

Prof. dr hab. Magdalena Osińska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania
Katedra Ekonometrii i Statystyki

Toruń, dn. 26 września 2021 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Barskiej na temat
„Model prognozowania popytu w przemyśle hutniczym”
napisanej pod kierunkiem prof. SGH dr hab. Ewy Syczewskiej
i prof. SGH, dr hab. Sylwestra Gregorczyka.**

Niniejsza recenzja została przygotowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Ekonomii i finansów Szkoły Głównej Handlowej z dnia 16 czerwca 2021 r., powierzającej mi funkcję recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Barskiej.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest dziełem średnio obszernym, liczy ona łącznie 161 stron. Praca oparta jest na literaturze obejmującej 99 pozycji, przy czym większość z nich (57) stanowią pozycje anglojęzyczne. W pracy powołano się też na źródła internetowe, obejmujące w sumie 22 pozycji. Recenzowana rozprawa składa się ze wstępu i siedmiu rozdziałów. Na strukturę pracy składa się także spis literatury oraz wykorzystanych źródeł internetowych oraz spisy tabel, rysunków i skrótów, jeden załącznik, a także streszczenie w języku polskim oraz angielskim.

Sformułowanie tematu, celu i problemu badawczego

Popyt na wyroby oferowane przez przemysł ciężki, w tym hutniczy, jest w znakomitej większości uwarunkowany produkcją wyrobów końcowych znajdujących odbiorców na rynku lub pośrednich, które są wykorzystywane w kolejnych etapach przetwarzania. Stąd też wyroby hutnicze są raczej przedmiotem kontraktów długoterminowych aniżeli swobodnej gry rynkowej. Prognozowanie popytu na wyroby hutnicze jest zależne od popytu pochodzącego z innych działów gospodarki (budownictwo, przemysł przetwórczy), stąd musi uwzględniać popyt na produkty końcowe tych działów. Nie jest to zadanie łatwe, ponieważ liczba czynników specyficznych wpływających na sprzedaż w poszczególnych działach, sektorach i branżach jest bardzo duża. Dodatkowo czynniki te są wysoce zróżnicowane.

Dotychczasowa literatura przedmiotu koncentrowała się głównie na prognozowaniu popytu za pomocą modeli szeregow czasowych, takich jak ARMA-GARCH. Niekiedy uwzględniano także elementy koniunktury gospodarczej oraz podejście eksperckie.

Z tej perspektywy podjęcie się przez Panią mgr Magdalenę Barską eksploracji tematu prognozowania popytu na wyroby przemysłu hutniczego jako reprezentanta przemysłu ciężkiego, należy ocenić pozytywnie. Zagadnienie nie jest wprawdzie zupełnie nowe, jednak

wobec rozwoju metod i modeli prognostycznych, a także zmiennych warunków rynkowych może być uznane za oryginalne.

We wstępie Autorka określiła cele pracy oraz zdefiniowała problemy badawcze. Celem pracy było sformułowanie optymalnej metody analizy przyszłych wielkości popytu i sprzedaży dla branży reprezentującej przemysł ciężki. Wyodrębniono dwa cele: poznawczy i praktyczny. Pierwszy z nich obejmuje przegląd i porównanie ilościowych modeli prognozowania oraz identyfikację możliwych czynników wpływu. Drugi z nich polega na wyznaczeniu rekomendacji dla przedsiębiorstw sektora w zakresie możliwości stosowania metod ilościowych i wydłużenia horyzontu prognozy.

W rozprawie zdefiniowane zostały dwa problemy badawcze zapisane jako: czy uwzględnienie w prognozie wskaźników koniunktury poprawia jakość prognozy (1) oraz czy modele opisujące procesy stochastyczne mają zastosowanie w długoterminowym prognozowaniu sprzedaży dla badanego okresu i zestawu danych (2).

W odniesieniu do powyższych elementów sformułowano 7 celów szczegółowych.

