Polski Instytut Ekonomiczny

3/2020

WORKING PAPER

Makromodel gospodarki narodowej

Polskiego Instytutu Ekonomicznego

(część II)

Cytowanie:
Welfe, A. (2020), *Makromodel gospodarki narodowej Polskiego Instytutu Ekonomicznego*, Working Paper, nr 3, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa.

Warszawa, grudzień 2020 r.
Autor: Aleksander Welfe
Współpraca: Piotr Karp, Jakub Rybacki
Redakcja merytoryczna: Piotr Arak
Redakcja: Jakub Nowak, Małgorzata Wieteska
Projekt graficzny: Anna Olczak
Skład i łamanie: Sławomir Jarząbek
Polski Instytut Ekonomiczny
Al. Jerozolimskie 87
02-001 Warszawa
© Copyright by Polski Instytut Ekonomiczny

ISBN 978-83-66698-00-0

Spis treści

Wstęp 4

1. Charakterystyka modelu 5

2. Wyniki estymacji parametrów 9

3. Długookresowe właściwości modelu 36

4. Analizy mnożnikowe modelu 37

Bibliografia 41

ANEKS 1. Zasady symboliki zmiennych, nazewnictwa i dokumentacji bazy danych 43

ANEKS 2. Alfabetyczna lista zmiennych 45

Wstęp

Makromodel gospodarki narodowej Polski skonstruowany na potrzeby Polskiego Instytutu Ekonomicznego[1] ma służyć prognozowaniu i analizie skutków różnych, potencjalnych polityk gospodarczych w średnim (kilkuletnim) horyzoncie czasowym. To w znacznym stopniu determinuje jego strukturę, stopień dezagregacji i specyfikację poszczególnych równań. Model PIE nawiązuje do serii modeli WK i WM (Welfe, Karp, Kelm, 2002; Welfe, Karp, Kębłowski, 2006; Welfe, 2013; Welfe, Karp, 2017). Jest to model kompletny i w ramach przyjętych założeń w pełni opisuje funkcjonowanie gospodarki, czego dowodzi stosunkowo mała liczba zmiennych egzogenicznych definiujących otoczenie gospodarki. Wszystkie z nich reprezentują instrumenty polityki ekonomicznej (np. stawki podatkowe) lub kategorie, na które bieżąca sytuacja ekonomiczna Polski, w krótkim i średnim okresie, ma wpływ marginalny (np. krzyżowe kursy walut, wskaźniki koniunktury światowej).

Konstrukcja poszczególnych równań modelu wynika z teorii ekonomii i jednocześnie zapewnia obecność w modelu głównych sprzężeń charakterystycznych dla gospodarki rynkowej (mnożnik konsumpcyjny, mnożnik fiskalny, pętla inflacyjna, akcelerator oraz sprzężenie kursowe). Weryfikacja hipotez ekonomicznych zarówno w odniesieniu do poszczególnych równań, jak i ich grup, uwzględnia właściwości procesów stochastycznych generujących dane (niestacjonarność), na podstawie których estymowane są parametry.

Przy pomocy symulacji zbadano po pierwsze, czy model jest dynamicznie stabilny, to znaczy czy po ustaniu egzogenicznych zaburzeń powraca na trajektorie długookresowe. Po drugie przeanalizowano poprzez symulacje deterministyczne kierunki i skalę reakcji modelu na bodźce ze strony zmiennych, które mogą zostać wykorzystane w charakterze instrumentów polityk gospodarczych.

[1] W pracach nad estymacją parametrów brał udział Piotr Karp, który dopomógł także przygotować schematy ilustrujące powiązania między blokami modelu. Prezentowane eksperymenty symulacyjne zostały przeprowadzone przez Jakuba Rybackiego.

1. Charakterystyka modelu

Potencjalne kierunki zastosowania modelu PIE determinują jego właściwości. Po pierwsze, kwantyfikuje on relacje o charakterze długookresowym (trwałym), o których można sądzić, że będą decydować o rozwoju zjawisk makroekonomicznych w przyszłości.

Po drugie, stopień dezagregacji (szczegółowości) modelu stwarza warunki do statystycznie poprawnej estymacji parametrów poszczególnych związków behawioralnych. Jednocześnie jednak rozmiary modelu nie są nadmierne, ograniczałoby to możliwości jego operacyjnego wykorzystania i stanowiło niepotrzebne obciążenie przy okresowych aktualizacjach.

Po trzecie, zastosowane metody estymacji zostały odpowiednio dobrane i uwzględniają właściwości procesów stochastycznych generujących dane. Wstępne badania wskazały na to, że większość szeregów czasowych reprezentujących zmienne makroekonomiczne występujące w modelu jest zintegrowana w stopniu pierwszym. Dlatego wykorzystano analizę kointegracyjną i specyfikację ECM.

Po czwarte, otoczenie modelu zdefiniowano oszczędnie, tak aby liczba zmiennych egzogenicznych nie była nadmierna. W przeciwnym razie analizy prognostyczne wymagałyby przyjmowania zbyt licznych założeń *ad hoc* dotyczących tych zmiennych.

Po piąte, model posługuje się kategoriami makroekonomicznymi, których wartości są powszechnie dostępne i publikowane przede wszystkim przez GUS, a także Eurostat, OECD, MFW, Bank Światowy i inne organizacje międzynarodowe. Zapewnia to porównywalność analiz prowadzonych na modelu i łatwą komunikację z otoczeniem.

Powyższe przesłanki doprowadziły do zastosowania poniższych rozwiązań.

Dane

Model opiera się na danych kwartalnych, zaś próba statystyczna rozpoczyna się nie wcześniej niż w pierwszym kwartale 2000 r. Zapewnia to po pierwsze, iż analizy empiryczne dotyczą okresu, co do którego można przyjąć, iż polska gospodarka jest w pełni gospodarką rynkową. Po drugie, liczebność jest wystarczająca (ok. 80 obserwacji), aby można było mieć zaufanie do wyników estymacji parametrów i wnioskowania statystycznego. Po trzecie, w przytłaczającej większości makrokategorii dane kwartalne są dla tego okresu publikowane i nie wymagają, jak w przypadku wielu danych miesięcznych, szacunków i interpolacji.

Struktura modelu

Główna tożsamość definiująca podział produktu krajowego brutto ma postać:

$$X_t = C_t + G_t + J_t + \Delta R_t + E_t - M_t$$

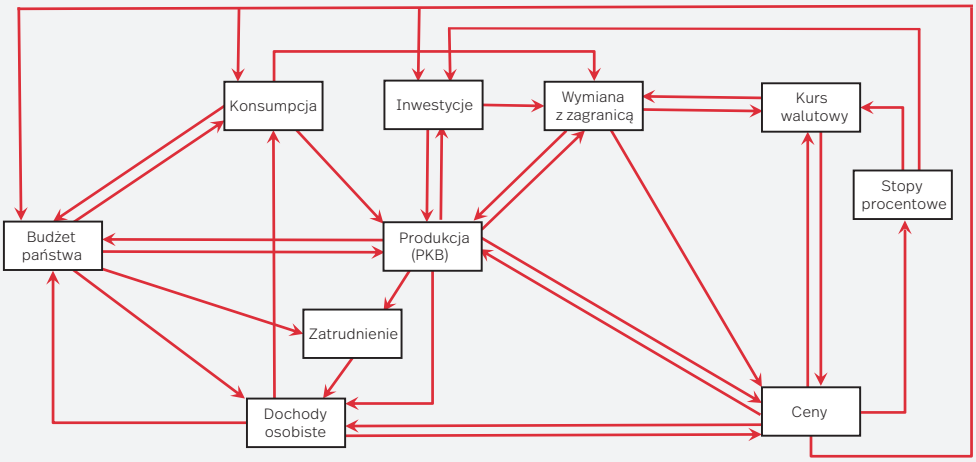
gdzie poszczególne symbole oznaczają:

- X_t – produkt krajowy brutto,
- C_t – konsumpcję indywidualną,
- G_t – konsumpcję zbiorową,
- J_t – nakłady inwestycyjne,
- ΔR_t – zmiany zapasów,
- E_t – eksport,
- M_t – import.

Równania opisujące poszczególne składniki mają charakter popytowy. Skutkiem tego rozmiary dochodu narodowego dostosowują się do popytu krajowego powiększonego o popyt zagranicy i skorygowanego przez import. Zapewnia to jednocześnie, że w modelu jest obecny mnożnik Keynesowski. Cały model pozostaje zorientowany popytowo, co jest równoznaczne przyjęciu, iż istnieją niewykorzystane czynniki produkcji (kapitał i zatrudnienie), a ewentualne napięcia na rynku siły roboczej lub pozostałych czynników wytwórczych mają charakter krótkotrwały i incydentalny.

Na rysunku 1 pokazano powiązania między poszczególnymi blokami modelu. Podwójne strzałki oznaczają sprzężenia zwrotne. Blok konsumpcji obejmuje konsumpcję indywidualną i zbiorową, wymiany z zagranicą – eksport i import, budżetu państwa – dochody i wydatki (także budżetów terenowych), zatrudnienia – zatrudnienie w sferze budżetowej i poza nią.

Rysunek 1. Uproszczony schemat powiązań między poszczególnymi blokami modelu



Agregacja/dezagregacja modelu

Produkcja, zatrudnienie oraz wynagrodzenia zostały zdezagregowane na 4 grupy: przemysł, budownictwo, usługi rynkowe oraz usługi nierynkowe, ponieważ mechanizmy kształtujące te makrokategorie w poszczególnych sektorach są odmienne (siła oddziaływania zmiennych różni się znacząco).

Wyróżniono: import zaopatrzeniowy, konsumpcyjny i inwestycyjny.

Dochody gospodarstw domowych są sumą funduszy: wynagrodzeń (dochodów z pracy), rent, emerytur (związanych z pozarolniczym i rolniczym systemem ubezpieczeń) oraz pozostałych świadczeń społecznych, dochodów z działalności gospodarczej i pozostałych dochodów ludności.

Pośród źródeł dochodów budżetu państwa wyróżniono trzy główne podatki: dochodowy od osób fizycznych oraz prawnych, VAT, a także akcyzę oraz cła. Wydatki budżetowe podzielono na: wydatki bieżące, majątkowe, obsługę długu publicznego oraz wydatki na zabezpieczenie społeczne.

Za wiodącą w modelu stopę procentową przyjęto jednomiesięczną stopę WIBOR. Wyróżnienie stóp oprocentowania depozytów i kredytów zarówno osób fizycznych, jak i przedsiębiorstw oraz długookresowej stopy rentowności obligacji skarbowych, umożliwiło bardziej zaawansowane analizy.

Ze względu na udział obrotów w handlu zagranicznym z krajami strefy euro, kurs EUR/PLN w modelu jest endogeniczny, natomiast kurs USD/PLN i potencjalnie inne kursy mogą być wyznaczane przez kursy krzyżowe.

Oczywiście, poszczególnym wolumenom przyporządkowano właściwe deflatory. To umożliwia – wszędzie tam, gdzie to potrzebne – tożsamościowe wyznaczenie wielkości wyrażonych w cenach bieżących.

Taka dezagregacja modelu zapewnia, że do zbioru zmiennych egzogenicznych zaliczono zmienne demograficzne (np. liczba ludności w wieku produkcyjnym, liczba emerytów i rencistów etc.), charakterystyki nastrojów i oceny wiarygodności Polski (np. międzynarodowa pozycja inwestycyjna, CDSy[2], wskaźnik klimatu koniunktury), instrumenty polityki gospodarczej (np. cel inflacyjny NBP, przeciętna stawka ceł, przeciętne stawki podatkowe) oraz zmienne definiujące otoczenie gospodarki Polski (kurs EUR/USD i inne kursy krzyżowe, charakterystyki aktywności gospodarczej zagranicy). Jednocześnie całkowita liczba zmiennych egzogenicznych jest niewielka.

Specyfikacja równań i estymacja parametrów

Mimo że specyfikacja wszystkich równań behawioralnych modelu wynika z przyjętych hipotez ekonomicznych mających swoje źródło w teorii ekonomii, niektóre z równań, ze względu na niejednorodność próby (występowanie pojedynczych obserwacji lub podokresów nietypowych) uzupełniono o zmienne deterministyczne (głównie pozwalające na korekty wyrazów wolnych). W każdym takim przypadku ostateczne rozstrzygnięcia były podejmowane na podstawie wyników testów statystycznych dotyczących właściwości składników losowych, skointegrowania oraz istotności wpływu wprowadzanych zmiennych.

[2] CDS (*credit default swap*) – instrument pochodny zabezpieczający wierzyciela przed ryzykiem niewywiązania się dłużnika ze spłaty zadłużenia (w tym przypadku Skarbu Państwa).

Z przeprowadzonych procedur testowych wynika, że większość danych wykorzystywanych w modelu jest generowana przez procesy stochastyczne typu I(1). Z tego też powodu parametry poszczególnych równań były estymowane podwójną metodą Engle'a-Grangera. Finalną postacią jest zatem ECM, co oznacza iż równania są dynamiczne. Zapewnia to odpowiednie rozłożenie w czasie procesów dostosowawczych.

Prawie wszystkie równania są funkcjami o stałych w czasie elastycznościach (mają postać log-liniową). Wszędzie tam, gdzie wskazywała na to teoria ekonomii, nakładając restrykcje na parametry, zapewniono homogeniczność stopnia pierwszego lub jednostkowe elastyczności względem odpowiednich zmiennych.

