



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

1. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Jesteśmy świadkami przełomowych zmian w systemie funkcjonowania gospodarki w Polsce i w wielu innych krajach Europy środkowo-wschodniej. Następuje stopniowe, choć w kategoriach historycznych rewolucyjne, przejście od gospodarki centralnie planowanej, z przewagą mechanizmów nakazowo-rozdziałczych, do gospodarki rynkowej. Na naszych oczach tworzy się historia. Okres transformacji systemowej stawia bezprecedensowe wyzwanie w dziedzinie szeroko rozumianej polityki ekonomicznej państwa, wymaga tworzenia od podstaw prawa gospodarczego, systemów: bankowego, podatkowego, ubezpieczeń społecznych.

Dla ekonomistów teoretyków stwarza to olbrzymie pole badawcze, natomiast dla praktyków gospodarczych, w szczególności działających w sferze podejmowania decyzji makroekonomicznych, – oznacza konieczność poruszania się w sytuacji niepełnej informacji, zarówno na temat bieżącego stanu gospodarki, jak i mechanizmów jej funkcjonowania. Dochodzą do tego zasadnicze różnice zdań, dotyczące typu gospodarki rynkowej, do jakiego powinno się dążyć. Politycy, ekonomiści, środowiska naukowe – prezentują w tej materii zróżnicowane poglądy i preferencje. Programy oscylują między społeczną gospodarką rynkową, a gospodarką *stricté* liberalną.

Niestacjonarne procesy ekonomiczne przebiegające w okresach strukturalnych zmian gospodarczych, ustrojowych i własnościowych są, jak dotychczas, słabo rozpoznane przez nauki ekonomiczne. Brak nie tylko ugruntowanych wyników teoretycznych, ale również intuicji i doświadczenia, które zgromadzono na podstawie funkcjonowania względnie ustabilizowanych gospodarek rynkowych. Toczą się więc spory o adekwatność modeli opracowanych i sprawdzonych w warunkach względnej równowagi.

Jeśli nawet założyć, że znamy z doświadczeń innych krajów, wachlarz statystycznych „praw” makroekonomicznych, których obowiązywania spodziewamy się osiągnąć po zrealizowaniu celu transformacji, błędem jest mniemanie, że obowiązują one już na starcie i w każdej fazie procesu. Po pierwsze, proces ekonomiczny w okresie transformacji działa przy aktywnych ograniczeniach, nie istotnych we względnie stabilnej gospodarce. Do ograniczeń zasobowych (brak kapitału, zła struktura zatrudnienia) należy dodać ograniczenia o charakterze społecznym. I tak, ograniczenie ze względów społeczno-politycznych tempa bankructwa nierentownych przedsiębiorstw osiąga się za cenę silnego wzajemnego zadłużenia, nieefektywnej alokacji zasobów oraz utrzymania wysokich dotacji budżetowych (np. górnictwo, koleje). Silnej kontroli podlega wciąż struktura cen (np. ceny nośników energii). W sprawnie działającym systemie bankowym strumienie finansowe precyzyjnie obsługują

aktywność gospodarczą, natomiast w Polsce, szczególnie w pierwszych latach transformacji ustrojowej, ograniczona sprawność systemu finansowego hamowała ją w stopniu nie uzasadnionym innymi czynnikami. Można by wymienić tu więcej powodów, dla których gospodarki polskiej w chwili obecnej nie można określić jako kapitalistycznej gospodarki rynkowej, bez dodatkowych przymiotników.

W tej sytuacji niewątpliwą pomocą, zarówno w sensie poznawczym, jak i przy rozwiązywaniu różnorodnych problemów decyzyjnych, są **komputerowe modele symulacyjne**. Można w nich odtwarzać procesy transformacji gospodarczej i ustrojowej, w którym zaczynają swobodnie funkcjonować, po kilkudziesięciu latach blokady, charakterystyczne dla gospodarki rynkowej, łańcuchy przyczynowo-skutkowe.

Budowanie modelu matematycznego jest zawsze związane z celami, do których model ma służyć. Cele te, niezależnie od tego jakich procesów dotyczą, można z grubsza podzielić na trzy grupy [J.Gutenbaum, 1992]:

- cele poznawcze,
- cele prognostyczne,
- cele normatywne.

