

Michał Przybyliński*
Artur Gorzalczyński**

ZASTOSOWANIE TABLIC PRZEPLYWÓW MIĘDZYGAŁĘZIOWYCH DO MODELOWANIA PROCESÓW INFLACYJNYCH

APPLYING INPUT-OUTPUT TABLES FOR MODELING INFLATION PROCESSES

Abstract

The aim of this study is a preliminary test of input-output price model as a tool for forecasting inflation. A procedure for predicting the popular price index HICP is proposed. The procedure is then tested on Danish economy for the period 2000–2007, due to the availability of statistical material. The procedure involves ex post solution of input-output price model for an open economy, and then applying appropriate weights to calculate a macroeconomic deflator of household consumption. In the experiment it was assumed, that the exogenous variables of the price model has been perfectly for seen, and the parameters of the model were adopted at the level of the preceding year. Forecasts errors were decomposed into three components. The proposed procedure is significantly different from the most frequently used methods of forecasting inflation, which describe the macroeconomic price indicators (with greater than annual frequency) using stochastic models.

Keywords: input-output price model, forecasting inflation, HICP, price index

JEL classification: C67 E31

Wstęp

Przedstawione rozważania stanowią próbę weryfikacji możliwości zastosowania tablic przepływów międzygałęziowych do modelowania, a w konsekwencji – prognozowania inflacji. Badanie polegało na próbie odtworzenia wartości historycznych powszechnie stosowanego indeksu HICP na podstawie modelu cen input-output (przepływów międzygałęziowych). Opisana została procedura takiego

* Dr hab., prof. nadzwyczajny, Katedra Teorii i Analiz Systemów Ekonomicznych, Uniwersytet Łódzki, michal.przybylinski@uni.lodz.pl

** Doktorant w Katedrze Teorii i Analiz Systemów Ekonomicznych, Uniwersytet Łódzki.

postępowania, wskazano także źródła błędów i oceniono ich skalę na przykładzie modelu gospodarki Danii.

Obecnie najpopularniejszymi narzędziami stosowanymi w tym celu są modele ekonometryczne, opisujące gospodarkę na szczeblu makroekonomicznym, jednakże rozwój metod input-output stwarza coraz szersze możliwości przeprowadzania analiz uwzględniających zmiany cen na poszczególnych rynkach. Zastosowanie w podjętym badaniu modelu cen wynikało z jego zalet, wśród których należy wymienić: jasno określoną formułę kosztową, dużą szczegółowość oraz prostą konstrukcję. Stąd też głównym zastrzeżeniem mogącym wpływać na jakość uzyskanej prognozy jest deterministyczny charakter modelu cen.

Badania empiryczne dotyczące inflacji oparte są na trzech dominujących stanowiskach teoretycznych, czyli teorii monetarnej, popytowej i kosztowej. Wśród narzędzi wymienianych w literaturze odnaleźć można model wektorowej autoregresji (VAR) stosowany ze względu na sprzężenia zwrotne występujące między inflacją a innymi zmiennymi makroekonomicznymi. Kolejnymi, coraz powszechniej wykorzystywanymi narzędziami są modele dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE – *Dynamic Stochastic General Equilibrium Models*). Oparte są one na mikropodstawach i ukazują gospodarkę jako spójną całość, uwzględniając wpływy losowych szoków. Modele DSGE są jednymi z najbardziej złożonych konstrukcji od strony ekonomicznej i technicznej¹.

W Polsce problem modelowania inflacji podejmowali m.in.: A. Welfe²; P. Baranowski, A. Leszczyńska i G. Szafranski³; Budnik i in.⁴; R. Kokoszczyński⁵; A. Welfe, M. Majsterek i R. Kelm⁶.

Badania nad inflacją mają wymiar praktyczny. Precyzyjny opis procesu kształtowania się cen ma kluczowe znaczenie dla decyzji podejmowanych przez banki centralne, dlatego w Polsce najbardziej intensywne prace w tym zakresie prowadzi Narodowy Bank Polski. W ostatnich latach są one głównie skoncentrowane na badaniu mechanizmów przenoszenia (*pass-through*) wahań kursu walutowego na ceny krajowe⁷. W tym nurcie badań M. Antoszewski⁸ analizował wskaźnik

¹ M. Szyszko, *Prognozowanie inflacji w polityce pieniężnej*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2009, s. 65.

