

Waldemar Florczak*, Iwona Świeczewska**
Władysław Welfe***

SYSTEM MAKROEKONOMETRYCZNYCH MODELI POLSKIEJ GOSPODARKI

Streszczenie. Wzrost gospodarczy staje się współcześnie funkcją coraz liczniejszych uwarunkowań pozaekonomicznych. Z punktu widzenia zagregowanego dobrobytu czynniki ekonomiczne stanowią ważny, ale nie jedyny element jego akumulacji. Ponadto pomiędzy mechanizmami ekonomicznymi wzrostu a uwarunkowaniami społeczno-demograficznymi i ekologicznymi rozwoju istnieją liczne sprzężenia zwrotne. Dlatego ważne jest, aby w modelach długookresowego rozwoju społeczno-ekonomicznego Polski *explicite* uwzględnić owe powiązania.

W artykule przedstawiono główne sprzężenia zwrotne występujące pomiędzy ekonomicznymi i pozaekonomicznymi uwarunkowaniami rozwoju, które odwzorowane są w systemie modeli gospodarki polskiej, o kryptonimie W8DS. System ten obejmuje kluczowe aspekty rozwoju zrównoważonego oraz liczne zagadnienia społeczno-ekonomiczne. W artykule zidentyfikowano oraz omówiono najważniejsze mechanizmy długookresowego rozwoju.

1. Wprowadzenie

Wzrost gospodarczy staje się współcześnie funkcją coraz liczniejszych uwarunkowań pozaekonomicznych. Z punktu widzenia zagregowanego dobrobytu czynniki ekonomiczne stanowią ważny, ale nie jedyny element jego akumulacji. Ponadto pomiędzy mechanizmami ekonomicznymi wzrostu a uwarunkowaniami społeczno-demograficznymi i ekologicznymi rozwoju istnieją liczne sprzężenia zwrotne. Dlatego ważne jest, aby w modelach długookresowego rozwoju społeczno-ekonomicznego Polski *explicite* uwzględnić owe powiązania.

W artykule przedstawiono główne sprzężenia zwrotne występujące pomiędzy ekonomicznymi i pozaekonomicznymi uwarunkowaniami rozwoju, które odwzorowane są w systemie modeli gospodarki polskiej, o kryptonimie W8DS. System ten obejmuje kluczowe aspekty rozwoju zrównoważonego oraz liczne zagadnienia społeczno-ekonomiczne. W artykule zidentyfikowano oraz omówiono najważniejsze mechanizmy długookresowego rozwoju.

* Dr hab., Katedra Modeli i Prognoz Ekonometrycznych UŁ.

** Dr, Katedra Teorii i Analiz Systemów Ekonomicznych UŁ.

** Prof. zw. dr hab., Katedra Modeli i Prognoz Ekonometrycznych UŁ.

2. Próba budowy długookresowego systemu makroekonometrycznych modeli gospodarki polskiej W8DS

Prace prezentowane w niniejszym artykule biorą za punkt wyjścia model Centralny, który stanowi udoskonaloną wersję modeli opisujących gospodarkę opartą na wiedzy W8D uwzględniającą obserwacje doprowadzone do 2008 r. (por. Welfe, Welfe, Florczak [1996], Welfe (red.) [2001], [2004], [2009]). Model Centralny ma klasyczną strukturę. Jego równania opisują popyt finalny wraz z handlem zagranicznym, proces produkcji, następnie kształtowanie się cen i płac oraz przepływy finansowe. Szczegóły przedstawiono w innych artykułach niniejszego tomu „Folia Oeconomica”.

Należy zwrócić uwagę, iż model Centralny zawiera charakterystykę mechanizmów decydujących o wzroście gospodarczym, a przede wszystkim wraz z inwestycjami w środki trwałe – opis wykorzystania krajowego i zagranicznego kapitału wiedzy. Absorpcja kapitału wiedzy jest w modelu traktowana szeroko – od jej wykorzystania w procesach produkcji po procesy zarządzania. W modelu rozpatruje się także powstawanie wiedzy oraz jej transfer (por. Aghion, Howitt [1999]). Istotną rolę, gdy chodzi o wzrost efektywności absorpcji wiedzy, przypisuje się kapitałowi ludzkiemu (Lever [2000], Zienkowski (red.) [2003], Florczak [2006]), aktywności sfery B+R oraz transferom wiedzy z zagranicy.

Rozbudowa modelu następowała w przeszłości poprzez dołączanie kolejnych równań, objaśniających wybrane aspekty mechanizmów gospodarczych, jak np. równań generujących podaż wykwalifikowanej siły roboczej poprzez system szkolnictwa. Dalsze postępowanie tą drogą okazało się nader utrudnione. Stąd zdecydowano się na inne rozwiązanie, polegające na budowie submodeli o charakterze satelitarnym, co dało szanse na bardziej wnikliwie traktowanie wyróżnionych segmentów gospodarki.

W badaniu wyróżniono submodele dotyczące funkcjonowania sekcji nauki i edukacji, ruchu naturalnego ludności oraz odnoszące się do bardziej szczegółowej charakterystyki procesów produkcji poprzez wyróżnienie segmentów różniących się poziomem technicznym. W artykule niniejszym pokazano związki, jakie występują pomiędzy wyróżnionymi submodelami a modelem centralnym, wskazując na konieczność w dalszej perspektywie – numerycznego połączenia równań należących do submodeli z modelem centralnym.

