

Pomiar stabilności systemu finansowego – analiza i zastosowanie dla Polski

Streszczenie rozprawy doktorskiej

**Marta Karaś, praca pod kierunkiem Prof. dr hab. Krzysztofa Jajugi;
Promotor pomocniczy: Dr Witold Szczepaniak**

Wprowadzenie

System finansowy jest stabilny, gdy "wykonuje wszystkie swoje funkcje w sposób ciągły i skuteczny, nawet gdy na znaczną skalę występują nieoczekiwane i niekorzystne zakłócenia" (NBP 2018¹). Doświadczenie ostatnich dziesięcioleci pokazuje, że istnieje wiele przyczyn, dla których zakłócenia stabilności systemu finansowego są zjawiskiem niepożądanym. Wśród najbardziej oczywistych znaleźć można zakłócenia w pośrednictwie finansowym i rozprzestrzenianiu się kryzysów finansowych na realną gospodarkę. Aby poprawić odporność systemu na takie zakłócenia, potrzebne są wiarygodne informacje na temat obecnego stanu jego stabilności.

Stabilność systemu finansowego wynika z ryzyka systemowego, które jest bardzo złożonym zjawiskiem i jedną z najbardziej nieuchwytnych koncepcji w finansach. Naukowcy wciąż poszukują metod pomiaru, które są uzupełnieniem metod już stosowanych przez organy regulacyjne i które pozwoliłyby im uzyskać jak najwięcej niepowiązanych informacji. Jak dotąd nie ma bowiem złotego standardu określającego, jak dokładnie powinno się mierzyć ryzyko systemowe.

W związku z powyższym, celem projektu badawczego związanego z doktorem stało się poszukiwanie dobrej metody pomiaru stabilności systemu finansowego. Polska została wybrana jako zakres tematyczny empirycznego zastosowania badań, a okres badawczy został ustalony na lata między 2006 a 2016 r., czyli na okres obejmujący dwa główne kryzysy w otoczeniu finansowym: światowy kryzys finansowy i europejski kryzys długu publicznego.

¹<https://www.nbp.pl/homen.aspx?f=/en/systemfinansowy/stabilnosc.html>

Wybór tematu był motywowany między innymi przez fakt, że istnieje ogromna grupa bardzo różnych miar ryzyka systemowego, ale większość z nich nigdy nie była faktycznie wykorzystywana w odniesieniu do polskiego systemu finansowego. Jednocześnie badania naukowe nad ryzykiem systemowym w Polsce pozostają bardzo nieliczne. Co gorsza, badania te nie wydają się dawać jednoznacznej informacji na temat poziomu ryzyka systemowego lub stabilności finansowej w Polsce w wyżej wspomnianym, burzliwym okresie badania. Jednocześnie własne badania przeprowadzone przed opracowaniem niniejszej rozprawy również dostarczyły wielu dowodów na potrzebę badania skupiającego się na rozpoznaniu skąd pochodzą zidentyfikowane rozbieżności w wynikach badań empirycznych. Taki wniosek służył jako punkt wyjścia do rozprawy.

Rozdział pierwszy: Definicje i czynniki stabilności systemu finansowego i ryzyka systemowego

Aktualnie trwają badania w obszarze ryzyka systemowego i stabilności finansowej, które obejmują m.in. spór teoretyczny związany z różnymi funkcjonującymi definicjami. W związku z powyższym cel badawczy realizowany w rozdziale pierwszym zdefiniowany jest jako krytyczny przegląd i systematyzacja terminologii związanej ze stabilnością systemu finansowego i zagadnieniami bezpośrednio powiązаныmi.

Badania szerokiej literatury na ten temat wskazują na możliwe do zidentyfikowania niespójności w terminologii związanej ze stabilnością finansową. Wielu autorów definiuje stabilność finansową poprzez odnoszenie się do niestabilności finansowej, podczas gdy lista elementów budujących definicję stabilności systemu finansowego bywa bardzo zróżnicowana w zależności od jej autora. Dlatego systematyzacja definicji była koniecznym pierwszym krokiem w badaniu.

Pierwsza część rozdziału przedstawia główny punkt tego sporu, koncentrując się na tych definicjach, które są najbardziej istotne dla przeglądu literatury i badań empirycznych przedstawionych w dalszych częściach dysertacji. W trakcie tej dyskusji zarysowano rozumienie ryzyka zastosowane w rozprawie. Ponadto wybrano i

wyjaśniono podejście do identyfikacji i modelowania systemu finansowego. Następnie definicje ryzyka systemowego i stabilności finansowej odnalezione w różnorodnych źródłach zostały porównane w poszukiwaniu definicji, które znajdą zastosowanie w części empirycznej. Pierwsza część rozdziału kończy się wyjaśnieniem, jak rozumiana jest stabilność systemu finansowego w literaturze i jak ta informacja jest stosowana w niniejszej rozprawie.

Druga część rozdziału koncentruje się na ryzyku systemowym i na tym, jak zjawiska z nim związane wpływają na stabilność finansową. W tym celu autorka wprowadza własną klasyfikację tych zjawisk, opierając się na obszernym przeglądzie literatury. Wskazuje trzy obszary ryzyka systemowego. Pierwszy z nich dotyczy tego, w jaki sposób zmiany dostępnej płynności w danym systemie mogą wpłynąć na jego stabilność. Następny zidentyfikowany obszar ryzyka systemowego dotyczy akumulacji niestabilności, szczególnie w odniesieniu do podejmowania nadmiernego ryzyka i uprzedzeń behawioralnych, ze szczególnym uwzględnieniem występowania baniek spekulacyjnych. Trzeci obszar dotyczy wzajemnego powiązania elementów w systemie finansowym, a omawiane są tam skutki zarażania, obrazujące, w jaki sposób efekt rozlewania ryzyka prowadzi do akumulacji i przenoszenia mniejszych ryzyk na skalę systemową.

Klasyfikacja zaproponowana w tej części rozdziału została zastosowana w dalszych częściach opracowania, szczególnie w rozdziale drugim, gdzie omawia się miary ryzyka systemowego oraz w rozdziale piątym, który przedstawia empiryczną część badania. Dyskusja opiera się zasadniczo na wielu źródłach, podczas gdy wszystkie klasyfikacje, które nie są bezpośrednio zbieżne ze źródłami, są autorskimi wnioskami opartymi na badaniu literatury i licznych raportów stabilności finansowej.

