

Dominik Śliwicki
Katedra Ekonometrii i Statystyki WNEiZ UMK
e-mail: dominik_sliwicki@o2.pl

EKONOMETRYCZNE MODELOWANIE WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW MAKROEKONOMICZNYCH W POLSCE

Streszczenie: W opracowaniu został zaprezentowany przykład ekonometrycznego modelowania wybranych wskaźników makroekonomicznych z użyciem zgodnego dynamicznego modelu ekonometrycznego. Na podstawie oszacowanego modelu zostały wyznaczone prognozy na I kwartał 2006 roku oraz mnożniki bezpośrednie i pośrednie.

Słowa kluczowe: model zgodny, prognoza, mnożniki bezpośrednie, mnożniki pośrednie

EKONOMICZNE PODSTAWY MODELU – CZYNNIKI WZROSTU GOSPODARCZEGO

Teoria ekonomii klasyfikuje czynniki wzrostu gospodarczego w kilku grupach. Pierwszą grupę stanowią czynniki bezpośrednie, do których zalicza się zatrudnienie i wydajność pracy oraz czynniki pośrednie, w skład których wchodzi majątek produkcyjny i efektywność jego wykorzystania. Te same czynniki mogą być przedstawione jako ekstensywne i intensywne. Ekstensywne czynniki wzrostu gospodarczego wyrażają się w zmianach ilościowych, a więc przyroście zatrudnienia oraz trwałych i obrotowych środków produkcji, czyli we wzroście inwestycji. Intensywne czynniki wzrostu gospodarczego to zmiany jakościowe w wykorzystaniu czynników produkcji. Są to takie zjawiska jak wzrost wydajności pracy siły roboczej, wzrost efektywności wykorzystania majątku produkcyjnego, zwiększenie efektywności inwestycji, postępu naukowo – technicznego, zastosowanych przedmiotów pracy (Grabowski 2000).

Wzrost gospodarczy wyraża się przede wszystkim w dynamice dochodu narodowego, zatem czynnikami wzrostu gospodarczego są czynniki wzrostu dochodu narodowego (Polszakiewicz 1994). Trzy najważniejsze wyznaczniki ścieżki długookresowego wzrostu produkcji to: siła robocza, kapitał, technologia. Siłę roboczą tworzy tylko część ludności, a ponadto nie każda osoba ujęta w statystyce siły roboczej i gotowa do podjęcia pracy była w danym momencie rzeczywiście zatrudniona. Bezrobocie jest istotną cechą gospodarki kapitalistycznej. Wzrasta ono w okresach recesji i obniża się w okresach wysokiej koniunktury. Produkcja zależy nie tylko od liczby zatrudnionych, ale również od liczby godzin przepracowanych przez nich w każdym roku (Hall, Taylor 2000). Ponadto siła robocza zawiera kapitał ludzki, czyli ucieleśnioną w ludziach wiedzę

i umiejętności. Wzrost poziomu wykształcenia, podnoszenie kwalifikacji i coraz większe doświadczenie zawodowe pracowników pozwalają zwiększyć produkcję przy danym zasobie kapitału rzeczowego (Begg i in. 1996).

Rozmiary kapitału rzeczowego są określone w danym roku przez inwestycje w poprzednich latach. Wzrost kapitału w gospodarce umożliwia wytwarzanie większej produkcji. Zasób kapitału wzrasta z roku na rok, dopóki inwestycje brutto są większe od deprecjacji zasobu kapitału. Zasób kapitału rośnie tak długo jak długo inwestycje netto są wielkością dodatnią (Hall, Taylor 2000).

Trzecim czynnikiem określającym produkcję jest technologia, która informuje ile można wytworzyć przy użyciu danej ilości pracy i kapitału. Technologia obejmuje wszystko, co wpływa na wydajność pracy i produktywność kapitału. Trwający nieustannie postęp techniczny zwiększa produktywność zarówno siły roboczej jak i kapitału (Hall, Taylor 2000). Kolejnym czynnikiem wzrostu gospodarczego jest wydajność pracy. Jest to stosunek ilości produktów i usług do poniesionych na ich wytworzenie nakładów pracy żywej. Na poziom wydajności pracy wpływ wywiera wiele czynników wzajemnie ze sobą powiązanych. Są to: warunki naturalne, organizacja procesu pracy, środki i metody motywacyjne, techniczne uzbrojenie pracy, stosunki społeczne w miejscu pracy. Ważnym czynnikiem określającym poziom wydajności pracy jest intensywność pracy, czyli stopień nateżenia pracy w toku jej wykonywania, wysiłku fizycznego i psychicznego w czasie pracy. Wzrost intensywności pracy umożliwia otrzymanie większej ilości produktów, czyli zwiększenie wydajności pracy (Grabowski 1998).

BUDOWA MODELU ZGODNEGO

Można wyodrębnić kilka rodzajów modeli ekonometrycznych opisujących systemy i podsystemy gospodarcze, zależnie od charakteru ich uczestników, rodzaju działalności oraz powiązań z pozostałymi podmiotami. Należą do nich:

- ekonometryczne modele podmiotów gospodarczych: przedsiębiorstw, gospodarstw domowych, instytucji publicznych i podmiotów zagranicznych,
- ekonometryczne modele rynków – towarów i usług, pracy oraz pieniężnych,
- ekonometryczne modele rodzajów działalności gospodarczej – najogólniej można wyróżnić przepływy realne i finansowe oraz łączące je procesy kształtowania cen (Welfe, Welfe 2004).