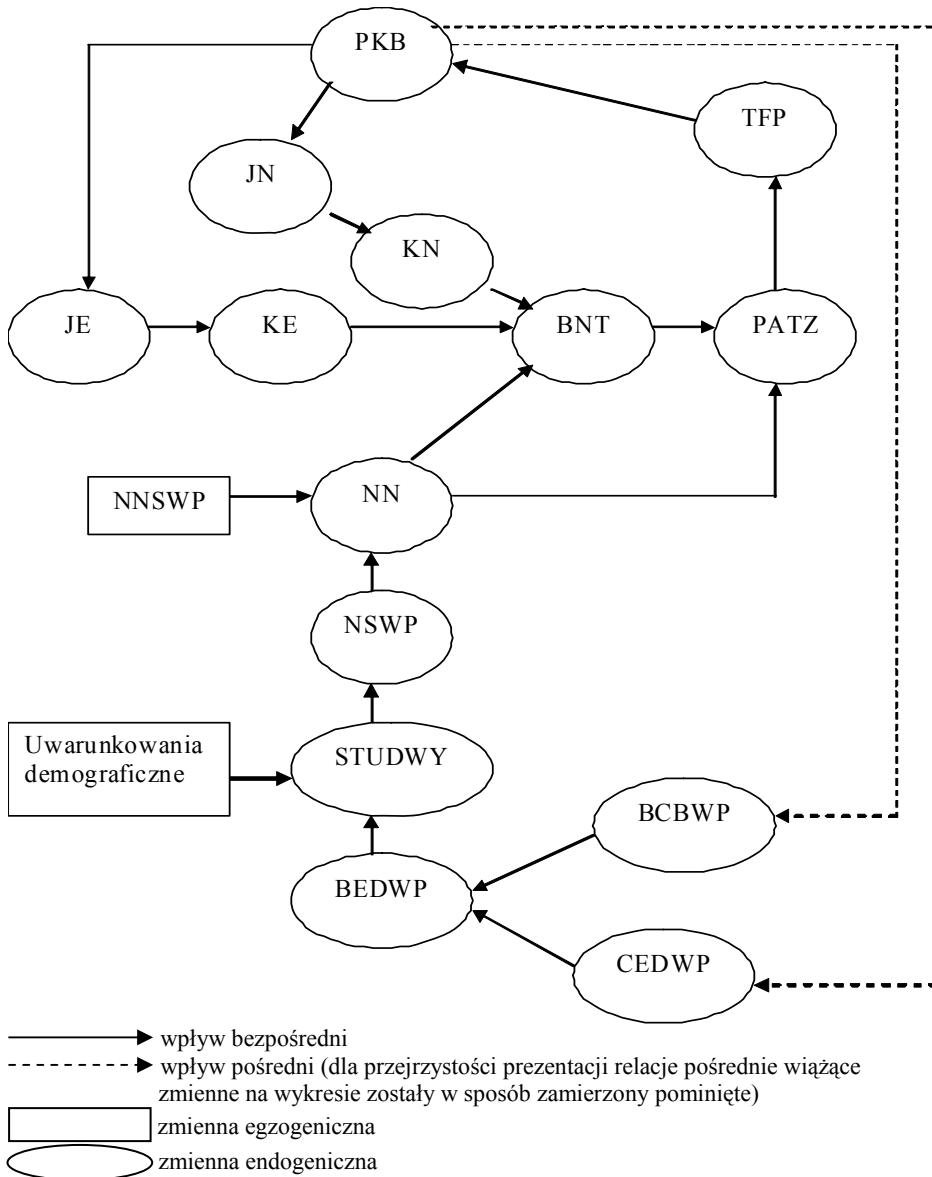
3. Submodele nauki i edukacji a model centralny

Wyodrębnienie sekcji nauki i edukacji, jako odrębnego bloku równań, wynika ze znaczenia tych sekcji dla formowania kapitału wiedzy i długookresowego potencjału gospodarczego państwa. Na wykresie 1 przedstawiono wewnętrzne sprzężenia pomiędzy głównymi ogniwami submodelu a modelem centralnym w kontekście podaźowych czynników wzrostu, zaś wykres 2 pokazuje popytową stronę relacji wiążących aktywność omawianych sekcji ze zrealizowaną wielkością PKB. W odróżnieniu od większości innych wydatków rzeczowych, nakłady na B+R powiększają zarówno potencjał gospodarczy państwa (strona podaźowa), jak i dają możliwości jego realizacji (strona popytowa).

Zwiększenie nakładów inwestycyjnych na naukę (JN) i edukację (JE) przekłada się we wzrost kapitału rzeczowego tych sekcji (odpowiednio KN i KE; wykres 1). Poprawa infrastruktury naukowej i edukacyjnej oraz wzrost zatrudnienia w szkolnictwie wyższym (NSWP) i w nauce (NNSWP) skutkuje wzmożoną aktywnością omawianych sekcji, czego efektem jest wzrost liczby opracowań naukowych i technicznych (BNT). Akumulacja tych ostatnich oraz zatrudnienie w sektorze B+R (NN) stanowią czynniki produkcji dla liczby zgłaszanych patentów (por. Gorzelak, Olechnicka, [2003]).

Z kolei zasób skumulowanych patentów jest czynnikiem produkcji dla łącznej produktywności czynników produkcji, która w zasadniczy sposób determinuje trwały rozwój gospodarczy. W długim okresie wraz ze wzrostem potencjału produkcyjnego następuje wzrost produkcji zrealizowanej, który umożliwia asygnację dodatkowych środków na sektor B+R, co domyka sprzężenie pomiędzy nakładami na sekcje nauki i edukacji a PKB.