Rozdział drugi: Omówienie istniejących metod analizy i pomiaru stabilności systemu finansowego

W ciągu ostatnich lat kwestia stabilności systemu finansowego spotkała się z ogromną uwagą ze względu na globalny kryzys finansowy. Banki centralne zainteresowały się

poprawą stanu stabilności finansowej i analizą odporności systemu finansowego na szoki wewnętrzne i zewnętrzne. W rezultacie pojawiło się wiele różnych podejść do pomiaru stabilności finansowej. Obfitość metod wskazywała na konieczność ich klasyfikacji w odniesieniu do różnych kryteriów, takich jak na przykład stosowalność, złożoność lub precyzja pomiaru.

Wielu autorów wskazuje przynajmniej jeden z trzech obszarów ryzyka systemowego. Jednak istnieje tylko kilka propozycji wykorzystania tych obszarów jako środka klasyfikacji miar stabilności finansowej pochodzących z najnowszej literatury. Propozycje te zostały wykorzystane jako przewodnik dla nowej klasyfikacji zaproponowanej w rozprawie. Należy bowiem zauważyć, że różne publikacje klasyfikują te same metody do różnych grup (które czasem tylko częściowo się pokrywają), a dyskusja dotycząca kształtu klasyfikacji miar stabilności finansowej jest w toku. Ostatecznie systematyzacje zaproponowane w każdym źródle mają nieco inny cel i żadna z nich nie mogła być bezpośrednio zastosowana w dysertacji.

W rozdziale drugim przedstawiono i omówiono ponad 50 podejść do pomiaru ryzyka systemowego i wyraźnie określono systematyzację tych metod, co pozwoliło na ich klasyfikację pod względem przydatności do celów empirycznych badania, realizując kolejny z celów badawczych, jakim jest klasyfikacja metod pomiaru stabilności systemu finansowego.

W trakcie dyskusji przeprowadzany jest kompleksowy przegląd badań dotyczących stabilności finansowej i ryzyka systemowego. W szczególności odpowiednie badania teoretyczne są usystematyzowane, wyniki badań empirycznych są krótko omówione, a metody przeglądu są podzielone na trzy zestawy – z których każdy koncentruje się na innym obszarze istotnym dla ryzyka systemowego – w oparciu o dyskusję z rozdziału pierwszego.

Podział ten jest istotny dla analizy empirycznej, ponieważ jedna metoda z każdej grupy jest później wybrana do badania empirycznego. Twierdzenie tutaj jest takie, że proponowana systematyzacja pozwala rozróżnić metody, które są wrażliwe na różne informacje, a tym samym dają wgląd w różne aspekty ryzyka i stabilności systemu

finansowego. Wynika to z dyskusji przedstawionej w rozdziale pierwszym, gdzie twierdzi się, że stabilności systemu finansowego nie należy mierzyć jedną metodą, ale raczej należy czerpać z określonego zestawu metod. W związku z tym miary wykorzystane w empirycznej części rozprawy obejmują:

- Miarę płynności opartą na rynku międzybankowym (SLM),
- Miarę akumulacji kruchości opartą o poziom krańcowego oczekiwanego niedoboru i poziomu dźwigni (SRISK),
- Miarę rozlewania się ryzyka opartą o skumulowaną warunkową wartość zagrożoną systemu finansowego (CoVaR, a w szczególności: skumulowana Delta CoVaR).

Rozdział trzeci: Przegląd istniejących badań stabilności polskiego systemu finansowego

Rozdział gromadzi informacje o zarysie stabilności finansowej w Polsce na podstawie istniejącej literatury. Omówiono dwa główne typy analiz. W pierwszej kolejności opisano pomiary stabilności przeprowadzone przez Narodowy Bank Polski, główny podmiot zajmujący się tym obszarem analizy w Polsce. Następnie omawiane są wyniki publikowane przez inne podmioty regulacyjne, w tym krajowe, takie jak Komisja Nadzoru Finansowego (KNF) i podmioty międzynarodowe. W drugiej części rozdziału przedstawiono empiryczne wyniki analiz przeprowadzonych przez innych autorów w ich pracy naukowej, w tym badania przeprowadzone we współpracy z bankiem centralnym, a także niezależne badania.

Głównym celem tego rozdziału jest analiza poziomu stabilności w Polsce, mierzonej – dla różnych okresów badawczych i różnych segmentów sektora finansowego – w badaniach innych autorów. Informacje te są wykorzystywane w końcowej części niniejszej rozprawy jako punkt odniesienia dla proponowanych pomiarów. Przedstawione w tym rozdziale omówienie ułatwia także realizację jednego z celów badawczych, jakim jest analiza miar ryzyka systemowego pod kątem ich zastosowania w Polsce, która została sfinalizowana w rozdziale czwartym.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że szczególnym wyzwaniem dla badania empirycznego niniejszej rozprawy jest fakt, że w ciągu ostatnich dwudziestu lat nie było wyraźnych epizodów niestabilności finansowej w Polsce, a zatem obecnie bardzo trudno jest stworzyć ilościowy próg lub wskaźnik porównawczy oparty na danych historycznych. Niezależnie od tego, różne metody analizy omówione w tym rozdziale wskazują na podobne okresy zwiększonego ryzyka systemowego w Polsce.

Można wskazać na kilka wniosków syntetyzujących obserwacje podsumowane w rozdziale trzecim. Po pierwsze, obydwa rodzaje badań – zarówno te prowadzone przez organy regulacyjne, jak i te prowadzone przez naukowców, obejmują albo cały system finansowy lub tylko ograniczoną próbę banków. Co ciekawe, różnice w liczbie instytucji uwzględnionych każdym z badań wydają się nie wpływać na wyniki, co sugeruje, że dopóki wybrana zostanie stosunkowo duża próba instytucji (np. według wielkości aktywów), oceny ryzyka na wysokim poziomie ogólności pozostaje rozstrzygająca. Sugeruje to, że modelowanie systemu finansowego za pomocą mniejszej próby największych banków daje podobny wynik oceny ryzyka systemowego, co w pełni skalowalne badania dużej liczby instytucji.

