



SYMULACYJNY MODEL GOSPODARKI POLSKI

Polska Akademia Nauk • Instytut Badań Systemowych

Seria: BADANIA SYSTEMOWE
tom 20

Redaktor naukowy:

Prof. dr hab. Jakub Gutenbaum

Warszawa 1998

SYMULACYJNY MODEL GOSPODARKI POLSKI

Pod redakcją

Jakuba GUTENBAUMA

i Michała INKIELMANA

Publikację opiniował
Prof. dr hab. Jerzy Kisielnicki

Publikacja współfinansowana przez
KOMITET BADAŃ NAUKOWYCH w ramach projektu
badawczego Nr 1 H02B 023 09 nt. „Wyznaczania
efektywnych dróg rozwoju makroekonomicznego
Polski na podstawie modelu matematycznej symulacji
komputerowej”

Copyright © by Instytut Badań Systemowych PAN
Warszawa 1998

ISBN 83-85847-08-1
ISSN 0208-8029

2. Struktura modelu i jego podstawowe elementy.

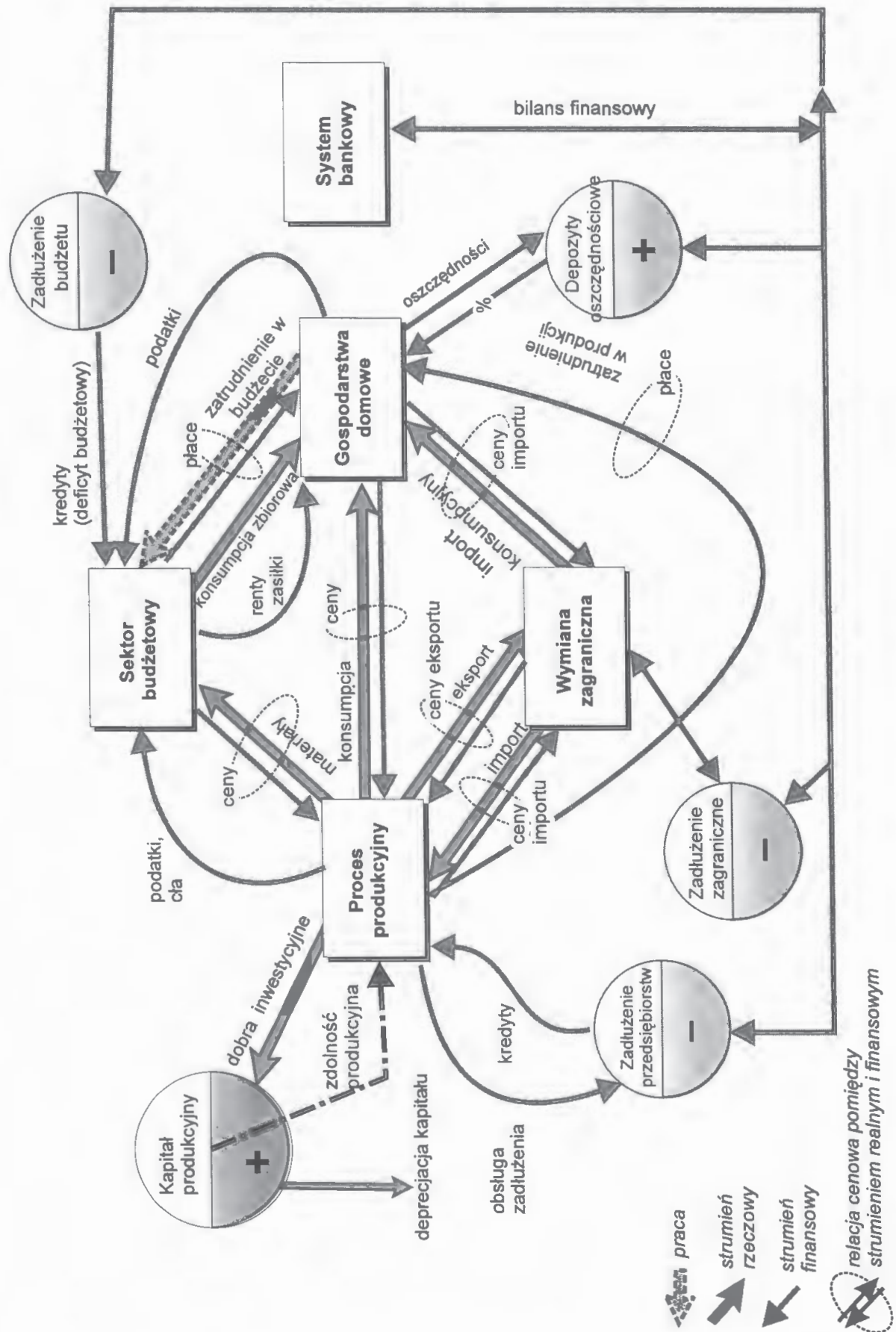
2.1. Uwagi ogólne.