² A. Welfe, *Analiza kointegracyjna w makromodelowaniu*, PWE, Warszawa 2013.

³ P. Baranowski, A. Leszczyńska, G. Szafranski, *Krótkookresowe prognozowanie inflacji z użyciem modeli czynnikowych*, „Bank i Kredyt” 2010, nr 41(4).

⁴ K. Budnik i in., *NECMOD – prezentacja nowego modelu prognostycznego*, NBP, Warszawa 2008.

⁵ R. Kokoszczyński, *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa 2004.

⁶ A. Welfe, M. Majsterek, R. Kelm, *Agregatowy model inflacji*, „Przegląd Statystyczny” 2002, t. 49, nr 3.

⁷ R. Cholewiński, *Wpływ zmian kursu walutowego na dynamikę procesów inflacyjnych*, „Materiały i Studia” 2008, z. 226, Instytut Ekonomiczny NBP, Warszawa.

⁸ M. Antoszewski, *Funkcjonowanie kanału kursowego oraz siła efektu pass-through w gospodarkach wschodzących: przypadek Polski, Czech i Węgier*, „Bank i Kredyt” 2014, nr 45 (3), s. 226–266.

cen towarów i usług konsumpcyjnych dla Polski, Czech i Węgier, potwierdzając tezę o słabnącej sile tego mechanizmu w ostatnich latach. Z innej strony zjawisko to opisuje P. Misztal⁹, który bada inercyjność cen (im bardziej inercyjne, tym mniej podatne na krótkookresowe szoki, a więc słabsze *pass-through*).

Narodowy Bank Polski (NBP) wykorzystuje do prognozowania inflacji wielkie modele strukturalne, próbujące połączyć wiedzę teoretyczną z praktyką. Na przestrzeni lat 1999–2008 NBP prowadził kolejno badania nad sześcioma takimi modelami, były to:

- Mały Strukturalny Model Mechanizmu Transmisji Monetarnej (MSMMTM),
- Schemat Analityczny (SA),
- Nowy Schemat Analityczny (NSA),
- Mały Strukturalny Model Inflacji (MSMI),
- ECMOD,
- NECMOD¹⁰.

Stosowany obecnie model NECMOD jest modelem hybrydowym, gdzie równowaga długookresowa opiera się na podstawach teoretycznych, zaś krótkookresowa zależy od szacunków ekonometrycznych. Zgodnie z tym modelem, elementami wpływającymi na kształtowanie się inflacji bazowej są:

- jednostkowe koszty pracy,
- ceny importu,
- luka na rynku pracy,
- oczekiwania inflacyjne¹¹.

Jest to więc podejście oparte w dużej mierze na teorii kosztowej. Dotychczasowe badania mają głównie charakter makroekonomiczny. Na tym tle interesujący wydaje się nurt podjęty w NBP, a dotyczący prognozowania procesów inflacyjnych na szczeblu grup produktowych¹². Wśród zmiennych objaśniających znaleźć można zarówno odwołania do teorii kosztowej, jak i popytowej, a także wskazanie czynników instytucjonalnych.

W przeciwieństwie do wyżej wymienionych modeli, opisany w dalszej części pracy model cen ma charakter deterministyczny. Jego główną zaletą jest prosta, a zarazem szczegółowa konstrukcja, pozwalająca na obserwowanie procesów zachodzących na szczeblu gałęziowym.

⁹ P. Misztal, *Zjawisko uporczywości (inercyjności) inflacji w Polsce*, „*Ekonomista*” 2014, nr 3, s. 397–411.

¹⁰ K. Tura, *Prognozowanie inflacji w Polsce w latach 1999–2009 w ramach modeli budowanych w Narodowym Banku Polskim na potrzeby realizacji kryterium inflacyjnego*, z. 279, Warszawa 2012, s. 11.

¹¹ K. Budnik i in., *NECMOD – prezentacja nowego modelu prognostycznego*, NBP, Warszawa 2008.

¹² M. Gradzewicz i in., *Strukturalne uwarunkowania inflacji*, „*Materiały i Studia*” 2013, nr 297, Instytut Ekonomiczny, NBP, Warszawa.