Oszacowany model będzie wielorównaniowym modelem zgodnym. Przez zgodność modelu rozumie się zgodność harmonicznej struktury procesu endogenicznego i łącznej harmonicznej struktury procesów objaśniających oraz procesu resztowego, który jest niezależny od procesów objaśniających. Inaczej mówiąc, zgodność modelu liniowego polega na tym, że w każdym równaniu zachodzi zgodność struktury procesu endogenicznego oraz struktury liniowej formy ważonej procesów objaśniających i procesu resztowego. (Talaga, Zieliński 1986)

Do budowy modelu zgodnego przyjęto zmienne w postaci szeregów czasowych z lat 1995 – 2005 w ujęciu kwartalnym. Są to: AB – akumulacja brutto w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, BUD – przychody z budownictwa w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, EXP – wartość eksportu w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, IMP – wartość importu w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, INF – stopę inflacji, INW – wartość inwestycji w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, PK – popyt krajowy w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, PKB – wartość produktu krajowego brutto w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, PRZ – przychody z przemysłu w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, ROL – przychody z rolnictwa, leśnictwa, myślistwa, rybołówstwa w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, SI – spożycie indywidualne w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, SO – spożycie ogółem w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, SZ – spożycie zbiorowe w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, SPK – stopa procentowa kredytu redyskontowego, UN – przychody z usług nierynkowych w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, UR – przychody z usług rynkowych w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, USD – kurs dolara amerykańskiego w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, WDB – wartość dodana brutto w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, WYD – wydajność pracy w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, WYN – wynagrodzenia w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, X – saldo obrotów handlu zagranicznego w cenach stałych z IV kw. 2005 roku, ZATR – zatrudnienie. Ich wewnętrzną strukturę przedstawia tabela 2. Pierwszym krokiem budowy dynamicznych modeli zgodnych jest oszacowanie, na podstawie analizy wewnętrznej struktury procesów, tzw. modeli podstawowych. Strukturę procesów ekonomicznych przedstawi tabela 1.

Tabela 1. Struktura procesów stochastycznych

	R	Q	S	Z		R	Q	S	Z
AB	3	5	+	-	SO	1	2	+	-
BUD	0	5	+	-	SZ	1	0	+	-
EXP	2	5	-	-	SPK	1	3	-	-
IMP	1	5	-	-	UN	1	4	+	-
INF	1	1	+	-	UR	1	4	+	-
INW	2	5	+	-	USD	2	1	-	-
PK	1	1	+	-	WDB	1	5	+	-
PKB	1	5	+	+ 2000	WYD	1	5	+	-
PRZ	1	3	+	-	WYN	1	0	-	+ 1999
ROL	1	1	+	-	X	2	4	-	-
SI	1	1	+	-	ZATR	3	4	+	+ 2000

Źródło: opracowanie własne

r – stopień wielomianu trendu, q – rząd autoregresji, s – występowanie sezonowości, z – występowanie istotnego załamania szeregu czasowego, będącego wyrazem zmiany sposobu szacowania przez GUS (w nawiasach podano rok od którego ta zmiana występuje).

Do specyfikacji równań modelu zostanie wykorzystany test przyczynowości Grangera. Test Grangera oparty jest na koncepcji modelowej i wynika wprost z definicji przyczynowości (Granger 1969).

Niech dany będzie przypadek dwuwymiarowy postaci:

$$y_t = A_0 D_t + A(u) y_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$y_t = A_1 D_t + \Gamma(u)y_t + B(u)x_t + \eta_t \quad (2)$$

są to modele oszacowane klasyczną metodą najmniejszych kwadratów, z których pierwszy jest modelem AR(p) dla szeregu y_t natomiast drugi jest modelem autoregresyjnym z rozłożonymi opóźnieniami zawierającym strukturę autoregresyjną szeregu x_t , Hipoteza zerowa dla jednokierunkowej zależności przyczynowej zakłada, że x_t nie jest przyczyną y_t , tzn.:

$$H_0: B(u) = 0 \quad (3)$$

Hipoteza alternatywna wówczas ma postać:

$$H_1: B(u) \neq 0 \quad (4)$$

Zakładając, że $s^2(\varepsilon_t)$ i $s^2(\eta_t)$ są estymatorami odpowiednich wariancji resztowych w równaniach odpowiednio (1) i (2), statystykę testu Grangera można przedstawić w postaci:

$$T_G^w = \frac{T(s^2(\varepsilon_t) - s^2(\eta_t))}{s^2(\eta_t)} \quad (5)$$

gdzie: T – liczebność próby

Statystyka ta jest zbieżna do rozkładu $\chi^2(q)$. W przypadku testowania hipotezy o przyczynowości jednoczesnej model (2) przyjmie postać:

$$y_t = A_1 D_t + \Gamma(u)y_t + B_1(u)x_t + \eta_t \quad (6)$$

gdzie: $B_1(u) = \sum_{i=0}^q \beta_i u^i$

Hipotezę zerową można zapisać wówczas:

$$H_0: \beta_0 = 0 \quad (7)$$

Wobec alternatywy:

$$H_1: \beta_0 \neq 0 \quad (8)$$

Gdy analizowane jest sprzężenie zwrotne między procesami, wówczas oddzielnie należy testować hipotezy: x_t nie jest przyczyną y_t oraz y_t nie jest przyczyną x_t .