W ogólnym zarysie omawiany model opiera się na takich samych zasadach, co model opracowany w IBS PAN przez ten sam zespół w latach poprzednich (Gutenbaum J. i in., 1994). Pod wieloma względami jest on również podobny do modelu KEMPO (Czerwiński Z. i in., 1996). Podstawowe procesy makroekonomiczne związane są z przepływami (strumieniami) określonych dóbr. Na schemacie (rys. 2.1) przedstawiono uproszczoną strukturę tych przepływów. Operując dwoma typami strumieni: rzeczowymi i finansowymi przyjmuje się, że w ramach każdego typu obowiązują zależności bilansowe. Więzy wynikające z tych zależności pozwalają w istotny sposób ograniczyć liczbę stopni swobody dla zmiennych procesu makroekonomicznego. Dzięki temu pozostaje do określenia tylko stosunkowo niewielka liczba związków pomiędzy zmiennymi (najczęściej są to wzajemne związki między zmiennymi, opisującymi strumienie rzeczowe i finansowe). Zalety takiego podejścia ujawniają się szczególnie ze względu na trudności w zgromadzeniu dostatecznej liczby danych statystycznych, niezbędnych do nastrajania modeli ekonometrycznych.

W początkowej fazie budowy modelu wyróżniono następujące podmioty makroekonomiczne: sektor produkcyjny, sektor gospodarstw domowych, sektor budżetowy oraz sektor finansowo-bankowy, połączone ze sobą funkcjonalnie przez rynki – głównie rynek produktu i rynek kredytów. Założenie jednorodności produktu oznacza jednak utrudnienie modelowania dynamiki zmian strukturalnych gospodarki. W tej sytuacji zdecydowano się na dość daleko idącą rozbudowę modelu.

Istotnym założeniem, które wprowadzono do modelu, jest wyróżnienie trzech rodzajów produktów: dobra materiałowe, dobra inwestycyjne i dobra konsumpcyjne. Pociąga to za sobą konieczność modelowania trzech rynków produktu, z trzema różnymi cenami i odpowiednimi równaniami bilansowymi.

Przyjęty podział sektora produkcyjnego oznacza klasyfikację dóbr ze względu na przeznaczenie (odbiorcę) i nie związaną z formalną klasyfikacją przedsiębiorstw produkcyjnych i ich podziałem branżowym. Czynnikiem ten w decydujący sposób wpływa na sposób interpretacji danych statystycznych przy dostrajaniu modelu i wymaga również dodatkowych elementów w scenariuszach symulacyjnych. Problem ten wiąże się również ze zmianą w latach 90-tych systemu klasyfikacji statystycznej i jest przedmiotem szczegółowej analizy w rozdziale omawiającym dostępność i sposób wykorzystania danych statystycznych (rozdział 3).



Rys. 2.1. Schemat modelu makroekonomicznego

Podział podmiotów sektora produkcyjnego na trzy grupy, rozróżniane z punktu widzenia odbiorcy produktu zależnie od przeznaczenia, oznacza, że podział mocy produkcyjnych pomiędzy tymi grupami może się w pewnym zakresie zmieniać w wyniku samej tylko zmiany struktury popytu. Ten sam – z fizycznego punktu widzenia – produkt może być w wielu przypadkach zaliczony do materiałów, dóbr inwestycyjnych lub dóbr konsumpcyjnych, a więc zmiana udziałów sektorów produkcyjnych w produkcji globalnej może odbywać się, w pewnym zakresie, bez jakichkolwiek faktycznych zmian w branżowej strukturze produkcji, a więc bez dodatkowych kosztów i trwałej zmiany struktury produkcji. W modelu uwzględniono ten efekt przez umożliwienie przepływów finansowych między sektorami produkcyjnymi (zyski w jednym – inwestowane bezpośrednio w innym) oraz przez umożliwienie przesuwania kapitału produkcyjnego. Oba te narzędzia mogą być uruchamiane za pomocą odpowiednich parametrów scenariuszy symulacyjnych (nie zdecydowano się na zdefiniowanie w modelu mechanizmów automatycznego dostrajania struktury sektorów produkcyjnych do struktury popytu).