Równocześnie wykryte okresy podwyższonego ryzyka systemowego w ujęciu szczegółowym różnią się między poszczególnymi miarami. Wszystkie pomiary jednoznacznie identyfikują okres lat 2008-2009, a także rok 2011. Jednak niektóre z nowszych miar wskazują również rok 2012 i 2015, podczas gdy inne nie. Wreszcie, opracowany przez NBP barometr warunków systemu finansowego wskazuje na najgorsze warunki systemu w 2016 r. (przy ciągłym pogorszeniu się tych warunków od początku kryzysu). Ponieważ tego typu analiza w dużej mierze opiera się na prognozach gospodarczych, podczas gdy warunki gospodarcze pogarszają się ze znacznym opóźnieniem w stosunku do reakcji rynków finansowych, wskazania pomiaru nie są zaskakujące. Pozytywne zdaje się być to, że przeważająca większość pomiarów wskazuje na znaczną odporność polskiego systemu finansowego na wstrząsy i na wysoki poziom stabilności finansowej.

Istnieje interesująca obserwacja związana z miarami opartymi na płynności. W jednym z badań, gdzie uwaga koncentruje się na płynności poszczególnych banków

traktowanych indywidualnie, nie zauważa się pogorszenia sytuacji płynnościowej sektora w 2011 roku. Z kolei, gdy dla tej samej próby instytucji zostanie rozważony potencjalny wpływ rozlewania się ryzyka, wynik ten drastycznie się zmienia. Ponadto w przypadku testów warunków skrajnych dotyczących wewnętrznej płynności poszczególnych banków przeprowadzonych przez organ regulacyjny, okres najbardziej podatny na zagrożenia kumuluje się w 2011 r. (a nie w latach 2008-2009). Pokazuje to, że ten rodzaj pomiaru pozwala skutecznie analizować przede wszystkim skutki kryzysu (w tym spowolnienie gospodarcze), a nie koniecznie moment jego pojawienia się.

Natomiast systemowa miara płynności, chociaż określa okres 2008-2009 jako najbardziej burzliwy, wskazuje ona również na gwałtowny wzrost ryzyka poprzedzający globalny kryzys finansowy. Sugeruje to, że ta miara przechwytuje również więcej sygnałów lub inne sygnały niż pozostałe miary. Rozbieżności te wyraźnie pokazują, że płynność systemu finansowego jest kluczowym elementem ryzyka systemowego i że zmniejszona płynność jest warunkiem wstępnym rozwoju kryzysu, a także jest konsekwencją kryzysu.

Wszystkie różnice stwierdzone w porównaniu przeprowadzonym w rozdziale trzecim wskazują na konieczność dalszego badania ryzyka systemowego w okresie ostatnich 20 lat w Polsce, ale także – a może nawet w przeważającej mierze – sugerują, że ocena ryzyka systemowego powinna być procedurą wieloaspektową, która wychwytuje więcej niż tylko jeden obszar ryzyka. Taki wniosek pozostaje zatem zbieżny z wnioskami z analizy literatury przedstawionej w dwóch poprzednich rozdziałach.

Rozdział czwarty: Zakres badań, hipotezy i wybór miar do badań empirycznych

Rozdział poświęcony jest omówieniu metodologicznych aspektów rozprawy, umieszczając aktualne badanie pośród szerszych badań prowadzonych przez autorkę indywidualnie oraz w zespołach badawczych. Rozdział zapoznaje czytelnika z obszarem badawczym rozprawy, a także prowadzi przez proces doboru miar ryzyka systemowego wybranych do empirycznej części badania. Dyskusja dotyczy najpierw motywacji do badania empirycznego, potem celów badawczych i badanych hipotez. Następnie

szczegółowo przedstawiono metodę wyboru miar, które znajdują zastosowanie w ostatnim rozdziale. W finalnej części rozdziału czwartego przedstawiono zakres i rodzaj danych wykorzystywanych w analizie empirycznej oraz wskazano okres badawczy.

Każdy z wymienionych aspektów omawiany jest z perspektywy badań prowadzonych przez autorkę w różnych pracach, które odbyły się w trakcie studiów doktoranckich. Obejmuje to w szczególności główne badania przeprowadzone z innymi autorami w ramach grantu badawczego Narodowego Banku Polskiego – badania, które położyło grunt pod analizę empiryczną przedstawioną w końcowym rozdziale tej rozprawy.

Zaproponowane hipotezy, jak również wszystkie cele badawcze, są poparte wynikami z literatury przedmiotu, przedstawionymi w rozdziałach pierwszym i drugim oraz przeglądem badań empirycznych przedstawionych w rozdziale trzecim. Co najważniejsze, są one również silnie motywowane przez poprzednie wyniki uzyskane przez autorkę (i współautorów).

Duża część rozdziału poświęcona jest realizacji trzeciego celu badawczego, który polega na analizie miar ryzyka systemowego pod kątem ich zastosowania dla Polski. Dotyczy to omówienia metody doboru miary dla każdego z trzech aspektów stabilności finansowej, tj. płynności systemowej, kruchości systemu finansowego i rozlewania się ryzyka. Omawia się tu stosowalność i charakterystykę każdej z ponad pięćdziesięciu miar, które przedstawiono w rozdziale drugim oraz nakreśla się logikę wyboru spośród nich, miar do zastosowania.

Ogólnie rzecz biorąc, wybór miar sprowadza się do czterech aspektów: czy ich zastosowanie jest w ogóle możliwe (ograniczenia danych); czy jednoczesny pomiar jest możliwy dzięki takim miarom (problemy opóźnień i częstotliwości); jak różne są informacje których miary te dostarczają (potencjalna wartość dodana wspólnej analizy danych) i czy ich zastosowanie jest teoretycznie uzasadnione w przypadku Polski (np. czy rynek jest wystarczająco rozwinięty). Na koniec rozważana jest specyfika wyników pomiaru pod kątem potencjalnej agregacji.

W odniesieniu do wyżej wymienionych celów i ustaleń w rozdziale czwartym sformułowano także zestaw uzupełniających się hipotez. W celu weryfikacji tych

hipotez zastosowano badanie empiryczne, przedstawione w rozdziale piątym, obejmujące lata 2006-2016. W końcowej części rozdziału opisano dobór próby danych i okres badawczy.

