

SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE
KOLEGIUM ANALIZ EKONOMICZNYCH



**Unexpectedly low inflation in a small open economy — the
case of Poland**

Okres nieoczekiwanie niskiej inflacji w małej, otwartej gospodarce — wybrane
zagadnienia na przykładzie gospodarki Polski

Karol Szafranek

Autoreferat rozprawy doktorskiej
przygotowanej pod kierunkiem naukowym
prof. dr. hab. Andrzeja Sławińskiego

Warszawa, grudzień 2018

WPROWADZENIE: ZASADNICZY PROBLEM BADAWCZY

Po globalnym kryzysie finansowym lat 2007-2009 i wywołanej nim najgłębszej od 1929 r. recesji pojawił się problem nieoczekiwanie niskiej inflacji. Było to zjawisko zaskakujące w tym sensie, że w środowisku odbudowującego się wzrostu gospodarczego, systematycznej poprawy na rynku pracy oraz silnego łagodzenia polityki pieniężnej przez wiodące banki centralne przy wykorzystaniu niekonwencjonalnych programów skupu aktywów inflacja w krajach rozwiniętych oraz części krajów rozwijających się trwale i uporczywie utrzymywała się na poziomie znacznie niższym niż wynikało to ze wskazań tradycyjnie wykorzystywanych modeli ekonomicznych i ekonometrycznych, które określały dotychczasowe prawidłowości pomiędzy oddziaływaniem krajowych czynników cyklicznych a dynamiką cen w gospodarce.

Następstwem wystąpienia niskiej inflacji było to, że zarówno prognozy tempa zmian cen w gospodarce uzyskiwane przy wówczas wykorzystywanych modelach ilościowych, jak i oczekiwania inflacyjne formułowane przez uczestników rynku i odzwierciedlające ich przeświadczenie o skuteczności banków centralnych w sprowadzaniu inflacji do poziomów określanych mianem celu inflacyjnego, okazywały się systematycznie obciążone. W efekcie stopień wiarygodności polityki *forward guidance*, której głównym celem było informowanie uczestników życia gospodarczego, przy jakim poziomie bezrobocia i tempa wzrostu gospodarczego banki centralne zaczęły podnosić stopy procentowe, zaczął się szybko obniżać. Wielokrotnie okazywało się bowiem, że nawet przy bardzo niskich (często historycznie najniższych) poziomach bezrobocia oraz relatywnie wysokim (w stosunku do tempa potencjalnego) tempie wzrostu PKB, inflacja w wielu gospodarkach rozwiniętych i części rozwijających się, w tym w Polsce, utrzymywała się znacznie poniżej celów inflacyjnych banków centralnych.

Jednym z symptomów tego, jak nietypowym wyzwaniem stało się dla banków centralnych wystąpienie niskiej inflacji, było to, że Rezerwa Federalna i Bank Japonii wprowadziły w tamtym okresie oficjalnie cele inflacyjne nie po to, by obniżyć oczekiwania inflacyjne, jak miało to miejsce w latach 90., lecz po to, by podwyższyć poziom oczekiwanej inflacji, co okazało się zresztą – też dość nieoczekiwanie – mało skuteczne. W obliczu trudności w wyjaśnieniu kształtowania się dynamiki cen na zaskakująco niskim poziomie – zarówno w ujęciu teoretycznym, jak i empirycznym – oraz we wpływności przez wiodące banki centralne na bieżące i oczekiwane tempo zmian cen w gospodarkach, ekonomiści określili występowanie niskiej inflacji mianem zagadki (ang. *low inflation puzzle*)

W tych uwarunkowaniach makroekonomicznych koniecznym stało się wyjaśnienie przyczyn nietypowego kształtowania się inflacji oraz takie udoskonalenie metod jej prognozowania, by oczekiwania formułowane na ich podstawie przestały systematycznie przeszacowywać tempo zmian cen w gospodarce. Moje badania, których wyniki przedstawiam w cyklu spójnych tematycznie publikacji stanowiących mój dorobek badawczy doktoratu, dotyczyły obu problemów w odniesieniu do Polski.

W Polsce zjawisko nietypowo niskiej inflacji wystąpiło z podobną intensywnością co w krajach wysoko rozwiniętych. Zidentyfikowanie źródeł nietypowego kształtowania się tempa zmian cen stało się ważne dla adekwatności i skuteczności przyszłej polityki pieniężnej Narodowego Banku Polskiego. Dlatego też celem moich badań było (1) wyjaśnienie przyczyn

wystąpienia nieoczekiwanie niskiej inflacji, zwłaszcza z lat 2012-2016 oraz (2) opracowanie takich metod jej prognozowania, by możliwe było zmniejszenie lub wyeliminowanie systematycznego przeszacowania prognoz krótkoterminowych.

Ze względu na to, że wyniki moich badań mają głównie charakter metodologiczny, pozwalając między innymi na zmniejszenie stopnia przeszacowania krótkoterminowych prognoz inflacji, ich znaczenie jest uniwersalne. Wnioski z przedłożonych badań powinny okazać się użyteczne nie tylko prowadzenia polityki pieniężnej w Polsce, ale także w szeregu innych małych otwartych gospodarek.

WYSTĄPIENIE NIEOCZEKIWANIE NISKIEJ INFLACJI

Po 2011 r. inflacja w wielu krajach rozwiniętych i rozwijających się zaczęła się szybko obniżać, po czym utrzymywała się w uporczywy sposób na nieoczekiwanie niskim (często ujemnym) poziomie. Wskutek kształtowania się inflacji w ten sposób w wielu krajach jednocześnie, w literaturze ekonomicznej zaczęto wyróżniać okres „nadmiernej” dezinflacji (ang. *excessive disinflation*, European Central Bank, 2017), a po nim okres nieoczekiwanie niskiej inflacji (ang. *low inflation*, Bobeica i Jarocinski, 2019). Jego cechą charakterystyczną było kształtowanie się rocznego tempa zmian cen towarów i usług konsumpcyjnych na zaskakująco niskim poziomie mimo trwającego od 2009 r. stopniowego ożywienia gospodarczego i towarzyszącej mu systematycznej poprawy na rynku pracy (Bank for International Settlements, 2017). Sytuacja ta z natury rzeczy rodziła potrzebę zidentyfikowania przyczyn tego nietypowego zjawiska, dając także asumpt do doskonalenia metod prognozowania.

W rozwijającej się malej otwartej gospodarce Polski również nastąpił okres nietypowego (z historycznego punktu widzenia) kształtowania się inflacji. Od początku 2012 r., mimo wyraźnego ożywienia koniunktury, inflacja CPI (ang. *consumer price index*) wykazywała wyraźny trend spadkowy, obniżając się z 4,1% w I kw. 2012 r. do -1,5% r/r w I kw. 2015 r., i pozostawała ujemna do IV kw. 2016 r. Jednocześnie tempo wzrostu gospodarczego osłabło jedynie w I kw. 2013 r., kształtując się przeważnie na poziomie przekraczającym 3% r/r. Co więcej, stopa bezrobocia obniżała się systematycznie, osiągając z czasem historycznie najniższe poziomy. Uporczywość niskiej inflacji w Polsce polegała na tym, że jej prognozy sporządzane przez analityków sektora finansowego, instytucje zewnętrzne oraz Narodowy Bank Polski okazywały się systematycznie przeszacowywane, zwłaszcza w średnim okresie.

CELE, PROBLEMY I HIPOTEZY BADAWCZE

W publikacjach przedłożonych w ramach doktoratu wyjaśniam przyczyny wystąpienia nieoczekiwanie niskiej inflacji w Polsce i opracowuję nową metodę sporządzania krótkoterminowych prognoz inflacji. Na prezentowany w ramach doktoratu dorobek składają się cztery artykuły napisane samodzielnie lub we współautorstwie. Wszystkie te prace zostały już opublikowane bądź przyjęte do publikacji w czasopismach indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* i posiadających współczynnik wpływu IF.

W treści artykułów identyfikuję źródła występowania uporczywie niskiej dynamiki cen w Polsce. Szczególny nacisk kładę również na zagadnienia niepewności związanej z

doborem zmiennych do modelu ekonometrycznego objaśniającego kształtowanie się tempa zmian cen w gospodarce oraz trudności wynikające z wyborem poprawnej jego specyfikacji. Wyzwania te są szczególnie istotne, gdyż na wyniki analiz – a tym samym na decyzje banku centralnego – problemy związane z procesem modelowania zjawisk ekonomicznych w warunkach niepewności powinny mieć możliwie jak najmniejszy wpływ.

Zaproponowane przeze mnie podejścia modelowe polegają na formułowaniu rekomendacji w oparciu o syntezę wyników z wielu konkurencyjnych modeli. W prowadzonych badaniach szacuję znaczną liczbę modeli ekonometrycznych o specyfikacjach uzasadnionych na gruncie teorii ekonomii, analizuję komplementarność wyników otrzymywanych na danych zagregowanych i zdezagregowanych a także dokonuję uśredniania dziesiątek tysięcy prognoz z generowanych modeli statystyczno-ekonometrycznych. Wśród bogatego spektrum wykorzystywanych w toku badań modeli oraz metod ekonometrycznych i statystycznych służących celom poznawczym i prognostycznym należy wyróżnić: 1) strukturalne modele wektorowej autoregresji identyfikowane przy wykorzystaniu kombinacji restrykcji zerowych i na kierunek reakcji funkcji reakcji na impuls, 2) modele ze stałymi i zmiennymi w czasie parametrami estymowane metodami bayesowskimi i uogólnioną metodą momentów czy 3) sztuczne sieci neuronowe o specyfikacji uzależnionej od realizacji zmiennych losowych o zadanych rozkładach. W toku analiz przeprowadzam również szereg testów statystycznych sprawdzających poprawność i istotność formułowanych wniosków.

W swoich artykułach skoncentrowałem się na czterech wybranych problemach badawczych związanych z wystąpieniem okresu nietypowo niskiej inflacji. Punktem wyjścia dla prowadzonych badań była analiza systematycznie obniżającej się inflacji w wielu krajach europejskich po 2011 r. (Hałka i Szafranek, 2016). W tym celu posłużyłem się wybranymi metodami ilościowymi wykorzystywanymi często do badania zależności cen aktywów na rynkach finansowych (Diebold i Yilmaz, 2012) do pomiaru tzw. rozlewania się inflacji. Zjawisko to, polegające na rosnącej współzależności tempa zmian cen towarów i usług konsumpcyjnych, analizowałem w wymiarze krajowym i międzynarodowym. Celem badania było wskazanie, że obniżanie się inflacji w różnych krajach nie wynikało wyłącznie z efektów bezpośrednich i jednoczesnych, związanych z oddziaływaniem wspólnego czynnika – postulowanym wówczas spadkiem cen surowców na rynku światowym – lecz jest zjawiskiem bardziej złożonym. Analiza wykazała istotność współzależności występujących pomiędzy różnymi kategoriami dóbr i usług konsumpcyjnych w ramach danego koszyka konsumpcyjnego, danego kraju, a także pomiędzy komponentami inflacji w gospodarkach cechujących się różnym poziomem otwartości i rozwoju gospodarczego, stanowiąc komplementarne podejście do podobnych analiz prezentowanych w literaturze przedmiotu (Osorio i Unsal, 2013; Iossifov i Podpiera, 2014). Ostatecznym zaś celem pomiaru efektu „zarażania się” niską inflacją pomiędzy krajami było uwypuklenie rosnącego znaczenia czynników globalnych w kształtowaniu inflacji na poziomie zagregowanym (Borio i Filardo, 2007; Ciccarelli i Mojon, 2010) i zdezagregowanym (Monacelli i Sala, 2009).

