

# Problemy i poglądy

---

DOI: 10.26354/bb.1.3.88.2022

Karol Rogowicz\*  
ORCID: 0000-0002-4288-1446  
krogowi@sgh.waw.pl

## Polityka ujemnych nominalnych stóp procentowych a ryzyko systemowe – wybrane aspekty<sup>1</sup>

### Streszczenie

W ciągu ostatnich lat część banków centralnych w gospodarkach rozwiniętych obniżyło stopy procentowe poniżej zera, kwestionując dominujący wcześniej pogląd o nieujemności nominalnych stóp procentowych. Nowatorski charakter tego działania skutkowało pojawieniem się konieczności analizy jego wpływu przede wszystkim na sektor finansowy. Celem artykułu jest zbadanie, czy polityka pieniężna wykorzystująca ujemne stopy procentowe wpływa na poziom ryzyka systemowego oraz, przede wszystkim, czy wpływ ten jest silniejszy niż w środowisku dodatnich stóp procentowych. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że specyfika oddziaływania polityki ujemnych stóp procentowych (NIRP) na ryzyko systemowe wiąże się ze zmianą struktury i intensywności przenoszenia impulsów w sektorze bankowym, a nie zmianą mechanizmów transmisji polityki pieniężnej. Jednocześnie ani polityka ujemnych, ani też dodatnich stóp procentowych nie powinna być rozumiana jako zdarzenie o znaczeniu systemowym, a jedynie jako wpływająca na poziom ryzyka systemowego.

**Słowa kluczowe:** polityka pieniężna, ryzyko systemowe, efekt zarażania, ujemne stopy procentowe, analiza sieciowa

**JEL:** E40, E44, E52, E59

---

\* Karol Rogowicz – doktor nauk społecznych, adiunkt w Katedrze Systemu Finansowego, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie.

<sup>1</sup> Niniejszy artykuł przedstawia wybrane najważniejsze wnioski otrzymane w ramach projektu badawczego współfinansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (nr 2017/25/N/HS4/01405). Szczegóły metodyczne oraz dodatkowe wyniki badania są przedmiotem publikacji Iwanicz-Drozdowska i Rogowicz (2022).

## Negative interest rates and systemic risk – selected problems

### Abstract

In recent years some central banks have lowered their official policy rates below zero (implementing a so-called negative interest rate policy – NIRP). This has taken place during a period in which the prevailing view in the literature has been that a zero lower bound constrains nominal interest rates. The goal of this study is to assess whether NIRP has any impact – or, in principle, an impact stronger than that of conventional monetary policy – on systemic risk. The analysis presented in this article allows to conclude that uniqueness of NIRP's impact may be characterized as arising from the evolution of the structure and intensity of impulse transmission while leaving the structure of the monetary policy transmission mechanism unaffected. Simultaneously, neither NIRP nor positive interest rates policy is not identified as systemic risk event but as a factor affecting the overall level of systemic risk.

**Key words:** Monetary policy, systemic risk, contagion effect, negative interest rates, network analysis

### Wstęp

W lipcu 2022 r. Europejski Bank Centralny (EBC) po raz pierwszy od ponad dekad podniósł poziom głównych stóp procentowych. Decyzja ta była istotna z kilku powodów; jednym z nich był fakt, że kończyła nieco ponad ośmioletni okres prowadzenie przez ten bank centralny tzw. polityki ujemnych nominalnych stóp procentowych (ang. *negative interest rates policy* – NIRP). EBC nie był jedynym bankiem centralnym, który obniżył nominalne stopy procentowe poniżej zera w celu osiągnięcia przypisanego celu polityki pieniężnej. W ciągu ostatnich lat w gronie takich banków centralnych – a więc prowadzących politykę NIRP – znalazły się jeszcze banki centralne: Szwecji, Szwajcarii, Danii czy Japonii<sup>2</sup>. Działania takie zostały zinterpretowane jako kwestionujące dominujący pogląd o nieujemności nominalnych stóp procentowych (ang. *zero lower bound*, ZLB), który uprzednio skutkowało ich utrzymywaniem na bardzo niskim, zbliżonym do zera poziomie. Głównym powodem spowodowania stóp procentowych poniżej zera we wspomnianych gospodarstwach było dążenie do dalszego złagodzenia polityki pieniężnej w celu ograniczenia zagrożeń deflacyjnych w warunkach narastającego ryzyka spowolnienia wzrostu gospodarczego na świecie lub też, w części z nich, ograniczenie presji aprecjacyjnej na kurs walutowy. W konsekwencji tych działań zagrożenie ujemności nominalnej stopy procentowej przestało być jedynie podejściem teoretycznym, chociaż zakresem wciąż ograniczonym tylko do poziomu oprocentowania niegotówkowego.

<sup>2</sup> Co prawda, ujemne stopy procentowe wprowadziły także inne banki centralne (m.in. Bank Węgier), niemniej ze względu na ich relatywnie niewielką rolę jako narzędzia polityki pieniężnej, znaczenie tych banków centralnych w kontekście analizy szerokiej implikacji dla zjawiska polityki NIRP jest również niewielkie.

W odniesieniu do sfery realnej gospodarki narzędzie to może, co do zasady, nie skutkować zmianą struktury transmisji impulsów polityki pieniężnej, zwłaszcza, że dla procesów ekonomicznych podstawowe znaczenie mają realne stopy procentowe, dla których zjawisko ujemności nie było nowe. W przypadku sektora finansowego jednak nominalna stopa procentowa ma istotne znaczenie, wpływając m.in. na koszt finansowania i przychody odsetkowe banków oraz na wycenę instrumentów finansowych. W rezultacie główne ryzyka powodowane przez politykę ujemnych stóp procentowych powstają i koncentrują się przede wszystkim w systemie finansowym. Ich współwystępowanie może z kolei skutkować akumulacją ryzyka systemowego, rozumianego jako wrażliwość sektora finansowego na nieprzewidziane zdarzenie destabilizujące cały system.

Niniejsze opracowanie formułuje najważniejsze wnioski dotyczące wpływu polityki NIRP na poziom ryzyka systemowego. Niemal dekada obowiązywania tego rodzaju narzędzia – które pierwotnie zostało wprowadzone jako tymczasowe, jednak pozostało na dłużej – pozwala na podjęcie próby weryfikacji tego rodzaju zależności, uwzględniając podstawowe założenie o średnioterminowym (a nawet długoterminowym) charakterze ewolucji ryzyka systemowego w gospodarce.

Artykuł składa się z pięciu części. W pierwszej w sposób ogólny przedstawiono zagadnienie ujemnych nominalnych stóp procentowych oraz przede wszystkim zwrócono uwagę na ich cechy specyficzne. W drugiej pokazano metodykę badania, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zagadnienie sieci w analizie ryzyka systemowego; zagadnienie to stanowi bowiem podstawowe podejście zastosowane w prezentowanej analizie. Trzecia część przedstawia najważniejsze wnioski dotyczące podejmowanego zagadnienia badawczego, z kolei ostatnia część konkluduje.

## 1. Polityka ujemnych nominalnych stóp procentowych

Polityka NIRP – z racji skupiania się wokół podstawowego instrumentu polityki pieniężnej, jakim jest stopa procentowa – została w literaturze przedmiotu określona jako polityka pieniężna, która wykorzystuje konwencjonalne narzędzie w niekonwencjonalny sposób (ang. *unconventional use of a conventional measure*, por. Niedźwiedzińska 2021, s. 59). Jedną z implikacji takiej kwalifikacji mogło być zatem wskazanie, że mechanizm transmisji tego instrumentu nie odbiega istotnie od tego zdefiniowanego dla stóp dodatnich, w tym niskich. W szczególności nie oczekiwano się ukształtowania nowych istotnych kanałów transmisji, które byłyby zdefiniowane odrębnie dla polityki NIRP. Niemniej jednak polityka ujemnych stóp procentowych charakteryzuje się specyficznymi cechami, odróżniającymi ją częściowo zarówno od konwencjonalnej, jak i od niekonwencjonalnej polityki pieniężnej. Cechy te, chociaż nie przekładają się na utworzenie nowych kanałów transmisji, mogą wpływać na jakość transmisji impulsów polityki pieniężnej do gospodarki realnej w ramach tych już istniejących. Wśród tych cech specyficznych należy wskazać:

- **fakt przekroczenia zerowej granicy dla stóp procentowych** – oprócz oczywistego wpływu na kształtowanie się stóp rynku pieniężnego, oddziałuje poprzez kanał oczekiwań. W szczególności dla stóp procentowych znajdujących się w pobliżu zerowego ograniczenia, naturalny jest istotnie asymetryczny charakter oczekiwań, na korzyść wyższych stóp w przyszłości. Co prawda, oddziaływanie kanału oczekiwań w tej sytuacji może być wzmocnione poprzez politykę *forward guidance* (m.in. Hubert i Labondance 2018), czy programy QE (m.in. Apergis 2018), jednak wpływ ten jest odzwierciedlony co najwyżej przez oczekiwanie dłuższego okresu ekspansywności, tj. wypłaszczenie ścieżki oczekiwanych stóp, a nie zniesienie wspomnianej asymetryczności.
- **bezpośredni efekt kapitałowy**, który dotyczy bezpośredniego obciążenia kosztem ujemnych stóp procentowych, zbliżonym w swojej naturze do efektu obciążenia podatkowego. Implikuje to, że zarówno sektor bankowy, jak i szerszy sektor finansowy, a także podmioty z sektora niefinansowego (poprzez efekt majątkowy) będą obciążane kosztem wynikającym z odwróconej struktury przepływów finansowych. Innymi słowy, posiadacz danego aktywa oferującego ujemną stopę procentową będzie zobowiązany do ponoszenia dodatkowego kosztu, w przeciwieństwie do otoczenia dodatnich stóp procentowych. Na poziomie sektora bankowego efekt ten wydaje się być najsilniejszy, gdyż w wielu przypadkach obciąża istotną część sumy bilansowej banków w postaci depozytów lokowanych bezpośrednio w banku centralnym.
- **sztynność oprocentowania** oznaczająca niechęć do (lub niemożność) redukcji oprocentowania zarówno depozytów, jak i kredytów poniżej zera<sup>3</sup>.
- **awersja podmiotów ekonomicznych przed osiągnięciem nominalnej straty**. Czynniki te oddziałuje zarówno przy założeniu nominalnej iluzji pieniądza, jak i – przy założeniu niedeflacyjnych oczekiwań co do przyszłej dynamiki cen – także w kontekście realnym. Zjawisko to przyczynia się do przesunięcia części zasobów pieniężnych do bardziej rentownych inwestycji (w tym tych bardziej ryzykownych) lub też utrzymywania ich w formie gwarantującej zabezpieczenie przed nominalną stratą (transfer do gotówki).

Warto zaznaczyć, że znaczenie oddziaływania czynników specyficznych na mechanizm transmisji jest w dużym stopniu warunkowane poziomem ujemnych stóp procentowych, ich strukturą implementacyjną w bankach centralnych, jak też długością okresu prowadzenia tego rodzaju polityki. Banki centralne podkreślają, że materializacja ryzyk związanych z polityką NIRP nie nastąpi jeśli cele inflacyjne (lub inne) zostaną osiągnięte relatywnie szybko, a okres ujemnych stóp będzie jedynie przejściowy (EBC 2017; SNB 2016). Ostatecznie jednak polityka NIRP utrzymała się przez niemal dekadę, a więc przez okres zaprzeczający przesłance „tymczasowości”. W tym kontekście nie bez znaczenia były także czynniki pozostające poza kontrolą banku centralnego, które wpływały na konieczność wydłużenia

<sup>3</sup> Te dwa wspomniane powyżej czynniki specyficzne (tj. bezpośredni efekt kapitałowy oraz sztywność oprocentowania depozytów) mogą poprzez wpływ na zysk netto ograniczać pozytywny wpływ polityki NIRP poprzez kanał kapitałowy banków (Borio i in. 2017). Efektywnie mogą przekładać się zatem na osłabienie tradycyjnego mechanizmu transmisji polityki pieniężnej.

wspomnianego okresu i tym samym – chociaż nie bezpośrednio – przyczyniały się do rozszerzenia spektrum czynników ryzyka oraz wzrostu prawdopodobieństwa ich materializacji.

