowane są w oddzielnym modelu, budowanym specjalnie do badania tego typu ryzyka. Jeżeli DFA stosowana jest w (zaprojektowanej na kilka lat) symulacji działalności gospodarczej, istotne jest zaprezentowanie poniesionych szkód, ich zwiększenia bądź zmniejszenia oraz struktury wypłat szkód.

DFA jest częściej wykorzystywana w zakładach ubezpieczeń działu II z powodu większej zmienności występujących tam zobowiązań (Farny, 1997, s. 71). Ich działalność opisywana przez zmienne rozkłady odszkodowań (np. z powodu dużych szkód), wywołuje trudności w przewidywaniu przepływów pieniężnych. Jest to główny powód stosowania modeli stochastycznych w zarządzaniu aktywami i pasywami i rezygnacji z technik immunizacyjnych (Eling i Parnitzke, 2007, s. 37).

Ubezpieczenia zakładów ubezpieczeń na życie cechuje długoterminowość. Świadczenia i ich rozmiary są mniej stochastyczne niż w zakładach ubezpieczeń nie na życie. Przykładowo,

przy modelowaniu zobowiązań należy wziąć pod uwagę stochastyczny trend śmiertelności. W efekcie inwestycje ubezpieczycieli na życie są mniej podatne na ryzyko płynności, a bardziej na ryzyka rynkowe, np. zmiany stóp procentowych (Eling i Parnitzke, 2007, s. 37). Wyjściami generatora scenariusza będzie zawsze duża liczba scenariuszy Monte Carlo przedstawiających zachowania modelowanych czynników ryzyka w badanym okresie.

Ryzyka gospodarcze w generatorze scenariusza DFA

Stopa procentowa jest jednym z najpopularniejszych czynników ryzyka uwzględnianych w generatorze scenariusza DFA. Istnieje duża liczba potencjalnych modeli w sferze finansów pozwalających modelować pojedyncze stopy procentowe (nawet pełne krzywe zysku). Tu jednak należy być ostrożnym, gdyż modele te bardzo często były rozwijane nie dla potrzeb symulacji, lecz wyceny instrumentów pochodnych i obejmowały proste wzory matematyczne, pozbawione dobrych właściwości statystycznych. Podobnie jest z ryzykiem inflacji, wiele ekonometrycznych modeli wyjaśnia „typowe” zachowania zmiennej, ignorując bardziej „ekstremalne” (Blum i Dacorogna, 2003, s. 10).

Prawdziwym wyzwaniem generatora scenariuszy DFA jest jego struktura prezentowana przez ogromną liczbę wyników zintegrowanego modelu (np. przy modelowaniu zależności). Te zależności są wszechobecne w czynnikach ryzyka. Kolejnym problemem, charakterystycznym dla ubezpieczeń i reasekuracji, jest obecność cykli ubezpieczeniowych, które mają wpływ na długie horyzonty czasowe rozpatrywane w DFA. Cykle te, ich źródła i zależności nie są bardzo dobrze wyrażane i dlatego bardzo trudno ująć je w modelu (Blum i Dacorogna, 2003, s. 11).

Niezwykle ciężko wyrokować wiarygodność scenariuszy dla wydłużonych horyzontów czasowych obecnych w badaniu DFA. Dopasowywanie modelu stochastycznego do danych historycznych albo do bieżących danych rynkowych implikuje założenie, że przewidywania historyczne bądź bieżące będą wiarygodnym prognozowaniem przyszłości (Blum i Dacorogna, 2003, s. 11).

Rozważmy pewien przypadek polegający na tym, że liczba wypadków samochodowych wzrasta wraz ze wzrostem produktu krajowego brutto (PKB). W tym kontekście szczególnym wyzwaniem jest adekwatna ocena wpływu zdarzeń nadzwyczajnych, kiedy to zależność obserwowalna historycznie jest silniejsza i pojawiają się bardziej powiązane czynniki ryzyka (tak zwana zależność ogonowa – *tail dependency*). Do modelowania zależności stosowane są różne podejścia, a mianowicie (Blum i Dacorogna, 2003, s. 11):

- 1) modelowanie deterministyczne, zakładające wzajemne związki między różnymi czynnikami ryzyka (modele mieszane czy modele typu regresji),
- 2) modelowanie statystyczne zależności, z najbardziej popularną koncepcją korelacji liniowej, która jednak ma pewne istotne ograniczenia, gdy istotne są wartości ekstremalne.