Jeżeli chodzi o **cele poznawcze**, to w odniesieniu do rozpatrywanych tu zagadnień, można stwierdzić, że chyba nie ma lepszych sposobów rozpoznania i zrozumienia zjawisk zachodzących w makrosystemie ekonomicznym, znajdującym się w stanie głębokich zmian strukturalnych, niż drogą badania ich modeli symulacyjnych. System makroekonomiczny jest systemem bardzo złożonym i istotnie dynamicznym: zachowanie się systemu jest wynikiem różnorodnych decyzji i wpływu otoczenia, nie tylko w chwili bieżącej, ale również w przeszłości, czasami nawet odległej, jeśli dotyczy to np. decyzji inwestycyjnych. Ponadto na działanie systemu mają wpływ zarówno decyzje dotyczące bezpośrednio jego parametrów, jak i decyzje pozornie nie związane z mechanizmami gospodarczymi, ale rzutujące na zachowanie się podmiotów gospodarczych. To co obserwujemy jest wypadkową wszystkich tych oddziaływań. Bez badań symulacyjnych na modelach matematycznych, które umożliwiają stosowanie zasady „*ceteris paribus*”, nie sposób jest stwierdzić jaki jest wpływ poszczególnych czynników oddzielnie, jakie skutki miały określone decyzje, czy były właściwe, czy mogły być lepsze?

Ponadto złożoność systemu powoduje, że rozważania intuicyjne są mało przekonujące i mogą być bardzo zawodne.

W tej sytuacji dane statystyczne i wnioski wynikające z ich analizy mogą jedynie w sposób bardzo ograniczony pogłębić wiedzę o procesach, ale nie pozwalają na doskonalenie procesów decyzyjnych. Natomiast zaradzić temu może badanie modelu symulacyjnego, na którym można eksperymentować, „zmieniać rzeczywistość”, sprawdzać różne scenar-

riusze decyzyjne, sprawdzać oddzielnie wpływ poszczególnych elementów otoczenia, takich jak np. koniunktura światowa, oraz wpływ decyzji, znajdujących się w gestii organów państwowych np.: budżetu, stopy oprocentowania oszczędności i kredytów, kursów walutowych, płac w sferze budżetowej, rent, podatków, ceł. Ogólnie mówiąc, model symulacyjny pozwala na analizę wrażliwości systemu na różnorodne oddziaływania, czyli na badanie wpływu wymienionych wyżej zmiennych decyzyjnych oraz zmiennych niekontrolowanych (np. koniunktura światowa) na istotne wskaźniki makroekonomiczne, jak np. inflacja, bezrobocie, czy produkcja w różnych sektorach. W modelu symulacyjnym przedmiotem eksperymentów może być także wrażliwość rozwiązań na wybór hipotez niezbędnych do budowy modelu.

Zastosowanie makroekonomicznych modeli symulacyjnych do **celów prognostycznych** polega na przewidywaniu na ich podstawie zjawisk gospodarczych, zanim ujawnią się one w rzeczywistości. Dysponowanie prognozą stwarza możliwości zapobiegania ewentualnym negatywnym tendencjom w gospodarce (prognozy ostrzegawcze). Stąd paradoksalny na pozór wniosek, że dobry i właściwie wykorzystywany model prognostyczny, to taki model, którego prognozy (szczególnie negatywne) nie sprawdzają się !

Jakość modelu symulacyjnego oceniana jest często na podstawie zdolności prognostycznych. Ten naturalny cel każdego modelowania jest jednak w makroekonomii niezwykle trudny do osiągnięcia: Jak już wspomniano, z chwilą gdy wynik prognozy staje się znany aktorom systemu makroekonomicznego, zmieniają oni swoje zachowanie tak, że model i uzyskana prognoza, przestają być aktualne. Z drugiej strony wynik symulacji jest rozwiązaniem warunkowym, zakładającym określony scenariusz przebiegu licznych zmiennych egzogenicznych również o charakterze pozaekonomicznym takich, jak sytuacja międzynarodowa, decyzje polityczne, zmiany technologiczne w produkcji itp. Prawdopodobieństwo realizacji wyniku symulacji w rzeczywistości nie jest więc większe niż prawdopodobieństwo spełnienia wszystkich warunków. O wartości prognostycznej modelu świadczyć więc będzie nie tyle fakt „spełnienia przepowiedni”, ile możliwość podjęcia decyzji zmniejszającej ryzyko niepożądanego rozwoju sytuacji – ocena efektywności modelu jest więc niemal zawsze związana z heurystyczną analizą typu: *co by było, gdyby*. Stąd też prognozy uzyskiwane za pomocą symulacji komputerowej powinny być wielowariantowe i na bieżąco korygowane, w zależności od warunków, które rzeczywiście wystąpiły.