Wyniki badań – wskazujące na rosnący wpływ uwarunkowań globalnych na kształtowanie się krajowej inflacji – skłoniły mnie do pogłębionej analizy wrażliwości inflacji na krajowe wahania koniunktury, a więc zbadania czynników wpływających na zmieniające się w czasie nachylenie krzywej Phillipsa w gospodarce polskiej (Szafranek, 2017). Badanie

to miało umożliwić stwierdzenie, czy w okresie niskiej inflacji nastąpiło wyplaszczanie krzywej Phillipsa przejawiające się spadkiem wrażliwości inflacji na dostosowania krajowej aktywności gospodarczej przy jednoczesnym wzroście jej podatności na popytowe i podażowe czynniki globalne. Analiza miała na celu uzupełnić bogatą literaturę przedmiotu dotyczącą krajów rozwiniętych (Musso i in., 2009; Kuttner i Robinson, 2010; Abbas i Sgro, 2011; IMF, 2014; Coibion i Gorodnichenko, 2015; Blanchard i in., 2015) o wnioski dla małej, otwartej gospodarki. Ze względu na znaczną niepewność towarzyszącą estymacji nowokeynesowskich hybrydowych krzywych Phillipsa (Mavroeidis i in., 2014) w badaniu szacowałem równoważne i dobrze umotywowane na gruncie teorii ekonomii specyfikacje tego równania przy wykorzystaniu konkurencyjnych metod ekonometrycznych. Wnioski zostały sformułowane w oparciu o szczegółową analizę przekroju przez otrzymany rozległy zbiór ocen parametrów. Główną konkluzją płynącą z przeprowadzonego badania jest to, że w okresie niskiej inflacji nastąpił spadek wrażliwości tempa zmian cen towarów i usług konsumpcyjnych na zmiany krajowej aktywności gospodarczej, co w pewnych okolicznościach może utrudniać prowadzenie polityki pieniężnej.

Moim trzecim problemem badawczym była szersza analiza źródeł nieoczekiwanej niskiej inflacji ze względu na charakter i pochodzenie szoków ekonomicznych kształtujących tempo zmian cen (Szafranek i Hałka, 2018). Ważnym zagadnieniem, uzupełniającym literaturę przedmiotu (Globan i in., 2016; Hałka i Kotłowski, 2017; Conti i in., 2017; Bobeica i Jarocinski, 2019) oraz wcześniejsze badanie nachylenia krzywej Phillipsa na podstawie modelu zredukowanego (Szafranek, 2017) stała się dekompozycja inflacji na oddziaływanie popytowych i podażowych szoków wewnętrznych i zewnętrznych przy wykorzystaniu modelu strukturalnego. Jednym z narzędzi umożliwiających odpowiedź na takie pytania badawcze był bayesowski strukturalny model wektorowej autoregresji identyfikowany zgodnie z metodą kombinacji restrykcji zerowych i na kierunek reakcji funkcji reakcji na impuls (Arias i in., 2018). Dzięki niej mogłem nadać zidentyfikowanym szokom ekonomiczną interpretację krajowego szoku popytowego i podażowego, globalnego (zagranicznego) szoku popytowego, globalnego szoku podażowego ropy naftowej, szoku krajowej polityki pieniężnej i szoku walutowego oraz określić siłę ich wpływu na tempo zmian cen w gospodarce polskiej. Powtórzenie badania na danych zdezagregowanych pozwoliło na sprawdzenie, czy wnioski otrzymane w toku prowadzonych badań na danych zagregowanych są poprawne. Otrzymane rezultaty wskazywały, że w okresie niskiej inflacji silnie wzrosło znaczenie szoków zewnętrznych (przy czym oddziaływanie globalnego szoku popytowego było zazwyczaj silniejsze niż oddziaływanie szoku związanego z dostępnością ropy naftowej), lecz krajowe szoki popytowe w dalszym ciągu okazały się istotne dla kształtowania się inflacji w małej otwartej gospodarce.

Czwartym i ostatnim poruszonym przeze mnie problemem badawczym było zagadnienie prognozowania inflacji w okresie jej nietypowego kształtowania się (Szafranek, 2019). Motywacją do przeprowadzenia takich analiz było to, że sporządzanie dokładnych prognoz krótkookresowych i średniookresowych w warunkach niepewności stało się w okresie niskiej inflacji trudniejsze niż zwykle, gdyż tradycyjnie wykorzystywane metody prognozowania zawiodły (European Central Bank, 2017). W tym kontekście zaproponowałem nowy model prognostyczny, który w swej budowie łączy wykorzystanie rozległych baz danych wskaźni-

ków makroekonomicznych opisujących krajową i globalną koniunkturę (Baranowski i in., 2010), metody uczenia maszynowego wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe (Breiman, 1996; Zhang i in., 1998) o specyfikacjach generowanych według zadanego rozkładu losowego oraz wybrane metody kombinacji prognoz (Timmermann, 2006). W symulacji prognozytycznej, przeprowadzonej w czasie pseudo-rzeczywistym (ang. *pseudo real-time*) sprawdziłem, czy wykorzystanie kombinacji tysięcy ściśle nieliniowych modeli prowadzi do uzyskania statystycznie lepszych prognoz od wielu tradycyjnych modeli odniesienia w okresie niskiej inflacji. Otrzymane wyniki umożliwiły mi sformułowanie rekomendacji uzupełnienia procesu prognozytycznego w bankach centralnych o wykorzystanie modeli nieliniowych do prognozowania inflacji. W artykule argumentowałem, że dokładne prognozy tempa zmian cen konsumpcyjnych są kluczowe dla określenia parametrów polityki pieniężnej banku centralnego (Kotłowski, 2016) i dlatego powinny być preferowane nawet w sytuacji, gdy ich uzyskanie może wiązać się z kosztem utraty możliwości interpretacji zależności modelowych.

Podsumowując, zrealizowaniu podstawowego celu pracy doktorskiej były podporządkowane trzy cele pośrednie:

Cel 1: Analiza wrażliwości inflacji w Polsce na tempo zmian cen w bliskim otoczeniu gospodarki krajowej:

Hipoteza badawcza 1: Procesy inflacyjne w gospodarce polskiej są silnie uzależnione od przebiegu procesów inflacyjnych w otoczeniu zewnętrznym.

Cel 2: Określenie przyczyn nieoczekiwanej niskiej inflacji w Polsce w latach 2012-2016:

Hipoteza badawcza 2.A: Wpływ krajowej aktywności gospodarczej na inflację osłabił, prowadząc do wypłaszczenia się krzywej Phillipsa.

Hipoteza badawcza 2.B: Wprawdzie nieoczekiwana dezinflacja w Polsce wynikała przede wszystkim ze zmiany poziomu krajowej aktywności gospodarczej, to wystąpienie deflacji było głównie efektem oddziaływania czynników zewnętrznych.

Hipoteza badawcza 2.C: Ceny poszczególnych grup towarów i usług reagują w zróżnicowany sposób na występowanie krajowych i globalnych szoków popytowych i podażyowych.

Cel 3: Skonstruowanie modelu prognozytycznego uwzględniającego niepewność specyfikacji oraz problem doboru zmiennych objaśniających w prognozowaniu inflacji:

Hipoteza badawcza 3.A: Wykorzystanie rozległej bazy danych oraz uśredniania prognoz generowanych metodami uczenia maszynowego zwiększa trafność krótkookresowych prognoz inflacji.

Hipoteza badawcza 3.B: Łączenie wybranych modeli liniowych i nieliniowych prowadzi do uzyskiwania dokładniejszych prognoz.

SYNTEZA NAJWAŻNIEJSZYCH WYNIKÓW ORAZ WKŁAD DO LITERATURY

W cyklu artykułów tworzących moją rozprawę doktorską zweryfikowałem postawione hipotezy badawcze. Według mojej najlepszej wiedzy jest to pierwsza praca przedstawiająca szczegółowe wyjaśnienie kształtowania się inflacji na nieoczekiwanie niskim poziomie w małej, otwartej gospodarce rozwijającej się. Jej wkład do międzynarodowej literatury ekonomicznej jest następujący.

Po pierwsze, wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że tempo zmian cen w gospodarce polskiej w okresie niskiej inflacji było w przeważającej mierze kształtowane przez czynniki globalne. Analizy przeprowadzone przy wykorzystaniu zaproponowanego indeksu napięć inflacyjnych oraz wyniki dekompozycji wariancji błędu prognozy z uogólnionego modelu wektorowej autoregresji (Koop i in., 1996; Pesaran i Shin, 1998; Diebold i Yilmaz, 2012) wykazały, że systematycznemu obniżaniu się inflacji towarzyszył wzrost tzw. rozlewania się niskiej inflacji. Proces ten nasilał się zarówno w ujęciu krajowym, na co wskazywał stabilnie rosnący udział komponentów koszyka towarów i usług wykazujących tendencje deflacyjne, jak i międzynarodowym, odzwierciedlonym przez rosnące uzależnienie się inflacji w kraju od tempa zmian cen w otoczeniu polskiej gospodarki, przede wszystkim w dużej gospodarce strefy euro (Halka i Szafranek, 2016). Silny wpływ zewnętrznych uwarunkowań na krajowy wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych znalazł swoje odzwierciedlenie w wypłaszczeniu się krzywej Phillipsa, przejawiającym się słabnącą wrażliwością inflacji na wahania krajowej koniunktury (Szafranek, 2017) i analogicznym do obserwowanego w krajach rozwiniętych (Musso i in., 2009; Kuttner i Robinson, 2010; Abbas i Sgro, 2011; IMF, 2014; Coibion i Gorodnichenko, 2015; Blanchard i in., 2015; Bank for International Settlements, 2017).

W badaniach przeprowadzonych w oparciu o zredukowaną postać nowokeynesowskiej krzywej Phillipsa wykazałem, że w okresie niskiej inflacji czynniki globalne zaczęły odgrywać coraz silniejszą rolę w kształtowaniu nie tylko inflacji CPI, lecz również inflacji bazowej (mierzonej jako inflacja po wyłączeniu cen żywności i energii oraz skorygowaniu o wpływ podatków pośrednich). Potwierdziło to istotność oddziaływania czynników pośrednich w procesach cenotwórczych oraz występowanie efektu wzajemnego „zarażania się” niską inflacją poszczególnych komponentów wskaźnika CPI. Dalsza analiza wewnętrznych i zewnętrznych źródeł inflacji na podstawie strukturalnego modelu wektorowej autoregresji (Szafranek i Halka, 2018) uwypukliła decydujący wpływ osłabienia globalnego popytu oraz silnego spadku cen ropy naftowej na wystąpienie deflacji w Polsce, potwierdzając tym samym, że globalne czynniki popytowe i podażowe silnie wpływają na tempo zmian cen w małej, otwartej gospodarce. Jednocześnie wyniki oszacowań wpływu szoków globalnych na tempo zmian cen okazały się spójne z wynikami uzyskanymi w przypadku innych krajów dla danych zagregowanych (m.in. Ciccarelli i Mojon, 2010; Mumtaz i Surico, 2012; Aastveit i in., 2016) i zdezagregowanych (Monacelli i Sala, 2009).

Po drugie, pomimo istotnego znaczenia czynników globalnych, koniunktura krajowa w dalszym ciągu miała pewien wpływ na tempo zmian cen. Choć krzywa Phillipsa uległa znacznemu wypłaszczeniu – czemu towarzyszył wzrost siły wpływu inflacji importowanej

na poziom inflacji krajowej oraz niepełne wykorzystanie zasobów pracy w gospodarce (Wyszynski, 2016) – zależność pomiędzy poziomem inflacji a krajowymi czynnikami cyklicznymi pozostała statystycznie istotna (Szafranek, 2017). Dalsze badania prowadzone przy pomocy modelu strukturalnego potwierdziły, że zmiany poziomu aktywności gospodarczej w okresie niskiej inflacji przyczyniły się przede wszystkim do silnego obniżenia się inflacji (nadmiernej dezinflacji w gospodarce polskiej występującej po 2011 roku), podczas gdy w okresie deflacji niepełne wykorzystanie czynników wytwórczych oddziaływało w kierunku obniżania się inflacji już w relatywnie słabszym stopniu (Szafranek i Hałka, 2018).