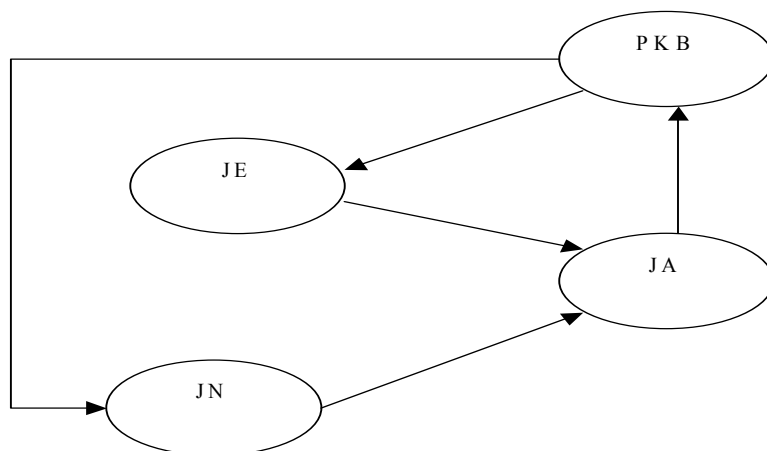
Pomiędzy sekcją edukacji a PKB występuje również inne sprzężenie (wykres 1). Wzrost możliwości społeczeństwa umożliwia zwiększenie zarówno prywatnych (PKB → CEDWP), jak i publicznych (PKB → BCBWP) środków na szkolnictwo wyższe. Od wysokości asygnowanych środków zależy *ceteris paribus* liczba osób studiujących (STUDWY), która z kolei determinuje długookresowe zatrudnienie w szkolnictwie wyższym (NSWP). To ostatnie jest składową zatrudnienia w sektorze B+R (NN), które wpływa na aktywność w dziedzinie publikacji naukowych i technicznych. Dalsze ogniwa omawianego sprzężenia przebiegają zgodnie ze sprzężeniem przedstawionym w poprzednim akapicie. W systemie rachunków narodowych prywatne wydatki na edukację traktowane są jako wydatki konsumpcyjne, nie zaś inwestycyjne. Stąd nie są one składową zmiennej JE, a tym samym nie wchodzi w relacje opisane pierwszym z omawianych sprzężeń.



Wykres 1. Schemat powiązań pomiędzy zmiennymi bloku równań sekcji nauki i edukacji (strona podażowa)

Źródło: opracowanie własne.

Związek łączący nakłady inwestycyjne w sektorze B+R z aktywnością gospodarczą przejawia się w krótkim okresie mechanizmem akceleratora popytowego (wykres 2). Zwiększenie nakładów inwestycyjnych w sekcjach nauki i edukacji prowadzi do wzrostu nakładów inwestycyjnych ogółem (JA), które jako komponent rachunku produktów PKB zwiększają jego poziom. Wyższy poziom PKB umożliwia – zgodnie z efektem mnożnika – dalszą ekspansję wydatków w sektorze B+R.



Wykres 2. Sektor B+R a wzrost gospodarczy: krótkookresowa relacja popytowa
Źródło: opracowanie własne.

Uzupełnienie struktury modelu centralnego o blok równań generujący relację popytową sektora B+R umożliwia pełne odzwierciedlenie jego wpływu na gospodarkę narodową. We wcześniejszych wersjach modeli W8D pominięcie w ich strukturze krótkookresowych, popytowych aspektów oddziaływania sekcji B+R skutkowało niewłaściwą reakcją systemu symulacyjnego na egzogeniczne szoki zadawane nakładom inwestycyjnym w tej sekcji. Chodzi o to, żeby wszelkiego rodzaju nakłady powiększające potencjał produkcyjny (np. nakłady na B+R, czy szkolnictwo wyższe) znalazły swój odpowiednik po stronie popytowej gospodarki, co *ceteris paribus* skutkować będzie wzrostem nakładów inwestycyjnych ogółem, a w konsekwencji – poprzez uruchomienie sprzężeń zwrotnych – również wzrostem zrealizowanego PKB.

4. Submodele procesów demograficznych a model centralny

Skala wpływu uwarunkowań demograficznych na rozwój społeczno-ekonomiczny państwa jest funkcją zmian zachodzących w ruchu naturalnym ludności, a pośrednio funkcją czasu. Nawet w przypadku wysokiej dynamiki procesów demograficznych, liczebność i struktura demograficzna danej populacji jest w krótkim okresie względnie stała, gdyż liczba urodzeń i zgonów jest relatywnie niska w stosunku do liczebności populacji ogółem. Jednakże wraz z wydłużeniem horyzontu analizy zjawiska demograficzne stają się kluczowym czynnikiem warunkującym rozwój zrównoważony.

Generowanie liczebności poszczególnych kohort w submodelu demograficznym przedstawiono na wykresie (schemacie) 3. W okresie t liczebność poszczególnych roczników – z wyjątkiem liczby osób nowo-narodzonych – jest znana. W kolejnym roku $t+1$ następuje proces postarzania populacji, zgodnie z którym liczebność kohorty w wieku i -lat równa jest jej liczebności sprzed roku pomnożonej przez odpowiedni współczynnik przeżycia. Ten ostatni powstaje w wyniku odjęcia od jedności adekwatnego współczynnika umieralności, będącego w modelu *explicite* przedmiotem endogenizacji. Błędy prognoz dla okresu $t+1$ wynikać mogą zatem jedynie z niepewności związanej z precyzją prognozowania współczynników umieralności oraz liczebności osób nowo-narodzonych.

Wraz z wydłużaniem horyzontu prognozy niepewność predykcji wzrasta, gdyż liczebność danej kohorty powstaje jako iloczyn współczynników przeżycia z wcześniejszych okresów oraz liczebności danej kohorty sprzed p -lat (patrz wzór 2 na wykresie 3). Z drugiej strony, o ile szacunki współczynników umieralności nie wykazują systematycznego obciążenia, wówczas nie zachodzi zjawisko kumulowania błędów w długim okresie, gdyż niedoszacowanie/przeszacowanie wartości współczynnika umieralności w jednym okresie jest kompensowane jego przeszacowaniem/niedoszacowaniem w okresie późniejszym. Jest to wniosek szczególnie ważny w kontekście społeczno-ekonomicznych analiz rozwoju zrównoważonego, gdyż implikuje wysoką precyzję szacunku zbiorczych charakterystyk struktury demograficznej – takich jak liczebność populacji w wieku produkcyjnym i poprodukcyjnym, czy wartość zagregowanych współczynników struktury demograficznej takich jak współczynniki wsparcia, czy obciążenie ekonomicznego – nawet w długim okresie.