Materiały i metodyka badań

Teoria kosztowa głosi, że inflacja spowodowana jest przez wzrost kosztów produkcji, wpływający na wzrost ogólnego poziomu cen. Ze względu na różnorodność przyczyn wzrostu kosztów produkcji wyróżniono różne typy inflacji kosztowej:

- inflację płacową, gdy wzrost płac następuje niezależnie od popytu na pracę,
- inflację wywołaną przez zyski, gdy przedsiębiorstwa wykorzystują swoją pozycję monopolistyczną, aby podnieść ceny niezależnie od popytu na ich wyroby,
- inflację wywołaną wzrostem cen dóbr importowanych,
- inflację spowodowaną wzrostem podatków i innych pozapłacowych kosztów pracy¹³.

Wszystkie te mechanizmy znajdują swoje odzwierciedlenie w modelu cen input-output.

Za twórcę modelu przepływów międzygałęziowych, a także modelu cen input-output uważany jest Wassily Leontief, który to w 1936 roku przy wykorzystaniu opracowanej przez siebie tablicy przedstawił liniową zależność między nakładami na produkcję danego dobra a poziomem produkcji tego dobra¹⁴. Od tego czasu model ten wielokrotnie stosowano do oceny siły transmisji szoków cenowych. Przykłady takich zastosowań przedstawili m.in. Ch. Lee i in.¹⁵, N. Sharify i F. Sancho¹⁶ oraz L. Wu i in.¹⁷

Cena w modelu input-output przedstawiana jest jako suma wszystkich kosztów wytworzenia jednostki produktu¹⁸. W zapisie macierzowym równanie cen przedstawić można w następujący sposób:

$$\mathbf{p}^K = \mathbf{A}^{K'} \mathbf{p}^K + \mathbf{A}^{M'} \mathbf{p}^M + \mathbf{v},$$

gdzie:

\mathbf{p}^K – to wektor cen krajowych o elementach będących deflatorami produkcji globalnej,

¹³ E. Skawińska, K.G. Sobiech, K.A. Nawrot, *Makroekonomia*, PWE, Warszawa 2008, s. 160.

¹⁴ Ł. Tomaszewicz, *Metody Analizy Input-Output*, PWE, Warszawa 1994, s. 53.

¹⁵ Ch. Lee, G. Schuler, B. O'Roark, *Minimum wage and food prices: An analysis of price pass-through effects*, "International Food and Agribusiness Management Review" 2000, no. 3, s. 111–128.

¹⁶ N. Sharify, F. Sancho, *A new approach for the input-output price model*, "Economic Modelling" 2011, no. 28, 188–195.

¹⁷ L. Wu, J. Li, Z. Zhang, *Inflationary effect of oil-price shocks in an imperfect market: A partial transmission input-output analysis*, "Journal of Policy Modelling" 2013, no. 35, s. 354–369.

¹⁸ Równanie cen (dla gospodarki zamkniętej) przedstawiają Miller i Blair w: R.E. Miller, P.D. Blair, *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, Cambridge 2009. Warto uściślić, że elementem kosztów jest także nadwyżka operacyjna netto, czyli zysk.

A^K – macierz bezpośredniej materiałochłonności (produkty krajowe),

A^M – macierz bezpośredniej importochłonności,

p^K – wektor cen importu,

v – wektor jednostkowej wartości dodanej¹⁹.

W powyższym równaniu obie macierze przedstawiają ilościowe przepływy produktów pośrednich (macierz A^K nazywana jest często macierzą współczynników technicznych), dlatego koszty wytworzenia (czyli wartość nakładów) otrzymujemy po pomnożeniu tych macierzy przez odpowiednie ceny. Ze względów praktycznych (brak informacji w ujęciu ilościowym) przyjmuje się umowne ceny produktów na poziomie 1, co pozwala przyjąć, że ilości przepływów są równe ich wartościom, czyli jako macierzy współczynników technicznych można użyć macierzy kosztów (podobnie z importochłonnością).

Dla celów obliczeniowych wygodnie jest zredukować powyższy model. Przenosząc pierwszy składnik sumy na lewą stronę równania, a następnie wyłączając przed nawias p^K otrzymujemy:

$$(I - A^{K'})p^K = A^{M'}p^M + v,$$

a w ostateczności:

$$p^K = (I - A^{K'})^{-1}A^{M'}p^M + (I - A^{K'})^{-1}v.$$

W powyższym równaniu ceny krajowe zmieniają się pod wpływem dwóch czynników: zmian cen importu i zmian jednostkowej wartości dodanej, a macierze traktowane są jako parametry (mnożniki cenowe). O sile, z jaką na krajowe ceny przeniosą się zmiany cen importu, decyduje transponowana macierz pełnej importochłonności $\Pi' = (I - A^{K'})^{-1}A^{M'}$, a zmiany jednostkowej wartości dodanej – transponowana macierz pełnych nakładów materiałowych $L' = (I - A^{K'})^{-1}$. Tak więc siła oddziaływania cen importu na ceny krajowych produktów zależy od importochłonności poszczególnych gałęzi, ale również od wzajemnych powiązań surowcowo-materiałowych pomiędzy nimi.