Aby modele DFA mogły charakteryzować się wysoką jakością i użytecznością, ważne jest aby:

- 1) składowe modelu nie były dobierane *ad hoc*,
- 2) przy modelowaniu unikać dużej liczby zmiennych, gdyż wiązać się to będzie z wysokim ryzykiem modelu.

Konstruowanie zmiennych modelu powinno przebiegać raczej zgodnie z tworzeniem wartości ekonomicznej niż z kierunkiem rachunkowości.

Zastosowanie symulacji Monte Carlo w analizie dynamicznej

Symulacja Monte Carlo przeprowadza analizę ryzyka poprzez budowanie modeli możliwych wyników, zastępując różne wartości prawdopodobieństwami rozkładu. Oblicza wyniki z funkcji prawdopodobieństwa, wykorzystując różne zestawy wartości losowych. W zależności od liczby niewiadomych i ustalonych dla nich przedziałów może wykonać dziesiątki tysięcy kalkulacji zanim zostanie zakończona (http://www.palisade.com/risk/monte_carlo_simulation.asp).

Rozkłady prawdopodobieństwa są bardziej realnym sposobem opisywania niepewności zmiennych losowych analizowanego ryzyka.

Wśród powszechnie wykorzystywanych rozkładów prawdopodobieństwa dostępnych w oprogramowaniu do analizy ryzyka, np. @Risk5.5 firmy Palisade Corporation, są (http://www.palisade.com/risk/monte_carlo_simulation.asp):

- 1) Rozkład normalny czy rozkład Gaussa. W tym przypadku modelujący, aby opisać odchylenie od średniej, określa średnią lub wartość oczekiwaną bądź odchylenie standardowe. Wartości średnich są bliskie wielkościom rzeczywistym, lecz nie są im równe. Przykładem zmiennej opisywanej przez rozkłady normalne jest np. wskaźnik inflacji (Aczel, 2000, s. 156).
- 2) Rozkład lognormalny. Jest wykorzystywany do przedstawiania wartości większych od zera i mających nieograniczony potencjał dodatni. Wartości zmiennych rozkładu nie są symetryczne, jak w przypadku rozkładu normalnego. Przykładami zmiennych opisywanych przez ten rozkład są wartości majątku trwałego, ceny akcji.
- 3) Rozkład jednorodny. Wszystkie wartości mają jednakową szansę zajścia, stąd modelujący określa wartości minimalne i maksymalne. Przykładem zmiennej, która może być opisywana za pomocą tego rozkładu, jest przyszły dochód ze sprzedaży dla nowych produktów ubezpieczeniowych.
- 4) Rozkład trójkątny. Modelujący określa wartości: minimalną, najbardziej prawdopodobną i maksymalną. Wartości znajdujące się w pobliżu najbardziej prawdopodobnych są najbardziej prawdopodobnymi do zaistnienia. Zmienną, która może być opisywana przez ten rozkład, jest na przykład sprzedaż historyczna na jednostkę.
- 5) Rozkład jędrny. Modelujący określa wartości: minimalną, najbardziej prawdopodobną i maksymalną, tak jak w przypadku rozkładu trójkątnego, jednak wartości znajdujące się pomiędzy najbardziej prawdopodobnymi a krańcowymi są najbardziej prawdopodobne, by nastąpiły. Wykorzystywany jest do rozkładu okresu trwania zadania w modelu zarządzania projektem.
- 6) Pozostałymi popularnymi rozkładami, które modelujący może wykorzystywać przy przeprowadzaniu symulacji Monte Carlo, są rozkłady: Poissona, Weibulla, beta, binormalny, kumulatywny, dyskretny, gamma, histogram.

