

ELŻBIETA SOJKA

PRÓBA BUDOWY DEMOEKONOMETRYCZNEGO MODELU GOSPODARKI POLSKI

I. WSTĘP

Rozwój metod badania ilościowych prawidłowości występujących w zjawiskach demograficznych za pomocą wyspecjalizowanego aparatu matematyczno-statystycznego sprawia, że coraz częściej rozważa się celowość uznania tych metod za odrębną dyscyplinę naukową — demometrię¹ (zwaną inaczej demografią matematyczną). Występuje więc pełna analogia między definicjami demometrii i ekonometrii². Stąd też narzędziem analizy zjawisk demograficznych jest model demoekonometryczny (inaczej określany jako demometryczny). Szybki rozwój zastosowań metod matematycznych w badaniach ekonomicznych, wzrost zainteresowania wynikami analiz modelowych doprowadziły do uznania za konieczne ujęcie w modelowaniu procesu wzrostu gospodarczego zjawisk demograficznych w ich (powiązaniach ze zjawiskami ekonomicznymi. Jak zatem rozumieć będziemy pojęcie modelu demoekonometrycznego? Ogólnie rzecz biorąc, modele demoekonometryczne to modele matematyczne, które w sposób sformalizowany zapisują związki istniejące między podstawowymi wielkościami ekonomicznymi i demograficznymi gospodarki narodowej. Pozwalają one wnikać w mechanizmy wzajemnych oddziaływań między tymi wielkościami oraz zbadać, czy i w jaki sposób podstawowe czynniki ekonomiczne warunkują zmiany w demografii i odwrotnie.

Jednym z pierwszych modeli czyniących zadość powyższym wymogom był model Leibensteina, w którym praca ludzka została ujęta raz jako hamulec wzrostu, a raz jako jego impuls. Próbę syntetycznego omówienia problemów uwzględniania czynników demograficznych zawiera praca M. Okólskiego³. Autor przeprowadza między innymi analizę kilku wybranych modeli wzrostu gospodarczego od strony sposobu ujęcia

¹ Por. J. Z. Holzer, *Demografia*, Warszawa 1980, s. 11.

² Por. Z. Pawłowski, *Ekonometria*, Warszawa 1980, s. 15.

³ Por. M. Okólski, *Polityka demograficzna. Zagadnienia społeczno-ekonomiczne*, Warszawa 1974.

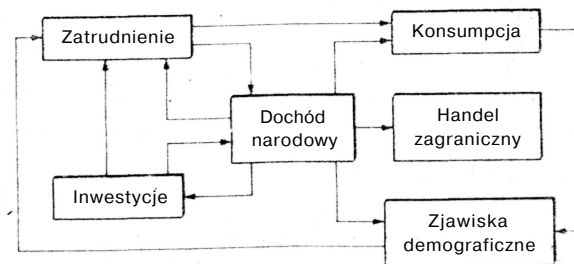
w nich czynnika ludzkiego. Pierwszą próbę ujęcia w modelu ekonometrycznym gospodarki Polski pewnych zjawisk demograficznych stanowi model DEMP-1⁴, zbudowany przez Z. Pawłowskiego w 1980 roku, a dotyczący okresu 1960-1976. Model ten ma na celu ukazanie wzajemnych relacji między czynnikami ekonomicznymi i demograficznymi oraz pozwala zbadać, czy zjawiska demograficzne są rzeczywiście uwarunkowane czynnikami ekonomicznymi oraz jaki jest ich kierunek i zakres.

Celem niniejszej pracy jest budowa nowego modelu demoekonometrycznego Polski, który jest próbą analizy najbardziej zasadniczych ilościowych prawidłowości naszej gospodarki w latach 1960-1980. Model ten zbudowano na podstawie koncepcji przedstawionej w cytowanej już pracy Z. Pawłowskiego. Jest on pewnym rozszerzeniem (o dodatkowe zmienne endogeniczne) modelu DEMP-1, w związku z czym spodziewać się należy pewnych wyników, które bardziej dogłębnie pozwoliłyby wniknąć w mechanizmy powiązań między wielkościami ekonomicznymi i demograficznymi. W pracy dokonano opisu tego modelu łącznie z zapisaniem i analizą jego formy strukturalnej.

II. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MODELU

1. ZMIENNE ENDOGENICZNE

Syntetyczny obraz gospodarki narodowej można uzyskać poprzez (przedstawienie określonego zbioru relacji makroekonomicznych i demograficznych. Oczywiście obraz ten zależy przede wszystkim od zestawu relacji oraz sposobu ich określenia. Prezentowany model zawiera 38 zmiennych endogenicznych. Zjawiska ekonomiczne i demograficzne będące podstawą analizy w poniższym modelu, a reprezentujące jego sferę endogeniczną, można podzielić na 6 grup (bloków): I. zatrudnienie, II. inwestycje, III. dochód narodowy, IV. konsumpcja, V. handel zagraniczny, VI. zjawiska demograficzne (zob. ryc. 1).



Ryc. 1. Powiązania między poszczególnymi blokami modelu

⁴ Por. Z. Pawłowski, *A Demoeconometric Model of Poland and its Application to Counterfactual Simulations*, RR-80-35, Luxemburg 1980.