Należy także wskazać, że wprowadzenie polityki NIRP przez różne banki centralne przypadało na względnie podobny okres, z czym wiążą się dwa wnioski. Po pierwsze, takie „zsynchronizowanie” – aczkolwiek niezamierzone – działań banków centralnych uwidacznia znaczenie czynników międzynarodowych w procesach gospodarczych. Rosnące znaczenie tego czynnika w ostatnich latach (tj. od wybuchu globalnego kryzysu finansowego; por. m.in. Kurowski i Rogowicz 2018) przekłada się na mniejsze zróżnicowanie polityk pieniężnych prowadzonych na poziomie krajowym. Po drugie, wspomniane zjawisko utrudnia identyfikację skutków wynikających wyłącznie z krajowej polityki pieniężnej. W wyniku międzynarodowej transmisji – zwłaszcza w kontekście wpływu dużej gospodarki (jak strefy euro) na małe otwarte gospodarki – czynnik międzynarodowy może odgrywać istotną rolę.

Pomimo wspomnianej powyżej zbieżności co do momentu wprowadzenia, polityka NIRP była wprowadzana w różnym celu i w różny sposób, w zależności od mandatu banku centralnego i funkcjonującego systemu stóp procentowych w danej gospodarce (Brózda-Wilamek 2017). Dania, Szwajcaria i Szwecja<sup>4</sup> jako małe, otwarte gospodarki z własnymi walutami, funkcjonujące w szerszym otoczeniu krajów strefy euro. Polityka pieniężna tych państw – siłą rzeczy – oprócz celu inflacyjnego skupia się na stabilizowaniu kursu walutowego (por. m.in. Glapiński 2021).

Należy jednocześnie podkreślić, że tym, co przez większość okresu stosowania polityki NIRP odróżniało system oprocentowania depozytów banków komercyjnych deponowanych w EBC od systemów innych banków centralnych, był brak jego wielopoziomowości (tzw. *tiering*)<sup>5</sup>. W takim przypadku wszystkie środki w ramach nadpłynności sektora bankowego ulokowane w banku centralnym, w przypadku ujemnych stóp procentowych, były obciążone jednakowym kosztem równym stopie depozytowej. Brak takiego schematu był celowym zamiarem EBC, sugerującym, że bank nie zamierzał już bardziej obniżyć stóp procentowych i tym samym – w formie miękkiego *forward guidance* – ograniczając wycenę tego rodzaju działania przez uczestników rynków finansowych (EBC 2016). Ostatecznie jednak w 2019 r. EBC wprowadził system różnicowania depozytów w banku centralnym i zgodnie z przyjętym mechanizmem banki komercyjne zostały zwolnione z ujemnego oprocentowania dla środków stanowiących sześciokrotność odprowadzanej przez dany bank rezerwy obowiązkowej (EBC 2019).

<sup>4</sup> Szczegóły dot. okresów wprowadzenia, poziomu, rodzaju ujemnych stóp procentowych oraz mechanizmu ich implementacji można znaleźć m.in. w Bech i Malkhozov (2016).

<sup>5</sup> Część ekonomistów (np. Menut i Tentori 2019) podkreśla, że w rzeczywistości schemat stosowany przez EBC przed oficjalnym stosowaniem mechanizmu tieringu, mógł być określony jako dwupoziomowy, gdzie jednym jego elementem mógł być poziom rezerwy obowiązkowej, nieobciążony ujemną stopą procentową. Niniejsza analiza bazuje jednak na obciążeniu skali nadpłynności sektora bankowego, a więc w rezultacie nie uwzględnia wskazanego powyżej elementu. W konsekwencji, EBC został określony bankiem centralnym niestosującym wielopoziomowości w systemie implementacji polityki NIRP.

Przegląd doświadczeń gospodarek NIRP pokazuje, że w krótkim okresie transmisja ujemnych stóp banku centralnego w ramach pierwszego etapu mechanizmu transmisji, a więc rynku międzybankowego, jest niezakłócona (m.in. Andersen i in. 2015; Bech i Malkhozov 2016). We wszystkich gospodarkach NIRP stawki rynku międzybankowego dostosowały się w pełni (lub niemal w pełni) do zmian stóp banku centralnego, niezależnie od wprowadzonego zróżnicowania implementacyjnego. Obniżenie stóp procentowych banków centralnych poniżej zera pogłębiło spadek rentowności papierów skarbowych, w wielu przypadkach również poniżej zera, zmniejszając koszty obsługi długu publicznego i skalę niezbędnych dostosowań fiskalnych, szczególnie w strefie euro (m.in. IMF 2017). Jednocześnie jednak rynek obligacji uwypuklił zróżnicowanie transmisji w środowiskach dodatnich i ujemnych stóp procentowych. W pierwszym z nich zmiany stóp procentowych banku centralnego koncentrują się głównie na krótkim odcinku krzywej dochodowości. Odmienne, w środowisku NIRP wskutek wzmocnienia oddziaływanie kanału sygnalizacyjnego polityki pieniężnej istotnemu dostosowaniu uległy także stopy średnio- i długoterminowe (Barr i in. 2016; Eisenschmidt i Smets 2019; Rostagno i in. 2016). Wspomniane różnicowanie transmisji w zależności od środowisk następuje również w przypadku rynku akcji i wynika z wyraźnie asymetrycznego wpływu stóp procentowych na rynkową wycenę przedsiębiorstw. Odnosząc się natomiast do możliwych niezamierzonych konsekwencji obniżki stóp, doświadczenia gospodarek NIRP sugerują, że polityka ta nie przyczyniła się dotychczas do silnego wzrostu wielkości gotówki w obiegu, z wyjątkiem efektu obserwowanego w Szwajcarii w okresie bezpośrednio po decyzji banku centralnego.

Jednym z podstawowych kategorii ryzyka wskazanym w kontekście polityki ujemnych nominalnych stóp procentowych i będącym jednocześnie jednym z głównych zagrożeń dla stabilności finansowej jest pogorszenie kondycji sektora bankowego. Wpływ ten odbywa się w dwóch płaszczyznach, które w najbardziej ogólnym ujęciu można sklasyfikować jako efekty bezpośrednie (tj. związane bezpośrednio z procesem implementacyjnym polityki pieniężnej) oraz pośrednie (tj. wymagające mechanizmów dostosowawczych). Mechanizm bezpośredniego wpływu polityki NIRP – w odróżnieniu od mechanizmów wpływu pośredniego – funkcjonuje jedynie, gdy sektor bankowy znajduje się w stanie nadpłynności (Altavilla i in. 2018; Basten i Mariathasan 2018; Demiralp i in. 2019). Uwidacznia to niejako konflikt pomiędzy stosowanymi równoległe narzędziami polityki pieniężnej – tj. polityką NIRP oraz programami tzw. luzowania ilościowego (ang. *quantitative easing programmes*, QE). Jest to również kanał wpływu, który w największym stopniu podlega różnicowaniu w poszczególnych gospodarkach NIRP, a także – co niezwykle istotne – w ramach obszaru gospodarczego objętego wspólną polityką pieniężną, jakim jest strefa euro. Z kolei efekt pośredni polityki NIRP koncentruje się przede wszystkim w ramach kanału stopy procentowej. W ramach niego uwidocznieniu uległy mechanizmy sugerujące brak pełnej transmisji stóp procentowych banku centralnego do oprocentowania depozytów oraz asymetryczny charakter tego mechanizmu w ramach struktury bilansowej banków komercyjnych (m.in. Eggertsson i in. 2017; Perea i Kashama 2017; Eisenschmidt i Smets 2019). Skala wpływu tego efektu jest jednak wyraźnie zróżnicowana w poszczególnych gospodarkach NIRP.



W szczególności wciąż dodatni poziom oprocentowania depozytów, pomimo relatywnie największego obciążenia efektem bezpośrednim polityki ujemnych stóp procentowych, może implikować potencjalnie największą skalę niechęci banków komercyjnych strefy euro do transmisji stóp procentowych banku centralnego do rynku detalicznego. Wskazuje to także na potencjalnie największe przesłanki dla osłabienia mechanizmu transmisji monetarnej wśród gospodarek NIRP właśnie w przypadku tego obszaru gospodarczego. Dodatkowo cechą specyficzną otoczenia niskich stóp procentowych – a w tym w szczególności stóp ujemnych – jest nasilenie tendencji wśród instytucji finansowych do poszukiwania dodatnich stóp zwrotu. W rezultacie banki komercyjne – równoległe do oddziaływania innych kanałów polityki pieniężnej – mogą zwiększać swoją tolerancję i apetyt na ryzyko w ramach tzw. kanału podejmowanego ryzyka (por. Borio i Zhu 2008; Boungou 2019). W rezultacie w średnim terminie i w przypadku koncentracji oddziaływania wielu kanałów wspomnianych mechanizmów może to stanowić zagrożenie dla stabilności finansowej.

Uwzględniając powyżej wskazane cechy specyficzne oraz kanały oddziaływania polityki NIRP, w dalszej części niniejszego artykułu przedstawiona zostanie próba określenia całościowego wpływu na (uprzednio skwantyfikowany) poziom ryzyka systemowego.

## 2. Metodyka badania<sup>6</sup>

### 2.1. Koncepcja podejścia sieciowego w analizie ryzyka systemowego

Z racji, że podmioty ekonomiczne oraz instytucje finansowe nie funkcjonują w izolacji, lecz tworzą relacje z innymi podmiotami, literatura empiryczna podjęła próbę analizy ryzyka wynikającego z tych interakcji. Podejście to – nazwane analizą sieciową – bazuje na określeniu skali powiązań pomiędzy instytucjami finansowymi oraz pomiaru potencjalnego efektu zarażania, jako istotnego elementu w koncepcji ryzyka systemowego. Zgodnie z głównym założeniem tej analizy, na właściwości i zachowania danych podmiotów wpływają w ujęciu sekwencyjnym zachowania pozostałych, które są bezpośrednio i pośrednio z nim powiązane (Eisenberg i Noe 2001). W odniesieniu do sektora finansowego takie podejście umożliwia modelowe ujęcie jego struktury, pomiar i identyfikację efektu zarażania oraz określenie podmiotów w największym stopniu wrażliwych na wystąpienie takiego efektu. Czynniki te są identyfikowane poprzez analizę cech skonstruowanej sieci, a więc jej gęstości, analizie poziomu skoncentrowania, wyodrębnieniu silniej powiązanych podgrup, podziału na centra i peryferie, czy identyfikacji charakteru relacji. W tym kontekście poziom ryzyka systemowego jest zatem w dużej części determinowany przez strukturę sieci całego systemu finansowego (por. np. Acemoglu i in. 2015).

<sup>6</sup> Podejście metodyczne do analizy wpływu polityki NIRP na poziom ryzyka systemowego zostało szczegółowo opisane w Iwanicz-Drozdowska i Rogowicz (2022). Niniejszy rozdział przedstawia jedynie ujęcie koncepcyjne do omawianych zagadnień.

Analiza ryzyka systemowego przez pryzmat teorii sieci skupia się na analizie wielkości i dynamiki wskazanego schematu współpowiązań, a samo jego formułowanie pomiędzy instytucjami finansowymi związane jest z dwoma efektami. Z jednej strony chęć podmiotów finansowych do rozszerzania swojej skali powiązań wynika z korzyści efektu dywersyfikacji (por. Frey i Hledik 2018). Z drugiej strony jednak bardziej rozbudowana struktura współpowiązań na poziomie całego systemu skutkuje szybszym rozprzestrzenianiem się efektu zarażania. W przypadku małych szoków powiązany system skutecznie absorbuje straty, ale wystarczająco duży szok może skutkować efektem domina i amplifikacją strat. W efekcie literatura analizująca teorię sieci wskazuje na istnienie punktu określającego ekstremum korzyści wynikających ze współpowiązań, po przekroczeniu którego efekt dywersyfikacyjny zanika, rośnie natomiast stopień amplifikacji szoków zewnętrznych (Chan-Lau 2013). Innymi słowy, o ile ściślejsze powiązania między instytucjami mogą zmniejszać prawdopodobieństwo wystąpienia efektu zarażania, o tyle jednocześnie zwiększa się skala ich rozprzestrzeniania, gdy efekt ten wystąpi (Gai i Kapania 2010; Allen i Carletti 2012). W myśl takiej koncepcji jedną z podstaw analizy sieciowej w kontekście ryzyka systemowego jest określenie, że nawet najbardziej „solidny” system w rzeczywistości może okazać się kruchy (ang. *robust-yet-fragile approach*, por. np. Haldane 2013; Glasserman 2015; Karkowska 2015).