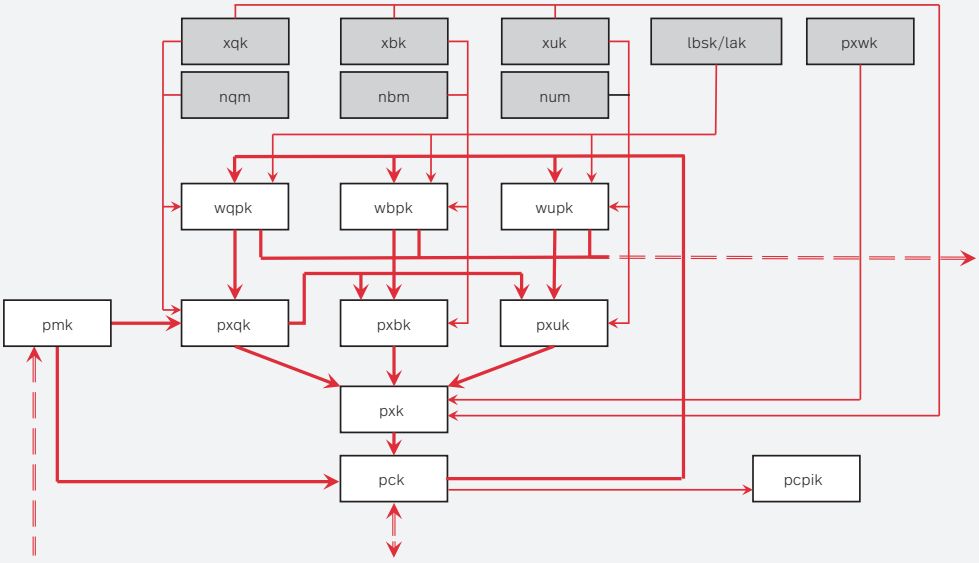
W modelu występują także liczne równania będące stochastycznymi aproksymacjami tożsamości (tzw. równania przejścia). Ze względu na przesłanki teoretyczne (Grabowski, Welfe, 2010) w wielu przypadkach założono jednostkowe elastyczności. Funkcje mają postać statyczną, ponieważ regresja jest tu wykorzystywana jako narzędzie pozwalające znaleźć średnie w próbie wartości odpowiednich współczynników udziału.

2. Wyniki estymacji parametrów

Równania płac i cen

Sprzężenie płacowo-cenowe, nazywane także sprzężeniem inflacyjnym, należy do grupy najważniejszych długookresowych związków jednoczesnych występujących w gospodarkach rynkowych. Jego poprawne odwzorowanie jest jednym z podstawowych warunków umożliwiających trafne prognozowanie procesów makroekonomicznych.

↘ Rysunek 2. Schemat pętli inflacyjnej



Ze względu na przyjęty stopień dezagregacji modelu wpływ wzrostu kosztów utrzymania (inflacji) na płace został odwzorowany w odniesieniu do płac w przemyśle, budownictwie i usługach rynkowych. Długookresowa elastyczność cenowa płac musi wynosić jeden. Jeśli byłaby mniejsza od jedności to (przy pozostałych warunkach niezmienionych) następowałby niekontrolowany spadek płac realnych i w konsekwencji – dochodów osobistych

ludności, co prowadziłoby do załamania gospodarczego. Natomiast elastyczność większa od jedności powodowałaby pogłębiającą się nierównowagę rynkową. Także długookresowa elastyczność płac względem wydajności pracy powinna być jednostkowa, aby zapewnić stałą partycypację zatrudnionych w zyskach przedsiębiorstw. Konsekwentnie we wszystkich równaniach nałożono odpowiednie restrykcje. Konieczne okazało się wprowadzenie zmiennych zero-jedynkowych (*dummies*) z powodu występowania obserwacji nietypowych oraz w niektórych przypadkach dla uwzględnienia niejednorodności próby. Ze względu na brak odpowiednich danych nie uwzględniono *explicite* podatków (Majsterek, Welfe, 2012). Modelowane są zatem płace brutto.

Powiązania między poszczególnymi zmiennymi wchodzącymi w skład pętli inflacyjnej ilustruje rysunek 2. Szare prostokąty oznaczają zmienne traktowane jako egzogeniczne w tym podukładzie równań. Oczywiście są one zendogenizowane w ramach całego (kompletnego) modelu PIE.

Wyniki estymacji parametrów zaprezentowano poniżej. Pierwsze z każdej pary równań reprezentuje związki długookresowe, drugie jest tzw. równaniem kompletnym (krótkookresowym), postaci ECM. W przypadku każdego z równań długookresowych weryfikowano stacjonarność reszt (tych rezultatów nie zamieszczamy), co jest dowodem skointegrowania zmiennych i pozwala stosować klasyczne testy statystyczne w drugim kroku procedury estymacyjnej.

Przeciętne płace brutto w przemyśle:

$$wqpk_t = 11{,}24 + pck_t + (xqk_t - nqk_t) - 0{,}010(lbsk_t - lak_t) + dummies$$

$$\Delta wqpk_t = \underset{(-2{,}49)}{-0{,}176}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(3{,}83)}{0{,}486}\Delta pck_t + \underset{(4{,}39)}{0{,}335}\Delta(xqk_t - nqk_t) \underset{(-3{,}53)}{-0{,}108}\Delta(lbsk_t - lak_t) + \\ + dummies$$

gdzie:

- $WQPK_t$ – płace przeciętne brutto w przemyśle,
- PCK_t – deflator konsumpcji indywidualnej,
- XQK_t – wartość dodana w przemyśle, ceny stałe,
- NQK_t – zatrudnienie w przemyśle,
- $LBSK_t$ – bezrobotni krótkookresowo,
- LAK_t – liczba aktywnych zawodowo,
- $\hat{\varepsilon}_{t-1}$ – reszty z równania długookresowego (także we wszystkich poniższych równaniach).

Symbole zmiennych zapisane małymi literami oznaczają ich logarytmy (naturalne).

Przeciętne płace brutto w budownictwie:

$$wbpk_t = 10{,}51 + pck_t + (xbk_t - nbk_t) - 0{,}126(lbsk_t - lak_t) + dummies$$

$$\Delta wbpk_t = \underset{(-1{,}93)}{-0{,}080}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}85)}{0{,}350}\Delta pck_t + \underset{(1{,}91)}{0{,}097}\Delta(xbk_t - nbk_t) - \underset{(-4{,}93)}{0{,}177}\Delta(lbsk_t - lak_t) +$$

$$+ dummies$$

gdzie:

$WBPK_t$ – płace przeciętne brutto w budownictwie,
XBK_t – wartość dodana w budownictwie, ceny stałe,
NBK_t – zatrudnienie w budownictwie.

Przeciętne płace brutto w usługach rynkowych:

$$wupk_t = 10{,}66 + pck_t + (xuk_t - nuk_t) - 0{,}156(lbsk_t - lak_t) + dummies$$

$$\Delta wupk_t = \underset{(-2{,}21)}{-0{,}180}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(5{,}97)}{0{,}924}\Delta pck_t + \underset{(2{,}06)}{0{,}397}\Delta(xuk_t - nuk_t) - \underset{(-3{,}55)}{0{,}103}\Delta(lbsk_t - lak_t) +$$

$$+ dummies$$

gdzie:

$WUPK_t$ – płace przeciętne brutto w usługach rynkowych,
XUK_t – wartość dodana w usługach rynkowych, ceny stałe,
NUK_t – zatrudnienie w usługach rynkowych.

Za wiodące w systemie cen uznano deflatory wartości dodanej. Utrzymano tutaj taki sam podział na przemysł, budownictwo i usługi rynkowe. Równania mają charakter zredukowany, a ich postać analityczną można wyprowadzić posługując się teorią przepływów międzygałęziowych. Koszty krajowe są tutaj reprezentowane przez koszty płacowe, zaś wpływ kosztów importu zapewnia odpowiedni deflator. Funkcja długookresowa musi przy takiej specyfikacji spełniać warunek homogeniczności. Podobnie jak w przypadku równań płac konieczne było wprowadzenie zmiennych zero-jedynkowych.

Deflator wartości dodanej w przemyśle:

$$pxqk_t = -7{,}25 + 0{,}627(wqpk_t + nqk_t - xqk_t) + (1 - 0{,}627)pmk_t + dummies$$

$$\Delta pxqk_t = \underset{(-3{,}92)}{-0{,}287}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}15)}{0{,}266}\Delta(wqpk_t + nqk_t - xqk_t) + dummies$$

gdzie:

$PXQK_t$ – deflator wartości dodanej w przemyśle,
PMK_t – deflator złotowy importu.

Deflator wartości dodanej w budownictwie:

$$pxbk_t = -6{,}30 + 0{,}577(wbpk_t + nbk_t - xbk_t) + (1 - 0{,}577)pxqk_t + dummies$$

$$\Delta pxbk_t = \underset{(-3{,}22)}{-0{,}177}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(3{,}06)}{0{,}160}\Delta(wbpk_t + nbk_t - xbk_t) + \underset{(2{,}03)}{0{,}156}\Delta pxqk_t + dummies$$

gdzie:

$PXBK_t$ – deflator wartości dodanej w budownictwie.

Deflator wartości dodanej w usługach rynkowych:

$$pxuk_t = -4{,}13 + 0{,}380(wupk_t + nuk_t - xuk_t) + (1 - 0{,}380)pxqk_t + dummies$$

$$\Delta pxuk_t = \underset{(-3{,}12)}{-0{,}118}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}68)}{0{,}295}\Delta(wupk_t + nuk_t - xuk_t) + \underset{(1{,}68)}{0{,}059}\Delta pxqk_t + dummies$$

gdzie:

$PXUK_t$ – deflator wartości dodanej w usługach rynkowych.

Równania deflatora wartości dodanej ogółem, deflatora konsumpcji indywidualnej oraz indeksu cen dóbr i usług konsumpcyjnych są stochastycznymi aproksymacjami tożsamości. Niestety, nie powiodło się tutaj wprowadzenie stawek VAT jako dodatkowej zmiennej.

Deflator wartości dodanej w ogółem:

$$pxk_t = 0{,}03 + \ln((PXQK_t\ \ XQK_t + PXBK_t\ \ XBK_t + PXUK_t\ \ XUK_t + PXWK_t\ \ XWK_t)/XK_t) +$$
$$+ dummies$$

gdzie:

PXK_t – deflator wartości dodanej ogółem,

XK_t – wartość dodana ogółem, ceny stałe.

Deflator konsumpcji indywidualnej:

$$pck_t = 0{,}003 + 0{,}866pxqk_t + (1 - 0{,}866)pmk_t + dummies$$

$$\Delta pck_t = \underset{(-6{,}45)}{-0{,}676}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(3{,}97)}{0{,}362}\Delta pxqk_t + \underset{(2{,}46)}{0{,}096}\Delta pmk_t + dummies$$

gdzie:

PCK_t – deflator konsumpcji indywidualnej.

Indeks cen dóbr i usług konsumpcyjnych:

$$pcpik_t = -0{,}003 + pck_t + dummies$$

gdzie:

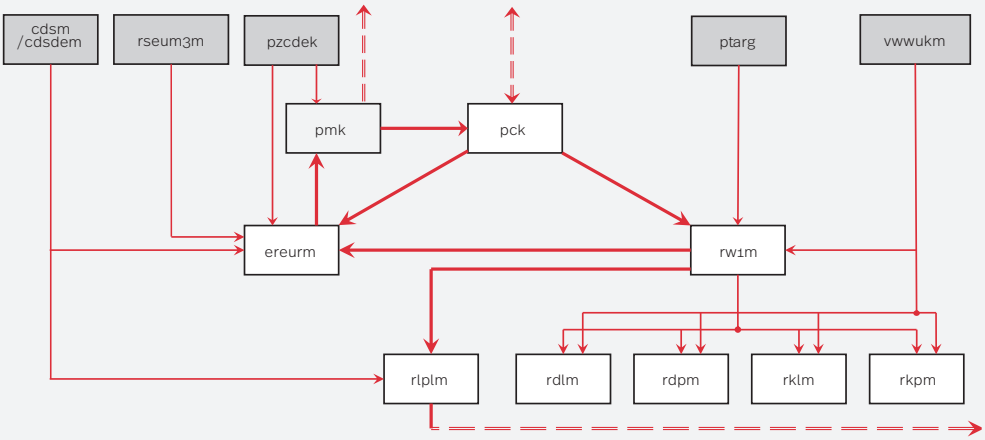
$PCPIK_t$ – indeks cen dóbr i usług konsumpcyjnych.

Sprzężenie płacowo-cenowe uzupełnione o równanie kursu walutowego (EREURM) i jego związek z cenami importu (PMK) oraz o równania stóp procentowych (RW1M) stanowi tzw. rozszerzone sprzężenie inflacyjne (por. rysunek 3), które w dużym stopniu decyduje o nominalnej stronie modelu.

Równanie kursu walutowego

Specyfikacja równania kursu walutowego wynika z kilku hipotez ekonomicznych. Po pierwsze zakłada się, że w długim okresie zostaje zachowany parytet siły nabywczej (*purchasing power parity*, PPP). Jest to historycznie najstarsza hipoteza dotycząca kształtowania kursów walutowych. Oznacza to, że elastyczność kursu względem (relatywnego) indeksu cen jest jednostkowa, co jest równoważne modelowaniu realnego kursu walutowego (por. pierwsze z poniższych równań). Po drugie przyjmuje się, iż na zmiany kursu walutowego istotny wpływ mają przepływy kapitałowe stymulowane przez różnice między stopami procentowymi w kraju i obszarze referencyjnym (*capital enhanced equilibrium exchange rate approach*, CHEER, Kębłowski, Welfe, 2010). Po trzecie zakłada się, że na przepływy kapitałowe silnie oddziałuje również ryzyko przypisywane danemu krajowi, którego powszechnie stosowaną miarą jest cena opcji na niewypłacalność (*credit default swaps*) odniesiona do kraju (obszaru) referencyjnego (Kębłowski, Welfe, 2012).