Oprócz zależności spomiędzy blokami modelu, które przedstawiono na rycinie 1, występują powiązania między równaniami w ramach poszczególnych 'bloków'. W modelu występuje łącznie 38 równań współzależnych, z tego:

w bloku I — 6 równań ($Y_2, Y_3, Y_4, Y_7, Y_9, Y_{10}$),

w bloku II — 11 równań ($Y_{11}, Y_{12}, Y_{13}, Y_{14}, Y_{15}, Y_{16}, Y_{28}, Y_{29}, Y_{30}, Y_{31}, Y_{32}$),

w bloku III — 3 równania (Y_1, Y_8, Y_{17}),

w bloku IV — 2 równania (Y_{21}, Y_{22}),

w bloku V — 3 równania (Y_{18}, Y_{19}, Y_{20}),

w bloku VI — 13 równań ($Y_5, Y_6, Y_{23}, Y_{24}, Y_{25}, Y_{26}, Y_{27}, Y_{33}, Y_{34}, Y_{35}, Y_{36}, Y_{37}, Y_{38}$),

Ogólna liczba zmiennych występujących w modelu wynosi 57. Zmienne te tworzą 2 zbiory:

zbiór Y — zmienne łącznie współzależne (38 elementów),

zbiór X — zmienne z góry ustalone (19 elementów).

Dane liczbowe charakteryzujące kształtowanie się wyżej wymienionych zmiennych objęły okres 1960-1980, tzn. 21 lat. Poniżej prezentujemy listę zmiennych endogenicznych⁵:

Y_1 — dochód narodowy wytworzony w działach nierolniczych (sektor I),

Y_2 — zatrudnienie w sektorze I bez chłopo-robotników,

Y_3 — zatrudnienie chłopo-robotników w sektorze I,

Y_4 — zatrudnienie w rolnictwie łącznie z zatrudnionymi częściowo,

Y_5 — ludność miejska,

Y_6 — ludność wiejska,

Y_7 — całkowite zatrudnienie w sektorze I, tj. $Y_7 = Y_2 + Y_3$,

Y_8 — dochód narodowy wytworzony w rolnictwie,

Y_9 — zatrudnienie w sektorze III (sektor III — usługi),

Y_{10} — całkowite zatrudnienie w gospodarce narodowej, tj. $Y_{10} = Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_9$,

Y_{11} — inwestycje endogeniczne w sektorze I, ceny stałe,

Y_{12} — inwestycje endogeniczne w sektorze II, (sektor II — rolnictwo), ceny stałe,

Y_{13} — inwestycje endogeniczne w sektorze III, ceny stałe,

Y_{14} — całkowite inwestycje w sektorze I, ceny stałe,

Y_{15} — całkowite inwestycje w sektorze II, ceny stałe,

Y_{16} — całkowite inwestycje w sektorze III, ceny stałe,

Y_{17} — całkowity krajowy dochód narodowy, tj. $Y_{17} = Y_1 + Y_8$,

Y_{18} — import,

Y_{19} — eksport,

⁵ Zagadnienie dezagregacji modelu szerzej przedstawione zostanie w punkcie 2, w którym wyjaśnione będzie szerzej znaczenie poszczególnych zmiennych modelu.

- Y_{20} — bilans handlowy $Y_{20} = Y_{19} - Y_{18}$,
 Y_{21} — konsumpcja na głowę,
 Y_{22} — ogólny indeks cen,
 Y_{23} — stopa urodzeń w mieście na 1000 mieszkańców,
 Y_{24} — stopa urodzeń na wsi na 1000 mieszkańców,
 Y_{25} — stopa zgonów w mieście na 1000 mieszkańców,
 Y_{26} — stopa zgonów na wsi na 1000 mieszkańców,
 Y_{27} — stopa migracji do miast netto,
 Y_{28} — inwestycje na oświatę,
 Y_{29} — inwestycje na ochronę zdrowia,
 Y_{30} — inwestycje na gospodarkę komunalną,
 Y_{31} — inwestycje na budownictwo mieszkaniowe w sektorze uspo-
 łecznonym,
 Y_{32} — inwestycje w działach: kultura, nauka, administracja publiczna,
 Y_{33} — frakcja ludności miejskiej w wieku poniżej 60 lat,
 Y_{34} — całkowita ludność miejska w wieku poniżej 60 lat,
 Y_{35} — frakcja ludności wiejskiej w wieku poniżej 60 lat,
 Y_{36} — potencjalna podaż siły roboczej w sektorze I i III,
 Y_{37} — frakcja całkowitej ludności w wieku poniżej 18 lat,
 Y_{38} — całkowita ludność w wieku poniżej 18 lat.

2. DEZAGREGACJA MODELU

W analizowanym modelu, analogicznie jak w modelu DEMP-1, wykorzystuje się 3 rodzaje dezagregacji. Pierwszy z nich odnosi się do podziału sektorowego, co prowadzi do rozróżnienia 3 oddzielnych sektorów, klasyfikacja których wynika z koncepcji centralnego planowania w kraju socjalistycznym. Wyróżnić zatem można:

- a) sektor I — działy produkcyjne nierolnicze,
- b) sektor II — rolnictwo,
- c) sektor III — usługi (nieprodukcyjny sektor gospodarki narodowej).

W skład sektora I wchodzi: przemysł, budownictwo, transport i kilka mniej ważnych działów, podczas gdy sektor trzeci obejmuje taką działalność, jak: administracja, ochrona zdrowia, nauka, kultura i rzemiosło. Drugi typ dezagregacji wykorzystany w modelu odnosi się do zmiennych demograficznych. Oddziela on ludność miejską i wiejską, co pozwala na pełniejsze ujęcie czynnika demograficznego w modelu.

W modelu zastosowano ponadto trzeci rodzaj dezagregacji, który dotyczy zmiennych określających inwestycje. Inwestycje bowiem mogą dotyczyć zarówno poszczególnych sektorów, jak i mogą być rozpatrywane jako suma ich endogenicznej i egzogenicznej części.