Modele (1) i (2) należy odpowiednio w tym celu zmodyfikować (Osińska 2005).

Wyniki testu przyczynowości Grangera zaprezentowano w tabelach 1a – 1d.

Tabela 1a. Wyniki testu przyczynowości dla opóźnienia $s = 1$. Tabela 1b. Wyniki testu przyczynowości dla opóźnienia $s = 2$.

$s=1$	INW	ZATR	EXP	IMP	WYD	WYN	AB	$s=2$	INW	ZATR	EXP	IMP	WYD	WYN	AB
INW	-	0,04279	0,58493	0,79291	0,01944	0,41379	0,05423	INW	-	0,19697	0,77790	0,76515	0,01069	0,59789	0,01992
ZATR	0,05272	-	0,13592	0,12264	0,04457	0,09830	0,70720	ZATR	0,05210	-	0,33152	0,21506	0,07034	0,05390	0,70241
EXP	0,61834	0,90266	-	0,05671	0,21208	0,14147	0,67370	EXP	0,92643	0,10515	-	0,03545	0,76480	0,54389	0,39847
IMP	0,66725	0,29702	0,29101	-	0,36656	0,21387	0,65503	IMP	0,86266	0,35614	0,90827	-	0,94490	0,10230	0,53191
WYD	0,26293	0,00441	0,47531	0,23267	-	0,07265	0,59306	WYD	0,34958	0,06339	0,89842	0,25819	-	0,02155	0,76353
WYN	0,66994	0,03743	0,66034	0,36229	0,03533	-	0,36036	WYN	0,33037	0,07241	0,96574	0,55155	0,00866	-	0,83517
AB	0,33209	0,61829	0,45834	0,59962	0,84221	0,28418	-	AB	0,79689	0,37999	0,33267	0,59679	0,77501	0,45643	-
INF	0,05762	0,69514	0,00214	0,02036	0,18207	0,07119	0,32639	INF	0,01496	0,22089	0,08241	0,02024	0,31066	0,17756	0,49278
USD	0,09628	0,65255	0,08670	0,90279	0,50551	0,08102	0,77869	USD	0,00466	0,95641	0,09421	0,89067	0,50503	0,05783	0,39470
SPK	0,08840	0,73796	0,75902	0,59540	0,64213	0,52790	0,71826	SPK	0,04044	0,18717	0,92200	0,84388	0,44472	0,64546	0,59266
PK	0,24890	0,66547	0,78691	0,02315	0,42263	0,83232	0,39080	PK	0,78340	0,28652	0,53997	0,07453	0,34666	0,47583	0,47578
X	0,05214	0,23892	0,68238	0,86398	0,36454	0,38751	0,99097	X	0,04632	0,47330	0,25642	0,98453	0,66335	0,19127	0,83637
WDB	0,06461	0,54077	0,16230	0,11276	0,08197	0,65780	0,42921	WDB	0,01496	0,72782	0,98305	0,79908	0,01314	0,80228	0,63098
PKB	0,02962	0,00924	0,45335	0,52223	0,99266	0,18026	0,13451	PKB	0,09257	0,05747	0,46832	0,10093	0,52611	0,18077	0,25374

źródło: obliczenia własne

źródło: obliczenia własne

Tabela 1c. Wyniki testu przyczynowości dla opóźnienia $s = 3$.

$s=3$	INW	ZATR	EXP	IMP	WYD	WYN	AB
INW	-	0,06631	0,14127	0,67905	0,08892	0,96107	0,03993
ZATR	0,02046	-	0,50037	0,15134	0,01042	0,04405	0,65464
EXP	0,57819	0,63286	-	0,00827	0,86925	0,18661	0,12789
IMP	0,17737	0,63606	0,37895	-	0,80176	0,45195	0,81399
WYD	0,43719	0,08731	0,90211	0,12480	-	0,03440	0,57918
WYN	0,76664	0,02778	0,25629	0,94757	0,05551	-	0,05347
AB	0,97188	0,97778	0,45472	0,30132	0,25457	0,92802	-
INF	0,07266	0,55081	0,05545	0,02214	0,66989	0,08088	0,04262
USD	0,08759	0,76363	0,07979	0,03193	0,20244	0,04449	0,28981
SPK	0,05412	0,83162	0,35247	0,81297	0,53544	0,99056	0,51764
PK	0,67450	0,66301	0,80119	0,09960	0,06301	0,77037	0,12499
X	0,02529	0,32685	0,74444	0,02734	0,37204	0,55057	0,78254
WDB	0,08984	0,54004	0,38008	0,46443	0,04876	0,90238	0,39748
PKB	0,04376	0,04872	0,42870	0,51555	0,50945	0,40325	0,31088