Jak zaznaczono, równie istotnym aspektem, co analiza wielkości sieci, jest jej struktura, która determinuje dynamikę transmisji szoku pierwotnego w całym systemie finansowym (por. np. Allen i Gale 2000; Freixas i in. 2000; Drehmann i Tarashev 2011). Innymi słowy, wskazać należy, że im mniej kaskadowa jest struktura sieci systemu finansowego, tym impuls ryzyka wygasa wcześniej, a więc nie jest przekazywany do innych instytucji w systemie. W takim otoczeniu wzrost liczby podmiotów w systemie (czy też w sieci) może przyczynić się do wzrostu skali ryzyka systemowego, jednak jedynie w umiarkowanym charakterze i w sposób liniowy. W niektórych przypadkach jednak struktura wskazuje na powstanie efektu zapętlenia w przekazywaniu impulsu ryzyka (ang. *reinforcing loops*, por. Freixas i in. 2015, s. 134), który w konsekwencji prowadzi do największego przyrostu ryzyka systemowego, nawet w sposób nieliniowy. W tym świetle struktura sieci – a w zasadzie jej poziom skomplikowania – determinuje znaczenie systemowe danego podmiotu. Struktura większości sieci okazuje się również cechować wieloma dużymi podmiotami, koncentrującymi powiązania w jej centrum (tzw. jądrze) oraz posiadającymi relatywnie niewiele powiązań z mniejszymi podmiotami na peryferiach systemu (ang. *core-periphery structure*). Taka struktura sieci jest co do zasady odporna na szoki, które dotyczą podmiotów peryferyjnych, a jednocześnie wrażliwa na te dotyczące (bądź wywodzące się z) podmiotów znajdujących się w centrum (Albert i in. 2000; Boss i in. 2004; Fricke i Lux 2012)<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Literatura empiryczna dostarcza także dowodów na rozłączny charakter podmiotów zidentyfikowanych jako tzw. zbyt duże, by upaść (*too-big-to-fail*, TBTF) od zbyt powiązanych, by upaść (ang. *too-interconnected-to-fail*, TITF; por. np. Iyer i Peydro 2011; Covi i in. 2019). Te drugie bowiem mogą być relatywnie niewielkimi, wykazującymi jednak na tyle dużą liczbę współpowiązań o relatywnie skomplikowanym ich charakterze, że istotnie zwiększają strukturalny wymiar ryzyka systemowego.



Co istotne jednak, w praktyce schemat sieciowy może być zbudowany dla wielu płaszczyzn ryzyka, a co niezwykle istotne dla pełnej analizy ryzyka systemowego płaszczyzny te mogą się wzajemnie przenikać (por. m.in. Montagna i Kok 2016). Ponadto każda z tych sieci skonstruowana dla systemu bankowego może mieć inną strukturę, a to z kolei oznacza, że będzie się cechować również inną dynamiką transmisji zaburzeń wewnątrz systemu. Dodatkowo kategorie te nie są rozłączne, w związku z czym dla tak rozbudowanego zagadnienia jak ryzyko systemowe analiza powinna oprócz współpowiązań podmiotowych uwzględniać również współpowiązania sieciowe. W efekcie podejście analityczne skoncentrowane tylko i wyłącznie na jednej płaszczyźnie ryzyka może prowadzić do niedoszacowania poziomu ryzyka systemowego. Jednocześnie jednak chęć pełnej analizy zjawiska skutkuje wysokim skomplikowaniem wykorzystywanych narzędzi analitycznych kosztem rosnącego tzw. ryzyka modelowego.

Literatura przedmiotu jako alternatywę do powyższego skomplikowania metodologicznego proponuje implementację narzędzi konstrukcji sieci systemu finansowego z wykorzystaniem danych rynkowych, a nie danych bilansowych o wzajemnych ekspozycjach podmiotów. Takie podejście opiera się na założeniu – wychodząc od efektywności informacyjnej rynków finansowych – że ceny instrumentów finansowych odzwierciedlają całe spektrum potencjalnych kanałów zarażania w ramach sieci podmiotów finansowych, a więc bez potrzeby uwzględniania ich w podejściu wielopłaszczyznowym. Z drugiej strony należy pamiętać, że jeżeli jedną z przyczyn wzrostu ryzyka systemowego jest niedoszacowanie ryzyka przez uczestników rynku, a przez to „oderwanie” wyceny instrumentów finansowych od wartości uzasadnionych czynnikami fundamentalnymi, to wyniki wnioskowania opartego na informacjach odzwierciedlonych w tych cenach należy traktować z dużą ostrożnością (Głogowski 2012).

W świetle powyższego istotne empirycznie podejście do identyfikacji powiązań pomiędzy instytucjami, które znalazło duże zainteresowanie w literaturze przedmiotu, zaproponowali Billio i in. (2012). Podejście to opierało się na określeniu skali powiązań między różnymi sektorami instytucji finansowych (bankami, instytucjami ubezpieczeniowymi, firmami inwestycyjnymi i funduszami hedgingowymi) na podstawie danych rynkowych. W celu wnioskowania o sile i kierunkach powiązań pomiędzy podmiotami, koncepcja wykorzystywała w sposób niezależny dwa podejścia metodyczne – analizę głównych składowych (PCA, *principal component analysis*) oraz analizę przyczynowości w sensie Grangera. W oryginalnym podejściu identyfikacja sieci przyczynowości była przeprowadzona dla zmian cen akcji instytucji sektora finansowego<sup>8</sup>. Co istotne, wyniki analiz empirycznych wskazują, że budowane na jego podstawie sieci powiązań w ramach systemu finansowego nie odbiegają istotnie od tych skonstruowanych z wykorzystaniem nieliniowych identyfikacji relacji przyczynowo-skutkowych (por. Billio i in. 2010)<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> Warto wskazać jednak, że w przypadku pełnej efektywności informacyjnej rynków finansowych takie podejście powinno wskazać brak jakiegokolwiek przyczynowości pomiędzy instytucjami finansowymi i uniemożliwić konstrukcję analizowanej sieci sektora finansowego.

<sup>9</sup> Jedną z metod identyfikacji takich nieliniowych relacji przyczynowo-skutkowych jest metoda bazująca na analogicznym teście przyczynowości Grangera, ale szacowanym dla tzw. stanów określonych uprzednio z wykorzystaniem modeli przełącznikowych Markova (por. Billio i in. 2010). W efekcie

## 2.2. Sieć ryzyka systemowego

Podejście zastosowane w niniejszym artykule rozszerza wskazaną powyżej koncepcję budowy sieci powiązań. Celem takiego ujęcia metodologicznego nie jest bowiem jedynie oszacowanie poziomu ryzyka systemowego *sensu stricto*, lecz przede wszystkim identyfikacja powiązań pomiędzy poszczególnymi podmiotami. Oznacza to, że jako punkt wyjścia dla określenia tych powiązań nie zostaną wykorzystane rynkowe wyceny analizowanych podmiotów (w szczególności cen akcji, jak w oryginalnym podejściu), a uprzednio oszacowane indywidualne miary ryzyka systemowego – SRISK (Engle i in. 2012; Brownlees i Engle 2017) i CoVaR (Adrian i Brunnermeier 2011). Pierwsza z miar przedstawia tzw. ujęcie *top-down* i pozwala analizować relatywne narażenie danej instytucji na ryzyko systemowe w przypadku, gdy cały system znajduje się w fazie podwyższonego ryzyka. Z kolei druga miara przedstawia odmienne spojrzenie, tj. *bottom-up* mówiące o relatywnym narażeniu na ryzyko całego sektora przy założeniu, że dana instytucja znajduje się w fazie kryzysu.

Zastosowanie przedstawionej koncepcji ma następujące zalety:

- umożliwia uwzględnienie wartości informacyjnej zawartej nie tylko w danych rynkowych, ale także w wielkościach bilansowych poszczególnych podmiotów;
- uwzględnia w budowie sieci tylko zdarzenia o znaczeniu systemowym. W efekcie taka sieć reaguje w mniejszym stopniu (niż opierająca się tylko na danych rynkowych) na te zdarzenia, które wpływają na cały sektor bankowy (a konkretniej wyceny rynkowe banków), ale jednocześnie pozostają bez wpływu na poziom ryzyka systemowego (jak na przykład szok informacyjny na rynku finansowym). Takie ujęcie jest szczególnie istotne w kontekście celu badawczego niniejszego artykułu, tj. precyzyjnej identyfikacji wpływu ujemnych stóp procentowych. Działania banków centralnych wpływają bowiem na wyceny rynkowe instrumentów finansowych. Oznacza to, że budowa sieci opartych na tego rodzaju danych może uwzględniać zbyt szeroki zakres wpływu tej polityki. Natomiast uwzględnienie miar ryzyka systemowego bezpośrednio jako podstawę do konstrukcji sieci pozwala wprost przyjąć założenie, że badany będzie wpływ polityki pieniężnej na ryzyko systemowe, a nie na inne rynkowe aspekty, jak np. wycenę<sup>10</sup>;

takie podejście określa skalę wpływu jednego stanu na każdy możliwy stan innej instytucji, a więc potencjalnie także prawdopodobieństwo migracji z jednego do innego. Z tego też wynika nieliniowy charakter metody, który może być rozumiany jako nieokreślony bezpośrednio na poziomie metodologicznym, a wynikający z zastosowanych danych wejściowych do modelu.

<sup>10</sup> Te dwa podejścia – tj. budowa sieci opartych na danych rynkowych lub na podstawie oszacowań miar ryzyka systemowego – w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do zupełnie rozbieżnych wniosków. Dla przykładu, gdy zacieśnianie polityki pieniężnej przebiega w sposób łagodny i oczekiwany, poprzedzony odpowiednią komunikacją w tym zakresie, może ono mieć jedynie nieznaczny wpływ na poziom ryzyka systemowego (wg miar jednostkowych), nie wskazując istotnego wpływu na poziomie całej sieci. Takie same działania władz monetarnych ma jednocześnie – poprzez oczekiwaną zyskowność, czy oczekiwany koszt finansowania rynkowego – może mieć wpływ na wyceny podmiotów w całym systemie finansowym. W efekcie przyjęcie ujęcia metodycznego bazującego bezpośrednio

- zapewnia większą stabilność w czasie skonstruowanej sieci powiązań. Sieć powiązań sformułowana dla wielkości rynkowych z natury cechuje się relatywnie dużą zmiennością. Odmienne, relacje pomiędzy podmiotami bazujące na ich indywidualnych miarach ryzyka systemowego powinny odzwierciedlać relacje strukturalne cechujące się co najmniej średnioterminową stabilnością.

Skonstruowana na tym etapie sieć powiązań pomiędzy poszczególnymi podmiotami, oprócz analizy jej ogólnych charakterystyk, ma przede wszystkim na celu analizę wpływu impulsu pierwotnego (w postaci np. wzrostu lub spadku poziomu stóp procentowych) na poziom ryzyka systemowego w całym sektorze. Tego rodzaju analiza wpływu impulsu będzie przeprowadzona poprzez ocenę kształtowania się dwóch wielkości – miar wpływu bezpośredniego oraz wpływu pośredniego. Wpływ bezpośredni określa skalę oddziaływania działań banku centralnego na poziom ryzyka systemowego danego podmiotu, identyfikowany w odizolowaniu od reakcji analogicznych miar innych podmiotów w sektorze. Wpływ pośredni natomiast uwzględnia dodatkowo reakcję dostosowawczą poszczególnych banków (na pierwotny szok), które to reakcje mogą wywoływać efekt dalszego wpływu na kolejne podmioty w sieci powiązań. Innymi słowy, zagadnienie wpływu bezpośredniego uwzględnia egzogeniczny charakter oddziaływania polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego i odnosi się do oddziaływania w ramach klasycznego mechanizmu transmisji monetarnej, podczas gdy wpływ pośredni może być utożsamiony z endogenicznym elementem tej relacji. W myśl takiego podejścia wpływ pośredni uwzględnia dodatkowo interakcje pomiędzy poszczególnymi podmiotami w sieci i zależy od trzech cech tej struktury:

- siły bezpośredniego wpływu pierwotnego szoku zewnętrznego na dany podmiot, który to następnie staje się impulsem dla efektu pośredniego;
- siły interakcji pomiędzy podmiotami, rozumianą w niniejszej analizie jako efekt zarażania lub efekt przeniesienia ryzyka;
- długości ścieżki transmisji pomiędzy bankami, czyli ciągu wzajemnych relacji pomiędzy podmiotami, która jest oceniana poprzez wzajemne powiązania miar ryzyka systemowego, niezależnie od rodzaju wprowadzonego do systemu szoku<sup>11</sup>.

