

Władysław Welfe, Waldemar Florczak

ZAŁOŻENIA I STRUKTURA MAKROEKONOMETRYCZNEGO MODELU GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY W8D-2007

1. PRZESŁANKI MODELOWANIA GOSPODARKI OPARTEJ NA WIEDZY

Perspektywy i szanse rozwoju kraju w przyszłych 10-leciach stanowią przedmiot zainteresowania nie tylko świata nauki (por. prace Komitetu Prognoz Polska 2000+ przy Prezydium PAN), ale także władz administracyjnych kraju. Łączy się to z rosnącym ich zaangażowaniem w pracach organów Unii Europejskiej dotyczących średniookresowych prognoz (do 2013 r.). Prognozy te muszą mieć oparcie w scenariuszach rozwojowych, sięgających lat 2030–2040. Efektywnym narzędziem pozwalającym na układanie wielowariantowych scenariuszy i prognoz długookresowych może stać się skonstruowany przez nas długookresowy, makroekonomiczny model gospodarki polskiej W8D-2007.

Model ten musi więc zawierać opis mechanizmów decydujących o wzroście gospodarczym, a przede wszystkim – obok inwestycji w środki trwałe – o wykorzystaniu krajowego i zagranicznego kapitału wiedzy. Niezwykle ważne są w tym kontekście procesy absorpcji kapitału wiedzy. Mają one miejsce w procesach technologicznych produkcji, pociągając za sobą zmniejszenie zużycia surowców, materiałów i energii, przyrost produktywności maszyn i urządzeń w produkcji nowych wyrobów, a także w poprawie sprawności zarządzania.

Nie mniej ważne są uwarunkowania rosnącej absorpcji wiedzy, mianowicie jej powstawanie (wytwarzanie) oraz jej transfer. Znaczną rolę odgrywa tu wzrost kapitału ludzkiego. W wąskim rozumieniu – odnosi się to do podnoszenia poziomu wiedzy pracujących, zarówno w procesie szkolnej edukacji, jak i pozaszkolnym doskonaleniu, m. in. w wyniku rosnącego doświadczenia zawodowego (*learning by doing*). W szerokim rozumieniu chodzi o postęp w ogólnym wykształceniu, o poprawę stanu zdrowia etc.

Istotną rolę, gdy chodzi o podniesienie efektywności absorpcji wiedzy, odgrywa aktywność jednostek sfery B+R, polegająca na generowaniu i wdrażaniu innowacji, badaniach naukowych i w zakresie rozwoju. Jej przejawy materializują się w nakładach na innowacje, a zwłaszcza w nakładach na badania i rozwój (B+R), a także w wynikach badań w postaci patentów i licencji.

Podstawowe znaczenie – zwłaszcza dla krajów rozwijających się – ma transfer wiedzy. W makroskali można wyróżnić kilka kanałów transferu – od bezpośredniego transferu kapitału wiedzy, zawartej w odpowiednich nośnikach informacji, poprzez transfer za pośrednictwem importowanych materiałów (nowe technologie), do importu inwestycyjnego, obejmującego maszyny i urządzenia. Znaczącą rolę odgrywa tu działalność międzynarodowych korporacji, której wyniki są reprezentowane przez bezpośrednie inwestycje zagraniczne (BIZ).

Wreszcie należy wspomnieć o procesie gromadzenia wiedzy, tworzenia baz danych, głównie instytucjonalnie utwalonych, warunkującym efektywny dostęp do kapitału wiedzy.

Przesłanki powyższe decydują o konieczności rozbudowy typowej struktury modelu makroekonomicznego o charakterystyki procesu tworzenia i absorpcji kapitału wiedzy – znajduje to wyraz w podsystemie równań opisujących proces produkcji.

2. STRUKTURA MAKROEKONOMETRYCZNEGO MODELU W8D-2007

Długookresowy model gospodarki polskiej ma tradycyjną budowę. Jego „pro wzrostowy” charakter sprawił, że zdecydowano się utrzymać makroekonomiczną orientację aktywności gospodarczej, wyróżniając popyt finalny, podaź oraz system cen i płac wraz z przepływami finansowymi, odpowiadający systemowi rachunków narodowych. Alternatywą była mikroekonomiczna orientacja, polegająca na wyróżnieniu działalności poszczególnych rodzajów podmiotów gospodarczych – gospodarstw domowych (poza popytem wchodząc tu równania inwestycji oraz podaży siły roboczej), przedsiębiorstw (poza produkcją i czynnikami produkcji rozpatrywane są równania cen producentów itp.), instytucji publicznych i zagranicy. Takie modne ujęcie wydaje się bardziej adekwatne do budowy modeli krótkookresowych (por. np. Fair, 1994). Podobnie rzecz ma się z alternatywą polegającą na wyróżnieniu rynków produktów, pracy i finansowych¹.

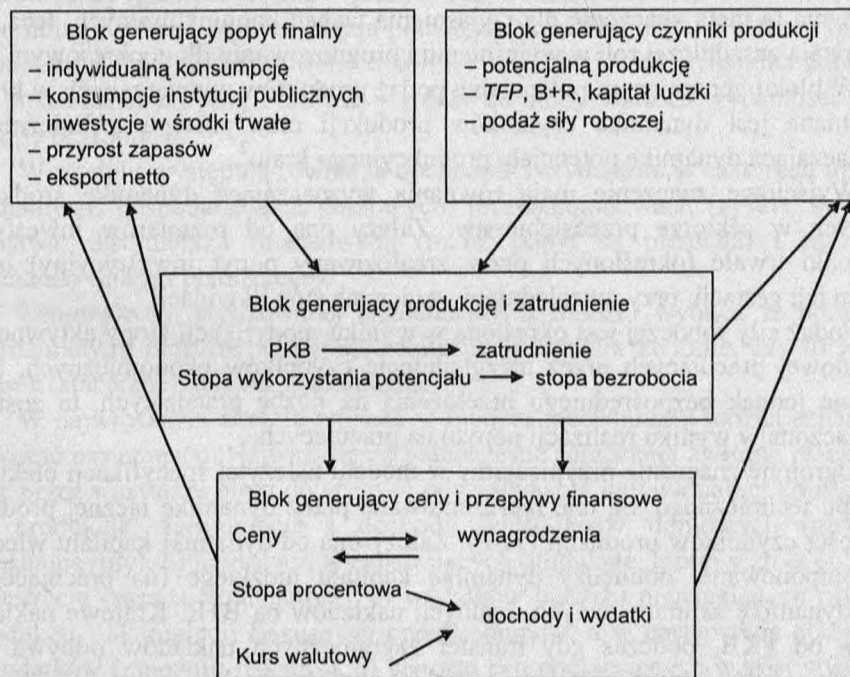
Tak więc przyjęto, iż model (w wersji symulacyjnej) winien objaśniać:

- popyt finalny, łącznie z eksportem i importem,
- potencjalną produkcję, czynniki produkcji i łączną produktywność tych czynników *TFP*,
- efektywną produkcję, zatrudnienie i bezrobocie,
- ceny, wynagrodzenia przeciętne i przepływy finansowe.

¹ Warto zauważyć, że odmienne uporządkowanie równań w bloki nie ma istotnego znaczenia, gdy chodzi o specyfikację równań. W każdym przypadku odwzorowuje ona stylizowane zachowanie odpowiednich podmiotów gospodarczych.

Równania regresji objaśniające poszczególne zmienne, wchodzące w skład wyróżnionych bloków, odnoszą się na ogół do wielkości pochodzących z obserwacji. Dotyczy to zwłaszcza popytu na produkty i czynniki produkcji, o których można było przyjąć, iż w warunkach gospodarki rynkowej popyt efektywny realizuje się na rynku. W niewielu jednak przypadkach mamy do czynienia ze zmiennymi bezpośrednio nieobserwowalnymi, jak np. produkcja potencjalna, łączna produktywność czynników produkcji (*TFP*) czy kapitał ludzki, które odgrywają ważną rolę w analizach absorpcji kapitału wiedzy. Wymaga to zastosowania szczególnych metod szacunku tych zmiennych, o czym będzie mowa w pkt 4.

Model, ogólnie rzecz ujmując, ma orientację popytową. Jego funkcjonowanie opisano w uproszczony sposób na rys. 1.



Rys. 1. Struktura modelu W8D-2007

Równania w pierwszym bloku opisują proces generowania efektywnego popytu finalnego. Krajowy popyt finalny obejmuje popyt na dobra konsumpcyjne i inwestycyjne. Popyt konsumpcyjny gospodarstw domowych, maksymalizujących swe preferencje, jest wyznaczany przez minione i oczekiwane dochody realne, spośród których główną rolę odgrywają dochody bieżące. Popyt instytucji publicznych wynika głównie z realnych możliwości wydatkowych budżetu państwa. Popyt inwestycyjny kreowany przez przedsiębiorstwa łączy się

głównie z ich oczekiwaniami dotyczącymi przyszłej produkcji, jest także determinowany przez oczekiwaną nadwyżkę nad kosztami ich uzyskania, co wynika z zasady minimalizacji kosztów. Łączny popyt inwestycyjny uzyskuje się przez uwzględnienie popytu instytucji publicznych i gospodarstw domowych (inwestycje mieszkaniowe), a także popytu generowanego w wyniku BIZ.

Popyt zagranicy na wyroby eksportowane zależy od popytu świata przy uwzględnieniu konkurencyjności eksportowanych wyrobów. Natomiast popyt krajowy na wyroby importowane zależy od poziomu aktywności gospodarczej kraju i opłacalności importu.