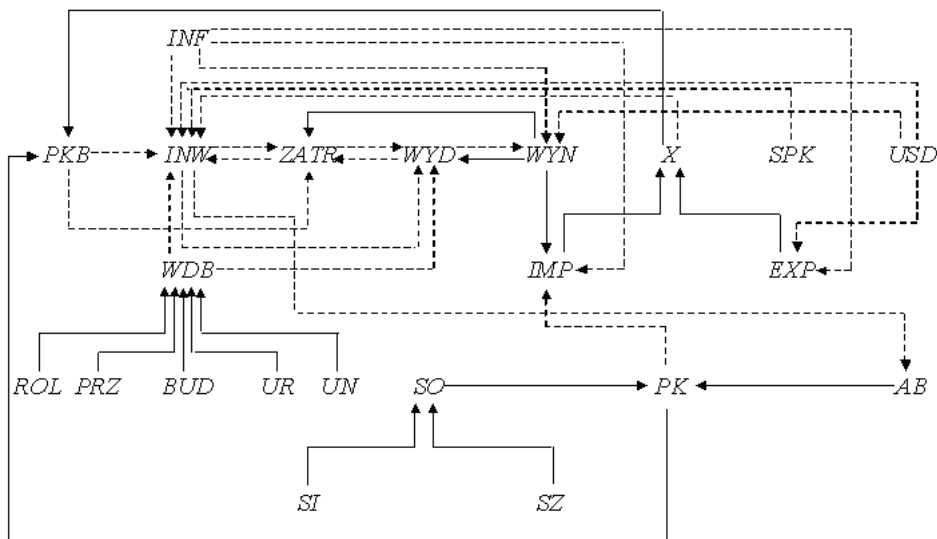
Tabela 1d. Wyniki testu przyczynowości dla opóźnienia $s = 4$.

$s=4$	INW	ZATR	EXP	IMP	WYD	WYN	AB
INW	-	0,00758	0,02157	0,98888	0,00143	0,67384	0,56064
ZATR	0,02436	-	0,97739	0,41215	0,07550	0,09572	0,96118
EXP	0,97024	0,34586	-	0,04129	0,32331	0,20335	0,22442
IMP	0,10366	0,87027	0,80182	-	0,47435	0,34266	0,16018
WYD	0,67650	0,06605	0,17467	0,83331	-	0,06226	0,92133
WYN	0,76486	0,18195	0,24484	0,66358	0,03088	-	0,89672
AB	0,78685	0,21653	0,75542	0,18466	0,03065	0,84776	-
INF	0,03671	0,13483	0,06688	0,04849	0,86613	0,25782	0,42996
USD	0,30791	0,62684	0,07398	0,99333	0,34017	0,02506	0,27684
SPK	0,08253	0,89478	0,03744	0,88197	0,38883	0,91825	0,24343
PK	0,25761	0,57795	0,73285	0,09737	0,27164	0,77844	0,22050
X	0,00187	0,49341	0,82489	0,28160	0,68914	0,23994	0,43214
WDB	0,04585	0,81664	0,17632	0,77558	0,00123	0,05354	0,67670
PKB	0,01603	0,01495	0,81549	0,76699	0,05341	0,97320	0,15291

źródło: obliczenia własne

źródło: obliczenia własne

Na podstawie wyników testu przyczynowości, teorii ekonomicznej, struktury procesów powstał rysunek 1., opisujący schemat powiązań między zmiennymi makroekonomicznymi uwzględnionymi w modelu.



Rysunek 1. Schemat powiązań między zmiennymi makroekonomicznymi

———— wpływ zmiennych z okresu bieżącego,

----- wpływ zmiennych z okresu bieżącego i okresów wcześniejszych

Schemat przedstawia trzy bezpośrednie sprzężenia zwrotne. Tworzą je: inwestycje i zatrudnienie, zatrudnienie i wydajność, wydajność i wynagrodzenia; jedno pośrednie sprzężenie zwrotne, które tworzą: produkt krajowy brutto, inwestycje, akumulacja brutto, popyt krajowy. Pięć zmiennych modelu jest opisane za pomocą równań tożsamościowych. Są to: wartość dodana brutto, spożycie ogółem, popyt krajowy, eksport netto, produkt krajowy brutto.

ESTYMACJA PARAMETRÓW MODELU

Z uwagi na fakt, że wszystkie równania modelu są identyfikowalne niejednoznacznie, właściwą do estymacji metodą jest podwójna metoda najmniejszych kwadratów (2MNK). Idea tej metody polega na dwukrotnym zastosowaniu metody najmniejszych kwadratów.

Oszacowany model składa się z dwóch części:

- siedmiu równań stochastycznych opisujących: INW, ZATR, WYN, WYD, AB, EXP, IMP,

- pięciu równań tożsamościowych opisujących PKB, PK, SO, WDB, X.

Oszacowany 2MNK model ma postać:

$$\begin{aligned} \hat{INW} = & -281826 + 0,42 PKB + 15,72 ZATR + 8,85 ZATR_{-1} - 99580,1 INF - \\ & - 90495,5 INF_{-1} + 4397,43 USD_{-1} + 739,631 SPK_{-1} - 366,52 SPK_{-3} + \\ & + 0,48 X_{-1} + 0,46 X_{-3} - 2922,84 t + 186,37 t^2 - 2,75 t^3 \end{aligned} \quad (9)$$

$$R^2 = 98,51\% \quad DW = 2,29$$

$$\begin{aligned} \hat{ZATR} = & 6068,8 + 0,0129 PKB - 116,09 WYD + 22,52 WYD_{-4} + \\ & + 0,2 ZATR_{-4} - 296,95 Z + 87,44 t - 4,59 t^2 + 0,061 t^3 \end{aligned} \quad (10)$$