Po trzecie, przeprowadzone analizy wskazały na szeroki zakres czynników makroekonomicznych okresowo silnie wpływających na kształtowanie się inflacji, co ma istotne implikacje dla budowy modeli prognostycznych. W całym okresie niskiej inflacji prognozy z większości tradycyjnych modeli, uwzględniających wyłącznie wybrane zmienne makroekonomiczne, w systematyczny sposób przeszacowywały poziom inflacji i okazały się znacznie obciążone (European Central Bank, 2017). Wskazywały również na to przeprowadzone przeze mnie analizy kontrfaktyczne wykorzystujące stylizowane hybrydowe krzywe Phillipsa (Szafranek, 2017). Uzyskane wyniki badań potwierdziły zatem wcześniejsze wnioski z literatury przedmiotu, według których pomimo znacznego rozwoju narzędzi ekonometrycznych oraz rosnącej liczby prac nad determinantami inflacji, jej prognozowanie w dalszym ciągu pozostaje dużym wyzwaniem (Atkeson i Ohanian, 2001; Stock i Watson, 2007; Faust i Wright, 2013). W toku dalszych badań wskazałem, że alternatywne podejście do prognozowania inflacji (Szafranek, 2019), dotąd sporadycznie wykorzystywane w bankach centralnych (Chakraborty i Joseph, 2017), może skutecznie uzupełniać ich instrumentarium prognostyczne. Zaproponowany przeze mnie model uwzględnia znaczną niepewność związaną z doбором odpowiednich zmiennych objaśniających oraz problem poprawnej specyfikacji modelu poprzez uśrednianie tysięcy losowo generowanych specyfikacji modeli nieliniowych wykorzystujących wybrane metody uczenia maszynowego (Breiman, 1996; Zhang i in., 1998; Timmermann, 2006). Wyniki symulacji przeprowadzonych w czasie pseudo-rzeczywistym wskazały, że model ten charakteryzował się znacznie niższym obciążeniem i wyższą jakością prognoz. Z kolei otrzymane wyniki testów statystycznych (Giacomini i White, 2006; Hansen, 2005) potwierdziły, że trafność prognoz z takiego modelu okazuje się w istocie znacznie wyższa w okresie niskiej inflacji niż predykcji z rozpatrywanych modeli odniesienia. Przeprowadzone analizy uwypukliły również korzyści płynące z dalszego uśredniania krótkoterminowych prognoz tempa zmian cen w polskiej gospodarce z gamy jednowymiarowych i wielowymiarowych modeli liniowych i nieliniowych.

Po czwarte, prowadzenie badań przy wykorzystaniu zarówno danych zagregowanych, jak i zdezagregowanych oraz wykorzystywanie wielu konkurencyjnych modeli, metod estymacji i wnioskowania jest motywowane w mojej pracy badawczej znacznym poziomem niepewności towarzyszącym modelowaniu i prognozowaniu inflacji (Faust i Wright, 2013; Mavroudis i in., 2014; Abbas i in., 2016) i jest szczególnie przydatne w okresie nietypowego jej kształtowania. W tym kontekście trzy zagadnienia są szczególnie ważne. Po pierwsze, ze względu na postulowane w literaturze przedmiotu problemy z właściwym doбором zmiennych i wyborem metod estymacji (Mavroudis i in., 2014), analiza zachowania się krzywej Phillipsa przy wykorzystaniu różnych miar aktywności gospodarczej, inflacji importowanej i oczekiwań

inflacyjnych oraz metod estymacji umożliwia dostarczenie bardziej rzetelnych wyników, niż wnioskowanie w oparciu jedną, wybraną specyfikację modelu. Po drugie, wykorzystanie danych zdezagregowanych w analizach prowadzonych w oparciu o strukturalny model wektorowej autoregresji pozwala na uwypuklenie zróżnicowanych reakcji tempa zmian cen poszczególnych komponentów koszyka towarów i usług, uzupełniając prowadzone analizy dla danych zagregowanych. Po trzecie, analiza przeprowadzona na zdezagregowanych wskaźnikach cen umożliwiła stworzenie miesięcznych indeksów cen reagujących na krajowe i globalne czynniki popytowe i podażowe. Miary te mogą stanowić cenne uzupełnienie indeksów odzwierciedlających procesy cenotwórcze w krajowej i światowej gospodarce, sygnalizując narastanie presji inflacyjnych i deflacyjnych pochodzących z różnych źródeł gospodarki. Z kolei podejście do prognozowania inflacji polegające na wykorzystaniu rozległej bazy zmiennych makroekonomicznych (Baranowski i in., 2010), metod uczenia maszynowego (Breiman, 1996; Zhang i in., 1998) i uśredniania tysięcy prognoz (Granger i Jeon, 2004; Timmermann, 2006) umożliwiło uwzględnienie znacznej niepewności związanej z prawidłowym doбором zmiennych i specyfikacji ściśle nieliniowego modelu oraz doprowadziło do uzyskania znacznie wyższej dokładności prognoz w okresie niskiej inflacji.

Określenie przyczyn występowania uporczywie niskiej inflacji w małej, otwartej gospodarce jest kluczowe dla prowadzenia adekwatnej polityki makroekonomicznej, przede wszystkim pieniężnej. Badanie mechanizmu i siły oddziaływania uwarunkowań zewnętrznych na dynamikę cen towarów i usług konsumpcyjnych oraz rozlewania się inflacji pomiędzy gospodarkami, uporczywości niskiej inflacji i jej przyczyn, a także rozwój nowoczesnych metod prognozowania zmian cen ma istotne znaczenie dla prowadzenia i komunikacji polityki pieniężnej (Blinder i in., 2008; Orphanides i Wieland, 2008; Kotłowski, 2016). Wnioski z prowadzonych analiz mogą okazać się cenne przy podejmowaniu decyzji przez bank centralny. Otrzymane wyniki badań wskazały jednocześnie, że prowadzenie pasywnej polityki pieniężnej w znacznej części okresu niskiej inflacji w Polsce było uzasadnione, a wpływ wysokości stóp procentowych na krajowe tempo zmian cen pozostał neutralny (Szafranek i Hałka, 2018), choć wypłaszczenie krzywej Phillipsa stwarzało ryzyko wzrostu ekonomicznego kosztu stabilizowania inflacji (Szafranek, 2017). Proponowany ściśle nieliniowy model prognostyczny (Szafranek, 2019) może być uwzględniony w gamie modeli wykorzystywanych do tworzenia krótkookresowych prognoz inflacji pełniących istotną rolę w procesie decyzyjnym dotyczącym określania kształtu polityki pieniężnej, choć wiąże się to z utratą bezpośredniej możliwości interpretacji zależności występujących w ramach modelu.

W cyklu publikacji analizuję cztery powiązane ze sobą zagadnienia służące wyjaśnieniu przyczyn nietypowego kształtowania inflacji oraz implikacji z tego wynikających dla prognozowania tempa zmian cen. Zaproponowana kolejność prac:

1. rozlewanie się niskiej inflacji,
2. wypłaszczenie się krzywej Phillipsa,
3. przyczyny nieoczekiwania niskiej inflacji,
4. prognozowanie nietypowo niskiej inflacji

odzwierciedla następstwo rozpatrywanych problemów badawczych, szerzej omówionych w sekcji *Cele, problemy i hipotezy badawcze*. W dalszej części niniejszej pracy przedstawiam, jak te zagadnienia zostały zaprezentowane w przedłożonych przeze mnie publikacjach.

ROZLEWANIE SIĘ NISKIEJ INFLACJI

Zgłoszony przeze mnie cykl publikacji otwiera artykuł *Whose Inflation Is It Anyway? Inflation Spillovers Between The Euro Area and Small Open Economies*, który został opublikowany w czasopiśmie *Eastern European Economics* (Hałka i Szafranek, 2016).

Punktem wyjścia dla artykułu jest wskazanie, że wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych oraz inflacja bazowa w wielu krajach europejskich zaczęły się systematycznie obniżać począwszy od 2012 roku, prowadząc z czasem do nasilania się procesów deflacyjnych przy jednoczesnym wystąpieniu stopniowego ożywienia gospodarczego. Rzadkie współwystępowanie silnej dezinflacji i wzrostu aktywności gospodarczej jednocześnie w wielu krajach skłoniła mnie oraz współautorkę do analizy przyczyn rozlewania się tego zjawiska w ujęciu krajowym i międzynarodowym.

Teoria ekonomii wskazuje, że przy wzroście zagregowanego produktu spadek cen może występować w wyniku zaistnienia szoku podażowego związanego m.in. ze spadkiem cen surowców. W literaturze przedmiotu wpływ czynników zewnętrznych na poziom inflacji określa się zazwyczaj poprzez analizowanie krzywej Phillipsa uwzględniającej zagraniczną lukę popytową, wpływ czynników podażowych (Borio i Filardo, 2007) lub oddziaływanie nieobserwowalnych czynników (Ciccarelli i Mojon, 2010). Hakkio (2009) formułuje hipotezę, że współzmiennosc inflacji w różnych krajach odzwierciedla współzmiennosc czynników, które ją powodują. Należy również wziąć pod uwagę to, że na poziom inflacji w małych, otwartych gospodarkach może wpływać także geograficzna bliskość ich dużych partnerów handlowych (Iossifov i Podpiera, 2014; Osorio i Unsal, 2013; Auer i Sauré, 2013).

Patrząc przez pryzmat statystycznej dekompozycji wskaźnika CPI, wśród czynników sprzyjających obniżaniu się inflacji po 2011 r. ekonomiści wymieniali przede wszystkim obniżające się ceny energii i żywności. W przeprowadzonym wraz ze współautorką badaniu dokonujemy analizy jednoczesnego rozprzestrzeniania się (tzw. rozlewania się) inflacji w skali międzynarodowej (w różnych krajach jednocześnie). Badamy również proporcje, w jakich obniżają się ceny dóbr i usług stanowiących poszczególne komponenty inflacji HICP (ang. *harmonised index of consumer prices*). Celem analizy jest wykazanie, że – wbrew ogólnemu wówczas w tym względzie przekonaniu – obniżanie się tempa zmian cen w okresie niskiej inflacji nie wynika wyłącznie z efektów bezpośrednich, wywołanych wystąpieniem wspólnego dla wielu gospodarek czynnika (silnego spadku cen na rynku surowców), lecz jest zjawiskiem bardziej złożonym, w przypadku którego efekty pośrednie i ich rozprzestrzenianie się – rozlewanie czy wręcz „zarażanie” – mają istotne znaczenie. W tym celu wykorzystujemy zdezagregowany wskaźnik cen towarów i usług konsumpcyjnych do pomiaru siły rozlewania się niskiej inflacji pomiędzy poszczególnymi komponentami wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych. Na tej podstawie tworzymy indeks napięć inflacyjnych odzwierciedlający kształtowanie się presji cenowej w gospodarce. Z kolei w celu kwantyfikacji rozlewania się inflacji pomiędzy gospodarkami wykorzystujemy uogólniony model wektorowej autoregresji (ang. *generalized VAR*) oraz metodykę obliczania efektów rozlewania (Diebold i Yilmaz, 2012) opartą na dekompozycji KPPS (Koop i in., 1996; Pesaran i Shin, 1998).

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że indeks napięć inflacyjnych sygnalizował silne obniżanie się inflacji od początku 2012 roku w analizowanych gospodarkach. Powszechnie-

ność niskiej inflacji w analizowanych krajach umotywowwała prowadzenie dalszej analizy efektu „zarażania się” niską inflacją pomiędzy małymi, otwartymi gospodarkami a dużą, rozwiniętą gospodarką strefy euro. Analizując statystyki dotyczące rozlewania się inflacji pomiędzy gospodarkami w pełnej próbie, odnotowaliśmy największe efekty rozlewania dla inflacji HICP, a najsłabsze dla inflacji HICP po wyłączeniu cen energii i nieprzetworzonej żywności (jednej z miar inflacji bazowej). Wniosek ten jest spójny z ekonomiczną intuicją, gdyż inflacja HICP w szerszym stopniu jest kształtowana przez czynniki wspólne dla różnych gospodarek (m.in. globalną lukę popytową czy ceny surowców, Ciccarelli i Mojon, 2010), podczas gdy na inflację bazową w większym stopniu powinny wpływać czynniki krajowe (Szafranek i Hałka, 2018). Z kolei rozlewanie się inflacji towarów i usług okazało się zbliżone i umiarkowane.

