

Abstract

W pracy doktorskiej podjęto problem oceny odporności formuły standardowej Solvency II w szacowaniu wymogów kapitałowych i identyfikacji zależności między agregowanymi czynnikami ryzyka. Część teoretyczna omawia ramy regulacyjne Solvency II, zasady wyznaczania Wymogu Kapitałowego (*Solvency Capital Requirement*, SCR) oraz ograniczenia formuły wariancji–kowariancji ze stałą macierzą korelacji. Głównym celem rozprawy jest zbadanie ryzyka modelu agregacji wymogów kapitałowych w Solvency II, wynikającego z niepewności struktury zależności między rodzajami ryzyka, poprzez analizę tej niepewności oraz porównanie alternatywnych modeli agregacji opartych na kopulach i uczeniu maszynowym. Cel główny zdekomponowano na osiem celów szczegółowych. Sformułowano hipotezę główną: *niepewność struktury zależności między rodzajami ryzyka generuje istotne ryzyko modelu w formule standardowej Solvency II, przez co wyniki SCR i efekt dywersyfikacji uzyskane z FS nie są odporne na skrajne scenariusze współzależności, natomiast metody agregacji oparte na kopulach i uczeniu maszynowym, lepiej odwzorowujące rzeczywiste zależności, dostarczają stabilniejszych i bardziej adekwatnych oszacowań*. Przedstawiono aparat matematyczny agregacji ryzyka, w tym miary ryzyka, efekt dywersyfikacji i sposoby modelowania zależności. Cele badawcze zrealizowano dwutorowo: poprzez opracowanie metod oceny ryzyka formuły standardowej oraz metod agregacji ryzyka. Ryzyko modelu oceniono za pomocą czterech algorytmów umożliwiających analizę wpływu zmian w macierzy korelacji, różnych struktur zależności przy tej samej wartości współczynnika korelacji oraz znaczenia zależności w ogonach rozkładów. Opracowane metody pozwalają ilościowo ocenić odporność formuły na błędną lub niepełną specyfikację zależności pomiędzy ryzykami. Uporządkowano pojęcie ryzyka modelu, obejmujące błędy koncepcyjne, implementacyjne oraz związane z jakością danych i nadmiernym dopasowaniem, odnosząc je do realiów Solvency II. Dokonano charakterystyki ilościowych miar oceny ryzyka modelu. Drugi kierunek badań dotyczył modelowania zależności między rodzajami ryzyka i metod ich agregacji. Wykorzystano podejście oparte na kaskadach kopul, pozwalających na dekompozycję wielowymiarowego rozkładu na dwuwymiarowe kopule Archimedes’a. Zaproponowano metodę, w której wielowymiarowy model ryzyka, obejmujący rozkłady brzegowe i kopulę zależności, identyfikowany jest przy użyciu głębokich sieci neuronowych. Omówiono rolę metod uczenia maszynowego w modelowaniu złożonych, nieliniowych zależności pomiędzy ryzykami oraz ich synergię z teorią kopul, zwiększającą adekwatność i odporność szacowania SCR. Uzyskane wyniki wskazują, że opis struktury zależności wyłącznie za pomocą współczynnika korelacji liniowej jest niewystarczający i może prowadzić do błędnej oceny ryzyka. Wykorzystanie metod opartych na kopulach umożliwia elastyczne i precyzyjne identyfikowanie zależności między rodzajami ryzyka, w tym nieliniowych i występujących w ogonach rozkładów.