$$R^2 = 99,82\% \quad DW = 2,45$$

$$\begin{aligned} \hat{WYD} = & 22,37 - 0,0027 ZATR + 0,27 WYD_{-4} + 0,00013 WDB - \\ & - 0,0000328 WDB_{-4} \end{aligned} \quad (11)$$

$$R^2 = 99,61\% \quad DW = 1,91$$

$$\begin{aligned} \hat{WYN} = & 1261,26 + 52,97 USD + 13,51 t + 32,32 Q_1 - 52,73 Q_2 - \\ & - 57,56 Q_3 + 399,24 Z_{wyn} \end{aligned} \quad (12)$$

$$R^2 = 99,47\% \quad DW = 1,70 \quad d_4 = 77,97$$

$$\begin{aligned} \hat{IMP} = & -25469,1 + 0,44 IMP_{-1} + 0,29 PK + 11479,4 USD - 51,91 WYN + \\ & + 195360 INF + 9563,14 Z_{wyn} + 1979,02 t \end{aligned} \quad (13)$$

$$R^2 = 98,22\% \quad DW = 1,87$$

$$\begin{aligned} \hat{EXP} = & -21205,6 + 0,56 EXP_{-1} + 0,55 EXP_{-4} - 0,69 EXP_{-5} + \\ & + 10277,3 USD - 740,84 t + 39,26 t^2 \end{aligned} \quad (14)$$

$$R^2 = 97,45\% \quad DW = 2,04$$

$$\hat{AB} = 6879,06 - 0,15 AB_{-s} + 2,07 INW + 6906,12Z + 0,078t^3 \quad (15)$$

(±2211,81) (±0,03) (±0,07) (±1494,12) (±0,03)

$$R^2 = 96,86\% \quad DW = 1,73$$

$$PKB = PK + X \quad (16)$$

$$PK = SO + AB \quad (17)$$

$$SO = SI + SZ \quad (18)$$

$$X = EXP - IMP \quad (19)$$

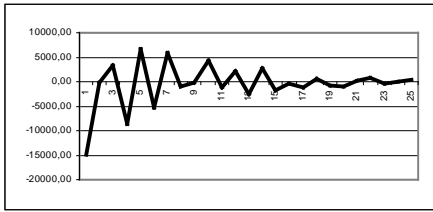
$$WDB = ROL + PRZ + BUD + UR + UN \quad (20)$$

Inwestycje zależą od inflacji z okresu bieżącego i okresów wcześniejszych, eksportu netto, kursu dolara amerykańskiego i stóp procentowych z okresów wcześniejszych, zatrudnienia z okresu bieżącego i okresów wcześniejszych oraz produktu krajowego brutto z okresu bieżącego. Zatrudnienie zależy od produktu krajowego brutto z okresu bieżącego oraz wydajności z okresu bieżącego i okresów wcześniejszych. Wydajność zależy od zatrudnienia z okresu bieżącego oraz wartości dodanej brutto z okresu bieżącego i okresów wcześniejszych. Wynagrodzenia zależą od kursu dolara amerykańskiego z okresu bieżącego. Import zależy od popytu krajowego z okresu bieżącego, wynagrodzeń z okresu bieżącego oraz inflacji z okresu bieżącego. Eksport zależy od kursu dolara amerykańskiego. Akumulacja brutto zależy inwestycji z okresu bieżącego. Pozostałe zmienne wchodzą do modelu tworząc równania tożsamościowe.

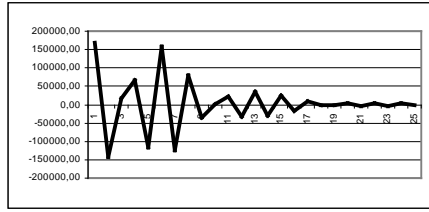
Oszacowane parametry są istotne przy 5% poziomie istotności. Pod ocenami parametrów zostały podane wartości błędów estymacji. Wartości statystyk Durбина – Watsona wskazują na brak autokorelacji składnika losowego pierwszego rzędu. Wartości współczynnika determinacji R^2 wskazują na wysokie dopasowanie równań modelu do danych empirycznych.

ANALIZA MNOŻNIKOWA

Mnożnik M_s wyraża wpływ zmiennych egzogenicznych na zmienne endogeniczne po upływie s okresów, tj. wpływ zmiennych egzogenicznych w okresie $t-s$, na zmienne endogeniczne w okresie t . Przy czym: M_0 jest to mnożnik bezpośredni, wyrażający natychmiastowy wpływ zmiennych egzogenicznych na zmienne endogeniczne, M_1 – mnożnik dynamiczny (pośredni) pierwszy, M_2 – mnożnik pośredni drugi, M_3 – mnożnik pośredni trzeci, itd. Wyznaczone mnożniki zostały zaprezentowane w tabelach 3 – 5. Wartości mnożników co do wartości bezwzględnej maleją co świadczy o zmniejszającym wpływie poszczególnych zmiennych egzogenicznych na zmienne endogeniczne. Przykłady zostały zamieszczone na rysunkach 2 – 3.



