

KIWIEL



POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Badań Systemowych

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

WSPOMAGANIE DECYZJI

SYSTEMY EKSPERCKIE

pod redakcją

Romana Kulikowskiego i Lucyny Bogdan

Warszawa 1995

Wydano z wykorzystaniem dotacji
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH

Materiały konferencji: "Analiza Decyzyjna, Systemy Ekspertckie, Zastosowania Systemów Komputerowych",
Warszawa, 25-27 maja 1994r.

Komitet Programowy Konferencji:

Andrzej Ameljańczyk, Zdzisław Bubnicki, Wiesław Grudzewski, Olgierd Hryniewicz, Janusz Kacprzyk, Lech Kruś, Roman Kulikowski (przewodniczący), Kazimierz Mańczak, Ireneusz Nykowski, Zdzisław Pawlak, Roman Słowiński, Andrzej Straszak, Andrzej Weryński, Andrzej Wierzbicki.

Wykonano z oryginałów tekstowych dostarczonych przez autorów

© Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa 1995

ISBN 83-85847-85-5

DORADCZY MODEL SYMULACYJNY DO WSPOMAGANIA DECYZJI MAKROEKONOMICZNYCH

J. Babarowski, J. Gutenbaum, M. Inkielman
Instytut Badań Systemowych PAN, 01-447 Warszawa, ul. Newelska 6

Streszczenie

W referacie przedstawiony jest model symulacyjny procesów makroekonomicznych, w szczególności procesu inflacji, z uwzględnieniem specyfiki gospodarki znajdującej się w stanie transformacji ustrojowej. Celem budowy modelu jest stworzenie komputerowego pakietu wspomaganie decyzji makroekonomicznych.

1. Wstęp

Procesy ekonomiczne w skali makro przebiegające w warunkach niestacjonarnych, w okresach zmian strukturalnych stosunków gospodarczych, ustrojowych i własnościowych, nie są w ogóle rozpoznane przez nauki ekonomiczne. Ze względu na bezprecedensowy ich charakter brak tu zarówno wyników teoretycznych, jak intuicji i doświadczenia, które nagromadzono w ciągu wielu dziesięcioleci dla gospodarek, działających w warunkach względnej równowagi. Dobrym przykładem, ilustrującym taki stan rzeczy są spory czołowych ekonomistów w krajach znajdujących się w warunkach przejścia od gospodarki centralnie sterowanej do gospodarki rynkowej, nad wzajemnym uwarunkowaniem procesów inflacji i recesji gospodarczej, oraz wpływem deficytu budżetowego na te procesy. W tej sytuacji nie sposób przecenić znaczenia modeli matematycznych procesów makroekonomicznych, tak ze względu na wyniki poznawcze, jak i użytkowe, jakie można uzyskać za ich pomocą.

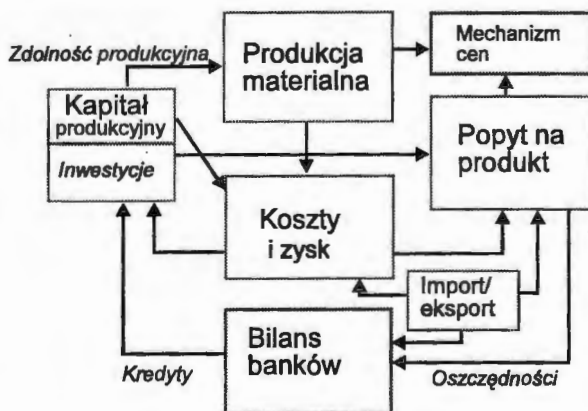
Zastosowanie modeli makroekonomicznych i ich wykorzystanie do celów podejmowania decyzji w krajach gospodarczo stabilnych też ma już wieloletnią tradycję. Trudno sobie dziś wyobrazić działanie banków centralnych, czy też resortów gospodarczych bez użytkowania modeli symulacyjnych, za których pomocą można sprawdzać wpływ określonych decyzji makroekonomicznych.

W referacie przedstawiono model matematyczny procesów makroekonomicznych charakteryzujących aktualną sytuację gospodarki polskiej, w szczególności z uwzględnieniem procesu inflacji.