↘ Rysunek 3. Rozszerzone sprzężenie inflacyjne



Wyniki estymacji relacji długookresowej oraz równania ECM są następujące:

$$ereurm_t = 1{,}31 + (pck_t - pzcdek_t) - 0{,}51(rw1m_t - rseu3m_t) + 0{,}115(cdsm_t - cdsdem_t) + \\ + dummies$$

$$\Delta ereurm_t = \underset{(-3{,}79)}{-0{,}492\hat{\varepsilon}_{t-1}} + \underset{(1{,}73)}{0{,}759\Delta(pck_t - pzcdek_t)} \underset{(-1{,}67)}{-1{,}685\Delta(rw1m_t - rseu3m_t)} + \\ + dummies$$

gdzie:

- $EREURM_t$ – kurs walutowy PLN/EUR,
- PCK_t – deflator cen dóbr i usług konsumpcyjnych,
- $PZCDEK_t$ – deflator konsumpcji indywidualnej Niemiec,
- $RW1M_t$ – stopa WIBOR na koniec miesiąca,
- $RSEU3M_t$ – międzybankowa stopa procentowa strefy euro,
- $CDSM_t$ – swap ryzyka kredytowego Polski (*credit default swap*, CDS),
- $CDSDEM_t$ – swap ryzyka kredytowego Niemiec (*credit default swap*, CDS).
- *dummies* – zmienne zero-jedynkowe.

Równanie deflatora importu

Równanie deflatora importu jest stochastyczną aproksymacją tożsamości i transmituje ono zmiany cen dóbr importowanych nominowanych w euro w ceny wyrażone w złotych:

$$pmk_t = -1{,}436 + (pzcdek_t + ereurm_t)$$

gdzie:

- PMK_t – deflator importu.

Równania stóp procentowych

Ze względów empirycznych wygodnie jest przyjąć jednomiesięczną stopę procentową WIBOR za wiodącą w stosunku do pozostałych, rynkowych stóp procentowych. Specyfikacja odpowiedniego równania nawiązuje bezpośrednio do tzw. reguły Taylora. Jej liniowa postać wynika z warunku koniecznego maksymalizacji (kwadratowej) funkcji użyteczności banku centralnego odchyleń inflacji od celu inflacyjnego oraz luki popytowej (różnicy między produkcją potencjalną a rzeczywistą). Przez produkcję potencjalną (optymalną) rozumie się tu maksymalny produkt, którego wytworzenie nie wywołuje presji inflacyjnej i najczęściej szacuje się ją na podstawie podażowej funkcji produkcji, przy pomocy modeli zmiennych nieobserwowanych, filtrów (np. Kalmana, rozmytych filtrów Kalmana),

modeli trendu deterministycznego lub trendu po szczytach (rozwiązanie zaproponowane w latach 60. przez L.R. Kleina). Niekiedy zamiast luki popytowej wykorzystuje się miary nierównowagi (np. bezrobocie), aktywności gospodarczej lub wskaźniki ogólnego klimatu koniunktury gospodarczej i to ostatnie rozwiązanie zostało zastosowane w aktualnej postaci równania:

$$RW1M_t = 0{,}022 + 0{,}362(TPCK_t - PTARG_t) - 0{,}051VWWUKM_t + dummies$$

gdzie:

$RW1M_t$ – stopa WIBOR 1-miesięczna,
$TPCK_t$ – inflacja roczna mierzona deflatorem konsumpcji indywidualnej,
$PTARG_t$ – cel inflacyjny NBP,
$VWWUKM_t$ – wyprzedzający wskaźnik ufności konsumenckiej (WWUK).

Ze względu na stacjonarność zmiennych i brak argumentów za dodatkowym dynamizowaniem powyższej relacji, zrezygnowano z postaci ECM.

Stopa rentowności 10-letnich obligacji skarbowych została uzależniona od stopy WIBOR i – konsekwentnie – od ryzyka kredytowego Polski mierzonego (relatywną) ceną opcji na niewypłacalność:

$$rlplm_t = 4{,}439 + rw1m_t + 0{,}548(cdsm_t - cdsdem_t)$$

gdzie:

$RLPLM_t$ – stopa rentowności 10-letnich obligacji skarbowych.

Dwa kolejne równania dotyczą oprocentowania depozytów gospodarstw domowych oraz przedsiębiorstw. W obydwu przypadkach poza stopą WIBOR specyfikacja została poszerzona o wskaźnik koniunktury, którego wzrost działa w kierunku obniżania oprocentowania:

$$rdlm_t = -0{,}551 + rw1m_t - 0{,}010VWWUKM_t + dummies$$

gdzie:

$RDLM_t$ – średnie oprocentowanie depozytów gospodarstw domowych

oraz

$$rdpm_t = -0{,}548 + rw1m_t - 0{,}009VWWUKM_t$$

gdzie:

$RDPM_t$ – średnie oprocentowanie depozytów przedsiębiorstw.

W przypadku wszystkich trzech powyższych równań zastosowano postać log-liniową, która okazała się istotnie lepsza od liniowej. Prawdopodobnie wynika to z gasnącego wzrostu zmiennych (nieliniowości), który manifestuje się w próbie.

Analogiczne specyfikacje zastosowano w równaniach oprocentowania kredytów, tutaj jednakże nie było konieczności przejścia na postać log-liniową:

$$RKLM_t = 0{,}034 + RW1M_t - 0{,}051VWWUKM_t/100 + dummies$$

gdzie:

$RKLM_t$ – średnie oprocentowanie kredytów gospodarstw domowych

oraz

$$RKPM_t = 0{,}020 + RW1M_t - 0{,}009VWWUKM_t/100 + dummies$$

gdzie:

$RKPM_t$ – średnie oprocentowanie kredytów przedsiębiorstw.

Mimo że transmisja WIBOR w poszczególne stopy procentowe ma charakter behawioralny (mechanizmu rynkowego), to wyniki dowodzą bardzo silnego związku stóp rynkowych i stopy wiodącej.

Rozszerzone sprzężenie inflacyjne uzupełnione o związki z budżetem państwa definiuje tzw. sprzężenie inflacyjno-fiskalne, które jest kluczowe dla pełnego odwzorowania w modelu PIE procesów nominalnych zachodzących w gospodarce narodowej.

Równania dochodów budżetu państwa

Głównymi instrumentami gromadzenia dochodów budżetowych są podatki bezpośrednie i pośrednie oraz akcyza, przez niektórych zaliczana do parapodatków.

W przypadku dochodów z tytułu podatku od osób fizycznych (PIT) zastosowano rozwiązanie polegające na obliczeniu efektywnej stopy opodatkowania na podstawie danych i wyznaczeniu dochodów z tożsamości:

$$BYTDFPM_t = RPIT_t * YDFPK_t$$

gdzie:

$BYTDFPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku od osób fizycznych,
$RPIT_t$ – efektywna stopa podatku od osób fizycznych,
$YDFPK_t$ – dochody gospodarstw domowych.

W symulacjach pozwoli to na obserwowanie skutków potencjalnych zmian stopy podatkowej, która jest wówczas w modelu traktowana jako zmienna egzogeniczna.

Równanie dochodów budżetu państwa z podatku od osób prawnych (CIT) ma charakter behawioralny: dynamika wpływów z tych podatków zależy od aktywności ekonomicznej przedsiębiorstw mierzonej wartością dodaną:

$$bytdcpm_t = -4{,}02 + xpk_t + dummies$$

gdzie:

$BYTDCPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku od osób prawnych.

XPK_t – wartość dodana brutto, ceny bieżące.

Powyższe równanie wyraża relacje długookresowe, stąd założona jednostkowa elastyczność względem wartości dodanej. Odpowiednie równanie postaci ECM jest następujące:

$$\Delta bytdcpm_t = \underset{(-3{,}94)}{-0{,}347}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}20)}{0{,}770}\Delta xpk_t + dummies$$

Funkcja objaśniająca dochody budżetu państwa z podatków bezpośrednich jest równaniem przejścia:

$$bytdpm_t = -0{,}004 + ln(BYTDCPM_t + BYTDFPM_t) + dummies$$

gdzie:

$BYTDPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatków bezpośrednich.

Dochody budżetu państwa z podatku VAT, podobnie jak z PIT, wynikają z tożsamości:

$$BYTQVPM_t = CPK_t * RVAT_t$$

gdzie:

$BYTQVPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku VAT,

CPK_t – konsumpcja indywidualna, ceny bieżące,

$RVAT_t$ – efektywna stopa podatku VAT.

Równanie dochodów budżetu państwa z akcyzy ma charakter *quasi* behawioralny, dochody zostały bowiem uzależnione od konsumpcji indywidualnej i aktywności gospodarczej (wartości dodanej):

$$bytqapm_t = 1{,}83 + 0{,}624cpk_t + (1 - 0{,}624)xpk_t + dummies$$

gdzie:

$BYTQAPM_t$ – dochody budżetu państwa z akcyzy.

Zachowanie dynamicznych właściwości długookresowych wymaga nałożenia w powyższej funkcji warunku homogeniczności stopnia pierwszego. Równanie krótkookresowe (ECM) przyjmie zatem postać:

$$\Delta bytqapm_t = \underset{(-5{,}78)}{-0{,}703}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}23)}{0{,}851}\Delta cpk_t + \underset{(1{,}05)}{0{,}380}\Delta xpk_t$$

Całkowite dochody budżetu państwa z podatków pośrednich wynikają przede wszystkim z podatku VAT i akcyzy (równanie przejścia):

$$bytqpm_t = 0{,}008 + ln(BYTQVPM_t + BYTQAPM_t)$$

gdzie:

BYTQPM$_t$ – dochody budżetu państwa z podatków pośrednich.

Ostatnie dwa równania pozwalają generować w modelu dochody podatkowe i całkowite budżetu państwa (obydwa są stochastycznymi aproksymacjami tożsamości):

$$bytpm_t = 0{,}003 + ln(BYTDPM_t + BYTQPM_t)$$

gdzie:

BYTPM$_t$ – dochody podatkowe budżetu państwa.

oraz

$$bypm_t = 0{,}003 + ln(BYTPM_t + BYNCPM_t)$$

gdzie:

BYPM$_t$ – całkowite dochody budżetu państwa.

Mimo iż dochody budżetu państwa z ceł stanowią tylko ok. 1 proc., ze względu na swoją odrębność są reprezentowane w modelu przez oddzielne równanie, które podobnie jak w przypadku dochodów z PIT jest tożsamością uwzględniającą efektywną stawkę ceł:

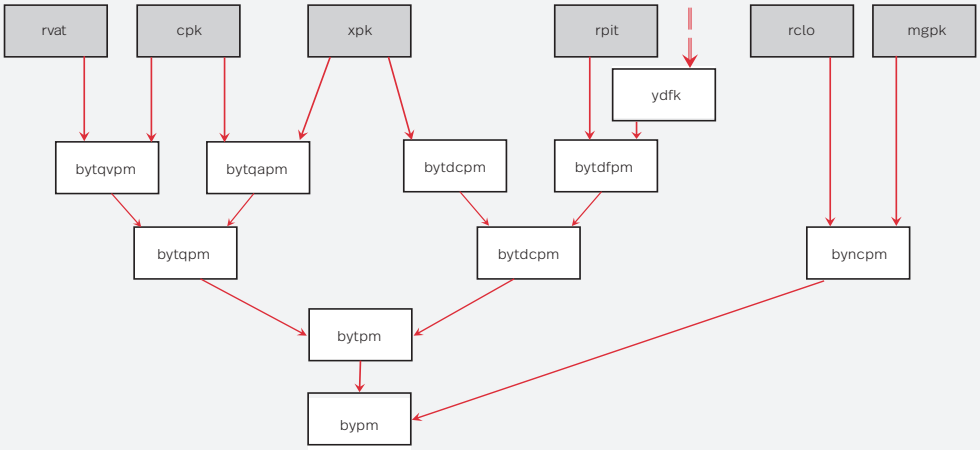
$$BYNCPM_t = RCLO_t * MGPK_t$$

gdzie:

BYNCPM$_t$ – dochody budżetu państwa z ceł,
RCLO$_t$ – efektywna stawka ceł,
MGPK$_t$ – import towarów.

Blok dochodów budżetu państwa przedstawiono na rysunku 4.

↘ Rysunek 4. Blok dochodów budżetu państwa



Równania wydatków budżetu państwa

Wydatki budżetu państwa na ubezpieczenia społeczne wynikają z konieczności alimentowania systemu ubezpieczeń ze względu na jego deficyt:

$$BWUPM_t = FSK_t - YZUSK_t$$

gdzie:

$BWUPM_t$ – wydatki budżetu państwa na ubezpieczenia społeczne,
FSK_t – fundusz świadczeń socjalnych,
$YZUSK_t$ – dochody ZUS ze składek na świadczenia społeczne.

Fundusz świadczeń socjalnych jest zdeterminowany przez wypłaty emerytur i rent z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych:

$$fsk_t = 0{,}12 + fsewk_t$$

$$\Delta fsk_t = \underset{(-3{,}82)}{-0{,}375}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(31{,}68)}{0{,}89}\,\Delta fsewk_t$$

gdzie:

$FSEWK_t$ – fundusz emerytur i rent z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych.

Jednostkowa elastyczność długookresowa oznacza, że dynamika zmiennej FSK_t wynika z dynamiki emerytur i rent, zaś pozostałe świadczenia socjalne za nimi podążają.

Wysokość składek emerytalno-rentowych regulują odpowiednie przepisy, które wiążą je z osiąganymi dochodami. Stąd dochody ZUS z tytułu składek na świadczenia społeczne zostały w modelu uzależnione od funduszu wynagrodzeń:

$$yzusk_t = -13{,}69 + fwk_t$$

$$\Delta yzusk_t = \underset{(-2{,}19)}{-0{,}145}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}56)}{0{,}693}\Delta fwk_t + dummies$$

gdzie:

YZUSK$_t$ – dochody ZUS z tytułu składek na świadczenia społeczne,

FWK$_t$ – fundusz wynagrodzeń.