Dodatkowo, we wstępie wskazano, że badanie przeprowadzone zostało na podstawie danych pochodzących od jednego z większych przedsiębiorstw hutnictwa żelaza i stali w Polsce, składającego się z kilkunastu dużych hut oraz kilkudziesięciu małych i średnich zakładów, którego udział w rynku przekracza 20%. Okres historyczny posiadanych danych był ograniczony ich dostępnością i obejmował dane miesięczne za lata 2004-2015.

Cele oraz problemy badawcze definiują zarówno zakres tematyki podejmowanej w rozprawie jak i wskazują kierunki postępowania w trakcie jej przygotowywania. Są one sformułowane zgodnie z zasadami obowiązującymi w metodologii nauk ekonomicznych. Ponadto, są zgodne z zakresem dyscypliny ekonomia, w której praca została przygotowana.

Ocena poszczególnych części rozprawy

Rozdział pierwszy ma charakter wprowadzający. Dotyczy on kwestii prognozowania popytu oraz organizacji procesu prognostycznego w przedsiębiorstwie. Zawiera treści o charakterze ogólnym. Jego objętość wynosi 9 stron.

Rozdział drugi dotyczy wybranych metod prognozowania popytu. W części pierwszej omówiono metody jakościowe prognozowania popytu, w drugiej natomiast wybrane modele ilościowe. Omówione zostały metody wygładzania szeregów czasowych z uwzględnieniem wahań sezonowych, a także modele ARMA oraz ARIMA. Te ostatnie są szczególnie użyteczne w prognozowaniu szeregów niestacjonarnych. Mogą być ponadto łączone ze zmiennymi o charakterze egzogenicznym, przyjmując postać modeli ARIMAX. W rozdziale tym zaprezentowane zostały w skrócie modele VAR. Jako jeden z modeli szeregów czasowych zawierający funkcję przełącznikową Autorka zaprezentowała ukryte modele Markowa, których zastosowanie jest właściwe w przypadku procesów stacjonarnych. Ponadto przedstawione zostały wykorzystane mierniki dokładności prognoz ex ante i ex post. Są to miary standardowe, takie jak wariancja predykcji oraz MAE, MSE, MAPE, RMSE oraz współczynnik Theila. Autorka zwróciła ponadto uwagę na konieczność modyfikacji

standardowych metod prognozowania poprzez uwzględnienie informacji jakościowych lub wykorzystanie kombinacji prognoz. Objętość rozdziału II wynosi 25 stron.

W rozdziale trzecim skupiono się na czynnikach kształtujących popyt, głównie w przemyśle hutniczym, czy też bardziej ogólnie przemyśle ciężkim. Jednak nie tylko na nich, bowiem przedstawione przykłady z literatury dotyczą prognozowania PKB per capita oraz zatrudnienia i bezrobocia. Na podstawie przeglądu literatury zidentyfikowano, że wśród prognostycznych modeli popytu dominowały modele ARIMA/ARIMAX, przy czym w tych ostatnich uwzględniano wyprzedzające wskaźniki koniunktury. W rozdziale tym zwrócono uwagę na problem wahań sezonowych w modelowaniu popytu i omówiono dwie powszechnie stosowane procedury ich eliminacji, tj. X-12-ARIMA oraz TRAMO/SEATS. Rozdział ten obejmuje 12 stron.

W rozdziale czwartym Doktorantka scharakteryzowała branżę hutniczą w Polsce oraz perspektywy rozwoju sektora z uwzględnieniem jego wpływu na środowisko naturalne. Ponadto zaprezentowała perspektywy rozwojowe głównych odbiorców generujących popyt na wyroby hutnicze, w szczególności takich sektorów jak budownictwo, przemysł motoryzacyjny, przemysł okrętowy. Z kolei z perspektywy wsparcia działania przemysłu hutniczego czyli generowania podaży, ważna jest przede wszystkim energetyka. Rozdział IV obejmuje 12 stron.