Sposób wykorzystania modelu polega na jego symulacji komputerowej, a następnie badaniu wpływu na rozwój gospodarczy różnych scenariuszy decyzyjnych, dotyczących struktury budżetu, polityki inwestycyjnej, kredytowej, podatkowej.

W referacie przedstawiono wyniki symulacji komputerowej modelu na bazie arkusza EXCEL według programu, umożliwiającego badanie nie tylko różnych scenariuszy decyzji i zmiennych egzogenicznych ale także różnych hipotez dotyczących postaci elementów modelu systemu.

Przy budowaniu modelu przyjęto zasadę, że wypadkowa inflacja jest wynikiem działania różnych czynników, a więc zarówno deficytu budżetowego, jak i wzrostu kosztów produkcji (inflacja kosztowa) w stopniu odpowiadającym udziałowi tych czynników w ogólnym bilansie wydatków.



Rys. 1 Schemat powiązań podstawowych elementów systemu makroekonomicznego

Uwzględniono również wpływ zmian cen nośników energii (inflacja korekcyjna). Model dotyczy gospodarki jednego produktu, ale wytwarzanego przez dwa sektory: sektor państwowy i sektor prywatny. Takie założenia wymagały wprowadzenia pojęcia ceny uogólnionej, reprezentującej iloraz wartości produkcji w cenach bieżących do wartości produkcji w cenach stałych.

W skład modelu wchodzi równania algebraiczne, w których wszystkie wielkości dotyczą tego samego przedziału czasu, oraz równania różnicowe, w których występują przesunięcia czasowe. Model dotyczy przebiegów średniokresowych: podstawowym przedziałem czasu jest kwartał.

W proponowanym modelu występują następujące podmioty gospodarcze: przedsiębiorstwa produkcyjne i usługowe (produkcja, dystrybucja, handel) - państwowe, -- prywatne, gospodarstwa domowe, budżet państwa, banki komercyjne, bank centralny.

Operator programu dysponuje możliwością doboru wewnętrznych charakterystyk każdego z podmodeli oraz parametrów o charakterze wielkości ekonomicznych jak: stopa procentowa, płace, deficyt budżetowy itp. Obserwowane wyjścia modelu

charakteryzują istotne zmienne procesów makroekonomicznych: indeks cen, zadłużenie, produkcja dodana, koszt itp. Program umożliwia bezpośrednie prównywanie przebiegów symulacji z rzeczywistymi danymi statystycznymi gospodarki polskiej.

2. Model matematyczny systemu makroekonomicznego

Pełny model matematyczny procesu zawiera kilkadziesiąt równań i zależności wiążących ponad sto zmiennych i parametrów. Symbolicznie przedstawiono je na schemacie z rys.2. Poniżej podano jedynie kilka zależności szczególnie istotnych dla charakteru modelu jako całości.

Symulowany mechanizm cenowy na rynku produktu

$$p_i = p_{i-1} \cdot P1 + P2 \cdot P3 \cdot (Y_{di} - Y_{si} \cdot p_{i-1}) / (Y_{si} \cdot p_{i-1}) \quad (2.1)$$

gdzie $P1, P2$ - parametry dobierane modelu,

$$P3 = \begin{cases} 1.95 & \text{dla } Y_{di} - Y_{si} \cdot p_{i-1} \geq 0 \\ 0.15 & \text{dla } Y_{di} - Y_{si} \cdot p_{i-1} < 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

Y_d, Y_s - całkowity popyt i całkowita podaż produktu, odpowiednio.