Przyjęcie założenia, że wyjściowe ceny produktów (zarówno krajowych, jak importowanych) są równe 1, pozwala na prostą interpretację parametrów równania cen. I tak, jeżeli ceny importowanych produktów j -tej grupy wzrosną o 1 (czyli o 100% w stosunku do ceny wyjściowej), to cena krajowa i -tej grupy produktów wzrośnie o wartość elementu π_{ij} macierzy Π' . Mnożniki cenowe dla Polski dla lat 2000 i 2005 obliczył zgodnie z tą metodą M. Przybyliński²⁰.

Układ tablic publikowanych obecnie jest zgodny z międzynarodowym systemem rachunków narodowych, choć wartości w nich podane odbiegają niejednokrotnie od odpowiedników publikowanych w ramach systemu

¹⁹ Wektor ten zawiera także pozycję „podatki od produktów minus dotacje do produktów”.

²⁰ M. Przybyliński, *Metody i tablice przepływów międzygałęziowych w analizach handlu zagranicznego Polski*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012.

rachunków narodowych. Zastosowane w niniejszej pracy tablice przepływów międzygałęziowych pochodzą z bazy Eurostatu. Jest to najbardziej wiarygodne i precyzyjne źródło tego typu danych. Zgodnie z zaleceniami Eurostatu, urzędy statystyczne w krajach członkowskich konstruują ujednoczone zestawy tablic, jednak program ten jest wdrażany w różnym tempie. W okresie, gdy prowadzone były opisane poniżej badania, zestaw tablic uwzględniających dane w cenach stałych (*previous year prices* – ceny z poprzedniego roku) dostępny był jedynie dla gospodarki duńskiej. Tablice publikowane przez Eurostat przedstawiają gospodarkę w 55–65-gałęziowym układzie produktowo-produktowym.

Warto wspomnieć także o innych bazach danych zawierających tablice przepływów międzygałęziowych. Jedną z nich jest STAN *Input–Output database* opracowywana przez OECD. Druga, o której warto wspomnieć, to WIOD (*World Input–Output Database*)²¹, powstała z inicjatywy Komisji Europejskiej. Zawiera ona tablice przepływów (w cenach bieżących) krajów Unii Europejskiej, jak i spoza niej, oraz tablice dla całej gospodarki globalnej. Tablice te opublikowane są dla lat 1995–2011, co poszerza możliwości ich zastosowania. W grudniu 2014 roku przedstawiono również tablice w cenach stałych dla całej gospodarki świata w latach 1995–2009. Tablice te są konstruowane w oparciu o nieco inne i mniej szczegółowe grupowanie (STAN – to ok. 40 gałęzi, WIOD – 35). Przewagą tych baz jest ich międzynarodowy charakter i związane z tym bilansowanie przepływów handlowych w skali globalnej. Do opisu poszczególnych gospodarek bez wątplenia lepiej nadają się tablice Eurostatu. Tablice wykorzystane w poniższym badaniu zaczerpnięto ze strony <http://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/data/workbooks>.

Wektor p^K może służyć do wyznaczania różnorodnych deflatorów, przy zastosowaniu odpowiedniego zestawu wag. Jak wspomniano we wstępie, eksperyment polega na zastosowaniu modelu cen do odtworzenia zharmonizowanego indeksu cen konsumpcyjnych (HICP – *Harmonised Index of Consumer Prices*). Podstawę do opracowania HICP stanowi system wag oparty na strukturze spożycia indywidualnego oraz wszystkich towarów i usług nabywanych w drodze transakcji pieniężnych, w celu bezpośredniego zaspokojenia potrzeb konsumentów. Dotyczy to przedmiotów codziennego użytku (np. żywność, paliwo, odzież, pojazdy) oraz usług (np. usługi budowlane, finansowe). W przypadku takich sektorów jak opieka zdrowotna i edukacja, gdzie większa część konsumpcji pokrywana jest ze strony państwa, w koszyku konsumpcyjnym HICP znajduje się jedynie część pokrywana przez