W modelu wyróżniono relacje długookresowe, w których przyjmuje się założenie o stabilności tych związków. Oddzielono je od relacji krótkookresowych, w których główną rolę odgrywają dynamiczne dostosowania, reprezentowane przez zmienne opóźnione, a także zmienne wyrażające zakłócenia. Równania te mają znaczenie dla wyjaśnienia wahań koniunkturalnych, lecz nie odgrywają zasadniczej roli w wyjaśnieniu i prognozowaniu długookresowym.

W bloku generującym potencjalną podaż produktów wytwarzanych w kraju objaśniana jest dynamika czynników produkcji oraz postępu technicznego, wyznaczająca dynamikę potencjału produkcyjnego kraju².

Wyjściowe znaczenie mają równania wyznaczające dynamikę środków trwałych w sektorze przedsiębiorstw. Zależy ona od rozmiarów inwestycji w środki trwałe (określonych przez zrealizowany popyt inwestycyjny) oraz okresu ich gestacji, przy uwzględnieniu zadanych stóp likwidacji.

Podaż siły roboczej jest określona w wyniku modyfikacji stopy aktywności zawodowej pracujących przez uwzględnienie czynników ekonomicznych. Nie ma ona jednak bezpośredniego przełożenia na liczbę pracujących, ta zostaje wyznaczona w wyniku realizacji popytu na pracujących.

Ogromne znaczenie przypisujemy w modelu należytej specyfikacji efektów postępu technicznego. Są one reprezentowane przez dynamikę łącznej produktywności czynników produkcji (*TFP*). Zależy ona od dynamiki kapitału wiedzy zdekomponowanej pomiędzy dynamikę kapitału ludzkiego (na pracującego) oraz dynamikę skumulowanych, realnych nakładów na B+R. Krajowe nakłady zależą od PKB, podczas gdy transfer zagranicznych nakładów odbywa się głównie poprzez import z krajów o wysokim poziomie technicznym.

Połączenie czynników produkcji i efektów postępu technicznego dokonuje się przez użycie funkcji produkcji Cobba–Douglasa o stałych efektach skali. Model może generować potencjalną wielkość PKB przy alternatywnych założeniach – pełnego wykorzystania dysponowanych środków trwałych bądź

² Zwróćmy uwagę, iż w procesie estymacji równań, w których jako zmienna objaśniająca występuje stopień wykorzystania potencjału, np. w równaniu cen, wykorzystano jako *proxy* wskaźnik wykorzystania czasu pracy. W momencie wykonywania obliczeń nie były bowiem dostępne dane dotyczące szacunku potencjalnego PKB.

pełnego zatrudnienia (rozumianego jako nadwyżka podaży siły roboczej nad „normalnym” poziomem bezrobocia).

Porównanie potencjalnego z efektywnym PKB stwarza możliwość wyznaczenia stopy wykorzystania potencjału produkcyjnego. Ma ona istotne znaczenie dla ewentualnej modyfikacji równań w handlu zagranicznym (dla modyfikacji popytu zagranicy czy też popytu krajowego na wyroby importowane), jak też w wyznaczaniu cen – jako miara luki popytowej.

Z kolei porównanie popytu na pracujących z podażą siły roboczej prowadzi do wyznaczenia stopy bezrobocia. Ma ona znaczenie przy określaniu tempa wzrostu wynagrodzeń.

Model zamykają równania składające się na system cen oraz przepływów finansowych. Dynamika cen odznacza się inercją. Zależą one od kosztów wytwarzania (głównie kosztów pracy i cen w imporcie) oraz nadwyżki, którą determinuje stopień wykorzystania potencjału produkcyjnego. Realne wynagrodzenia pieniężne są kształtowane w wyniku negocjacji i ich dynamika odpowiada poszerzonej krzywej Phillipsa – zależy od stopy wzrostu wydajności pracy i stopy bezrobocia.

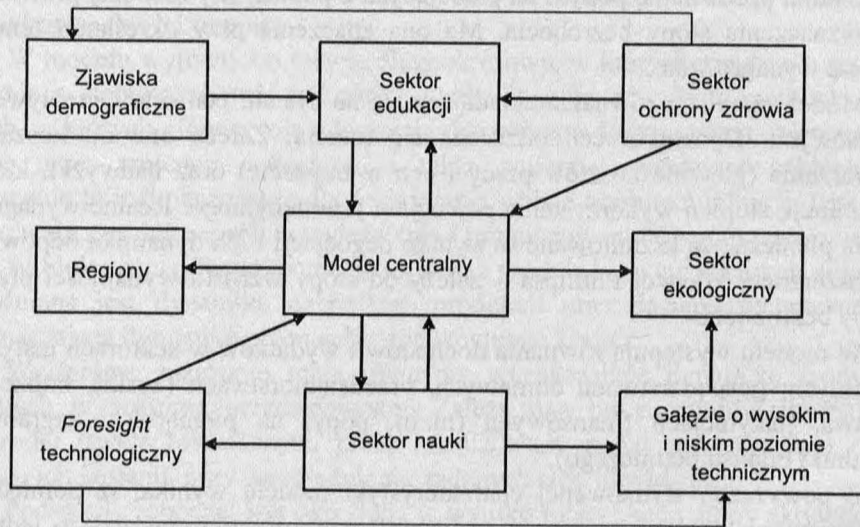
W modelu występują równania dochodów i wydatków w sektorach instytucjonalnych: gospodarstwach domowych, przedsiębiorstwach (zyski), budżecie państwa, instytucjach finansowych (m. in. popyt na pieniądz) i zagranicy (składniki bilansu płatniczego).

Z powyższej, stylizowanej charakterystyki modelu wynika, iż pomiędzy wyróżnianymi blokami występują rozliczne sprzężenia zwrotne, czy to jednocześnie (statyczne), czy też dynamiczne.

W największym skrócie opisane w modelu mechanizmy można scharakteryzować następująco. Najważniejsze jednocześnie sprzężenia zwrotne przebiegające przez wszystkie bloki dotyczą: a) oddziaływania indywidualnej konsumpcji na produkcję, zatrudnienie i dochody gospodarstw domowych (mnożnik konsumpcyjny), b) inwestycji wyznaczających produkcję, której wzrost pobudza inwestycje (zasada akceleratora), c) wydatków budżetu pociągających przyrost produkcji i akumulacji finansowej przedsiębiorstw, a w następstwie dochodów z podatków (mnożnik fiskalny), d) wzrostu cen pociągających wzrost wynagrodzeń, a przeto kosztów pracy i cen produktu (spirala inflacyjna).

Szczególne relacje występują w procesie generowania potencjalnego PKB. Z jednej strony przyrost kapitału wiedzy ucieleśniony w realnych nakładach na B+R zależny jest od efektywnego PKB. Z drugiej zaś – przyrost kapitału ludzkiego na pracującego, wynikający z przyrostu realnych nakładów na edukację, zależnego od przyrostu efektywnego PKB, pociąga za sobą również przyrost *TFP* oraz potencjalnego PKB. Gdyby nastąpiło zrównanie potencjalnego i efektywnego PKB, wystąpiłoby w modelu nowe sprzężenie zwrotne, analogiczne do mnożnika podażowego.

Przedstawiona struktura modelu stanowi jądro systemu, który został przez nas zbudowany. Zamierzamy dołączyć submodele, które opisują powstawanie i absorpcję nowych technologii, wyników badań w sferze B+R, rozwój edukacji oraz dziedzin, które mają zasadnicze znaczenie dla podniesienia poziomu kapitału ludzkiego, jak też pokazują związki z uwarunkowaniami ekologicznymi. Należy do nich dezagregacja regionalna, jak też działowo-gałęziowa. Szkic takiego systemu przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. System równań rozbudowanego modelu W8D

Tak rozbudowany system – w przypadku dezagregacji czy to regionalnej, czy sektorowej – będzie wyznaczać współdziałanie z odpowiednim modelem typu *input-output*.

3. BAZY DANYCH

3.1. Wprowadzenie

Tworzenie jednorodnych baz danych stanowi niezwykle istotną i czasochłonną część procesu związanego z konstrukcją wielorównaniowych modeli gospodarek narodowych. Podstawowym problemem, jaki tu występuje, jest heterogeniczność długich – zwłaszcza rocznych – szeregów czasowych, obejmujących swym zakresem różnorodne reżimy społeczno-gospodarcze. Zdaniem wielu badaczy wyklucza to zasadność stosowania technik ekonometrycznych do wyznaczania oszacowań parametrów strukturalnych odpowiednich relacji

ekonomicznych. Argumentacja taka nie wydaje się przekonująca co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, w celu ustalenia siły długookresowych powiązań pomiędzy odpowiednimi zmiennymi konieczne jest dysponowanie *implicite* obserwacjami z długiego okresu czasowego; utożsamianie liczebności obserwacji z długością próby nie jest bowiem w pełni poprawne (patrz np. Schiller, Perron, 1985; Perron, 1989, 1991; Diebold, Rudebusch, 1991; Choi, 1992 czy Ng, 1995). Po drugie, co ważniejsze, jak to pokażemy dalej, możliwe jest opracowanie procedur zapewniających zachowanie spójności wynikowym szeregom czasowym, nawet w przypadku, gdy dane źródłowe charakteryzują się daleko idącą heterogenicznością.