W budowanych modelach inwestycje mogą być traktowane w jednych, jako zmienna egzogeniczna, w innych jako zmienna endogeniczna. Wiadomo, że w planowaniu ekonomicznym inwestycje są główną zmien-

na decyzyjną wpływającą na wzrost gospodarczy. Rozpatrując je od tej strony, należałoby je uznać za zmienną egzogeniczną. Jednakże nie wszystkie inwestycje są egzogeniczne. Oznacza to, że podjęte w przeszłości decyzje inwestycyjne i rozpoczęte na ich podstawie inwestycje wymagają kontynuacji i ukończenia. Mają one wpływ na poziom inwestycji bieżącego okresu, wymuszając niejako dodatkowe nakłady pod groźbą marnotrawstwa środków już poniesionych w przeszłości. Fakt ten zmusza do ujęcia w modelu inwestycji także od strony endogenicznej. Szczegółowy opis i metoda estymacji inwestycji endogenicznych i egzogenicznych przedstawiono w następnym rozdziale.

3. PROBLEM ESTYMACJI INWESTYCJI ENDOGENICZNYCH I EGZOGENICZNYCH

Jak już wspomniano, ogólne inwestycje w modelu zostały rozdzielone na 2 składniki: inwestycje endogeniczne i egzogeniczne, tzn.

$$I_{\text{ogólne}} = I_{\text{end}} + I_{\text{egz}}. \quad (2.3.1)$$

Z dotychczasowych rozważań wynika, że model określający inwestycje endogeniczne w roku t można zapisać następująco:

$$I_{\text{end}, t} = f(I_{\text{ogólne}, t-1}, I_{\text{ogólne}, t-2}, \dots, I_{\text{ogólne}, t-p}), \quad (2.3.2)$$

gdzie $I_{\text{ogólne}, t-i}$ oznaczają ogólne inwestycje opóźnione o i okresów w stosunku do roku t , natomiast p jest pewną (dodatnią) liczbą całkowitą określającą długość cyklu inwestycyjnego. Występują tutaj jednak trudności natury praktycznej. Liczba p jest zwykle nieznaną, a nawet jeśli byłaby znana, to liczba zmiennych występujących po prawej stronie równania (2.3.2) byłaby zbyt duża. Z tego powodu proponuje się inny prostszy model, który byłby dobrą aproksymacją dla estymacji inwestycji endogenicznych. W modelu tym uwzględniono jedynie ogólne inwestycje z rocznym opóźnieniem. Przyjęto bowiem, że udział inwestycji ogólnych w dochodzie narodowym w roku t jest liniową funkcją udziału tych inwestycji w roku poprzednim, tj. $t-1$. Model ten można więc zapisać:

$$\frac{I_{\text{ogólne}, t}}{Y_{17t}} = \alpha \frac{I_{\text{ogólne}, t-1}}{Y_{17, t-1}} + \xi_t, \quad (2.3.3)$$

gdzie Y_{17} oznacza całkowity dochód narodowy, α_1 jest parametrem stałym, natomiast ξ składnikiem losowym. Jeśli byłaby znana wartość estymatora a_1 parametru α_1 (co jest możliwe drogą estymacji), inwestycje endogeniczne w roku t mogą być obliczone jako:

$$I_{\text{end}, t} = a_1 I_{\text{ogólne}, t-1} \frac{Y_{17t}}{Y_{17, t-1}} + \xi_t. \quad (2.3.4)$$

Po oszacowaniu inwestycji endogenicznych (odpowiednio dla sektorów I, II i III) z łatwością można obliczyć poziom inwestycji egzogenicznych wykorzystując relację (2.3.1).

4. ZMIENNE OBJAŚNIAJĄCE MODELU

Omawiany model jest modelem o równaniach współzależnych, dla którego właściwą metodą estymacji jest podwójna metoda najmniejszych kwadratów. Praktyczne stosowanie tej metody jest jednak możliwe wówczas, gdy liczba zmiennych z góry ustalonych jest co najwyżej równa liczbie obserwacji. Dlatego też w prezentowanym modelu w stosunku do modelu DEMP-1 dokonano kilku istotnych zmian w zbiorze zmiennych objaśniających. Tak więc zmniejszono liczbę zmiennych z góry ustalonych, przy czym wyeliminowano głównie te zmienne objaśniające, które zdaniem autora nie miały istotnego wpływu na rezultaty estymacji, a jedynie zaważyły liczbę zmiennych objaśniających.

Dobór nowych zmiennych objaśniających do modelu dokonany został przy zastosowaniu metody nośników informacji Hellwiga⁶.

Zbiór zmiennych z góry ustalonych przedstawia się następująco:

- X_1 — import zbóż,
- X_2 — indeks płacy realnej w uspołecznionych sektorach nierolniczych,
- X_3 — zużycie nawozów sztucznych w rolnictwie,
- X_4 — różnica między X_2 a indeksem realnych dochodów na głowę w rolnictwie,
- X_5 — inwestycje egzogeniczne w sektorze I,
- X_6 — inwestycje egzogeniczne w sektorze II,
- X_7 — inwestycje egzogeniczne w sektorze III,
- X_8 — mieszkania wybudowane w miastach,
- X_9 — eksport opóźniony o rok,
- X_{10} — Y_1 z rocznym opóźnieniem,
- X_{11} — Y_5 z rocznym opóźnieniem,
- X_{12} — Y_6 z rocznym opóźnieniem,
- X_{13} — Y_8 z rocznym opóźnieniem,
- X_{14} — Y_{14} z dwuletnim opóźnieniem,
- X_{15} — inwestycje na ochronę zdrowia na głowę ludności z rocznym opóźnieniem,
- X_{16} — zmienna zero-jedynkowa równa 1 w latach 1971 - 1976 i równa 0 w pozostałych przypadkach,
- X_{17} — Y_{33} z rocznym opóźnieniem,
- X_{18} — Y_{35} z rocznym opóźnieniem,
- X_{19} — Y_{37} z rocznym opóźnieniem.