Rozdział piąty: Empiryczna analiza stabilności polskiego systemu finansowego

Ostatni rozdział rozprawy jest w całości poświęcony analizie wyników empirycznych i rozstrzygającej dyskusji na temat postulowanych hipotez badawczych. Służy także realizacji ostatniego i najważniejszego celu badawczego: propozycji autorskiej metody pomiaru stabilności polskiego systemu finansowego.

Dokładniej, rozdział poświęcony jest czterem głównym częściom. W pierwszej, drugiej i trzeciej części omówiono trzy miary zastosowane w badaniu, przedstawiając ich opis techniczny i procedury obliczeniowe. Następnie przedstawiono wyniki uzyskane za pomocą każdej z miar. Ostatnia część rozprawy poświęcona jest wspólnej analizie wyników poszczególnych miar, argumentującej, że takie podejście pozwala uzyskać pełniejszy obraz poziomu stabilności finansowej.

Jak opisano w rozdziale czwartym, metody wybrane do empirycznej części badania zostały wcześniej zweryfikowane (wykorzystane) przez innych autorów dla krajów innych niż Polska i/lub dla Polski, w tym w autorskich badaniach przeprowadzonych wspólnie z promotorem i promotorem pomocniczym rozprawy w ostatnich latach. Opierając się na wnioskach sformułowanych we wcześniejszych opracowaniach, tutaj analizowana jest propozycja, zgodnie z którą wybrane miary są stosowalne dla Polski (po pewnych modyfikacjach technicznych opracowanych przez autorkę we wcześniejszych badaniach, a także innych proponowanych po raz pierwszy w niniejszym opracowaniu). Z kolei punktem ciężkości jest wspólna interpretacja wyników, która pozwala na równoczesną analizę trzech cech ryzyka systemowego: płynności systemowej, kruchości systemu finansowego i rozlewania ryzyka.

Jak argumentowano w rozdziałach pierwszym i drugim oraz w pewnym stopniu w rozdziale trzecim, te trzy aspekty ryzyka systemowego powinny być monitorowane (uwzględnione w pomiarach), jeśli chcemy dokładnie zdiagnozować stabilność systemu

finansowego. Ta kwestia jest dalej dyskutowana w tym rozdziale, podczas gdy hipotezy przedstawione w rozdziale czwartym są weryfikowane w badaniu empirycznym.

Horyzont danych i badań

Ryzyko systemowe polskiego systemu finansowego zostało oszacowane na podstawie 12 instytucji, w tym podmiotów niebankowych:

- PKO Bank Polski S.A.,
- Bank Millennium S.A.,
- Bank Pekao S.A.,
- Bank BPH S.A.,
- Bank Zachodni WBK S.A.,
- Getin Holding S.A.,
- mBank S.A.,
- Globe Trade Centre S.A.,
- ING Bank Śląski S.A.,
- Echo Investment S.A.,
- Bank Handlowy w Warszawie S.A.,
- PZU S.A.

Analiza empiryczna została przeprowadzona na podstawie danych odpowiadających bilansom instytucji finansowych (poziom zadłużenia i dźwigni finansowej danej instytucji – przy użyciu quasi-aktywów), danych rynkowych w postaci stóp WIBOIR i stóp zwrotu z notowań akcji cen akcji i kapitalizacji instytucji uwzględnionych w badanym systemie finansowym, wszystko zgodnie z wymaganiami technicznymi dotyczącymi wybranych miar. Tym samym wykorzystano codzienne obserwacje z okresu 11 lat, czyli ponad 2800 dziennych obserwacji na każdą z 11 instytucji, dla każdej miary. Dane zostały zebrane z bazy danych Thomson Reuters (dostęp uniwersytecki).

Wybór okresu badawczego był podyktowany wymogiem, aby próba była wystarczająco długa, aby skutecznie oszacować stosowane modele, a także wynikami poprzednich badań, które wskazują na wpływ globalnego kryzysu finansowego, europejskiego kryzysu zadłużeniowego i przedłużającego się kryzysu gospodarczego na stabilność polskiego systemu finansowego. Dlatego też, okres badawczy obejmuje lata 2006-2016.

Uwzględnienie różnych rodzajów globalnych zawirowań finansowych (kryzys sektora bankowego, niestabilne rynki giełdowe, kryzys długu publicznego, zamrożenie rynku międzybankowego) oraz przedłużające się spowolnienie gospodarcze największych gospodarek świata w czasie trwania badania daje wyjątkową możliwość przestudiowania stabilności polskiego systemu finansowego w obliczu tak

niespotykanej i znaczącej niestabilności w globalnym systemie finansowym. Jest to szczególnie godne uwagi ze względu na brak faktycznej pełnej destabilizacji polskiego systemu finansowego w jego historii jako takiej.

Zastosowane miary

Systemowa miara płynności (SLM) wykorzystuje model zaproponowany przez Nelsona i Siegela (1987), którzy wyrażają natychmiastową stopę forward, jako funkcję czterech parametrów: $f(s) s \in [0 ; t]$

$$f(s) = \beta_0 + \beta_1 \cdot e^{-\frac{s}{v}} + \beta_2 \cdot \frac{s}{v} \cdot e^{-\frac{s}{v}}$$

W modelu β_0 odnosi się do najdłuższego terminu zapadalności, suma parametrów $\beta_0 + \beta_1$ odnosi się do chwilowej stopy spot, β_2 określa kształt nachylenia krzywej, a v określa jej pik. Następnie można wyrazić teoretyczne ceny i wektor współczynników dyskontowych jako:

$$\bar{\delta}(t_j) = \exp \left[- \left(\beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \cdot \frac{1 - e^{-\frac{t_j}{v}}}{\frac{t_j}{v}} - \beta_2 \cdot e^{-\frac{t_j}{v}} \right) \cdot t_j \right]$$

Znalezienie wartości parametrów, które pozwolą najlepiej dopasować krzywą teoretyczną do rzeczywistych danych rynkowych, nie ma jednego rozwiązania analitycznego. Funkcja minimalizacji odległości między krzywą szacunkową a rzeczywistymi danymi jest wybierana zgodnie z propozycją Dziwok (2012, 2017) – nieliniową metodą błędu średniokwadratowego:

$$\Psi(P) = \sum_{l=1}^k (P_l - \bar{P}_l)^2 \rightarrow \min$$

W wyniku procedury minimalizacji wykrywane są reszty modelu, które następnie są nanoszone na szereg czasowy w celu uzyskania wyników pomiaru SLM.

