

Zielona Góra, 14.03.2022 r.

dr hab. inż. Sebastian Saniuk, prof. UZ  
Katedra Inżynierii Zarządzania i Systemów Logistycznych  
Uniwersytet Zielonogórski

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Zagórskiej na temat:  
„Modele prognozowania produkcji wyrobów do określenia kierunków rozwoju  
rynku stalowego”  
napisanej pod kierunkiem  
dr hab. inż. Bożeny Gajdzik, prof. PŚ,  
dr inż. Sandry Grabowskiej**

### **Wstęp**

Podstawą recenzji jest pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Pani Prof. dr hab. inż. Ewy Majchrzak z dn. 26.01.2022 roku o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej na posiedzeniu Rady Dyscypliny z dnia 26.01.2022 r.

### **Aktualność tematu - obszar problemowy rozprawy**

Przemysł hutniczy w Polsce ma strategiczne znaczenie dla rozwoju gospodarki i z uwagi na rosnące wymagania w zakresie ochrony środowiska, związane z potrzebą redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz konkurencji na światowych rynkach, wymaga szczególnego zainteresowania w zakresie prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w różnych obszarach jego funkcjonowania. Na przestrzeni ostatnich lat, przemysł hutniczy wycofał przestarzałą technologię wytopu stali w piecach martenowskich stosując nowoczesne ciągi technologiczne produkcji stali w znacznym stopniu zautomatyzowane. Nastąpiła wyraźna poprawa jakości produkowanych wyrobów. Aktualnie można uznać przemysł hutniczy w Polsce za nowoczesny i ukierunkowany na redukcję negatywnego wpływu na środowisko. Niestety produkcja stali w Polsce jest ciągle zbyt niska w stosunku do zapotrzebowania co wynika z ograniczonych

zdolności produkcyjnych oraz niedopasowania do potrzeb zgłaszanych przez rynek. W Polsce istnieje spory potencjał inwestycyjny sektora stalowego do uruchomienia nowych linii produkcyjnych wyrobów stalowych. Stąd, uważam, że podjęta w rozprawie doktorskiej problematyka prognozowania produkcji wyrobów stalowych jest bardzo aktualna i ważna z punktu widzenia rozwoju przemysłu hutniczego i rozwoju rynku stalowego w Polsce.

W pracy Doktorantka podjęła się opracowania kompleksowej metodyki badania rynku wybranych wyrobów stalowych, w zakresie zapotrzebowania i produkcji stali w Polsce na bazie modeli ekonometrycznych wykorzystanych do wyznaczania kierunków rozwoju przemysłu stalowego w Polsce. Dokonana analiza wpływu oddziaływania różnych czynników na wielkość produkcji stali w ujęciu retrospektywnym i prospektywnym, pozwoliła na wzbogacenie wiedzy z zakresu podjętego obszaru badawczego oraz nakreślenie sposobu wyznaczania kierunków rozwoju rynku stalowego.

### **Kompozycja rozprawy**

Treść pracy została przedstawiona na 167 stronach wraz z załącznikami (16 stron) i składa się z wstępu, sześciu rozdziałów, podsumowania, wniosków końcowych, załączników i spisów bibliografii, tabel, rysunków oraz streszczenia w języku angielskim. Struktura pracy, poza małymi wyjątkami, nie budzi większych zastrzeżeń. W pracy łatwo wyróżnić część teoretyczną i badawczą (rozdziały V, VI i VII). Treści poszczególnych części pracy układają się w logiczny ciąg poruszanych kwestii. Pewien niedosyt może budzić brak każdorazowego wprowadzenia do zawartości merytorycznej danego rozdziału oraz brak syntetycznej konkluzji na końcu każdego z rozdziałów co niewątpliwie byłoby zaletą pracy i wpłynęłoby na przejrzystość prowadzonych rozważań.

Spis literatury zawiera 63 pozycje bibliograficzne oraz zbiór aktów prawnych i różnych zestawień statystycznych. Doktorantka jest autorką/współautorką 3 publikacji, 15 powołań stanowią publikacje, których autorem jest jeden z promotorów. Dobór źródeł uważam za wystarczający, jednak w mojej opinii praca zyskałaby, gdyby dokonano obszerniejszego przeglądu literatury, uwzględniającego dorobek wielu badaczy. Na pozycji 10. oraz 44. spisu bibliografii znajdują się raporty, które powinny zostać przeniesione do spisu zestawień statystycznych.