Zestawienie wszystkich powyższych elementów prowadzi do określenia długości utrzymywania się wprowadzonego do sieci impulsu pierwotnego polityki pieniężnej, aż do momentu jego całkowitego wygaśnięcia. Rysunek 1 przedstawia zastosowane podejście do pomiaru efektu pośredniego wpływu szoku polityki pieniężnej na ryzyko systemowego i wskazuje na przyjęte trzy najważniejsze założenia, umożliwiające empiryczny pomiar skali tego efektu<sup>12</sup>:

---

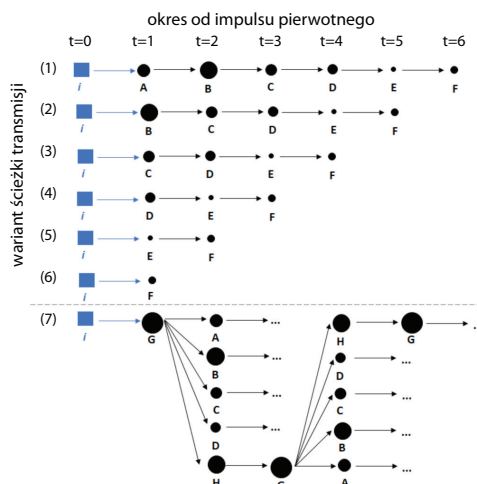
nio na zmianach cen akcji może prowadzić do błędnych wniosków skazujących na zidentyfikowanie wpływu systemowego na sektor bankowy. Wpływ ten, *de facto*, pomimo jego szerokiego zasięgu nie jest jednak wpływem na poziom ryzyka systemowego.

<sup>11</sup> Oznacza to, że hipotetyczna ścieżka transmisji impulsu powinna wyglądać analogicznie zarówno dla szoku stopy procentowej, jak i bankructwa instytucji ważnej systemowo.

<sup>12</sup> Jednocześnie istotnym założeniem dla prezentowanego schematu transmisji impulsu w sieci powiązań jest założenie, że siła impulsu pierwotnego wprowadzonego do systemu jest taka sama dla każdego podmiotu w sektorze. Zmiana stóp procentowych banku centralnego jest bowiem określana na poziomie makroekonomicznym, co do zasady niezróżnicowanym względem poszczególnych podmio-

- wpływ danego pojedynczego impulsu na określony podmiot może następować kilkakrotnie, w różnych okresach. Dla przykładu, podmiot na poniższym przykładzie znajduje się pod wpływem impulsu pierwotnego w każdym z przedstawionych okresów – w pierwszym w postaci efektu bezpośredniego i każdym kolejnym w postaci efektu pośredniego;
- możliwe jest zapętlenie efektu wpływu danego impulsu na określony podmiot. Dla przykładu, wpływ na podmiot oprócz efektu bezpośredniego (wariant 1) następuje wielokrotnie poprzez inny podmiot (wariant 7), pojawiając się cyklicznie w równych odstępach czasu i powodując kolejny ciąg bezpośrednich reakcji transmitowanych przez podmiot na inne powiązane podmioty w sektorze;
- wraz z wydłużaniem łańcucha transmisji impulsu wpływ impulsu na dany podmiot przesuwający się wzdłuż tego łańcucha stopniowo maleje. Oznacza to, że efekt pośredni stopniowo wygasa w czasie, podobnie jak efekt bezpośredni. W przypadku efektu bezpośredniego wynika to wyłącznie z jego dynamiki w układzie makroekonomicznym, w przypadku efektu pośredniego – dodatkowo właśnie z efektu przesuwania się w kolejnych etapach łańcucha przyczynowości. Dla przykładu, chociaż podmiot **będzie pod wpływem impulsu pierwotnego we wszystkich przedstawionych wariantach transmisji, to jednak z dużym prawdopodobieństwem wpływ ten będzie coraz mniejszy wraz z przesuwaniem się od wariantu 6 do wariantu 1, a najsłabszy w wariantcie 7.**

Rysunek 1. Koncepcja hipotetycznego pomiaru efektu bezpośredniego i pośredniego przy założeniu stabilnej w czasie struktury powiązań



Uwaga: kropki oznaczają poszczególne podmioty w analizowanym sektorze (ich rozmiar oznacza hipotetyczną wielkość podmiotu), natomiast kwadrat stanowi źródło impulsu pierwotnego oddziałującego w pierwszym okresie od jego wystąpienia na wszystkie podmioty znajdujące się w sieci.

Źródło: opracowanie własne.

tów. Jej ostateczny efekt jest różny dla różnych podmiotów, mających określone cechy ekonomiczne, niemniej jednak zróżnicowanie to nie dotyczy skali szoku pierwotnego.

W kolejnym kroku zostanie dokonany pomiar zarówno wpływu impulsu stopy procentowej na poziom ryzyka generowanego przez poszczególne podmioty, jak i jego dalsza transmisja wewnątrz oszacowanej uprzednio sieci. Analiza ta będzie przeprowadzona z wykorzystaniem modelu panelowej autoregresji (ang. *panel vector autoregressive model*, pVAR; por. m.in. Doytch i Uctum 2011; De Haan i Van den End, 2013; Canova i Ciccarelli 2013). Takie ujęcie modelowe łączy w sobie zalety modelowania szeregów czasowych pozwalając na wprowadzenie elementów dynamicznych współzależności w systemie, przy jednoczesnym uwzględnieniu szerokiego zakresu informacji korzystając z zalet modelowania panelowego. Formalnie zapis podstawowego równania może być przedstawiony następująco:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_{i,t} \end{bmatrix} = A_t + B(L) \begin{bmatrix} X_t \\ Y_{i,t} \end{bmatrix} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

gdzie:  $X_t$  jest wektorem zawierającym szeregi czasowe zmiennych makroekonomicznych opisujących zarówno środowisko ekonomiczne, jak i politykę pieniężną (stopa procentowa rynku pieniężnego); z kolei wektor  $Y_{i,t}$  uwzględnia cechy indywidualne na poziomie poszczególnych banków.

W szczególności w wektorach tych zawiera się:

$$\begin{aligned} X_t &= [pkb_t, cpi_t, neer_t, r_t] \\ Y_{i,t} &= [roa_{i,t}, leverage_{i,t}, risk_{i,t}], \end{aligned} \quad (2)$$

gdzie:  $pkb_t$  oznacza dynamikę roczną produktu krajowego brutto;  $cpi_t$  – dynamikę roczną wskaźnika cen konsumenckich;  $neer_t$  – zmianę nominalnego efektywnego kursu walutowego;  $r_t$  – krótkoterminową stopę procentową rynku międzybankowego, stanowiącą przybliżenie prowadzonej polityki pieniężnej;  $roa_{i,t}$  – wskaźnik rentowności aktywów banku;  $leverage_{i,t}$  – dźwignię finansową obliczaną jako stosunek zobowiązań<sup>13</sup> do aktywów;  $risk_{i,t}$  – miarę ryzyka systemowego, odpowiednio dla różnych wersji modelu – SRISK lub  $\Delta CoVaR$ .  $A_t$  to macierz tzw. efektów stałych dla poszczególnych banków (ang. *fixed effect*), uwzględniająca w szczególności wartość rynkową aktywów, a  $B(L)$  to macierz parametrów dla zmiennych wraz z ich opóźnieniami (wybranymi zgodnie z kryterium informacyjnym Akaike'a). Takie ujęcie pozwala na uzależnienie wpływu badanego czynnika – tj. zmiany stóp procentowych banku centralnego – od zróżnicowania cech wyjściowych poszczególnych podmiotów, jak też skali ich powiązań w sektorze bankowym.

W celu określenia wpływu impulsu zewnętrznego na sformułowany powyżej układ zostanie wykorzystana standardowa procedura analizy funkcji reakcji (ang. *impulse response function*, IRF) danej zmiennej na impuls do niego wprowadzony. Funkcja reakcji określa dynamiczną reakcję  $i$ -tej zmiennej endogenicznej w modelu na zaburzenie dla  $j$ -tego składnika losowego przy założeniu stałości pozostałych szoków. Konieczna jest jednak dekompozycja reszt z modelu w celu uczynienia ich ortogonalnymi. W tym celu zastosowano dekompozycję Choleskiego. Najczęstszą konwencją jest przyjęcie określonej kolejności zmiennych w zakresie egzogenicz-

<sup>13</sup> Zobowiązania banku są obliczone jako różnica między sumą aktywów a kapitałami własnymi.

ności, tzw. łańcucha dystrybucji (ang. *ordering scheme*). Założeniem identyfikującym w tym przypadku jest konieczność potencjalnej reakcji poszczególnych zmiennych. Oznacza to, że za bardziej egzogeniczne zmienne przyjmowane są te, które reagują wcześniej w owym łańcuchu dystrybucji impulsu, natomiast te, które reagują później są odpowiednio bardziej endogeniczne. W niniejszym modelu przyjęto standardowy schemat łańcucha reakcji zakładający, że najbardziej egzogeniczną zmienną – tj. reagującą w pierwszej kolejności – jest stopa procentowa wpływająca następnie na aktywność gospodarczą, a ta z kolei na procesy cenowe w gospodarce. Jako w większym stopniu endogeniczne zostały zdefiniowane zmienne bankowe – tj. dźwignia finansowa wpływająca następnie na rentowność podmiotów. Ostatecznie, zmienną analizowaną i w największym stopniu endogeniczną jest miara ryzyka systemowego. W przypadku ujęcia panelowego uwzględniono dodatkowo efekt zarażania wpływający na poziom ryzyka systemowego podmiotu po zmiennych indywidualnych tego podmiotu<sup>14</sup>.

Należy jednocześnie podkreślić, że wykorzystanie pełnej funkcji reakcji na impuls istotnie uzupełnia, ale jednocześnie komplikuje podejście analityczne, które uprzednio pokazano na rysunku 1. Przedstawiane na nim podejście zakładało, że pełna materializacja efektu wpływu następuje w kolejnym okresie po wystąpieniu impulsu. Tymczasem, efekt tego wpływu może być rozłożony w czasie i mimo, że nie zmaterializował się w całości na poziomie danej instytucji to już może być rozpoczęty proces jego transmisji do kolejnego podmiotu.

Dotychczasowe rozważania skupiały się na analizie „ogólnego” impulsu polityki pieniężnej wprowadzonego do systemu. Jest to zatem uogólnione podejście względem celu niniejszego artykułu, którego zakres ogranicza się do wyodrębnienia cech specyficznych polityki ujemnych nominalnych stóp procentowych. Finalnym etapem powyżej podjętych kroków powinno być zatem określenie wpływu NIRP. Aby to osiągnąć zastosowano oszacowanie przestawianego schematu modelowych powiązań w podpróbach. Umożliwia to analizę porównawczą polityki NIRP dla danej gospodarki poprzez odniesienie do okresu obowiązywania dodatnich stóp procentowych w tejże gospodarce lub na tle grupy porównawczej.

<sup>14</sup> Analiza funkcji reakcji na zaburzenie nie jest możliwa bez zdefiniowania przedziałów ufności z uwzględnieniem błędów standardowych współczynników modelowych. Postaci analityczne błędów są jednak trudne obliczeniowo, zwłaszcza dla postaci panelowej modelu. W efekcie przeprowadzono oszacowanie błędów standardowych funkcji reakcji z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo, które posłużyły do wygenerowania przedziałów ufności. W tym celu zastosowano metodę zaproponowaną przez Love i Zicchino (2006). Losowo dobierano próbę współczynników w modelu, a następnie za pomocą oszacowanych współczynników i ich macierzy wariancji-kowariancji dokonywano ponownych obliczeń funkcji reakcji na zaburzenie. Procedura została powtórzona 15 000 razy (wykorzystano liczby pseudolosowe o rozkładzie normalnym). W ten sposób wygenerowano 5- i 95- percentyl rozkładu, które to wartości zostały użyte jako przedział ufności dla każdego z elementów funkcji reakcji.