Wydatki bieżące jednostek budżetowych oraz wydatki majątkowe budżetu państwa zależą od rozmiarów sfery budżetowej, dla których w charakterze zmiennej symptomatycznej wykorzystano fundusz płac:

$$bwbpm_t = -13{,}32 + fwwk_t + dummies$$

$$\Delta bwbpm_t = \underset{(-4{,}28)}{-0{,}624}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}92)}{0{,}55}\Delta fwwk_t + dummies$$

gdzie:

BWBPM$_t$ – wydatki bieżące jednostek budżetowych,

FWWK$_t$ – fundusz płac w sektorze usług nierynkowych

oraz

$$bwjpm_t = -14{,}58 + fwwk_t + dummies$$

$$\Delta bwjpm_t = \underset{(-6{,}46)}{-0{,}710}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(0{,}92)}{1{,}31}\Delta fwwk_t + dummies$$

gdzie:

BWJPM$_t$ – wydatki majątkowe jednostek budżetowych.

Wydatki budżetu państwa na obsługę długu Skarbu Państwa wynikają z rozmiarów zadłużenia:

$$bwdpm_t = -6{,}05 + fdfgpk_t + rlplm_t + dummies$$

$$\Delta bwdpm_t = \underset{(-2{,}86)}{-0{,}173}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}31)}{0{,}35}\Delta fdfgpk_t$$

gdzie:

FDFGPK$_t$ – zadłużenie sektora rządowego,

RLPLM$_t$ – stopa oprocentowania 10-letnich obligacji skarbowych.

Założenie, iż pominięte składniki wydatków budżetu państwa pozostają we względnie stałej proporcji do powyżej wyróżnionych pozwala wykorzystać następujące równanie:

$$BWPM_t = 7{,}03 + 1{,}734(BWUPM_t + BWBPM_t + BWJPM_t + BWDPM_t) + \ dummies$$

gdzie:

$BWPM_t$ – całkowite wydatki budżetu państwa.

Deficyt budżetu państwa jest zmienną egzogeniczną i stanowi „dodatkowe" dochody, co wyraża następująca tożsamość bilansująca:

$$BWPM_t = BYPM_t + BSPM_t$$

gdzie:

$BSPM_t$ – deficyt budżetu państwa.

Blok wydatków budżetu państwa przedstawiono na rysunku 5.

Powiązanie budżetu państwa z pozostałymi blokami modelu wymaga po pierwsze zdefiniowania funduszu płac we wszystkich wyróżnionych sekcjach gospodarki narodowej, a więc:

w przemyśle:

$$FWQK_t = WQPK_t * NQK_t$$

w budownictwie:

$$FWBK_t = WBPK_t * NBK_t$$

oraz w sektorze usług rynkowych:

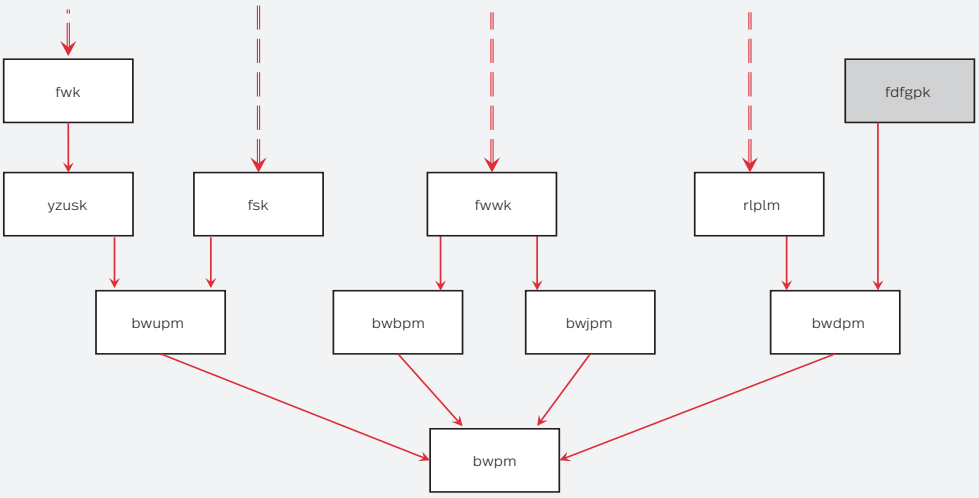
$$FWUK_t = WUPK_t * NUK_t$$

gdzie:

zmienne $WQPK_t$, $WBPK_t$ i $WUPK_t$ oznaczają odpowiednio płace przeciętne,

NQK_t, NBK_t i NUK_t – zatrudnienie.

↘ Rysunek 5. Blok wydatków budżetu państwa



Po drugie uzupełnienia o równanie objaśniające płace przeciętne w sferze budżetowej (sektorze usług nierynkowych), o których założono, iż podążają za zmianami płac przeciętnych w sferze produkcji materialnej:

$$wwpk_t = 0{,}02 + \ln((FWQK_t + FWBK_t + FWUK_t)/(NQK_t + NBK_t + NUK_t)) + dummies$$

$$\Delta wwpk_t = \underset{(-3.43)}{-0{,}281}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(14{,}4)}{0{,}863}\Delta \ln((FWQK_t + FWBK_t + FWUK_t)/(NQK_t + NBK_t + NUK_t)) + \\ + dummies$$

gdzie:

$WWPK_t$ – płace przeciętne brutto w sferze usług nierynkowych.

Zdefiniowanie funduszu wynagrodzeń w sektorze usług nierynkowych:

$$FWWK_t = WWPM_t * NWK_t$$

gdzie:

NWK_t – zatrudnienie w sferze usług nierynkowych,

pozwala wyznaczyć przeciętne płace brutto w gospodarce narodowej przez stochastyczną aproksymację tożsamości:

$$wpk_t = 0{,}02 + \ln((FWQK_t + FWBK_t + FWUK_t + FWWK_t)\,/NK_t) + dummies$$

gdzie:

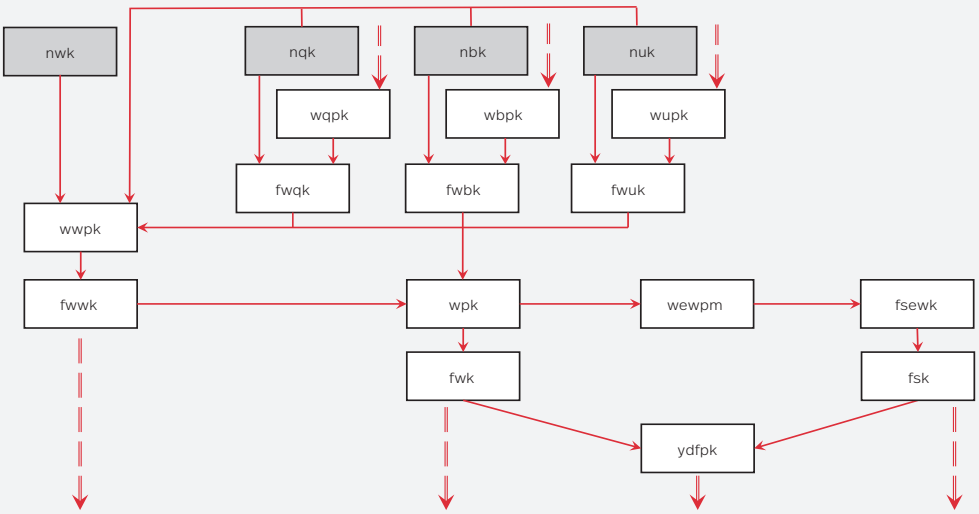
WPK_t – przeciętne płace brutto w gospodarce narodowej,

NK_t – zatrudnienie ogółem

oraz fundusz wynagrodzeń:

$$FWK_t = WPK_t * NK_t$$

Rysunek 6. Płace i dochody osobiste ludności



Analogiczne rozwiązania zastosowano w przypadku emerytur i rent. Fundusz emerytur i rent z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych definiuje tożsamość:

$$FSEWK_t = WEWPM_t * LEWM_t$$

gdzie:

$WEWPM_t$ – przeciętna emerytura i renta brutto z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych,

$LEWM_t$ – liczba emerytów i rencistów,

natomiast przeciętną miesięczną emeryturę i rentę brutto uzależniono od przeciętnych płac:

$$wewpm_t = -0{,}74 + wpk_t + dummies$$

$$\Delta wewpm_t = \underset{(-1{,}96)}{-0{,}127}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(9{,}81)}{0{,}809}\Delta wpk_t$$

Jednostkowa elastyczność w równaniu długookresowym zapewnia odpowiednio szybkie dostosowanie przeciętnych emerytur i rent do rosnących płac. Liczba emerytów i rencistów jest w modelu zmienną egzogeniczną. Powiązania płac i dochodów osobistych ludności zilustrowano na rysunku 6.

Całkowite dochody gospodarstw domowych są objaśnione równaniem przejścia, które uzupełniono o efekty dynamiczne (równanie krótkookresowe):

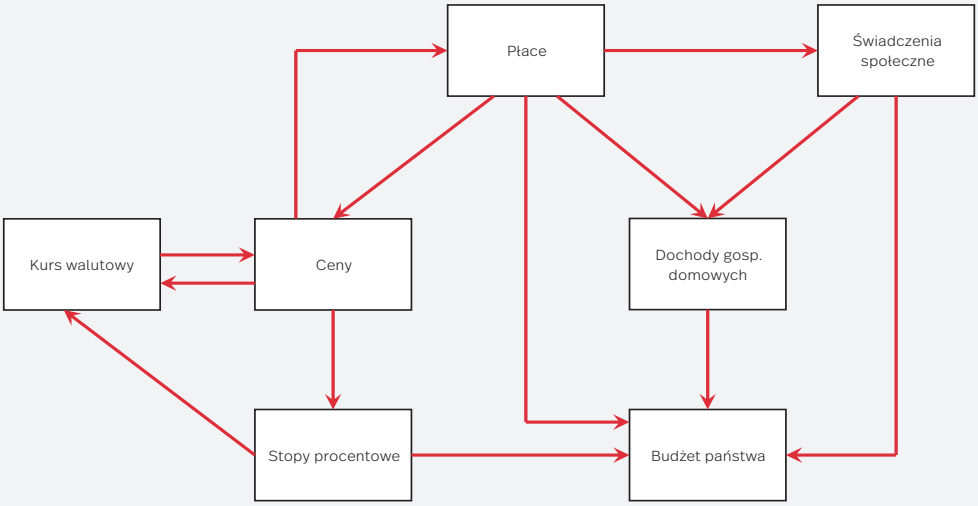
$$YDFPK_t = 31{,}18 + 1{,}43(FWK_t + FSK_t)$$

$$\Delta YDFPK_t = \underset{(-1{,}61)}{-0{,}211}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(6{,}31)}{1{,}279}\Delta FWK_t + \underset{(1{,}059)}{0{,}606}\Delta FSK_t + dummies$$

Należy podkreślić, że wszystkie równania budżetu państwa są konstruowane na zmiennych wyrażonych w cenach bieżących.

Rysunek 7 ilustruje powiązania między wcześniej wyróżnionymi blokami równań wchodzącymi w skład modelu PIE.

↘ Rysunek 7. Związki między blokami modelu



Równania popytu finalnego

Na popyt finalny składa się konsumpcja indywidualna (gospodarstw domowych), konsumpcja zbiorowa, nakłady inwestycyjne, zmiana zapasów i eksport netto (eksport skorygowany przez import).

Niestety, ze względu na brak danych i możliwości dezagregacji, rozmiary konsumpcji indywidualnej objaśniono jednym równaniem:

$$CK_t = 4{,}78 + 0{,}94\big((YDPK_t + \Delta AKHSPM_t)/PCK_t\big) + dummies$$

gdzie:

CK_t – konsumpcja indywidualna,
$YDPK_t$ – dochody gospodarstw domowych,
$AKHSPM_t$ – kredyty krótkoterminowe gospodarstw domowych (do 5 lat),
PCK_t – deflator konsumpcji indywidualnej.

W charakterze zmiennej objaśnianej wykorzystano realne dochody gospodarstw domowych powiększone o saldo kredytów krótkoterminowych, które w większości przeznaczane są na konsumpcję (nie obejmują kredytów hipotecznych). Krańcowa skłonność do konsumpcji została oszacowana na poziomie 0,94, co wydaje się zasadne.

Odpowiednie równanie postaci ECM jest następujące:

$$\Delta CK_t = \underset{(-7{,}62)}{-0{,}376}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(8{,}89)}{0{,}308}\Delta\big((YDPK_t + \Delta AKHSPM_t)/PCK_t\big) + dummies$$

Tendencja do powrotu na trajektorię równowagi jest statystycznie istotna i biorąc od uwagę, że estymację przeprowadzono na danych kwartalnych, szybkość tego dostosowania jest umiarkowana.

Jako alternatywę oszacowano parametry log-liniowego równania objaśniającego konsumpcję indywidualną zakładając stały, długookresowy udział konsumpcji w dochodach powiększonych o saldo kredytów konsumpcyjnych:

$$ck_t = -0{,}04 + ln\big((YDPK_t + \Delta AKHSPM_t)/PCK_t\big) + dummies$$

Skojarzone z powyższym równanie ECM przyjmuje postać:

$$\Delta ck_t = \underset{(-7{,}38)}{-0{,}362}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(7{,}41)}{0{,}296}\Delta ln\big((YDPK_t + \Delta AKHSPM_t)/PCK_t\big) + dummies$$

Także w tym przypadku rezultaty wskazują na występowanie mechanizmu korekty błędem.