Tak jak w poprzednio opracowanym modelu makroekonomicznym [Gutenbaum i inni, 1994] sektor produkcyjny dzieli się na części prywatną i państwową o różnych charakterystykach. W konsekwencji, w aktualnym modelu funkcjonuje sześć różnych podmodeli sektorów produkcyjnych. Struktura tych podmodeli jest w zasadzie jednakowa. Różnice polegają na nieco różnym sposobie rozdziału zysków i dodatkowych środków finansowania inwestycji i strat w sektorze prywatnym i państwowym. Sektor produkcji dóbr konsumpcyjnych różni się od pozostałych innym sposobem rozdziału popytu pomiędzy część prywatną i państwową, co wiąże się z przyjęciem założenia o różnych mechanizmach rynkowych dla dóbr konsumpcyjnych i dla pozostałych produktów.

Istotną cechą modelu jako całości jest konsekwentne bilansowanie wszystkich strumieni i zasobów, zarówno rzeczowych (oddzielne dla wszystkich trzech typów dóbr bilanse produkcji, importu, eksportu i zużycia) jak i finansowych: każdy składnik kosztów jednego z sektorów (podmiotów) gospodarczych ma swój odpowiednik w przychodach innego podmiotu lub w bilansie handlu zagranicznego. Taka idealizacja modelu ma na celu głównie kontrolę formalnej poprawności systemu równań w celu uniknięcia większych błędów obliczeniowych. Pełne zestrojenie takiego modelu z danymi statystycznymi rzeczywistej gospodarki jest bowiem mało realne z uwagi na to, że z różnych powodów (będzie o nich mowa w dalszych rozdziałach) dane statystyczne nie spełniają wspomnianych bilansów.

Mimo narzuconego dla modelu warunku bilansowania się wielkości wyjściowych, jego struktura obliczeniowa nie wymaga rozróżniania między pojęciami „wartość zmiennej *ex ante*” i „wartość zmiennej *ex post*”. Wszędzie tam, gdzie wartość strumienia (rzeczowego lub finansowego) na wejściu jakiegoś procesu musi być wyznaczona wcześniej niż znane są potrzeby tego procesu, znajdują się odpowiednie bufory (zapasy produktu, depozyty lub kredyty), które pochłaniają lub uzupełniają chwilowe niezrównoważenia

strumieni w modelu. Bufory te nie są tylko rozwiązaniem problemów numerycznych, gdyż z reguły mają odniesienie do rzeczywistości gospodarczej.

Istotną cechą modelu jest sposób jego dekompozycji na podmodele. Dekompozycji tej dokonano nie z punktu widzenia typów procesów ekonomicznych, lecz ze względu na grupy zmiennych decyzyjnych i intensywność związków funkcyjnych pomiędzy zmiennymi. W konsekwencji poszczególne podmodele możemy nazwać zagregowanymi podmiotami gospodarczymi, w których zachodzą różnorodne procesy o silnie rozbudowanych sprzężeniach wewnętrznych (lokalnych) przy stosunkowo niewielkiej liczbie zmiennych wiążących podmodel z resztą modelu. Ostatecznie model został zdekomponowany na sześć sektorów produkcyjnych, sektor gospodarstw domowych, sektor budżetowy oraz sektor finansowo-bankowy. Powiązanie podmodeli z otoczeniem, tj. z procesami, które nie należą do procesów modelowanych (granica modelu jest przedmiotem dość arbitralnego wyboru i może być przesuwana) odbywa się za pośrednictwem zmiennych egzogenicznych i parametrów. Wraz z warunkami początkowymi określają one **scenariusz** tj. zbiór warunków umożliwiający uzyskanie jednoznacznego rozwiązania symulacyjnego modelu. Użytkownik modelu może w wielu przypadkach decydować, czy wielkości te traktuje jako rzeczywiste wielkości egzogeniczne, czy też wiąże je zależnościami funkcyjnymi z innymi wielkościami modelu. Dotyczy to w szczególności wielkości wejściowych, które zaliczyć można do zmiennych decyzyjnych: uzupełniając model algorytmem podejmowania decyzji (regułą decyzyjną) eliminuje się niektóre zmienne ze zbioru zmiennych egzogenicznych. Dekomponując model na podmodele przyjęto zasadę, że każda wielkość egzogeniczna należy do wejść tylko jednego podmodelu, niezależnie od liczby powiązań modelu z tą zmienną. Zapobiega to przypadkowemu tworzeniu wewnętrznie sprzecznych scenariuszy.