Okres	Liczebność kohort w okresie T							
t	$K_{0,t}$	$K_{1,t}$	$K_{2,t}$	$K_{3,t}$	$K_{4,t}$	$K_{5,t}$	.....	$K_{i,t}$
t+1	$K_{0,t+1}$	$(1-k_{0,t})K_{0,t}$	$(1-k_{1,t})K_{1,t}$	$(1-k_{2,t})K_{2,t}$	$(1-k_{3,t})K_{3,t}$	$(1-k_{4,t})K_{4,t}$	.....	$(1-k_{i,t})K_{i,t}$
t+2	$K_{0,t+2}$	$(1-k_{0,t+1})K_{0,t+1}$	$(1-k_{1,t+1})K_{1,t+1}$	$(1-k_{2,t+1})K_{2,t+1}$	$(1-k_{3,t+1})K_{3,t+1}$	$(1-k_{4,t+1})K_{4,t+1}$	.....	$(1-k_{i,t+1})K_{i,t+1}$
t+3	$K_{0,t+3}$	$(1-k_{0,t+2})K_{0,t+2}$	$(1-k_{1,t+2})K_{1,t+2}$	$(1-k_{2,t+2})K_{2,t+2}$	$(1-k_{3,t+2})K_{3,t+2}$	$(1-k_{4,t+2})K_{4,t+2}$	.....	$(1-k_{i,t+2})K_{i,t+2}$
.....
t+p	$K_{0,t+p}$	$(1-k_{0,t+p-1})K_{0,t+p-1}$	$(1-k_{1,t+p-1})K_{1,t+p-1}$	$(1-k_{2,t+p-1})K_{2,t+p-1}$	$(1-k_{3,t+p-1})K_{3,t+p-1}$	$(1-k_{4,t+p-1})K_{4,t+p-1}$	.....	$(1-k_{i,t+p-1})K_{i,t+p-1}$

gdzie:

$K_{i,T}$ – liczebność kohorty w wieku i -lat w okresie T

$k_{i,T}$ – współczynnik umieralności kobiet dla kohorty w wieku i -lat w okresie T, oraz:

$$K_{i,t+p} = K_{i,t+p-1}(1-k_{i,t+p-1})$$

$$K_{i,t+p-1} = K_{i,t+p-2}(1-k_{i,t+p-2})$$

$$K_{i,t+p-2} = K_{i,t+p-3}(1-k_{i,t+p-3})$$

...

$$K_{i,t+p+1,t+1} = K_{i,p,t}(1-k_{i,p,t}),$$

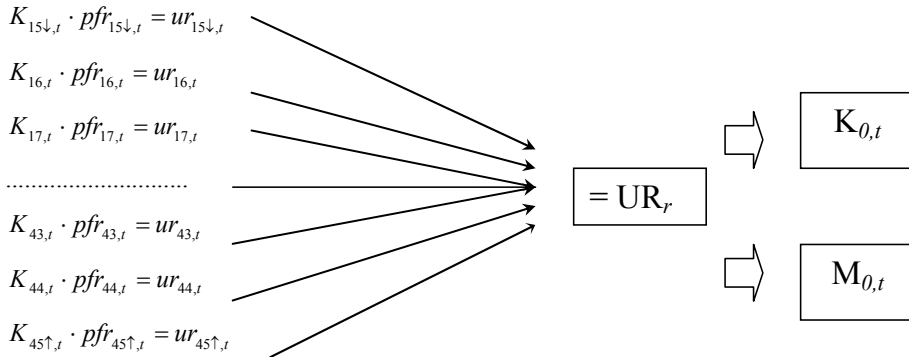
Zatem:

$$K_{i,t+p} = (1-k_{i,t+p-1})(1-k_{i-2,t+p-2})(1-k_{i-3,t+p-3}) \dots (1-k_{i,p+1,t+1})(1-k_{i,p,t})K_{i,p,t} \quad (1)$$

$$(2)$$

Wykres 3. Schemat generowania liczebności kohort (na przykładzie kobiet)

W świetle wniosku kończącego poprzedni akapit „językiem u wagi” modelowania procesów demograficznych staje się proces generujący liczbę osób nowo-narodzonych. W submodelu przyjęto strategię modelowania, którą opisuje wykres (schemat) 4.



gdzie:

$K_{i,t}$ – liczba kobiet w wieku i -lat w okresie t ,

$pfr_{i,t}$ – cząstkowe współczynniki dzietności dla kobiet w wieku i -lat w okresie t ,

$u_{i,t}$ – liczba urodzeń żywych przez kobiety w wieku i -lat w okresie t ,

UR_t – liczba urodzeń ogółem w okresie t ,

$K_{0,t}$ – liczba urodzeń dziewczynek w okresie t ,

$M_{0,t}$ – liczba urodzeń chłopców w okresie t .

Wykres 4. Schemat modelowania liczby urodzeń w submodelu demograficznym

Źródło: opracowanie własne.