W odniesieniu do konsumpcji zbiorowej i nakładów inwestycyjnych sektora instytucji rządowych i samorządowych, założono iż są one w stosunku do siebie konkurencyjne, ponieważ są finansowane

z tego samego źródła. Dlatego estymacja równań długookresowych została przeprowadzona z odpowiednią restrykcją nałożoną na parametr związany ze zmienną definiującą wpływy z podatków instytucji rządowych i samorządowych:

$$GK_t = 16{,}26 + (1 - 0{,}330)\big((SGYTDPK_t + SGYTXPK_t)/PGK_t\big) + dummies$$

$$\Delta GK_t = \underset{(-5{,}46)}{-0{,}398}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}17)}{0{,}148}\Delta\big((SGYTDPK_t + SGYTXPK_t)/PGK_t\big) + dummies$$

gdzie:

GK_t – konsumpcja zbiorowa,
$SGYTDPK_t$ – dochody z podatków pośrednich sektora instytucji rządowych i samorządowych,
$SGYTXPK_t$ – dochody z podatków majątkowych sektora instytucji rządowych i samorządowych,
PCK_t – deflator konsumpcji zbiorowej

oraz

$$JGK_t = -14{,}23 + 0{,}330\big((SGYTDPK_t + SGYTXPK_t)/PGK_t\big) + dummies$$

$$\Delta JGK_t = \underset{(-1{,}87)}{-0{,}130}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(3{,}15)}{0{,}093}\Delta\big((SGYTDPK_t + SGYTXPK_t)/PGK_t\big) + dummies$$

gdzie:

JGK_t – nakłady inwestycyjne sektora instytucji rządowych i samorządowych.

Nakłady inwestycyjne poza sektorem instytucji rządowych i samorządowych rosną wraz ze wzrostem aktywności gospodarczej we wszystkich wyróżnionych sektorach gospodarki (przemyśle, budownictwie i usługach rynkowych):

$$jck_t = -1{,}62 + log(XQK_t + XBK_t + XUK_t) + dummies$$

$$\Delta jck_t = \underset{(-2{,}31)}{-0{,}118}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}70)}{0{,}854}\Delta log(XQK_t + XBK_t + XUK_t) + dummies$$

gdzie:

JCK_t – nakłady inwestycyjne poza sektorem instytucji rządowych i samorządowych.
XQK_t – wartość dodana w przemyśle,
XBK_t – wartość dodana w budownictwie,
XUK_t – wartość dodana w usługach rynkowych.

Nakłady inwestycyjne ogółem są definiowane przez tożsamość:

$$JK_t = JCK_t + JGK_t$$

Równania wymiany z zagranicą

Dostępność danych pozwoliła na dezagregację eksportu i importu na cztery grupy: dobra konsumpcyjne, inwestycyjne i zaopatrzeniowe oraz usługi. Wszystkie równania behawioralne wchodzące w skład bloku eksportu mają charakter popytowy. Konsekwentnie zatem eksport zależy od popytu zagranicy oraz od (relatywnych) cen. Ze względu na to, że obroty z Niemcami stanowią ok. 40 proc. obrotów w handlu zagranicznym, przyjęto iż tempo wzrostu eksportu w poszczególnych grupach wynika odpowiednio ze wzrostu konsumpcji indywidualnej, nakładów inwestycyjnych i produkcji w Niemczech (założono elastyczność jednostkową). Oznacza to, że aktywność gospodarcza Niemiec została potraktowana jako indykator aktywności także wszystkich pozostałych, głównych partnerów handlowych Polski. W okresie objętym próbą manifestował się jednak wzrost udziału eksportu i importu w PKB Polski. Wynikało to z jednej strony m.in. ze wzrostu jakości eksportowanych dóbr, umiejętności zdobywania nowych rynków zbytu, wchodzenia w międzynarodowe łańcuchy dostaw etc., z drugiej z naturalnego i postępującego uzależnienia polskiej gospodarki i rynku dóbr finalnych od dostaw z zagranicy. Dla pomiaru tego efektu posłużył indykator otwartości gospodarczej zdefiniowany następująco:

$$VOEK_t = (EK_t + MK_t) / XK_t$$

gdzie:

$VOEK_t$ – indykator otwartości gospodarczej,
EK_t – eksport ogółem,
MK_t – import ogółem,
XK_t – wartość dodana ogółem,

który w ramach całego modelu PIE musi być egzogeniczny, aby zapewnić identyfikowalność (i zbieżność w procesie symulacyjnym). Pozwala on jednak na łatwą kwantyfikację na potrzeby różnych wariantów prognostycznych założeń dotyczących kontynuacji procesu otwierania się polskiej gospodarki w przyszłości. Należy dodać, że innym rozwiązaniem byłoby wprowadzenie do równań zmiennej czasowej.

Eksport dóbr konsumpcyjnych:

$$ebhk_t = -3{,}21 + zcdek_t - 0{,}535(pck_t - erk_t - pzcdek_t) + 2{,}242voek_t + dummies$$

$$\Delta ebhk_t = \underset{(-4{,}68)}{-0{,}229}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}27)}{2{,}034}\Delta zcdek_t - \underset{(-9{,}12)}{0{,}588}\Delta(pck_t - erk_t - pzcdek_t) + \underset{(8{,}00)}{0{,}701}\Delta voek_t + \\ + dummies$$

gdzie:

$EBHK_t$ – eksport dóbr konsumpcyjnych (BEC),
$ZCDEK_t$ – konsumpcja indywidualna w Niemczech,
PCK_t – deflator konsumpcji indywidualnej,
ERK_t – kurs walutowy PLN/EUR,
$PZCDEK_t$ – deflator konsumpcji indywidualnej w Niemczech.

Eksport dóbr inwestycyjnych:

$$ebik_t = 3{,}69 + zjdek_t - 1{,}10(pjk_t - erk_t - pzjdek_t) + 2{,}266voek_t + dummies$$

$$\Delta ebik_t = \underset{(-3{,}58)}{-0{,}249}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}52)}{0{,}412}\Delta zjdek_t - \underset{(-3{,}64)}{0{,}536}\Delta(pjk_t - erk_t - pzjdek_t) + \underset{(2{,}64)}{0{,}510}\Delta voek_t +$$

$$+ dummies$$

gdzie:

EBIK$_t$ – eksport dóbr inwestycyjnych (BEC),
ZJDEK$_t$ – nakłady inwestycyjne w Niemczech,
PJK$_t$ – deflator nakładów inwestycyjnych,
PZJDEK$_t$ – deflator nakładów inwestycyjnych w Niemczech.

Eksport dóbr zaopatrzeniowych:

$$ebzk_t = -3{,}31 + zxdek_t - 0{,}910(pxk_t - erk_t - pzxdek_t) + 0{,}504voek_t + dummies$$

$$\Delta ebzk_t = \underset{(-7{,}43)}{-0{,}404}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}42)}{1{,}1033}\Delta zxdek_t - \underset{(-9{,}06)}{0{,}537}\Delta(pxk_t - erk_t - pzxdek_t) + \underset{(4{,}91)}{0{,}389}\Delta voek_t +$$

$$+ dummies$$

gdzie:

EBZK$_t$ – eksport dóbr zaopatrzeniowych (BEC),
ZXDEK$_t$ – wartość dodana w Niemczech,
PZXDEK$_t$ – deflator wartości dodanej w Niemczech,
PXK$_t$ – deflator wartości dodanej.

Eksport usług:

$$esk_t = -4{,}00 + zxdek_t - 0{,}733(pxuk_t - erk_t - pzxdek_t) + 2{,}11voek_t + dummies$$

$$\Delta esk_t = \underset{(-7{,}55)}{-0{,}596}\hat{\varepsilon}_{t-1} - \underset{(-6{,}91)}{1{,}172}\Delta(pxuk_t - erk_t - pzxdek_t) + \underset{(5{,}94)}{1{,}259}\Delta voek_t + dummies$$

gdzie:

ESK$_t$ – eksport usług (rachunki narodowe),
PXUK$_t$ – deflator wartości dodanej w usługach rynkowych.

Równania eksportu towarów ogółem mają charakter równań przejść, przy czym zastosowano tu postać log-liniową z założoną elastycznością jednostkową.

Eksport towarów:

$$ebk_t = 0{,}035 + ln(EBHK_t + EBIK_t + EBZK_t) + dummies$$

gdzie:

EBK_t – eksport towarów (BEC)

oraz

$$egk_t = -0{,}033 + ebk_t + dummies$$

gdzie:

EGK_t – eksport towarów według rachunków narodowych.

Eksport ogółem jest sumą eksportu towarów i usług:

$$EK_t = EGK_t + ESK_t$$

Równanie importu dóbr konsumpcyjnych, analogicznie do równań eksportu, ma specyfikację popytową, co oznacza że szybszy wzrost cen wewnątrz kraju działa stymulująco na wzrost importu. Dodatkowo założono, iż jego dynamika zależy od dynamiki spożycia indywidualnego:

$$mbhk_t = -2{,}11 + ck_t + 0{,}207(pck_t - pmk_t) + 1{,}657voek_t + dummies$$

$$\Delta mbhk_t = \underset{(-4{,}14)}{-0{,}297}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}87)}{0{,}854}\Delta ck_t + \underset{(6{,}31)}{0{,}564}\Delta voek_t + dummies$$

gdzie:

$MBHK_t$ – import dóbr konsumpcyjnych (BEC),

PMK_t – deflator złotowy importu.

W przypadku dóbr inwestycyjnych i zaopatrzeniowych nie udało się poprawnie skwantyfikować oddziaływania cen. Prawdopodobnie jest to spowodowane tym, że import w tych grupach jest niezbędny do kontynuowania procesów produkcyjnych i inwestycyjnych oraz wynika z kontraktów długoterminowych, na co wahania cen mają niewielki wpływ. Podobnie jest w przypadku importu usług. We wszystkich trzech równaniach założono jednostkowe elastyczności względem nakładów inwestycyjnych i wartości dodanej. Istotny okazał się wpływ zmiennej kwantyfikującej rosnącą otwartość polskiej gospodarki.

Import dóbr inwestycyjnych:

$$mbik_t = -1{,}17 + jk_t + 1{,}301 voek_t + dummies$$

$$\Delta mbik_t = \underset{(-5{,}74)}{-0{,}619}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}53)}{0{,}442}\Delta jk_t + \underset{(3{,}60)}{0{,}585}\Delta voek_t + dummies$$

gdzie:

$MBIK_t$ – import dóbr inwestycyjnych (BEC),

JK_t – nakłady inwestycyjne.

Import dóbr zaopatrzeniowych:

$$mbzk_t = 0{,}04 + xk_t + 0{,}468 voek_t + dummies$$

$$\Delta mbzk_t = \underset{(-375)}{-0{,}350}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(4{,}02)}{0{,}748}\Delta xk_t + \underset{(5{,}44)}{0{,}682}\Delta voek_t + dummies$$

gdzie:

$MBZK_t$ – import dóbr zaopatrzeniowych (BEC),

XK_t – wartość dodana.

Import usług:

$$msk_t = -2{,}67 + xk_t + 1{,}025 voek_t + dummies$$

$$\Delta msk_t = \underset{(-6{,}01)}{-0{,}595}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(1{,}93)}{0{,}943}\Delta xk_t + \underset{(6{,}21)}{1{,}209}\Delta voek_t + dummies$$

gdzie:

MSK_t – import usług (rachunki narodowe).

Import towarów (według obydwu klasyfikacji) generują równania przejścia:

$$mbk_t = 0{,}041 + ln(MBHK_t + MBIK_t + MBZK_t) + dummies$$

gdzie:

MBK_t – import towarów (BEC)

oraz

$$msk_t = -0{,}040 + mbk_t + dummies$$

gdzie:

MSK_t – import towarów według rachunków narodowych,

zaś import ogółem jest sumą importu towarów i usług:

$$MK_t = MGK_t + MSK_t$$

Równania wartości dodanej

Jednym z kluczowych założeń przyjętym w modelu PIE jest istnienie niewykorzystanych mocy produkcyjnych i bezrobocia. Oznacza to, że wzrost popytu (krajowego i/lub zagranicy) spowoduje przede wszystkim dostosowania ilościowe (zwiększenie produkcji) i w niewielkim stopniu – dostosowania cenowe. Te ostatnie mogą mieć miejsce ze względu na niedoskonałą strukturę rynku. W konsekwencji zatem model ma orientację popytową, zaś poszczególne równania wartości dodanej, zdezagregowanej na pięć sektorów: przemysł, budownictwo, usługi rynkowe, usługi nierynkowe oraz rolnictwo, mają postać (analogiczne rozwiązanie zostało przyjęte w modelu WM-1; Welfe, Karp, 2017):

$$x_t^k = \beta_0 + ln(\varphi_1 C_t + \varphi_2 G_t + \varphi_3 A_t + \varphi_4 E_t) + dummies + \varepsilon_t$$

gdzie:

x_k^t – oznacza wartość dodaną w sektorze *k*,
C_t – konsumpcję indywidualną,
G_t – konsumpcję zbiorową,
A_t – akumulację (nakłady inwestycyjne brutto i zmiana stanu zapasów),
E_t – eksport,
$\boldsymbol{\varphi}_j$ – parametry wyznaczone z macierzy *input-output*.

Wszystkie wielkości są wyrażone w cenach stałych.

Wartość dodana ogółem jest wyznaczana z równania będącego stochastyczną aproksymacją tożsamości.

Tabela 1. Macierz mnożników wartości dodanej względem popytu finalnego z 2010 r.

Wyszczególnienie	Konsumpcja indywidualna	Konsumpcja zbiorowa	Akumulacja	Eksport
	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
Przemysł	0,141	0,053	0,166	0,223
Budownictwo	0,033	0,013	0,248	0,021
Usługi rynkowe	0,416	0,191	0,226	0,284
Usługi nierynkowe	0,050	0,572	0,008	0,005
Rolnictwo	0,036	0,009	0,013	0,023
Suma	0,675	0,838	0,660	0,555

Oszacowanie parametrów φ_j nie jest możliwe ze względu na przybliżoną współliniowość poszczególnych składników popytu finalnego. Dlatego obliczono je na podstawie macierzy input-output dostępnych dla lat 2010 oraz 2015 (por. tabela 1 i 2). Ich wartości są bardzo zbliżone i tylko w trzech przypadkach różnice bezwzględne przekraczają 0,01. Mimo tego utworzono szeregi czasowe dla poszczególnych parametrów φ_j w następujący sposób: wartości od początku próby do czwartego kwartału 2010 r. przyjęto na poziomie 2010 r., wartości począwszy od pierwszego kwartału 2015 r. do końca próby – na poziomie 2015 r., natomiast dla okresu 01.2011-04.2014 dokonano interpolacji liniowej.