Popyt określony jest (przy uwzględnieniu popytu odłożonego) zależnością:

$$Y_{di}^p = \{(IP_{i-1}^p + IK_i^p + A_{i-1}^p + IP_{i-1}^s + IK_i^s + A_{i-1}^s + Y_{ci} + G_i + I_i^b) + \max[0, (Y_{di-1}^p - Y_{ri-1}^p) \cdot p_{i-1}] + \max[0, (Y_{di-1}^s - Y_{ri-1}^s) \cdot p_{i-1}]\} / p_i \quad (2.4)$$

lub, przy założeniu importu uzupełniającego:

$$Y_{di}^p = \{(IP_{i-1}^p + IK_i^p + A_i^p + IP_{i-1}^s + IK_i^s + A_i^s + Y_{ci} + G_i + I_i^b) \quad (2.5)$$

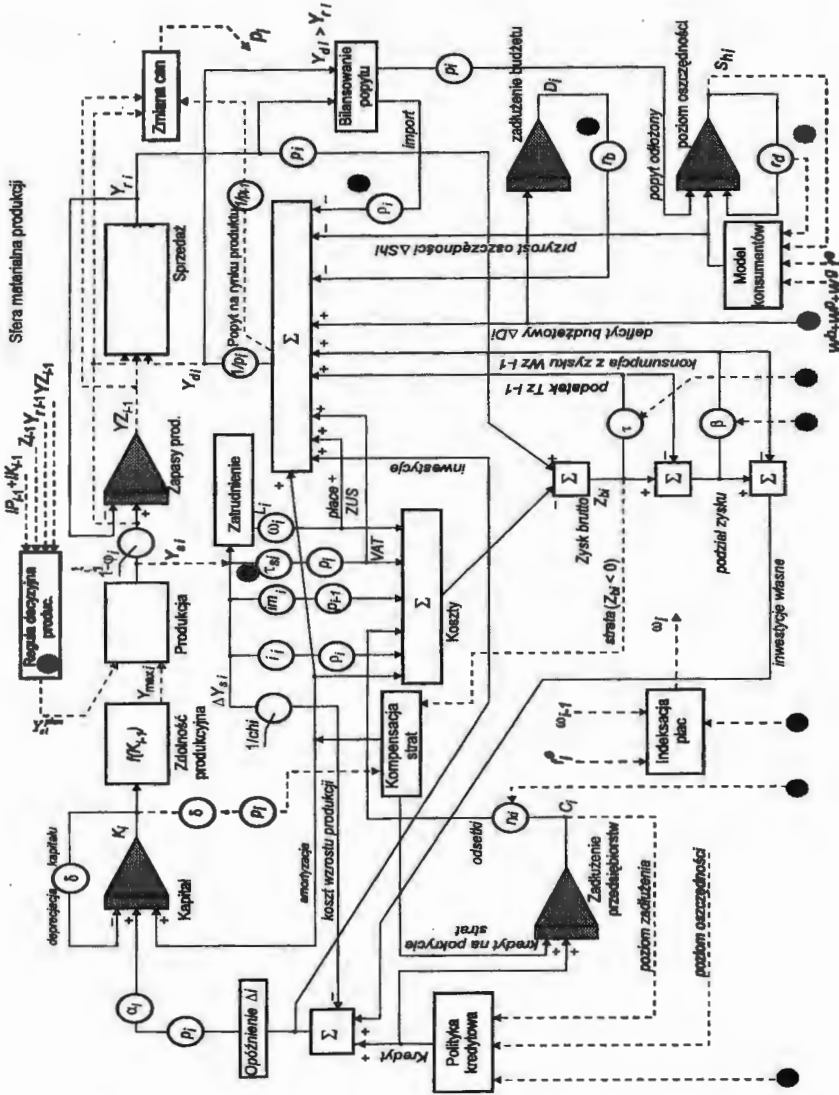
gdzie: IP^p, IP^s - inwestycje własne przedsiębiorstw prywatnych i państwowych, IK^p, IK^s - inwestycje kredytowane przeds. prywatnych i państwowych, A^p, A^s - amortyzacja kapitału przedsiębiorstw prywatnych i państwowych, Y_c - konsumpcja indywidualna, G, I^b - bezpośrednie wydatki budżetu i inwestycje budżetowe, odpowiednio.