Liczba urodzeń ogółem w okresie t powstaje w wyniku zsumowania liczby urodzeń według wieku kobiet, przy czym urodzenia przez kobiety w wieku poniżej 15 lat oraz powyżej 45 lat są przypisane odpowiednio do kohort w wieku lat 15-stu i 45-ciu. Ogólna liczba urodzeń jest następnie dezagregowana na liczbę urodzeń chłopców i dziewczynek według wskaźnika długoletniego udziału płci. Cząstkowe współczynniki dzietności generowane są przy użyciu rozkładu gamma, którego parametry – średni wiek rodzącej, oraz odchylenia standardowe średniego wieku rodzącej – są funkcją uwarunkowań demograficznych, społecznych i ekonomicznych, podobnie jak współczynnik dzietności ogółem. Szacunek ogólnej liczby urodzeń charakteryzuje się wysoką precyzją, przewyższającą szacunki uzyskiwane w oparciu o modele zagregowane, uzależniające bezpośrednio wielkość urodzeń od adekwatnych czynników.

Zaproponowany submodel demograficzny uwzględnia *explicite* jednoczesność powiązań pomiędzy wszystkimi blokami modelu centralnego. Z jednej strony ruch naturalny ludności determinowany jest czynnikami wychodzącymi poza spektrum uwarunkowań *stricte* demograficznych, z drugiej zaś procesy demograficzne wpływają na aktywność gospodarczą oraz społeczne i ekologiczne aspekty rozwoju (por. Prskawetz, Fent, Barthel [2007]).

Znajomość liczebności poszczególnych kohort umożliwia ich dowolną agregację, w tym wyznaczenie tak ważkich charakterystyk jak np. współczynnik obciążenia ekonomicznego na osobę w wieku produkcyjnym (*dependency ratio*), liczebność kobiet w wieku rozrodczym, liczebność dzieci w wieku przedszkolnym, itd. Otwiera szerokie możliwości zastosowań w zakresie różnorodnych badań na płaszczyźnie wspólnej dla problematyki ekonomicznej i demograficznej. Przekładem mogą być badania nad kapitałem ludzkim, przy wykorzystaniu tzw. równania płac Mincera, uwzględniającego wpływ struktury wiekowej ludności na zagregowany zasób kapitału ludzkiego, czy popytem i strukturą konsumpcji, jako funkcji m.in. struktury wiekowej populacji (por. Florczak [2008a]).

Włączenie zaprezentowanego sub-modelu demograficznego do szerszego modelu gospodarki narodowej Polski umożliwi konstrukcję prognoz i scenariuszy symulacyjnych z uwzględnieniem społeczno-ekonomicznych i demograficznych uwarunkowań rozwoju w ich wzajemnych i jednoczesnych powiązaniach (por. Keilman [2003]). Powstanie system, który umożliwi pełniejszą i bardziej realistyczną ocenę skutków różnorodnych decyzji z zakresu polityki makroekonomicznej i ludnościowej. Tym samym odparta zostanie słuszna skądinąd krytyka, wynikająca ze spostrzeżenia, iż operacyjne modele demograficzne – w swej większości – przyjmują egzogeniczne założenia, dotyczące ekonomicznych determinant rozwoju demograficznego, zaś modele opisujące mechanizmy ekonomiczne – za egzogeniczne uznają projekcje demograficzne.

W symulacyjnej wersji modelu powiązania submodelu demograficznego z modelem centralnym przebiegają poprzez oddziaływanie PKB *per capita*, kapitału ludzkiego – mierzonego odsetkiem ludności z wykształceniem wyższym – oraz skumulowanych nakładów na B+R (jako aproksymanty szeroko zdefiniowanego postępu techniczno-organizacyjnego) na oczekiwaną długość życia, w podziale na kobiety i mężczyzn. Wymienione zmienne są objaśnione w ramach modelu centralnego. Pozostałe zmienne objaśniające obecne w równaniach oczekiwanej długości życia, ale nie objaśnione przez model centralny to: wskaźnik nierówności ekonomicznych (mierzony krzywą nierówności płacowych Lorenza), współczynnik urbanizacji, przestępczość przeciwko zdrowiu i życiu, spożycie alkoholu, emisja gazów cieplarnianych (wyrażona w ekwiwalencie emisji dwutlenku węgla) oraz stan opieki zdrowotnej. Emisja gazów objaśniona jest w modelu satelitarnym, docelowo zaś kategorie: nierówności ekonomiczne

oraz przestępczość można operacjonalizować według procedur zaproponowanych przez W. Florczaka (odpowiednio: Florczak [2009] oraz Florczak [2009a]). Natomiast w przypadku współczynnika urbanizacji, spożycia alkoholu oraz liczebności lekarzy na 1000 mieszkańców konieczne jest na etapie aplikacji przyjmowanie wobec nich egzogenicznych założeń.

