

Recenzja książki Jerzego Witolda Wiśniewskiego *Prognozowanie z wielorównaniowych mikromodeli ekonometrycznych*

Review of Jerzy Witold Wiśniewski's book *Forecasting from multi-equational econometric models*



Język/Language: polski/Polish

Wydawnictwo/Publisher: Wydawnictwo Naukowe
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

Miejsce i rok wydania / Place and year of publication:
Toruń 2020

Liczba stron / Number of pages: 202

Modele ekonometryczne są powszechnie stosowane w analizie zjawisk społeczno-gospodarczych, szczególnie w kontekście wykrywania współzależności i przewidywania zmian oraz tendencji rozwojowych. Dominującą cechą takich studiów badawczych jest zazwyczaj wykorzystywanie modeli jednorównaniowych, czasami dość skomplikowanych. Tymczasem – szczególnie w szerszej skali – powiązania między

różnymi mechanizmami bywają często złożone i wielokierunkowe. Książka prof. dr. hab. Jerzego Witolda Wiśniewskiego stanowi – rzadki w polskiej literaturze statystyczno-ekonometrycznej¹ – przykład pozycji koncentrującej się na wielorównaniowych modelach ekonometrycznych. Wypełnia w ten sposób pewną widoczną lukę na rynku wydawniczym.

Autor umiejętnie wprowadza narzędzia konstrukcji wielorównaniowych modeli ekonometrycznych, opierając się na podejściach jednorównaniowych stosowanych w mikroekonomii. Następnie wykorzystuje je do sporządzania prognoz dotyczących rozpatrywanych zjawisk. Wszechstronna i dokładna prezentacja teoretyczna współgra z bogatą egzemplifikacją zastosowań opisywanych narzędzi do analizy różnorodnych zjawisk mikro- i makroekonomicznych. Przykładowe analizy empiryczne, zajmujące niemal 60% treści książki, stanowią jej unikatowy walor poznawczy.

¹ Autorzy znanych podręczników podejmujący tematykę modeli wielorównaniowych ograniczają się przeważnie do wektorowych modeli autoregresyjnych VAR i CVAR (zob. np. Koop, 2014 i Welfe, 2018). W publikacjach wydanych poza granicami kraju szersze spojrzenie na rozpatrywane zagadnienie rzuca np. López (2014).

Pierwszy rozdział można określić jako kompendium wiedzy na temat jednorównaniowych modeli ekonometrycznych, estymacji ich parametrów, jak również efektów występowania ograniczeń w zmiennych objaśniających, czyli regresorach. Autor dokładnie omawia specyfikację, szacowanie parametrów oraz weryfikację jakości takich modeli. Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza szczegółowa prezentacja kwestii zgodności, efektywności i dostateczności estymacji, a także konstrukcji estymatora Aitkena. Te zagadnienia nieczęsto porusza się w tego typu literaturze. Z uznaniem należy również odnotować, że autor pochylił się nad dość istotnym – choć także stosunkowo rzadko analizowanym – zagadnieniem dotyczącym uwzględnienia ograniczeń wartości zmiennych objaśniających w modelu ekonometrycznym oraz odpowiednich transformacji eliminujących ryzyko ekstrapolacji ograniczonej zmiennej objaśnianej (regresanta) poza granice jej wartości.