⁶ Por. Z. Hellwig, *Problem optymalnego wyboru predyktand*, Przegląd Statystyczny, z. 3 - 4/1969.

III. STRUKTURALNA POSTAĆ MODELU

Opisywany demoeconometryczny model gospodarki Polski jest modelem o charakterze liniowym z wyjątkiem równań określających zmienne Y_5 i Y_6 . Składa się on z 38 równań, z czego 26 ma charakter równań stochastycznych. Poniżej zostały omówione poszczególne równania modelu:

- a) Dochód narodowy wytworzony w działach nierolniczych

$$Y_1 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_7 + \alpha_2 Y_{10} + \alpha_3 X_{14} + \alpha_4 X_{16} + \xi_t. \quad (3.1)$$

Dochód narodowy jest więc funkcją liniową całkowitego zatrudnienia w sektorze I, inwestycji oraz zmiennej X_{10} określonej jako dochód narodowy z rocznym opóźnieniem. Oznacza to, że w równaniu występuje część autoregresyjna, czego wyrazem jest obecność wśród zmiennych objaśniających opóźnionej o rok zmiennej Y_1 . Ponadto czynnikiem wzrostu są inwestycje, wzięte w danym przypadku z dwuletnim opóźnieniem. Być może, ze względu na bardzo długi cykl inwestycyjny w niektórych gałęziach przemysłu ciężkiego, wskazane byłoby wzięcie jeszcze większych opóźnień czasowych, jeżeli chodzi o nakłady inwestycyjne. Spowodowałyby to jednak zwiększenie liczby zmiennych objaśniających i w konsekwencji powstałyby znaczne kłopoty estymacyjne. W równaniu uwzględniono również zmienną zero-jedynkową X_{16} dotyczącą okresu szybkiego wzrostu gospodarczego.

- to) Zatrudnienie w sektorze I bez chłopo-robotników

$$Y_2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_5 + \xi_t. \quad (3.2)$$

. Równanie to wyraża przyjęte założenie, że w głównej mierze poziom zatrudnienia zależy od 2 czynników, a mianowicie od poziomu produkcji reprezentowanej przez zmienną Y_1 oraz od liczby ludności miejskiej.

- c) Zatrudnienie chłopo-robotników w sektorze I

$$Y_3 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_{14} + \alpha_3 X_2 + \alpha_4 X_8 + \xi_t. \quad (3.3)$$

Równanie to jest bardzo interesujące, ponieważ objaśnia swoiste zjawisko chłopo-robotników w Polsce. Napływ ludzi do sektora I oparty jest na zależności od 4 czynników. Liczba chłopo-robotników jest regulowana nie tylko poziomem produkcji w sektorze I (zmienna Y_1), lecz w szczególności poziomem inwestycji w tym sektorze. Zatrudnienie chłopo-robotników determinuje także płaca realna w sektorze I, dlatego też w równaniu pojawia się zmienna X_2 . Wiadomo bowiem, że płace wpływają na migracje ludności, przy czym wyższe płace powodują napływ ludności wiejskiej do miast. Migracje te pociągają za sobą konieczność zapewnienia mieszkań dla ludności napływowej, stąd też w równaniu uwzględniono zmienną X_8 określającą poziom izb mieszkalnych na terenach miejskich.

d) Zatrudnienie w rolnictwie łącznie z zatrudnionymi częściowo

$$Y_4 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_6 + \alpha_2 Y_{15} + \alpha_3 X_{16} + \xi_t \quad (3.4)$$

Poziom zatrudnienia w rolnictwie związany jest bezpośrednio z liczbą ludności wiejskiej oraz poziomem inwestycji w sektorze II. Nakłady inwestycyjne na rolnictwo powodują wzrost potencjału gospodarczego wsi, a ponadto wpływają na wykorzystanie dotychczasowych nieużytków rolnych, co powoduje zwiększenie zapotrzebowania na czynnik ludzki.

W równaniu uwzględniono również zmienną X_{16} określającą szybki wzrost gospodarczy, co związane jest z przejmowaniem przez inne sektory siły roboczej w okresach ich ekspansji gospodarczej. Zmienne Y_2 i Y_3 dotyczące zatrudnienia powiązane są w modelu relacją tożsamościową postaci

$$Y_7 = Y_2 + Y_3, \quad (3.5)$$

definiującą całkowite zatrudnienie w sektorze I.

e) Ludność miejska i wiejska

$$Y_5 = \left(1 + \frac{Y_{23} - Y_{25} + Y_{27}}{1000}\right) X_{11}, \quad (3.6)$$

$$Y_6 = \left(1 + \frac{Y_{24} - Y_{26} - Y_{39}}{1000}\right) X_{12}. \quad (3.7)$$

W rozważaniach demograficznych określa się wzrost liczby ludności na podstawie funkcji określonej wzorem⁷:

$$L_n = L_0 \left(1 + \frac{W_{pn}}{c}\right)^n,$$

gdzie L_0 — liczba ludności w momencie wyjściowym, L_n — liczba ludności po n latach, W_{pn} — współczynnik przyrostu naturalnego, c — wielkość stała stosowana we współczynnikach demograficznych (100, 1000).