Z drugiej strony, zła prognoza może być również wynikiem tego, że posługujemy się złym modelem, np. błędne są oceny wartości liczbowych parametrów modelu. Sprawdzenie, co jest przyczyną złej prognozy: jakość samego modelu, czy też odmienny od założonego scenariusz wydarzeń, może być dokonane jedynie *ex post*, czyli wtedy, gdy jest już znany rzeczywisty przebieg zdarzeń.

To też o ile użyteczność modeli symulacyjnych procesów makroekonomicznych do celów poznawczych, a także dydaktycznych, jest bezsporna, to uczciwie należy przyznać,

że do prognoz, szczególnie długoterminowych, budowanych na wynikach modelowania, należy odnosić się z dużą rezerwą. Nie oznacza to wcale, że prognozy opracowane bez takich narzędzi są bardziej wiarygodne.

Użytkowanie modeli symulacyjnych do **celów normatywnych** polega na wyznaczeniu takich jego parametrów, w zakresie ich dopuszczalnej zmienności, aby spełnione były określone wymagania dotyczące zachowania się systemu. I tak model, który służy do wyznaczania stawek i progów podatkowych, na poziomie zapewniającym maksymalne dochody budżetu – jest modelem użytkowanym w celach normatywnych.

Model makroekonomiczny w przypadku idealnym powinien służyć do wyznaczania optymalnych decyzji makroekonomicznych w systemie gospodarczym w skali państwa. Jednakże system makroekonomiczny jest systemem ocenianym ze względu na wiele różnych kryteriów (PKB, inflacja, bezrobocie itd.). Ponadto w praktyce decyzje makroekonomiczne podlegają ograniczeniom pozaekonomicznym, a pojęcie optymalności nie jest tu jednoznaczne. Należy więc zastosować model do zadania wyznaczania decyzji efektywnych (w sensie Pareto) [J.Gutenbaum, 1992] czy też do zadania skromniejszego, a mianowicie przewidywania skutków decyzji podejmowanych w konkretnych sytuacjach i szczególne informowanie o możliwych wariantach przyszłego przebiegu procesu w zależności od alternatywnych decyzji.

Sterowanie systemem makroekonomicznym znajdującym się w stanie transformacji, bez stosowania modeli symulacyjnych, byłoby sterowaniem metodą „prób i błędów”. Jej istota polega na tym, że dokonuje się zmiany wielkości sterującej w określonym kierunku, a następnie obserwuje reakcje systemu; jeśli reakcja jest pozytywna, następują dalsze zmiany sterowania w tymże kierunku. W przeciwnym przypadku, tzn. przy negatywnej reakcji – dobiera się inny kierunek zmian. Tego typu metodę stosuje np. lekarz, dobierając dawkę leku przy długotrwałej kuracji. Metody te są również stosowane w pewnych przypadkach przy sterowaniu systemami technicznymi, gdy niewiele wiemy o sterowanym obiekcie. Zasadnicza trudność polega na tym, że w systemie dynamicznym, w stanie nieustalonym, nie wiadomo czy zmiany wielkości wyjściowej są wynikiem zmian wielkości sterujących w okresie poprzednim, czy też wynikiem działań na system zakłóceń, którymi w przypadku systemu makroekonomicznego są np. koniunktura gospodarek zagranicznych, anomalie pogody (susza lub powódzie), zmiany polityczne (powoływanie ministrów reprezentujących różne koncepcje gospodarcze). Jest oczywiste, że metoda „prób i błędów” jest bardzo kosztowna i mało efektywna.