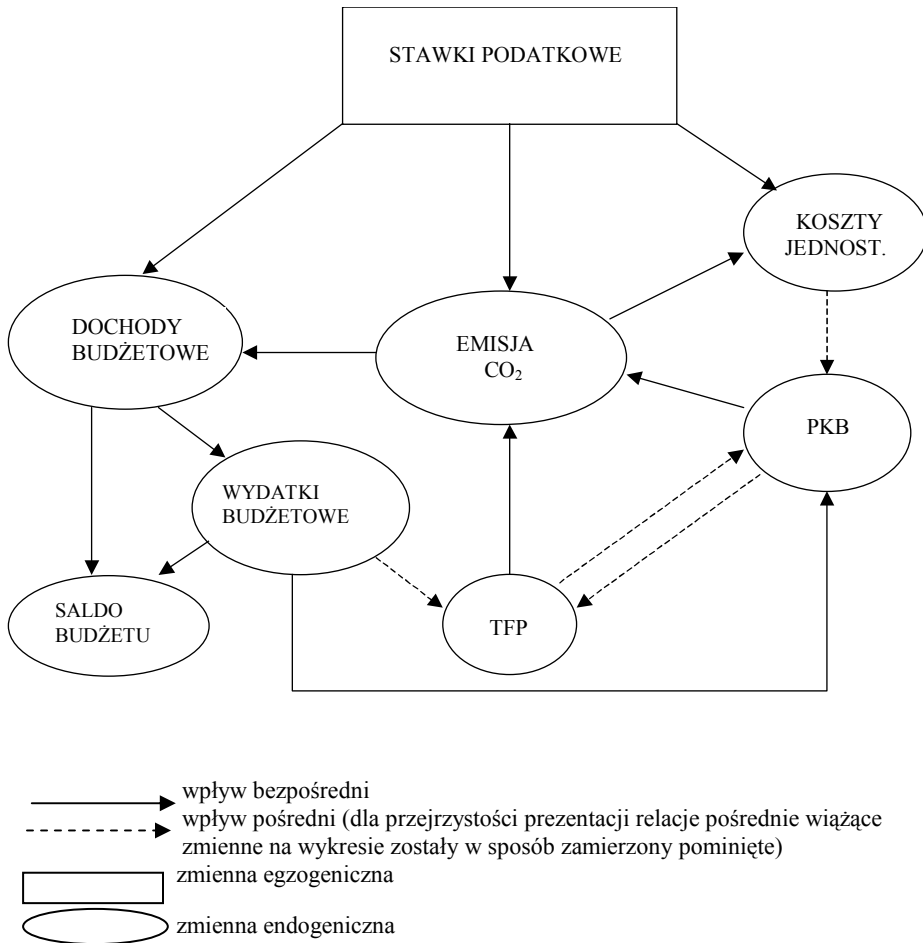
Oddziaływanie liczebności i struktury populacji na odpowiednie ogniwa modelu centralnego przebiega poprzez generowanie kapitału ludzkiego, zarówno według poszerzonego równania Mincera, jak i udziałów pracujących według wykształcenia, oraz poprzez równanie podaży siły roboczej.

5. Submodele procesów ekologicznych a model centralny

W systemie istnieją dwa submodele procesów ekologicznych połączone z modelem centralnym różnymi mechanizmami makroekonomicznymi: są to moduł objaśniający wysokość emisji gazów cieplarnianych oraz moduł objaśniający gospodarcze konsekwencje wzrostu cen ropy naftowej. Poniżej przedstawiono kanały oddziaływania wymienionych zjawisk na gospodarkę Polski.

Wprowadzenie podatków uruchamia dwa przeciwstawne mechanizmy determinujące sytuację makroekonomiczną. Po pierwsze, doprowadza do wzrostu cen producenta, co przekłada się na wzrost ogólnych kosztów utrzymania. W konsekwencji następuje obniżenie siły nabywczej ludności, a w rezultacie – spadek popytu finalnego i PKB. Z drugiej jednak strony, dochody z tytułu emisji zasilają kasę państwa, co umożliwia wzrost wydatków budżetowych, stymulujących aktywność gospodarczą. W przypadku, gdy dodatkowe dochody budżetowe skierowane zostają tylko na obniżenie deficytu budżetowego, drugi z omawianych mechanizmów pozostaje nieaktywny.

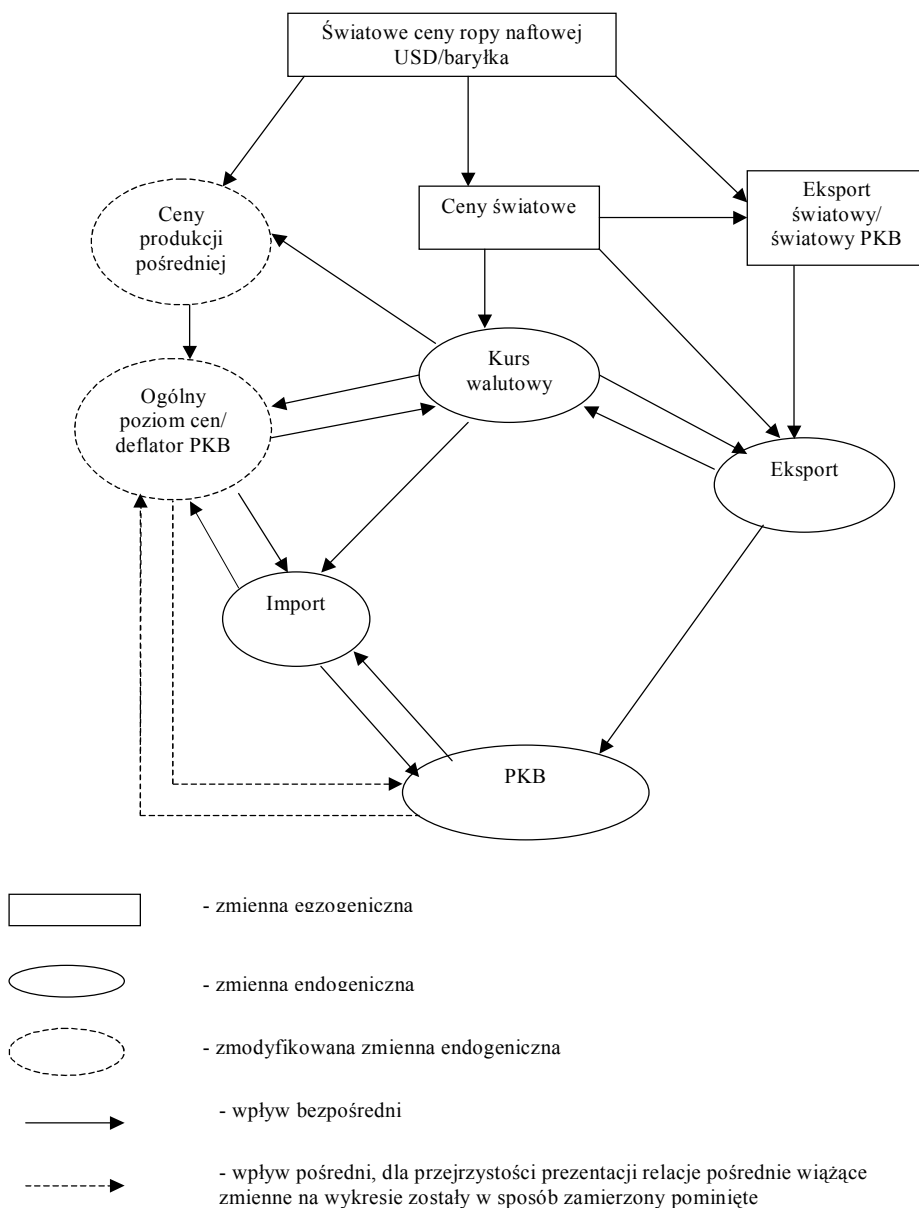
Mechanizm transmisji efektów wzrostu cen tego surowca – uwzględniony w modelu W8D-2010 – na stan gospodarki Polski przedstawiono na wykresie 5 zaś opis założeń i metodyki badania przedstawiono w artykule W. Florczaka niniejszego tomu „Folia Oeconomica” (por. Florczak [2011]). Przedstawione na wykresie 5 mechanizmy uruchamiają jednocześnie wszystkie pozostałe, istniejące w modelu W8D-2010 sprzężenia, tak iż efekty wprowadzenia podatku od emisji CO₂ obserwować można nie tylko dla PKB, ale również pozostałych zmiennych w systemie.