W celu zbudowania modelu dla długiego okresu – jak to miało miejsce odnośnie do modeli serii W8 – konieczne było utworzenie bazy danych obejmującej rozległy przedział czasu wyodrębnionej dla potrzeb tych modeli. Nie było to zadanie trywialne – skompletowanie odpowiedniej liczby obserwacji o częstotliwości rocznej nieuchronnie wiązało się z problemami wynikającymi z częstymi zmianami definicji i zakresu wielu kategorii ekonomicznych, zróżnicowaniem źródłowego materiału statystycznego (poziomy, dynamiki, tempa wzrostu, wielkości przeliczeniowe), ewidencyjnym dualizmem czy zmianami klasyfikacyjnymi rachunków narodowych (MPS, SNA, EKD³). Chodziło tu o dysponowanie odpowiednio długimi i jednorodnymi (na ile to możliwe) szeregami czasowymi.

Konieczność ustawicznej aktualizacji, modyfikacji i rozbudowy istniejących baz wynika zarówno z dążenia do poszerzenia dostępnej próby statystycznej (liczby stopni swobody), wymogu dostosowania zakresu informacyjnego istniejących szeregów do bieżącej sprawozdawczości statystycznej (możliwość weryfikacji dokładności prognoz), jak również z rozbudowy czy też dezagregacji samego modelu.

Konstruowanie i aktualizowanie baz danych ma w Katedrze Modeli i Prognoz Ekonometrycznych długoletnią tradycję. Przygotowana w 1995 r. baza modelu W8 była pionierską w skali kraju próbą zapewnienia jednorodności podstawowych, jednosektorowych makrokategorii ekonomicznych obejmujących okres kilkudziesięciu lat (1960–1993). W powstałej w 1998 r. bazie danych modelu W8-96 zapewniono dodatkowo jednorodność szeregom obejmującym podstawowe kategorie na szczeblu sekcji gospodarki narodowej (por. Florczak, 1999a). W bazie modelu W8D (patrz Welfe, red., 2001) poszerzono dostępne dane o szeregi opisujące formowanie kapitału ludzkiego oraz sektora B+R, korzystając z własnych przeliczeń. Zaproponowane wówczas procedury były z powodzeniem wykorzystywane do konstrukcji i aktualizacji baz danych

³ Wymienione skróty oznaczają odpowiednio: MPS – Material Product System (System Produktu Materialnego), SNA – System of National Accounts (System Rachunków Narodowych), EKD – Europejska Klasyfikacja Działalności.

nowszych generacji modeli serii W8, w tym ostatniej wersji modelu W8D-2007. Zwięzły opis owych procedur oraz wybranych problemów związanych z praktycznymi aspektami konstruowania rocznych baz danych zawiera praca W. Florczaka (2003).

We wszystkich wersjach modeli serii W8 do szacunku podstawowych zależności stochastycznych konsekwentnie wykorzystywano próbę kilkudziesięcioletnią, ze swej natury heterogeniczną. Postępowanie takie może budzić wątpliwości co do stabilności opisywanych relacji behawioralnych. Podkreślić jednak należy, iż specyfikacja omawianych równań charakteryzowała się aprioryczną segmentacją, ze szczególnym uwzględnieniem lat 90., dla których wprowadzono zmienne typowe dla gospodarek o orientacji rynkowej (relacje cenowe, zmienne finansowe, stabilizatory rynkowe). Zastosowane techniki uzmiennienia parametrów, polegające na wprowadzeniu zmiennych interakcyjnych, i wykorzystanie regresji segmentowej zapewniają, iż uzyskane oszacowania parametrów strukturalnych przy konkretnych zmiennych objaśniających różnią się wówczas w poszczególnych podokresach, opisując zróżnicowaną intensywność oddziaływania danych czynników na kształtowanie się zmiennej objaśnianej. W skrajnym przypadku wybrana zmienna objaśniająca może występować w jednym reżimie, w drugim reżimie zaś być nieobecna (dotyczy to np. bodźców cenowych w licznych równaniach modelu). Rozwiązanie takie pozwala pogodzić statystyczny postulat posiadania odpowiednio licznych obserwacji (stopni swobody) z ekonomicznym postulatem dyskryminacji pomiędzy odmiennymi reżimami gospodarczymi.

Ze względu na aspekty, zarówno merytoryczne, jak i techniczne, bazy danych podzielić można na trzy grupy:

- 1) źródłową,
- 2) estymacyjną,
- 3) symulacyjną.

3.2. Źródłowa baza danych

Źródłowa baza danych zawiera pierwotne informacje gromadzone w oparciu o dostępne źródła statystyczne. Ze względu na wymienione na wstępie okoliczności konieczne jest gromadzenie danych zarówno o zmienionym zakresie definicyjnym, ale występujących w źródłowej ewidencji statystycznej pod tą samą nazwą roboczą, jak i kategorii o zbliżonym zakresie definicyjnym, ale występujących w źródłowej ewidencji statystycznej pod inną nazwą roboczą (np. kategorie wyznaczone w systemie MPS i SNA). Istotne jest przy tym wyraźne wyodrębnienie okresu podwójnej ewidencji, dla którego dysponujemy zarówno danymi przed zmianą, jak i po zmianie zakresu. Pozwala to, poprzez

zastosowanie regresji przełącznikowej, czy też – w skrajnych przypadkach – poprzez wykorzystanie wskaźnika udziału, przeszacować wartości określonej kategorii, tak aby korespondowały one z zakresem obecnie stosowanym. Podejście takie pozostaje często jedynym dostępnym sposobem zapewniającym jednorodność danych. Uwagi opisujące zmiany zakresu definicyjnego danej kategorii, zamieszczane w rocznikach statystycznych czy innych specjalistycznych wydawnictwach statystycznych, są bowiem najczęściej na tyle ogólne, iż nie pozwalają na – merytorycznie bardziej poprawne – pełne przeliczenia. Z drugiej strony, szczupłość środków, jakimi dysponują ośrodki badawcze, ogranicza możliwość zlecenia takich przeliczeń wyspecjalizowanym instytucjom, np. GUS-owi.

Zgodnie z postulatem ustawicznej aktualizacji, przy kompletowaniu źródłowych danych kierowano się zasadą: „Nowsza informacja jest bardziej wiarygodna od informacji starszej”. Praktycznie oznacza to, iż tworzenie szeregów czasowych postępuje „achronologicznie” – od danych najnowszych po dane najstarsze. Z reguły różnice pomiędzy tymi samymi kategoriami, zawartymi w rocznikach statystycznych dla różnych lat, nie są znaczne (niemniej jednak istnieją). Punktem wyjścia są informacje zawarte w najnowszym z dostępnych roczników statystycznych⁴, uzupełniane następnie, w miarę potrzeby, o dane z roczników wcześniejszych, aż do momentu, w którym dysponujemy danymi opracowanymi dla potrzeb wcześniej skonstruowanej bazy⁵. Stosowanie takiego algorytmu pozwala na ustawiczną aktualizację istniejących baz danych oraz „łagodne” przejścia między nimi. Pozwala również zachować pewną konsekwencję na etapie gromadzenia informacji, co pozwala uniknąć problemów wywołanych wzmiankowanymi już różnicami w wartościach danych opisujących określone zjawisko w wybranym momencie czasu, w sytuacji gdy wartości te pochodzą z roczników statystycznych z różnych lat. Zaznaczyć należy, iż chodzi tutaj o te przypadki, dla których w uwagach ogólnych do odpowiednich działów roczników statystycznych GUS-u nie znajdziemy komentarza uzasadniającego istnienie takich rozbieżności.

Ważnym problemem wymagającym rozwiązania na etapie przygotowywania bazy źródłowej jest zapewnienie bilansowania się wszystkich zależności o charakterze tożsamościowym. Niejednokrotnie bowiem dane źródłowe tożsamości takich nie spełniają. Dotyczy to zwłaszcza przypadków zmiennych

⁴ W przypadku modeli W8D oraz W8-2000 był to „Rocznik GUS 1999”, zaś dla nowszej wersji modelu serii W8 – W8D-2002 – „Rocznik GUS 2001”, obecnie „Rocznik GUS 2006”.

⁵ I tak, np. bazy danych modeli W8D oraz W8-2000 wykorzystywały informacje zgromadzone dla potrzeb bazy danych modelu W8-98, ta zaś „wyrastała” z bazy modelu W8-96. Z kolei baza modelu W8D-2002 za punkt wyjścia brała bazy modelu W8D oraz W8-2000. Przedstawiona w opracowaniu baza danych jest natomiast kontynuacją bazy modelu W8D-2002.

zdezagregowanych, przedstawionych w cenach stałych, dla których szeregi źródłowe ograniczone są jedynie do wskaźników dynamiki czy temp wzrostu. Zgodnie z definicją spełniona powinna być następująca tożsamość:

$$A_t = \sum_{i=1}^G A_{it} \quad (1)$$

gdzie:

A_t – agregat określonej zmiennej w okresie t (np. eksport w cenach stałych według klasyfikacji SITC⁶);

A_{it} – składowa agregatu w okresie t (np. eksport w cenach stałych grupy 3 według klasyfikacji SITC);

G – liczba składowych.