²¹ M. P. Timmer (ed.), *The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods*, “WIOD Working Paper” 2012, no. 10.

gospodarstwa domowe (np. czesne za studia płacone przez studenta, czy też prywatna wizyta u lekarza specjalisty). Przy obliczaniu HICP ujęte są wszystkie typy gospodarstw domowych w obrębie danego obszaru gospodarczego z uwzględnieniem wszystkich klas dochodu i obszarów występowania (miasta i wsie)²². Grupowanie dóbr i usług konsumpcyjnych zawartych w HICP oparto na Klasyfikacji Spożycia Indywidualnego według Celu (COICOP/HICP)²³.

Indeks HICP obliczany jest miesięcznie według formuły Laspeyresa jako relacja wydatków konsumentów na zakup określonego koszyka dóbr w badanym roku do analogicznych wydatków w roku przyjętym jako bazy.

$$HICP = \left[\frac{\sum_{i=0}^n p_{it} \cdot q_{i0}}{\sum_{i=0}^n p_{i0} \cdot q_{i0}} - 1 \right] \cdot 100\%,$$

gdzie:

$HICP$ – zharmonizowany indeks cen dóbr konsumpcyjnych,

p_{i0} – cena dobra i w roku bazowym,

p_{it} – cena dobra i w roku badanym

q_{i0} – waga dobra i w roku bazowym.

Zgodnie z kryterium inflacyjnym zawartym w traktacie z Maastricht, indeks HICP jest podstawą do oceny stabilności cen. Europejski Bank Centralny dąży do utrzymania rocznego wskaźnika inflacji mierzonej HICP na poziomie ok. 2%. Zharmonizowany indeks cen dóbr konsumpcyjnych stosowany jest również do oceny kraju przed wstąpieniem do strefy euro.

HICP jest więc rodzajem deflatora spożycia gospodarstw domowych (indywidualnego), jednak w szczegółach jego konstrukcja różni się od indeksu, który można uzyskać na podstawie tablic przepływów międzygałęziowych. Różnica ta stanowić więc będzie źródło błędów przy próbie odtworzenia HICP na podstawie przedstawionego powyżej modelu cen.

Wyniki badań

O trafności prognoz stawianych w oparciu o model przyczynowo-skutkowy decyduje nie tylko jakość samego modelu, ale także trafność przewidywań co do wartości zmiennych egzogenicznych. W przeprowadzonej symulacji, mającej charakter prognozy *ex post*, założono, że zmienne egzogeniczne modelu cen, czyli jednostkowe wartości dodane (\mathbf{v}), oraz ceny importowanych wyrobów i usług (\mathbf{p}^M) przyjęły wartości historyczne z prognozowanego okresu. Odpowiada

²² ECB, <https://www.ecb.europa.eu/stats/prices/hicp/html/index.en.html> (dostęp 10.06.2015).

²³ GUS, *Ceny w gospodarce narodowej w 2008 r.*, Warszawa 2009, s. 19.

to prognozie *ex ante*, w której zmienne te zostałyby przewidziane bezbłędnie. Jednocześnie założono, że parametry modelu (macierze mnożników) pozostałyby na poziomie z okresu poprzedzającego okres prognozowany, czyli:

$$\mathbf{p}_{t+1}^{K*} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_t^{K'})^{-1} \mathbf{A}_t^{M'} \mathbf{p}_{t+1}^M + (\mathbf{I} - \mathbf{A}_t^{K'})^{-1} \mathbf{v}_{t+1},$$

przy czym

$$p_i^M = \frac{\text{wartość importu w roku } t + 1 \text{ w cenach bieżących}}{\text{wartość importu w roku } t + 1 \text{ w cenach z roku } t}$$

$$v_i = \frac{\text{wartość dodana w roku } t + 1 \text{ w cenach bieżących}}{\text{produkcja globalna w roku } t + 1 \text{ w cenach z roku } t}$$

Źródłem błędów na tym etapie procedury są zmiany parametrów modelu cen.