Rozdziały piąty i szósty odnoszą się bezpośrednio do realizacji celu postawionego we wstępie rozprawy. W rozdziale piątym omówione zostały plan badań oraz kryteria walidacji. W części początkowej rozdziału Autorka dokonała szczegółowej dekompozycji procedury badawczej, co pozwoliło na precyzyjne zdefiniowanie poszczególnych etapów analizy empirycznej. Ponadto przedstawiona została dyskusja dotycząca danych statystycznych oraz kryteriów wyboru horyzontu prognozy. Wskazano także mierniki błędów prognoz oraz metody ich wyznaczania. Na podkreślenie zasługuje, że poza standardowym wyliczeniem błędów prognoz na podstawie konkretnych modeli Autorka zdecydowała się na pogłębioną analizę symulacyjną bazującą na metodzie Monte Carlo, wskazującą na istotność odchyłań błędów prognoz w przypadkach poszczególnych modeli. Dodatkowo wskazano na ograniczenia realizacji badania. Objętość rozdziału piątego wynosi 7 stron.

Najważniejszym z punktu widzenia oceny umiejętności prowadzenia badań naukowych przez panią mgr Magdalenę Barską jest rozdział szósty rozprawy. Zawiera on raport z badań empirycznych, przeprowadzonych przez Autorkę. Rozdział ten jest wyraźnie bardziej obszerny od pozostałych, zawiera bowiem 69 stron. Doktorantka korzystała z danych miesięcznych dotyczących sprzedaży wiodącej grupy produktów, w postaci wałów i produktów pośrednich w latach 2004-2015. Na tej podstawie poddała walidacji dwa zasadnicze modele. Pierwszy z nich to model ARIMA w wersji klasycznej oraz rozszerzonej o zmienne egzogeniczne reprezentujące wskaźniki koniunktury (ARIMAX). Drugim spośród analizowanych modeli jest ukryty model Markowa. W badaniu zastosowano test na występowanie pierwiastków jednostkowych, co miało znaczenie dla przyjęcia modelu ARIMA(0,1,1) jako podstawy prognozowania. Znaczną część rozdziału poświęcono weryfikacji wahań sezonowych za pomocą dwóch standardowych procedur (X-12-ARIMA oraz TRAMO/SEATS). Zastosowano szereg testów statystycznych potwierdzających

występowanie wahań sezonowych o zmiennej amplitudzie na bazie procedury TRAMO/SEATS. Stałych wahań sezonowych nie potwierdzono. Kolejnym elementem jest prognoza na podstawie modelu ARIMA(0,1,1) z oszacowanym współczynnikiem theta równym -0,706, który oznacza naprzemienny (dodatni i ujemny) wpływ impulsów losowych na wartości odsezonowanego szeregu sprzedaży w próbie. Prognozy uzyskane na podstawie modelu ARIMA(0,1,1) są w danej próbie lepsze niż niektóre prognozy z modeli ARIMAX uwzględniające wyprzedzające wskaźniki koniunktury. Wśród wskaźników koniunktury uwzględniono wyprzedzający wskaźnik koniunktury WWK (BIEC), wskaźnik ogólnego klimatu koniunktury w przemyśle przetwórczym (GUS), wskaźnik produkcji i sprzedaży dla Polski i Europy (OECD) oraz *Composite Leading Indicator* CLI dla Polski i Europy (OECD). Z uwagi na brak dostępnych danych, nie uwzględniono żadnego wskaźnika odpowiadającego za koniunkturę w przemyśle hutniczym. W celu walidacji wpływu wskaźników koniunktury na wielkość sprzedaży badanej grupy produktów Doktorantka przeprowadziła badanie symulacyjne, polegające na replikacji szeregów o własnościach zgodnych z własnościami empirycznych wskaźników koniunktury i badaniu ich istotności w kolejnych powtórzeniach, których wykonano 3000. Badanie potwierdziło, że wskaźniki koniunktury uwzględnione w modelu ARIMAX można uznać za statystycznie istotne. Dodatkowo wskaźniki koniunktury okazują się przydatne w miarę wydłużania horyzontu prognozy. Drugie podejście prognostyczne zaproponowane przez Autorkę rozprawy obejmuje trzy i dwustanowy ukryty model Markowa. W tym wypadku rolę zmiennych egzogenicznych przejmuje ukryty mechanizm przejścia pomiędzy wyróżnionymi stanami. Modele Markowa są odpowiednie dla procesów stacjonarnych, stąd też wahania trendowe należy dodać do wyników prognozowania. Na obecnym poziomie rozwoju technik informatycznych nie stanowi to jednak problemu. W punkcie 6.5 przedstawiono dyskusję otrzymanych wyników empirycznych z tymi uzyskanymi w literaturze przedmiotu oraz w konfrontacji z informacją zwrotną od zarządu badanego przedsiębiorstwa.