Tabela 2. Macierz mnożników wartości dodanej względem popytu finalnego z 2015 r.

Wyszczególnienie	Konsumpcja indywidualna	Konsumpcja zbiorowa	Akumulacja	Eksport
	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
Przemysł	0,145	0,048	0,176	0,227
Budownictwo	0,031	0,017	0,228	0,023
Usługi rynkowe	0,411	0,189	0,222	0,274
Usługi nierynkowe	0,054	0,587	0,007	0,005
Rolnictwo	0,021	0,006	0,009	0,018
Suma	0,663	0,847	0,642	0,547

Parametry, o których mowa, mają interpretację wartości krańcowych: np. zgodnie z tabelą 2, wzrost konsumpcji indywidualnej o jednostkę spowoduje wzrost wartości dodanej w przemyśle o 0,145, w budownictwie o 0,031, w usługach rynkowych o 0,411, w usługach nierynkowych o 0,054, zaś w rolnictwie o 0,021, co daje łączny wzrost wartości dodanej w gospodarce o 0,663. Pozostała część, czyli 0,337, jest kierowana ku importerom oraz wiąże się z podatkami od produktów (głównie akcyzą i VAT).

Niestety wstępne wyniki empiryczne otrzymane dla równań wartości dodanej w usługach nierynkowych i rolnictwie okazały się wysoce niezadowalające. Wyniki bardziej szczegółowej analizy wykazały, że jest to skutkiem wykorzystania deflatorów publikowanych przez GUS do przeliczenia tych kategorii na ceny stałe. Ich dynamika jest wyraźnie różna (zwłaszcza w drugiej połowie próby) od innych agregatowych indeksów cen. Przyczyny tej odmienności wynikają najprawdopodobniej wyłącznie z niedoskonałości zastosowanych sposobów szacunku. Dlatego też w przypadku tych dwóch kategorii do przeliczenia na ceny stałe wykorzystano deflator konsumpcji indywidualnej, uważany często za najbardziej precyzyjną miarę oddającą zmiany cen w całej gospodarce. To w następnym kroku pociągnęło za sobą konieczność przejścia (przy pomocy odpowiednich równań) do rozmiarów wartości dodanej w usługach nierynkowych i rolnictwie otrzymanych za pomocą oryginalnych deflatorów, co gwarantuje spełnienie tożsamości bilansowej dla wartości dodanej ogółem.

Transmisja składników popytu finalnego w wartość dodaną poszczególnych sektorów ma charakter behawioralny i odwzorowuje mechanizmy podejmowania decyzji (na bardzo wysokim szczeblu agregacji). Stąd też oszacowano parametry odpowiednich modeli korekty błędem postaci:

$$\Delta x_t^k = \alpha_k \hat{\varepsilon}_{t-1} + \gamma_k \Delta ln(\varphi_1 C_t + \varphi_2 G_t + \varphi_3 A_t + \varphi_4 E_t) + dummies + \epsilon_t$$

które zestawiono w tabeli 3. Dalsza dynamizacja tych równań okazała się zbędna.

Tabela 3. Oszacowania parametrów modeli ECM wartości dodanej poszczególnych sektorów

Nazwa zmiennej	$\hat{\alpha}_k$	$\hat{\gamma}_k$	R2
Przemysł	-0,195 (-3,06)	0,711 (10,05)	0,44
Budownictwo	-0,232 (-3,13)	0,903 (6,15)	0,33
Usługi rynkowe	-0,351 (-8,04)	0,373 (10,42)	0,35
Usługi nierynkowe	-0,310 (-3,14)	0,818 (5,42)	0,55
Rolnictwo	-0,430 (-3,72)	0,898 (2,19)	0,23

Wszystkie oszacowania parametrów α_k są istotnie różne od zera, co potwierdza występowanie mechanizmów równowagowych (powrotu na trajektorię równowagi długookresowej).

Należy dodać, iż wykorzystanie tablic przepływów międzygałęziowych, wyznaczenie odpowiednich mnożników oraz ich zastosowanie w równaniach okazało się zabiegiem bardzo udanym i umożliwiło stosunkowo precyzyjną (na ile pozwala na to dostępność danych) kwantyfikację efektów oddziaływania zmian popytu finalnego na produkcję (wartość dodaną) poszczególnych sektorów.

Równania zatrudnienia

Zatrudnienie jest wynikiem realizacji popytu na pracę ze strony przedsiębiorstw i sfery usług (niezrealizowana podaż pracy objawia się w postaci bezrobocia). Punktem wyjścia specyfikacji równań zatrudnienia jest relacja zachodząca między produkcją, zatrudnieniem i kapitałem, która wyrażona przy pomocy funkcji potęgowej, homogenicznej pierwszego rzędu pozwala zapisać:

$$l_t = \beta_0 + \beta_1^* x_t + (\beta_1^* - 1)k_t + \varepsilon_t$$

gdzie:

l_t – oznacza zatrudnienie,

k_t – kapitał,

β_1^* – odwrotność elastyczności produkcji względem zatrudnienia.

W krótkim i średnim okresie można przyjąć dodatkowo, że po pierwsze nie następują istotne zmiany kapitałochłonności (W. Welfe, A. Welfe, 2004, s. 68). Po drugie, iż zachodzi (ograniczona) substytucja między zatrudnieniem i kapitałem, której stymulantą są realne płace, ponieważ ich wzrost zniechęca przedsiębiorców do zwiększania zatrudnienia (przy rosnącym popycie na produkcję) i skłania do zastępowania pracy przez kapitał. Te dwa założenia pozwalają zmodyfikować powyższą funkcję następująco:

$$l_t = \alpha_0 + \alpha_2 x_t + \alpha_3 w_t + \varepsilon_t$$

gdzie:

w_t – oznacza płace realne,

α_2 – elastyczność zatrudnienia względem produkcji.

Dezagregacja dotycząca zatrudnienia odpowiada tej, która została przyjęta w innych blokach modelu.

Przeciętne zatrudnienie w przemyśle:

$$nqk_t = 8{,}49 - 0{,}383(wqpk_t - pjk_t) + 0{,}560xqk_t + dummies$$

$$\Delta nqk_t = \underset{(-3{,}79)}{-0{,}215}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}40)}{0{,}166}\Delta(wqpk_t - pjk_t) + \underset{(3{,}99)}{0{,}177}\Delta xqk_t + dummies$$

Przeciętne zatrudnienie w budownictwie:

$$nbk_t = 6{,}01 - 0{,}227(wbpk_t - pjk_t) + 0{,}542xbk_t + dummies$$

$$\Delta nbk_t = \underset{(-3{,}27)}{-0{,}163}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(3{,}48)}{0{,}257}\Delta(wbpk_t - pjk_t) + \underset{(2{,}73)}{0{,}114}\Delta xbk_t + dummies$$

Przeciętne zatrudnienie w usługach rynkowych:

$$nuk_t = 4{,}89 - 0{,}177(wupk_t - pjk_t) + 0{,}872xuk_t + dummies$$

$$\Delta nuk_t = \underset{(-4{,}26)}{-0{,}189}\hat{\varepsilon}_{t-1} - \underset{(-0{,}43)}{0{,}02}\ \Delta(wupk_t - pjk_t) + \underset{(11{,}22)}{0{,}589}\Delta xuk_t + dummies$$

Przeciętne zatrudnienie w usługach nierynkowych:

$$nwk_t = 6{,}02 - 0{,}021(wwpk_t - pjk_t) + 0{,}460xwk_t + dummies$$

$$\Delta nwk_t = \underset{(-4{,}94)}{-0{,}366}\hat{\varepsilon}_{t-1} + \underset{(2{,}22)}{0{,}117}\Delta(wwpk_t - pjk_t) + \underset{(1{,}73)}{0{,}130}\Delta xwk_t + dummies$$

Oszacowanie elastyczności zatrudnienia względem produkcji w przemyśle i budownictwie wynosi nieco ponad 0,5, natomiast jest znacznie wyższe w przypadku usług rynkowych, czego można było się spodziewać. Płace nominalne zostały przeliczone na realne przy wykorzystaniu deflatorów nakładów inwestycyjnych, aby wzmocnić efekt substytucji pracy poprzez kapitał. Rezultaty wskazują, iż efekt ten jest znaczący w przypadku przemysłu, budownictwa i usług rynkowych, zaś bardzo słaby w usługach nierynkowych.

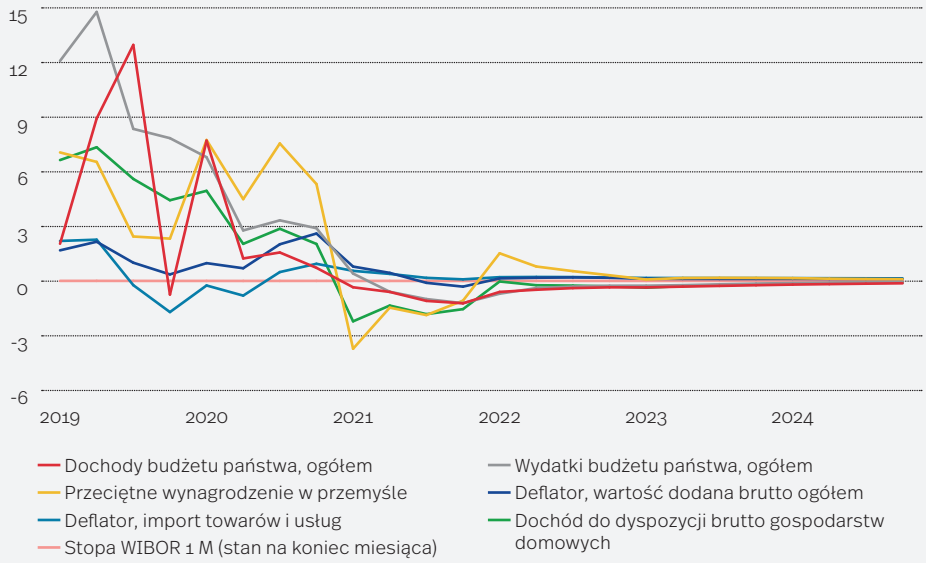
3. Długookresowe właściwości modelu

Właściwości modelu nie są prostą sumą właściwości poszczególnych równań wchodzących w jego skład. Dlatego niezbędna jest analiza systemowa, której dokonuje się przy pomocy symulacji.

Pierwsza seria eksperymentów polegała na rozwiązaniu modelu dla bardzo długiego horyzontu przy zamrożeniu wartości dla zmiennych egzogenicznych na poziomie ostatniej obserwacji z próby. Ma to na celu zbadanie, czy nie występują w systemie martwe trendy powodujące niepożądany dryf poszczególnych zmiennych. Oczekuje się zatem, że tempa zmian powinny gasnąć do zera. Tempa tego procesu mogą być zróżnicowane w przypadku poszczególnych zmiennych endogenicznych, co wynika z różnych rozkładów opóźnień występujących w równaniach. Horyzont, w którym następuje stabilizacja, może być (w przybliżeniu) interpretowany jako czas niezbędny do powrotu systemu na trajektorie długookresowe (równowagi). Wahania występujące na początku okresu objętego symulacją wynikają z dostosowań krótkookresowych. Równania behawioralne mają bowiem postać modeli korekty błędem (objaśniają przyrosty zmiennych) i zawierają zarówno relacje kointegrujące, jak i rozkłady opóźnień pierwszych różnic zmiennych niezależnych (najczęściej długości ograniczonej do 1-2 okresów).

Na wykresie 1 przedstawiono tempa wzrostu dla kluczowych zmiennych modelu. Zgodnie z oczekiwaniami wszystkie one wygasają do zera.

↘ Wykres 1. Rozwiązanie długookresowe – tempa roczne (w proc.)