Uzyskanie bardziej szczegółowych wyników uwypuklających tendencje przenikania inflacji pomiędzy gospodarkami w czasie było możliwe dzięki przeprowadzeniu analizy w rolowanym oknie estymacji. Zależność inflacji HICP oraz inflacji bazowej była stabilna po wybuchu kryzysu finansowego, wykazując jedynie nieznacznie rosnący trend w okresie niskiej inflacji – przenikanie się impulsów cenowych pomiędzy gospodarkami było umiarkowane. Natomiast od początku 2012 roku systematycznie wzrastał indeks rozlewania się inflacji cen towarów nieżywnościowych oraz usług, co sygnalizowało rosnący wpływ globalizacji na ceny tych komponentów. Dokładna analiza kierunków wzajemnego wpływu inflacji w różnych krajach, możliwa dzięki wykorzystaniu uogólnionego modelu VAR i strukturalnej dekompozycji KPPS, uwypukliła silne uzależnienie inflacji w małych, otwartych gospodarkach, w tym w Polsce, od inflacji w dużej, rozwiniętej gospodarce strefy euro. Otrzymane wnioski okazały się zgodne z konkluzjami innych badań analizujących podobne zależności dotyczące wzajemnego oddziaływania rozprzestrzeniających się impulsów cenowych pomiędzy gospodarkami o różnych charakterystykach i pozostających w geograficznej bliskości (Iossifov i Podpiera, 2014; Osorio i Unsal, 2013).

Z punktu widzenia prowadzenia polityki pieniężnej badanie zawiera dwie istotne przesłanki. Po pierwsze, na inflację w Polsce coraz silniej wpływa inflacja w dużej, rozwiniętej gospodarce strefy euro. Oznacza to, że proces stanowienia cen w gospodarce Polski coraz silniej jest uzależniony od globalnych mechanizmów cenotwórczych. Dodatkowa analiza danych zdezagregowanych wskazała jednocześnie na rosnącą zależność cen usług w Polsce od kształtowania się cen w strefie euro, co można interpretować jako postępujący proces ich globalizacji. Po drugie, w badaniu zaproponowano metodykę obliczania prostej miary przybliżającej natężenie presji inflacyjnej w gospodarce w oparciu o dane zdezagregowane. Co istotne, przedstawiony indeks nie podlega rewizji i jest miesięcznej częstotliwości. Wydaje się to zatem ciekawa i prosta alternatywa dla bardziej skomplikowanych miar aktywności gospodarczej odzwierciedlającej poziom presji cenowej (na przykład luki popytowej), które nie są zazwyczaj bezpośrednio obserwowane, mają niższą częstotliwość oraz podlegają rewizjom. Wprowadzony indeks umożliwia władzom monetarnym bieżące monitorowanie presji inflacyjnej w gospodarce.

WYPŁASZCZANIE SIĘ KRZYWEJ PHILLIPSA

Wyniki badania wskazujące na rosnący wpływ czynników zewnętrznych na kształtowanie się krajowej inflacji (Halka i Szafranek, 2016) skłoniły mnie do sprawdzenia, czy wrażliwość tempa zmian cen w Polskiej gospodarce na dostosowania krajowej koniunktury nie obniżyła się w okresie niskiej inflacji.

W drugim artykule analizuję zatem stabilność relacji zachodzącej pomiędzy inflacją a krajową aktywnością gospodarczą, badając wypłaszczenie się krzywej Phillipsa w małej, otwartej gospodarce w okresie niskiej inflacji. W tym celu wykorzystałem dane dla Polski. Artykuł zatytułowany *Flattening of the New Keynesian Phillips curve: Evidence for an emerging, small open economy* opublikowałem w czasopiśmie *Economic Modelling* (Szafranek, 2017).

Badania empiryczne analizujące zmieniającą się w czasie wrażliwość inflacji na krajowe wahania koniunktury są najczęściej prowadzone dla gospodarek rozwiniętych. Ich wyniki wskazują, że krzywa Phillipsa ulega wypłaszczeniu (m.in. Musso i in., 2009; Kuttner i Robinson, 2010; Abbas i Sgro, 2011; Blanchard i in., 2015). Wśród przyczyn tego zjawiska wymieniane są m.in.: sztywności nominalne (Baranowski i Kuchta, 2015), asymetryczność sztywności płacowych (Daly i Hobijn, 2014), wzrost znaczenia globalnego rynku produktów, kapitału i pracy oraz międzynarodowych sieci produkcji (Auer i in., 2017) oraz wzrost wiarygodności banków centralnych jako instytucji skutecznie stabilizujących inflację, co umożliwia zakotwiczenie oczekiwań inflacyjnych (Bernanke, 2007). Publikacje dotyczące tej problematyki dla małych, otwartych gospodarek rozwijających się są jednak stosunkowo nieliczne. Opublikowany przeze mnie artykuł podejmuje kwestię wypłaszczenia się krzywej Phillipsa właśnie w małej, otwartej gospodarce.

Postać funkcyjna krzywej Phillipsa (Phillips, 1958; Samuelson i Solow, 1960) jest przedmiotem szerokiej dyskusji w literaturze ekonomicznej. Mavroeidis i in. (2014) oraz Abbas i in. (2016) wskazują, że istnieje wiele równoważnych i dobrze umotywowanych na gruncie teorii ekonomii specyfikacji równania uzależniającego dynamikę cen bądź płac w gospodarce od poziomu aktywności gospodarczej. Jednakże dobór odpowiednich miar i metod estymacji pozostaje kwestią sporną. W ramach syntezy neoklasycznej (Goodfriend i King, 1997) zaproponowano obecnie powszechnie wykorzystywaną hybrydową nowokeynesowską krzywą Phillipsa opisującą zależność pomiędzy tempem zmian cen w gospodarce a krańcowymi kosztami firm, oczekiwaniami inflacyjnymi uczestników rynku oraz uporczywością inflacji (Gali i Gertler, 1999). Z empirycznego punktu widzenia rozszerzenie teoretycznej specyfikacji krzywej Phillipsa o dodatkowe zmienne odzwierciedlające wpływ czynników zagranicznych indukujących inflację kosztową (Gordon, 1990) oraz istotnych w transmisji szoków inflacyjnych i deflacyjnych pomiędzy gospodarkami (Borio i Filardo, 2007; Ciccarelli i Mojon, 2010; Auer i in., 2017) i estymacja parametrów postaci zredukowanej (Nason i Smith, 2008) może prowadzić do uzyskania pełniejszego obrazu procesu kształtowania się cen w danej gospodarce. Oceny parametrów krzywej Phillipsa dostarczają również istotnych wniosków dla prowadzenia polityki pieniężnej – umożliwiają określenie, w jakim stopniu inflacja reaguje na dostosowania czynników cyklicznych, oczekiwania inflacyjne, wpływ otoczenia zewnętrznego oraz własną inercję.

Uwzględniając wykazywaną w literaturze znaczną niepewność specyfikacji krzywej Phillipsa (Mavroidis i in., 2014), w pierwszym kroku przeprowadzam estymację parametrów wielu stylizowanych hybrydowych krzywych Phillipsa dla małej, otwartej gospodarki. W tym celu wykorzystuję modele ze stałymi parametrami w czasie estymowane przy pomocy uogólnionej metody momentów (ang. *generalized method of moments*, Hansen, 1982; Hansen i in., 1996) oraz modele ze zmiennymi parametrami w czasie i stochastyczną wariancją szacowane w sposób bayesowski (Carter i Kohn, 1994; Primiceri, 2005). W drugim kroku porównuję otrzymane dla dwóch prób oraz dwóch miar inflacji rozkłady ocen parametrów (badania przeprowadzam dla zharmonizowanych miar tempa zmian cen w gospodarce: inflacji HICP oraz jednej z miar inflacji bazowej HICP – inflacji po wyłączeniu cen żywności, energii, alkoholu i tytoniu, przy czym obie miary zostały oczyszczone z wpływu podatków pośrednich). Przeprowadzam również analizy kontrfaktyczne w okresie niskiej inflacji celem ustalenia, czy warunkowe prognozy wygasłe z krzywych Phillipsa skutecznie odzwierciedlają procesy inflacyjne zachodzące w gospodarce polskiej w okresie niskiej inflacji.

Wyniki przeprowadzonych przeze mnie badań wskazują, że krzywa Phillipsa w małej, otwartej gospodarce Polski w okresie niskiej inflacji uległa wypłaszczeniu. Nastąpił również wzrost znaczenia czynników zewnętrznych w kształtowaniu inflacji i nasiliły się efekty pośrednie związane z oddziaływaniem zewnętrznych uwarunkowań makroekonomicznych. Należy jednak podkreślić, że w dalszym ciągu zależność pomiędzy tempem zmian cen w gospodarce i krajowymi czynnikami cyklicznymi jest statystycznie istotna. Oznacza to, że okres nieoczekiwanej silnej dezinflacji przynajmniej częściowo wynikał z przejściowego osłabienia krajowej aktywności gospodarczej, a inflacja w Polsce (zwłaszcza inflacja bazowa) zaczęła być pod silniejszym wpływem czynników zewnętrznych (na co wskazywały również wyniki analizy rozlewania się inflacji pomiędzy krajami). Bardziej szczegółowe analizy przeprowadzone w badaniu uwypukliły, że jedną z przyczyn osłabienia badanej zależności było niepełne wykorzystanie zasobów pracy (Wyszyński, 2016). Analiza kontrfaktyczna wskazała natomiast, że przynajmniej w ujęciu *ex post* niektóre z oszacowanych modeli dobrze odzwierciedlały kształtowanie się inflacji w okresie jej systematycznego spadku, choć przeważnie prognozy warunkowe przeszacowywały w sposób systematyczny poziom inflacji w badanym okresie. Uzyskane wyniki sygnalizują, że prognozy z tradycyjnych modeli okazały się znacznie obciążone w okresie niskiej inflacji, co motywowało mnie do prowadzenia dalszych badań nad wykorzystaniem podejścia uczenia maszynowego do prognozowania inflacji w okresie jej nietypowego kształtowania się.

Spadek wrażliwości inflacji na dostosowania krajowej koniunktury może budzić obawy banku centralnego. Z jednej strony, wypłaszczająca się krzywa Phillipsa oznacza, że tylko silne wahania krajowej aktywności gospodarczej mogą prowadzić do spowolnienia bądź przyspieszenia inflacji. W efekcie ekonomiczny koszt stabilizacji inflacji wokół celu inflacyjnego może okazać się znaczny. Z drugiej strony, niska wrażliwość inflacji na zmiany krajowej aktywności gospodarczej potencjalnie może ułatwiać utrzymywanie przez bank centralny inflacji w pobliżu celu inflacyjnego.

PRZYCZYNY NIEOCZEKIWANIE NISKIEJ INFLACJI

Uzyskane wyniki wskazujące na wyplaszczenie się krzywej Phillipsa w Polsce (Szafranek, 2017) zrodziły potrzebę określenia charakteru i pochodzenia szoków ekonomicznych kształtujących krajową inflację na nieoczekiwanie niskim poziomem. Istotnym uzupełnieniem analizy inflacji przez pryzmat zredukowanej krzywej Phillipsa stało się zatem zbadanie jej źródeł przy wykorzystaniu strukturalnego modelu wektorowej autoregresji.

Artykuł prezentujący wyniki tych analiz, zatytułowany *Determinants of low inflation in an emerging, small open economy through the lens of aggregated and disaggregated approach*, został napisany we współautorstwie i został zaakceptowany do publikacji w czasopiśmie *Emerging Markets Finance and Trade* (Szafranek i Hałka, 2018).

Jak już wcześniej zaznaczałem, utrzymywanie się wyjątkowo niskiej inflacji, pomimo przyspieszającego stopniowo tempa wzrostu gospodarczego oraz systematycznej poprawy na rynku pracy, było w latach 2012-2016 zjawiskiem występującym w wielu gospodarkach i nieoczekiwanym przez ekonomistów, banki centralne i instytucje zewnętrzne (Constâncio, 2015; European Central Bank, 2017; Bank for International Settlements, 2017). W literaturze przedmiotu pojawiły się próby rozwikłania zagadki występowania uporczywie niskiego tempa zmian cen w gospodarce amerykańskiej, w strefie euro, a także w innych gospodarkach rozwiniętych przy wykorzystaniu rozwijanych równocześnie metod ilościowych (m.in. Coibion i Gorodnichenko, 2015; Christiano i in., 2015; Friedrich, 2016; International Monetary Fund, 2016; Conti i in., 2017; Bobeica i Jarocinski, 2019). W artykule mojego współautorstwa (Szafranek i Hałka, 2018) prowadziłem komplementarne badanie względem dostępnych analiz, określając przyczyny tego zjawiska w małej, otwartej gospodarce polskiej.