Miara niestabilności, SRISK, opiera się na koncepcji oczekiwanego niedoboru (ES):

$$ES_{Mt}(u) = E_{t-1}(R_{Mt} | R_{Mt} < u) = \sum_{i=1}^N w_{it} E_{t-1}(R_{it} | R_{Mt} < u).$$

Krańcowy czekiwany niedobór (MES), który wskazuje na krańcowy wkład instytucji w ryzyko systemowe, tj. czy spodziewany niedobór systemu zmienia się, jeśli udział danej instytucji w nim się zmienia, przedstawia się jako pochodną cząstkową ES:

$$MES_{it}(u) = \frac{\partial ES_{Mt}(u)}{\partial w_{it}} = E_{t-1}(R_{it}|R_{Mt} < u),$$

Zakłada się, że spadek kapitału systemu zależy od tego, czy kapitał własny instytucji spadnie poniżej założonego proggu marginalnego w ciągu najbliższych 6 miesięcy, a następnie określa się oczekiwany niedobór długu (LRMESS):

$$LRMES_{i,t}(C) = 1 + \exp(\gamma \cdot MES_{i,t}(C)).$$

Miara SRISK określa oczekiwany niedobór kapitału własnego (zwiększonej quasi-dźwigni - $[D_{it}; W_{it}]$) w przypadku kryzysu systemowego i opiera się na spodziewanym długookresowym niedoborze krańcowym, obliczonym na podstawie wspomnianego marginesu oczekiwanego w dłuższej perspektywie (LRMES). SRISK jest zdefiniowany jako:

$$SRISK_{it} = \max[0; k(D_{it} + (1 - LRMES_{it})W_{it}) - (1 - LRMES_{it})W_{it}].$$

Z kolei SRISK dla całego systemu uzyskuje się poprzez agregację wyników SRISK poszczególnych instytucji.

Trzecia miara zastosowana w badaniu oparta jest na CoVaR, czyli Warunkowej Wartości Zagrożonej systemu, pod warunkiem, że istnieje zagrożenie dla kondycji finansowej w analizowanej instytucji. Tę miarę określa równanie:

$$P(R_{Mt} \leq \text{CoVaR}_{it}|C(R_{it})) = \alpha.$$

W badaniu zastosowano miarę pochodzą CoVaR, tj. Delta CoVaR. Jest to różnica między wartością zagrożoną systemu, jeżeli dana instytucja finansowa jest zagrożona finansowo, a wartością zagrożoną tego samego systemu, jeżeli sytuacja finansowa danego podmiotu jest w przeciętnej kondycji (mediana). Jest to zilustrowane następującym równaniem:

$$\Delta \text{CoVaR}_{it}^q = (\text{CoVaR}_{it}^q | R_{it} = \text{VaR}_{it}^q) - (\text{CoVaR}_{it}^q | R_{it} = \text{VaR}_{it}^{0,5}).$$

Systemową wartość Delta CoVaR uzyskuje się agregując poszczególne wyniki Delta CoVaR wszystkich analizowanych instytucji finansowych.

Aby oszacować kwantylowe miary ryzyka systemowego, przyjęto dwuwymiarowy proces dla stóp zwrotu systemu s i instytucji i :

$$r_t = \sqrt{H_t} u_t,$$

gdzie R_t jest wektorem (R_{st}, R_{it}) i H_t jest warunkową macierzą wariancji-kowariancji w postaci:

$$H_t = \begin{pmatrix} \sigma_{st}^2 & \sigma_{it}\sigma_{st}\rho_{it} \\ \sigma_{it}\sigma_{st}\rho_{it} & \sigma_{it}^2 \end{pmatrix},$$

z warunkowym odchyleniem standardowym stopy zwrotu układu σ_{st} i instytucji σ_{it} oraz korelacji warunkowej ρ_{it} . Jest to wektor $(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{st})$ niezależnych, równomiernie rozłożonych zmiennych losowych, taki, że $E(u_t) = 0$ i $E(u_t u_t') = I_2$ jest macierzą 2 na 2. Zmienność warunkowa stóp zwrotu systemu σ_{st} i instytucji σ_{it} została oszacowana na podstawie modelu GJR-GARCH, natomiast warunkowa korelacja instytucji i systemu ρ_{it} została oparta na modelu GARCH DCC, podczas gdy warunkowa oczekiwana wartość dla każdej instytucji jest ustalana na podstawie estymatora:

$$\text{VaR}_{it}^q = \sigma_{it} F_i^{-1}(q)$$

Wkład instytucji w warunkową wartość systemu szacuje się jako:

$$\Delta \text{CoVaR}_{it}^q = \hat{\gamma} (\text{VaR}_{it}^q - \text{VaR}_{it}^{0,5}),$$

gdzie: $\hat{\gamma} = \frac{\hat{\rho}_{i,t} \hat{\sigma}_{s,t}}{\hat{\sigma}_{i,t}}$. Krańcowy oczekiwany niedobór szacuje się jako:

$$\text{MES}_{i,t}(\text{VaR}_{s,t}^q) = \hat{\sigma}_{i,t} \hat{\rho}_{i,t} \hat{E}_{t-1}(\varepsilon_{s,t} | \varepsilon_{s,t} < \kappa) + \hat{\sigma}_{i,t} \sqrt{1 - \hat{\rho}_{i,t}^2} \hat{E}_{t-1}(\varepsilon_{i,t} | \varepsilon_{s,t} < \kappa),$$

gdzie:

$$\hat{E}_{t-1}(\varepsilon_{s,t} | \varepsilon_{s,t} < \kappa) = \frac{\sum_{t=1}^T K\left(\frac{\kappa - \varepsilon_{s,t}}{h}\right) \varepsilon_{s,t}}{\sum_{t=1}^T K\left(\frac{\kappa - \varepsilon_{s,t}}{h}\right)},$$