Podaż produktu wynika z zapasów i produkcji globalnej pożądanej (reguła decyzyjna producenta oparta na informacjach z poprzedniego okresu - model ten jest alternatywą klasycznego modelu podaży typu $Y = f(p)$) łącznie dla producenta prywatnego:

$$Y_{si}^{p\text{plan}} = \max\{\min[K_{i-1}^p \cdot \delta, Y_{di-1}^p \cdot \gamma / (1 - \phi_i^p) - YZ_{i-1}^p \cdot \beta + KAP \cdot Z_{i-1}^p / p_i^e], 0\} \quad (2.6)$$

i państwowego (według analogicznej formuły), gdzie d, b, g, KAP - parametry dobierane przy identyfikacji i dostrajaniu modelu strategii producenta, j_i^p - parametr określający zużycie własne w procesie produkcyjnym.

Możliwy przyrost produkcji w pożądanym kierunku jest ograniczony do wartości zależnej od dostępnych środków finansowych i wynosi



Rys. 2 Rozwinięty schemat realizowanego modelu makroekonomicznego

$$\Delta Y_{si}^{p\ plan} = \min \left\{ Y_{si}^{p\ plan} - Y_{si-1}^p, \left(IP_{i-1}^p + IK_{i-1}^p \right) \cdot \text{chip} / p_{i-1} \right\} \quad (2.7)$$

gdzie *chi* - parametr określający nieinwestycyjny koszt jednostkowy wzrostu produkcji.

Przy konstruowaniu modelu mechanizmu cenowego alternatywnego dla (2.1). wykorzystano pożądaną przez producentów poziom cen wynikającą z kosztów produkcji i założonej stopy zysku.

Model zawiera także mechanizmy decyzji takich jak indeksacja płac i regulacja stopy procentowej, opartych na prognozach i obserwacjach inflacji.

3. Symulacja komputerowa i scenariusze symulacji

3.1 Scenariusz podstawowy - identyfikacja modelu

Scenariusz ten opiera się na rzeczywistych danych ekonomicznych dla okresu historycznego (1990 - 1993). Scenariusz ten służy do dostrojenia modelu tak, aby możliwie wiernie odtwarzał badany proces. Przedłużenie obserwowanych ciągów czasowych o dalszy 1 rok lub 2 lata pozwala wykorzystywać model do prognozowania. Poniżej przedstawiono wybrane wyniki symulacji modelu dla scenariusza podstawowego.

Dostrojenie modelu Dostrojenie modelu do realnych warunków modelowanego procesu możliwe jest za pośrednictwem parametrów podmodeli. Część z nich przyjęto jako stałe (nie zmieniające w zasadzie wartości w całym horyzoncie symulacji). Dla ułatwienia manipulacji ich wartościami przez operatora programu zostały one zebrane w arkuszu kalkulacyjnym w postaci tabeli. Możliwa jest korekta parametrów modelu w dość dużych granicach. Praktyka wykazuje jednak, że zbyt swobodna zmiana współczynników dla sztywno dobranych zależności funkcyjnych może prowadzić do mało realnych wyników: uzyskuje się rozwiązania silnie oscylacyjne, przekroczenie sensownych zakresów dla poszczególnych zmiennych i utrata stabilności modelu. Jeśli więc model nie daje się dostroić przez stosunkowo małe zmiany parametrów, należy przypuszczać, że zmiany wymaga postać zależności, a w szczególności: - funkcji produkcji, - funkcji oszczędności konsumentów, - funkcji określającej mechanizm cenowy, - algorytmu równoważenia deficytu budżetowego.

3.2 Scenariusze problemowe

Scenariusze problemowe budowane są zgodnie z kilkoma wariantami badań:

- badanie konsekwencji stosowania odmiennych modeli podsystemów, (zmiana hipotezy kształtowania cen, zmiana funkcji określającej związek konsumpcji i oszczędności z dochodami i inne)
- analiza reakcji modelu na skokowe zmiany decyzji makroekonomicznych lub zmiennych egzogenicznych (zmiana podaży pieniądza, zmiana stopy podatkowej, zmiana kursu walutowego itp.),
- analiza skutków stosowania w dłuższym horyzoncie czasu określonych reguł decyzyjnych (np. indeksacja płac, utrzymanie deficytu budżetu na określonym poziomie, związek stopy procentowej z inflacją itp.).