Analiza źródeł niskiej inflacji ukierunkowana na określenie charakteru i pochodzenia szoków ekonomicznych kształtujących tempo zmian cen w gospodarce stanowi rozszerzenie badania wpływu czynników krajowych i zagranicznych na poziom inflacji przy wykorzystaniu hybrydowych nowokeynesowskich krzywych Phillipsa. W badaniu posługujemy się strukturalnym modelem wektorowej autoregresji identyfikowanym przy wykorzystaniu kombinacji restrykcyjnych i na kierunek reakcji funkcji reakcji na impuls (Arias i in., 2018). Obrany kierunek badań i wybór metody badawczej jest uzasadniony z kilku powodów. Wykorzystanie takiego podejścia umożliwia określenie istotności oddziaływania krajowych i globalnych czynników na dynamikę cen. Ponadto, dzięki przyjętemu specyficznemu ujęciu modelowemu można dokonać pomiaru siły wpływu szoków popytowych (wywołanych zmianą krajowej bądź globalnej koniunktury, których skutki są zazwyczaj rozłożone w czasie i często prowadzą do zmian polityki pieniężnej) i podaźowych (wynikających na ogół ze zmian technologicznych, zmiennej dostępności surowców czy np. czynników pogodowych o przejściowym charakterze). Podejście modelowe umożliwia również dokładne uwzględnienie efektów pośrednich, a nie wyłącznie bazowanie na szacunkach wpływu uzyskiwanych z prostych, statystycznych dekompozycji wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych.

Czynniki wpływające na inflację w małej, otwartej gospodarce analizuję wraz ze współautorką przy wykorzystaniu zarówno danych zagregowanych, jak i zdezagregowanych. Badanie w sposób szczególny dotyczy okresu niskiej inflacji, w ramach którego wyróżniamy okres nadmiernej dezinflacji (I kw. 2012 - II kw. 2014) oraz uporczywej deflacji (III kw. 2014 -

IV kw. 2016). W pracy podejmujemy polemikę z wcześniej opublikowanymi artykułami naukowymi objaśniającymi determinanty inflacji, proponując alternatywne podejście ekonometryczne. W szczególności w porównaniu do wcześniejszych prac wykorzystujących metody dwustopniowe i strukturalizację modelu opartą na restrykcjach zerowych (Globan i in., 2016; Hałka i Kotłowski, 2017) w naszym podejściu bazujemy na bayesowskim modelu wektorowej autoregresji (Sims i Zha, 1998) oraz strukturalizacji opartej na kombinacji restrykcji zerowych i na kierunku reakcji (Rubio-Ramírez i in., 2010; Arias i in., 2018) i niewrażliwej na kolejność zmiennych w modelu. Przyjęty przez nas schemat identyfikacji jest wzorowany na pracach Corsetti i in. (2014) oraz Bobeica i Jarocinski (2019), choć w toku analiz wprowadziliśmy niewielkie zmiany ze względu na cechy charakterystyczne gospodarki polskiej i sposób prowadzenia polityki pieniężnej przez Narodowy Bank Polski. Wykorzystane podejście umożliwia identyfikację zaburzeń w modelu i nadanie im ekonomicznej interpretacji krajowego szoku: popytowego, podażowego i polityki pieniężnej oraz globalnego (zagranicznego) szoku: popytowego, podażowego ropy naftowej i walutowego. Wpływ szoków na wybrany wskaźnik inflacji rozpatrujemy osobno oraz w podziale na popytowe i podażowe oraz krajowe i globalne. Analizę dla inflacji CPI i bazowej powtarzamy dla poszczególnych komponentów inflacji, wykorzystując przy tym dezagregację według Klasyfikacji Spożycia Indywidualnego wg Celu (COICOP) na poziomie trzycyfrowym. Na podstawie tak zdezagregowanych analiz dokonujemy klasyfikacji towarów i usług wrażliwych na zidentyfikowane szoki i wykorzystujemy ją do obliczenia teoretycznych wskaźników zmian cen reagujących na dostosowania globalnych i krajowych szoków podażowych i popytowych.

Otrzymane wyniki porównujemy z analizami przeprowadzonymi dla wybranych gospodarek rozwiniętych (m.in. Conti i in., 2017; Bobeica i Jarocinski, 2019). W szerszej dyskusji dotyczącej determinant zmian cen określamy ich źródła, wzbogacając obecną literaturę przedmiotu (m.in. Ciccarelli i Mojon, 2010; Petrović i in., 2011; Mumtaz i Surico, 2012; Ferroni i Mojon, 2016) o wnioski dla gospodarki rozwijającej się. Analizujemy również spójność naszych wniosków, konfrontując je z wynikami analiz na danych zagregowanych i zdezagregowanych (Monacelli i Sala, 2009).

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że w okresie nieoczekiwanej silnej dezinflacji głównym czynnikiem przyczyniającym się do spadku rocznego wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych było spowolnienie krajowej aktywności gospodarczej. Przeprowadzone badanie potwierdza zatem istotność krajowych czynników cyklicznych w kształtowaniu inflacji. Wniosek ten jest spójny z wynikami poprzednich badań (Szafranek, 2017) sygnalizującymi, że w dalszym ciągu krajowa koniunktura w pewnym stopniu kształtuje inflację w gospodarce polskiej (innymi słowy krzywa Phillipsa nie uległa całkowitemu wyplaszczeniu). Z kolei późniejsza przedłużająca się deflacja była spowodowana przede wszystkim współoddziaływaniem globalnego szoku popytowego i podażowego ropy naftowej (analizy kontrfaktyczne wskazują, że deflacja w polskiej gospodarce była zjawiskiem importowanym z gospodarki globalnej). Sygnalizuje to wzrost znaczenia inflacji globalnej, rozlewania się niskiej inflacji pomiędzy krajami (Hałka i Szafranek, 2016) oraz istotności otoczenia zewnętrznego w kształtowaniu tempa zmian cen w małej otwartej gospodarce (Szafranek, 2017). W całym okresie utrzymywania się nieoczekiwanej niskiej inflacji szoki globalne

wyjaśniają ponad 50% odchyień inflacji CPI oraz inflacji bazowej od ich długookresowych średnich.

Główne wnioski uzyskane w badaniu są spójne również z analizami przeprowadzonymi w odniesieniu do innych krajów (Ciccarelli i Mojon, 2010; Aastveit i in., 2016; Ferroni i Mojon, 2016). Ponadto, analiza dla danych zdezagregowanych potwierdza wyniki otrzymane dla danych zagregowanych. Jednocześnie, podobnie jak w przypadku wyników dla innych krajów uzyskanych w badaniach dla danych zdezagregowanych (Monacelli i Sala, 2009), również w przypadku naszych analiz zauważamy znaczną heterogeniczność reakcji cen towarów i usług na oddziaływanie poszczególnych szoków. Ponadto przy wykorzystaniu modeli dla danych zdezagregowanych można zaobserwować znaczny wpływ globalizacji na kształtowanie się cen wybranych towarów i usług zgodnie z hipotezami przedstawionymi w analizach dotyczących rozlewania się inflacji (Halka i Szafranek, 2016). W ostatnim kroku wskazujemy na wartość poznawczą wynikającą z obliczonych na podstawie danych zdezagregowanych wskaźników cen wrażliwych i niewrażliwych na zmiany w krajowej i globalnej koniunkturze. Na ich podstawie wnioskujemy o zakresie presji cenowej w polskiej gospodarce wynikającej z oddziaływania krajowej i globalnej presji popytowej.

Z punktu widzenia prowadzenia polityki pieniężnej głównym walorem omawianych analiz jest skwantyfikowanie siły oddziaływania szoków popytowych i podaźowych na poziom inflacji w Polsce. Należy wskazać, że parametry polityki monetarnej zazwyczaj nie są korygowane pod wpływem wystąpienia szoków podaźowych, choć w przypadku bardzo silnych efektów pośrednich i ryzyka wystąpienia efektów drugiej rundy bank centralny może czuć się zmuszony do reakcji (Sławiński, 2011; Holtemöller i Mallick, 2016). Przeprowadzone badanie dowiodło, że deflacja w Polsce miała przede wszystkim przyczyny globalne, natomiast wpływ krajowych czynników popytowych był najsilniejszy okresie nadmiernej dezinflacji. W efekcie można stwierdzić, że prowadzenie pasywnej polityki pieniężnej przez Narodowy Bank Polski w obliczu pozytywnego globalnego szoku podaźowego i negatywnego globalnego szoku popytowego było uzasadnionym działaniem.

PROGNOZOWANIE NIETYPOWO NISKIEJ INFLACJI

Uporczywy i nieoczekiwany charakter zjawiska niskiej inflacji miał również konsekwencje dla dokładności prognoz. Oprócz wyjaśnienia przyczyn jej wystąpienia ważnym zagadnieniem stało się przygotowywanie wiarygodnych prognoz tempa zmian cen w gospodarce w warunkach wysokiej niepewności, gdyż prognozy z tradycyjnie wykorzystywanych modeli okazały się obciążone (Szafranek, 2017; European Central Bank, 2017).

Ostatni artykuł jest zatem poświęcony kwestii prognozowania nietypowo niskiej inflacji. Artykuł ma tytuł *Bagged neural networks for forecasting Polish (low) inflation* i jest mojego autorstwa. Praca ta została zaakceptowana do publikacji w czasopiśmie *International Journal of Forecasting* (Szafranek, 2019).

W artykule podejmuję problem badawczy sporządzania dokładnych prognoz inflacji, które są – z natury rzeczy – kluczowe z punktu widzenia skuteczności prowadzonej przez bank centralny polityki pieniężnej. Ze względu na to, że jej mechanizmy transmisji działają z opóźnieniem, decyzje dotyczące zmiany stóp procentowych muszą być podejmowane z

wyprzedzeniem. Oznacza to jednak konieczność sporządzania dokładnych i wiarygodnych prognoz inflacji (Orphanides i Wieland, 2008; Kotłowski, 2016), których jedną z ważnych funkcji jest skuteczna komunikacja z uczestnikami życia gospodarczego (Blinder i in., 2008; Sławiński, 2011).

Pojawiające się wciąż nowe wyzwania dla polityki pieniężnej, jak choćby okres zaskakująco niskiej inflacji, są istotnym czynnikiem stymulującym rozwój modeli prognozowania inflacji. Powszechnie i tradycyjnie wykorzystywane podejścia do prognozowania dynamiki cen opierają się o: analizy dużych zbiorów danych makroekonomicznych (m.in. Stock i Watson, 1999; Forni i in., 2003) lub danych zdezagregowanych (m.in. Duarte i Rua, 2007; Tallman i Zaman, 2017), modele krzywej Phillipsa (m.in. Koop i Korobilis, 2012; Dotsey i in., 2017), wielowymiarowe modele wektorowej autoregresji (m.in. Berg i Henzel, 2015; Belmonte i in., 2014; Stelmasiak i Szafranski, 2016), modele strukturalne (m.in. Rumler i Valderrama, 2010; Edge i Gurkaynak, 2010) oraz podejścia eksperckie (Faust i Wright, 2013). Jednak pomimo rozwijania wielu zaawansowanych metod ekonometrycznych, prognozowanie inflacji pozostaje bardzo wymagającym testem dla większości modeli, a uzyskanie statystycznie dokładniejszych prognoz od zarówno prostych, jak i skomplikowanych metod naiwnych okazuje się często niemożliwe (Atkeson i Ohanian, 2001; Stock i Watson, 2007).