Rysunek 2. Mnożniki USD na INW



Rysunek 3. Mnożniki INF na IMP

Tabela 3. Mnożniki kursu dolara amerykańskiego

§	USD/INW	USD/ZATR	USD/MYD	USD/MYIN	USD/EX P	USD/IMP	USD/AB	USD/P KB	USD/P K	USD/X	USD/M DB	USD/S O
0	-14937,89	-392,34	1,0593	52,97	10277,30	-237,37	-30921,01	-20881,08	-30921,01	10039,93	0	0
1	-141,43	-154,59	0,4174	-1,2E-14	5755,29	-13690,15	-292,77	-8227,83	-292,77	-7934,86	0	0
2	3256,81	221,48	-0,5980	1,11E-14	3222,96	1826,52	6739,11	11787,59	6739,11	5048,48	0	0
3	-8564,39	-340,08	0,9182	-9,4E-15	1804,86	-2176,00	-17728,29	-18099,42	-17728,29	-371,14	0	0
4	6604,86	182,11	-0,2057	4,95E-15	6663,24	-3836,55	13872,05	16499,74	13872,05	2827,68	0	0
5	-5205,47	-304,15	1,5369	-4,6E-15	-194,52	2890,86	-10775,31	-8078,97	-10775,31	2696,34	4638,16	0
6	5844,49	232,04	-0,7823	4,07E-15	-2307,45	-1232,69	12098,09	8557,94	12098,09	-3540,14	43,92	0
7	-1058,63	-89,16	0,3572	-2,9E-15	-2523,34	4687,66	-2191,37	-27,05	-2191,37	2164,32	-1010,87	0
8	-259,92	-15,01	0,3307	1,98E-15	1006,30	-1120,24	-538,04	-651,92	-538,04	-113,88	2659,24	0
9	4332,94	95,39	-0,2484	-1,8E-15	-4141,06	2364,33	8969,19	7192,46	8969,19	-1776,73	-2050,81	0
10	-1108,94	-4,04	0,0085	1,87E-15	-3453,87	3280,75	-2295,51	-2468,64	-2295,51	-173,13	1616,30	0
11	2211,36	63,67	-0,2810	-1,1E-15	-1729,87	317,46	4577,51	3165,10	4577,51	-1412,41	-1814,71	0
12	-2458,40	-62,95	0,2222	5,73E-16	1325,88	538,33	-5088,88	-3224,67	-5088,88	1864,21	328,71	0
13	2816,10	76,14	-0,2006	-2,2E-16	-2229,48	-548,60	5829,33	3051,25	5829,33	-2778,08	80,71	0
14	-1692,61	-5,71	-0,2057	6,7E-16	-290,81	1548,83	-3503,71	-2245,69	-3503,71	1259,02	-1345,38	0
15	-486,54	-24,15	0,0085	-7,8E-16	1268,89	-1833,70	-1007,13	-1571,94	-1007,13	-664,81	344,33	0
16	-1112,15	-19,08	0,0124	4,1E-16	2633,42	-1110,76	-2302,15	-779,50	-2302,15	1522,66	-686,63	0
17	557,48	4,80	0,0297	-4,3E-16	-666,35	-678,29	1153,98	-190,67	1153,98	-1344,65	763,33	0
18	-757,72	3,79	-0,1391	6,24E-16	1005,24	52,89	-1568,48	-510,36	-1568,48	1058,13	-874,40	0
19	-890,51	-48,17	0,2119	-9,7E-16	1461,48	-1224,70	-1843,35	-1806,57	-1843,35	236,78	525,56	0
20	103,89	3,58	0,0339	6,28E-16	1391,27	-748,83	214,64	857,09	214,64	642,45	151,07	0
21	702,55	7,93	0,0086	-4,9E-16	-1404,44	516,18	1454,28	566,02	1454,28	-889,26	345,32	0
22	-328,42	2,06	-0,0394	5,88E-16	226,18	442,73	-679,82	-10,91	-679,82	668,91	-173,10	0
23	8,85	-19,99	0,1260	-7,7E-16	236,86	-293,81	18,32	-38,63	18,32	-56,95	235,27	0
24	386,15	12,74	0,0062	6,35E-16	-110,58	239,87	799,34	928,63	799,34	129,29	276,50	0