4. Analizy mnożnikowe modelu

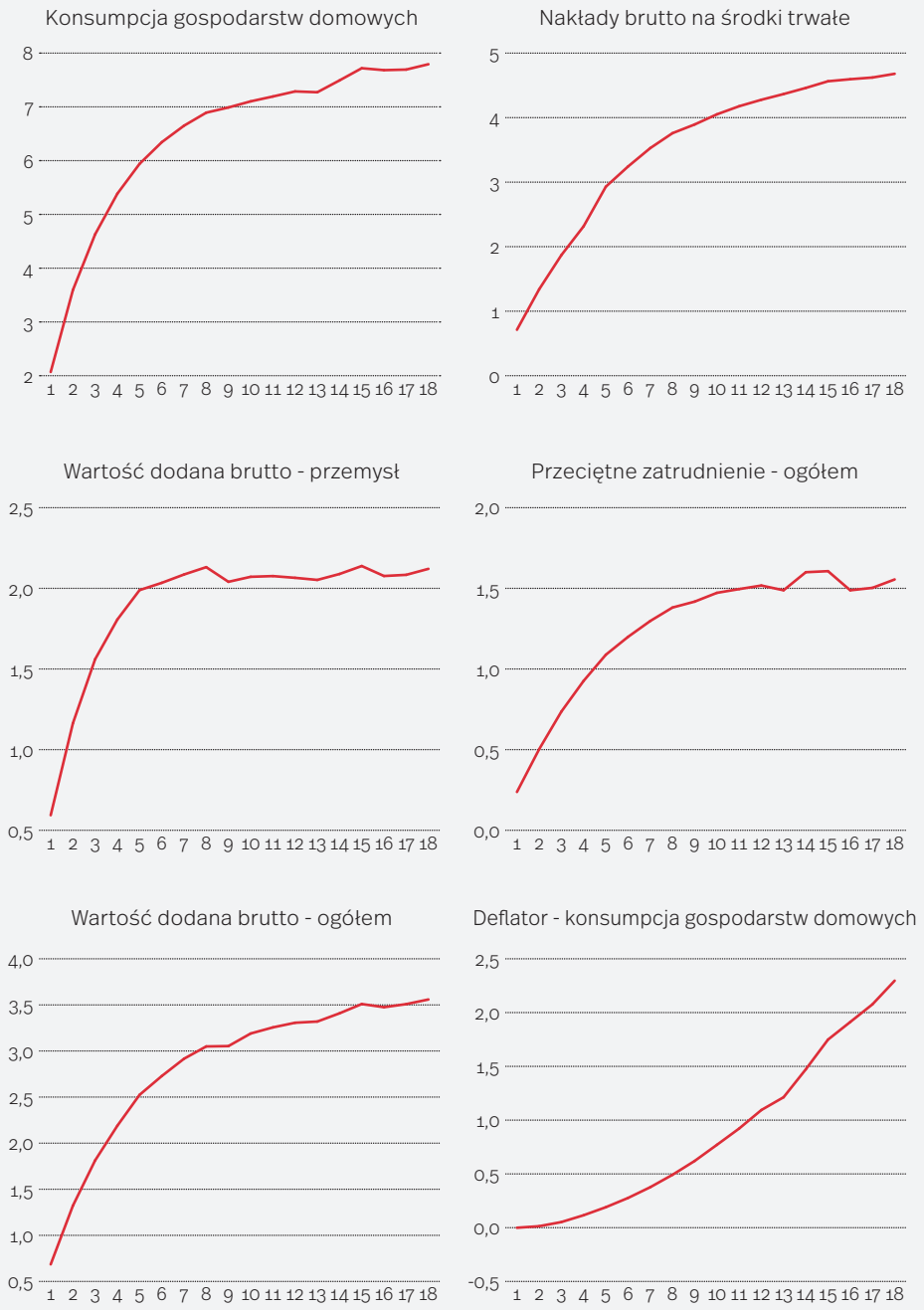
Analizy mnożnikowe mają na celu zbadanie reakcji modelu na potencjalne szoki, które mogą pojawić się w systemie. Mnożniki w wąskim sensie dotyczą zaburzeń pochodzących ze strony zmiennych egzogenicznych, co bezpośrednio wynika z definicji (A. Welfe, 2018, s. 295, 353-358). Pojęcie mnożnika rozszerza się jednak na przypadek, gdy impulsy generowane są przez zmienne endogeniczne. Najważniejszą cechą analiz mnożnikowych jest izolowany charakter szoków. Dzięki temu stosunkowo łatwo jest prześledzić ich propagację i ocenić, czy skutki w odniesieniu do kategorii reprezentowanych w modelu są, zarówno co do kierunku, jak i rozmiarów, zasadne. Trzeba jednak pamiętać, że ekonomiczna interpretacja takich eksperymentów symulacyjnych jest dość ograniczona, ponieważ trudno sobie wyobrazić, aby w rzeczywistości na system oddziaływał impuls pochodzący ze strony tylko jednej zmiennej.

W przypadku modelu PIE, o rozmiarach blisko 200 równań, liczba możliwych analiz mnożnikowych jest bardzo duża. Spośród wielu przeprowadzonych eksperymentów, dla celów prezentacji wybrano dwa z nich.

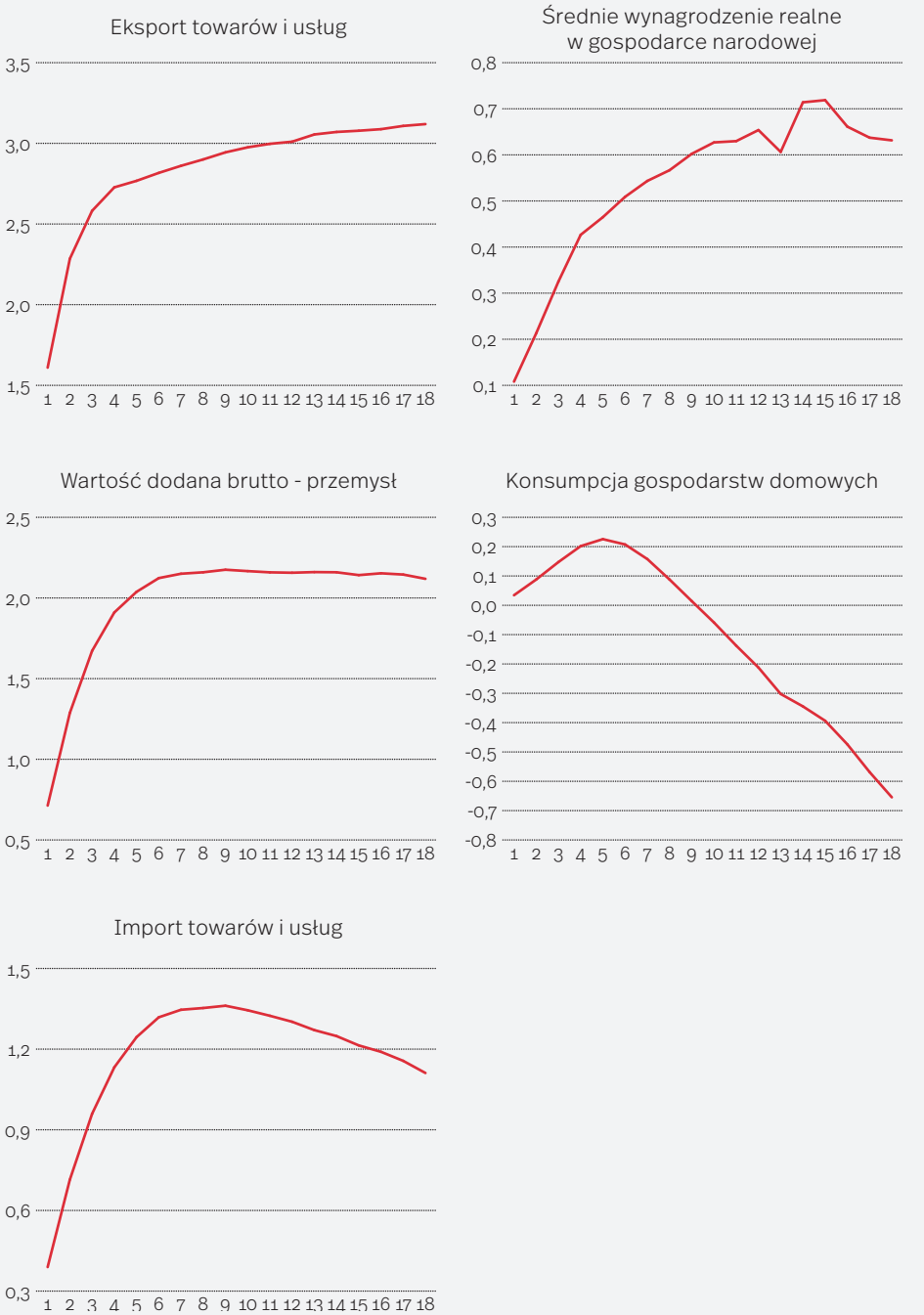
Analizy zostały przeprowadzone dla okresu próby. Zaletą takiego rozwiązania jest po pierwsze brak konieczności ustalania wartości dla zmiennych egzogenicznych, co ma miejsce, gdy symulacja dotyczy okresu poza próbą. Po drugie, za symulację referencyjną (*base line solution*) przyjmuje się rozwiązanie dla okresu próby, które odpowiada rzeczywistym trajektoriom poszczególnych zmiennych endogenicznych. Natomiast otrzymanie rozwiązania bazowego poza próbą wiąże się koniecznością konstrukcji w pełni ekonomicznie interpretowalnej prognozy (nie powinna to być tzw. prognoza zamrożona, w przypadku której ekstrapoluje się wartości zmiennych egzogenicznych na poziomie ostatniej zaobserwowanej wartości w próbie).

Pierwszy eksperyment pokazuje efekt wzrostu dochodów gospodarstw domowych, który nie wynika ze zmiany dochodów z pracy, czy też z pozostałych źródeł zdefiniowanych przez odpowiednie równania modelu (przykładem tego może być program „Rodzina 500+"). Procentowe różnice między symulacją zaburzoną a bazową zostały zilustrowane na wykresie 2. Wzrost dochodów bardzo szybko przekłada się na wzrost konsumpcji gospodarstw domowych, a następnie produkcji przemysłu, który stabilizuje się w okolicach powyżej 2 proc. w stosunku do rozwiązania bazowego. Wzrost wartości w pozostałych sektorach powoduje, iż wartość dodana ogółem rośnie o ok. 3,5 proc. w końcu okresu objętego symulacją. Odpowiedzią na to jest z jednej strony wzrost zatrudnienia i płac, z drugiej wzrost inflacji. Ten ostatni efekt może być silniejszy, jeśli (w krótkim okresie) będą przeważały cenowe nie zaś podażowe dostosowania przedsiębiorstw do rosnącego popytu. Inflacja oczywiście spowalnia wzrost popytu konsumpcyjnego. Procesom tym towarzyszy wzrost nakładów inwestycyjnych w stosunku do symulacji bazowej, co wynika ze zwiększonych dochodów budżetu państwa i budżetów terenowych oraz efektów oddziaływania rosnącej produkcji (akceleratora).

↘ Wykres 2. Efekt wzrostu dochodów gospodarstw domowych (wzrost o 5 proc., impuls podtrzymany, dane w proc.)



↘ Wykres 3. Efekt wzrostu kursu walutowego (wzrost o 0,10 PLN, impuls podtrzymany, w proc.)



Drugi eksperyment pozwala na analizę skutków podtrzymanego wzrostu kursu EUR/PLN. Bezpośrednim tego rezultatem jest wzrost eksportu, który stabilizuje się wokół 3 proc. (por. wykres 3). To z kolei pobudza produkcję przemysłu (oraz pozostałych sektorów) i uruchamia mnożnik Keynesowski. W dłuższej perspektywie efekty są bardziej złożone. Początkowo wzrost produkcji wymusza wzrost importu zaopatrzeniowego, który z czasem słabnie i w całym okresie objętym symulacją jest wyraźnie niższy od wzrostu eksportu, poprawiając bilans handlowy z zagranicą (w stosunku do symulacji bazowej).

Rosnący kurs walutowy uruchamia także procesy inflacyjne przez wzrost cen dóbr importowanych (finalnych) oraz surowców i materiałów, co generuje wzrost jednostkowych kosztów wytwarzania. Z tytułu wzrostu produkcji rośnie średnie wynagrodzenie w gospodarce, ale istotnie wolniej rosną pozostałe składniki dochodów osobistych ludności (należy pamiętać, że eksperyment zakłada, iż nie są podejmowane żadne inne działania). W rezultacie już w połowie okresu symulacji następuje spadek dochodów realnych pociągający za sobą spadek popytu konsumpcyjnego w stosunku do rozwiązania bazowego. Należy jednak podkreślić, że ten efekt jest bardzo słaby i osiąga wartość ok. 0,5 proc.

Bibliografia

Barteczko, K., Bocian, A.F. (2010), *Prognozowanie i symulacje procesów gospodarczych*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok.

Bodkin, R.G., Klein, L.R, Marwah, K. (red.) (1991), *A History of Macroeconometric Model-Building*, E. Elgar, Alderhot.

Duessenberry, J.G., Fromm, G., Klein, L.R., Kuh, E. (red.) (1965), *The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States*, Rand McNally, Chicago.

Duessenberry, J.G., Fromm, G., Klein, L.R., Kuh, E. (red.) (1969), *The Brookings Model: Some Further Results*, Rand McNally, Chicago.

Grabowski, W., Welfe, A. (2010), *Global Stability of Dynamic Models*, "Economic Modelling", vol. 28, s. 782-784.

Intriligator, M.D. (1978), *Econometric Models, Techniques and Applications*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

Johansen, S., Juselius, K. (1992), *Testing Structural Hypotheses in a Multivariate Cointegration Analysis of the PPP and the UIP for UK*, "Journal of Econometrics", vol. 53, s. 211-244.

Kelm, R. (2013), *Kurs złoty/euro. Teoria i empiria*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

Kębłowski, P., Welfe, A. (2010), *Estimation of the Equilibrium Exchange Rate: The CHEER Approach*, "Journal of International Money and Finance", vol. 29, s. 1385-1397.

Kębłowski, P., Welfe, A. (2012), *A Risk-Driven Approach to Exchange-Rate Modelling*, "Economic Modelling", vol. 29, nr 4, s. 1473-1482.

Klein, L.R, Welfe, A., Welfe, W. (1999), *Principles of Macroeconometric Modeling*, North Holland, Amsterdam.

Kotłowski, J. (2016), *Polityka pieniężna zorientowana na przyszłość. Wybrane aspekty analityczne*, Oficyna Wydawnicza SGH w Warszawie, Warszawa.

Leszkiewicz-Kędzior, K., Welfe, A. (2014), *Asymetric Price Adjustments in the Fuel Market*, "Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics", vol. 6., s. 105-127.

MacDonald, R. (2007), *Exchange Rate Economics. Theories and Evidence*, New York, Routledge.

Majsterek, M., Welfe, A. (2012), *Price-wage nexus and the role of a tax system*, "Economic Change and Restructuring", vol. 45, nr 1-2., s. 121-133.

Taylor, J.B. (1993), *Discretion Versus Policy Rules in Practice*, "Carnegie-Rochester Series on Public Policy", vol. 39, nr 1, s. 195-214.

Taylor, J.B. (1999), *The Robustness and Efficiency of Monetary Policy Rules as Guidelines for Interest Rate Setting by the European Central Bank*, "Journal of Monetary Economics", vol. 43, s. 655–679.

Taylor, J.B. (2007), *Explanatory Power of Monetary Policy Rules*, NBER Working Paper, nr 13685.