Wykorzystując dane źródłowe dla agregatu oraz jego składowych i dokonując odpowiednich przeliczeń (w celu sprowadzenia np. indeksów łańcuchowych do poziomów) okazać się może, iż ze względu na błąd przybliżeń (wskaźniki dynamiki są na ogół podawane z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku) tożsamość (1) nie jest spełniona. W celu rozwiązania tego problemu w bazach modeli W postępowano dwojako:

a) wyznaczano wielkość wybranego – na ogół największego – komponentu w sposób rezydualny:

$$\hat{A}_{it} = A_t - \sum_{i=1}^{G, i \neq h} A_{it} \quad (2)$$

gdzie:

\hat{A}_{it} – wartość komponentu A_{it} w bazie spełniająca warunek zbilansowania;

b) „rozzrucano” w sposób proporcjonalny różnicę pomiędzy wartością agregatu a sumą jego komponentów, tak aby te drugie sumowały się do pierwszego:

$$\hat{A}_{it} = A_{it} / \frac{\sum_{i=1}^G A_{it}}{A_t} \quad (3)$$

gdzie:

\hat{A}_{it} – wartość komponentu A_{it} w bazie spełniająca warunek zbilansowania.

Rozwiązanie a) zastosowano we wcześniejszych bazach modeli serii W8 (W8, W8-96, W8-98), zaś procedurę b) w bazach późniejszych (W8D, W8-

⁶ SITC – Standard Industrial Trade Classification (Standardowa Klasyfikacja Handlu Towarami Przemysłowymi).

-2000, W8D-2002, W8D-2007). W porównaniu z procedurą (2) technika (3) charakteryzuje się większą uniwersalnością, gdyż pozwala na proporcjonalny – w stosunku do absolutnej wielkości odpowiednich komponentów – rozkład błędu na wszystkie składowe. W konsekwencji, w przypadku symulacyjnego rozwiązania modelu, zwłaszcza dla długiego okresu, nie dochodzi do systematycznego zawyżania – bądź zaniżania – wartości poszczególnych komponentów.

3.3. Estymacyjna baza danych

Baza estymacyjna, z definicji, zawiera szeregi liczbowe zmiennych gotowe do bezpośredniego wykorzystania przy szacowaniu parametrów strukturalnych równań stochastycznych. Baza ta powstaje w wyniku usystematyzowania i przekształcenia materiału informacyjnego zawartego w bazie źródłowej, w celu uzyskania jednorodnych szeregów statystycznych. W swym podstawowym kształcie baza estymacyjna obejmuje kategorie makroekonomiczne przedstawione w następujących postaciach:

- a) wolumenów (w cenach stałych ustalonego roku bazowego),
- b) wartości (w cenach bieżących),
- c) deflatorów cen (o wartości równej 1,0 dla ustalonego roku bazowego).

Wynikowe szeregi występują pod nazwami używanymi w bieżących publikacjach statystycznych (głównie roczniki statystyczne GUS). Niejednokrotnie jednak, z przyczyn wymienionych wcześniej, zmienne występujące w bazie estymacyjnej niedokładnie odpowiadają użytej nazwie. W takich przypadkach zawsze starano się jednak, aby nieistniejące w postaci źródłowej obserwacje dla okresu historycznego stanowiły spójną całość z kategorią obecnie rejestrowaną. Uzyskano to w trojaki sposób.

Po pierwsze, redefiniując zakres wybranych zmiennych. Posłużmy się przykładem dotyczącym dochodów budżetu państwa z podatku dochodowego od osób fizycznych dla lat 1960–2006:

$$BYFP_t = U6091 \cdot BYOFP_t + U6090 \cdot BYOLP_t + U9206 \cdot BYFP1_t \quad (4)$$

gdzie:

BYFP – dochody budżetu państwa z podatku dochodowego od osób fizycznych – zmienna zredefiniowana dla lat 1960–1991;

BYOFP – dochody budżetu państwa z tytułu podatku od płac;

BYOLP – dochody budżetu państwa z podatków i opłat od ludności;

BYOFP1 – dochody budżetu państwa z podatku dochodowego od osób fizycznych, w definicji obecnie obowiązującej;

U6090, *U6091*, *U9206* – zmienne zero-jedynkowe, przyjmujące wartość 1 w wyróżnionych latach oraz wartość 0 w pozostałych okresach.

Chociaż informacje dotyczące dochodów budżetu państwa od osób fizycznych w swej obecnej postaci rejestrowane są począwszy od roku 1992, istniała potrzeba poszerzenia zakresu tej zmiennej na lata 1960–1991. Biorąc pod uwagę specyficzny charakter dochodów państwa z omawianego źródła (podatki bezpośrednie obciążające wprost dochody osobiste podatników) oraz charakter dostępnych danych dla wyszczególnionych lat, zdecydowano się uzupełnić brakujące obserwacje zgodnie ze wzorem (4).

Po drugie, w przypadku braku informacji dotyczących określonych kategorii makroekonomicznych zdecydowano się na zastąpienie brakujących danych analogicznymi wielkościami dla gospodarki uspołecznionej (dotyczy to przede wszystkim danych za lata 60. i 70.). Fakt, iż w przeszłości sektor prywatny stanowił marginalną część gospodarki narodowej uzasadnia takie podejście⁷.

Po trzecie, przeszacowując (doszacowując) bezpośrednio nieporównywalne ze sobą kategorie. Dotyczy to zwłaszcza zapewnienia jednorodności komponentów PKB, tj. zastąpienia dostępnych kategorii z systemu MPS ich oszacowanymi odpowiednikami z systemu SNA.

Tak więc na etapie konstruowania estymacyjnej bazy danych szczególnie dużo wysiłku włożono w doprowadzenie do porównywalności kategorii ekonomicznych liczonych w systemie MPS do kategorii z systemu SNA. Zmiennym z systemu SNA, obejmującym lata 1980–1993 (oficjalne przeszacowania GUS), nadano w źródłowej bazie danych symbol – końcówkę -SNA, zaś źródłowe dane z systemu MPS (lata 1960–1990) są oznaczone w bazie symbolami z końcówką -MPS. Dysponując okresem podwójnych rachunków narodowych w latach 1980–1990 (SNA i MPS), możliwe było podjęcie nieskomplikowanych metodologicznie prób doszacowania szeregów kategorii z systemu SNA dla lat 1960–1979. W pełni poprawne merytorycznie ujednorodnienie wszystkich szeregów wymagałoby znalezienia odpowiednich macierzy przejścia, co wykraczało poza ramy prezentowanego badania (por. W e l f e, K e l m, 1998).

Ogólny schemat postępowania obejmował dwa etapy:

a) oszacowanie klasyczną metodą najmniejszych kwadratów (MNK) parametrów relacji stochastycznych wiążących poszczególne kategorie systemu SNA z ich odpowiednikami z systemu MPS dla okresu podwójnych rachunków (1980–1993);

b) ekstrapolację wyznaczonej w punkcie a) relacji na lata 1960–1979 w celu uzyskania brakujących danych.

⁷ Dla potrzeb estymacji parametrów strukturalnych równań modelu wystarcza, aby kategorie odnoszące się do gospodarki uspołecznionej dobrze aproksymowały odpowiednie agregaty dla całej gospodarki narodowej, co przy założeniu stałego udziału sektora prywatnego w danym agregacie jest spełnione.

W praktyce możliwe było zastosowanie trzech odmiennych podejść w ustalaniu relacji a). Za punkt wyjścia przyjmowano:

- wielkości realne,
- wielkości nominalne,
- deflatory odpowiednich makrokategorii.

Dysponując dwiema spośród powyższych wielkości, trzecią wyznaczyć można w sposób tożsamościowy. Na etapie ustalania relacji: kategoria SNA – kategoria MPS, przeanalizowano następujące subwarianty, będące złożeniami wariantów wyjściowych:

a) wielkości realne i nominalne wyznaczano na podstawie relacji stochastycznych; deflatory – z tożsamości; w świetle wyników empirycznych pominięto dalej ten wariant ze względu na częste występowanie niespójności tożsamościowo otrzymanych deflatorów z deflatorami źródłowymi, traktowanymi jako stosunkowo pewne;

b) wielkości realne oraz źródłowe deflatory uzyskiwano z relacji stochastycznych; wielkości nominalne – z tożsamości;

c) wielkości nominalne oraz źródłowe deflatory wyznaczano z relacji stochastycznych; wielkości realne – z tożsamości.

Z kolei dla każdego z omawianych subwariantów analizowano alternatywne postacie wybranych relacji: liniową, liniową bez wyrazu wolnego, tj. w istocie postulującą stały udział, tzn. stosunek kategorii SNA do kategorii MPS (metoda stałych udziałów), oraz postać potęgową (logarytmicznie liniową). W efekcie analizie poddano kilkanaście wariantów dotyczących każdej z omawianych kategorii. Przy takiej obfitości wariantów należy odwołać się do możliwie obiektywnych kryteriów wyboru najlepszej wersji. Ponieważ rdzeń modelu stanowią relacje behawioralne ustalone dla wielkości realnych, naturalne było przyjęcie kryterium najlepszej zgodności dla tych właśnie kategorii dla okresu szacunku. Dla okresów objętych ekstrapolacją pomocne było wykorzystanie spostrzeżenia, iż różnice pomiędzy odpowiadającymi sobie makrokategoriami sprowadzają się głównie do odmiennego ujmowania usług w obu systemach. Względne różnice, mierzone jako relacje odpowiednich makrokategorii, nie muszą być stałe w okresie 1960–1979 (np. inwestycji brutto w systemie SNA w relacji do MPS), nie mogą wszakże nadmiernie różnić się od relacji zaobserwowanych w latach 80. Generalnie przyjęto, iż rozmiary wartości dodanej w sferze usług niematerialnych w relacji do PKB maleją w miarę upływu czasu.