Przyjęcie hipotezy o rozwoju ludności na podstawie funkcji wykładniczej jest równoważne z przyjęciem założenia wzrostu liczby ludności na podstawie postępu geometrycznego; przy czym jedynym parametrem charakteryzującym ów wzrost jest parametr W_{pn} . Tak więc do określenia zmiennych Y_5 i Y_6 dotyczących liczby ludności miejskiej i wiejskiej wykorzystano powyższy wzór.

f) Dochód narodowy wytworzony w rolnictwie

$$Y_8 = \alpha_0 + \alpha_1 X_3 + \alpha_2 X_{13} + \alpha_3 X_{16} + \xi_t. \quad (3.8)$$

⁷ Por. J. Z. Halzer, *Demografia*, Warszawa 1980.

Hipoteza stanowiąca podstawę wyjściową dla powyższego równania zakłada, że dochód narodowy w rolnictwie wykazuje pewną samoistną tendencję wzrostu (czego wyrazem jest autoregresyjna część tego równania), tzn. obecność wśród zmiennych objaśniających opóźnionej zmiennej Y_8 , czyli zmiennej X_{13} . Drugą zmienną objaśniającą tego równania jest zmienna określająca zużycie nawozów sztucznych w rolnictwie — zmienna X_3 , wzrost chemizacji w rolnictwie ma bowiem istotny wpływ na wielkość plonów. Uwzględniono także okres szybkiego wzrostu gospodarczego, jaki wystąpił na przestrzeni lat 1971-1976, czego wyrazem jest zmienna X_{16} .

g) Zatrudnienie w sektorze III

$$Y_9 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_5 + \alpha_3 Y_{21} + \xi_t. \quad (3.9)$$

Poziom zatrudnienia w sektorze usług zależy od wielkości produkcji w sektorze I, albowiem poziom usług jest podporządkowany i niejako zależny od działalności przemysłu. Wynika to z faktu, że wzrost produkcji (zmienna Y_1) pociąga większe zapotrzebowanie i to zarówno na usługi niezbędne dla działalności przemysłowej jak i potrzeby indywidualne ludności. Ponadto zauważyć trzeba, że na wzrost zatrudnienia w usługach mają wpływ: liczba ludności miejskiej — zmienna Y_5 i indywidualne spożycie — Y_{21} , im większa bowiem liczba ludności i większa konsumpcja indywidualna, tym większe zapotrzebowanie na usługi, a tym samym na zatrudnienie w tym sektorze.

h) Całkowite zatrudnienie w gospodarce narodowej przedstawia kolejna tożsamość, a mianowicie

$$Y_{10} = Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_9. \quad (3.10)$$

Wszystkie zmienne występujące w tej relacji zostały już wcześniej wyjaśnione.

W tym miejscu pomijamy również wyjaśnianie zmiennych dotyczących inwestycji endogenicznych w trzech sektorach tzn. zmiennych Y_{11} , Y_{12} i Y_{13} . Zostały one omówione w punkcie 3, rozdział II.

i) Zmienne Y_{14} , Y_{15} i Y_{16} przedstawiające całkowite inwestycje odpowiednio w sektorach I, II i III określone są następująco:

$$Y_{14} = Y_{11} + X_5, \quad (3.11)$$

$$Y_{15} = Y_{12} + X_6 \quad (3.12)$$

$$Y_{16} = Y_{13} + X_7. \quad (3.13)$$

j) Relacją o charakterze tożsamości związane są w modelu zmienne Y_1 i Y_8 , tzn.

$$Y_{17} = Y_1 + Y_8, \quad (3.14)$$

gdzie Y_{17} oznacza całkowity dochód narodowy.

k) Równania importu i eksportu mające postać:

$$Y_{18} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_1 + \alpha_2 Y_{20} + \alpha_3 X_1 + \xi_t, \quad (3.15)$$

$$Y_{19} = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_9 + \xi_t. \quad (3.16)$$

Zostały zbudowane analogicznie jak równania importu i eksportu przedstawione w pierwszym modelu ekonometrycznym Polski zbudowanym przez zespół pod kier. Z. Pawłowskiego. Można je znaleźć w pracy⁸.

Powyższe zmienne endogeniczne dotyczące «bloku handlu zagranicznego» związane są ponadto jedną relacją tożsamościową postaci:

$$Y_{20} = Y_{19} - Y_{18}, \quad (3.17)$$

przedstawiającą saldo bilansu handlowego.

1) Równanie konsumpcji indywidualnej można zapisać jako

$$Y_{21} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_8 + \alpha_2 Y_{22} + \alpha_3 X_{16} + \xi_t. \quad (3.18)$$

Wielkość konsumpcji indywidualnej jest określona przez obiektywnie działające prawa ekonomiczne, przy czym w szczególności przez prawo rynku zakładające równowagę popytu z podażą. Strona podażowa reprezentowana jest w równaniu przez zmienną Y_8 , tj. dochód narodowy w rolnictwie, natomiast strona popytowa przez zmienną Y_{22} , czyli ogólny indeks cen. Do równania wprowadzono także jedyną zmienną zero-jedynkową modelu, mianowicie X_{16} , gdyż w okresie intensywnego wzrostu gospodarczego wiele wysiłków kierowano na wzrost spożycia.