Taylor, J.B., Williams, J.C. (2010), *Simple and Robust Rules for Monetary Policy*, Working Papers Series, Federal Reserve Bank of San Francisco.

Welfe, A., Karp, P. (2017), *Makroekonometryczny miesięczny model gospodarki Polski WM-1*, „Gospodarka Narodowa", nr 4, s. 5-38.

Welfe, A., Karp, P., Kelm, R. (2002), *Makroekonometryczny model gospodarki Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

Welfe A., Karp P., Kębłowski P. (2006), *Mechanizmy makroekonomiczne w gospodarce polskiej. Analiza ekonometryczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

Welfe, A. (red.) (2013), *Analiza kointegracyjna w makromodelowaniu*, PWE, Warszawa.

Welfe, A. (2018), *Ekonometria*, PWE, Warszawa.

Welfe, W. (1992), *Ekonometryczne modele gospodarki narodowej Polski*, PWE, Warszawa.

Welfe, W. (2013), *Macroeconometric Models*, Springer, Heilderberg.

Welfe, W., Welfe, A. (2004), *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa.

Woodford, M. (2001), *The Taylor Rule and Optimal Monetary Policy*, "American Economic Review", vol. 91, nr 2, s. 232–237.

Woodford, M. (2003), *Interest & Prices: Foundations of Monetary Policy*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Walsh, C. (2003), *Monetary Theory and Policy*, MIT Press, Cambridge MA.

ANEKS 1. Zasady symboliki zmiennych, nazewnictwa i dokumentacji bazy danych

1. Uwagi ogólne

Baza danych makromodelu gospodarki narodowej Polski PIE liczy ponad półtora tysiąca zmiennych – o częstotliwości miesięcznej (ok. 300), kwartalnej (ok. 1100) i rocznej (ok. 150), pozyskanych z GUS, NBP, Ministerstwa Finansów, Eurostatu i publikacji innych instytucji. W związku z tym niezbędny jest spójny system symboli pozwalający na jednoznaczną, a przy tym łatwą identyfikację poszczególnych makrokategorii. Należy podkreślić, że dane źródłowe są z konieczności poddawane różnym transformacjom i przeliczeniom, tak aby na ich podstawie powstały szeregi czasowe. Wynika to ze zmian klasyfikacji, definicji, podstawy cen, etc. Wymaga to zatem precyzyjnego dokumentowania wszystkich kroków i wykonanych procedur.

2. Zasady symboliki

W stosowanej symbolice uwzględniono następujące cechy danych źródłowych:

1. Częstotliwość (miesięczna, kwartalna, roczna),
2. Ceny bieżące, stałe lub indeks cen (deflator),
3. Poziom, przyrost, udział, tempo wzrostu, logarytm

oraz wyróżniono ich następujące grupy:

4. Składniki dochodu narodowego od strony podziału,
5. Składniki dochodu narodowego od strony wytwarzania,
6. Sektory i sekcje PKD,
7. Fundusze i dane *per capita* (także na jednego zatrudnionego, świadczeniobiorcę, etc.),
8. Dane demograficzne i zatrudnienie,
9. Kursy walutowe,
10. Stopy (procentowe, podatkowe) i dane giełdowe,
11. Wskaźniki, indykatory (koniunktury, ryzyka, etc.).

Dołożono starań, aby symbole były stosunkowo krótkie i w miarę możliwości nawiązywały do międzynarodowych standardów w tym zakresie. Do tych ostatnich dla przykładu można zaliczyć oznaczanie płac literą W (*wages*), indeksów cen – P (*prices*), dochodów – Y (choć ang. *incomes*). Cele te można osiągnąć zastrzegając odpowiednie znaczenie dla poszczególnych liter w zależności od ich pozycji w symbolu. I tak, jeśli symbol rozpoczyna litera P, to znaczy, że jest to indeks cen (deflator), jeśli kończy litera M (K) – są to dane miesięczne (kwartalne) itd.

Pełna dokumentacja źródeł danych ma zelektronizowaną formę tabelaryczną, co charakteryzuje się następującymi zaletami.

Po pierwsze, nazwy zmiennych makroekonomicznych używane w źródłach statystycznych różnią się niekiedy od tych, którymi posługuje się teoria ekonomii. Jako przykład może służyć termin „spożycie w sektorze gospodarstw domowych" oznaczający „konsumpcję indywidualną", która jest tożsama z „popytem konsumpcyjnym" w warunkach gospodarki rynkowej (równowagi lub nadwyżki podaży).

Po drugie, oryginalne nazwy pojawiające się w źródłach są wielowyrazowe, co często – na potrzeby modelu – daje się uprościć, np. zamiast „Dochody, dochody podatkowe, podatki pośrednie, podatek od towarów i usług" można użyć „Dochody z podatku VAT".

Po trzecie, możliwa jest szybka identyfikacja częstotliwości, zakresu i jednostek miary w przypadku poszczególnych zmiennych.

Po czwarte, przyporządkowanie symboli do poszczególnych zmiennych jest łatwe.

Tabela będąca najbardziej zwartą i wygodną w użyciu formą dokumentacji realizującej powyższe postulaty, składa się z następujących kolumn:

1. Liczba porządkowa uwzględniająca zawieranie się wzajemne poszczególnych podzbiorów zmiennych.
2. Symbol zmiennej.
3. Jednostka miary (z uwzględnieniem informacji o tym czy są to ceny bieżące, stałe, czy indeks), metoda agregacji (poprzez uśrednianie dla zasobów, sumowanie dla strumieni, zastosowanie innych transformacji) oraz zakres.
4. Nazwa zmiennej w materiale źródłowym.
5. Numer i nazwa tabeli w materiale źródłowym lub transformacja, zgodnie z którą zmienna jest generowana.

Dla każdej zmiennej, dla której utworzono szereg czasowy, przy pomocy programu EVIEWS wygenerowano indywidualną kartę identyfikacyjną zawierającą następujące informacje:

1. Symbol zmiennej.
2. Ciąg wartości dla poszczególnych kwartałów, a poniżej tempa rok do roku – dane nieodsezonowane oraz średnioroczne tempa wzrostu.
3. Ciąg wartości dla poszczególnych kwartałów, a poniżej tempa rok do roku – dane odsezonowane oraz średnioroczne tempa wzrostu.
4. Wykres wartości kwartalnych – odsezonowanych i nieodsezonowanych.
5. Wykres temp zmian rok do roku dla wartości kwartalnych odsezonowanych i nieodsezonowanych.
6. Tabelę podsumowującą wyniki testowania stacjonarności procesu stochastycznego generującego wartości zmiennej (nieodsezonowane i odsezonowane).
7. Szczegółowy opis wszystkich transformacji i przeliczeń danych źródłowych dokonanych w trakcie tworzenia szeregu czasowego dla danej zmiennej.

ANEKS 2. Alfabetyczna lista zmiennych

$AKHSPM_t$ – kredyty krótkoterminowe gospodarstw domowych (do 5 lat),
$BSPM_t$ – deficyt budżetu państwa,
$BWBPM_t$ – wydatki bieżące jednostek budżetowych,
$BWJPM_t$ – wydatki majątkowe jednostek budżetowych,
$BWPM_t$ – całkowite wydatki budżetu państwa,
$BWUPM_t$ – wydatki budżetu państwa na ubezpieczenia społeczne,
$BYNCPM_t$ – dochody budżetu państwa z ceł,
$BYPM_t$ – całkowite dochody budżetu państwa,
$BYTDCPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku od osób prawnych,
$BYTDFPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku od osób fizycznych,
$BYTDPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatków bezpośrednich,
$BYTPM_t$ – dochody podatkowe budżetu państwa,
$BYTQAPM_t$ – dochody budżetu państwa z akcyzy,
$BYTQPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatków pośrednich,
$BYTQVPM_t$ – dochody budżetu państwa z podatku VAT,
$CDSM_t$ – swap ryzyka kredytowego (*credit default swaps*),
$CDSDEM_t$ – swap ryzyka kredytowego Niemiec (*credit default swap*, CDS),
CPK_t – konsumpcja indywidualna, ceny bieżące,
$EBHK_t$ – eksport dóbr konsumpcyjnych,
$EBIK_t$ – eksport dóbr inwestycyjnych,
EBK_t – eksport towarów,
$EBZK_t$ – eksport dóbr zaopatrzeniowych,
EGK_t – eksport towarów według rachunków narodowych,
EK_t – eksport ogółem,
ERK_t – kurs walutowy EUR/PLN,
ESK_t – eksport usług (rachunki narodowe),
$FDFGPK_t$ – zadłużenie sektora rządowego,
$FSEWK_t$ – fundusz emerytur i rent z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych,
FSK_t – fundusz świadczeń socjalnych,
$FWBK_t$ – fundusz płac w budownictwie,
FWK_t – fundusz wynagrodzeń,
$FWQK_t$ – fundusz płac w sektorze przemysłowym,
$FWUK_t$ – fundusz płac w sektorze usług rynkowych,
$FWWK_t$ – fundusz płac w sektorze usług nierynkowych,
JCK_t – nakłady inwestycyjne poza sektorem instytucji rządowych i samorządowych,
JGK_t – nakłady inwestycyjne sektora instytucji rządowych i samorządowych,

JK_t – nakłady inwestycyjne,
LAK_t – liczba aktywnych zawodowo,
$LBSK_t$ – bezrobotni krótkookresowo,
$LEWM_t$ – liczba emerytów i rencistów,
$MBHK_t$ – import dóbr konsumpcyjnych,
$MBIK_t$ – import dóbr inwestycyjnych,
MBK_t – import towarów,
$MBZK_t$ – import dóbr zaopatrzeniowych,
$MGPK_t$ – import towarów,
MK_t – import ogółem,
MSK_t – import usług (rachunki narodowe),
NBK_t – zatrudnienie w budownictwie,
NK_t – zatrudnienie ogółem,
NQK_t – zatrudnienie w przemyśle,
NUK_t – zatrudnienie w usługach rynkowych,
NWK_t – zatrudnienie w sferze usług nierynkowych,
PCK_t – deflator konsumpcji indywidualnej,
$PCPIK_t$ – indeks cen dóbr i usług konsumpcyjnych,
PJK_t – deflator nakładów inwestycyjnych,
PMK_t – deflator złotowy importu,
$PTARG_t$ – cel inflacyjny NBP,
$PXBK_t$ – deflator wartości dodanej w budownictwie,
PXK_t – deflator wartości dodanej ogółem,
$PXQK_t$ – deflator wartości dodanej w przemyśle,
$PXUK_t$ – deflator wartości dodanej w usługach rynkowych,
$PZCDEK_t$ – deflator konsumpcji indywidualnej w Niemczech,
$PZJDEK_t$ – deflator nakładów inwestycyjnych w Niemczech,
$PZXDEK_t$ – deflator wartości dodanej w Niemczech,
$RCLO_t$ – efektywna stawka ceł,
$RDLM_t$ – średnie oprocentowanie depozytów przedsiębiorstw,
$RDPM_t$ – średnie oprocentowanie depozytów gospodarstw domowych,
$RKLM_t$ – średnie oprocentowanie kredytów gospodarstw domowych,
$RKPM_t$ – średnie oprocentowanie kredytów przedsiębiorstw,
$RLPLM_t$ – stopa rentowności 10-letnich obligacji skarbowych,
$RPITK_t$ – efektywna stopa podatku od osób fizycznych,
$RVAT_t$ – efektywna stopa podatku VAT,
$RW1M_t$ – stopa WIBOR na koniec miesiąca,
$RSEU3M_t$ – międzybankowa stopa procentowa strefy euro,
$SGYTDPK_t$ – dochody z podatków pośrednich sektora instytucji rządowych i samorządowych,
$SGYTXPK_t$ – dochody z podatków majątkowych sektora instytucji rządowych i samorządowych,
$TPCK_t$ – inflacja roczna mierzona deflatorem konsumpcji indywidualnej,
XBK_t – wartość dodana w budownictwie, ceny stałe,
XK_t – wartość dodana ogółem, ceny stałe,

XPK_t – wartość dodana brutto, ceny bieżące,
XWK_t – wartość dodana w przemyśle, ceny stałe,
XUK_t – wartość dodana w usługach rynkowych, ceny stałe,
$VOEK_t$ – indykator otwartości gospodarczej,
$VWWUKM_t$ – wyprzedzający wskaźnik ufności konsumenckiej (WWUK),
$WBPK_t$ – płace przeciętne brutto w budownictwie,
$WEWPM_t$ – przeciętna emerytura i renta brutto z pozarolniczego systemu ubezpieczeń społecznych,
WPK_t – płace przeciętne brutto w gospodarce narodowej,
$WQPK_t$ – płace przeciętne brutto w przemyśle,
$WUPK_t$ – płace przeciętne brutto w usługach rynkowych,
$WWPK_t$ – płace przeciętne brutto w sferze usług nierynkowych,
$YDPK_t$ – dochody gospodarstw domowych,
$YZUSK_t$ – dochody ZUS ze składek na świadczenia społeczne,
$ZCDEK_t$ – konsumpcja indywidualna w Niemczech,
$ZJDEK_t$ – nakłady inwestycyjne w Niemczech,
$ZXDEK_t$ – wartość dodana w Niemczech.

Symbole zapisane małymi literami oznaczają logarytmy naturalne odpowiednich zmiennych.

Polski Instytut Ekonomiczny

Polski Instytut Ekonomiczny to publiczny *think tank* gospodarczy, którego historia sięga 1928 roku. Obszary badawcze Polskiego Instytutu Ekonomicznego to przede wszystkim handel zagraniczny, makroekonomia, energetyka i gospodarka cyfrowa oraz analizy strategiczne dotyczące kluczowych obszarów życia społecznego i publicznego Polski. Instytut zajmuje się dostarczaniem analiz i ekspertyz do realizacji Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju, a także popularyzacją polskich badań naukowych z zakresu nauk ekonomicznych i społecznych w kraju oraz za granicą.

Polski
Instytut
Ekonomiczny