



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

5. Efektywne ścieżki rozwoju

5.1. Uwagi ogólne

Jednym z podstawowych celów budowy prezentowanego modelu symulacyjnego jest umożliwienie poszukiwania rozwiązań w postaci efektywnych ścieżek rozwoju ekonomicznego kraju. Poszukiwanie to wymaga jednak sformułowania celów rozwoju, co wykracza poza zadania konstruktorów modelu. Dalej omówiono wybrane rozwiązania wariantowe, które wynikają z odmiennych podejść do tego problemu. Prowadzą one do skrajnie różnych strategii makroekonomicznych. Ocena przydatności tych podejść dla rzeczywistego systemu gospodarczego Polski jest sprawą dyskusyjną i należy wątpić w możliwość obiektywizacji takiej oceny.

Jeśli dysponujemy pełnym modelem systemu makroekonomicznego wraz z ciągami czasowymi zmiennych egzogenicznych, znalezienie rozwiązania optymalnego w określonym sensie (dla wybranego kryterium jakości i danych ograniczeń) nie stanowi problemu, choć może być pracochłonne. Stopień złożoności obliczeniowej zadania rośnie oczywiście, wraz ze wzrostem złożoności modelu, w szczególności – ze wzrostem liczby zmiennych decyzyjnych, które są argumentami funkcji kryterialnej.

W rzeczywistości problem jest znacznie trudniejszy. Decydują o tym dwa czynniki. Pierwszy, to konieczność uwzględnienia wielu kryteriów, których hierarchia nie tylko jest trudna do apriorycznego ustalenia, ale również może być zmienna w czasie [Gutenbaum J., 1996]. Drugi czynnik, to obciążenie każdego rozwiązania modelu błędami prognoz zmiennych egzogenicznych. Należy tu zauważyć, że część ograniczeń zmiennych decyzyjnych również ma charakter prognoz (dotyczy to w szczególności ograniczeń wymuszanych przez przewidywane oddziaływanie czynników pozaekonomicznych, np., ograniczenie dolne tempa wzrostu płac realnych, stopa inwestycji). Może się więc zdarzyć, że rozwiązaniem preferowanym nie będzie rozwiązanie optymalne w sensie deterministycznym, lecz rozwiązanie „tylko” zadawalające, którego dodatkową cechą jest mała wrażliwość na błędy prognoz, tzw. rozwiązanie odporne.

Mówiąc o efektywnych ścieżkach rozwoju ekonomicznego, mamy oczywiście na uwadze procesy dynamiczne i poszukujemy rozwiązań w postaci trajektorii zmiennych decyzyjnych i zmiennych wyjściowych. Waga poszczególnych odcinków tych trajektorii w ocenie jakości procesu podlega również arbitralnemu wyborowi i może ulegać zmianom, podobnie jak horyzont obserwacji. Z punktu widzenia decydentów – taki horyzont wyznaczony jest przez czas, po jakim mogą być „rozliczani” – tak więc w sposób naturalny odcinki trajektorii procesów gospodarczych mogą być zsynchronizowane z kalendarzem politycznym (kadencyjność władz, termin zamknięcia roku budżetowego itp.).

Z formalnego punktu widzenia powyższe problemy można sprowadzić do problemu wielokryterialnego, tzn. poszukiwania rozwiązania w zbiorze rozwiązań efektywnych w sensie Pareto (to jest w takim podzbiorze rozwiązań, w którym nie ma możliwości poprawy jakości względem dowolnego z kryteriów, bez pogorszenia jakości względem przynajmniej jednego z pozostałych kryteriów). Istnieją metody skalaryzacji zadania, w których za pomocą zmiany parametrów możliwe jest przeszukanie przestrzeni rozwiązań i wyznaczenie wszystkich elementów zbioru efektywnego. Jednakże, im więcej kryteriów bierze się pod uwagę, tym liczniejszy z reguły jest zbiór rozwiązań efektywnych, szybko rośnie czas obliczeń wielokrotnie rozwiązywanych zadań optymalizacyjnych, a wnioski są mało konstruktywne.

W praktyce, podjęcie racjonalnej decyzji jest możliwe, gdy dysponuje się co najwyżej kilkoma alternatywnymi rozwiązaniami.

Precyzując wymagania sformułowane w problemie wielokryterialnym (np. odrzucając część kryteriów jako nieistotne, ustalając porządek ważności kryteriów lub wprowadzając ograniczenia wartości funkcji kryterialnych) otrzymujemy zadania, których zbiory rozwiązań efektywnych są podzbiorami zbioru efektywnego zadania ogólnego. W skrajnych przypadkach uzyskuje się w ten sposób zadania ze skalarnym kryterium i jednoznacznym rozwiązaniem, będącym, oczywiście, jednym z rozwiązań efektywnych ogólnego zadania wielokryterialnego.