i

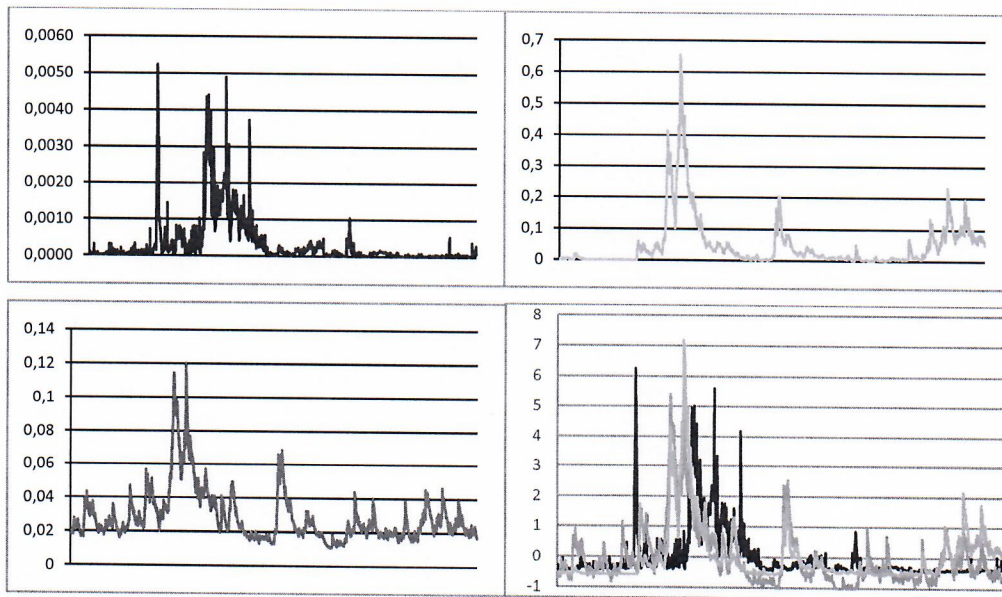
$$\hat{E}_{t-1}(\varepsilon_{i,t} | \varepsilon_{s,t} < \kappa) = \frac{\sum_{t=1}^T K\left(\frac{\kappa - \varepsilon_{s,t}}{h}\right) \varepsilon_{i,t}}{\sum_{t=1}^T K\left(\frac{\kappa - \varepsilon_{s,t}}{h}\right)},$$

dla $\kappa = \frac{\text{VaR}_{s,t}^q}{\sigma_{s,t}}$, $K(x) = \int_{-\infty}^x k(u) du$ dla funkcji gęstości rozkładu normalnego $k(u)$ i $h = T^{-\frac{1}{5}}$. Z kolei LRMESS określa się na podstawie następującego estymatora, jak zaproponowali Brownlees i Engle (2017):

$$\text{LRMES}_{i,t}(C) \simeq 1 + \exp\left(18 \cdot \text{MES}_{i,t}(C)\right).$$

Wyniki empiryczne – krótka prezentacja i dyskusja

W celu ułatwienia porównania szeregów czasowych uzyskanych poprzez zastosowanie trzech miar, wyniki zestawiono na jednym wykresie, po standaryzacji, w celu uzyskania porównywalnej skali do analizy:



Rysunek 1 Porównanie wyników dla trzech cech ryzyka systemowego

Uwagi: Górny lewy panel – systemowa miara płynności; górny prawy panel - SRISK; dolny lewy panel - Delta CoVaR; prawy dolny panel - widok porównawczy trzech charakterystyk ryzyka.

Źródło: Rozprawa doktorska, Rys. 42, p. 210.

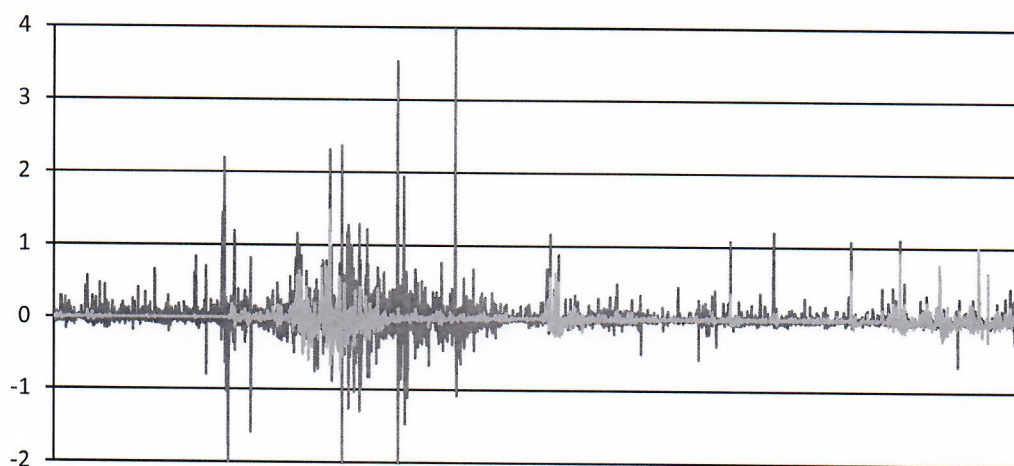
Jak można zauważyć na wykresie, trzy miary faktycznie pokazują różne informacje. Na przykład, każdy pomiar osiąga wartości szczytowe w różnych momentach na osi czasu (szczyty CoVaR podążają za wartościami SRISK i SLM, co jest zgodne z oczekiwaniami)

– trzy miary są wrażliwe na trzy różne aspekty ryzyka systemowego. Co więcej, Delta CoVaR przez większość okresów wykazuje większe ryzyko niż pozostałe dwa wskaźniki, co pokazuje, jak efekt zarażania zwiększa skalę innych aspektów ryzyka systemowego. Obserwacje te potwierdzają własności statystyczne analizowanych szeregów czasowych. Ponadto, jeśli wykreśli się pierwsze różnice dla każdej miary ryzyka, widoczne są różne właściwości sygnalizacyjne tych trzech miar.

Tabela 1 Statystyki opisowe dotyczące szeregów czasowych cech ryzyka systemowego

Obszar ryzyka	Średnia	Odchylenie standardowe	Kurtoza	Skośność
Płynność (L)	0,000354	0,000809	15,8319	3,632549
Kruchość (F)	0,029058	0,084278	13,7175	3,320987
Rozlewanie (S)	0,049081	0,015787	6,8649	2,312402

Źródło: Rozprawa doktorska, Rys. 24, s. 210.