Dość kosztowne z punktu widzenia liczby zmiennych, lecz bardzo korzystne z uwagi na cechy użytkowe modelu, jest przyjęcie ogólnej zasady, że każda wartość zmiennej reprezentującej wielkość podlegającą bilansowaniu (strumienie materialne i finansowe) jest obliczana w modelu tylko w jednym miejscu, niezależnie od tego w jak wielu podmodelach jest wykorzystywana. Dzięki temu modyfikacje równań dowolnego podmodelu, dokonywane w trakcie jego dostrajania i eksperymentów symulacyjnych, nie naruszają zgodności bilansów modelu jako całości.

2.2. Konwencja opisu modelu

Poniżej przedstawiony zostanie opis poszczególnych podmodeli makroekonomicznych, a następnie mechanizmów powiązania ich w jeden, w pełni skoordynowany model. Ze względu na liczną zależność matematycznych składających się na każdy z podmodeli, w celu umożliwienia czytelnikowi wyboru szczegółowości dostosowanej do jego aktual-

7. Bibliografia

- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1992, Basic Markets Equations for Inflation Modelling. Presented on *IFORS 2nd Spec. Conference on Transition to Advanced Market Economies*. June 22-25, 1992, Warsaw. Mat. konf.: Transition to Advanced Market Economies, Owsiniński J., Stefański J., Straszak A. (eds.), Warszawa. pp. 223-232.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1994, Inflation Modelling at the Macro Level. *Macromodels'93*, Dec. 8-10, 1993, Łódź. W. Welfe, W. Zatoń, (eds.), Committee of Statistics and Econometrics Polish Academie of Sciences, MACROMODELS'93, Łódź.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1995, Modelling and Simulation of Macroeconomic Transition Process. In: *Proc. of the IMACS Symposium on Systems Analysis and Simulation, Berlin 26-30 June 1995*, Gordon and Breach Publishers, Berlin. pp. 827-832.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1995, Doradczy model symulacyjny do wspomaganie decyzji makroekonomicznych. Referat na *Krajowej Konferencji nt.: Analiza decyzyjna, systemy eksperckie, zastosowania systemów komputerowych*, 25 - 27 maja 1994. W: R. Kulikowski, L. Bogdan, (red.), Wspomaganie decyzji. Systemy eksperckie. IBS PAN, Warszawa. ss. 57 -63.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1995, Tool for Simulation of Macroeconomic Transition Process. Referat wygłoszony na: *XII International Conference on System Science.*, Wrocław, 12-15 września 1995 r.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1995, Modelowanie i symulacja procesów transformacji gospodarczej. *Mat. XI Międzynarodowego Sympozjum Zastosowań Teorii Systemów, Zakopane'95*. AGH, Kraków 1995. *Elektrotechnika*, Kwartalnik Akademii Górniczo-Hutniczej , t. 14, zesz. 3, Kraków. ss. 157 - 166.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1995, Modelling of an Economy in Transition (some computer simulation results). *Proc. of XXII International*