W okresie nieoczekiwanie niskiej inflacji tradycyjnie wykorzystywane metody prognozowania inflacji zawiodły (European Central Bank, 2017). Wyniki analiz uzyskane dla małej, otwartej gospodarki Polski również wskazywały, że prognozy generowane w oparciu o model krzywej Phillipsa cechowały się systematycznym obciążeniem (Szafranek, 2017). Stanowiło to motywację do zbadania precyzji prognoz dynamiki cen otrzymanych z łączenia tysięcy prognoz ze specyficznych sztucznych sieci neuronowych (Zhang i in., 1998; Ahmed i in., 2010), niewykorzystywanych dotąd powszechnie w bankach centralnych (Chakraborty i Joseph, 2017) ze względu na ograniczone możliwości ich interpretowania. Literatura przedmiotu wskazuje, że prognozy (m.in. inflacji) otrzymywane w wyniku uczenia maszynowego sieci neuronowych mogą okazać się z czasem konkurencyjne wobec tradycyjnych modeli liniowych (Moshiri i Cameron, 2000; Chen i in., 2001; Nakamura, 2005; Binner i in., 2005; Crone i in., 2011) zwłaszcza w okresie zmian strukturalnych (McAdam i McNelis, 2005) i po uwzględnieniu ich specyficznych własności na etapie modelowania (Nakamura, 2005; Ahmed i in., 2010).

Ze względu na znaczną niepewność towarzyszącą modelowaniu inflacji – począwszy od doboru zmiennych objaśniających, poprzez wybór modelu, a skończywszy na doborze jego optymalnej specyfikacji – w przeprowadzonym przeze mnie eksperymencie prognozytycznym w czasie pseudo-rzeczywistym wykorzystuję rozległe bazy danych wskaźników makroekonomicznych dla Polski (Baranowski i in., 2010) do prognozowania tempa zmian cen w okresie niskiej inflacji przy wykorzystaniu kombinacji generowanych sztucznych sieci neuronowych. Ze względu na znaczną niepewność dotyczącą specyfikacji sztucznej sieci neuronowej będącej w istocie pewnym specyficznym modelem nieliniowym (Zhang i in., 1998), jej strukturę uzależniłem od realizacji zmiennej losowej o zadanym rozkładzie, a prognoza inflacji jest rezultatem estymacji dziesiątek tysięcy modeli indywidualnych (Granger i Jeon, 2004) oraz uśrednienia ich prognoz przy wykorzystaniu prostych metod kombinacji prognoz (Stock i Watson, 2004; Timmermann, 2006). Ze względu na ryzyko

nadmiernego dopasowania modeli wykorzystując specyficzny algorytm dzielenia zbioru obserwacji (Breiman, 1996) do generowanych zbiorów uczących, walidujących i testowych. Badania empiryczne wskazują, że wykorzystanie tych metod prowadzi do zmniejszenia wariacji niestabilnych reguł decyzyjnych oraz ogólnego polepszenia jakości prognoz (Inoue i Kilian, 2008; Rapach i Strauss, 2010; Khwaja i in., 2015; Bergneir i in., 2016). Prognozy z proponowanego modelu porównuje z dziewięcioma popularnie wykorzystywanymi modelami do prognozowania inflacji, wykorzystując standardowe statystyki dokładności prognoz, miary agregujące informację o rozkładzie prognoz (Gneiting i Raftery, 2007) oraz testy statystycznej istotności różnic błędów prognoz (Giacomini i White, 2006; Hansen, 2005).

Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują, że w okresie nietypowo niskiej inflacji proponowany przez mnie model dokładniej prognozuje dynamikę cen w polskiej gospodarce. W szczególności model trafniej odzwierciedla powoli zmieniającą się lokalną średnią inflacji, pozostając przy tym znacznie mniej obciążony, zwłaszcza w bardziej odległych horyzontach prognozy. Prognozy z modelu są statystycznie dokładniejsze w przypadku niektórych badanych modeli odniesienia i analizowanych horyzontów. W artykule wskazuję, że kluczowe dla osiągnięcia wyższej dokładności prognoz jest odpowiednie przetworzenie danych oraz wykorzystanie metod ograniczenia wariacji estymatorów. Ponadto do zwiększania dokładności otrzymywanych prognoz prowadzi dalsze uśrednianie predykcji z liniowych i nieliniowych modeli o różnych założeniach dotyczących postaci funkcyjnej. W efekcie możliwe jest otrzymanie statystycznie istotnych różnic w wybranych horyzontach prognozy względem rygorystycznych modeli odniesienia zaproponowanych w literaturze przedmiotu (Atkeson i Ohanian, 2001; Stock i Watson, 2007).

W artykule zaznaczam, że ceną wyższej dokładności zaproponowanego modelu jest utrata możliwości interpretacji zależności występujących w ramach modelu. Z jednej strony, stanowi to pewne ograniczenie użyteczności takich modeli dla gremiów prowadzących politykę pieniężną, zainteresowanych określaniem przyczyn kształtowania się badanych zjawisk i prognoz. Z drugiej strony, analiza stosunkowo długiego okresu wyjątkowo niskiej inflacji wskazuje, że uwzględnienie dokładnych prognoz z modeli nieliniowych może prowadzić do ogólnie wyższej trafności prognoz inflacji, które są istotnym elementem procesu decyzyjnego dotyczącego określenia kształtu polityki pieniężnej (Kotłowski, 2016).

UWAGI KOŃCOWE

W cyklu omówionych powyżej artykułów osiągnąłem następujące cele badawcze:

1. Zidentyfikowałem przyczyny wystąpienia niskiej inflacji w małej, otwartej gospodarce, analizując wpływ czynników krajowych i zagranicznych na dynamikę cen. Wnioski z przeprowadzonych badań mają charakter zarówno poznawczy, jak i metodologiczny, są spójne i wzajemnie się uzupełniają. Skonstruowałem również model prognostyczny, który charakteryzuje się wyższą niż wcześniej stosowane modele trafnością prognoz i uwzględnia niepewność modelowania inflacji w okresie jej nietypowych zmian.
2. Nietypowo niskiemu tempu wzrostu cen w Polsce towarzyszył wzrost znaczenia zjawiska rozlewania się inflacji. Oznacza to, inflacja krajowa jest coraz silniej uzależniona od kształtowania się dynamiki cen zagranicą. W ujęciu zdezagregowanym zjawisko to

- dotyczy przede wszystkim cen usług i towarów nieżywnościowych, a charakteryzuje je rosnący wpływ globalizacji na procesy cenotwórcze zwłaszcza w tych grupach dóbr. Wyniki badań świadczą o tym, że inflacja w małych, otwartych gospodarkach jest silnie uzależniona od procesów cenotwórczych w dużych gospodarkach będących ich ważnymi partnerami handlowymi. Wzrost wpływu inflacji zagranicą na inflację krajową może do pewnego stopnia ograniczać skuteczność krajowej polityki pieniężnej.
3. W okresie nieoczekiwanej silnej dezinflacji, który następnie przekształcił się w okres uporczywej deflacji, nastąpiło w Polsce wypłaszczenie się krzywej Phillipsa. Oznacza to zmniejszanie się wrażliwości inflacji na zmiany krajowej aktywności gospodarczej. Jednocześnie wystąpił statystycznie istotny wzrost siły oddziaływania czynników zagranicznych na tempo zmian cen w Polsce, przy czym wpływ pośrednich efektów zmian w otoczeniu gospodarczym okazał się silniejszy od wpływu efektów bezpośrednich. Konkluzja ta potwierdza rosnące znaczenie czynników zewnętrznych w kształtowaniu się procesów cenotwórczych w Polsce, co dotyczy przede wszystkim komponentów inflacji bazowej.
 4. Mimo zmian parametrów estymowanych równań w okresie niskiej inflacji krzywa Phillipsa w dalszym ciągu poprawnie odzwierciedla dynamikę cen w gospodarce. Wskazuje to na jej przydatność do modelowania procesów cenotwórczych. Z drugiej jednak strony, wyraźne zmniejszanie się wrażliwości inflacji na zmiany krajowej koniunktury może budzić obawy banku centralnego, ponieważ oznacza to spadek wpływu krajowej polityki pieniężnej na inflację – zwłaszcza gdy kształtuje się ona długo znacznie poniżej lub powyżej celu inflacyjnego. Tym niemniej w przypadku oscylowania wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych w okolicy celu inflacyjnego, wypłaszczająca się krzywa Phillipsa potencjalnie ułatwia prowadzenie polityki pieniężnej przez bank centralny.
 5. Pomimo obserwowanego wypłaszczenia krzywej Phillipsa, krajowa koniunktura w dalszym ciągu do pewnego stopnia oddziałuje na tempo zmian cen w gospodarce. Potwierdzają to wyniki badań bazujących na strukturalnym modelu wektorowej autoregresji wskazujące, że to właśnie krajowe czynniki cykliczne były istotnym powodem nietypowego obniżenia się inflacji (nadmiernej dezinflacji). Z drugiej strony, wpływ globalnych szoków popytowych i podaźowych był wyjątkowo silny w Polsce w okresie deflacji, co uwypukliły przeprowadzone analizy kontrfaktyczne. W ujęciu zdezagregowanym ceny towarów i usług reagują w zróżnicowany sposób na występowanie popytowych i podaźowych szoków krajowych i zagranicznych.
 6. Wystąpienie okresu nieoczekiwanej niskiej inflacji było wymagającym testem dla modeli ekonometrycznych wykorzystywanych do prognozowania inflacji. W moich badaniach wykazuję, że łączna prognoza z nieliniowego modelu uśredniającego prognozy z tysięcy indywidualnych modeli w okresie niskiej inflacji znacznie dokładniej przewiduje inflację niż część wykorzystywanych dotychczas metod. Wyniki moich analiz wskazują również, że uśrednianie prognoz z liniowych i nieliniowych modeli o różnych założeniach powoduje dalszy wzrost dokładności prognoz.

W dalszych badaniach naukowych zamierzam rozszerzyć analizy, których wyniki przedstawiłem w moich dotychczasowych publikacjach. W prowadzonych przeze mnie obecnie analizach skupiam się na wyjaśnieniu zjawiska współzmienności inflacji w krajach rozwiniętych i rozwijających się. Ich celem jest pomiar siły wpływu, jaką na współzmiennosc inflacji w różnych gospodarkach ma stopień synchronizacji występujących w gospodarkach cykli koniunkturalnych, polityk pieniężnych oraz zmienności cen ropy naftowej i kursów walutowych. Proponowany kierunek badań ma na celu wypełnienie istotnej luki w literaturze dotyczącej źródeł tendencji do zwiększania się współzmienności inflacji w skali międzynarodowej. Oczekuję, że wyniki badań wzbogacą w pewnym stopniu dotychczasową wiedzę na temat globalnych, regionalnych, krajowych i idiosynkratycznych źródeł inflacji. Liczę również na to, że badania prowadzone dla dużej liczby gospodarek ułatwią identyfikację przyczyn określonego kształtowania się inflacji w poszczególnych krajach, co ma istotne znaczenie dla kształtu polityki pieniężnej prowadzonej przez banki centralne.

Interesującym kierunkiem badań nad inflacją są analizy wpływu, jaki wywiera na nią rozwój technologii cyfrowych. Obecnie badania tej zależności są jeszcze nieliczne. Rozszerzenie hybrydowej nowokeynesowskiej krzywej Phillipsa o wpływ nowoczesnych technologii cyfrowych na tempo zmian cen towarów i usług konsumpcyjnych wydaje się interesujące i może dostarczyć dodatkowych wniosków na temat procesów cenotwórczych także w polskiej gospodarce.



Karol Szafranek

BIBLIOGRAFIA STANOWIĄCA ZBIÓR
SPÓJNYCH TEMATYCZNIE ARTYKUŁÓW

Artykuły opublikowane i zaakceptowane do publikacji w czasopismach naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor:

1. Hałka A. i K. Szafranek, 2016, Whose inflation is it anyway? Inflation spillovers between the euro area and small open economies, *Eastern European Economics*, vol. 54(2): 109-132.

Wkład do publikacji oszacowano na 50%. Polegał on na zaproponowaniu wykorzystania metodyki Diebolda i Yilmaza (2012) do mierzenia zjawiska rozlewania inflacji, dokonaniu przeglądu literatury, oprogramowaniu modeli i ich estymacji oraz interpretacji i dyskusji wyników w artykule naukowym. Jestem autorem korespondencyjnym dla tej publikacji.

2. Szafranek K., 2017, Flattening of the New Keynesian Phillips curve: Evidence for an emerging, small open economy, *Economic Modelling*, vol. 63(C): 334-348.
3. Szafranek K. i A. Hałka, Determinants of low inflation in an emerging, small open economy through the lens of aggregated and disaggregated approach, *Emerging Markets Finance and Trade*, w druku.