, 4) Zmienna Y_{22} określona jako ogólny indeks cen związana jest z 3 czynnikami w następujący sposób:

$$Y_{22} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_8 + \alpha_2 Y_{10} + \alpha_3 Y_{20} + \xi_t. \quad (3.19)$$

Te trzy czynniki to produkcja rolnicza (reprezentowana przez zmienną Y^8), bilans handlowy i całkowite zatrudnienie w gospodarce narodowej. Wiadomo bowiem, że wewnętrzna podaż produktów pochodzenia rolniczego jest bodźcem do kształtowania cen konsumpcyjnych. Poziom tych cen kształtuje również siła nabywczą ludności, która zmienia się proporcjonalnie do zmian w zatrudnieniu. Nie bez znaczenia dla kształtowania się cen pozostaje wymiana z zagranicą, dla równoważenia popytu z podażą bowiem niebagatelne znaczenie ma bilans handlowy.

m) Zmienne Y_{23} i Y_{24} są zmiennymi bloku demograficznego i oznaczają stopę urodzeń w mieście i na wsi. Można napisać odpowiednie równania:

$$Y_{23} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{21} + \alpha_2 X_{16} + \xi_t, \quad (3.20)$$

$$Y_{24} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{21} + \alpha_2 X_{16} + \xi_t. \quad (3.21)$$

⁸ Por. Praca zbiorowa pod red. Z. Pawłowskiego, *Model ekonometryczny gospodarki Polski Ludowej*, Warszawa 1968.

Przy konstrukcji tych równań przyjęto zasadę, że stopa urodzeń tak w mieście jak i na wsi zależna jest od zmiennej Y_{21} określonej jako konsumpcja na głowę. Wynika to z faktu, że standard życiowy ludności był i jest bodźcem do wzrostu liczby urodzeń. Znajduje to swoje uzasadnienie w tym, że rodzice chcąc zapewnić swemu potomstwu dobre warunki życia, zmuszeni są planować liczbę urodzeń, w przeciwnym bowiem przypadku poziom życia rodziny ulegałby zaniżeniu. Zmienną X_{16} uwzględniono z podobnych (przesłanek jak w równaniu (3.18), gdyż szybki wzrost gospodarczy w okresie 1971 - 1976 pociągał wzrost konsumpcji indywidualnej.

n) Stopa zgonów w mieście i na wsi

$$Y_{25} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_1 + \zeta_t, \quad (3.22)$$

$$Y_{26} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_8 + \zeta_t. \quad (3.23)$$

Ogólnie wiadomo, że liczba zgonów w dużym stopniu zależy od nakładów na służbę zdrowia, tzn. zasięgu jej oddziaływania (dostępności usług lekarskich i medykamentów), postępu medycyny, a w szczególności w zwalczaniu przedwczesnej umieralności. Nakłady te mogą być realizowane z dochodu narodowego i to zarówno wytworzonego w sektorze I jak i II. Zgodnie z tym założeniem w powyższych równaniach uwzględniono odpowiednio zmienne Y_1 i Y_8 .

o) Stopa migracji do miast netto

$$Y_{27} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{14} + \alpha_2 X_4 + \zeta_t. \quad (3.24)$$

Przy budowie tego równania przyjęto, że migracja o kierunku ze wsi do miast będzie następowała wskutek poszukiwania pracy przez ludność wiejską. Do poszukiwania pracy w sektorze I ludność wsi będą zachęcały płace w przemyśle i im te płace będą wyższe w stosunku do dochodów indywidualnych w rolnictwie, tym migracja ta będzie nabierała na sile. Warunkiem jednak migracji o tym kierunku jest wzrost liczby stanowisk pracy w działach nierolniczych, który jest możliwy do zapewnienia jedynie poprzez inwestycje w tym sektorze. Dlatego też w tym równaniu pojawiają się zmienne Y_{14} i X_4 .

p) W modelu dotyczącym procesu gospodarki socjalistycznej powinny się znaleźć równania nakładów na środki trwałe w sferze nieprodukcyjnej. Wiadomo bowiem, że nakłady inwestycyjne w zakresie budownictwa mieszkaniowego, oświaty, nauki oraz ochrony zdrowia i opieki społecznej są ściśle związane z sytuacją demograficzną społeczeństwa. Do modelu wprowadzono więc 5 zmiennych tj. Y_{28} - Y_{32} charakteryzujących nakłady na inwestycje w sferze działalności nieprodukcyjnej⁹. Odpowiednie równania mają postać

⁹ Zmienne te zdefiniowano w punkcie 1, rozdział II.

$$Y_{28} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{17} + \alpha_2 Y_{38} + \xi_t, \quad (3.25)$$

$$Y_{29} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{17} + \alpha_2 X_{15} + \xi_t, \quad (3.26)$$

$$Y_{30} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{31} + \alpha_2 X_8 + \xi_t, \quad (3.27)$$

$$Y_{31} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{17} + \alpha_2 X_8 + \alpha_3 Y_5 + \xi_t, \quad (3.23)$$

$$Y_{32} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{17} + \alpha_2 Y_5 + \xi_t. \quad (3.29)$$

Pozornie wydawać by się mogło, że w równaniach (3.26) i (3.27) nie uwzględniono zjawisk demograficznych sensu stricto, jednakże po głębszej analizie widać, że tak nie jest. W równaniu (3.26) występuje zmienna X_{15} charakteryzująca wielkość nakładów inwestycyjnych na ochronę zdrowia z rocznym opóźnieniem. I ta zmienna zawiera zjawiska demograficzne niejako w sobie, przy planowaniu tych nakładów w roku $t-1$ uwzględniono bowiem czynnik demograficzny, a w szczególności liczbę i strukturę według wieku. Podobna sytuacja występuje w odniesieniu do zmiennej X_8 występującej, w równaniu (3.27), a określającej liczbę izb mieszkalnych, która zależna jest od istniejącej sytuacji demograficznej społeczeństwa.