Rysunek 2. Grupowanie zmienności w szeregach czasowych obszarów ryzyka systemowego

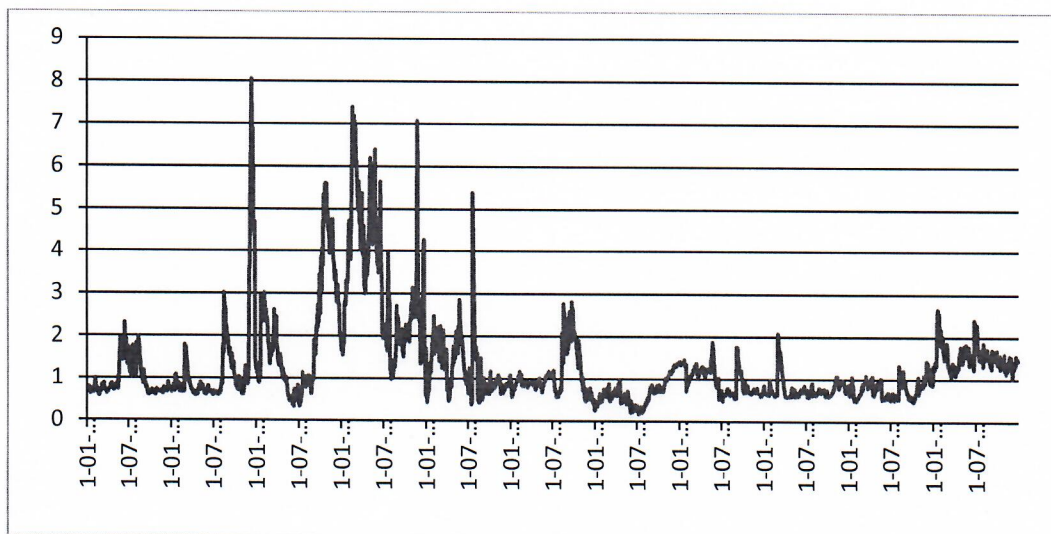
Uwagi: płynność - niebieski; kruchość - zielony; rozlewanie się ryzyka - czerwony.

Źródło: Rozprawa doktorska, Rys. 43, s. 211.

Kolejnym etapem badania jest propozycja własnej miary stabilności finansowej. Polega ona na wykorzystaniu koncepcji odległości Mahalanobisa w celu stworzenia zagregowanego wskaźnika stabilności systemu finansowego:

$$IFSS_t = (y_t - \mu) \sum -1(y_t - \mu)'$$

Poniższy rysunek przedstawia wynik uzyskany z pomocą wskazanej techniki.



Wykres 3. Indeks Stabilności Systemu Finansowego oparty na odległości Mahalanobisa dla Polski dla lat 2006-2016

Źródło: Rozprawa doktorska, Rys. 44, s. 216.

Powyższy rysunek ilustruje wspólne informacje dostarczone dla trzech analizowanych obszarów ryzyka systemowego, a w poniższej tabeli przedstawiono cechy wyniku agregacji.

Tabela 2 Wyniki analizy regresji dla Indeksu i trzech obszarów ryzyka

Szereg czasowy	y = wskaźnik stabilności finansowej						
	R ²	Standardowy błąd			p-value		
Dla x1 = płynność	0,366287	0,020292			0,00000		
Dla x2 = kruchość	0,571414	0,013612			0,00000		
Dla x3 = rozlewanie	0,551374	0,013928			0,00000		
Regresja wielokrotna (x1; x2; x3)	0,802723	0,490236			X1	X2	X3
		X1	X2	X3	0,00000	0,00000	0,00000
		0,01167	0,01652	0,01663			

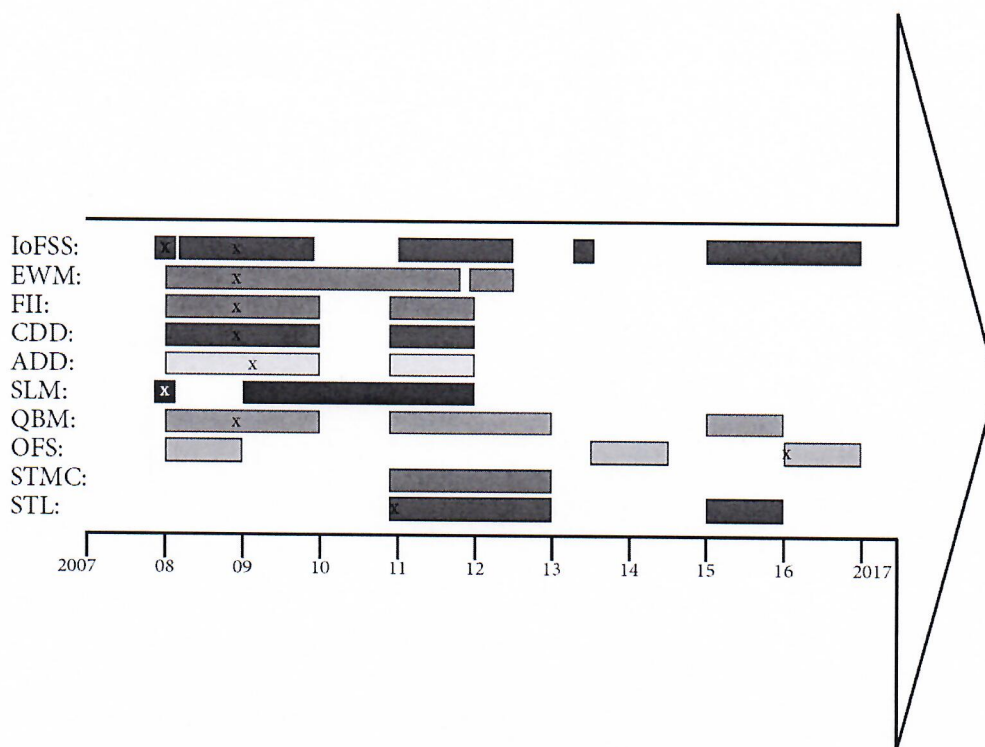
Źródło: Rozprawa doktorska, Tab. 25, s. 217.