- Conference MACROMODELS'95*, Warszawa, grudzień 1995. (eds.): W. Welfe, M. Majsterek, Łódź. pp. 29-43.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1997, Development trajectories of economy in transition. Materiały *Trzecich Warsztatów Naukowych PTSK: Symulacja w Badaniach i Rozwoju*, Wigry'96.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1997, Computer support of macroeconomic decisions. Proc. of *IMACS Symposium on Mathematical Modelling*, February 5-7, 1997, Technical University Vienna, Austria, (eds.): I. Troch, F. Breitenecker, AGRESIM Report No. 11.
- Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M., 1997, Price mechanisms in the macroeconomic simulation model. Paper presented at the *INFORMS/IFORS/IFAC/IASSA Conf.: Transition to Advanced Market Institutions and Economies*, Warszawa, June, 18-21, 1997.
- Barczak A., Ciepielewska B., Jakubczyk T., Pawłowski Z., 1968, Model ekonometryczny gospodarki Polski Ludowej, PWE, Warszawa.
- Barteczko K., Bocian A., 1996, Makroekonomiczny model długookresowego rozwoju gospodarczego, w: *Budowa i implementacja modeli makroekonomicznych*, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa.
- Biebler E., Fleissner P., Ludwig U., 1991, Uber den Niedergang zum Aufschwung ? Szenario Analysen: *Ostdeutschlands Ubergang zur Marktwirtschaft*, Wissenschaftszentrum Berlin fur Sozialforschung, P 91 303.
- Campisi D., Gastaldi M., La Bella A., 1993, Optimal Growth and Planning in a Multi-Regional Economy: A Computer Program and Application to the Italian Case, *Computational Economics*, vol. 6.
- Charemza W., Quandt R., 1982, Models and Estimation of Disequilibrium of Centrally Planned Economies, *Review of Economic Studies*, vol. 49.
- Cichoński K. I in., 1988, Zbiór procedur rozwiązywania sektorowego modelu gospodarki narodowej na IBM PC, w: *Komputerowe systemy i metody wspomagające podejmowanie decyzji*, IBS PAN, Warszawa.
- Czerwiński Z., 1972 (wyd. 3), *Matematyka na usługach ekonomii*, PWN, Warszawa.
- Czerwiński Z., Guzik B., 1980, *Prognozowanie ekonometryczne*, PWN, Warszawa.

- Czerwiński Z., Jurek W., Panek E. i in., 1986, Budowa systemu modeli dla wyznaczania ścieżek wzrostu gospodarki narodowej. Etap 1. Dynamiczny model przepływów rzeczowo-finansowych: Koncepcja teoretyczna i wstępne obliczenia, Program badawczy CBP 02.15/1.1.4, Poznań.
- Czerwiński Z., Gedymin W., Kiedrowski R., Panek E., 1996, Makroekonomiczny średnio-okresowy model gospodarki Polski KEMPO 94. Ogólna charakterystyka i równania modelu, w: *Budowa i implementacja modeli makroekonomicznych*, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa.
- Gadomski J., Woroniecka I., 1996, Dynamic Model of the Polish Economy during the Transition Period, w: *Materiały konferencyjne konferencji MACROMODELS'96*, 4-6 grudnia, Łódź.
- Gajda J.B., 1993, Model ekonometryczny w optymalnym sterowaniu gospodarką, PWE, Warszawa.
- Gandolfo G., (1997), *Economic Dynamics*, Springer-Verlag, Berlin.
- Gehring G., Welfe W. (eds.), 1993, *Economies in Transition. A systems of Models and Forecasts for Germany and Poland*, Physica Verlag, Berlin.
- Gomułka S., 1993, Budget Deficit and Inflation in Transition Economies: The Case of Poland, referat wygłoszony na konferencji *International Workshop on Macroeconomic Stabilization of Economies in Transition*, 22-24 kwietnia, Praga.
- Gutenbaum J., 1992, *Modelowanie matematyczne systemów*. Wyd. 2, Omnitech Press, Warszawa.
- Gutenbaum J., Babarowski J., Inkielman M., 1994, *Modelowanie matematyczne procesu inflacji w warunkach restrukturyzacji gospodarki*. Raport z realizacji projektu badawczego KBN nr 1 1062 91 01. pod kier. J. Gutenbauma, IBS PAN, Warszawa.
- Gutenbaum J., 1996, *Methods for Optimal Control of Multistage Processes*. *Archives of Control Sciences*, No 3/4.
- Gutenbaum J., Inkielman M., 1997, *Badania optymalizacyjne symulacyjnych modeli makroekonomicznych*. Ref. wygłoszony na XII *Międzynarodowe Sympozjum Zastosowania Teorii Systemów*, Zakopane'97. *Automatyka*, Półrocznik AGH, t.1, zesz. 1., Wydawnictwa AGH, Kraków. ss. 161-168.
- Hall R.E., Taylor J.B., 1997, *Makroekonomia - Teoria, funkcjonowanie i polityka*, PWN, Warszawa.