### 2.3. Próba badawcza

Przedstawiona metodologia badania została zastosowana do danych jednostkowych 428 banków komercyjnych z 12 gospodarek. Zakres badania obejmuje zarówno gospodarki, w których obowiązują ujemne nominalne stopy procentowe (strefa euro, Szwajcaria, Szwecja, Dania, Japonia), jak i te, w których prowadzona jest konwencjonalna polityka pieniężna, stanowiące grupę porównawczą. W tym celu druga grupa gospodarek obejmuje zarówno kraje rozwinięte (USA, Kanada, Australia, Wielka Brytania), jak i rozwijające się (Brazylia, Rosja, Chiny). Uwzględniając fakt dostępności danych oraz porównywalności międzynarodowej pod względem stosowanych standardów rachunkowości wpływających na wycenę aktywów, w tym także rynkową, w badaniu uwzględniono jedynie podmioty, których akcje są notowane na rynku regulowanym papierów wartościowych<sup>15</sup>.

Oszacowania jednostkowych miar ryzyka systemowego podmiotów oraz budowa sieci powiązań pomiędzy nimi przeprowadzano na danych o częstotliwości tygodniowej. Następnie, celem określenia ścieżki transmisji impulsu polityki pieniężnej, oszacowania te są agregowane do danych kwartalnych. Taki dobór częstotliwości zmiennych – podobnie jak w przypadku łańcucha dystrybucji – można uznać za odpowiedni w kontekście problemu badawczego. Z jednej strony pozwala to oszacować miary ryzyka systemowego oraz dynamicznie zachodzące – zwłaszcza w okresach powstawania zaburzeń – relacje pomiędzy bankami w relatywnie wysokiej częstotliwości. Z drugiej strony zastosowanie zmiennych o częstotliwości kwartalnej pozwala na uwzględnienie relatywnie bardziej rozłożonego w czasie wpływu polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego (niż w przypadku wpływu na aktywność gospodarczą i procesy cenowe).

Pełnym okresem badawczym jest okres od I kw. 2000 r. do IV kw. 2019 r., ze szczególnym uwzględnieniem okresów prowadzenia polityki NIRP w poszczególnych krajach. Dobór okresu badawczego jest warunkowany chęcią pozyskania relatywnie długich szeregów czasowych, jednak ograniczonych przez dostępność dla relatywnie szerokiej grupy banków. Taki okres analizy uwzględnia relatywnie długi czas prowadzenia polityki ujemnych nominalnych stóp procentowych przez wybrane banki centralne. Należy dodatkowo wskazać, że od października 2019 r. Europejski Bank Centralny podjął decyzję o zmianie zasad implementacji polityki NIRP. Zmiana ta była o tyle istotna, że zakończyła okres wyraźnego różnicowania owego narzędzia od analogicznych narzędzi stosowanych przez inne banki centralne. Tym samym taki dobór okresu badawczego umożliwia pokrycie w pełni okresu obowiązywania owego różnicowania instrumentarium polityki pieniężnej i identyfikację potencjalnych różnic dla wpływu ryzyka systemowego.

<sup>15</sup> Próba badawcza była kontrolowana pod względem zdarzeń dla poszczególnych banków, tj. w przypadku fuzji i przejęć utworzono dodatkowe banki także dla obserwacji wstecz. Dokonano również zamiany obserwacji o wartościach skrajnych dla danych okresów na odpowiednie percentyle w celu ograniczenia wpływu obserwacji odstających (tzw. *winsorizing*). Działania te miały na celu budowę w jak największym stopniu zbilansowanej bazy danych umożliwiającej właściwe i nieobciążone statystycznie wnioskowanie o występowaniu potencjalnych zależności ekonomicznych.

### 3. Wnioski dotyczące wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe

#### 3.1. Sieć ryzyka systemowego

Empirycznym odzwierciedleniem wskazanego teoretycznego ujęcia ścieżki transmisji impulsu jest tzw. minimalne drzewo rozpinające (zwane też najkrótszym dendrytem; ang. *minimum spanning tree*, MST). Analiza tego rodzaju konstrukcji pozwala na ilościowe rozpoznanie i ocenę koncentracji (lub rozproszenia) poszczególnych punktów w zidentyfikowanej sieci powiązań, w tym przypadku pomiędzy bankami komercyjnymi. Koncepcja MST jest wykorzystywana w finansach w głównym stopniu do analizy rynku finansowego i zmian współzależności tam zachodzących – m.in. pomiędzy kursami walutowymi (Mizuno i in. 2006; Naylor i in. 2007), czy indeksami giełdowymi (Onnela i in. 2003a) – oraz identyfikacji, czy wystąpienie istotnego zaburzenia ma wpływ na strukturę tego rodzaju powiązań (por. Onnela i in. 2003b). Sposób przedstawienia tego pojęcia w niniejszym artykule odbiega od formalnego zapisu i ma na celu uproszczenie jego prezentacji.

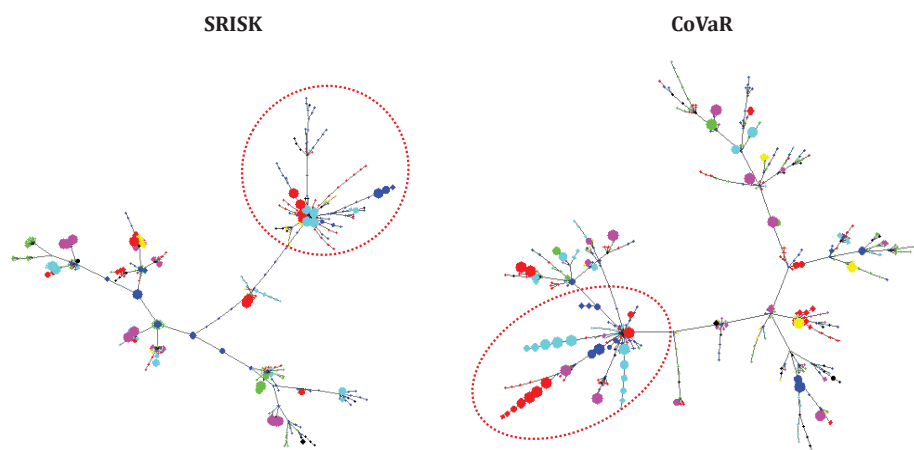
W kontekście niniejszego badania MST powinna być postrzegana jako metoda grafowa, która tworzy układ w przestrzeni systemu finansowego przedstawiający najkrótszą możliwą ścieżkę transmisji danego impulsu zewnętrznego poprzez podmioty znajdujące się w tej sieci<sup>16</sup>. Analiza taka pozwala na wskazanie kilku istotnych wniosków dla analizowanej sieci ryzyka systemowego:

- skonstruowane drzewa MST dla różnych miar ryzyka systemowego mają zupełnie odmienną strukturę, co w głównej części jest rezultatem zróżnicowania samych sieci;
- przewagą MST nad prezentacją pełnej struktury sieci jest bardziej jednoznaczna możliwość zidentyfikowania „ognisk zaburzenia”, czyli obszarów w których jedna instytucja skupia wokół siebie inne, mniejsze, ścieżki efektów przenoszenia;
- drzewo sformułowane z wykorzystaniem miary SRISK uwypukla wyraźny podział potencjalnego efektu zarażania na jedno duże skupisko (prawdopodobnie mające charakter regionalnego), opisujące relacje kilku dużych i kilkudziesięciu małych banków (rysunek 2, lewy panel, zaznaczony fragment) oraz pozostałe mniej sformalizowane relacje pomiędzy średnimi i dużymi bankami następujące w przekroju międzynarodowym; dodatkowo ścieżki transmisji dla modelu SRISK cechują się większą koncentracją podmiotową przede wszystkim wśród małych banków, głównie w strefie euro;

<sup>16</sup> Pomijając szczegóły metodologiczne zagadnienie budowy algorytmów służących do wyliczenia i skonstruowania takiego drzewa, najpopularniejsze są trzy klasyczne, deterministyczne algorytmy o złożoności liniowo-logarytmicznej znajdujące minimalne drzewo rozpinające dla zadanego sieci powiązań – algorytm Borůvky, algorytm Prima i Kruskala (Kruskal 1956). Dla potrzeb niniejszego badania wykorzystano trzeci z tych algorytmów, którego jednak opis metodologiczny wykracza poza ramy niniejszej pracy (por. m.in. Mróz 2013).

- drzewo sformułowane z zastosowaniem modelu CoVaR jako podstawowego modelu ryzyka systemowego cechuje się większą ilością skupisk, stosunkowo podobnych pod względem liczby podmiotów oraz przebiegających według schematu rozmiarowego (tj. od dużego podmiotu poprzez średnie do małych); skupiska te odznaczają się także większą koncentracją geograficzną oraz podmiotową i występują głównie wśród dużych banków: USA, Kanady, Wielkiej Brytanii, Australii i częściowo strefy euro (rysunek 2, prawy panel).

Rysunek 2. Długoterminowa struktura ścieżki transmisji impulsu w sieci ryzyka systemowego na świecie – minimalne drzewo rozpinające



Uwaga: poszczególne kropki oznaczają banki komercyjne; rozmiar kropek wskazuje na relatywny rozmiar banku mierzony sumą bilansową; linia ciągła przedstawia średnioterminową relację pomiędzy miarami ryzyka systemowego dwóch podmiotów, dla większej przejrzystości nie oznaczono kierunku tej relacji.

Źródło: Iwanicz-Drozdowska i Rogowicz (2022).

Powyższe ogólne zależności wskazywały na średnioterminowe ujęcie statyczne. W rzeczywistości jednak taka struktura zależności pomiędzy instytucjami może stopniowo „ewoluować” w czasie wraz ze zmianą wzajemnych relacji pomiędzy bankami oraz czynników wpływających na ich funkcjonowanie. W efekcie, celem pełnego uwzględnienia zmian, jakie zaszły wskutek wprowadzenia ujemnych stóp procentowych, wymagane jest zastosowanie podejścia dynamicznego dla oszacowanych powiązań. Ponadto, cecha dynamiczności struktury sieci stanowi istotną własność, która umożliwia implementację tej metody badawczej do dalszej analizy, w tym w szczególności specyfiki wpływu polityki NIRP. Wynik ten umożliwia bowiem określenie, czy taka sieć będzie odmienna czy też niezmienna w środowisku ujemnych stóp procentowych względem jej odniesienia do tendencji długoterminowych. Brak takiej własności sprowadzałby przedstawione podejście w dużym

stopniu do metod empirycznych szeregów czasowych, co w przypadku analizy bezprecedensowego zjawiska jakim jest NIRP mogłoby istotnie zniekształcać wyniki oraz wnioski.