W tej części opracowania można wszakże dostrzec pewne ułomności. Już na początku autor dokonuje klasyfikacji modeli ekonometrycznych ze względu na charakter zmiennej objaśniającej (wyróżnia modele demometryczne, socjometryczne i psychometryczne). Taki podział ma jednak sens tylko wtedy, gdy model jest prosty (tzn. obejmuje tylko jedną zmienną objaśniającą), względnie wieloraki (o wielu regresorach) – ale taki, w którym wszystkie zmienne objaśniające mają ten sam charakter (odpowiednio: demograficzny, socjologiczny lub psychologiczny). Tymczasem wcale tak nie musi być. Model może bowiem zawierać zmienne różnej proveniencji. Oprócz tego, gdyby przyjąć tę regułę nazewnictwa, model ekonometryczny dotyczyłby wyłącznie zmiennych ekonomicznych, a przecież ekonometria to pojęcie znacznie szersze, obejmujące rozmaite dziedziny wiedzy, w tym wymienione powyżej. Nie wspomniano również o tym, że składnik losowy modelu może wynikać także z pominięcia nieuchwytnych percepcyjnie lub niemierzalnych czynników. Poza tym zabrakło jakiegokolwiek informacji czy dyskusji dotyczącej kwestii optymalnego doboru zmiennych objaśniających do modelu – przede wszystkim w kontekście skorelowania zmiennych objaśniających ze zmienną objaśnianą i wzajemnego nieskorelowania regresorów. Jako przykład optymalizacji tego doboru mogłaby posłużyć chociażby metoda nośników informacji Hellwiga (zob. np. Kowalik, 2014). Wśród warunków stosowalności klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK) – niezbędnych do tego, aby estymator był BLUE (ang. *best linear unbiased estimator*, czyli najlepszy, liniowy i nieobciążony) – nie wymieniono normalności rozkładu składnika losowego, a obok zerowości wartości oczekiwanej tegoż wskaźnika, homoskedastyczności, braku autokorelacji reszt i nielosowości zmiennych objaśniających jest to piąty warunek zachodzenia twierdzenia Gaussa-Markowa (zob. np. Koop, 2014). Nie bardzo wiadomo, co oznacza pojęcie *czysty składnik losowy*. Nie wspomniano również o tym, że wartość statystyki Durбина-Watsona równa 2 (lub nieznacznie odchylna od tej wartości) oznacza brak autokorelacji reszt modelu.

W ocenie istotności parametrów strukturalnych pominięto kwestię testowania hipotezy łącznej o jednoczesnej zerowości wszystkich współczynników. W opisie modeli nieliniowych warto byłoby też wspomnieć o modelach nieliniaryzowalnych i możliwości ich dopasowania (np. z zastosowaniem procedury Newtona-Raphsona). Nie jest jasne, o szacowanie jakiego modelu z zero-jedynkową zmienną endogeniczną przy użyciu KMNK chodzi autorowi w procedurze estymacji parametrów modelu z ograniczonym regresantem. Staje się to bardziej zrozumiałe dopiero w kolejnym rozdziale, a powinno zostać wyjaśnione od razu.

W omawianym rozdziale da się też zauważyć kilka drobniejszych, ale rzutujących na czytelność przekazu usterek, np.:

- dodatnie obciążenie estymatora występuje wtedy, gdy jego wartość oczekiwana jest większa od prawdziwej wartości estymowanego parametru, a nie jej równa;
- w definicji zgodności estymatora dwukrotnie występuje estymowany parametr, brakuje zaś estymatora i wyeksponowanej zależności prawdopodobieństwa, dla której określa się granicę, od liczebności próby;
- nie ma „trzech odchyłeń standardowych” (takie odchylenie jest zawsze jedno); chodzi tu o trzykrotność odchylenia standardowego.

