

Mieczysław Gruda, Włodzimierz Rembisz  
IERiGŻ – PIB, Warszawa  
E-mail: grudam@ierigz.waw.pl

## Modele wektorowo-autoregresyjne a ekonometryczne w ramach ewaluacji polityk rolnych

### Wstęp

Estymacja parametrów strukturalnych wielorównaniowych modeli ekonometrycznych przysparza pewne problemy. Szacowanie parametrów wielorównaniowych modeli strukturalnych poprzedza badanie identyfikowalności. Możliwe jest oszacowanie jedynie modeli jednoznacznie bądź też niejednoznacznie identyfikowalnych (badanie identyfikowalności parametrów strukturalnych modeli wielorównaniowych można znaleźć w większości podręczników do ekonometrii) — [A. Welfe, 2003]. Problem pojawia się wtedy, gdy modele są nieidentyfikowalne. Rozwiązanie tego problemu jest bardzo proste, ale równocześnie bardzo problematyczne. Należy do odpowiedniego równania bądź też kilku równań dodać kilka zmiennych lub też z niektórych równań usunąć pewne zmienne. Tu nasuwa się pytanie, dlaczego mamy dodawać zmienne, których wcześniej nie uwzględnialiśmy w naszym modelu lub też dlaczego mamy usuwać zmienne, które naszym zdaniem powinny się znaleźć w równaniach modelu. Alternatywą dla dużych często skomplikowanych modeli wielowymiarowych strukturalnych mogą być modele wektorowo-autoregresyjne. Podstawy takiego modelowania  $VAR(k)$  przedstawił C. A. Sims w 1980 r.

### Podstawy modelowania wektorowo-autoregresyjnego

Metodologia zaproponowana przez C. A. Simsa spotkała się początkowo z krytyką; wielu ekonometryków uważało ją za teoretyczną, skoro nie ma w niej miejsca na uwzględnienie w modelu ekonometrycznym konkretnych hipotez ekonomicznych, a do skonstruowania modelu ekonometrycznego nie jest potrzebna wiedza o powiązaniach pomiędzy zmiennymi. Wiedza ekonomiczna jest jednak niezbędna do wyboru zmiennych, tak więc przy wyborze zmiennych należy opierać się na określonej teorii ekonomicznej.

Klasyczna postać modelu wektorowo-autoregresyjnego zaproponowana przez C. A. Simsa przedstawia się następująco:

$$Y_t(k) = \sum_{i=1}^k A_i Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

gdzie:

- $Y_t$  — wektor obserwacji bieżących wartości wszystkich  $n$  zmiennych modelu,
- $A_i$  — macierz autoregresyjnych operatorów poszczególnych procesów, w których a priori nie zakłada się żadnych elementów zerowych,
- $\varepsilon_t$  — wektor procesów resztkowych, w odniesieniu do którego przyjmuje się, że poszczególne składowe są jednocześnie skorelowane ze sobą, ale nie zawierają autokorelacji,
- $k$  — rząd modelu VAR.

Kontynuatorzy prac C. A. Simsa zmodyfikowali postać klasyczną modelu VAR, dodając do niego składnik zawierający średnią procesu, deterministyczny trend oraz deterministyczną sezonowość.

Zmodyfikowany model wektorowo-autoregresyjny można zapisać w postaci

$$Y_t(k) = A_0 D_t + \sum_{i=1}^k A_i Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

gdzie:  $D_t$  — wektor deterministycznych składników równań,  $A_0$  — macierz parametrów przy zmiennych wektora  $D_t$ .

### Wybór rzędu opóźnień w modelach wektorowo-autoregresyjnych

W modelowaniu wektorowo-autoregresyjnym jako zmienne objaśniające występują opóźnienia wszystkich zmiennych. Wybór rzędu ma istotne znaczenie w procesie modelowania. Istnieje kilka kryteriów wskazujących na najlepszy rząd opóźnień; do najpopularniejszych należy (1) kryterium informacyjne Akaike’a AIC (Akaike Information Criterion):  $AIC(k) = \ln|\sum_k| + \frac{2n^2k}{T}$ ; (2) kryterium informacyjne Schwarza BIC (Bayesian Schwarz Criterion):  $BIC(k) = \ln|\sum_k| + \frac{n^2k \ln(\ln T)}{T}$ ; (3) kryterium informacyjne Hannana i Quinna (HQ):  $HQ(k) = \ln|\sum_k| + \frac{2n^2k \ln(\ln T)}{T}$ , gdzie:  $k$  — rząd opóźnień zmiennych w modelu  $VAR|\sum_k|$ ,  $T$  — liczba dostępnych informacji,  $|\sum_k|$  — wyznacznik macierzy wariancji i kowariancji reszt modelu o liczbie opóźnień  $k$ .

### Estymacja a weryfikacja modelu VAR

Rozwój ekonometrii w istotny sposób zależy od rozwoju metod statystycznych. Dotyczy to zwłaszcza problemów estymacji parametrów i weryfikacji hipotez statystycznych. Ważnym czynnikiem, który wpłynął na tak szybki rozwój modeli ekonometrycznych gospodarki narodowej, był rozwój techniki obliczeniowej. Kolejne generacje komputerów współtworzyły niejako kolejne generacje modeli. Estymacja modeli, a następnie wykonywane na nich symulacje, wymagają ogromnej liczby operacji arytmetycznych (bez rozwoju komputerów rozwój ekonometrii byłby niemożliwy). Do celów modelowania ekonometrycznego zbudowano wiele komputerowych programów zorientowanych na użytkownika, np. SPSS, SAS, RATS, TSP i wiele in. W latach 70. rozwój gospodarki światowej został gwałtownie zachwiany przez kryzys naftowy. W konsekwencji nastąpił parokrotny wzrost cen ropy naftowej i cen surowców. Prognozy uzyskiwane z modeli ekonometrycznych nie przewidywały takiego rozwoju wypadków. W związku z tym zaczęto sceptycznie oceniać użyteczność dla polityki gospodarczej modeli ekonometrycznych, opartych na zaleceniach Komisji Cowlesa.