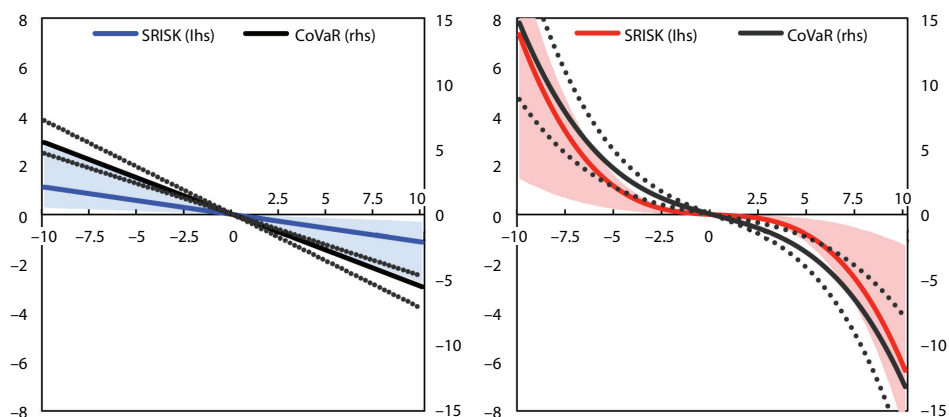
### 3.2. Wpływ stóp procentowych na ryzyko systemowe

Oszacowanie zarówno bezpośredniego wpływu impulsu polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego, jak i jego późniejszej pośredniej transmisji pomiędzy poszczególnymi bankami umożliwia określenie pełnego zagregowanego efektu oddziaływania polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego, mierzonego za pomocą CoVaR i SRISK. W tym celu został zasymulowany szeroki zakres impulsów stopy procentowej zróżnicowanych rozmiarowo – od zmiany o 0,25 pkt proc. aż do zmiany o 10 pkt proc. Takie szoki zostały następnie wprowadzone do zidentyfikowanej sieci powiązań celem oszacowania zagregowanego efektu zarówno bezpośredniego, jak i pośredniego. Zagregowane efekty są szacowane poprzez złożenie indywidualnych funkcji reakcji na impuls poszczególnych podmiotów zgodnie ze schematem zaprezentowanym wcześniej. Celem oszacowania efektu pośredniego ustanowiono dodatkowo dwa progi ograniczające – czasowy oraz wielkościowy. W wymiarze czasowym założono, że okres trwania pełnej ścieżki transmisji nie może przekraczać długości pełnej funkcji reakcji dla efektu bezpośredniego, która to – jak wskazują oszacowania modelowe – w pełni wygasa po 20 kwartałach (tj. 5 latach) od wystąpienia impulsu polityki pieniężnej. Z kolei w wymiarze wielkościowym założono pominięcie nieistotnych ekonomicznie efektów zarażania. W tym celu przyjęto wygaśnięcie transmisji impulsu w ramach danej ścieżki, gdy jego rozmiar obniży się poniżej 5-percentyla rozkładu wszystkich impulsów znajdujących się w danym momencie na dowolnym etapie transmisji.

Analiza transmisji efektów wpływu polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego w całym sektorze poprzez dekompozycję na efekt bezpośredni i pośredni została przedstawiona na rysunku 3. Zgodnie z tym, wzrost poziomu stóp procentowych zmniejsza poziom ryzyka systemowego – zarówno w ujęciu bezpośredniego wpływu, jak i pośrednio – i analogicznie ich spadek obniża poziom ryzyka. Jednocześnie jednak znaczenie efektu bezpośredniego i pośredniego dla całego systemu jest różnicowane przez skalę szoku pierwotnego polityki pieniężnej (rysunek 3). Wraz ze wzrostem skali zmian poziomu stóp procentowych banku centralnego oba te efekty nie tylko wzrastają w ujęciu bezwzględnym, ale ich relatywne znaczenie zaczyna być wyraźnie zróżnicowane w kierunku przewagi efektu pośredniego. Dla relatywnie niewielkich zmian poziomu stóp procentowych efekt bezpośredni przewyższa skalę efektu pośredniego, gdyż ten drugi zanika w sieci transmisji relatywnie szybko. Taki wniosek wskazuje, że chociaż polityka pieniężna wywiera bezpośredni wpływ na poziomie indywidualnych miar ryzyka systemowego, to jednak system jako całość jest w stanie – przy niewielkiej skali impulsu pierwotnego – zaabsorbować ten wpływ relatywnie szybko nie powodując narastania istotnego efektu zarażania. Jednak wraz ze wzrostem siły impulsu pierwotnego polityki pie-

niężnej, efekt pośredni nie tylko zaczyna dominować, ale zaczyna przybierać formę nieliniową. W tym samym czasie efekt bezpośredni pozostaje liniowy, niezależnie od skali impulsu pierwotnego. Zidentyfikowana nieliniowość wynika w głównym stopniu ze stopniowego zwiększania się skali efektu zarażania w sieci powiązań wraz ze wzrostem rozmiaru szoku. W konsekwencji wraz ze wzrostem siły impulsu sieć jego transmisji rozszerza się o nowe podmioty, które w niej uprzednio nie występowały. Efekt zarażania wywołany wpływem polityki pieniężnej wzrasta zatem ponadproporcjonalnie względem zmiany stóp procentowych.

**Rysunek 3. Efekt bezpośredni (lewy panel) oraz pośredni (prawy panel) wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe w sektorze bankowym – impuls stopy procentowej**



Uwaga: Oś pozioma oznacza wielkość impulsu pierwotnego polityki pieniężnej (w pkt proc.), natomiast oś pionowa wpływ tego impulsu na ryzyko systemowe (w proc.). Pogrubiona linia oznacza medianę oszacowań, natomiast kolorowy obszar lub linie kropkowane oznaczają przedział między 10- a 90-percentylem tego wpływu. Kolorami oznaczono wyniki oszacowań dla przyjętej miary ryzyka systemowego SRISK, kolorem czarnym – dla  $\Delta\text{CoVaR}$ . Oś lewa na obu wykresach oznacza wartości dla modelu SRISK, oś prawa – dla modelu  $\Delta\text{CoVaR}$ . Wpływ na cały system oszacowany poprzez agregację wpływów na miary indywidualne. Oszacowania skumulowane dla pełnej funkcji reakcji na impuls (tj. do 20 kwartału od wystąpienia zaburzenia), uwzględniające tylko reakcje, które przekraczały próg istotności statystycznej lub ekonomicznej.

Źródło: Iwanicz-Drozdowska i Rogowicz (2022).

Dotychczas przedstawiane wnioski są niezależne od przyjmowanego w analizie modelu ryzyka systemowego. Jednak na zróżnicowanie pod wpływem tej cechy wskazuje sama skala wpływu impulsu polityki pieniężnej. W szczególności w przypadku przyjęcia modelu SRISK, jako bazowej miary ryzyka systemowego, przeprowadzone oszacowania wskazują, że kwartalna zmiana stóp banku centralnego o skali 2,5 pkt proc. stanowi granicę dla równoważenia się relacji pomiędzy efektami bezpośrednim i pośrednim. Innymi słowy, wzrost poziomu stóp procentowych banku centralnego o 2,5 pkt proc. oznacza spadek ryzyka systemowego w całym systemie finansowym o ok. 0,25%, po-

równywalnie w ramach obu efektów. Natomiast wzrost stóp procentowych o 5 pkt procentowych implikuje spadek poziomu ryzyka systemowego o ok. 0,5% w przypadku efektu bezpośredniego i ok. 1,1% w przypadku efektu pośredniego. W ekstremalnym punkcie szoku monetarnego, tj. przy wzroście stóp procentowych o 10 pkt proc.<sup>17</sup>, różnica pomiędzy tymi efektami wzrasta aż do odpowiednio: 1,1% i 7,3%. Z kolei przyjęcie modelu  $\Delta\text{CoVaR}$  jako bazowego modelu ryzyka systemowego, implikuje większy wpływ polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego, zarówno w formie efektu bezpośredniego, jak i pośredniego. Pomimo tego, co istotne, nadal jest obserwowany efekt równoważenia się efektów bezpośredniego i pośredniego przy analogicznej skali zmian stóp banku centralnego (tj. o ok. 2,5 pkt proc.) – efekt bezpośredni i efekt pośredni są wtedy zbliżone do ok. 1,25% (co do wartości bezwzględnej). Przy wzroście poziomu stóp procentowych o ok. 5 pkt proc. efekt bezpośredni wskazuje na spadek ryzyka systemowego o ok. 2,5%, a efekt pośredni o 3,5%, natomiast przy zmianie stóp o ok. 10 pkt proc. efekty te prowadzą do silniejszego wzrostu ryzyka systemowego odpowiednio: o ok. 5% i 15%.

Należy podkreślić, że – jak zauważono powyżej – nawet w przypadku ekstremalnej skali zmian poziomu stóp procentowych ich wpływ na poziom ryzyka systemowego nadal jest relatywnie umiarkowany. Taka zmiana nie oznacza w szczególności chociażby podwojenia poziomu ryzyka systemowego, gdyż w przypadku modelu SRISK wpływ ten wynosi ok. 8,5%, w przypadku modelu  $\Delta\text{CoVaR}$  ok. 20%. Takie wyniki sugerują, że polityka pieniężna sama w sobie nie jest źródłem ryzyka systemowego, a jedynie przyczynia się do jego zmiany. Dlatego też jej wpływ na poziom tego ryzyka będzie istotnie mniejszy niż np. bankructwo instytucji systemowo istotnej.

Ponadto przy niewielkich zmianach poziomu stóp procentowych efekt nieliniowości ich wpływu nie jest obserwowany. Oznacza to, że sektor bankowy jest wprowadzony w przestrzeń nieliniowego wpływu dopiero gdy zmiany poziomu stóp procentowych są istotnej wielkości i następują w relatywnie krótkim okresie. Wniosek ten implikuje, że zmiana stóp procentowych w określonej wysokości, ale wprowadzona w sposób rozłożony w czasie, umożliwi pozostanie całego systemu bankowego w liniowej części wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe. Innymi słowy, polityka pieniężna prowadzona w sposób przewidywalny i uzupełniona odpowiednią komunikacją ze strony banku centralnego, umożliwi wygładzanie wskazanej ścieżki zmian stóp procentowych i tym samym przekłada się na ograniczenie skali jej wpływu na poziom ryzyka systemowego w sektorze bankowym<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Analizując powyższe wielkości liczbowe, należy jednocześnie wskazać, że skala tego szoku nie oznacza *jednorazowej* zmiany poziomu stóp procentowych, gdyż taka zdarza się niezwykle rzadko, zwłaszcza w otoczeniu niskich stóp procentowych. Wielkość ta odpowiada natomiast za *skumulowaną* zmianę na przestrzeni całego kwartału, co z kolei oznacza relatywnie większe prawdopodobieństwo wystąpienia takowej, zwłaszcza w przypadku zdecydowanych działań banku centralnego w odpowiedzi na ryzyko kryzysu. Dla przykładu, *skumulowana* zmiana stóp procentowych na przestrzeni pełnego kwartału w odpowiedzi na wybuch globalnego kryzysu finansowego wyniosła w przypadku Fed 2 pkt proc., w przypadku EBC – 1,75 pkt proc., a w przypadku Banku Anglii – 3 pkt proc.

<sup>18</sup> Wniosek ten może mieć przede wszystkim znaczenie dla różnej oceny poziomu ryzyka systemowego w gospodarkach rozwiniętych i rozwijających się. W szczególności poziom nominalnych stóp procent-



### 3.3. Polityka NIRP a ryzyko systemowe

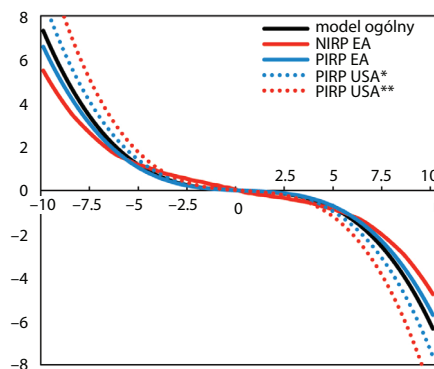
Powyższe wyniki zostały oszacowane dla pełnego badanego okresu oraz szerokiego zakresu gospodarek, identyfikują zatem średnioterminowe ekonomiczne zależności w całym systemie finansowym. Należy jednak zauważyć, że podobnie jak otoczenie makroekonomiczne, także wykorzystywane narzędzia polityki pieniężnej ewoluowały w czasie, zwłaszcza po globalnym kryzysie finansowym. Dotychczasowe wyniki stanowią zatem ocenę relacji zachodzących pomiędzy polityką pieniężną i ryzykiem systemowym w długim okresie. W tym kontekście, mając na uwadze ocenę tego rodzaju zależności dla konkretnych instrumentów polityki pieniężnej, zostanie przeprowadzona szczegółowa analiza polityki NIRP poprzez identyfikację różnic względem ogólnych zależności zidentyfikowanych powyżej, z perspektywy podmiotowej oraz czasowej. W celu prześledzenia zmian w okresach prowadzenia polityki NIRP: (i) sieć powiązań została oszacowana dla podokresów obowiązywania tej polityki oraz (ii) ponownie oszacowano bezpośredni wpływ polityki pieniężnej w analogicznych podokresach. Takie dwufilarowe podejście pozwala na zidentyfikowanie cech wskazanej wcześniej ogólnej relacji pomiędzy polityką pieniężną i ryzykiem systemowym, które uległy zmianie w środowisku ujemnych stóp procentowych. W szczególności celem analizy będzie określenie, czy mechanizm transmisji polityki pieniężnej uległ na tyle istotnemu przeformułowaniu, aby zmienił się efekt bezpośredniego wpływu zmian stóp procentowych na ryzyko systemowe, czy może większe znaczenie mają procesy zachodzące wewnątrz systemu finansowego wpływające na zmianę struktury sieci powiązań.