Wykres 5. Sprzężenie ekologiczno-ekonomiczne w modelu centralnym

Źródło: opracowanie własne.

Podstawowe mechanizmy wpływu wzrostu cen ropy naftowej na gospodarkę Polski, odwzorowywane w modelu centralnym przedstawiono na wykresie 6.



Wykres 6 Wpływ światowych cen ropy naftowej na gospodarkę Polski w modelu W8D-2010

Źródło: opracowanie własne.

Wzrost światowych cen ropy naftowej prowadzi (np. Worldwide Look at Reserves and Production [2006]) – *ceteris paribus* – do zmian zewnętrznych uwarunkowań rozwoju gospodarczego Polski, wpływając zarówno na poziom globalnej aktywności ekonomicznej jak i na ogólny poziom cen światowych. Transmisja wpływu zmian cen ropy naftowej na aktywność ekonomiczną Polski odbywa się zarówno poprzez efekt dochodowy (obroty handlu światowego → wolumen polskiego eksportu), jak i cenowy (zmiany kursu walutowego oraz cen producenta). Początkowe egzogeniczne impulsy zewnętrzne uruchamiają wszystkie występujące w modelu sprzężenia zwrotne. W wyniku gry sił rynkowych pierwotne zaburzenia ulegają dalszemu wzmocnieniu/osłabieniu, aż do momentu, w którym gospodarka osiąga nowy poziom równowagi.

Analiza wpływu wzrostu cen ropy naftowej na gospodarkę polską wymaga sformułowania założeń dotyczących zarówno zewnętrznych uwarunkowań rozwoju gospodarczego (ceny światowe, obroty handlu światowego, itp.), jak i realizowanej w przyszłości polityki społeczno-ekonomicznej (Abeyasinghe [2001], Florczak [2007]). W oparciu o dotychczasowe doświadczenia (Florczak i in. [2008], Welfe, Florczak [2009]) stwierdzić można, iż model W8D-2010 będzie efektywnym narzędziem analiz wybranych ekologicznych aspektów rozwoju zrównoważonego.

6. Submodel przemysłu w układzie według poziomu technologicznego a model centralny

Zaproponowany submodel stanowi uzupełnienie modelu W8D-2010 m.in. w zakresie pełniejszej endogenizacji efektów postępu technicznego. W proponowanym submodelu główną uwagę skoncentrowano na analizie sektora przemysłu przetwórczego, który – zgodnie z obowiązującą klasyfikacją zdezagregowano na cztery sektory o różnym stopniu zaawansowania technologicznego. Zaproponowany model, mimo iż stanowi odrębną konstrukcję, może być uzupełnieniem modelu centralnego. Powiązania z modelem centralnym wprowadzone zostały jedynie w formie odpowiednich tożsamości i dotyczą takich zmiennych jak wartość dodana, nakłady inwestycyjne oraz liczba pracujących.

Kluczowe równania proponowanego submodelu to równania opisujące łączną produktywność czynników produkcji w poszczególnych sektorach przemysłu przetwórczego (por. Świczewska [2007] oraz artykuł I. Świczewskiej w niniejszym tomie „Folia Oeconomica”). Zmienną tą powiązano z zasobami wiedzy poszczególnych sektorów, które są reprezentowane przez skumulowane nakłady na B+R. W modelu uwzględniono także efekty związane z dyfuzją wiedzy w obrębie gospodarki (dyfuzja ta następuje poprzez przepływy surowców i materiałów do pozostałych sektorów przemysłu) oraz z efektami dyfuzji wiedzy z zagranicy poprzez import

(ogółem, ale także import dóbr pośrednich i inwestycyjnych) oraz napływ kapitału w formie inwestycji bezpośrednich. W zaproponowanym modelu pominięto – ze względu na brak odpowiednich i porównywalnych danych na rozważanym szczeblu dezagregacji – efekty związane z zasobami kapitału ludzkiego. Należy podkreślić, iż równania objaśniające TFP w poszczególnych sektorach przemysłu mają zarówno charakter relacji długookresowych, jak i krótkookresowych (zastosowano mechanizm korekty błędem), co poszerza spektrum możliwości analiz symulacyjnych dotyczących wpływu kapitału wiedzy na zmiany efektywności poszczególnych sektorów przemysłu przetwórczego.