W krajach o ustabilizowanej gospodarce działają sprawne systemy decyzyjne o klarownym podziale kompetencji i dysponujące doświadczonymi instytucjami finansowymi. Nie warto rozwodzić się nad tym, że w naszej sytuacji warunki te nie zawsze są spełnione. W szczególności, na skutek zasadniczej zmiany systemu ekonomicznego, nastąpiło „załamanie się” wielu statystycznych ciągów czasowych, reprezentujących dane makroeko-

nomiczne. Dodatkowe problemy sprawia niedostateczna znajomość sektora prywatnego oraz rozległa „szara strefa”.

Ponadto system ekonomiczny, szczególnie w okresie transformacji ustrojowych, jest bardzo wrażliwy na zachowanie się podmiotów gospodarczych, które z kolei zależy nie tylko, a nawet nie tyle, od pewnych liczbowych parametrów makroekonomicznych, ile od czynników politycznych i psycho-socjologicznych. Są to procesy, które trudno poddają się modelowaniu matematycznemu, a tym bardziej optymalizacji. Na przykład trudności modelowania procesu inflacji wynikają, między innymi, z faktu, że zależy ona od nastrojów społecznych: inflacja rzeczywista silnie zależy od inflacji oczekiwanej. Niektórzy nawet twierdzą, że gdyby nie oczekiwania inflacyjne, w ogóle nie byłoby inflacji !

Istotną miarą użyteczności modelu jest jego **złożoność**. Mówimy w skrócie: „to co jest zbyt proste – jest fałszywe, to co jest zbyt złożone – jest bezużyteczne”.

Decydenci wysokiego szczebla, którzy na ogół nie cierpią na nadmiar czasu, chcą mieć natychmiastową i jednoznaczną odpowiedź na drażące ich pytania, wobec czego mają skłonność do posługiwania się bardzo prostymi modelami. Na przykład, w postaci kilku równań można zbudować model, określający relację między deficytem budżetowym i inflacją, pod warunkiem, że założy się np. określony przebieg produkcji i kształtowanie się rezerw dewizowych banku centralnego. Uzyskuje się określony wynik, ale wiarygodność jego jest problematyczna; może on być zarówno prawdziwy, jak i fałszywy. Popołniono bowiem błąd metodologiczny, traktując jako zadane i znane (jako wielkości egzogeniczne) te wielkości, które w rzeczywistości są wynikiem działania systemu.

Z drugiej strony nadmierna złożoność modelu prowadzi do tego, że badacz przestaje panować nad modelem, nie rozumie jakie są sprzężenia pomiędzy elementami systemu, ma trudności w systematyzacji i analizie wyników badań symulacyjnych. W takiej sytuacji model staje się mało użyteczny!

Ważną cechą, charakteryzującą jakość modelu symulacyjnego, jest jego **elastyczność**: powinna istnieć możliwość dokonywania łatwych zmian zarówno parametrów, jak i elementów składowych modelu. Elastyczność pozwala rozbudowywać aktualnie badane elementy modelu bardziej, niż otoczenie tych elementów, które w danej serii eksperymentów jest mniej istotne. Prezentowany dalej model zapewnia takie możliwości.

Praktyka badań symulacyjnych pokazuje, że użytkowanie modelu nie może ograniczyć się do symulacji jednego czy wielu przebiegów procesu. Podstawowym problemem dla użytkownika modelu jest zatem nadmiar danych pochodzących z nie kosztujących eksperymentów symulacyjnych, a nie ich brak, w sytuacji, gdy mamy do dyspozycji jedynie wyniki niepowtarzalnych i bardzo kosztownych eksperymentów z systemem rzeczywistym. Efektywność rozwiązania modelu zależy więc istotnie od sprawności narzędzi analizy wariantowej oraz bogactwa form pytań i odpowiedzi dostępnych w wyniku dialogu z mode-

lem. W przypadku modelu makroekonomicznego powinno być możliwe badanie wpływu na rozwój gospodarczy różnych scenariuszy decyzyjnych, dotyczących struktury budżetu, polityki inwestycyjnej, kredytowej, podatkowej itp. Ponieważ model jest złożeniem licznych ogniw przyczynowo-skutkowych, często opartych na trudnych do weryfikacji hipotezach, istotne jest również, aby użytkownik mógł uczestniczyć w doborze tych hipotez w trakcie eksperymentów symulacyjnych.