Podczas symulacji Monte Carlo wartości zmiennych są próbkowane losowo z wejściowych rozkładów prawdopodobieństwa. Każdy zestaw prób zwany jest iteracją, a otrzymywane wyniki prób są rejestrowane. Symulacja Monte Carlo przeprowadza próbkowanie setki i tysiące razy, a otrzymany wynik jest rozkładem prawdopodobieństwa możliwych rezultatów. Tak oto symulacja Monte Carlo dostarcza bardziej wyczerpującego szacunku odnośnie przyszłości. Analiza Monte Carlo ma pewne przewagi nad symulacją deterministyczną czy też nad analizą szacowania jednookresowego, a mianowicie:

- 1) Dostarcza wyniki probabilistyczne, które nie tylko pokazują, co może się wydarzyć, ale także, jakie jest prawdopodobieństwo zaistnienia każdego zdarzenia.

- 2) Zapewnia wyniki w postaci graficznej. W symulacji generowane są dane, stąd łatwo tworzyć wykresy dla różnych wyników i prawdopodobieństw ich osiągnięcia.
- 3) Przeprowadza analizę wrażliwości. Łatwo w nich zobaczyć, które dane wejściowe mają największy wpływ na wyniki końcowe.
- 4) Analizuje scenariusz. Umożliwia poznanie szczegółowych danych wejściowych szacowanych łącznie. W analizie deterministycznej bardzo trudne jest modelowanie rozmaitych kombinacji wartości dla różnych danych wejściowych.
- 5) Bada zależności wejść. Umożliwia modelowanie współzależnych powiązań pomiędzy zmiennymi wejściowymi.

Istotną kwestią w generatorze scenariusza jest modelowanie zależności między czynnikami ryzyka, tj. generowanie dużej liczby zależnych czynników ryzyka. Zasadniczymi modelami często wykorzystywanymi w praktyce są na przykład modele Wilkiego czy modele zależności statystycznych. Model zależności statystycznej z korelacją liniową jest często niewłaściwy, zwłaszcza w przypadku rozkładów nieeliptycznych i ewentualnej alternatywy, metodologii kopuły (Majumdar, 2007).

W generatorze scenariusza zdarzenia nadzwyczajne bardzo często modelowane są w oparciu o rozkład Gaussa, który wprowadza szczególne utrudnienia. Zbyt mała liczba dostępnych danych do kalibracji modeli implikuje mocny model i dużą niepewność parametru (Majumdar, 2007).

Generowanie scenariuszy Monte Carlo, dla dużej liczby zależnych czynników ryzyka i kilku okresów, wiąże się zwykle z pewnymi problemami, z którymi większość praktyków nie styka się, gdyż korzysta z komercyjnego oprogramowania (Blum i Dacorogna, 2003, s. 11).

Inne zastosowania DFA

Jakiegokolwiek dane finansowe, którymi dysponuje jednostka, mogą być umieszczone w arkuszu kalkulacyjnym i modelowane dynamicznie za pomocą DFA. Dynamiczna analiza finansowa, skoncentrowana na dostarczeniu lepszej jakościowo informacji, wspiera zarządzających w procesie podejmowania decyzji. Jej zastosowanie można by podzielić na dwie grupy:

- 1) pierwszą, stosowania DFA w procesach zarządzania jednostką (tabela 2),
- 2) drugą, wykorzystywania DFA w ocenie pozycji finansowej ubezpieczyciela (tabela 3).

Tabela 2: Stosowanie DFA w procesach zarządzania zakładem ubezpieczeń

Biznes mix	Reasekuracja	Rozwój produktu i rynku	Zarządzanie odszkodowaniami	Alokacja kapitału	Analiza strategii aktywów finansowych
<ul style="list-style-type: none"> Określa względne i bezwzględne wartości w różnych grupach ubezpieczeń, poziomy składki i prowizji. 	<ul style="list-style-type: none"> Bada struktury według grup ubezpieczeń obejmujące: różne typy umów, zależności między umowami oraz parametry (reasekurację kwotową, franszyzę redukcyjną, limity, przywrócenie reasekuracji itd.), koszty reasekuracji. 	<ul style="list-style-type: none"> Pozwala zbadać możliwe wpływy finansowe nowych produktów i rynków na dotychczasowe produkty i rynki. 	<ul style="list-style-type: none"> Dostarcza zrozumienia kosztów, korzyści i ryzyk towarzyszących zmianom filozofii zarządzania odszkodowaniami. Może pomóc w szacowaniu rozpiętości rezerw szkodowości zgodnie ze zmianami zaistniałymi w otoczeniu jednostki. 	<ul style="list-style-type: none"> Ocenia ryzyka, zyski z portfela aktywów, aby rozstrzygnąć o jak najlepszym rozlokowaniu kapitału. Określa poziom i strukturę kapitału przedsiębiorstwa. 	<ul style="list-style-type: none"> Bada zależności między strategiami inwestycyjnymi a działaniami zakładu ubezpieczeń. Pomaga w wyborze tej strategii, której poziom zysków z aktywów i kapitału są do zaakceptowania przez zarząd spółki.