Zaproponowany submodel jest tak skonstruowany, iż daje on możliwość określenia dla każdego z analizowanych sektorów wielkości produkcji potencjalnej wynikającej z pełnego zaangażowania czynników produkcji. Wymagało to włączenia do modelu równań objaśniających podaż pierwotnych czynników produkcji. W modelu uwzględniono także równania opisujące wielkość nakładów inwestycyjnych w poszczególnych sektorach, które poprzez swoją specyfikację (odmienną niż ta, która została zaproponowana w modelu centralnym) nawiązują do popytowej strony gospodarki.

7. Uwagi końcowe

Przedstawione wyżej submodele wraz z informacją o mechanizmach ich połączenia z modelem centralnym otwierają możliwość technicznego ich połączenia. Pozwoli to w najbliższej przyszłości na konstrukcję symulacyjnego systemu poszerzonego o efekty generowane przez submodele. Możliwa jest także dalsza ich rozbudowa m.in. przez uwzględnienie aspektu regionalnego (por. Florczak i in. [2008]).

Literatura

- Abeysinghe T., [2001], Estimation of direct and indirect impact of oil price on growth, *Economics Letter*, No 73, s. 147–153.
- Aghion, Ph., P. Howitt, [1999], *Endogenous Growth Theory*, MIT Press, London 1999.
- Florczak W., [2005], *Próba szacunku makroekonomicznych efektów wprowadzenia podatku od emisji dwutlenku węgla w Polsce*, „*Ekonomia i Środowisko*”, Nr 2 (28), str. 81–91, Białystok 2005.
- Florczak W., [2006], Miary kapitału ludzkiego w badaniach ekonomicznych i społecznych, „*Wiadomości Statystyczne*”, nr 12, s. 51–67.
- Florczak W., [2007], *Próba kwantyfikacji makroekonomicznych skutków wzrostu światowych cen ropy naftowej dla gospodarki Polski*, „*Studia Prawno-Ekonomiczne*”, tom LXXVI, str. 111–140, Łódź.
- Florczak W., [2009], *Makroekonomiczne uwarunkowania nierówności płacowych*, „*Wiadomości Statystyczne*”, nr 1, 1–23.

- Florczak W., [2009a], *Zbrodnia i kara. Próba kwantyfikacji makroekonomicznych uwarunkowań przestępczości w Polsce*, "Ekonomista", nr 4, str. 479–515, Warszawa 2009.
- Florczak W., [2011], *W kierunku endogenicznego i zrównoważonego rozwoju – perspektywa makroekonometryczna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Florczak W., Karp P., Świczewska I., Welfe W., [2008], *Rozwój regionalny – ujęcie ekonometryczne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź 2008.
- Gorzela G., Olechnicka A., [2003], *Innowacyjny potencjał polskich regionów*, w: Zienkowski L., „Wiedza a wzrost gospodarczy” Wydawnictwo Naukowe Scholar, str. 122–152, Warszawa.
- Keilman N., [2003], *Types of Models for Projecting Mortality*, w: Bengtsson T., Keilman N., *Perspectives on mortality Forecasting, Social Insurance Studies*, Swedish National Social Insurance Board, Elanders Novum AB, Goeteborg.
- Lever W. F., [2000], *Measuring the Comparative Advantage of the Knowledge Base*, w: Kukliński A., Orłowski W. (red), "The Knowledge-based Economy. The Global Challenges of the 21st Century", vol. 4, str. 139–151, KBN, Warszawa.
- Prskawetz A., Fent T., Barthel W., [2007], *The Relationship between Demographic Change and Economic Growth in the EU*, Institut fuer Demographie, Oesterreichische Academie der Wissenschaften, Research Report 32.
- Świczewska I., [2007], *Łączna produktywność czynników produkcji. Ucieleśniony kapitał wiedzy*, w: Welfe W. (red.) [2007], *Gospodarka oparta na wiedzy*, s. 58–111, PWE, Warszawa.
- Welfe A., Welfe W., Florczak W., [1996], *Makroekonomiczny roczny model gospodarki narodowej Polski*, "Z Prac Instytutu", Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, nr 31 (131).
- Welfe W., (red.), [2001], *Ekonometryczny model wzrostu gospodarczego*, Wydawn. UŁ, Łódź.
- Welfe W., (red.), [2004], *Długookresowy, makroekonometryczny model W8D-2002 gospodarki polskiej*, Acta Universitatis Lodzensis, Acta Oeconomica, vol. 172, Wydawn. UŁ, Łódź.
- Welfe W., (red.), [2009], *Makroekonometryczny model gospodarki opartej na wiedzy*, Acta Universitatis Lodziensis, Acta Oeconomica, vol. 229, Wydawn. UŁ, Łódź.
- Welfe W., Florczak W., [2009], *Prognozy i scenariusze długookresowego rozwoju gospodarczego Polski*, Wydawnictwo UŁ, Łódź.
- Worldwide Look at Reserves and Production, [2006], *Oil and Gas Journal*, Vol. 104, No. 47, s. 24–25.
- Zienkowski L. (red.), [2003], *Wiedza a wzrost gospodarczy*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.

Waldemar Florczak, Iwona Świeszewska, Władysław Welfe

SYSTEM OF MACROECONOMETRIC MODELS OF THE NATIONAL ECONOMY OF POLAND

Abstract

Economic growth is contemporarily becoming a function of more and more non-economic factors. From the point of view of aggregate social wealth economic conditions are an important but not an only element of its accumulation. Besides, there are numerous feedbacks between economic mechanisms of growth and socio-demographic and ecological conditions of development. That is why it seems crucial to explicitly incorporate such interlinks in macroeconomic models of Poland's long-run socio-economic development.

This article presents main feedbacks existent between economic and non-economic determinants of development that are mapped by a system of macroeconomic models, named W8DS. The system comprises key aspects of sustainable development as well as numerous socio-economic issues. These are identified and discussed in the article.