Rozdział siódmy, obejmujący cztery strony, stanowi de facto zakończenie pracy. Autorka odniosła się do motywacji podjęcia tematu, ograniczeń wykorzystanych modeli oraz stopnia realizacji założonych celów. Wskazała ona także rekomendacje wynikające z przeprowadzonych analiz.

Ocena rozprawy doktorskiej

Czytając pracę przygotowaną przez p. mgr Magdalenę Barską miałam wrażenie jej nadmiernego rozczłonkowania. Z tego powodu przytoczyłam liczby stron poszczególnych rozdziałów pracy, które wskazują na niejednorodność grupowania treści rozprawy i wpływają na jej strukturę. Zasadniczo, rozdziały 1 i 2 mogły zostać połączone w jeden, podobnie jak rozdziały 3 i 4, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień metodycznych i popytowych. Analogiczne wrażenie nadmiernego poszatkwania pozostawia prezentacja wyników poszczególnych testów statystycznych w postaci dużej liczby niewielkich tabel. Zdaję sobie sprawę, że kwestie prezentacyjne są zawsze dyskusyjne, jednak umiejętność syntetycznego i zarazem komunikatywnego przedstawienia wyników jest w raportach naukowych bardzo ważna.

W trakcie czytania rozprawy nasunęło mi się pytanie: czy oparcie wyników na jednym szeregu empirycznym jest wystarczające dla rozwiązania problemu badawczego zdefiniowanego sformułowanie optymalnej metody analizy przyszłych wielkości popytu i sprzedaży dla branży reprezentującej przemysł ciężki. Słowo „optymalna” wymagałoby sformułowania kryteriów optymalności, których w pracy nie znajdujemy. Ponadto, *de facto*, w pracy zastosowano dwa typy modeli szeregów czasowych, co w całej klasie modeli prognostycznych stanowi zaledwie ułamek. Z tego powodu znalezienie „optymalnej” metody prognozowania popytu nie było w tej pracy możliwe.

Pewnego komentarza wymaga prognozowanie na podstawie modelu ARIMA(0,1,1), gdyż prognoza na poziomie stałym wynika z charakteru modelu. Zastosowanie modelu do prognozowania w długim okresie wiąże się z przyjęciem założenia, że najlepszą prognozą na okres t jest wartość z okresu $t-1$. Wartość oczekiwana części MA modelu jest równa zero i jako taka nie ma wpływu na wartość prognozy. Mamy zatem do czynienia z prognozą modelu błędzenia przypadkowego. Brakuje komentarza na temat przydatności takiego oczywistego wyniku dla prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie. Tym niemniej model ARIMA jest oczywistym benchmarkiem dla innych modeli prognostycznych.

Autorka wykorzystała szereg wyprzedzających wskaźników koniunktury, zwłaszcza w przemyśle przetwórczym. Zastanawia mnie czy pomocne w prognozowaniu byłoby wykorzystanie informacji o sprzedaży w całej branży hutniczej, jako przybliżenia oczekiwań branży co do wielkości sprzedaży. Można także sformułować pytanie dotyczące roli produkcji w budownictwie jako jednego z głównych odbiorców produktów przemysłu hutniczego. Koniunktura w budownictwie nie została uwzględniona w modelu. Dodatkowo, w pracy skupiono się na sprzedaży wiodących produktów badanego przedsiębiorstwa. Nie poruszono w pracy kwestii importu produktów hutniczych ani relacji cenowych na rynkach międzynarodowych, które również mają wpływ na zmiany popytu. Uwzględnienie tych elementów w prognozie ma charakter dyskusyjny, jednak w rozdziale opisującym czynniki kształtujące popyt można było szerzej wypunktować zarówno elementy pierwszo jak i drugoplanowe.