Źródło: Blum, P., Dacorogna, M. (2003). *Dynamic Financial Analysis-Understanding Risk and Value Creation in Insurance*. Pozyskano z <http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpri/0306002.htm>

Tabela 3: Stosowanie DFA w analizie pozycji finansowej ubezpieczyciela

Płynność	Wypłacalność	Adekwatność kapitałowa	Dochodowość
<ul style="list-style-type: none"> Pomiar zmienności przyszłych przepływów pieniężnych i określanie koniecznego poziomu krótkoterminowej ochrony finansowej. 	<ul style="list-style-type: none"> Określanie przyszłych braków wypłacalności i płynności długoterminowej. 	<ul style="list-style-type: none"> Pomiar poziomu kapitału przedsiębiorstwa koniecznego do obsługi: <ul style="list-style-type: none"> ryzyk związanych z prowadzoną działalnością, niepewnych przyszłych warunków gospodarczych, poziomów stóp procentowych, wyników z ubezpieczeń. 	<ul style="list-style-type: none"> Pozwala zmierzyć dochodowości według grup ubezpieczeń bądź dla całego przedsiębiorstwa.

Źródło: Blum, P., Dacorogna, M. (2003). *Dynamic Financial Analysis-Understanding Risk and Value Creation in Insurance*. Pozyskano z <http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpri/0306002.htm>

Do zarządzania ryzykiem czy też zarządzania całym zakładem ubezpieczeń wykorzystuje się zintegrowany model DFA przedsiębiorstwa, który może być stosunkowo prosty (Blum i Dacorogna, 2003, s. 12), na przykład konsolidować w czysto techniczny sposób wyniki wszystkich czynników ryzyka modelowanych w oddzielnych podmodułach.

Scenariusze każdego podmodułu zasila model zintegrowany, który przedstawi reakcję ubezpieczyciela na zachowania modelowanych ryzyk. Z reguły jednak modele przedsiębiorstwa stosowane w praktyce są niezwykle skomplikowane. W szczególności włączają wpływy uregulowań prawnych, rachunkowości, opodatkowania na zachowanie i wyniki finansowe ubezpieczyciela. Model DFA przedsiębiorstwa obejmuje finansowanie wewnętrzne zakładu ubezpieczeń, jego strukturę operacyjną (włączając konsolidację wyników według rodzajów działalności), wpływy umów reasekuracyjnych, strukturę portfeli inwestycyjnych, szkody katastroficzne itp. (Blum i Dacorogna, 2003, s. 10 i dalsze).

Konkluzje

Zmiany zachodzące w otoczeniu zakładów ubezpieczeń, jak i samym przedsiębiorstwie przyczyniły się do wprowadzenia nowoczesnych narzędzi zarządzania ryzykami w zakładzie ubezpieczeń. Ich ciągłe doskonalenie pozwala na coraz szersze wykorzystanie w procesie podejmowania decyzji strategicznych, dla których dynamiczna analiza finansowa (DFA) stała się niezastąpiona i wszechstronnie wykorzystywana w praktyce gospodarczej. DFA pozwala na zintegrowaną i holistyczną analizę ilościową istotnych czynników ryzyka oraz zbadanie wzajemnych relacji między determinantami. To nowoczesne podejście do zarządzania ryzykiem umożliwi kierownictwu swobodnie kształtować strategię i dostarczyć niezbędnych wyników (danych wyjściowych) potwierdzających zasadność jego stosowania.

DFA w jednostce gospodarczej dostarcza menedżerom:

- 1) pełnych informacji dotyczących zależności decyzji badanych obszarów działalności jednostki,
- 2) możliwości ilościowego pomiaru ryzyka i rozwiązań kompromisowych tkwiących w wyłaniających się możliwościach strategicznych,
- 3) zorganizowanego procesu szacowania alternatywnych planów działalności pozwalających na podjęcie właściwych decyzji.

