



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

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-

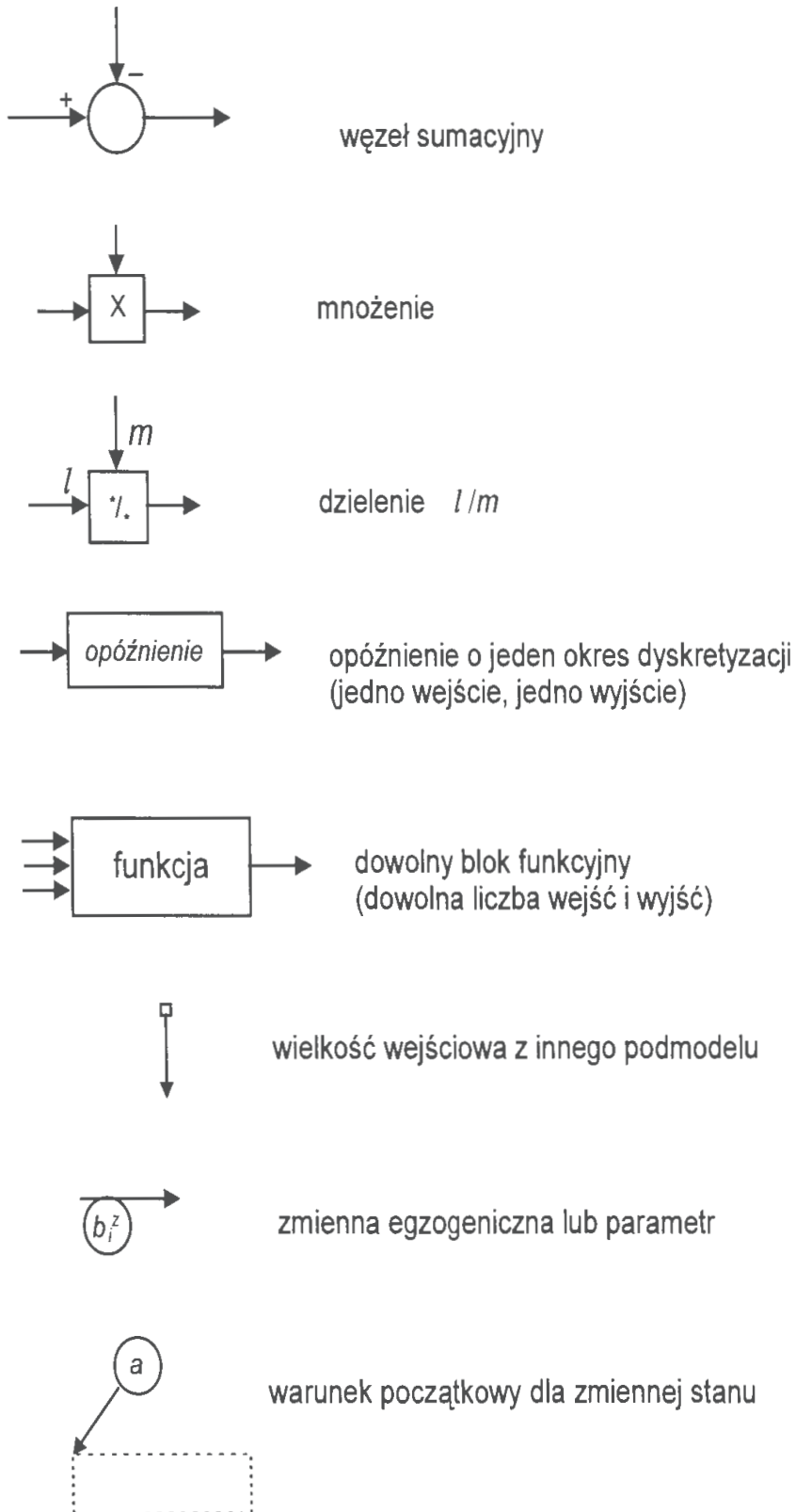
nych potrzeb, przyjęto kilkustopniowy schemat tego opisu, od najprostszego do najbardziej szczegółowego. Składa się nań:

- 1) omówienie procesów gospodarczych, reprezentowanych przez dany podmodel i podstawowych założeń upraszczających;
- 2) opis struktury podmodelu zilustrowany schematem algorytmu obliczeniowego (w schematach użyto symboli, których znaczenie omówiono w zestawieniu na rys. 2.2);
- 3) tablica zawierająca pełny wykaz równań podmodelu wraz z listą parametrów podmodelu, parametrów scenariusza symulacyjnego, zmiennych decyzyjnych i wielkości wejściowych liczonych w innych podmodelach. Tablica stanowi wyciąg z arkusza kalkulacyjnego modelu. W kolumnie 1 tablicy podano numer zależności, który jest równocześnie numerem wiersza arkusza kalkulacyjnego, realizującego obliczenia. Kolejne kolumny zawierają symbol zmiennej, opis zmiennej, sposób obliczenia (wartość, źródło pochodzenia lub równanie), jednostki miary oraz sposób określenia warunku początkowego (w równaniach dynamicznych niezbędnego do rozpoczęcia procesu symulacyjnego).