źródło: obliczenia własne

Tabela 4. Mnożniki stopy procentowej

§	SPK/INW	SPK/ZATR	SPK/MYD	SPK/MYIN	SPK/EX P	SPK/IMP	SPK/AB	SPK/P KB	SPK/P K	SPK/X	SPK/M DB	SPK/S O
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-812,56	-40,77	0,1101	-1,6E-15	0	-487,78	-1681,99	-2169,77	-1681,99	-487,78	0	0
2	1235,23	48,07	-0,1298	1,27E-15	0	1,43	2556,92	2558,34	2556,92	1,43	0	0
3	-949,63	-26,51	0,0716	-1,3E-16	0	554,98	-1965,74	-1410,76	-1965,74	554,98	0	0
4	644,81	16,10	-0,0435	-6,8E-17	0	-477,84	1334,76	856,92	1334,76	-477,84	0	0
5	-136,59	-8,11	0,0543	-8,4E-18	0	505,30	-282,73	222,57	-282,73	505,30	0	0
6	-254,99	-5,01	0,0113	1,75E-17	0	-277,47	-527,84	-805,31	-527,84	-277,47	252,30	0
7	381,16	14,55	-0,0698	4,83E-17	0	-3,44	789,00	785,56	789,00	-3,44	-383,54	0
8	-391,19	-14,34	0,0653	-3,8E-17	0	112,33	-809,77	-697,44	-809,77	112,33	294,86	0
9	342,05	11,52	-0,0425	2,85E-17	0	-150,96	708,05	557,08	708,05	-150,96	-200,21	0
10	-255,52	-8,22	0,0232	-6,8E-17	0	158,15	-528,93	-370,78	-528,93	158,15	42,41	0
11	154,41	4,82	-0,0101	8,14E-17	0	-140,04	319,63	179,59	319,63	-140,04	79,18	0
12	-67,72	-1,67	-0,0021	-5,9E-17	0	99,98	-140,19	-40,20	-140,19	99,98	-118,35	0
13	8,31	-0,53	0,0118	4,01E-17	0	-56,69	17,21	-39,48	17,21	-56,69	121,46	0
14	31,54	1,58	-0,0131	-2,7E-17	0	26,51	65,30	91,80	65,30	26,51	-106,21	0
15	-55,26	-2,04	0,0107	1,05E-17	0	-4,44	-114,38	-118,82	-114,38	-4,44	79,34	0
16	61,86	2,15	-0,0091	4,48E-18	0	-13,20	128,04	114,85	128,04	-13,20	-47,94	0
17	-55,63	-1,88	0,0073	-1E-17	0	22,95	-115,15	-92,20	-115,15	22,95	21,03	0
18	43,49	1,38	-0,0044	1,14E-17	0	-24,56	90,02	65,46	90,02	-24,56	-2,58	0
19	-29,59	-0,85	0,0016	-1,2E-17	0	21,85	-61,25	-39,40	-61,25	21,85	-9,79	0
20	15,86	0,41	0,0001	1,07E-17	0	-17,43	32,82	15,39	32,82	-17,43	17,16	0
21	-4,19	-0,05	-0,0010	-7,4E-18	0	11,93	-8,67	3,26	-8,67	11,93	-19,21	0
22	-3,90	-0,20	0,0017	4,02E-18	0	-6,15	-8,07	-14,22	-8,07	-6,15	17,27	0
23	8,38	0,33	-0,0019	-1,7E-18	0	1,48	17,35	18,83	17,35	1,48	-13,50	0
24	-10,07	-0,36	0,0017	1,56E-20	0	1,59	-20,84	-19,25	-20,84	1,59	9,19	0

źródło: obliczenia własne

Tabela 5. Mnożniki stopy inflacji

s	INF/INW	INF/ZATR	INF/WYD	INF/WYN	INF/EXP	INF/IMP	INF/AB	INF/PKB	INF/PK	INF/X	INF/WDB	INF/SO
0	-44135,60	1456,27	-3,9319	2,13 E-13	0	168865,40	-91360,70	77504,70	-91360,70	168865,40	0	0
1	-171031,83	-9338,55	25,2087	-3,9 E-13	0	-142869,12	-354035,89	-496905,01	-354035,89	-142869,12	0	0
2	288538,93	11550,03	-31,1851	3,23 E-13	0	17434,13	597275,59	614709,72	597275,59	17434,13	0	0
3	-328026,13	-11520,29	31,1048	-2,4 E-13	0	65887,17	-679014,09	-613126,91	-679014,09	65887,17	0	0
4	303865,29	10107,06	-28,3607	1,57 E-13	0	-116355,87	629001,15	512645,28	629001,15	-116355,87	0	0
5	-196647,14	-8011,35	30,2185	-1,1 E-13	0	158713,23	-407059,58	-248346,35	-407059,58	158713,23	13704,11	0
6	90088,41	3752,84	-11,6489	7,21 E-14	0	-125026,14	186483,00	61456,86	186483,00	-125026,14	53105,38	0
7	-4192,31	-455,00	-2,0201	-4,5 E-14	0	79535,88	-8678,07	70857,81	-8678,07	79535,88	-89591,34	0
8	-52991,83	-1660,74	10,0701	2,87 E-14	0	-35629,35	-109693,10	-145322,45	-109693,10	-35629,35	101852,11	0
9	82860,35	2671,84	-11,7316	-1,4 E-14	0	1476,11	171520,93	172997,03	171520,93	1476,11	-94350,17	0
10	-89005,80	-2877,53	10,9686	-2,7 E-15	0	22039,03	-184242,00	-162202,97	-184242,00	22039,03	61058,94	0
11	79136,09	2501,16	-8,2472	1,22 E-14	0	-33561,09	163811,70	130250,61	163811,70	-33561,09	-27972,45	0
12	-61104,15	-1836,68	4,7916	-1,6 E-14	0	35396,33	-126485,59	-91089,26	-126485,59	35396,33	1301,71	0
13	41396,37	1120,11	-1,2223	1,65 E-14	0	-30803,41	85690,49	54887,08	85690,49	-30803,41	16453,96	0
14	-22483,33	-523,58	-0,8012	-1,5 E-14	0	24207,08	-46540,49	-22333,41	-46540,49	24207,08	-25728,14	0
15	6947,30	49,03	2,0728	1,06 E-14	0	-16307,35	14380,90	-1926,45	14380,90	-16307,35	27636,30	0
16	4011,46	270,26	-2,6694	-6,2 E-15	0	8735,67	8303,71	17039,39	8303,71	8735,67	-24571,75	0
17	-10251,05	-437,26	2,8234	2,79 E-15	0	-2500,07	-21219,87	-23719,73	-21219,87	-2500,07	18972,84	0
18	12737,99	473,48	-2,3939	-2,3 E-16	0	-1690,04	26367,63	24677,59	26367,63	-1690,04	-12853,57	0
19	-12387,62	-429,16	1,7968	-1,6 E-15	0	4165,47	-25642,36	-21476,89	-25642,36	4165,47	6981,07	0
20	10224,60	338,82	-1,1734	2,49 E-15	0	-5144,81	21164,93	16020,12	21164,93	-5144,81	-2157,14	0
21	-7188,99	-225,70	0,6408	-2,6 E-15	0	4997,02	-14881,22	-9884,20	-14881,22	4997,02	-1245,56	0
22	4126,77	117,56	-0,1644	2,24 E-15	0	-4070,44	8542,41	4471,97	8542,41	-4070,44	3182,95	0
23	-1505,56	-30,68	-0,1556	-1,7 E-15	0	2854,87	-3116,51	-261,64	-3116,51	2854,87	-3955,14	0
24	-435,35	-29,90	0,3286	1,11 E-15	0	-1632,60	-901,17	-2533,77	-901,17	-1632,60	3846,35	0