Zarządzanie zintegrowanym ryzykiem w praktyce gospodarczej pozostaje nadal bardziej wizją niż rzeczywistością, co wynika z ich uproszczonego podejścia. Metody Monte Carlo stały się wszechobecne w analizach ilościowych. Od modeli DFA oczekuje się, że będą bardziej zaawansowane, tj.:

- 1) ukierunkowane na tworzenie wartości ekonomicznej i nie będą prostą symulacją struktury przepływów pieniężnych,
- 2) będą włączać elastyczne zarządzanie, umożliwiając tworzenie bardziej realnych prognoz,
- 3) modele teoretyczne nie będą znacznie różnić się od tych funkcjonujących w praktyce gospodarczej, tzn. będą zawierać niezbyt dużą liczbę zmiennych, a ich wybór nie będzie dokonywany *ad hoc*,
- 4) generatory scenariuszy będą poprawnie modelować zależności i wartości ekstremalne.

Literatura

- Aczel, A.D. (2000). *Statystyka w zarządzaniu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Bijak, W. (2009). *Praktyczne metody badania niewypłacalności zakładów ubezpieczeń*. Warszawa: Szkoła Główna Handlowa w Warszawie-Oficyna Wydawnicza.
- Blum, P., i Dacorogna, M. (2003). *Dynamic Financial Analysis-Understanding Risk and Value Creation in Insurance*. Pozyskano z <http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpri/0306002.htm>.
- Casualty Actuarial Society. (1999). *Overview of Dynamic Financial Analysis*. Pozyskano z <http://www.casact.org/research/drm/handbook/chapter1.doc>.
- Casualty Actuarial Society, Society of Actuaries. (2004). *Report on Modeling of Economic Scenarios Coordinated with Interest Rate Scenarios*. Pozyskano z <http://www.soa.org/files/pdf/Modeling%20of%20Economic%20Scenarios.pdf>.
- Eling, M., Parnitzke, T. (2007). Dynamic Financial Analysis: Classification, Conception, and Implementation. *Risk Management and Insurance Review*, 10(1), 33-50.
- Farny, D. (1997). The American Risk Based Capital Model Versus the European Model of Solvability for Property and Casualty Insurers. *Geneva Papers on Risk and Insurance—Issues and Practice*, 22(1), 69–75.
- Feller, W. (1971). *An Introduction to probability Theory and Its Uses*. New York: John Wiley&Sons.
- Majumdar, Ch. (2007). *Dynamic Financial Analysis as the untrodden path for company risk measurement under Solvency II*. Pozyskano z <http://www.actuaries.org/ASTIN/Colloquia/Orlando/Papers/Majumdar.pdf>.
- Philbrick, S.W., i Painter, R.A. (2001). Dynamic Financial Analysis: DFA Insurance Company Case Study Part II: Capital Adequacy and Capital Allocation. *Casualty Actuarial*, Society Forum Spring, 99-152.
- Ronka-Chmielowiec, W. (2004). *Zastosowanie metod ekonometryczno-statystycznych w zarządzaniu finansami w zakładach ubezpieczeń*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- SCOR Switzerland AG. (2008). *From Principle-Based Risk Management to Solvency Requirements. Analytical Framework for the Swiss Solvency Test*. Switzerland: SCOR Switzerland AG.
- Shiu, Y.M. (2006). *Dynamic Financial Analysis in Insurance*. Pozyskano z http://www.actuaries.ca/meetings/stochastic-investment/2006/pdf/2101_v.2.doc.

Abstract

Dynamic financial analysis in the insurance company – conception, process and application

Dynamic Financial Analysis has become the irreplaceable and comprehensively used tool used by insurance companies. The process of Dynamic Financial Analysis is not accidental, it involves the stochastic scenario generator, input and output. It integrates various models and techniques from finance and actuarial science into one “multivariate” dynamic simulation model. That modern approach to risk management and decision making provides for the integrated and holistic quantitative analysis of all significant risk factors affecting the insurer, helping management improve the business strategy.

JEL classification: C15, C61, G22

Keywords: statistical simulation methods, optimization techniques, insurance companies