Aby umożliwić decydentowi sprecyzowanie wymagań, stosuje się w optymalizacji wielokryterialnej techniki interaktywne. Istota interaktywności polega tu na powiązaniu w świadomości decydenta werbalnie formułowanych postulatów z rozwiązaniami modelu, „w najlepszy sposób” spełniającymi te postulaty. Bywa, że po analizie rozwiązania opartego na wstępnie sformułowanych wymaganiach, decydent dochodzi do wniosku, że zupełnie nie o to mu chodziło i w konsekwencji zmienia wymagania. Wobec tego, że za każdym razem należy rozwiązać wielowymiarowe, a więc czasochłonne zadanie optymalizacji, proces interaktywny należy zorganizować tak, aby wymagał stosunkowo małej liczby powtórzeń. Zwykle proces ten kończy się wówczas, gdy rozwiązanie zadania jest jednoznaczne lub liczba rozwiązań jest tak mała, że decydent może dokonać wyboru.

Dużym ułatwieniem dla decydenta jest posługiwanie się, na każdym kroku interaktywnej procedury poszukiwawczej, modelem symulacyjnym, umożliwiającym obserwację, nie tylko zmiennych występujących bezpośrednio w kolejnych zadaniach optymalizacji, ale także licznych skutków ubocznych analizowanych decyzji.

W przypadku złożonego, wielowymiarowego, nieliniowego modelu, jakim jest omawiany model makroekonomiczny, również wybór punktu startowego w istotny sposób wpływa na zbieżność procedury. W celu usprawnienia interaktywnego procesu precyzowania zadania założono, że punktem wyjścia tej procedury jest wybór jednej z kilku klasyc-

nie sformułowanych strategii ekonomicznych, określonych przez wymagania dotyczące głównych kryteriów jakości. Rozpatrzono następujące warianty:

- wariant monetarystyczny, którego głównym celem jest zredukowanie inflacji w ciągu kilku lat do wartości jednocyfrowej,
- wariant populistyczny, którego celem jest szybki wzrost poziomu konsumpcji (również w ciągu kilku lat),
- wariant szybkiego wzrostu, którego celem jest wzrost PKB oraz udziału wymiany handlowej z zagranicą w PKB,
- wariant zrównoważonego wzrostu: osiągnięcie wysokiego tempa wzrostu PKB i konsumpcji przy ograniczonej inflacji i zrównoważonym bilansie handlowym.

Powyższe warianty można uznać za dostatecznie reprezentatywne, jako punkty startowe dla całego obszaru poszukiwań. Równocześnie należy się spodziewać, że interaktywny proces dochodzenia do rozwiązania końcowego ma silne właściwości lokalne, tzn. wybór punktu startowego w istotny sposób wpływa na to rozwiązanie.

W wyniku stosowania przedstawionych strategii uzyskuje się cztery, stosunkowo mało liczne podzbiory rozwiązań efektywnych.

Nawet tak postawione zadanie wymaga w zasadzie wielokrotnego rozwiązywania wielowymiarowego zadania optymalizacji. Można tego uniknąć, przynajmniej w pierwszym kroku, opierając się na charakterystykach wycinkowych modelu, omówionych w poprzednim rozdziale.

Charakterystyki te reprezentują zależność zmiennych wyjściowych, wybranych jako funkcje kryterialne (PKB, konsumpcja, bezrobocie, inflacja), od par zmiennych decyzyjnych, przy ustalonych innych zmiennych¹. Zależności te pozwalają określić decyzje (pary wartości zmiennych), należące do zbioru efektywnego i wyselekcjonowane z tego zbioru przez wybór strategii. W ten sam sposób postępuje się z pozostałymi, pogrupowanymi w pary, zmiennymi decyzyjnymi. Wszystkie, wyznaczone w ten sposób decyzje, wraz z prognozami zmiennych egzogenicznych, tworzą scenariusz. Rozwiązanie symulacyjne całego modelu dla tak skonstruowanego scenariusza umożliwia kontrolę, czy złożenie wyznaczonych lokalnie (dla wycinkowych charakterystyk) decyzji, nie spowoduje przekroczenia ograniczeń. W razie potrzeby, rozwiązanie to może być korygowane lub nawet lokalnie optymalizowane. Interesujące mogą być także wyniki konfrontacji rozwiązania z teoretyczną „receptą” na osiągnięcie celów, która w klasycznym sformułowaniu strategii, stanowi zwykle jej integralną część.

¹ Liczba uwzględnianych kryteriów i liczba równocześnie badanych zmiennych decyzyjnych są ograniczone ze względu na pracochłonność obliczeń symulacyjnych.

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*, Owsiański 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 wspomagania 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 Sympozium 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