źródło: obliczenia własne

PROGNOZY ZMIENNYCH MAKROEKONOMICZNYCH

Na podstawie modelu wyznaczono prognozy na I kwartał 2006 roku. Z uwagi na występowanie sprzężeń zwrotnych, prognozy zostały wyznaczone z formy zredukowanej. Wartość zmiennej INF została oszacowana na podstawie prognozy inflacji wyznaczonej przez Ministerstwo Finansów. Wartość SPK została przyjęta na poziomie rzeczywistym w styczniu 2006 roku. Wartości wyznaczonych prognoz oraz błędów ex ante zawiera tabela 5.

Tabela 6. Wartości prognoz na I kw. 2006 oraz błędy ex ante

zmienna	prognoza I 2006	Względny błąd ex ante	Zmienna	prognoza I 2006	Względny błąd ex ante
USD	3,0854	5,72%	ZATR	7618,71	0,67%
WDB	207193,80	1,92%	WYD	29,872	0,38%
SI	159440,24	1,45%	SO	205635,94	*
SZ	46195,70	2,55%	PK	249604,34	*
IMP	95559,9	3,12%	AB	43968,40	8,47%
INW	15993,94	7,81%	X	-4130,24	*
WYN	2464,08	1,23%	PKB	245474,11	*
EXP	91429,6	4,05%	INF	0,001998	Prognoza MF
SPK	4,25	wart. rzeczywista			

źródło: opracowanie własne

Na podstawie wartości względnych błędów *ex ante* wnioskuje się o dopuszczalności wyznaczonych prognoz. Za błąd graniczny autor przyjmuje 10% zatem oszacowane prognozy są dopuszczalne. * oznacza brak możliwości oszacowania błędów, ponieważ prognozy zostały wyznaczone na podstawie równań tożsamościowych.

ZAKOŃCZENIE

W pracy zaprezentowano oszacowanie modelu dla danych makroekonomicznych oraz jego wykorzystanie do wyznaczenia mnożników i prognoz na I kwartał 2006 roku. Schemat zależności, który był podstawą oszacowania modelu nie został w całość potwierdzony w drodze estymacji modelu. Z bezpośrednich sprzężeń zwrotnych pozostało tylko sprzężenie pomiędzy wydajnością pracy zatrudnieniem. Sprzężenie pośrednie natomiast znalazło odzwierciedlenie w oszacowanym modelu. Rzeczywistość gospodarcza charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością co powoduje, że wykorzystanie metod ilościowych w długich horyzontach czasowych może dawać odbiegające od rzeczywistości wyniki. Niemniej jednak metody statystyczno – matematyczne w ekonomii są powszechnie stosowane, co potwierdza ich przydatność we wspomaganie działalności gospodarczej.

LITERATURA

- Begg D., Fischer S., Dornbusch R. (1996) Makroekonomia, PWE, Warszawa
 Grabowski T. (2000) Podstawy teorii ekonomii, Wyd. Adam Marszałek, Toruń
 Granger C. W. J. (1969) Investigating Causal Relations by Econometric Models And Cross-spectral Methods, *Econometrica*, Vol. 37, No.3., 424 – 438
 Hall R. E., Taylor J. B. (2000) Makroekonomia, PWN, Warszawa
 Milewski R. (1999) Elementarne zagadnienia ekonomii, PWN, Warszawa
 Osińska M. (2005) Ekonometria finansowa, PWE, Warszawa
 Polszakiewicz B. (1994) Wybrane problemy ekonomii, Tom 1, UMK, Toruń
 Talaga L., Zieliński Z. (1986) Analiza spektralna w modelowaniu ekonometrycznym, PWN, Warszawa
 Welfe W., Welfe A. (2004) Ekonometria stosowana, PWE, Warszawa

Econometric modelling of choosen macroeconomic indicators in Poland

Summary: In the presented paper an example of econometric modelling of chosen macroeconomic indicators using dynamic consistent models was presented. On the ground of estimated model forecasts for the first quarter of 2006 and multiplier analysis were made.

Key words: dynamic consistent model, multiplier, forecasting