Analiza cech specyficznych wpływu ujemnych stóp procentowych na ryzyko systemowe w pierwszej kolejności wskazała na kilka cech wspólnych względem zidentyfikowanych uprzednio relacji długoterminowych. Niezależnie od otoczenia stóp procentowych – dodatnich czy ujemnych – nadal zachodzi zależność odwrotna pomiędzy ich zmianą a reakcją ryzyka systemowego. Siła wpływu natomiast zwiększa się wraz ze wzrostem szoku stóp procentowych, w pewnym momencie wskazując na zależności nieliniowe (rysunek 4). Jednocześnie, niezależnie od środowiska stóp procentowych, ich wpływ na ryzyko systemowe nawet przy ekstremalnym szoku nadal pozostaje umiarkowany. W efekcie żadna z polityk stóp procentowych – w tym w szczególności również polityka NIRP – nie jest postrzegana jako zdarzenie systemowe, które skutkuje skokowym wzrostem ryzyka systemowego, a jedynie jako przyczyniająca się do zmian tej miary ryzyka.

---

towych w gospodarkach rozwiniętych jest relatywnie niższy aniżeli w gospodarkach rozwijających się, a tym samym zmiany tych stóp są relatywnie łagodniejsze. Oznacza to, że sektor bankowy w krajach rozwiniętych może strukturalnie funkcjonować w większym stopniu w przestrzeni liniowego efektu wpływu polityki pieniężnej na poziom ryzyka systemowego. Jednocześnie w krajach rozwijających się może dominować nieliniowy efekt pośredni, co dodatkowo zwiększa poziom skomplikowania analiz tego zjawiska.

**Rysunek 4. Różnicowanie efektu pośredniego impulsu stopy procentowej w wybranych gospodarkach przy stałym efekcie bezpośrednim**



Uwaga: PIRP USA\* oznacza model oszacowany dla USA dla okresu porównywalnego z okresem obowiązywania dodatnich stóp procentowych w strefie euro (PIRP EA), czyli do czerwca 2014 r., PIRP USA\*\* z kolei opiera się na próbie badawczej dla okresu obowiązywania ujemnych stóp procentowych w strefie euro (NIRP EA).

Źródło: Iwanicz-Drozdowska i Rogowicz (2022).

Ten etap badania wskazuje przede wszystkim na specyficzne dla polityki NIRP zróżnicowanie części wskazanych ogólnych zależności. W szczególności w przypadku strefy euro reakcja ryzyka systemowego w środowisku ujemnych stóp procentowych na relatywnie niewielki szok stopy procentowej przewyższa tę z modelu ogólnego i, co istotne, również tę z innych wariantów specyficznych, m.in. w USA dla okresu porównywalnego z okresem polityki NIRP w strefie euro (rysunek 4)<sup>19</sup>. Efekt dla strefy euro jest wyraźnie silniejszy niż dla USA, pomimo że zidentyfikowana ogólna zależność dla pełnego okresu analizy sugerowała większy efekt zarażania w sektorze bankowym USA niż w strefie euro. Wynik ten potwierdza, że bardziej zagęszczona sieć przyczynowości ryzyka systemowego w strefie euro obserwowana w okresie polityki NIRP cechuje się jednocześnie nie mniejszym efektem przeniesienia ryzyka niż ta określona dla całego okresu badawczego, a przede wszystkim również w innych analizowanych gospodarkach w porównywalnym okresie. Oznacza to, że chociaż polityka NIRP nie jest zidentyfikowana jako zdarzenie systemowe, to jednak w większym stopniu niż inne polityki stóp procentowych przyczynia się do wzrostu podatności całego systemu na zdarzenie systemowe (np. bankructwo instytucji systemowo istotnej), jak też wrażliwości poszczególnych podmiotów w sektorze finansowym na wystąpienie kryzysu.

<sup>19</sup> Przez okres polityki NIRP w tym kontekście rozumie się okres prowadzenia polityki NIRP w analizowanych gospodarkach, nie zaś w USA. Okres ten – chociaż w USA nie była prowadzona polityka ujemnych stóp procentowych – został wyodrębniony w celach porównawczych. Precyzyjne okresy prowadzenia polityki NIRP w poszczególnych gospodarkach zostały wskazane w rozdz. 2. *Doświadczenia wybranych banków centralnych w zakresie polityki ujemnych stóp procentowych.*

Podejście zastosowane w tym etapie analizy potwierdziło, że transmisja impulsu polityki pieniężnej pomiędzy bankami funkcjonującymi w środowisku NIRP skutkuje większą tendencją – aniżeli w środowisku stóp dodatnich – do występowania efektu amplifikacji tego impulsu. Oznacza to, że nawet niewielka zmiana poziomu stóp procentowych jest relatywnie silniej transmitowana na pierwszych etapach ścieżki transmisji ryzyka pomiędzy podmiotami (por. rysunki 3 i 4), przekładając się na większy zagregowany efekt pośredni, a w konsekwencji również efekt całkowity. Jednocześnie jednak efekt ten na dalszych etapach transmisji wyraźnie słabnie w porównaniu do innych gospodarek i w porównaniu do relacji ogólnej. Zatem w okresie NIRP na skutek przesunięcia większości transmisji impulsu przenoszenia ryzyka na początkowe etapy wzrosła podatność całej sieci na wystąpienie zaburzenia o znaczeniu systemowym.

Nieco odmiennie od powyższego oraz od zależności ogólnych kształtuje się transmisja dużego szoku stopy procentowej. W takich okolicznościach sieć ryzyka systemowego banków strefy euro w środowisku NIRP cechuje się przeciętnie większą odpornością aniżeli w przypadku gospodarek PIRP. W szczególności ekstremalny szok polityki pieniężnej w postaci obniżki stóp o 10 pkt proc. przekłada się na wzrost ryzyka systemowego o ok. 6% w środowisku NIRP w strefie euro, a o ok. 9% w USA w analogicznym okresie, tj. otoczeniu stóp dodatnich. Dodatkowo należy wskazać, że modele specyficzne wskazały na przesunięcie całych krzywych reakcji ryzyka systemowego na zróżnicowane szoki stóp procentowych (zobrazowanych na rysunku 4). Tego rodzaju przesunięcie oznacza, że efekt całkowity wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe uległ modyfikacji (względem modelu ogólnego), ale tylko dla określonego przedziału wielkości szoku stóp procentowych<sup>20</sup>. Dla porównywalnego okresu analizy (tj. okresu polityki NIRP w strefie euro) krzywe tych reakcji doświadczyły różnokierunkowych przesunięć. W szczególności dla USA krzywa przesunęła się w górę, tj. wskazuje na silniejszą niż w modelu ogólnym reakcję ryzyka systemowego na duży szok stopy procentowej, natomiast dla strefy euro – w dół<sup>21</sup>. Zmiana ta może sugerować, że szersze grono banków funkcjonujących przez określony okres w środowisku relatywnie niewiele ujemnych stóp procentowych przystosowuje się do absorpcji istotnie dużego ekspansywnego impulsu polityki pieniężnej, zwłaszcza jeśli ten dotarł do nich w końcowych etapach transmisji wewnątrz sieci. Odmiennie, w środowisku PIRP analogiczne podmioty (tj. także będące częścią końcowych etapów transmisji), „przyzwyczajają się” do innego rodzaju uwarunkowań, tj. wygasania impulsu pośredniego polityki pieniężnej zanim ten zostanie do nich przekazany poprzez inne podmioty z sieci powiązań. Zatem w sytuacji, gdy impuls ten jest dość duży, podmioty te zostają niejako „zaskoczone”

<sup>20</sup> Przesunięcie krzywej w górę oznacza zwiększenie wpływu impulsu polityki pieniężnej w przypadku wystąpienia dużych zmian poziomu stóp procentowych oraz brak istotnej modyfikacji reakcji dla niewielkich zmian stóp procentowych. Analogicznie, przesunięcie krzywej w dół oznacza osłabienie reakcji na duży szok i brak zmian w przypadku niewielkiego szoku stóp procentowych.

<sup>21</sup> Co ciekawe, wspomniana różnokierunkowość przesunięcia krzywej reakcji pokrywa się nie tylko z różnymi środowiskami stóp procentowych, ale także z różnokierunkowością nastawień polityki pieniężnej w danym okresie.

jego wystąpieniem i w związku z tym jego wpływ na poziom ryzyka systemowego danej instytucji jest relatywnie silniejszy. W rezultacie skala reakcji miar ryzyka systemowego na duży szok stopy procentowej jest mniejsza w środowisku NIRP, wskazywanym tutaj jako relatywnie trudniejsze do funkcjonowania, niż w środowisku PIRP<sup>22</sup>. Relatywnie częste występowanie silniejszych impulsów bezpośrednich w środowisku NIRP może bowiem wykształcać w długim terminie bardziej skuteczny mechanizm absorpcji impulsów pochodzących z wewnątrz systemu aniżeli bezpośrednio z banku centralnego.

## Podsumowanie

Uwzględniając przedstawione w niniejszym artykule wyniki badania, można wskazać, że polityka pieniężna wykorzystująca ujemne nominalne stopy procentowe wpływa na poziom ryzyka systemowego w sektorze bankowym w większym stopniu aniżeli polityka pieniężna opierająca się na dodatnim poziomie stóp procentowych. Jednocześnie jednak pozytywna weryfikacja tej hipotezy może być odbierana jako mająca charakter specyficzny dla strefy euro, a więc nie dająca podstaw do bezpośredniego uogólnienia tych wniosków dla całego zjawiska NIRP. Niemniej jednak mechanizm ujemnych stóp procentowych stosowany przez Europejski Bank Centralny w istotnym stopniu przypomina ten stosowany dla stóp dodatnich, ale przesunięty w nowe (ujemne) otoczenie. Z kolei inne banki centralne z grupy analizowanych gospodarek NIRP stosują strukturę implementacyjną skutkującą *de facto* wprowadzeniem mieszanego systemu stóp procentowych – tj. zarówno dodatnich, jak i ujemnych. W tym kontekście wnioski sformułowane dla strefy euro mają w większym stopniu charakter ogólny dla polityki NIRP niż wnioski określone dla innych gospodarek, w których banki centralne wykorzystują ujemne stopy procentowe. Przeprowadzona analiza pozwala przede wszystkim stwierdzić, że specyfika oddziaływania polityki NIRP na ryzyko systemowe wiąże się ze zmianą struktury i intensywności przenoszenia impulsów w sektorze bankowym, a nie zmianą mechanizmów transmisji polityki pieniężnej.

Najważniejsze wnioski podsumowujące przeprowadzoną analizę – w postaci zestawienia cech wspólnych oraz różnicujących politykę NIRP od innych polityk stóp procentowych – przedstawia tabela 1.

<sup>22</sup> Wniosek ten sugeruje jednocześnie, że sieć powiązań chociaż bardziej gęsta w środowisku NIRP to jednocześnie jest relatywnie bardziej płaska na dalszych etapach transmisji. Oznacza to, że cechuje się mniejszą liczbą powiązań cyklicznych aniżeli sieć w środowisku PIRP – zarówno USA, jak i strefy euro.