Jak wspomniano, za odpowiednik HICP w zaproponowanej procedurze uznajemy deflator spożycia gospodarstw domowych (P^G), oparty na zasadzie Paaschego. Oznacza to, że wagami są ilości z roku badanego ($t + 1$), czyli spożycie gospodarstw domowych w roku $t + 1$ liczone w cenach roku t , oznaczone w poniższej formule jako C . Formuła deflatora zawiera trzy składniki: ceny produktów krajowych, ceny produktów importowanych (obie kategorie wyrażone w cenach bazowych) oraz zmianę podatków od produktów (T):

$$P^G = \left(\sum_{i=1}^n P_i^K \cdot \frac{C_i^K}{C^K} \right) \cdot \frac{C^K}{C} + \left(\sum_{i=1}^n P_i^M \cdot \frac{C_i^M}{C^M} \right) \cdot \frac{C^M}{C} + \frac{TB}{T} \cdot \frac{T}{C},$$

przy czym

$$C = C^K + C^M + T.$$

TB to wartość podatków liczona w cenach bieżących w roku badanym (dla uściślenia: T oznacza wartość podatków w roku badanym wyrażoną w cenach stałych z roku bazowego). Subskrypt i oznacza grupę produktową, brak subskryptu – wielkość makroekonomiczną, superskrypt K – produkty krajowe, superskrypt M – produkty importowane, brak takiego superskryptu oznacza podaż ogółem (czyli $K + M$).

Na tym etapie źródłem błędu jest wewnątrzgałęziowa specyfika wydatków gospodarstw domowych. Ceny generowane na podstawie modelu są deflatorami produkcji globalnej, czyli wyrażają zmiany cen poszczególnych grup produktów przeciętnie dla całej krajowej produkcji. W rzeczywistości struktura zakupów gospodarstw domowych posiada swoją specyfikę. Na przykład w przypadku produktów rolnictwa zakupy gospodarstw domowych obejmują ziemniaki, natomiast nie

obejmują rzepaku lub lnu, które kupowane są głównie przez firmy przemysłowe (lub eksportowane). Ceny ziemniaków i rzepaku mogą podążać w różnych kierunkach, deflator produkcji globalnej pokaże jedynie średnią zmianę.

Przeprowadzona symulacja wymagała zastosowania tablic przepływów produktów krajowych i (oddzielnych) tablic przepływów produktów importowanych w cenach stałych i cenach bieżących. Istniejący obecnie zbiór danych Eurostatu zawęża możliwość przeprowadzenia takiego eksperymentu, przede wszystkim ze względu na braki lub niewielką liczbę tablic w cenach stałych. Z tego powodu zdecydowano o wykorzystaniu zestawu dla Danii dla okresu 2000–2007, który aktualnie jest najszerszym zbiorem tablic umożliwiającym przeprowadzenie takiego badania. Tablice poddano procedurze agregacji, w wyniku której model został sprowadzony do poziomu 55 gałęzi.

Wyniki sporządzonych prognoz zestawiono z empirycznymi wartościami HICP zaczerpniętymi z bazy Eurostatu (zob. tab. 1).

Tabela 1. Wyniki symulacji w porównaniu z wartościami empirycznymi HICP

Rok	HICP	Wynik symulacji	Błąd prognozy
2001	1,02303	0,99899	-0,02404
2002	1,02465	1,00941	-0,01524
2003	1,01987	1,01112	-0,00875
2004	1,00821	1,00952	0,00131
2005	1,01729	1,00575	-0,01154
2006	1,01800	1,01508	-0,00292
2007	1,01670	1,01667	-0,00003
ME	x	x	-0,00875
MAE	x	x	0,00912
RMSE	x	x	0,01213

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Eurostatu.

Uzyskane na podstawie modelu prognozy cen uznać można za dość trafne, zwłaszcza w ostatnim okresie. Są one generalnie niedoszacowane. Jak wspomniano, w przedstawionej powyżej procedurze błędy prognoz mają trzy źródła. Są to:

- 1) zmiana parametrów modelu cen pomiędzy t a $t + 1$
- 2) specyfika wydatków gospodarstw domowych
- 3) różnice w metodzie szacowania HICP i deflatora spożycia gospodarstw domowych.

Warto przyjrzeć się dekompozycji błędów przedstawionej w tabeli 2.