Tematem rozdziału drugiego jest szczegółowa charakterystyka wielorównaniowych modeli ekonometrycznych. Czytelnik odnajdzie tu precyzyjną klasyfikację tego rodzaju modeli, charakterystykę ich formy zredukowanej oraz identyfikacji modelu i estymacji parametrów. Wszystkie zagadnienia zostały przejrzyście omówione i zilustrowane odpowiednimi przykładami. Można jednak zauważyć pewne niedociągnięcia. Niejasne jest choćby praktyczne znaczenie *zmiennych z góry ustalonych*, innych niż zmienne objaśniające. Czy mogą to być np. zmienne instrumentalne stosowane w przypadku losowości zmiennych objaśniających (a dokładniej – skorelowania ich ze składnikiem losowym)? Wtedy jednak każdej zmiennej objaśniającej powinny być przyporządkowane określone zmienne instrumentalne. W przykładzie modelu prostego wielorównaniowego podano dwa równania z dwiema zmiennymi łącznie współzależnymi, tymczasem z dalszego opisu wynika, że powinny być trzy takie równania. Ponadto schemat zamieszczony w przykładzie modelu rekurencyjnego zakłada zależność zmiennej y_{4t} od y_{2t} , a w odpowiednim równaniu brak tej drugiej zmiennej. Warto by też przybliżyć praktyczne znaczenie identyfikowalności i nieidentyfikowalności modelu, czytelnik bowiem może nie być w stanie do końca zrozumieć korzyści, jakie płyną z identyfikacji modelu. W przykładzie zastosowania podwójnej metody najmniejszych kwadratów (2MKN) można zaobserwować nieco chaosu. Nie bardzo wiadomo, do którego układu równań odnoszą się rozważania, ponieważ w dalszej części autor odwołuje się w tym kontekście do innego modelu niż na początku. W obu źródłowych wzorach występuje przy tym zmienna y_{3t-1} , której nie ma w ukazanej formie zredukowanej, a zmienna y_{2t-1} znajduje się tylko

w jednym z nich. W dodatku tylko jeden wzór jest trójrównaniowy. Co więcej, dwukrotnie zamieszczono tę samą przykładową macierz złożoną z parametrów niepojawiających się w pierwszym równaniu modelu, za pomocą którego zilustrowano kryteria identyfikowalności modelu wielorównaniowego, podczas gdy powinny tu być dwie różne macierze, każda dla innego równania.

Rozdział trzeci niejako dopełnia treść rozdziału drugiego, poświęcono go bowiem prognozowaniu opartemu na wprowadzonych modelach wielorównaniowych. Autor dokładnie i ze znuwaniem ukazuje istotę i cele prognoz, warunki ich sporządzania oraz metody ich wyznaczania i weryfikacji jakościowej – najpierw w modelach jednorównaniowych, a następnie w wielorównaniowych. Na podkreślenie zasługuje skrupulatne omówienie podstawowych założeń predykcji ekonometrycznej. Szkoda jednak, że wskazując na niezbędną stacjonarność składnika losowego, nie zaznaczył, że również w przypadku niestacjonarności możliwe są działania, które pozwolą spełnić ten warunek. W większości przypadków stacjonarność szeregu czasowego – jeśli nie występuje ona w jego podstawowym kształcie – osiąga się po zróżnicowaniu, czasami wielokrotnym. To jedna z podstaw funkcjonowania np. prognostycznych procesów ARIMA (zob. np. Montgomery i in., 2008). Ponadto autor wspomina o mechanizmie powiązań zmiennych endogenicznych ze zmiennymi objaśniającymi. Tyle tylko, że w modelach wielorównaniowych ta sama zmienna może być objaśniającą w jednym, a objaśnianą w innym równaniu – wówczas nazywa się ją właśnie endogeniczną. Poza tym zamiast osobliwego określenia *mechanistyczne uogólnianie zaobserwowanych w próbie prawidłowości* może lepiej byłoby użyć po prostu terminu *mechaniczne*? Wydaje się, że autor nie do końca precyzyjnie omówił również własności współczynnika Janusowego. Dotyczy to zwłaszcza typowych warunków dopuszczalności prognoz: jeśli wartość tego współczynnika nie jest większa od 3%, to prognozę uznaje się za bardzo dobrą; gdy wartość mieści się między 3% a 5% (włącznie), wtedy prognoza jest dobra; jeżeli wartość współczynnika okazuje się większa od 5%, ale nie większa niż 10%, wówczas prognozę uważa się za dostateczną; w przypadku, gdy współczynnik osiąga wartość większą od 10%, prognoza staje się niedopuszczalna (zob. np. Zeliaś i in., 2013). Zabrakło także wyjaśnienia pochodzenia nazwy omawianego współczynnika².