Podstawą budowy przedstawionego w monografii modelu symulacyjnego w okresie transformacji stanowi rachunek gospodarczy, rozumiany tu jako bilansowanie podstawowych mierzalnych strumieni makroekonomicznych: rzeczowych, finansowych oraz siły roboczej. Oczywiście, tam gdzie brak ugruntowanej teorii, nie udało się uniknąć formułowania hipotez, starając się o to, aby miały one charakter zdrowo-rozsądkowy.

Tak na przykład, przy symulacji procesu inflacji w okresie transformacji gospodarczej, a więc procesu o stosunkowo szybkich zmianach, większość elementów modelu funkcjonuje jako mechanizmy typu: przyczyna–skutek, o stosunkowo dużym stopniu szczególności. Zamiast więc stosować podejście ekonometryczne i np. wiązać inflację z deficytem budżetowym arbitralną formułą matematyczną, której parametry określamy na podstawie danych statystycznych, stawiamy prostą hipotezę, że zmiana ceny zależy od nadwyżki popytu nad podażą¹. Następnie precyzujemy, od czego zależy podaż i popyt (np. popyt zależy od dochodów i oszczędności), itd., itd. W ten sposób powstają złożone łańcuchy, a często i pętle zależności przyczynowo-skutkowych, mające objaśniać cały modelowany proces. Kłopot polega na tym, że model taki musi być na ogół bardzo rozbudowany, a zamknięte pętle „przyczyna-skutek-przyczyna” utrudniają obliczenia, a nawet mogą powodować ich niestabilność. Z drugiej strony, dość nieoczekiwanym efektem powiększania liczby zależności w modelu jest uzyskanie względnej niewrażliwości jego rozwiązania na ilościowe charakterystyki każdej z nich – większego znaczenia nabiera struktura sieci zależności, przez co model dodatkowo upodobnia się do systemu rzeczywistego.

Przy budowie modelu symulacyjnego, poza dyskusją była konieczność uwzględnienia **dynamiki procesów**, a także stosowania, tam gdzie jest to konieczne, **zależności nieliniowych**.

Im bardziej uwaga będzie skupiona na dynamice procesów, tym ważniejsza będzie rola zależności przyczynowo-skutkowych. Z drugiej strony, model symulacyjny stwarza możliwości konfrontacji z rzeczywistością różnych hipotetycznych kombinacji współzależności czasowych między zmiennymi.

¹ Dodajmy, że w modelu istnieje możliwość wprowadzania innych, niż opisany, mechanizmów kształtowania się cen, traktowanych jednak zawsze jako wielkości endogeniczne – objaśniane przez model, oraz weryfikacji tych mechanizmów przez porównanie z danymi statystycznymi.

Przy stosowaniu zależności nieliniowych, kłopoty nie wynikają z trudności przy rozwiązywaniu równań modelu. Teoria systemów, a w szczególności metody dekompozycji i teoria sterowania pozwalają tak zorganizować obliczenia, aby nawet w bardzo złożonych przypadkach dawały one efektywne rozwiązania. Natomiast duże trudności są związane z identyfikacją parametrów modeli nieliniowych. Powiedzmy wprost: nawet przy użyciu komputerów o dużej mocy obliczeniowej, nie jest obecnie możliwe przeprowadzenie statystycznie optymalnej identyfikacji parametrów modelu nieliniowego, dynamicznego, składającego się z wielu dziesiątków równań oraz podobnej liczby parametrów o wartościach podlegających ocenie.