### Zastosowanie modeli wektorowo-autoregresyjnych w badaniu ewaluacji polityk

Badania ewaluacyjne powinny uwzględniać wskaźniki o charakterze społecznym i ekonomicznym. Rzetelnie oceniać jakość i efektywność programów, projektów oraz polityk publicznych. Zalety ewaluacji, jeśli prowadzona jest poprawnie, stanowią przede wszystkim: uwzględnianie perspektyw interesariuszy, wykorzystanie możliwie dużej liczby źródeł danych i informacji, budowanie zaufania do efektów prac badawczych, a także inicjowanie zmian postaw jednostek i grup w kierunku większej otwartości na zmiany, innowacje i podnoszenie jakości własnych działań.

Tab. 1. Parametry modelu  $VAR(2)$

	Współczynniki	Błąd stand.	t-Stud	Wartość $p$
stała	5,270	0,152	0,120	0,012
WDBR1	2,218	0,320	0,088	0,096
WDBR2	0,805	0,308	.	0,040
DR1	1,787	0,521	0,234	0,010
DR2	-0,612	0,232	0,016	0,110

WDBR — wartość dodana brutto (2000–2014, mld zł);

DR — dochód rolniczy (2000–2014, mld zł)

Źródło: obliczenia własne

### Cel monitorowania i przeprowadzania ewaluacji polityk

Wyniki monitorowania i ewaluacji stanowią źródło cennych informacji, które można wykorzystać do różnych celów, a mianowicie: (1) oceny skuteczności przewidzianych środków i instrumentów, (2) osiągania ustalonych celów, (3) przyczyniają się do większej przejrzystości w rozliczaniu wydatków publicznych, (4) wspierania efektywnej alokacji zasobów, (5) wspieranie procesu ewentualnych interwencji. Ważniejsze polityki rolne  $P = (p_1, p_2, \dots, p_5)$  podane zostały ewaluacji:

1. Ewaluacja polityki spójności (kierunki i wyniki)
2. Wsparcie dochodowe producentów rolnych
3. Rozwój obszarów wiejskich
4. Poprawa konkurencyjności rolnictwa
5. Zrównoważone gospodarowania zasobami

### Podsumowanie

Modele wektorowo-autoregresyjne VAR są stosunkowo prostą konstrukcją, która może posłużyć do prognozowania zmiennych ekonomicznych. W modelowaniu wektorowo-autoregresyjnym w przeciwieństwie do modeli strukturalnych nie zakłada się podziału na zmienne endo- i egzogeniczne oraz nie trzeba martwić się o identyfikowalność poszczególnych równań modelu, ponieważ do estymacji parametrów modeli VAR służy klasyczna metoda najmniejszych kwadratów. Modelowanie wektorowo-autoregresyjne nie jest jednak pozbawione wad; budując modele VAR należy dysponować dużą liczbą obserwacji zmiennych, aby prawidłowo oszacować ich parametry. Przykładowo szacując parametry modelu VAR dla 3 zmiennych (dane roczne), trzeba dysponować co najmniej 36 obserwacjami zmiennych, a więc obserwacjami z 12 lat. Jeżeli zmienne nie są stacjonarne, to niezbędne są kolejne obserwacje, ponieważ należy policzyć pierwsze różnice (dla zmiennych przyrostostacjonarnych). Reasumując, modele wektorowo-autoregresyjne są dobrą alternatywą dla modeli strukturalnych, jednak zarówno jedno, jak i drugie mają swoje wady i zalety.

### Literatura

- [1] K. Bhattarai, *Econometric and stochastic general equilibrium models for evaluation of economic policies*, Int. J. Trade and Global Markets 4 (2011), No. 2.
- [2] M. Gruda, *Makroekonomiczna ocena zrównoważenia polskiego rolnictwa z wykorzystaniem modelowania równań strukturalnych (SEM)*, 7 MKMiPZSG, Zakopane 7–10 maja 2013.
- [3] M. Gruda, M. Kwasek, W. Rembisz, *Macroeconomic evaluation of sustainability of the agricultural sector using structural equation modeling (SEM)*, *Ekonomia i Środowisko* 2(42) (2012), 232–244.
- [4] M. Gruda, M. Kwasek, *Metoda DEA w badaniu konkurencyjności celów w polityce rolnej. Aktualne zagadnienia modelowania i prognozowania zjawisk społeczno-gospodarczych*, *Studia i Prace UE Kraków*, No 10 (2010), 225–239.
- [5] R. Wróbel-Rotter, *Estymowane modele równowagi ogólnej. Podejście bayesowskie*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, 2015.
- [6] *Ramy monitorowania i ewaluacji polityki rolnej na lata 2014–2020*, Komisja Europejska, 2015.

**Słowa kluczowe:** modele wektorowo-autoregresyjne, model ekonometryczny, model równowagi ogólnej, modelowanie strukturalne, ewaluacja polityk, wnioskowanie bayesowskie.