r) Analizując zatrudnienie w gospodarce socjalistycznej można zauważyć, że na wzrost gospodarczy ma wpływ nie tylko faktyczne zatrudnienie w tej gospodarce, ale także potencjalna podaż siły roboczej. Dlatego też zmienną dotyczącą zatrudnienia trzeba rozpatrywać w modelu z dwóch stron, tzn. od strony podaży i popytu na siłę roboczą. Ujęcie bowiem tej zmiennej jedynie od strony faktycznego zatrudnienia, tj. strony popytowej, może powodować dysproporcje między zapotrzebowaniem a podażą siły roboczej, co nie pozostałoby bez wpływu na przebieg procesu wzrostu. Stronę podażową zatrudnienia reprezentują zmienne $Y_{33} - Y_{36}$ określone następująco:

— frakcja ludności miejskiej w wieku poniżej 60 lat

$$Y_{33} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{17} + \alpha_2 Y_5 + \xi_t, \quad (3.30)$$

— ludność miejska w wieku poniżej 60 lat

$$Y_{34} = Y_{33} Y'_5, \quad (3.31)$$

gdzie Y'_5 oznacza średnią roczną liczbę ludności miejskiej,

— frakcja ludności wiejskiej w wieku poniżej 60 lat

$$Y_{35} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{18} + \alpha_2 Y_5 + \xi_t, \quad (3.32)$$

— potencjalna podaż siły roboczej poza rolnictwem

$$Y_{36} = Y_{34} + Y_3. \quad (3.33)$$

Celem możliwie pełnego opisanego gospodarki narodowej za pomocą modelu zachodzi potrzeba ścisłego uwzględnienia tych zjawisk demo-

graficznych, które mają decydujący wpływ na wzrost gospodarczy. Do zjawisk tych zaliczyć można np. liczbę ludności czynnej zawodowo i im ten czynnik ludzki w procesie tworzenia dochodu narodowego jest dokładniej scharakteryzowany, tym model lepiej opisuje rzeczywistość gospodarczą. Dlatego też powstaje potrzeba określenia liczby ludności biernej zawodowo ze pomocą zmiennych Y_{37} i Y_{38} , które opisane są w modelu następującymi równaniami:

$$Y_{37} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{19} + \alpha_2 Y_5 + \alpha_3 Y_6 + \xi_t, \quad (3.34)$$

$$Y_{38} = (Y'_5 + Y'_6) Y_{37}, \quad (3.35)$$

gdzie Y'_6 oznacza średnią roczną liczbę ludności wiejskiej.

IV. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony wcześniej model gospodarki narodowej można zapisać w postaci macierzowej:

$$BY + \Gamma X = \xi, \quad (3.36)$$

gdzie B jest macierzą współczynników stojących przy nieopóźnionych zmiennych endogenicznych, Γ jest macierzą współczynników stojących przy zmiennych z góry ustalonych, a Y , X i ξ są odpowiednio wektorami zmiennych endogenicznych nieopóźnionych w czasie, zmiennych z góry ustalonych i składników losowych. Układ równań (3.36) stanowi postać strukturalną modelu.

Po przedstawieniu budowy poszczególnych równań modelu konieczne wydaje się dodanie kilku uwag na temat charakteru założonych powiązań między wszystkimi zmiennymi endogenicznymi nieopóźnionymi. Rodzaj tych zależności ma bowiem swoje głębokie konsekwencje zarówno merytoryczne — w sensie zgodności modelu z opisywaną rzeczywistością, jak i statystyczne — ze względu na metody estymacji, jakie należy wykorzystać do kwantyfikacji parametrów strukturalnych.

Macierz parametrów przy zmiennych endogenicznych nieopóźnionych nie jest macierzą diagonalną ani trójkątną, a więc jest to model o równaniach współzależnych. Stąd, aby dokonać estymacji, musi być stosowana jedna ze specjalnych metod estymacji właściwych dla tego typu modeli, tj. 2 MNK. W modelu można wyróżnić szereg łańcuchów powiązań przyczynowych między zmiennymi. A oto kilka z nich:

łańcuchy o charakterze zamkniętym:

$$Y_5 \leftarrow Y_{25} \leftarrow Y_1 \leftarrow Y_7 \leftarrow Y_2 \leftarrow Y_5,$$

$$Y_1 \leftarrow Y_7 \leftarrow Y_3 \leftarrow Y_{14} \leftarrow Y_{11} \leftarrow Y_{17} \leftarrow Y_1,$$

$$Y_6 \leftarrow Y_{24} \leftarrow Y_{21} \leftarrow Y_{22} \leftarrow Y_{10} \leftarrow Y_4 \leftarrow Y_6,$$

$$Y_{27} \leftarrow Y_{14} \leftarrow Y'_{11} \leftarrow Y_{17} \leftarrow Y_1 \leftarrow Y_7 \leftarrow Y_2 \leftarrow Y_5 \leftarrow Y_{27},$$

łańcuchy o charakterze otwartym:

$$Y_{20} \leftarrow Y_{18} \leftarrow Y_1 \leftarrow Y_7,$$

$$Y_6 \leftarrow Y_{26} \leftarrow Y_8,$$

gdzie strzałki oznaczają kierunek oddziaływania.