- Hall S.G., 1990, Modelling the Sterling Effective Exchange rate, Bank of England Technical Paper, N° 33.
- Inkielman M., 1995, Modelowanie i symulacja komputerowa procesów przejściowych w makroekonomii (na przykładzie Polski w latach 1990-1994). *Biuletyn IBS PAN.*, Nr 3, Warszawa. str. 5 - 22.
- Klein L.R., 1982, Wykłady z ekonometrii, PWE, Warszawa.
- Klein L.R.(ed.), 1991, Comparative Performance of US Econometric Models, Oxford University Press, Oxford.
- Kaliszewski I., 1987, A modified weighted Tchebycheff metric for multiple objective programming. *Computers and Operations Research*, vol.14, pp. 315-323.
- Kaliszewski I., 1994, Quantitative Pareto Analysis by Cone Separation Technique. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Kaliszewski I., (w druku), A theorem on nonconvex functions and its applications to vector optimization. *European Journal of Operations Research*.
- Langer H.G., Martiensen J., Quinke H. (eds.), 1984, Simulationsexperimente mit ökonomischen Makromodellen, Munchen-Wien.
- Lee K., 1997, Modelling Economic Growth in the UK: An Economic Case for Disaggregated Sectoral Analysis, *Econometric Modelling*, vol. 14, N° 3.
- Naylor T.H. (ed.), 1971, Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems, Wiley, New York.
- Narel S., Welfe A., 1990, Bazy danych modeli, *Finanse - Prace Instytutu Ekonometrii i Statystyki Uniw. Łódzkiego*, Nr 74.
- Parenti G. (ed.), 1974, Soluzione e impiego di modelli econometrici, Il Mulino, Bologna.
- Pawłowski Z., Wstęp do statystyki matematycznej, 1966 (wyd. 2), PWN, Warszawa.
- Sarrazin H.T., 1984, Simulationsexperimente mit dem Bonner Modell 11, 1984, w; Langer H.G., Martiensen H., Quinke H., (eds.), Simulationsexperimente mit ökonomischen Makromodellen, Munchen-Wien
- Schaffer M., 1993, Polish Economic Transformation: From Recession to Recovery and the Challenges Ahead, *Business Strategy Review*, vol.4, No 3.
- Tomaszewicz Ł., Lipiński C., Plich M., Balcerak A., Przybyliński M. 1996, Zintegrowany model analityczno-symulacyjny IMPEC-CUP, w: *Budowa i implementacja*

modeli makroekonomicznych, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa.

- Wallis K.F., 1993, Comparing Macroeconometric Models: A Review Article, *Economica* 60.
- Wang B., Klein E., Rao U.L.G., 1995, Inflation and Stabilization in Argentine, *Economic Modelling*, vol. 12, N° 4.
- Welfe A., 1993, *Inflacja i rynek*, PWN, Warszawa.
- Welfe W., 1992, *Ekonometryczne modele gospodarki narodowej Polski*, PWE, Warszawa.
- Welfe W., Zatoń W. (eds.), 1993, Problems of Building and Estimation of Econometric Models, Proceed. of MACROMODELS 93, Łódź.
- Welfe W., Majsterek M. (eds.) ,1995, Macromodels and Forecasts, Proceed. of MACRO-MODELS 95, Łódź .
- Welfe W., Welfe A., Florczak W., 1996, Makroekonomiczny minimodel gospodarki polskiej, w: *Budowa i implementacja modeli makroekonomicznych*, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych, Warszawa.
- Welfe W., 1996, Średniookresowy ekonometryczny model gospodarki narodowej Polski w warunkach transformacji. Absolwent, Łódź.
- Welfe W., 1997, Topics of Modelling Economies of Transition, INFORMS/IFORS/IFAC/IASSA Conf. on *Transition to Advanced Market Institutions and Economies*, Warsaw, June 1997