Jak przedstawiono w powyższej tabeli, każda z trzech cech ryzyka ma znaczący wpływ na dane zagregowane i każda z nich przynosi nowe informacje. Ponadto żadna z nich nie wyjaśnia zmienności zaproponowanego Indeksu w stopniu, który uzasadniałby zastosowanie mniejszej liczby czynników. Z drugiej strony analiza wielokrotna pokazuje, że trzy zmienne traktowane razem nie tylko są istotne dla całej funkcji, ale również wyjaśniają tylko około 80% całkowitej zmienności agregatu. Analiza reszt

sugeruje, że w regresji występuje zmienna latentna (reszty nie są normalne, w rzeczywistości są one rozproszone wokół średniej nie-poziomej). Ponieważ założona koncepcja agregacji opiera się na transformacji Mahalanobisa, która zawiera informacje o macierzy kowariancji, można spekulować, że zmienna latentna uwzględnia – przynajmniej częściowo – wzajemne powiązania między poszczególnymi obszarami ryzyka systemowego.

Indeks Stabilności Systemu Finansowego obliczony dla Polski w okresie od 2006 do 2016 r. pozwala na rozróżnienie pomiędzy bardziej burzliwymi okresami, kiedy stabilność systemu finansowego jest osłabiona, a okresami spokoju, w których ryzyko jest kwantyfikowane bliżej zera, co oznacza zadowalający poziom stabilności finansowej. Najbardziej stabilne okresy odnotowano w 2006 r., przed rozpoczęciem światowego kryzysu finansowego i 2014 r., po ustąpieniu europejskiego kryzysu związanego z długiem publicznym. We wszystkich pozostałych okresach proponowana miara ryzyka systemowego wskazuje na podwyższone ryzyko w co najmniej jednym z trzech analizowanych aspektów ryzyka. Zarejestrowano kilka szczytów, a każdy z nich odpowiada wydarzeniu, które jest ważne dla stabilności polskiego systemu finansowego.

W końcowej części rozprawy wyniki uzyskane za pomocą proponowanego Indeksu są porównywane z wynikami innych autorów, które zostały przedstawione i omówione w rozdziale trzecim. Przywołując Tabele 18 i 19 rozprawy doktorskiej, a także rysunek 27, należy wyciągnąć wniosek, że pomiary te nie wykazują jednakowo okresów zmniejszonej stabilności systemu finansowego. Jak argumentuje się w trakcie tej rozprawy, jest to spowodowane względnie wąskim zakresem diagnostycznym wszystkich tych metod, co utrudnia wnioskowanie na temat poziomu ryzyka systemowego postrzeganego w całości. Aby porównać, czy zaproponowany tu Indeks ujmuje zmiany ryzyka systemowego w inny sposób niż pozostałe miary, wyniki zostały naniesione na osi czasu:



Rysunek 4. Okresy i wartości szczytowe zwiększonego ryzyka systemowego zidentyfikowane w badaniach porównawczych oraz z wykorzystaniem proponowanego Indeksu Stabilności Systemu Finansowego (IoFSS)

Uwaga: wyjaśnienia skrótów znajdują się przy Rys. 29 Rozprawy doktorskiej.

Źródło: Rozprawa doktorska, Rys. 45, s. 225.

Jak pokazuje powyższy wykres, proponowana miara jest bardziej wrażliwa na czynniki ryzyka niż pozostałe analizowane miary.

Hipotezy pozytywnie zweryfikowane w rozprawie

Główna hipoteza tej rozprawy doktorskiej postuluje, że w analizowanym okresie 2006 do 2016 r. obniżony poziom stabilności finansowej był obecny w polskim systemie finansowym nie tylko w okresie globalnego kryzysu finansowego, ale także w różnych innych okresach i był on napędzany zarówno wydarzeniami krajowymi, jak i międzynarodowymi. Ta hipoteza jest pozytywnie weryfikowana na podstawie częściowych wyników uzyskanych dla każdej z trzech wybranych miar, a także dla własnego Indeksu Stabilności Systemu Finansowego. Zidentyfikowane okresy zmniejszonej stabilności obejmowały lata 2007-2010; 2011-2012 i 2015-2016. W

oparciu o jakościową analizę wydarzeń stwierdzono, że pierwsze dwa okresy były warunkowane głównie przez czynniki zewnętrzne, a trzeci okres był warunkowany przede wszystkim wewnątrz.

Dodatkowo w trakcie badania zidentyfikowano cztery hipotezy czastkowe. Pierwsza z nich mówi, że zastosowanie zaproponowanych w literaturze rozwiązań dotyczących pomiaru stabilności finansowej jest możliwe dla Polski tylko po znacznych modyfikacjach technicznych. Hipoteza ta jest częściowo zweryfikowana na początkowych i wstępnych etapach badania (w tym w poprzednich publikacjach autorki), jak również w badaniach empirycznych przeprowadzonych tutaj, ponieważ dokonano dalszych niezbędnych modyfikacji, aby umożliwić pomiar i agregację przeprowadzoną na końcu.

Trzy pozostałe hipotezy czastkowe dotyczyły trzech zidentyfikowanych obszarów ryzyka systemowego. Hipoteza czastkowa H2 postuluje, że ryzyko systemowe zależy od trzech czynników ryzyka: systemowego ryzyka płynności, kruchości instytucji finansowych i ryzyka związanego z rozlewaniem. Zostało to potwierdzone przez ustalenia literaturowe w rozdziałach pierwszym i drugim, a także zweryfikowane empirycznie w analizie zdarzeń ex-post opisanych w rozdziale piątym.

Hipoteza czastkowa H3 mówi, że metody koncentrujące się na pojedynczej charakterystyce ryzyka systemowego, takie jak płynność, kruchość lub zarażenie, nie są wystarczająco uniwersalne, aby wykryć wszystkie wzrosty ryzyka, które są kluczowe dla realizacji ryzyka systemowego. Zostało to potwierdzone na podstawie badań omówionych w rozdziale trzecim, a także zostało udowodnione w końcowej analizie empirycznej opisanej w rozdziale piątym.

Końcowa hipoteza czastkowa przedstawiona w dysertacji odnosi się do procedury agregacji. Aby uwzględnić tę hipotezę, opracowano procedurę agregacji opartą na koncepcji odległości Mahalanobisa. Stwierdzono, że agregacja trzech zidentyfikowanych charakterystyk ryzyka w jednym indeksie pozwala na wyższą czułość wyjścia pomiarowego na czynniki ryzyka systemowego, w porównaniu z innymi obecnie miarami ryzyka systemowego stosowanymi przez inne podmioty w Polsce w analizowanym okresie 2006-2016.