Jednakże (przystępując do estymacji parametrów strukturalnych modelu należy sprawdzić, czy poszczególne równania tego modelu są identyfikowalne, tzn. czy mają taką budowę, że można otrzymać statystyczne oceny poszczególnych parametrów. Problem identyfikacji modelu oraz wyniki estymacji zostaną przedstawione w kolejnej pracy.

Makromodele ekonometryczne gospodarki narodowej powinny i w pełni mogą być przydatne do celów szeroko pojętej analizy stanu i rozwoju tej gospodarki, a także mogą stanowić cenne narzędzie pomocnicze planisty na szczeblu centralnym. Zbudowany i statystycznie oszacowany model gospodarki narodowej daje pogląd na podstawowe prawidłowości ekonomiczne i relacje, w jakich pozostawały do siebie różne zjawiska makroekonomiczne. We wstępnych stadiach procesu planowania rozpoznaje się kilka możliwych wariantów i ocenia, który z nich jest najkorzystniejszy z punktu widzenia przyjętego kryterium jakości. Stąd też wyłania się druga sfera wykorzystania makromodeli. Z jednej strony, pozwalają one obliczyć spodziewane efekty przy założonych wartościach zmiennych decyzyjnych odpowiadających poszczególnym wariantom planu; a z drugiej strony, dzięki ich stochastycznej naturze, uzyskuje się pogląd na rząd możliwych odchyłeń endogenicznych od wielkości przewidywanych. Jest to istotna informacja na temat realności realizacji zamierzeń. Jako trzeci z kolei kierunek zastosowań makromodeli w gospodarce socjalistycznej wymienić należy wnioskowanie o przyszłym kształtowaniu się wielkości, które z różnych względów nie mogą być przedmiotem ścisłego, dyrektywnego planowania. Są to między innymi: popyt konsumpcyjny ludności czy rozmiary produkcji roślinnej i zwierzęcej. Inny kierunek zastosowań to przewidywanie efektów określonych decyzji ekonomicznych mających na celu pobudzenie lub regulowanie gospodarki. Nie trzeba uzasadniać znaczenia, jakie dla sprężystego kierowania gospodarką posiada dostatecznie szybkie rozeznanie, jakie są perspektywy wykonania planu gospodarczego w odniesieniu do różnych jego wskaźników. Na szczeblu centralnym wchodzić będzie w grę przede wszystkim prognozowanie wykonania planów rocznych oraz pięcioletnich, i w tej sferze dużą rolę odgrywają makromodele gospodarki narodowej. Specjalnym wariantem wnioskowania o przyszłym poziomie wykonania planu jest budowa prognoz odchyłeń od planu¹⁰. Podstawą budowy takich prognoz są makromodele ekonometryczne kształtowania się odchyłeń od pla-

¹⁰ Por. Z. Pawłowski, *Zasady predykcji*, Warszawa 1933.

nu, które dają możliwość przewidzenia możliwości wystąpienia określonych odchyleń, a tym samym i podjęcia odpowiednich kroków zaradczych. Przedstawiony demoeconometryczny model gospodarki Polski autor zamierza wykorzystać do analizy konsekwencji określonej polityki gospodarczej¹¹. Z formalnego punktu widzenia wykorzystanie modelu sprowadza się wtedy do podstawienia w nim za egzogeniczne zmienne decyzyjne wartości założonych przez rozpatrywany wariant działania, co pozwala na obliczanie wynikających z tego wartości zmiennych endogenicznych. Dokonując takich obliczeń w odniesieniu do pewnego odcinka czasu otrzymujemy ciągi wartości zmiennych endogenicznych występujących w modelu. Ciągi te nazywamy ścieżkami wzrostu. Dysponując dla tych samych zmiennych ścieżkami wzrostu odpowiadającymi różnym wariantom działania (tj. odmiennym założeniom co do zmiennych decyzyjnych) można w konsekwencji wybrać ten wariant działania, który uznaje się za najlepszy.

Prezentowaną koncepcję modelu demoeconometrycznego należy traktować jako koncepcję wyjściową, wymagającą prowadzenia dalszych studiów o charakterze metodologicznym nad doskonaleniem jego postaci strukturalnej. Wprowadzane zmiany wymagać będą empirycznej weryfikacji w celu określenia jego własności poznawczych, zarówno pod względem diagnostycznym jak i predykcyjnym.

ATTEMPT AT CONSTRUCTION OF DEMOECONOMETRIC MODEL OF POLISH ECONOMY

Summary

The study presents a structural form of demoeconometric model of Polish economy. Generally, demoeconometric models are mathematical ones, which are coding relations existing between basic economic and demographic values in formalized way. They allow to examine mechanisms of interactions of economic and demographic factors and to establish whether changes in demography are determined by economic phenomena and vice versa.

The described model is linear with the exception of equation determining variables Y_s , Y_6 . It consists of 58 variables, 39 out of which are endogenous. The endogenic sphere of a model is divided into 6 blocks i.e.: employment, GNI, investments, foreign trade, consumption and demographic phenomena. Dynamic series of the period of 1960-1981 (21 years) became a basis of model estimation. Demoeconometric model of Polish economy will be used for ex-ante simulation and construction of variant prognoses. Having assumed defined sequences of describing variables for future periods, it would be possible to calculate expected values for endogenous variables representing basic economic and demographic phenomena and to find their paths of growth.

¹¹ Por. Z. Pawłowski, *Elementy ekonometrii*, s. 303-307; Praca zbiorowa pod red. Z. Pawłowskiego, *Ekonometryczne metody prognozowania wykonania planów gospodarczych*, Warszawa 1979, s. 198 - 210.