Tabela 2. Błędy prognozy w podziale na trzy źródła ich występowania

Rok	Błąd 1	Błąd 2	Błąd 3	Błąd prognozy
2001	-0,02876	0,00428	0,00044	-0,02404
2002	-0,00689	-0,00033	-0,00802	-0,01524
2003	-0,00008	-0,00128	-0,00739	-0,00875
2004	0,00027	-0,00290	0,00394	0,00131
2005	-0,01332	0,00424	-0,00246	-0,01154
2006	-0,00901	0,00477	0,00133	-0,00292
2007	-0,00052	0,00517	-0,00468	-0,00003
ME	-0,00833	0,00199	-0,00241	-0,00875
MAE	0,00841	0,00328	0,00404	0,00912
RMSE	0,01272	0,00370	0,00485	0,01213

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Eurostatu.

Jak widać, niedoszacowanie prognoz wynika głównie ze zmiany parametrów modelu cen. Jest to najpoważniejsze źródło błędów, jednakże systematyczność tych błędów może wskazywać na istnienie tendencji w zakresie zmian parametrów. Skromny materiał empiryczny nie daje podstaw do formułowania ogólniejszych wniosków, jednak można żywić nadzieję, że odkrycie prawidłowości w zmianach parametrów pozwoli na korektę stawianych prognoz i zwiększy ich trafność. Najmniejsze rozbieżności wynikają z wewnątrzgałęziowej specyfiki popytu gospodarstw domowych. Najtrudniej skomentować rozkład błędów wynikających z różnic w metodzie liczenia HICP i deflatora spożycia gospodarstw domowych.

Podsumowanie i wnioski

Celem opisanych badań było wstępne rozpoznanie możliwości wykorzystania modelu cen input-output do prognozowania inflacji. W świetle przeprowadzonego eksperymentu perspektywy tej ścieżki badawczej wydają się umiarkowanie obiecujące. Badanie było ograniczone do przykładu Danii dla okresu 2000–2007, co wynikało z dostępności materiału statystycznego. Dzięki istnieniu ujednoliconej metodyki tworzenia tablic przepływów międzygałęziowych, stosowanej przez Eurostat, opisaną procedurę można będzie zastosować w odniesieniu do polskiej gospodarki.

Uzyskane wyniki prognoz z pewnością mogą być uznane za dość trafne, jednak świadomość przyjętego założenia o znajomości realizacji zmiennych egzogenicznych w okresie prognozowanym (w tym także wag) skłania do ostrożnej

oceny błędów. Istnieją przy tym potencjalne możliwości ich ograniczenia. Systematyczny błąd wynikający z nieuwzględnienia zmiany parametrów może wskazywać na występowanie trwałej tendencji w zakresie zmiany tych parametrów, co może ułatwić przewidywanie tychże zmian. Wymaga to oczywiście studiów nad szerszym materiałem empirycznym. Sposobem na redukcję błędu wynikającego z wewnątrzgałęziowej specyfiki popytu gospodarstw domowych jest zmniejszenie stopnia agregacji gałęziowej (uszczegółowienie). W przeprowadzonym badaniu wyróżniono 55 grup produktowych, podczas gdy najnowsze tablice dla Polski prezentują podział na 77 grup. Niestety, trudno w najbliższym czasie spodziewać się tablic dla naszego kraju wyrażonych w cenach stałych. W perspektywie tablice takie z pewnością powstaną, przy czym można oczekiwać, że ich szczegółowość jeszcze wzrośnie.

Wydaje się więc, że przedstawiona analiza jest dobrym punktem wyjściowym do podejmowania dalszych działań w tym zakresie. Biorąc pod uwagę fakt, że funkcjonujące obecnie modele inflacji mają głównie charakter makroekonomiczny, podejście oparte na tablicy przepływów międzygałęziowych może stanowić ich cenne uzupełnienie, dając możliwość śledzenia zmian cen na szczeblu grup produktowych.