**Tabela 1. Podsumowanie najważniejszych wniosków dotyczących wpływu ujemnych i dodatnich stóp procentowych na ryzyko systemowe**

<b>Cechy wspólne polityki NIRP i zależności ogólnych, w tym dodatnich stóp procentowych</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zależność odwrotna pomiędzy ich zmianą a reakcją ryzyka systemowego niezależna od otoczenia stóp procentowych</li> <li>• efekt nieliniowości wraz ze wzrostem skali zmian poziomu stóp procentowych</li> <li>• wpływ na ryzyko systemowe nawet przy ekstremalnym szoku nadal pozostaje stosunkowo umiarkowany</li> <li>• polityka stóp procentowych nie jest postrzegana jako zdarzenie systemowe, a jedynie jako przyczyniająca się do zmian tej miary ryzyka</li> <li>• efekt bezpośredni wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe pozostaje wyraźnie silniejszy niż efekt pośredni przy niewielkich zmianach poziomu stóp procentowych</li> </ul>
<b>Cechy różne polityki NIRP i zależności ogólnych, w tym dodatnich stóp procentowych</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• silniejsza reakcja ryzyka systemowego w środowisku NIRP na relatywnie niewielki szok stopy procentowej</li> <li>• w środowisku NIRP większa tendencja do zagęszczania się sieci powiązań pomiędzy bankami i transmisji ryzyka systemowego pomiędzy nimi</li> <li>• transmisja impulsu pomiędzy bankami funkcjonującymi w środowisku NIRP skutkuje większą tendencją do występowaniem efektu amplifikacji tego impulsu – nawet niewielka zmiana poziomu stóp procentowych jest relatywnie silniej transmitowana na pierwszych etapach ścieżki transmisji ryzyka pomiędzy podmiotami</li> <li>• wzrost podatności podmiotów na zdarzenie systemowe jest przede wszystkim skoncentrowany w krótkim terminie, a więc w okresie będącym w dużym stopniu poza kontrolą poszczególnych instytucji</li> <li>• skala reakcji miar ryzyka systemowego na duży szok stopy procentowej jest mniejsza w środowisku NIRP</li> <li>• efekt nieliniowości wpływu stóp procentowych na ryzyko systemowe w środowisku NIRP pojawia się przy większej skali szoku – większy potencjał systemu do funkcjonowania w sferze wpływu liniowego</li> <li>• w środowisku NIRP efekt wpływu polityki pieniężnej na ryzyko systemowe silniejszy w specyfikacjach modelowych opierających się na modelu SRISK – środowisko ujemnych stóp proc. zwiększa podatność banków na zaburzenie w całym sektorze, niż wpływ banków na ten system w przypadku np. wystąpienia zdarzenia kredytowego</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

## Bibliografia

- Acemoglu D., Ozdaglar A., Tahbaz-Salehi A. (2015), *Systemic risk and stability in financial networks*, „American Economic Review”, vol. 105(2).
- Adrian T., Brunnermeier M.K. (2011), COVAR, NBER Working Paper, no. 17454, National Bureau of Economic Research, Cambridge.
- Albert R., Jeong H., Barabási A.L. (2000), *Error and attack tolerance of complex networks*, „Nature”, vol. 406.

- Allen F., Carletti E. (2012), *Systemic Risk and Macroprudential Regulation*, [w:] *The Global Macro Economy and Finance*, F. Allen, M. Aoki, J.F. Fitoussi, N. Kiyotaki, R. Gordon, J. Stiglitz (red.), Palgrave Macmillan, London.
- Allen F., Gale D. (2000), *Financial contagion*, „Journal of Political Economy”, vol. 108.
- Altavilla C., Boucinha M., Holton S., Ongena S. (2018), *Credit supply and demand in unconventional times*. ECB Working Papers, no. 2202.
- Andersen M., Kristoffersen M., Risbjerg L. (2015), *The money market at pressure on the Danish krone and negative interest rates*, „Monetary Review, Danmarks Nationalbank”, 4th Quarter 2015.
- Apergis N. (2018), *Expectations and the quantitative easing in Eurozone*, „Economics and Business Letters”, Oviedo University Press, vol. 7(1).
- Barr M., Kasman B., Mackie D. (2016), *Negative policy rates: The bound is lower than you think*, Special Report, J.P. Morgan, 9 lutego 2016 r.
- Basten C., Mariathan M. (2018), *How banks respond to negative interest rates: Evidence from the Swiss Exception Threshold*, CESifo Working Paper No. 6901.
- Bech M., Malkhozov A. (2016), *How have central banks implemented negative policy rates?*, BIS Quarterly Review.
- Billio M., Getmansky M., Lo A.W., Pelizzon L. (2010), *Measuring Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors*, MIT Sloan School Working Paper, no. 4774/10.
- Billio M., Getmansky M., Lo W.L., Pelizzon L. (2012), *Econometric Measures of Connectedness and Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors*, „Journal of Financial Economics, Market Institutions, Financial Market Risks and Financial Crisis”, vol. 104(3).
- Borio C., Disyatat P., Juselius M., Rungcharoenkitkul P. (2017), *Why so low for so long? A long-term view of real interest rates*, BIS Working Papers no. 685, Bank for International Settlements.
- Borio C., Zhu H. (2008), *Capital regulation, risk-taking and monetary policy: a missing link in the transmission mechanism?*, BIS Working Paper No. 268, Bank for International Settlements.
- Boss M., Elsinger H., Summer M., Thurner S. (2004), *Network topology of the interbank market*, „Quantitative Finance”, vol. 4.
- Boungou W. (2019), *Negative interest rates policy and banks' risk-taking: Empirical evidence*, „Economics Letters”, vol. 186.
- Brownlees Ch., Engle R.F. (2017), *SRISK: A conditional capital shortfall measure of systemic risk*, „The Review of Financial Studies”, vol. 30(1).
- Brózda-Wilamek D. (2017), *Polityka ujemnych stóp procentowych – doświadczenia Europejskiego Banku Centralnego*, Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 499/2017.
- Canova F., Ciccarelli M. (2013), *Panel vector autoregressive models: a survey*, Working Paper Series no. 1507, European Central Bank.
- Chan-Lau J.A. (2013), *Systemic Risk Assessment and Oversight*, Risk Books.
- Covi G., Gorpe M.Z., Kok C. (2019), *CoMap: Contagion Mapping the EA Banking Sector. A Granular Investigation of the Euro Area Banks' Large Exposures and their Systemic Risks Implications*, ECB Working Paper, no. 2224.



- De Haan J., Houben A., van der Molen R. (2012), *Governance of macroprudential policy*, „Zeitschrift für öffentliches Recht”, vol. 67.
- Demiralp S., Eisenschmidt J., Vlassopoulos T. (2019), *Negative interest rates, excess liquidity and bank business models: Banks' reaction to unconventional monetary policy in the euro area*, European Central Bank Working Paper Series, no. 2283.
- Doytch N., Uctum M. (2011), *Does the Worldwide Shift of FDI from Manufacturing to Services Accelerate Economic Growth? A GMM Estimation Study*, Journal of International Money and Finance, vol. 30.
- Drehmann M., Tarashev N. (2011), *Measuring the Systemic Importance of Interconnected Banks*, Technical Report, Bank for International Settlements.
- EBC (2016), *Introductory statement to the press conference (with Q&A), Monetary Policy Decision*, 10 marca 2016 r.
- EBC (2017), *Financial Stability Review*, Europejski Bank Centralny, listopad 2017 r.
- EBC (2019), *ECB introduces two-tier system for remunerating excess liquidity holdings*, Press Release, Europejski Bank Centralny, 12 września 2019 r.
- Eggertsson G.B., Juelsrud R.E., Wold E.G. (2017), *Are Negative Nominal Interest Rates Expansionary?* NBER Working Paper no. 24039.
- Eisenberg T., Noe H. (2001), *Systemic Risk in Financial Systems*, „Management Science”, vol. 47(2).
- Eisenschmidt J., Smets F. (2019), *Negative Interest Rates: Lessons from the Euro Area*, Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series, [w:] Á. Aguirre, M. Brunnermeier, D. Saravia (red.), *Monetary Policy and Financial Stability: Transmission Mechanisms and Policy Implications*, vol. 26, rozdz. 2, s. 13–42, Central Bank of Chile.
- Engle R.F., Jondeau E., Rockinger M. (2012), *Conditional Beta and Systemic Risk in Europe*, HEC Lausanne Working Paper.
- Freixas X., Laeven L., Peydro J.-L. (2015), *Systemic Risk, Crises and Macroprudential Regulation*, The MIT Press, Cambridge.
- Freixas X., Parigi B., Rochet J.-C. (2000), *Systemic risk, interbank relations and liquidity provision by the central bank*, „Journal of Money, Credit and Banking”, vol. 32(2).
- Frey R., Hledik J. (2018), *Diversification and Systemic Risk: A Financial Network Perspective*, „Risks”, vol. 6(2).
- Fricke D., Lux, T. (2015), *Core–Periphery Structure in the Overnight Money Market: Evidence from the e-MID Trading Platform*, Computational Economics, vol. 45.
- Gai P., Kapania S. (2010), *Contagion in financial networks*, Bank of England Working Paper, no. 383.
- Głapiński A. (2021), *Analiza ujemnych stóp procentowych na przykładzie Danii, Szwajcarii oraz Szwecji*, „Bank i Kredyt”, vol. 52.
- Glasserman H.P. (2015), *How likely is contagion in financial networks?*, „Journal of Banking and Finance”, vol. 50.
- Głogowski A. (2012), *Ryzyko systemowe – aspekty sieciowe* „Bezpieczny Bank”, vol. 3(48).

- Haldane A.G. (2013), *Rethinking the financial network*, [w:] *Fragile stabilität-stabile fragilität*, S.A. Jansen, E. Schröter, N. Stehr (red.), Springer, Wiesbaden 2013.
- Hubert P., Labondance F. (2018), *The Effect of ECB Forward Guidance on the Term Structure of Interest Rates*, „International Journal of Central Banking”, vol. 14(5).
- IMF (2017), *Negative interest rate policies – Initial experiences and assessments*, IMF Policy Paper.
- Iwanicz-Drozdowska M., Rogowicz K. (2022), *Does the choice of monetary policy tool matter for systemic risk? The curious case of negative interest rates*, „Journal of International Financial Markets, Institutions and Money”, vol. 79.
- Iyer R., Peydro J.-L. (2011), *Interbank contagion at work: Evidence from a natural experiment*. „Review of Financial Studies”, vol. 24.
- Karkowska R. (2015). *Ryzyko systemowe. Charakter i źródła indywidualizacji w sektorze bankowym*, Wydawnictwo Wolters Kluwer.
- Kruskal J.B. (1956), *On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem*, „Proceedings of the American Mathematical Society”, vol. 7.
- Kurowski Ł.K., Rogowicz K. (2018), *Are business and credit cycles synchronised internally or externally?*, „Economic Modelling”, vol. 74.
- Love I., Zicchino L. (2006), *Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel VAR*, „The Quarterly Review of Economics and Finance”, vol. 46(2).
- Menut A., Tentori A. (2019), *The ECB and tiering. THoughts about monetary policy's future steps in an environment of negative interest rates*. AXA Investment Managers, notatka inwestycyjna, kwiecień 2019 r.
- Mizuno T., Takayasu H., Takayasu M. (2006), *Correlation Networks Among Currencies*, „Physica A: Statistical Mechanics and its Applications”, vol. 364.
- Montagna M., Kok Ch. (2016), *Multi-layered interbank model for assessing systemic risk*, ECB Working Paper Series, no. 1944.
- Mróz A. (2013), *Minimalne drzewo rozpinające*, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Naylor M.J., Rose L., Moyle B.J. (2007), *Topology of Foreign Exchange Markets using Hierarchical Structure Methods*, „Physica A: Statistical Mechanics and its Applications”, vol. 382(1).
- Niedźwiedzińska J. (2021), *Inflation Targeting and Central Banks: Institutional Set-ups and Monetary Policy Effectiveness*, Routledge, DOI: 10.4324/9781003189244.
- Onnela J.-P., Chakraborti A., Kaski K., Kertész J. (2003a), *Dynamic Asset Trees and Black Monday*, „Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications”, vol. 324(1).
- Onnela J.-P., Chakraborti A., Kaski K., Kertész J., Kanto A. (2003b), *Asset Trees and Asset Graphs in Financial Markets*, „Physica Scripta”, vol. T106.
- Perea M., Kashama M.K. (2017), *The negative interest rate policy in the euro area and the supply of bank loans*, Economic Review issue III, National Bank of Belgium.
- Rostagno M., Binda U., Kamps A., Lemke W., Sugo T., Vlassopoulos F. (2016), *Breaking through the zero line: The ECB's negative interest rate policy*, Brookings Institution, 6 czerwca 2016 r., Waszyngton, DC.
- SNB (2016), *Quarterly Bulletin*, Swiss National Bank, no. 2/2016.