Najlepsze okazały się warianty zakładające stałą relację makrokategorii i funkcję potęgową (logarytmicznie liniową) w odniesieniu do makrokategorii w wyrażeniu realnym oraz przyjęcie historycznych deflatorów (obliczonych dla makrokategorii w systemie MPS) w celu tożsamościowego wyznaczenia wielkości nominalnych.

Zilustrujemy powyższe postępowanie na przykładzie dotyczącym produktu krajowego brutto.

W bazie źródłowej danych zawarte są następujące szeregi:

$XSNA_t$ – produkt krajowy brutto wytworzony (dla okresu 1980–1993);

$XMPS_t$ – dochód narodowy wytworzony (dla lat 1960–1990).

Wówczas:

$XSMS_t = U8093_t \cdot XSNA_t + U6079_t \cdot XMPS_t$ jest zmienną „sklejoną” (zmienne $U8093_t$ i $U6079_t$ oznaczają odpowiednie zmienne zero-jedynkowe, przyjmując wartość 1 w wyróżnionych latach).

Baza estymacyjna zawiera natomiast tylko potęgowy wariant SNA:

$$X_t = \exp(U8098_t \cdot \ln XSNA_t + U6079_t \cdot (0,8386801328 + 0,9432766491 \cdot \ln XMPS_t)) \quad (5)$$

gdzie:

\ln – logarytm naturalny.

Zmienna X_t składa się zatem z dwóch części: pierwszej – źródłowej wartości PKB dla lat 1980–1993 i drugiej – otrzymanej w wyniku ekstrapolacji na lata 1960–1979 relacji potęgowej:

$$XS\hat{N}A_t = \hat{\alpha}_0 \cdot XMPS_t^{\hat{\alpha}_1} \quad (6)$$

gdzie:

$\hat{\alpha}_0 = 0,8386801328$, $\hat{\alpha}_1 = 0,9432766491$, której parametry oszacowano, stosując *KMNK* na próbie 1980–1990 (po wcześniejszej linearyzacji względem parametrów).

W analogiczny sposób dokonano przeszacowania składowych PKB, popytu finalnego i wartości dodanej, przyjmując jako podstawowy wariant potęgowy. Odnośnie do eksportu i importu towarów i usług za podstawowy przyjęto jednak wariant liniowy, gdyż warianty potęgowe prowadziły do nierealistycznych rozmiarów eksportu i importu usług we wczesnych latach 60.

Odrębnym problemem, z jakim często spotykano się w trakcie kompletowania estymacyjnej bazy danych, był brak informacji dotyczących wielkości zasobów (majątku trwałego) określonych kategorii ekonomicznych, przy jednoczesnej dostępności informacji o wielkości strumieni (nakładów inwestycyjnych) tychże zmiennych. W przypadkach takich, w celu wyznaczenia wysokości zasobów, korzystano z następującej formuły (por. Welfe, red., 2001, s. 140):

$$YS_t = (1 - \delta)YS_{t-1} + Y_t \quad (7)$$

gdzie:

YS_t – skumulowana wielkość (zasób) w okresie t ;

δ – stopa deprecjacji zasobu; przyjęto alternatywnie jej wartości: 0,1 i 0,05;

Y_t – strumień w okresie t .

Skumulowaną wartość startową zasobu wyznaczono natomiast z następującego wzoru (por. Coe, Helpman, 1995):

$$YS_0 = Y_0 / [(\bar{Y}g - 1) + \delta] \quad (8)$$

gdzie:

YS_0 – wartość startowa skumulowanego zasobu;

Y_0 – wartość startowa strumienia;

$\bar{Y}g$ – średnia geometryczna dynamiki Y w dostępnej próbie;

δ – stopa deprecjacji zasobu.

W celu ustalenia wartości średniej stopy likwidacji majątku trwałego w długim okresie posługiwano się opisanym poniżej rachunkiem analitycznym.

W hipotetycznym przypadku, w którym nie występowałaby likwidacja majątku trwałego, realny długookresowy przyrost majątku trwałego powinien być równy skumulowanym realnym nakładom inwestycyjnym (przy założeniu, iż w procesie inwestowania nie dochodzi do zaniechania, czy zamrażania raz rozpoczętych inwestycji rzeczowych), czyli powinna zachodzić następująca równość:

$$K_T - K_0 = \sum_{i=0}^T J_i \quad (9)$$

gdzie:

K_T – wartość realna majątku trwałego w okresie T (ostatniej dostępnej obserwacji);

K_0 – wartość realna majątku trwałego w okresie startowym;

J_i – wartość realnych nakładów inwestycyjnych brutto w i -tym okresie.

Jednakże suma realnych nakładów inwestycyjnych będzie wyższa od realnego przyrostu majątku trwałego ze względu na likwidację majątku trwałego. Stąd różnicę pomiędzy skumulowanym wolumenem inwestycji a przyrostem majątku utożsamiać można ze skumulowaną realną likwidacją majątku:

$$SL_{<0,T>} = \sum_{i=0}^T J_i - (K_T - K_0) \quad (10)$$

gdzie:

$SL_{<0,T>}$ – skumulowana, realna wartość likwidacji majątku trwałego w przedziale czasowym $<0,T>$.

W kolejnym kroku wyznaczyć można średni współczynnik likwidacji majątku trwałego jako:

$$l = \frac{SL_{<0,T>}}{\sum_{i=0}^T K_i} \quad (11)$$

gdzie:

l – średni współczynnik likwidacji majątku trwałego.

Oddzielne miejsce w estymacyjnej bazie danych zajmują zmienne, których wartości nie są obserwowalne, ale powstają w wyniku odpowiednich przekształceń wielkości obserwowalnych. Należą do nich: łączna produktywność czynników produkcji, kapitał ludzki itp. Będzie o nich mowa w następnym punkcie.

3.4. Symulacyjna baza danych

Przez symulacyjną bazę danych należy rozumieć zbiór danych, które wykorzystywane są w trakcie numerycznego rozwiązywania modelu symulacyjnego. Od bazy estymacyjnej baza taka różni się tym, iż jest obszerniejsza, co wynika z następujących powodów:

a) zawiera dodatkowo wielkości bezpośrednio nieobserwowalne, takie jak wartość popytu – nie zaś realizację – określonych zmiennych (np. składowych popytu finalnego);

b) definiuje wielkości potencjalne, tj. hipotetyczne poziomy poszczególnych zmiennych, które mogłyby być osiągnięte przy spełnieniu określonych warunków;

c) wprowadza dodatkowe relacje tożsamościowe wynikające zarówno z przyczyn merytorycznych, jak i technicznych.

O wyznaczaniu wartości zmiennych nieobserwowalnych, w tym potencjalnych, będzie mowa w pkt 4. Pamiętać przy tym należy, iż konstrukcja kompletnej bazy symulacyjnej jest często możliwa dopiero po uprzednim oszacowaniu parametrów wszystkich równań stochastycznego modelu, wprowadzeniu niezbędnych tożsamości oraz zakodowaniu wszystkich relacji w określonym pakiecie symulacyjnym. Zatem konstrukcja pełnej bazy symulacyjnej następuje po etapie estymacji.

Specyficzną grupę zmiennych bazy symulacyjnej stanowią tożsamości techniczne. Ich wprowadzenie podyktowane może być „kaprysmi” programu symulacyjnego (jak to miało miejsce w przypadku programu SIMPC, w oparciu o który przeprowadzono obliczenia na wszystkich wersjach modeli). Okazało się bowiem (o czym nie wspomina manual opisujący funkcjonowanie pakietu SIMPC), iż zbyt duża liczba wierszy opisująca pojedynczą zmienną nie jest właściwie przez program odczytywana, co wymusiło – ze względów technicznych – wprowadzenie dodatkowych tożsamości. Kilkakrotnie analiza reszt pojedynczych równań modelu symulacyjnego wskazywała na występowanie błędów (niezgodności reszt z modelu symulacyjnego z resztami uzyskanymi w wyniku estymacji parametrów poszczególnych równań (program RATS)), w sytuacji gdy przyczyną nie były ani błędy kodowania, ani też różnice pomiędzy estymacyjną a symulacyjną bazą danych. Okazało się, iż w takich przypadkach wprowadzenie tożsamości wydłużającej ścieżkę powiązań jednoczesnych w modelu pozwala uzyskać poprawne wyniki.

4. WIELKOŚCI NIEOBSERWOWALNE W BAZACH DANYCH

Informacje zawarte w bazach danych estymacyjnej i symulacyjnej składają się przede wszystkim z danych źródłowych oraz z danych przetworzonych w wyniku prostych operacji, np. danych interpolowanych lub uzyskanych w wyniku prostych operacji arytmetycznych, jak deflatory z podzielenia wielkości w cenach bieżących przez wielkości wyrażone w cenach stałych.

Odmienną kategorię danych, jak była o tym wyżej mowa, stanowią informacje dotyczące wielkości nieobserwowalnych, uzyskanych na drodze szacunku przy przyjęciu określonych, teoretycznie uzasadnionych założeń.