Wkład do publikacji oszacowano na 75%. Polegał on na zaproponowaniu wykorzystania nowej metodyki identyfikacji modeli SVAR polegającej na nakładaniu kombinacji restrykcji zerowych i na kierunku reakcji funkcji reakcji na impuls (Arias i in., 2018), dokonaniu przeglądu literatury, oprogramowaniu i estymacji modeli w ujęciu zagregowanym i zdezagregowanym oraz interpretacji i dyskusji otrzymanych wyników w artykule naukowym. Jestem autorem korespondencyjnym dla tej publikacji.

4. Szafranek K., Bagged neural networks for forecasting Polish (low) inflation, *International Journal of Forecasting*, zaakceptowany do publikacji.

BIBLIOGRAFIA

- Aastveit, K. A., H. C. Bjørnland, i L. A. Thorsrud (2016). The World Is Not Enough! Small Open Economies and Regional Dependence. *The Scandinavian Journal of Economics* 118(1), 168–195.
- Abbas, S. K., P. S. Bhattacharya, i P. Sgro (2016). The New Keynesian Phillips Curve: An Update on Recent Empirical Advances. *International Review of Economics & Finance* 43, 378–403.
- Abbas, S. K. i P. M. Sgro (2011). New Keynesian Phillips Curve and Inflation Dynamics in Australia. *Economic Modelling* 28(4), 2022–2033.
- Ahmed, N. K., A. F. Atiya, N. E. Gayar, i H. El-Shishiny (2010). An Empirical Comparison of Machine Learning Models for Time Series Forecasting. *Econometric Reviews* 29(5-6), 594–621.
- Arias, J. E., J. F. Rubio-Ramírez, i D. F. Waggoner (2018). Inference based on structural vector autoregressions identified with sign and zero restrictions: Theory and applications. *Econometrica* 86(2), 685–720.
- Atkeson, A. i L. E. Ohanian (2001). Are Phillips curves useful for forecasting inflation? *Quarterly Review* (Win), 2–11.
- Auer, R. A., C. Borio, i A. Filardo (2017). The Globalisation of Inflation: The Growing Importance of Global Value Chains. CESifo Working Paper Series 6387, CESifo Group Munich.
- Auer, R. A. i P. Sauré (2013). The Globalisation of Inflation: a View from the Cross Section. In BIS (Ed.), *Globalisation and inflation dynamics in Asia and the Pacific*, Volume 70 of *BIS Papers chapters*, pp. 113–118. Bank for International Settlements.
- Bank for International Settlements (2017, June). 87th Annual Report. Technical report, Bank for International Settlements.
- Baranowski, P. i Z. Kuchta (2015, December). Changes in Nominal Rigidities in Poland – a Regime Switching DSGE Perspective. Lodz Economics Working Papers 6/2015, University of Lodz.
- Baranowski, P., A. Leszczyńska, i G. Szafranski (2010). Krótkookresowe prognozowanie inflacji z użyciem modeli czynnikowych [Short-term inflation forecasting using factor models]. *Bank i Kredyt* 41(4), 23–44.
- Belmonte, M. A., G. Koop, i D. Korobilis (2014). Hierarchical Shrinkage in Time-Varying Parameter Models. *Journal of Forecasting* 33(1), 80–94.
- Berg, T. O. i S. R. Henzel (2015). Point and density forecasts for the euro area using Bayesian VARs. *International Journal of Forecasting* 31(4), 1067–1095.
- Bergmeir, C., R. J. Hyndman, i J. M. Benítez (2016). Bagging exponential smoothing methods using STL decomposition and Box–Cox transformation. *International Journal of Forecasting* 32(2), 303–312.
- Bernanke, B. S. (2007). Inflation expectations and inflation forecasting. Technical report.
- Binner, J. M., R. K. Bissoondeal, T. Elger, A. M. Gazely, i A. W. Mullineux (2005). A comparison of linear forecasting models and neural networks: an application to Euro inflation and Euro Divisia. *Applied Economics* 37(6), 665–680.
- Blanchard, O., E. Cerutti, i L. Summers (2015, November). Inflation and Activity – Two Explorations and their Monetary Policy Implications. NBER Working Papers 21726, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Blinder, A. S., M. Ehrmann, M. Fratzscher, J. d. Haan, i D.-J. Jansen (2008). Central Bank Communication and Monetary Policy: A Survey of Theory and Evidence. *Journal of Economic Literature* 46(4), 910–945.

- Bobcica, E. i M. Jarocinski (2019). Missing disinflation and missing inflation: a VAR perspective. *International Journal of Central Banking*, forthcoming.
- Borio, C. E. V. i A. Filardo (2007, May). Globalisation and Inflation: New Cross-Country Evidence on the Global Determinants of Domestic Inflation. BIS Working Papers 227, Bank for International Settlements.
- Breiman, L. (1996). Bagging Predictors. *Machine Learning* 24(2), 123–140.
- Carter, C. K. i R. Kohn (1994). On Gibbs Sampling for State Space Models. *Biometrika* 81(3), 541–553.
- Chakraborty, C. i A. Joseph (2017). Machine learning at central banks. Technical report, Bank of England, Staff Working Paper, forthcoming.
- Chen, X., J. Racine, i N. R. Swanson (2001). Semiparametric ARX neural-network models with an application to forecasting inflation. *IEEE Transactions on neural networks* 12(4), 674–683.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum, i M. Trabandt (2015). Understanding the Great Recession. *American Economic Journal: Macroeconomics* 7(1), 110–67.
- Ciccarelli, M. i B. Mojon (2010). Global Inflation. *The Review of Economics and Statistics* 92(3), 524–535.
- Coibion, O. i Y. Gorodnichenko (2015, Jan). Is the Phillips Curve Alive and Well after All? Inflation Expectations and the Missing Disinflation. *American Economic Journal: Macroeconomics* 7(1), 197–232.
- Constâncio, V. (2015, August). Understanding Inflation Dynamics and Monetary Policy. Panel remarks at the Jackson Hole Economic Policy Symposium, Federal Reserve Bank of Kansas City.
- Conti, A. M., S. Neri, i A. Nobili (2017, January). Low inflation and monetary policy in the euro area. Working Paper Series 2005, European Central Bank.
- Corsetti, G., L. Dedola, i S. Leduc (2014, 02). The International Dimension Of Productivity And Demand Shocks In The Us Economy. *Journal of the European Economic Association* 12(1), 153–176.
- Crone, S. F., M. Hibon, i K. Nikolopoulos (2011). Advances in forecasting with neural networks? Empirical evidence from the NN3 competition on time series prediction. *International Journal of Forecasting* 27(3), 635–660. Special Section 1: Forecasting with Artificial Neural Networks and Computational Intelligence, Special Section 2: Tourism Forecasting.
- Daly, M. C. i B. Hobijn (2014). Downward Nominal Wage Rigidities Bend the Phillips Curve. *Journal of Money, Credit and Banking* 46(S2), 51–93.
- Diebold, F. X. i K. Yilmaz (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 57–66.
- Dotsey, M., S. Fujita, i T. Stark (2017, August). Do Phillips Curves Conditionally Help to Forecast Inflation? Working Papers 17-26, Federal Reserve Bank of Philadelphia.
- Duarte, C. i A. Rua (2007). Forecasting inflation through a bottom-up approach: How bottom is bottom? *Economic Modelling* 24(6), 941–953.
- Edge, R. M. i R. S. Gurkaynak (2010). How Useful Are Estimated DSGE Model Forecasts for Central Bankers? *Brookings Papers on Economic Activity* 41(2 (Fall)), 209–259.
- European Central Bank (2017, January). Low Inflation in the Euro Area: Causes and Consequences. Occasional Paper Series 181, European Central Bank.
- Faust, J. i J. H. Wright (2013). Chapter 1 - Forecasting Inflation. In G. Elliott i A. Timmermann (Eds.), *Handbook of Economic Forecasting*, Volume 2, Part A of *Handbook of Economic Forecasting*, pp. 2–56. Elsevier.

- Ferroni, F. i B. Mojon (2016). Domestic and global inflation. Technical report, Banque de France, University of Surrey and Ecole Polytechnique, mimeo.
- Forni, M., M. Hallin, M. Lippi, i L. Reichlin (2003). Do financial variables help forecasting inflation and real activity in the euro area? *Journal of Monetary Economics* 50(6), 1243–1255.
- Friedrich, C. (2016). Global inflation dynamics in the post-crisis period: What explains the puzzles? *Economics Letters* 142(C), 31–34.
- Gali, J. i M. Gertler (1999). Inflation Dynamics: A Structural Econometric Analysis. *Journal of Monetary Economics* 44(2), 195–222.
- Giacomini, R. i H. White (2006). Tests of Conditional Predictive Ability. *Econometrica* 74(6), 1545–1578.
- Globan, T., V. Arčabić, i P. Sorić (2016). Inflation in New EU Member States: A Domestically or Externally Driven Phenomenon? *Emerging Markets Finance and Trade* 52(1), 154–168.
- Gneiting, T. i A. E. Raftery (2007). Strictly Proper Scoring Rules, Prediction, and Estimation. *Journal of the American Statistical Association* 102(477), 359–378.
- Goodfriend, M. i R. King (1997). The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy. In *NBER Macroeconomics Annual 1997, Volume 12*, NBER Chapters, pp. 231–296. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Gordon, R. J. (1990, June). The Phillips Curve Now and Then. NBER Working Papers 3393, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Granger, C. W. i Y. Jeon (2004). Thick modeling. *Economic Modelling* 21(2), 323–343.
- Halka, A. i J. Kotłowski (2017). Global or Domestic? Which Shocks Drive Inflation in European Small Open Economies? *Emerging Markets Finance and Trade* 53(8), 1812–1835.
- Halka, A. i K. Szafranek (2016). Whose Inflation Is It Anyway? Inflation Spillovers Between the Euro Area and Small Open Economies. *Eastern European Economics* 54(2), 109–132.
- Hakkio, C. S. (2009). Global inflation dynamics. *Research Working Paper, Federal Reserve Bank of Kansas City* (RWP 09-01).
- Hansen, L. (1982). Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators. *Econometrica* 50(4), 1029–54.
- Hansen, L. P., J. Heaton, i A. Yaron (1996). Finite-Sample Properties of Some Alternative GMM Estimators. *Journal of Business & Economic Statistics* 14(3), 262–280.
- Hansen, P. R. (2005). A Test for Superior Predictive Ability. *Journal of Business & Economic Statistics* 23(4), 365–380.
- Holtemöller, O. i S. Mallick (2016). Global Food Prices and Monetary Policy in an Emerging Market Economy: The Case of India. *Journal of Asian Economics* 46, 56–70.
- IMF (2014). The Dog That Didn't Bark: Has Inflation Been Muzzled or Was It Just Sleeping? In *World Economic Outlook – Recovery Strengthens, Remains Uneven*, Chapter 3. International Monetary Fund.
- Inoue, A. i L. Kilian (2008). How Useful Is Bagging in Forecasting Economic Time Series? A Case Study of U.S. Consumer Price Inflation. *Journal of the American Statistical Association* 103(482), 511–522.
- International Monetary Fund (2016, October). Global disinflation in an era of constrained monetary policy. In *World Economic Outlook – Subdued demand - symptoms and remedies*, Chapter 3, pp. 121–170. International Monetary Fund.