Przedstawiony w monografii model symulacyjny SEMP może służyć do różnorodnych celów, zarówno do celów poznawczych, jak i prognozowania rozwoju gospodarczego przy założonych przebiegach wielkości egzogenicznych. Może również być zastosowany do wyznaczania efektywnych ścieżek rozwoju gospodarczego Polski ze wszystkimi przedstawionymi wcześniej zastrzeżeniami. Duże i różnorodne są jego wartości poznawcze i dydaktyczne. Model ten, zbudowany i skalibrowany na podstawie danych statystycznych dotyczących gospodarki polskiej w latach 1990 – 1996, umożliwia analizę podstawowych zmiennych makroekonomicznych, jak: dochód narodowy, bezrobocie, inflacja, produkcja itd. Badając wariantowe scenariusze, zróżnicowane ze względu na politykę płacową, tempo prywatyzacji, strukturę inwestycji, metody finansowania deficytu budżetowego, politykę fiskalną i monetarną (kursy walutowe), strukturę inwestycji – można formułować wnioski, dotyczące rozwoju gospodarczego. Analiza wyników pozwala pogłębić naszą wiedzę makroekonomiczną.

Prezentowany model SEMP, z punktu widzenia stopnia agregacji, należy zaliczyć do kategorii modeli średnich. Ze względu na wagę procesów prywatyzacji w okresie transformacji, uwzględniono podział na sektory **państwowy i prywatny**. Sektory te różnią się wydajnością kapitału, materiałochłonnością i pracochłonnością. Ze względu na przeznaczenie wytwarzanego produktu uwzględniono trzy sektory:

- sektor produkcji surowców,
- sektor produkcji dóbr inwestycyjnych,
- sektor produkcji dóbr konsumpcyjnych

Podstawowe podmioty gospodarcze uwzględnione w modelu to: sektory produkcyjne, gospodarstwa domowe, budżet Państwa, banki, wymiana z zagranicą. W porównaniu z innymi modelami makroekonomicznymi Polski, opisanymi w punkcie 1.2, model charakteryzuje się stosunkowo bardziej rozbudowaną strefą produkcji oraz uwzględnieniem struktury własnościowej (sektory państwowy i prywatny), co daje szerokie możliwości badania wpływu procesu prywatyzacji.

Implementacji komputerowej dokonano za pomocą arkuszy Excel z rozbudowanymi funkcjami obsługowymi w formie VBA. W programach obsługi przewidziano zarówno automatyzację budowy scenariuszy symulacyjnych dla różnych horyzontów czasu, analizę wariantową przy prowadzeniu eksperymentów symulacyjnych, jak i bogate formy graficzne przy wizualizacji ich wyników. Ponadto odpowiednie procedury umożliwiają modyfikację elementów modelu (np. funkcji matematycznych), dołączanie modeli prognostycznych parametrów, modeli decyzyjnych itp. zgodnie z potrzebami użytkownika.

Układ pracy jest następujący. W rozdziale 2 przedstawiona jest struktura modelu oraz opis poszczególnych jego części składowych. W rozdziale 3 omówiono sposoby wykorzystania danych statystycznych oraz wyniki kalibracji modelu. Uzupełnieniem rozdziału jest opis scenariusza bazowego, czyli wyników prognozy do roku 2004 przy założeniu niezmienności aktualnych wartości i trendów, zarówno parametrów, jak i wszystkich wielkości egzogenicznych w okresie 1993 – 1996. Rozdział 4 zawiera opis eksperymentów symulacyjnych, mających na celu badanie charakterystyk modelu, natomiast w rozdziale 5 omówiono eksperymenty symulacyjne zawierające elementy aktywnej polityki makroekonomicznej w oparciu o różne kryteria rozpatrywane w różnych horyzontach czasu (2 – 5 lat). Główną część monografii zamyka podsumowanie i wykaz cytowanej i uzupełniającej literatury. Dołączono także trzy dodatki: w Dodatku 1 zawarto wykaz symboli modelu matematycznego, w Dodatku 2 – obszerny opis treści monografii, wykaz symboli i spis rysunków w języku angielskim umożliwiające czytelnikowi obcojęzycznemu zorientowanie się w treści pracy, a w Dodatku 3 – skrót podręcznika użytkownika pakietu symulacyjnego SEMP, stanowiący wprowadzenie do praktycznego zastosowania przedstawionego modelu.

Praca jest przeznaczona dla zespołów doradczych decydentów szczebla centralnego, pracowników naukowych oraz studentów, zainteresowanych procesami rozwoju gospodarczego Polski w skali makro.