W pierwszej części Autorka zawarła wprowadzenie, uzasadnienie tematu, cele i hipotezę pracy, zakres przedmiotowy badań oraz zakres czasowy badań. Stanowi to doskonale wprowadzenie do całości pracy. We wprowadzeniu Doktorantka osadziła obszar podjętych badań w inżynierii produkcji i krótko omówiła ogólne tło podjętych rozważań w zakresie stosowania modeli prognostycznych dla określenia kierunków rozwoju rynku stalowego w Polsce. Ze względu na duże zróżnicowanie rynku użytkowników stali oraz indywidualny charakter i specjalizację producentów wyrobów stalowych Autorka argumentuje potrzebę zastosowania metod ekonometrycznych dla zbudowania zintegrowanych modeli prognostycznych ujmujących wiele czynników oddziaływania na wielkość produkcji stali. Na uwagę zasługuje argumentacja uzasadniająca wybór tematu a właściwie potrzeby prowadzenia badań w postaci siedmiu argumentów nawiązujących m.in. do dynamiki rozwoju rynku stali, zbyt niskiej krajowej produkcji stali w stosunku do zapotrzebowania, braku odpowiednich analiz i kierunków rozwoju rynku wyrobów stalowych, zużycia wyrobów stalowych z podziałem na użytkowników oraz brakiem analiz, które mogłyby zachęcić przedsiębiorstwa hutnicze do dalszego rozwoju.

W podrozdziale „Cele i hipoteza pracy” Doktorantka zaprezentowała cel ogólny pracy, cele szczegółowe oraz tezę ogólną i hipotezę badawczą. Pewien niedosyt może budzić brak wyróżnienia w tej części podrozdziału hipotezy badawczej. Autorka w miejscu hipotezy zdefiniowała problem badawczy, a dopiero później zapisała stwierdzenie w postaci hipotezy. Te wątpliwości zostały rozwiane w podsumowaniu, gdzie Doktorantka prawidłowo odniosła się do obu zapisów. W dalszej części zdefiniowała zakres przedmiotowy badań, wskazując na czynniki kształtujące zużycie wyrobów hutniczych oraz zakres czasowy badań, uzasadniając przyjęty zakres czasowy analizy przedmiotowej: 2004-2018 oraz okres 2019-2020, który ujęto w modelach prognostycznych. W mojej opinii, część wprowadzająca powinna zostać uzupełniona, o krótkie streszczenie zawartości poszczególnych rozdziałów.

Rozdział II „Przegląd dotychczasowych badań sektora stalowego i rynku wyrobów stalowych” stanowi ogólne informacje dotyczące producentów produkcji i zużycia stali w Polsce w badanym okresie oraz bardzo syntetyczne zaprezentowanie najważniejszych publikacji z zakresu restrukturyzacji hutnictwa. Niestety zabrakło szczegółowej analizy treści zestawionych w tabeli publikacji i słowa komentarza do podejmowanych obszarów badawczych i ewentualnych skutków dla rozwoju sektora stalowego. W ostatniej części rozdziału Doktorantka przedstawiła rozważania

dotyczące prognozowania w inżynierii produkcji, podkreślając jego znaczenie w podejmowaniu decyzji, omówiła stosowane metody prognozowania oraz przeanalizowała zainteresowanie środowiska naukowego prognozowaniem w różnych sektorach przemysłu. Moim zdaniem tytuł podrozdziału „Modelowanie w inżynierii produkcji” z uwagi na treści powinien zostać zmieniony na „Prognozowanie w inżynierii produkcji”.

Rozdział III „Metody i źródła” stanowi omówienie rodzajów danych źródłowych wykorzystanych do opracowania modeli, w tym zużycie jawne wyrobów stalowych według asortymentu, rozkład zużycia w podziale na poszczególne działy gospodarki (wybrane sektory). Ponadto, Doktorantka przedstawiła w jednym z podrozdziałów metodykę badań stalochłonności sektorowej, gdzie w czytelny sposób przedstawiła schemat etapów obliczania stalochłonności na rysunku 5 dla przyjętej klasyfikacji sektorowej wyrobów stalowych zaprezentowanej w tabeli 3. Autorka wyodrębniła sześć głównych sektorów – rynków użytkowników stali w ramach, których wyodrębniła trzynaście grup asortymentów stalowych. Bardzo pozytywnie oceniam staranność Autorki w unikaniu podwójnego liczenia produkcji w przypadku wyrobów hutniczych podlegających dalszemu przetwarzaniu. W kolejnym podrozdziale zatytułowanym „Metodyka badań statystycznych i prognoz” przedstawiono uzasadnienie wykorzystania modeli ekonometrycznych. Doktorantka wskazała, że dla potrzeb pracy zastosowano modele liniowe, nieliniowe, jednorównaniowe i wielorównaniowe, statystyczne i dynamiczne. Procedura opracowania modeli przebiegała zgodnie z metodyką zaproponowaną przez W. Szkutnik i B. Balcerowicz -Szkutnik.