Do najważniejszych z nich należą wielkości wyrażające odwzorowania popytu (podaży) produktów, gdy dostępne są informacje o transakcjach rynkowych będących realizacją podaży (popytu). Problem ten miał zasadnicze znaczenie dla warunków gospodarki nie zrównoważonej, odnoszących się do informacji z okresu poprzedzającego rok 1990. Dotyczyło to przede wszystkim popytu konsumpcyjnego gospodarstw domowych, ale także popytu na artykuły zaopatrzeniowe, zwłaszcza pochodzące z importu, jak też popytu na zatrudnionych. Powstała w swoim czasie obszerna literatura, zawierająca oryginalne rozwiązania, do której to odsyłamy czytelnika (Welfe, 1984; Welfe, 1992; Welfe, red., 2001). Podstawową metodą szacunku wielkości popytu było złożenie wielkości podaży (wartości realizacji) oraz odpowiednio zbudowanego indykatora nierównowagi. Indykatory takie stosowano w modelu dla wyznaczenia (nieobserwowalnego w latach 1960–1989) popytu konsumpcyjnego gospodarstw domowych, jak też popytu zatrudnionych (por. też Welfe, red., 2001)⁸.

Nie mniej złożone problemy powstają przy próbie oszacowania łącznej produktywności czynników produkcji. Zmienna ta ma kluczowe znaczenie w procesie odwzorowania efektów postępu technicznego. Problematyce szacowania dynamiki *TFP* poświęcono wiele prac teoretycznych, a zwłaszcza empirycznych (por. Welfe, 2002; Welfe i in., 2002).

Powszechnie przyjęty został pogląd, iż bezpośrednio nieobserwowalną dynamikę *TFP* można wyznaczyć z „reszty” Solowa (Solow, 1957). W metodzie tej przyjmuje się, że dynamikę tę odwzorowuje różnica efektywnego tempa wzrostu produkcji \dot{X}_t oraz potencjalnego tempa wzrostu X_t^{pot} , otrzymanego przy założeniu, że efekty postępu technicznego zostały zignorowane. Dla ustalenia uwagi przyjmujemy, iż – jak to ma miejsce w rozpatrywanym modelu – proces produkcji opisuje funkcja produkcji Cobba–Douglasa o stałych efektach skali:

⁸ Technicznie nie wprowadzono w aktualnej wersji modelu wartości tych zmiennych do bazy danych, lecz zadowolono się wykorzystaniem wspomnianych indykatorów jako zmiennych objaśniających do funkcji objaśniających realizacje.

$$X_t = BWX_t A_t K_t^\alpha N_t^{(1-\alpha)} e^{\varepsilon_t} \quad (12)$$

gdzie

X_t – efektywny PKB;

WX_t – stopień wykorzystania potencjału produkcyjnego;

A_t – *TFP*;

K_t – środki trwałe, ceny stałe;

N_t – pracujący;

e_t – składnik losowy.

Potencjalny PKB (X_t^{pot}) zostaje wyznaczany z równania:

$$X_t^{pot} = BK_t^\alpha N_t^{(1-\alpha)} \quad (13)$$

Resztę Solowa otrzymamy wówczas z równania:

$$\dot{X}_t - \dot{X}_t^{pot} = \dot{WX}_t + \dot{A}_t \quad (14)$$

gdzie:

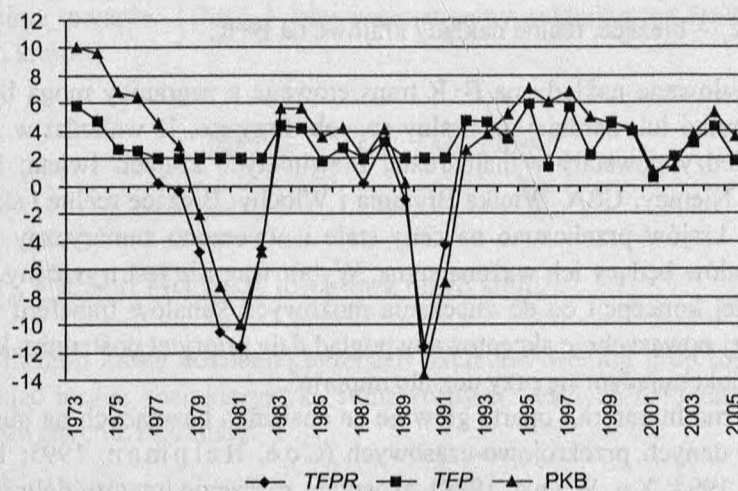
(o) oznacza tempo wzrostu.

Taki sposób wyznaczania dynamiki *TFP* nasuwa wiele wątpliwości i zastrzeżeń. Wspomnijmy o najważniejszych.

Po pierwsze, dynamika reszt może informować nie tylko (a nawet nie tyle) o efektach postępu technicznego, ale również wyrażać efekty zmian w koniunkturze gospodarczej (efektywnym popycie), pociągające za sobą zmiany w stopniu wykorzystania potencjału produkcyjnego. Wynika to stąd, iż zazwyczaj obserwowany, efektywny PKB, będący realizacją popytu, reprezentuje strumień produktów, któremu odpowiada wprawdzie strumień czasu pracy (a w przybliżeniu liczba zatrudnionych), lecz nie środków trwałych. Informacje o środkach trwałych dotyczą zazwyczaj ich zasobów. Zasoby te odznaczają się inercją i najczęściej brak jest informacji o rozmiarach ich usług (stopnia ich wykorzystania). W takiej sytuacji oszacowania dynamiki *TFP* są wyraźnie obciążone, co wynika ze wzoru (14) na resztę Solowa. Można to zilustrować otrzymaniem negatywnych stóp ich wzrostu w latach recesji w Polsce z końcem lat 60. i 70., co w istocie odwzorowuje spadek stopy wykorzystania potencjału (patrz rys. 3).

Stosowano rozmaite techniki zmierzające do eliminacji powyższych obciążeń. Próby polegające na „wygładzeniu” szeregów czasowych PKB i liczby pracujących nie przyniosły pozytywnych rezultatów (Welfe, 2008). Z drugiej strony podejmowano próby znalezienia charakterystyk pozwalających oszacować strumień usług świadczonych przez środki trwałe. We wcześniejszych wersjach modeli W zakładano, iż należy zastąpić środki trwałe ogółem przez maszyny i urządzenia oraz założyć, iż stopień ich wykorzystania jest analogiczny do stopnia wykorzystania zatrudnionych (przez uwzględnienie zmienowości

i czasu pracy). Zabiegi te złagodziły skalę obciążeń, ale ich nie usunęły w okresach recesji. Także próba zastąpienia środków trwałych przez rozmiary zużycia energii w procesie produkcyjnym sytuacji nie zmieniły. W rezultacie zdecydowano się przyjąć założenie, iż stopy wzrostu *TFP* powinny być nieujemne i arbitralnie założono, że kształtowały się na poziomie 2% w okresie minionych recesji, co odpowiadało wielkości osiągniętej w przeddzień recesji (patrz rys. 3).



Rys. 3. Procentowe tempo wzrostu faktycznej łącznej produktywności czynników produkcji (*TFPR*), *TFP* przyjętego dla potrzeb estymacji (*TFP*) oraz PKB

Źródło: opracowanie własne.

Po wtóre, wyznaczenie temp wzrostu *TFP* wymagało przyjęcia określonej wartości elastyczności produkcji względem środków trwałych α . W poprzednich wersjach modeli WD elastyczność tę otrzymywano z oszacowania parametrów poszerzonej funkcji produkcji (Welfe, red., 2004). W aktualnej wersji modelu, mając na względzie trudności oszacowania parametrów tej funkcji (ciągle mała liczebnie próba), zdecydowano się na kalibrację tego parametru. Przyjęto jego wartość na poziomie 0,5 odpowiadającym średniemu udziałowi nadwyżki w wartości dodanej w okresie próby.

Kolejne nieobserwowalne zmienne dotyczą kapitału wiedzy ucieleśnionego w środkach trwałych. Jest on reprezentowany przez skumulowane, realne nakłady na B+R – krajowe i transferowane z zagranicy.

Skumulowane realne krajowe nakłady na B+R (*BiRKS_t*) otrzymano z dodania nakładów bieżących na B+R przeliczonych na ceny stałe, wyznaczając je od 1970 r., pierwszego roku, w którym były dostępne. Przyjęto, iż kapitał wiedzy ulega starzeniu, zakładając, w ślad za innymi pracami, stopę deprecjacji na poziomie 5% rocznie, który wydaje się bardzo umiarkowany.

Warto dodać, że przy tej stopie deprecjacji bieżące nakłady na B+R ledwo wystarczają na utrzymanie krajowego kapitału wiedzy na dotychczasowym poziomie, tj. nie zapewniają jego wzrostu. Postępowanie to wyraża następujący wzór:

$$BiRKS_t = 0,95BiRKS_{t-1} + BiRK_t \quad (15)$$

gdzie :

$BiRK_t$ – bieżące, realne nakłady krajowe na B+R.

Skumulowane nakłady na B+R transferowane z zagranicy mogą być uzyskane w mniej lub bardziej arbitralny sposób. Przyjęto, iż wchodzi w rachubę kapitał wiedzy powstały w najbardziej rozwiniętych krajach świata: Francja, Holandia, Niemcy, USA, Wielka Brytania i Włochy. Bieżące realne nakłady na B+R tych krajów przeliczono na ceny stałe i utworzono sumaryczny miernik tych nakładów będący ich ważoną sumą. Wybór wag nie jest trywialny. Zależy od przyjętej koncepcji co do znaczenia możliwych kanałów transferu wiedzy. Najbardziej powszechnie akceptowany pogląd daje priorytet pośrednim kanałom transferu dokonującym się przy udziale importu⁹.

Obszerna literatura, oparta głównie na analizach bazujących na międzynarodowych danych przekrojowo-czasowych (Coe, Helpman, 1995; Bayoumi i in., 1994; Xu, Wang, 1999), akcentuje znaczenie importu dóbr inwestycyjnych jako nośników efektów postępu technicznego. Import zaopatrzeniowy jako nośnik postępu w technologiach wytwarzania miał mniejsze znaczenie.