Wielkości definiowane i opisywane w przedstawionym dalej modelu podzielono na grupy, w zależności od roli jaką pełnią w modelu: PARAMETRY, WEJŚCIA Z INNYCH PODSYSTEMÓW, ZMIENNE STANU, INNE ZMIENNE. Podział ten jest szczególnie zaznaczony w pełnym tablicowym zestawieniu zmiennych i równań podmodeli. Na schematach blokowych PARAMETRY i WEJŚCIA Z INNYCH PODSYSTEMÓW różnią się symbolami, natomiast ZMIENNE STANU uzupełniane są warunkami początkowymi.

Grupa PARAMETRY składa się zwykle z dwóch części: PARAMETRY MODELU – zestawu parametrów ściśle związanych z postacią zależności funkcyjnych modelu makroekonomicznego i dostrajanych przy jego identyfikacji (kalibrowaniu), oraz PARAMETRY SCENARIUSZA – parametry (zmiennie egzogeniczne), które mają sens danych ekonomicznych, choć nie zawsze są dostępne bezpośrednio jako dane statystyczne, a niekiedy nawet wymagają eksperckich metod oszacowania. W symulacji pełnią one rolę otoczenia modelu i reprezentują zewnętrzne (z punktu widzenia modelu) wielkości ekonomiczne. W badaniach symulacyjnych, część z nich, jeśli dotyczą przyszłości, może mieć charakter prognoz a część – zmiennych decyzyjnych (instrumentów polityki ekonomicznej).

WEJŚCIA Z INNYCH PODSYSTEMÓW stanowią grupę wielkości wejściowych (w rozumieniu danego podmodelu), które są obliczane w innych podmodelach i nie wymagają wprowadzenia z zewnątrz modelu.



Rys. 2.2. Symbole używane w schematach obliczeniowych

ZMIENNE STANU stanowią grupę wielkości decydujących o dynamicznych własnościach modelu. Z formalnego punktu widzenia nie wyczerpują one listy wszystkich zmiennych stanu modelu w rozumieniu terminologii teorii sterowania. Nie zaliczono do tej grupy zmiennych, których dynamika jest efektem wtórnym hipotez o własnościach dynamicznych wielkości prognozowanych ani dynamicznych modeli ciągów zmiennych egzogenicznych, czy wolnozmiennych parametrów modelu związanych z procesem inwestycyjnym.

INNE ZMIENNE stanowią pełną listę pozostałych wielkości liczonych w modelu. W zależności od potrzeb są to wielkości wyjściowe przeznaczone do obserwacji przez użytkownika modelu, wielkości wykorzystywane jako wejścia w innych podmodelach lub wyniki obliczeń cząstkowych ułatwiających dostrajanie modelu lub porównywanie go z danymi statystycznymi. Do grupy tej należą także wielkości, które są agregatami zmiennych różnych części podmodelu (np. sumy produkcji, zatrudnienia, sprzedaży, itd., państwowego i prywatnego podsektora produkcji).

Opis modelu zredagowany w formie tablicy może być wykorzystywany jako samodzielny opis matematyczny, zawierający wszystkie równania lub jako komentarz do arkusza kalkulacyjnego, dokładnie do niego przystający.

Ze względu na dużą liczbę zmiennych modelu, symbole matematyczne dobrano, starając się zapewnić ich jednolitość i czytelność. Szczególnie dla indeksów związanych z dyskretyzacją i dekompozycją modelu, przyjęto jednolitą konwencję:

- dolny indeks i oznacza dyskretną wartość czasu symulowanego (0 oznacza wartość początkową),
- górny indeks p, g (lub P, G) oznaczają, odpowiednio, prywatny i państwowy sektor produkcyjny,
- górny indeks h, b oznaczają, odpowiednio, sektor gospodarstw domowych i sektor budżetowy,
- górne indeksy M, I, C oznaczają sektory produkcji (lub produkty) dóbr materialowych, inwestycyjnych i konsumpcyjnych, odpowiednio (indeksy te są bardzo często opuszczane, jeśli z kontekstu wiadomo o jaki rodzaj dóbr chodzi).

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*, Owsieński 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