Ponieważ, celem ogólnym pracy było „opracowanie kompleksowej metodyki badań poszczególnych wyrobów gotowych, w zakresie zapotrzebowania i produkcji użytkowników stali w Polsce, jako metody wyznaczenia kierunków rozwoju rynku stalowego” w moim odczuciu zabrakło na końcu rozdziału schematycznego zaprezentowania kompleksowej metodyki wraz z jej etapami tak aby uwzględnić jej kompleksowość i uzasadnić, że stanowi metodę wyznaczania kierunków rozwoju rynku stalowego.

Rozdział IV „Badanie stalochłonności gospodarki” Doktorantka scharakteryzowała wybrane do analizy sektory prezentując m.in. dane statystyczne wartości sprzedanej oraz udziału wartości dodanej brutto w latach 2004-2018. W rozdziale przedstawiono również znaczenie sektora stalowego w gospodarce w ujęciu udziału w przemyśle ogółem, zatrudnienia, etc. co stanowi o znakomitej znajomości

sektora w różnych aspektach funkcjonowania przemysłu stalowego. W rozdziale Doktorantka zdefiniowała pojęcie „stalochłonności” co moim zdaniem powinno nastąpić wcześniej, przed zaprezentowaną metodyką stalochłonności w rozdziale III. Ponadto, w rozdziale Doktorantka dokonała analizy stalochłonności. Efektem badań stalochłonności było uzyskanie szacunku wielkości zużycia jawnego w poszczególnych wybranych sektorach gospodarki w całym badanym okresie, zgodnie z przyjętą metodyką badań opisaną w rozdziale III.2.

Rozdział V „Modelowanie ekonometryczne” stanowi omówienie zmiennych wybranych do modelowania, etapów analizy modelowania ekonometrycznego oraz procedurę postępowania w metodyce. Zaprezentowane treści w rozdziale są właściwie rozwinięciem zaproponowanej metodyki w pracy. Praca zyskałaby na przejrzystości, gdyby Doktorantka przedstawiła te treści w całości w rozdziale III „Metody i źródła”.

W rozdziale VI „Prezentacja uzyskanych modeli” Autorka opracowała dla każdego sektora wiele modeli, a do prezentacji w pracy wybrała po kilka modeli z najlepszymi wskaźnikami dopasowania. Do budowania modeli wieloczynnikowych Doktorantka testowała użyteczność statystyczną wielu potencjalnych czynników opisujących dany wyrób hutniczy w ramach danego segmentu, które samodzielnie nie prezentowały wysokiego poziomu dopasowania lub jako jednoczynnikowe nie przechodziły weryfikacji za pomocą testów statystycznych. Wielość opracowanych modeli i wykazana skrupulatność w analizie danych świadczy o znakomitej wiedzy Doktorantki z zakresu modelowania ekonometrycznego oraz analizy rynku stali w Polsce.

W rozdziale VII „Analiza i agregacja prognoz” przedstawiono prognozy do 2025 roku uporządkowane wg rynków użytkowników stali. Dla każdego rynku wyznaczono w poszczególnych latach prognozę: minimalną, średnią i maksymalną oraz wybrano najlepszy model. Dla analizowanego wyrobu zestawiono zbiorczo wyniki estymacji i prognozy zapotrzebowania we wszystkich sektorach oraz zaproponowano prognozę centralną z najniższymi odchyleniami. Ponadto, wyznaczono w ramach wniosków z przeprowadzonych analiz strategiczne kierunki rozwoju rynku badanego wyrobu.

W Podsumowaniu Doktorantka w syntetyczny sposób zaprezentowała etapy przeprowadzonych badań, przedstawiła najważniejsze osiągnięcia oraz odniosła się do przyjętego celu pracy i hipotezy badawczej. Na końcu pracy Doktorantka w bardzo przejrzysty sposób, w ośmiu punktach wyszczególniła najważniejsze wnioski końcowe.