Zarysowanie problematyki prognozowania popytu w przemyśle hutniczym oraz przeprowadzone badanie empiryczne wraz z oceną wiarygodności otrzymanych wyników oceniam jednak pozytywnie. Pani mgr Magdalena Barska podaje przede wszystkim sposób postępowania prognostycznego, który następnie podlega weryfikacji. Raport z przeprowadzonego badania jest rzetelny i pozwala na porównanie zarówno analizowanych modeli jak i wskazanie rekomendacji o charakterze wdrożeniowym. Napisany został w sposób zbalansowany między poziomem ogólności i szczegółowości w odniesieniu do prezentowanych zagadnień. Pozytywnie oceniam także dyskusję wyników w świetle literatury przedmiotu. Przedstawione badanie potwierdza predyspozycje Doktorantki do prowadzenia badań naukowych.

Uwagi o charakterze formalnym

Praca doktorska jest napisana precyzyjnym językiem, zawiera wszystkie niezbędne odniesienia i informacje. W całym tekście nie ma zbyt wielu błędów literowych.

Strona formalna przedstawionej rozprawy doktorskiej nasuwa jednak następujące spostrzeżenia:

- prezentacja wyników w postaci tabel i wykresów nie zawsze jest tak samo dopracowana. Na niektórych wykresach znajduje się legenda a na innych nie. Utrudnia to czytelność wykresów.
- w pracy pojawiają się nieścisłości językowe, np. na str. 92 „przyjęto, że zmienna jest zintegrowana przy małej wartości p”, raczej należy odnosić się w takim wypadku do założonego poziomu istotności, gdyż „mała wartość p” nie ma znaczenia naukowego. Z podobnym sformułowaniem spotykamy się na str. 104.
- na str. 104 zaprezentowano wykres rozkładu szeregu OECD_EU i jego zgodność z rozkładem normalnym. Nie zaprezentowano analogicznego wykresu dla rozkładu WWK i jego rozkładu empirycznego, który przybliżono rozkładem Poissona. Byłoby to interesujące zważywszy na fakt, że rozkład Poissona jest rozkładem szczególnym.
- spis bibliografii oraz źródeł internetowych zawiera wszystkie niezbędnej informacje z punktu widzenia pracy, jednak z recenzenckiego punktu widzenia należy zwrócić uwagę na pewną liczbę opracowań w postaci podręczników akademickich cytowanych w bibliografii. Na poziomie rozprawy doktorskiej cytowanie podręczników dla pierwszego stopnia studiów nie wydaje się właściwym podejściem.

Ocena wkładu Doktorantki

Dokonując całościowej oceny rozprawy mgr Magdaleny Barskiej można wskazać szereg przykładów, potwierdzających znajomość tematyki oraz zaawansowany warsztat badawczy Doktorantki. Do szczególnych osiągnięć rozprawy zaliczam:

- prezentację i systematyzację zagadnień związanych z kształtowaniem popytu na wyroby hutnicze,
- wykorzystanie zaawansowanych modeli szeregów czasowych oraz metod symulacyjnych w celu rozwiązania problemu naukowego,
- zaproponowanie sposobu postępowania zmierzającego do oceny adekwatności modeli prognostycznych,
- wyznaczenie prognoz popytu na wyroby hutnicze w wykorzystaniem zaproponowanych modeli.

Ocena końcowa

Reasumując ocenę przedstawionej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że przedstawiony w pracy problem naukowy jest oryginalny i stanowi wyodrębnione zadanie badawcze. Doktorantka wykazała się znajomością mechanizmów kształtowania popytu w przemyśle hutniczym oraz metod prognozowania, a tym samym wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną

w dyscyplinie naukowej ekonomia (obecnie: ekonomia i finanse). Ponadto, Autorka przeprowadziła wieloetapowe własne badania empiryczne dotyczące prognozowania popytu na wyroby hutnicze za pomocą alternatywnych klas modeli oraz dokonała ich walidacji, tym samym wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Konkludując stwierdzam, że przedłożona rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, wymagane Ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę o dopuszczenie p. mgr Magdaleny Barskiej do dalszego postępowania związanego z przewodem doktorskim.