W ramach wstępnych badań modelu wykonano szereg eksperymentów symulacyjnych, w szczególności wg drugiej grupy scenariuszy:

- badanie skokowej zmiany prognozy inflacji (oczekiwania inflacyjnego),
- badanie wpływu zamrożenia płac,
- badanie wpływu zmiany założonego deficytu budżetowego,
- badanie skutków zmiany stopy podatkowej.
- badanie wpływu realnej stopy oprocentowania kredytów,
- badanie wpływu zmiany tempa prywatyzacji.

Wykonano także badania symulacyjne mające na celu porównanie skutków przyjęcia w modelu różnych hipotez dotyczących mechanizmu kształtowania cen:

- ceny wynikające z dążenia do równowagi popytu i podaży,
- ceny wynikające z optymalizacji przyszłych zysków producenta ,
- ceny wynikające z kosztów i założonego poziomu zysku

Wyniki powyższych badań zostały poddane odpowiedniej obróbce mającej na celu selekcję najistotniejszych przebiegów i analizę porównawczą.

4. Wyniki symulacji i wstępne wnioski

W wyniku każdego eksperymentu symulacyjnego otrzymujemy zarejestrowany ciąg 20 - 30 wartości dla ponad 100 obserwowanych zmiennych modelu. Pierwszym krokiem analizy eksperymentu jest zbiór wykresów i tablice liczbowe dla wielkości najbardziej charakterystycznych dla procesu . Są to:

- produkt brutto z rozbiciem na prod. państwową i prywatną, - poziom cen,
- bezrobocie, - deficyt budżetowy, - konsumpcja realna

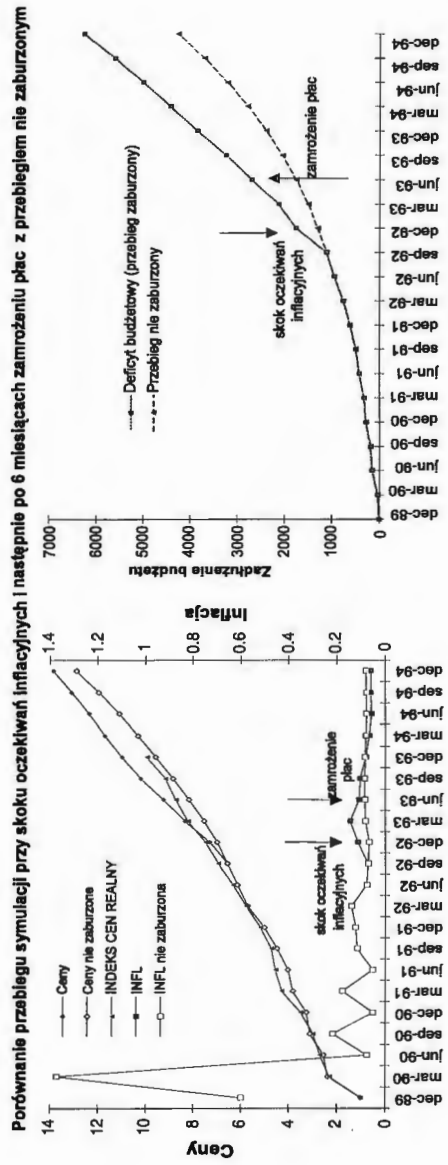
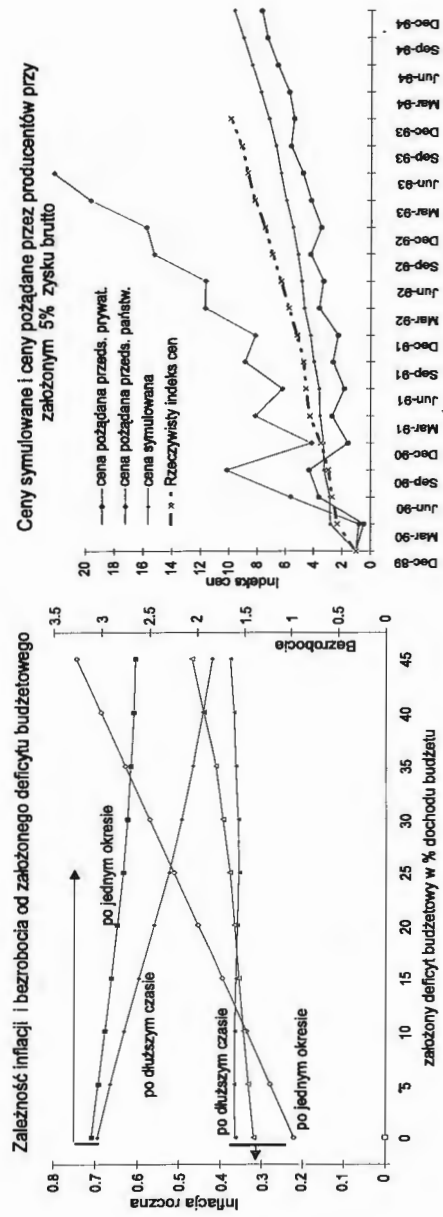
Najbardziej interesujące są przy tym wykresy zawierające porównanie przebiegów uzyskanych w różnych warunkach. Podstawowy raport z eksperymentu zawiera więc tablicę około 20 zmiennych i 5 - 6 wykresów z nałożonymi na siebie przebiegami aktualnymi i przebiegami porównawczymi.