Empiryczną część opracowania otwiera rozdział czwarty, zawierający przykłady prognozowania przy użyciu prostych mikromodeli ekonometrycznych. Analizy dotyczą prognoz kosztów poniesionych przez przedsiębiorstwa z tytułu produkcji, sprzedaży i zarządu, przewidywania efektywności robotnika ocenianej na podstawie jakości i indywidualnej wydajności jego pracy oraz prognozy skuteczności handlowca określanej z punktu widzenia jakości i wydajności pracy osób przez niego zatrud-

² Wywodzi się ona od rzymskiego boga Janusa o dwóch twarzach. W rozpatrywanym przypadku „dwie twarze” są prognozy wygasłe i prognoza przyszłościowa *ex ante*.

nionych. Każda analiza została opatrzona pełnymi rezultatami diagnostyki odpowiedniego modelu i prognozami wyznaczonymi na jego podstawie, a także zilustrowana wykresami. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu pakietu GRETl (według podobnego schematu skonstruowane są także kolejne rozdziały). Rozdział został napisany przejrzystym językiem i zawarto w nim komplet informacji, niemniej jednak w treści można dostrzec pewne niedociągnięcia. Po pierwsze w modelu kosztów przedsiębiorstwa autor odwołuje się do prognoz z modelu rekurencyjnego zamieszczonych dopiero w następnym rozdziale. Po drugie sugeruje, że te prognozy ukazano w bieżącej tablicy, a ich źródłem jest tablica z następnego rozdziału. Po trzecie dane zamieszczone w obu tablicach istotnie się różnią. Zaburza to logiczność przekazu. Nie do końca jest też jasne, w jaki sposób (czy była to np. regresja krokowa typu *forward*, *backward* lub *stepwise*) i na podstawie jakiego kryterium (np. rezultat testu F , skorygowany współczynnik determinacji R^2) wyeliminowano zmienne statystycznie nieistotne. W modelu skuteczności robotnika podano, że na drugim miejscu pod względem ryzyka potencjalnej wydajności uplasował się kandydat nr 4, po czym – mówiąc o nim – wskazano ryzyko wytwarzania produktów dla kandydata nr 5. W przypadku prognozowania skuteczności handlowca autor utrzymuje, że pomiaru cech pracownika dokonuje się na skali nominalnej oraz ilorazowej (stosunkowej). Takie stwierdzenie umieszczono przed prezentacją konkretnego modelu i jego zmiennych, a zatem sugeruje to, że ma ono charakter ogólny. Tymczasem w ogólności nie jest to prawda, ponieważ np. za cechę pracownika należy uznać jego wykształcenie, a ono może być – i najczęściej jest – ukazywane na skali porządkowej (kilkanaście kategorii). Podobnie różnica między przychodami z pracy a jej kosztami wyraża się na skali różnicowej. Podane w tablicach wagi do ważonej KMNK są w istocie odwrotnościami wag niezbędnych do wyznaczenia estymatora Aitkena (omówionych w rozdziale pierwszym). W tekście jednak o tym nie wspomniano, co utrudnia zrozumienie wyników. Na końcu rozdziału podano też dwukrotnie zerową wartość prognoz dla szóstego kandydata. Nie bardzo wiadomo również, dlaczego wartości prognoz dla kandydatów nr 4 i 6 są dzielone przez zero.