Budowa modelu wymagała **podjęcia systemowego**, a więc w pracach nad nim konieczne było zaangażowanie zespołu interdyscyplinarnego, w którym współpracowali ekonomiści oraz specjaliści z teorii sterowania i badań operacyjnych. Stworzenie takiego zespołu nie było łatwe, chociażby ze względu na konieczność stosowania wspólnego języka. Dochodzenie do uzgodnionych sformułowań i wniosków wymagało długich dyskusji.

Na zakończenie tych rozważań zacytujmy słowa L. R. Kleina, jednego z najbardziej zasłużonych naukowców w zakresie modelowania matematycznego procesów makroekonomicznych [Klein, 1982, str. 16]: „Budowa modelu jest jednocześnie sztuką i nauką. Do zbudowania dobrego modelu niezbędne są aspiracja, poszukiwania, cząstkowe potwierdzenia oraz wiele źródeł informacji”.

Intensywne prace nad modelami symulacyjnymi procesów makroekonomicznych prowadzone są na całym świecie, a szczególnie w krajach o rozwiniętej gospodarce i doty-

czą zarówno podstaw metodologicznych jak i modeli konkretnych gospodarek [Campisi D. i in.(1993), Czerwiński Z. i in. (1996), Gandolfo (1997), Hall (1990), Klein (1991), Langer i in.(1984), Lee (1997), Naylor T.H. Ed. (1971), Parenti G. Ed. (1974), Wallis (1993), Welfe W. (1992)]. Dalej (p. 1.2) przedstawimy krótki przegląd prac prowadzonych w tym zakresie w Polsce.

1.2. Modele gospodarki polskiej – przegląd

Historia modelowania makroekonomicznego w Polsce sięga lat sześćdziesiątych, kiedy powstały pierwsze ekonometryczne modele gospodarki polskiej. Były to: model Pawłowskiego [Barczak i in., 1968], modele serii KP opracowane w Instytucie Planowania [Maciejewski i in., 1973] i modele Welfego – pierwsze z serii W [Welfe W., 1973]. Dalszy rozwój modelowania odbywał się poprzez rozbudowę i doskonalenie klasycznych modeli ekonometrycznych [Welfe W., 1992] oraz poprzez budowę modeli nieekonometrycznych, między innymi opartych na bilansach *input-output*, z elementami optymalizacji, np. model Czerwińskiego [Czerwiński i in., 1986], model sterowania optymalnego Cichockiego [Cichocki i in., 1988]. W latach osiemdziesiątych badania szły w kierunku odzwierciedlenia nie tylko sfery rzeczowej gospodarki narodowej, ale również finansowej. Podjęto próby uwzględnienia pomijanych dotąd zjawisk, takich jak nierównowaga, inflacja, przepływy finansowe [Charemza i in., 1982], [Czerwiński i in., 1986], [Romański, Welfe W., 1991], [Welfe A., 1986].

Wraz z rozpoczęciem w Polsce w 1989 r. i kontynuacją w latach dziewięćdziesiątych reform systemu gospodarczego powstała potrzeba modelowania gospodarki w okresie gwałtownych przemian. Zagadnienie było i pozostaje nadzwyczaj trudne ze względu na brak teorii opisującej gospodarkę znajdującą się w okresie transformacji z gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej.

Chcąc wskazać na ośrodki naukowe zajmujące się modelowaniem gospodarki, a w szczególności podejmujące próby budowy modeli makroekonomicznych opisujących gospodarkę w okresie transformacji, należy wymienić Instytut Ekonometrii i Statystyki Uniwersytetu Łódzkiego, Akademię Ekonomiczną w Poznaniu, Instytut Rozwoju i Studiów Strategicznych (który odgrywał również rolę koordynatora prac badawczych w zakresie modelowania makroekonomicznego), Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk i inne. Poniżej przedstawiono krótki przegląd modeli opracowanych w tych ośrodkach.

W Instytucie Ekonometrii i Statystyki Uniwersytetu Łódzkiego od wielu lat koncentrują się badania nad ekonometrycznym modelowaniem gospodarki polskiej prowadzone **pod kierunkiem W.Welfego**. Na początku lat dziewięćdziesiątych rozpoczęto prace nad dostosowanymi do nowych potrzeb modelami opisującymi gospodarkę w fazie przemian

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 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 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