Bibliografia

- Antoszewski M., *Funkcjonowanie kanału kursowego oraz siła efektu pass-through w gospodarkach wschodzących: przypadek Polski, Czech i Węgier*, „Bank i Kredyt” 2014, nr 45(3), s. 226–266.
- Baranowski P., Leszczyńska A., Szafranski G., *Krótkookresowe prognozowanie inflacji z użyciem modeli czynnikowych*, „Bank i Kredyt” 2010, nr 41(4), s. 23–44.
- Baranowski P., *Problem optymalnej stopy inflacji w modelowaniu wzrostu gospodarczego*, Wyd. Biblioteka, Łódź 2008.
- Budnik K., Greszta M., Hulej M., Kolasa M., Murawski K., Rot M., Rybaczyk B., Tarnicka M., *NECMOD – prezentacja nowego modelu prognostycznego*, NBP, Warszawa 2008, https://www.nbp.pl/polityka_pieniezna/dokumenty/raport_o_inflacji/necmod_pl.pdf (dostęp 10.06.2015).
- Cholewiński R., *Wpływ zmian kursu walutowego na dynamikę procesów inflacyjnych*, „Materiały i Studia” 2008, z. 226, Instytut Ekonomiczny, NBP.
- ECB, <https://www.ecb.europa.eu/stats/prices/hicp/html/index.en.html> (dostęp 30.12.2015).
- Gradzewicz M., Hagemeyer J., Hałka A., Baranowski P., Jankiewicz Z., Kołodziejczyk D., Leszczyńska A., Macias P., Niechciał M., Popowski P., Puchalska K., *Strukturalne uwarunkowania inflacji*, „Materiały i Studia” 2013, nr 297, Instytut Ekonomiczny, NBP.
- GUS, *Ceny w gospodarce narodowej w 2008 r.*, Warszawa 2009.
- Kokoszcyński R., *Współczesna polityka pieniężna w Polsce*, PWE, Warszawa 2004.
- Lee Ch., Schuller G., O’Roark B., *Minimum wage and food prices: An analysis of price pass-through effects*, “International Food and Agribusiness Management Review” 2000, no. 3, s. 111–128.
- Miller R.E., Blair P.D., *Input–Output Analysis. Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, Cambridge 2009.
- Misztal P., *Zjawisko uporczywości (inercyjności) inflacji w Polsce*, „Ekonomista” 2014, nr 3, s. 397–411.

- Przybyliński M., *Metody i tablice przepływów międzygałęziowych w analizach handlu zagranicznego Polski*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012.
- Skawińska E., Sobiech K.G., Nawrot K.A., *Makroekonomia*, PWE, Warszawa 2008.
- Sharify N., Sancho F., *A new approach for the input-output price model*, "Economic Modelling" 2011, no. 28, 188–195.
- Szyszko M., *Prognozowanie inflacji w polityce pieniężnej*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2009.
- Timmer M.P. (ed.), *The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods*, "WIOD Working Paper" 2012, no. 10, <http://www.wiod.org/publications/papers/wiod10.pdf> (dostęp 30.12.2015).
- Tomaszewicz L., *Metody Analizy Input-Output*, PWE, Warszawa 1994.
- Tura K., *Prognozowanie inflacji w Polsce w latach 1999–2009 w ramach modeli budowanych w Narodowym Banku Polskim na potrzeby realizacji kryterium inflacyjnego*, „Materiały i Studia” 2012, nr 279, Instytut Ekonomiczny, NBP, Warszawa.
- Welfe A., *Analiza kointegracyjna w makromodelowaniu*, PWE, Warszawa 2013.
- Welfe A., Majsterek M., Kelm R., *Agregatowy model inflacji*, „Przegląd Statystyczny” 2002, t. 49, nr 3, s. 15–32.
- Wu L., Li J., Zhang Z., *Inflationary effect of oil-price shocks in an imperfect market: A partial transmission input-output analysis*, "Journal of Policy Modelling" 2013, no. 35, s. 354–369.

Streszczenie

Celem niniejszego opracowania jest wstępna próba oceny modelu cen input-output jako narzędzia do prognozowania inflacji. Zaproponowano procedurę prognozowania popularnego indeksu HICP. Została ona przetestowana na przykładzie gospodarki Danii w latach 2000–2007, co wynikało z dostępności materiału statystycznego. Procedura polega na rozwiązaniu modelu cen input-output dla otwartej gospodarki, a następnie zastosowaniu odpowiednich wag do obliczenia makroekonomicznego deflatora konsumpcji gospodarstw domowych. W eksperymencie założono, że zmienne egzogeniczne modelu cenowego zostały przewidziane ze 100% trafnością, a parametry modelu przyjęto na poziomie z poprzedniego roku. Błędy tak uzyskanych prognoz zostały zdekomponowane na trzy składowe. Proponowana procedura znacznie różni się od najczęściej stosowanych metod prognozowania inflacji, które opisują zachowanie się makroekonomicznych wskaźników cenowych (z częstotliwością większą niż roczną) przy użyciu modeli stochastycznych.

Słowa kluczowe: model cen input-output, prognozowanie inflacji, HICP, wskaźnik cen, przepływy międzygałęziowe

Numer klasyfikacji JEL: C67 E31