Egzemplifikacja bardziej zaawansowanych modeli rekurencyjnych stanowi przedmiot rozdziału piątego. Tę część publikacji otwiera opis modelu średniego przedsiębiorstwa, opartego na przychodach ze sprzedaży netto, przeciętnym zatrudnieniu, wartości funduszu płac, wydajności pracy na jednego pełnozatrudnionego, przeciętnej płacy na jednego zatrudnionego i przeciętnej wartości aktywów trwałych. Analizę przeprowadzono z dużą pieczołowitością, odnosząc się do równań dla wszystkich zmiennych, a nie tylko tych, których bycie regresantami wynika z podanego schematu. To umożliwia wyznaczenie wysokiej jakości prognoz. Autor odwołuje się tutaj do modelu hipotetycznego, który ma się znajdować w drugim podrozdziale rozdziału trzeciego. W podanym miejscu widnieją jednak warunki szacowania

prognoz ekonometrycznych. Przydatne byłoby też szersze wyjaśnienie praktycznego znaczenia kryteriów informacyjnych: Akaikego (AIC), bayesowskiego Schwarzera (BIC) oraz Hannana-Quinna (HQ). Kolejny model dotyczy prognozy kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo sprzedające sprzęt sportowy: średniej płacy miesięcznej brutto oraz przychodów ze sprzedaży i kosztów całkowitych. Ostatni model, odnoszący się do rynku kart płatniczych w Chinach, obejmuje: przeciętną płacę kwartalną ludności miejskiej, liczbę kart płatniczych na 1000 mieszkańców, liczbę kart płatniczych ogółem, liczbę placówek realizujących płatności takimi kartami, liczbę akceptantów (ogółem i w przeliczeniu na 1 milion kart płatniczych), liczbę bankomatów oraz kwartalną wartość transakcji bezgotówkowych kartami płatniczymi w przeliczeniu na jedną kartę płatniczą. Mimo szczegółowej prezentacji tematu niektóre kwestie mogą być dla czytelnika niejasne. Nie wiadomo mianowicie, co oznacza skrót RMB ani czym się różni placówka realizująca płatność kartami płatniczymi od akceptanta. Przecież skoro – np. w sklepie – umożliwiona jest klientom płać kartą, to znaczy, że się je akceptuje. Z drugiej strony przydałyby się w tym miejscu również jakieś dane o emitentach kart płatniczych (np. bankach). Nie jest też jasne, dlaczego liczba bankomatów nie została przeliczona na liczbę mieszkańców (np. jako liczba ludności na jeden bankomat), zwłaszcza że inne wielkości przekształcono w podobny sposób. Dodatkowo maksymalny względny błąd prognozy dla liczby akceptantów podany w opisie jest inny (i niższy) niż odpowiednia wartość wynikająca z informacji zawartych w stosownej tablicy.

W rozdziale szóstym zilustrowano użyteczność trzeciej z rozpatrywanych głównych klas modeli, a mianowicie modelu składającego się z układu równań współzależnych. Szczegółowo omówiono specyfikę prognozowania przedsiębiorstwa jako systemu ekonomicznego. Podstawą konstrukcji modelu były w tym przypadku: kwota wpływów pieniężnych, przychody ze sprzedaży brutto, wartość wykonanej produkcji gotowej (w cenach sprzedaży), liczba zatrudnionych w przeliczeniu na pełne etaty i średnia płaca netto. Wykorzystano także dwie zmienne egzogeniczne: wartość początkową środków trwałych z wyłączeniem budynków i budowli oraz średnią liczbę asortymentu wyrobów. Wybór tej ostatniej zmiennej nasuwa wątpliwości, jako że ze statystycznego i z ekonometrycznego punktu widzenia nie musi to być miarodajny miernik efektywności (np. firma może produkować tylko kilka rodzajów wyrobów i być w lepszej kondycji ekonomicznej niż podmiot wytwarzający kilkanaście czy nawet kilkadziesiąt rodzajów produktów). Analiza dotyczy różnych wariantów rozpatrywanych modeli: estymacji mikromodelu i prognozowania iteracyjnego o zamkniętym cyklu powiązań przy założeniu inercji systemu (to znaczy braku ingerencji w system za pomocą zmiennych sterujących, którymi są dwie wskazane wyżej zmienne endogeniczne) oraz z ingerencją w zmienne sterujące (o ich wartościach przedsiębiorstwo może bowiem decydować samo). Na podstawie modelu zasadni-