W poprzednich wersjach modelu W8D przyjmowano z braku szczegółowych informacji, iż rolę tę może odegrać import ogółem. Prowadziło to do przyjęcia następującej formuły łącznych, realnych nakładów na B+R poniesionych za granicą ($BiRM_t$):

$$BiRM_{it} = \sum_{i=1}^6 (MP_{it} / MP_t) BiRM_{it} \quad (16)$$

gdzie:

MP_{it} – import z kraju i , ceny bieżące;

$$MP_t = \sum_{i=1}^6 MP_{it}.$$

⁹ W ostatnich latach zwrócono uwagę na znaczenie bezpośrednich kanałów transferu wiedzy, akcentując rolę upowszechniania sieci telefonicznych (Internetu czy też bliskości geograficznej (Lee, 2005)). Sądzymy wszakże, że czynniki te mają znaczenie w analizie intensywności absorpcji zagranicznej wiedzy w krajach słabo rozwiniętych.

Procedurę tę zastosowano w aktualnej wersji modelu dla lat wcześniejszych. Zdecydowano się bowiem w nowej wersji wyróżnić import sklasyfikowany według stopnia nowoczesności importowanych wyrobów. Uzyskano dane od 1992 r. Dotyczą one importu pięciu grup towarów, wyróżnionych ze względu na stopień zaawansowania technologii.

Obliczenia łącznych nakładów na B+R transferowanych z zagranicy przebiegały dwuetapowo. W pierwszym kroku wyznaczono łączne nakłady w danej i -tej grupie towarów ($BiRT_{it}$) jako ważone sumy nakładów na B+R z wyróżnionych krajów:

$$BiRT_{it} = \sum_{j=1}^6 (MP_{ijt} / MP_t) BiRM_{jt} \quad (17)$$

gdzie:

MP_{ijt} – import i -tej grupy towarów z j -tego kraju.

W drugim kroku dokonano agregacji nakładów według grup towarowych, otrzymując łączną charakterystykę sumarycznych, realnych nakładów na B+R, transferowanych z zagranicy:

$$BiRT_t = \sum_{i=1}^5 0,5^{i-1} BiRT_{jt} \quad (18)$$

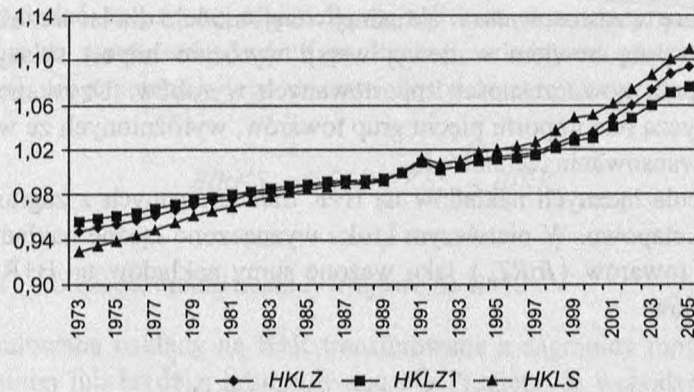
Znalezienie wag akcentujących rolę poszczególnych, różniących się poziomem technicznym, grup towarów musiało być arbitralne, z tym że wydawało się rozsądne przyjęcie założenia, iż efektywność transferowanej wiedzy maleje wykładniczo wraz z przechodzeniem do coraz mniej zaawansowanych technologicznie grup towarów. Ocenę wyjściową 0,5 wyznaczono tak, aby łączne efekty obliczeń nie różniły się znacząco od otrzymanych na podstawie poprzednio omówionej metody.

Skumulowane realne nakłady na B+R transferowane z zagranicy otrzymano rekurencyjnie ze wzoru:

$$BiRTS_t = (1 - \delta) BiRTS_{t-1} + BiRT_t \quad (19)$$

gdzie:

δ – stopa deprecjacji zagranicznego kapitału wiedzy przyjęta na poziomie 5%.



Rys. 4. Dynamika kapitału ludzkiego na pracującego, na podstawie relacji wynagrodzeń z 2006 r. (HKLZ), na podstawie relacji wynagrodzeń z 1996 r. (HKLZ1) oraz na podstawie lat kształcenia (HKLS); (1990 = 1,0)

Źródło: opracowanie własne.

Kapitał ludzki na pracującego jest kolejną nieobserwowalną, sumaryczną charakterystyką, której wartość w syntetyczny sposób reprezentuje umiejętności i płynącą stąd efektywność pracujących. Najprostsza używana w kolejnych wersjach modelu W miara jest uzyskiwana jako ważona suma liczebności pracujących w wyróżnionych grupach wykształcenia, tj. podstawowym, średnim i wyższym. Kapitał ludzki H_t jest więc równy:

$$H_t = \sum_i \omega_i N_{it} \quad (20)$$

zaś kapitał ludzki na pracującego:

$$h_t = H_t / N_t = \sum_i \omega_i (N_{it} / N_t) \quad (21)$$

gdzie:

$$N_{it} - \text{liczba pracujących z } i\text{-tym wykształceniem, } N = \sum_i N_{it}.$$

Najczęściej wagi wyrażają liczbę lat kształcenia (odniesioną do podstawowego). Wówczas H_t odpowiada globalnej liczbie lat kształcenia. Jednakże w warunkach gospodarki rynkowej, gdy charakterystyka ta ma wyrażać efektywność pracy zatrudnionych, bardziej zasadne jest przyjmowanie jako wag relacji wynagrodzeń przeciętnych (odniesionych do wynagrodzenia zatrudnionych z podstawowym wykształceniem). Relacje te wyrażają rynkową efektyw-

ność pracowników z różnym poziomem wykształcenia i są dość silnie powiązane z relacją lat kształcenia, co wynika z tzw. równań Mincera (por. Florczak, 2007).

Na rys. 4 przedstawiono dynamikę kapitału ludzkiego na pracującego, na podstawie alternatywnych wag, o czym mowa wyżej.

Taki sposób opisu jakości pracy zatrudnionych nie jest doskonały, stąd liczne próby powiązania różnic w efektywności pracy z doświadczeniem zawodowym (niekiedy aproksymowanym przez wiek zatrudnionych) i wielu innymi czynnikami. Będzie o tym mowa przy charakterystyce właściwości submodelu opisującego generowanie kapitału ludzkiego na podstawie poszerzonej formuły.

Przedstawione wyżej syntetyczne zmienne mają nie tylko samodzielne znaczenie. Służą do wyznaczania potencjalnego PKB, a w następstwie do określania stopnia jego wykorzystania.

Potencjalny PKB może odpowiadać różnym koncepcjom teoretycznym. Omówimy jedynie te, które mają odpowiednik w dostępnych charakterystykach czynników produkcji i ich efektywności¹⁰. Zostaną wyróżnione dwie charakterystyki, które definiują maksymalną wielkość PKB, jaką można otrzymać: a) przy pełnym wykorzystaniu dostępnych środków trwałych (XK_t) oraz b) przy pełnym zatrudnieniu (XN_t). W każdym przypadku przyjmuje się, iż pozostałe czynniki produkcji pozostają w nadmiarze, tj. występują: dostateczne bezrobocie (a) i wolne moce produkcyjne (b). W obydwu przypadkach korzysta się z funkcji produkcji określonej wzorem (11).

W przypadku a) potencjalny PKB XK_t otrzymuje się z równania:

$$XK = BA_t K_t^\alpha NK_t^{(1-\alpha)} \quad (22)$$

gdzie:

NK_t – liczba zatrudnionych zapewniająca pełne wykorzystanie środków trwałych.

Dla otrzymania NK_t przyjmuje się, iż istnieje trwała relacja techniczna, określająca techniczne uzbrojenie pracy TUM_t . Może być ona otrzymywana z funkcji, w której TUM_t zostało wyznaczone w zależności od skali substytucji oraz od TFP . Przyjęcie takiego założenia oznacza, że potencjał jest w istocie określony przez rozmiary posiadanych środków trwałych.

¹⁰ Zostaną więc pominięte te koncepcje, które rozmiary potencjalnej produkcji ograniczają do produkcji opłacalnej.

Jego aproksymacją jest wówczas funkcja produkcji K :

$$XK_t = BA_t K_t^\gamma \quad (23)$$

W przypadku b) potencjalna produkcja XN_t wynika ze wzoru:

$$XN_t = BA_t K_t^\alpha NSU_t^{(1-\alpha)} \quad (24)$$

gdzie:

NSU_t jest wielkością podaży siły roboczej skorygowanej o rozmiary naturalnego bezrobocia UN_t , tj.

$$NSU_t = NS_t - UN_t \quad (25)$$

Reprezentuje ona pełne zatrudnienie. Wyznaczenie tej wielkości wymaga, obok znajomości rozmiarów podaży siły roboczej NS_t , oszacowania rozmiarów naturalnego bezrobocia UN_t i rejestrowanego bezrobocia U_t , tj.:

$$NS_t = N_t + U_t \quad (26)$$

Żadna z szeroko stosowanych metod szacunku naturalnego bezrobocia nie wydawała się adekwatna dla polskich warunków. Dlatego też wyznaczono ją dość arbitralnie na poziomie 6% siły roboczej, opierając się na doświadczeniach krajów europejskich o zbliżonej strukturze gospodarczej.