- Iossifov, P. i J. Podpiera (2014). Are Non-Euro Area EU Countries Importing Low Inflation from the Euro Area? IMF Working Papers 14/191, International Monetary Fund.
- Khwaja, A., M. Naeem, A. Anpalagan, A. Venetsanopoulos, i B. Venkatesh (2015). Improved short-term load forecasting using bagged neural networks. *Electric Power Systems Research* 125, 109–115.
- Koop, G. i D. Korobilis (2012). Forecasting inflation using dynamic model averaging*. *International Economic Review* 53(3), 867–886.
- Koop, G., M. H. Pesaran, i S. M. Potter (1996). Impulse Response Analysis in Nonlinear Multivariate Models. *Journal of Econometrics* 74(1), 119–147.
- Kotłowski, J. (2016). Polityka pieniężna zorientowana na przyszłość. wybrane aspekty analityczne. *Szkoła Główna Handlowa w Warszawie - Oficyna Wydawnicza, Warszawa*.
- Kuttner, K. i T. Robinson (2010). Understanding the Flattening Phillips Curve. *The North American Journal of Economics and Finance* 21(2), 110–125.
- Mavroidis, S., M. Plagborg-Møller, i J. H. Stock (2014). Empirical Evidence on Inflation Expectations in the New Keynesian Phillips Curve. *Journal of Economic Literature* 52(1), 124–88.
- McAdam, P. i P. McNelis (2005). Forecasting inflation with thick models and neural networks. *Economic Modelling* 22(5), 848–867.
- Monacelli, T. i L. Sala (2009). The International Dimension of Inflation: Evidence from Disaggregated Consumer Price Data. *Journal of Money, Credit and Banking* 41, 101–120.
- Moshiri, S. i N. Cameron (2000). Neural network versus econometric models in forecasting inflation. *Journal of Forecasting* 19(3), 201–217.
- Mumtaz, H. i P. Surico (2012). Evolving international inflation dynamics: World and country-specific factors. *Journal of the European Economic Association* 10(4), 716–734.
- Musso, A., L. Stracca, i v. D. Dijk (2009, June). Instability and Nonlinearity in the Euro-Area Phillips Curve. *International Journal of Central Banking* 5(2), 181–212.
- Nakamura, E. (2005). Inflation forecasting using a neural network. *Economics Letters* 86(3), 373–378.
- Nason, J. M. i G. W. Smith (2008). The New Keynesian Phillips Curve: Lessons from Single-Equation Econometric Estimation. *Economic Quarterly* (Fall), 361–395.
- Orphanides, A. i V. W. Wieland (2008). Economic projections and rules of thumb for monetary policy. *Review* (Jul), 307–324.
- Osorio, C. i D. F. Unsal (2013). Inflation Dynamics in Asia: Causes, Changes, and Spillovers from China. *Journal of Asian Economics* 24(C), 26–40.
- Pesaran, H. H. i Y. Shin (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters* 58(1), 17–29.
- Petrović, P., Z. Mladenović, i A. Nojković (2011). Inflation Triggers in Transition Economies: Their Evolution and Specific Features. *Emerging Markets Finance and Trade* 47(5), 101–124.
- Phillips, A. W. (1958). The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica* 25(100), 283–299.
- Primiceri, G. E. (2005). Time Varying Structural Vector Autoregressions and Monetary Policy. *The Review of Economic Studies* 72(3), 821–852.
- Rapach, D. E. i J. K. Strauss (2010). Bagging or Combining (or Both)? An Analysis Based on Forecasting U.S. Employment Growth. *Econometric Reviews* 29(5-6), 511–533.

- Rubio-Ramírez, J. F., D. F. Waggoner, i T. Zha (2010). Structural Vector Autoregressions: Theory of Identification and Algorithms for Inference. *Review of Economic Studies* 77(2), 665–696.
- Rumler, F. i M. T. Valderrama (2010). Comparing the New Keynesian Phillips Curve with time series models to forecast inflation. *The North American Journal of Economics and Finance* 21(2), 126–144. Special Issue: 50 Years of the Phillips Curve.
- Samuelson, P. A. i R. M. Solow (1960). Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *The American Economic Review* 50(2), 177–194.
- Sims, C. A. i T. Zha (1998, November). Bayesian Methods for Dynamic Multivariate Models. *International Economic Review* 39(4), 949–968.
- Sławiński, A. (2011). Polityka pieniężna. *Wydawnictwo CH Beck, Warszawa*.
- Stelmasiak, D. i G. Szafranski (2016). Forecasting the Polish Inflation Using Bayesian VAR Models with Seasonality. *Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics* 8(1), 21–42.
- Stock, J. H. i M. W. Watson (1999). Forecasting inflation. *Journal of Monetary Economics* 44(2), 293–335.
- Stock, J. H. i M. W. Watson (2004). Combination forecasts of output growth in a seven-country data set. *Journal of Forecasting* 23(6), 405–430.
- Stock, J. H. i M. W. Watson (2007). Why Has U.S. Inflation Become Harder to Forecast? *Journal of Money, Credit and Banking* 39, 3–33.
- Szafranek, K. (2017). Flattening of the New Keynesian Phillips curve: Evidence for an emerging, small open economy. *Economic Modelling* 63, 334–348.
- Szafranek, K. (2019). Bagged neural networks for forecasting Polish (low) inflation. *International Journal of Forecasting*, zaakceptowany do publikacji.
- Szafranek, K. i A. Halka (2018). Determinants of low inflation in an emerging, small open economy through the lens of aggregated and disaggregated approach. *Emerging Markets Finance and Trade*, w druku.
- Tallman, E. W. i S. Zaman (2017). Forecasting inflation: Phillips curve effects on services price measures. *International Journal of Forecasting* 33(2), 442–457.
- Timmermann, A. (2006). Chapter 4 Forecast Combinations. Volume 1 of *Handbook of Economic Forecasting*, pp. 135–196. Elsevier.
- Wyszyński, R. (2016). Zjawisko niepełnego wykorzystania zasobu pracy – czym jest i co mówi o rynku pracy w Polsce [The Phenomenon of Underemployment - What Is It and What Does it Reveal about the Polish Labour Market]. *Bank i Kredyt* 47(3), 267–284.
- Zhang, G., B. E. Patuwo, i M. Y. Hu (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting* 14(1), 35–62.

ZAŁĄCZNIK: DZIAŁALNOŚĆ BADAWCZA I AKADEMICKA

EDUKACJA

1. Stacjonarne Studium Magisterskie, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2012-2014
Kierunek: Metody Ilościowe w Ekonomii i Systemy Informacyjne
Specjalność: Ekonometria
Tytuł pracy magisterskiej: Finansjalizacja rynków surowcowych. Wnioski z modelu RVARX DCC GARCH.
Promotor: dr hab. Jacek Kotłowski, prof. SGH
2. Stacjonarne Studium Licencjackie, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, 2009-2012
Kierunek: Metody Ilościowe w Ekonomii i Systemy Informacyjne
Specjalność: Metody Analizy Decyzji
Tytuł pracy licencjackiej: Efektywność strategii inwestycyjnych
Promotor: prof. dr hab. Tomasz Szapiro

PUBLIKACJE W CZASOPISMACH RECENZOWANYCH

1. Hałka A. i K. Szafranek, 2016, Whose inflation is it anyway? Inflation spillovers between the euro area and small open economies, *Eastern European Economics*, vol. 54(2): 109-132
2. Szafranek K., 2017, Flattening of the New Keynesian Phillips curve: Evidence for an emerging, small open economy, *Economic Modelling*, vol. 63(C): 334-348
3. Szafranek K. i A. Hałka, Determinants of low inflation in an emerging, small open economy through the lens of aggregated and disaggregated approach, *Emerging Markets Finance and Trade*, w druku.
4. Szafranek K., Bagged neural networks for forecasting Polish (low) inflation, *International Journal of Forecasting*, zaakceptowany do publikacji.
5. Szafranek K., Determinanty zmiennej w czasie korelacji pomiędzy cenami ropy naftowej a kursem walutowym dolara amerykańskiego, *Bank i Kredyt*, w druku.

MIĘDZYKONFERENCJE I WARSZTATY

1. Econometric Research in Finance Workshop, Warszawa, Polska, 14 września 2018: *The nexus between oil prices and the US dollar*.
2. 7th NBP Summer Workshop, Warszawa, Polska, 11-15 czerwca 2018: *The nexus between oil prices and the US dollar*.
3. 37th International Symposium on Forecasting, Cairns, Australia, 25-28 czerwca 2017: *Bagged artificial neural networks in forecasting inflation: An extensive comparison with current modelling frameworks*.

4. 9th International Conference Economic Challenges in Enlarged Europe, Talin, Estonia, 11-13 czerwca 2017: *Determinants of low inflation in emerging, small open economy: Comparison of aggregated and disaggregated approaches*, we współautorstwie z Aleksandrą Halką.
5. 3rd International Workshop on Financial Markets and Nonlinear Dynamics, Paryż, Francja, 1-2 czerwca 2017: *Bagged artificial neural networks in forecasting inflation*.
6. 2017 Conference of the Scottish Economic Society, Perth, Szkocja, 24-26 kwietnia 2017: *Determinants of low inflation in emerging, small open economy: Comparison of aggregated and disaggregated approaches*, we współautorstwie z Aleksandrą Halką.
7. Ecomod2016 International Conference on Economic Modelling, Lizbona, Portugalia, 6-8 czerwca 2016: *Disinflation Period in Poland. A Hybrid New Keynesian Phillips Curve Perspective*.
8. 9th International Conference on Computational and Financial Econometrics, Londyn, Wielka Brytania, 12-14 grudnia 2015: *On neural networks in forecasting inflation*.
9. NBP Workshop on Forecasting, Warszawa, Polska, 28-29 listopada 2015: *Neural networks in forecasting inflation. A magician's trick?*
10. Ecomod2015 International Conference on Economic Modelling, Boston, Stany Zjednoczone, 15-17 czerwca 2015: *Financialization of the Commodity Markets. Conclusions from the restricted VARX ADDC MVT GARCH*.
11. 7th International Conference Economic Challenges in Enlarged Europe, Talin, Estonia, 14-16 czerwca 2015: *Whose Inflation Is It Anyway? The Inflation Spillovers Between the Euro Area and Small Open Economies*, we współautorstwie z Aleksandrą Halką.
12. ECB Low Inflation Task Force Meeting, Frankfurt nad Menem, Niemcy, 5-6 marca 2015: *Whose Inflation Is It Anyway? The Inflation Spillovers Between the Euro Area and Small Open Economies*, we współautorstwie z Aleksandrą Halką.
13. 8th International Conference on Computational and Financial Econometrics, Piza, Włochy, 6-8 grudnia 2014: *Financialization of the Commodity Markets. Conclusions from the restricted VARX ADDC MVT GARCH*.

POZOSTAŁE KONFERENCJE, WARSZTATY I SEMINARIA

1. Seminarium Naukowe Instytutu Nauk Ekonomicznych PAN, Warszawa, Polska, 18 października 2018: *Pokryzysowe zagadki inflacji*.
2. Seminarium Naukowe SENAMEK, Warszawa, Polska, 22 listopada 2017: *Bagged artificial neural networks in forecasting (low) inflation: An extensive comparison with current modelling frameworks*.

DYDAKTYKA

1. Ekonometria - semestry zimowy: 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 oraz semestr letni: 2016/2017, język polski
2. Rynki finansowe - semestr letni 2015/2016, język polski

NAGRODY, WYRÓŻNIENIA I GRANTY

1. Stypendium Rektora za wyróżniające się wyniki w nauce w trakcie studiów doktorskich
2. Stypendium Rektora za wyróżniające się wyniki w nauce w trakcie studiów licencjackich i magisterskich
3. Pozyskanie finansowania od instytucji International Institute of Forecasters na pokrycie wszelkich kosztów związanych z uczestnictwem w konferencji naukowej *37th International Symposium on Forecasting*
4. Pozyskanie finansowania na projekt badawczy w ramach programu Badania Młodych Naukowców
nr rej. KAE/BMN16/16/16
5. Pozyskanie finansowania na projekt badawczy NCN w ramach konkursu Preludium
nr rej. 2017/27/N/HS4/00409

PUBLIKACJE I WYWIADY POPULARNO-NAUKOWE

1. *Wpływ digitalizacji na inflację w Polsce*
publikacja na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 10.10.2018
2. *Polacy coraz częściej kupują on-line*
publikacja na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 10.10.2018
3. *Internet zwiększa konkurencję i ogranicza możliwość wzrostu cen*
wywiad na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 08.10.2018
4. *Przyczyny niskiej inflacji w Polsce*
publikacja na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 30.07.2018
5. *Zmienne losy ceny ropy naftowej i kursu dolara*
publikacja na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 24.04.2018
6. *Po kryzysie inflacja nie przychodzi o czasie*
publikacja na stronie: www.obserwatorfinansowy.pl, 18.10.2016