czego wyznaczono także prognozy płynności finansowej i efektywności windykacji należności. W tym celu wykorzystano specjalną procedurę uzyskiwania zbieżnych prognoz z mikromodelu ze sprzężeniem zwrotnym. Uwaga autora koncentruje się w tym przypadku na różnicy pomiędzy skumulowanymi miesięcznymi wpływami pieniężnymi a skumulowaną wartością produkcji gotowej oraz pomiędzy wpływem należności za sprzedane towary a wartością przychodów ze sprzedaży brutto (równoczesnych i opóźnionych, stanowiących miary efektywności windykacji należności), a także na średniej arytmetycznej wartości szczegółowych miar efektywności windykacyjnej. Te trzy mierniki mają kluczowe znaczenie dla oceny płynności finansowej firmy. Otrzymane modele i prognozy charakteryzują się dużą wartością poznawczą. W prezentacji występuje jednak kilka utrudnień rzutujących na jej odbiór. I tak, w pierwszym podrozdziale zamieszczono odwołanie do modelu i cyklu z rozdziału drugiego. Problem w tym, że we wskazanych miejscach znajdują się wzory dotyczące estymacji parametrów strukturalnych modeli po użyciu metody 2MNK. W dodatku jedno z odwołań dotyczy wzoru, którego w ogóle nie ma. Ponadto w główkach tablic zawierających prognozy z formy strukturalnej układu równań współzależnych zamieszczono tylko wybrane miesiące (od stycznia do czerwca 2008 r.), podczas gdy prezentowane w tych tablicach dane obejmują także okres od lipca do grudnia tego roku.

Publikację wieńczy podsumowanie, w którym zaakcentowano potrzebę wykorzystania modeli wielorównaniowych w praktyce ekonomicznej oraz określono postulowane kierunki ewentualnych dalszych badań w tym zakresie. Należy do nich m.in. potrzeba znalezienia nowych rozwiązań prognostycznych dla układu równań współzależnych w mikromodelach – co ciekawe, autor sformułował i przetestował własną propozycję odpowiedniego algorytmu iteracyjnego.

Reasumując, należy z satysfakcją stwierdzić, że czytelnik otrzymuje bardzo wartościową pozycję ekonometryczną, dostarczającą nowej wiedzy i nowych narzędzi ekonometrycznych. Towarzyszy temu – mimo pewnych niedogodności – fachowa i przyjazna argumentacja, bazująca na licznych przykładach. Utwierdza ona czytelnika w przeświadczeniu o ważności i użyteczności rozpatrywanych rozwiązań w praktyce ekonomicznej, zwłaszcza na poziomie konkretnych firm i konkretnych analiz.

Bibliografia

- Koop, G. (2014). *Wprowadzenie do ekonometrii*. Warszawa: Oficyna Wolters Kluwer business.
- Kowalik, P. (2014). On an implementation of the method of capacity of information bearers (the Hellwig method) in spreadsheets. W: T. Banek, E. Kozłowski (red.), *Probability in Action* (s. 31–40). Lublin: Politechnika Lubelska.

- López, C. P. (2014). *Multiple Equation Econometrics Models with EViews, SAS, and Stata*. Heidelberg: Springer, Apress.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Welfe, A. (2018). *Ekonometria*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Zeliaś, A., Pawełek, B., Wanat, S. (2013). *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Andrzej Młodak

Akademia Kaliska im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego, Międzywydziałowy Zakład Matematyki i Statystyki; Urząd Statystyczny w Poznaniu, Ośrodek Statystyki Małych Obszarów, Polska / Calisia University – Kalisz, Interfaculty Department of Mathematics and Statistics; Statistical Office in Poznań, Centre for Small Area Estimation, Poland
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6853-9163>