5. METODY ESTYMACJI PARAMETRÓW RÓWNAŃ REGRESJI

Parametry równań regresji w poprzednich wersjach modeli WD były szacowane przy użyciu nieliniowej MNK. Ponieważ system równań był jednocześnie współzależny, oszacowania parametrów nie były zgodne. Zastosowanie w niektórych wersjach podwójnej MNK pozwoliło jednak stwierdzić, że obciążenia oszacowań nie były znaczące. Niemniej jednak oszacowania powyższe nie pozwoliły (z małymi wyjątkami) na opis relacji długookresowych oraz określenie skali dynamicznych dostosowań.

W prezentowanej wersji modelu dokonano zasadniczej zmiany, w ślad zresztą za większością makromodeli funkcjonujących w krajach zachodnioeuropejskich.

Po pierwsze, poddano szczegółowemu badaniu szeregi czasowe, na których została oparta estymacja parametrów równań. Stwierdzono, iż są one niestacjonarne. Szeregi dotyczące wielkości realnych są zazwyczaj zintegrowane w stopniu I (1), podczas gdy ceny i pochodne w stopniu I (2) (por. Florczak, 2005).

W tym stanie rzeczy przyjęto dwuetapową technikę estymacji. W pierwszym kroku, opierając się na postulatcie Grangera–Engle’a, wyznaczono oceny parametrów długookresowych relacji zwykłą MNK, korzystając z poziomów (lub logarytmów) zmiennych:

$$Y_t^L = \sum_i \alpha_i X_{it} + \varepsilon_t \quad (27)$$

Oceny niektórych parametrów kalibrowano tam zwłaszcza, gdzie istniały wystarczające teoretyczne podstawy lub odpowiednie międzynarodowe doświadczenia. Dotyczyło to w szczególności relacji składników względem całości, gdzie przyjmowano elastyczność równą jedności, co było równoważne z przyjęciem założenia, iż udział składnika stabilizuje się w długim okresie na wyjściowym poziomie.

W drugim kroku zastosowano techniki oparte o wykorzystanie korekty z błędem (ECM), ograniczając się zazwyczaj do jednorocznego opóźnienia:

$$\Delta Y_t = \alpha_o + b_1 (Y_{t-1} - \hat{Y}_{t-1}^L) + \sum_i \gamma_i \Delta X_{it} + \xi_t \quad (28)$$

Wyniki otrzymanych oszacowań zostaną przedstawione dla głównych równań regresji wraz z komentarzem w następujących artykułach.

Dodajmy, że ze względu na charakter powiązań zmiennych występujących w modelu równania są na ogół nieliniowe. W większości przypadków przyjmowano, łatwo dające się sprowadzić do liniowych, funkcje potęgowe, wykładnicze lub ich złożenia.

Oczekiwania zostały uwzględnione w sposób tradycyjny, na ogół przez przyjęcie schematu dostosowań adaptacyjnych.

Ważnym problemem w procesie specyfikacji i estymacji parametrów równań było występowanie zmian reżimów gospodarczych. Dysponowano w tej materii licznymi informacjami *a priori*, dotyczącymi periodyzacji rozwoju gospodarczego Polski. Pozwoliło to na sformułowanie hipotez co do występowanie zmian parametrów lub całych równań w takich przypadkach. W szczególności poza wyróżnieniem recesji z lat 1980–1981 oraz 1990–1991 istotne znaczenie miały próby wyodrębnienia efektów realizacji reform prorynkowych w okresie transformacji lat 90. ubiegłego stulecia, zwłaszcza pojawienie się w tym okresie wrażliwości podmiotów gospodarczych na zmiany relacji cenowych. Hipotezy te były weryfikowane przy użyciu standardowych testów.

Próbie wykorzystania metod estymacji opartych na zredukowanych postaciach równań (VAR, SVAR) odroczone do następnych etapów badań. Bezpośrednie zastosowanie tych metod do układów równań współzależnych liczących więcej niż kilka równań jest obecnie technicznie niewykonalne. Rysują się możliwości wyodrębnienia w rozpatrywanym systemie równań bloków słabo od siebie zależnych liczących po kilka równań. Do takich bloków może okazać się

możliwe zastosowanie powyższych technik estymacji z uwzględnieniem szczegółowego badania relacji kointegrujących. Na taką możliwość wskazują udane próby estymacji parametrów równań opisujących powiązania płac i cen, np. pętli inflacyjnej (por. np.: A. Welfe, 2006).

BIBLIOGRAFIA

- Bayoumi T., Coe D. T., Helpman E. (1999), *R&D Spillovers and Global Growth*, „Journal of International Economics”, Vol. 47, s. 399–428
- Choi I. (1992), *Effects of Data Aggregation on the Power of Tests for a Unit Root*, „Economics Letters”, Vol. 40, s. 397–401
- Coe D. T., Helpman E. (1995), *International R&D Spillovers*, „European Economic Review”, Vol. 39, s. 859–887
- Diebold F. X., Rudebusch G. (1991), *On the Power of Dickey-Fuller Tests against Fractional Alternatives*, „Economics Letters”, Vol. 35, s. 155–160
- Fair R. C. (1994), *Specification, Estimation and Analysis of Macroeconometric Models*, Harvard University Press, Harvard
- Florczak W. (1999a), *Baza danych modelu gospodarki narodowej Polski*, „Materiały IEiS UŁ”, 14, „Discussion Papers”, Łódź
- Florczak W. (1999b), *Modelowanie gospodarki Polski w okresie transformacji przy użyciu makroekonometrycznego modelu W8-98*, Łódź, rozprawa doktorska
- Florczak W. (2000), *Disaggregation of Macromodels. Top-Down Approach*, [w:] W. Welfe, P. Wdowiński (ed.), *Modelling Economies in Transition*, Absolwent, Łódź
- Florczak W. (2003), *Bazy danych makroekonomicznych modeli gospodarki polskiej*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 6, s. 16–27
- Florczak W. (2005), *Stopień integracji kluczowych zmiennych makroekonomicznych gospodarki Polski w świetle wybranych testów*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 11, s. 1–15
- Florczak W. (2007), *Mikro- i makroekonomiczne korzyści związane z kapitałem ludzkim*, „Ekonomista”, nr 5, s. 651–673
- Lee G. (2005), *Direct versus Indirect International R&D Spillovers*, „Information Economics and Policy”, Vol. 17, s. 334–348
- Ng S. (1995), *Testing for Unit Roots in Flow Data Sampled at Different Frequencies*, „Economics Letters”, Vol. 47, s. 237–242
- Perron P. (1989), *Testing for a Random Walk: A Simulation Experiment of Power when the Sampling Interval is Varied*, [w:] B. Raj (ed.), *Advances in Econometrics and Modelling*, Kluwer Academic Publishers, Berlin
- Perron P. (1991), *Test Consistency with Varying Sampling Frequency*, „Economic Theory”, Vol. 7, s. 341–368
- Shiller R., Perron P. (1985), *Testing the Random Walk Hypothesis: Power versus Frequency of Observation*, „Economics Letters”, No. 18, s. 381–386
- Solow R. (1957), *Technical Change and Aggregate Production Function*, „Review of Economics and Statistics”, Vol. 39, s. 312–320
- Welfe A. (1984), *Analiza popytu w warunkach nierównowagi*, „Ekonomista”, nr 5, s. 1045–1064
- Welfe A., Kelm R. (1998), *Oszacowania produkcji sprzedanej przemysłu w cenach bieżących i stałych według EKD dla lat 1985–1995*, „Prace IEiS UŁ”, nr 123, Łódź
- Welfe A., Karp P., Kębłowski P. (2006), *Mechanizmy makroekonomiczne w gospodarce polskiej*, Uniwersytet Łódzki, Łódź

- Welfe W. (1992), *Ekonometryczne modele gospodarki narodowej Polski*, PWE, Warszawa
- Welfe W. (2002), *Łączna produktywność czynników produkcji a postęp techniczny*, „Studia Ekonomiczne”, Vol. 36–37, s. 94–115
- Welfe W. (2008), *The New Long-term Macroeconometric Model for Poland*, „Przegląd Statystyczny”, Vol. 56
- Welfe W., Welfe A. (2004), *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa
- Welfe W., Florczak W., Sabanty L. (2002), *Kapitał ludzki i jego endogenizacja*, „Przegląd Statystyczny”, Vol. 50, s. 7–36
- Welfe W. (red.) (2001), *Ekonometryczny model wzrostu gospodarczego*, Uniwersytet Łódzki, Łódź
- Welfe W. (red.) (2004), *Długookresowy makroekonometryczny model W8D-2002 gospodarki polskiej*, „Acta Universitatis Lodzianis”, Folia Oeconomica, nr 172 (Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź)
- Xu B., Wang J. (1999), *Capital Goods Trade and R&D Spillovers in the OECD*, „Canadian Journal of Economics”, Vol. 32, s. 1258–1274

Władysław Welfe, Waldemar Florczak

ASSUMPTIONS AND STRUCTURE OF MACROECONOMETRIC MODEL OF THE KNOWLEDGE-BASED ECONOMY W8D-2007

The endogenous theory of growth provides the theoretical underpinning for modeling the knowledge-based economies. The concept of an empirical model of economic growth was used to establish the structure and major properties of the new W8D-2007 model of the Polish economy. The structure of data bases of W-models is outlined, covering many hundreds of time series original and transformed. The estimation techniques are discussed with the preference for Engle-Granger two-steps procedure ending with the use of ECM to distinguish short run fluctuations.