W dalszym kroku analizy eksperymentu operator może dokonać przeglądu dowolnych zarejestrowanych przebiegów, sporządzić wykresy wzajemnych zależności zmiennych, a także dokonać dodatkowej analizy zależności wybranych zmiennych od 1 lub 2 stałych parametrów (analiza typu : co by było, gdyby ... ?) w ramach badanego scenariusza.

Poniżej przedstawiono szereg wykresów ilustrujących zarówno możliwości obliczeniowe programu symulacyjnego, różne typy zestawień wyników jak i jakościowe i ilościowe charakterystyki wstępnie dostrojonego modelu. Załączone wykresy pochodzą z eksperymentów symulacyjnych dokonanych na bazie scenariusza podstawowego korzystającego z danych rzeczywistych z okresu 1990 - 1993 przedłużonego obliczeniowo na rok 1994. Scenariusz podstawowy był modyfikowany zgodnie z założonymi zaburzeniami lub zmianami decyzji wprowadzanymi także retrospektywnie (dla okresów, w których rzeczywiste przebiegi są znane).

LITERATURA

- [1] Babarowski J., J.Gutenbaum, M. Inkielman: Basic Markets Equations for Inflation Modelling. Presented on IFORS 2nd Spec. Conference on Transition to Advanced Market Economies. June 22-25, 1992, Warsaw.
- [2] Babarowski J.: Makroekonomiczny opis systemu bankowego. Trzecia Konferencja Badań_ Operacyjnych i Systemowych, BOS'93, 21-23 wrzesień_, 1993, Warszawa.
- [3] Babarowski J.: Model popytowy procesu inflacji w warunkach restrukturyzacji gospodarki. Oprac. ZMMiO IBS PAN, 1993.
- [4] Babarowski J., Gutenbaum J., Inkielman M.: Inflation Modelling at the Macro Level. Macromodels'93, Dec. 8-10, 1993, Łódź, Łódź. W.Welfe, W.Zatoń, eds., Committee of Statistics and Econometrics Polish Academie of Sciences, MACROMODELS'93, Łódź 1994.
- [5] Gutenbaum J.: Model kosztowy procesu inflacji. Oprac. ZMMiO IBS PAN, 1993.
- [6] Gutenbaum J. i inni: Modelowanie matematyczne procesu inflacji w warunkach restrukturyzacji gospodarki. Raport z realizacji proj. bad. KBN nr 1 1062 91 01, Warszawa 1994 (w przygotowaniu).



Rys. 3 Przykłady wyników symulacji dla scenariuszy badających efekty wybranych decyzji makroekonomicznych i zaburzeń w systemie

ISBN 83-85847-85-5

**W celu uzyskania bliższych informacji i zakupu dodatkowych egzemplarzy
prosimy o kontakt**

**z Instytutem Badań Systemowych PAN
ul. Newelska 6, 01-447 Warszawa**

tel. 36-19-01 w. 241 e-mail: kotuszew@ibspan.waw.pl