## Oryginalność i waga osiągnięć zaprezentowanych w dysertacji

Sformułowane przez Doktorantkę cele zostały osiągnięte i uzyskała ona szereg nowych rezultatów, z których za najważniejsze, stanowiące jej samodzielny i oryginalny dorobek, należy uznać:

- opracowanie autorskiej metodyki badań rynku poszczególnych wyrobów stalowych w zakresie zapotrzebowania i produkcji stali w Polsce, która pozwala na bieżące wyznaczanie kierunków rozwoju rynku stalowego w kraju;
- zbudowanie modeli statystycznych i ekonometrycznych z wykorzystaniem czynników charakteryzujących produkcję na głównych rynkach użytkowników stali oraz zastosowanie tych modeli w prognozowaniu zapotrzebowania na poszczególne asortymenty wyrobów stalowych;
- opracowanie bazy danych w zakresie sektorowego zużycia wyrobów stalowych i kształtujących ją czynników produkcyjnych o uniwersalnym charakterze i możliwości stałej aktualizacji w kolejnych latach.

## Uwagi ogólne i pytania

1. Na uwagę zasługuje sposób prezentacji treści wzbogacony o zbiorcze zestawienia tabelaryczne i rysunki (wykresy), które bardzo korzystnie wpływają na czytelność prezentowanych treści. W mojej opinii sposób prowadzenia wywodu myślowego przez Doktorantkę jest logiczny i bardzo dojrzały. Struktura pracy poza drobnymi wyjątkami jest prawidłowa.
2. Największym zagrożeniem na rynku stali są wymogi ochrony środowiska (ETS) i związane z tym rosnące koszty produkcji. Czynniki zaliczane do zagrożeń mogą dotyczyć np. wysokich stawek za emisję CO<sub>2</sub> i rosnących w ostatnim okresie cen energii elektrycznej w krajach UE. Jak zdaniem Autorki może to wpłynąć na zasadność wykorzystania zaproponowanej metodyki wyznaczania trendów w produkcji stali w Polsce?
3. Na podstawie analizy jednego z modeli  $M_5Y_2S_1$  (str. 73) Doktorantka stwierdziła, że „wzrost wartości przeciętnego wynagrodzenia w budownictwie o 1 zł spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 54 kg. Wzrost nakładów inwestycyjnych w przedsiębiorstwach budowlanych o 1 mln zł spowoduje wzrost zużycia tych blach o 3,7 kg”. Jednocześnie w dalszej części Doktorantka tłumaczy, że „silny związek ponoszonych wydatków na wynagrodzenia dla pracowników sektora i na inwestycje z wielkością zużycia blach ocynkowanych

sugeruje, że budowa obiektów z wykorzystaniem tych blach wymaga wyższych kwalifikacji pracowników oraz zwiększenia wyposażenia przedsiębiorstw”. Czy w przeprowadzonej analizie Doktorantka brała pod uwagę wzrost wynagrodzeń powodowany wzrostem popytu na mieszkania i inne obiekty budowlane w badanym okresie oraz brakiem pracowników w tym sektorze, co powodowało naturalny wzrost wynagrodzeń? Podobnie rosnące inwestycje w sektorze budowlanym miały takie przyczyny. W związku z tym czy jest zasadność takiego wnioskowania?

4. Wystąpienie pandemii Covid-19 spowodowało spadek poziomu produkcji stali w Polsce. Na podstawie danych Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w 2020 roku w Polsce zużycie wyniosło 12,8 mln ton mniej o 6% r/r, a produkcja stali wyniosła 7,85 mln ton – spadek o 12%. Aż 76% zużytych wyrobów w Polsce przyjechało z zagranicy, w tym 24% z krajów trzecich. Czy zaproponowane w pracy podejście pozwala na szybką modyfikację zaproponowanych prognoz w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych takich jak np. pandemia, sankcje gospodarcze wobec Rosji, etc.?
5. Czy istnieje możliwość opracowania komputerowej implementacji proponowanej kompleksowej metodyki badań rynku poszczególnych wyrobów stalowych w zakresie zapotrzebowania i produkcji stali w Polsce, która pozwoli na bieżące wyznaczanie kierunków rozwoju rynku stalowego w Polsce?
6. Czy modele dla wybranego do analizy wyrobu można zbudować na podstawie danych o większej częstotliwości i czy dałoby to dodatkowe korzyści?
7. Czy użyte jako zmienna endogeniczna w modelach - zużycie jawne - jest najlepszym miernikiem do określenia zapotrzebowania na wyroby stalowe i jakie inne mierniki można by użyć do analizy?
8. Jakie inne rodzaje modeli i testów statystycznych, które nie zostały użyte w pracy, mogłyby być przydatne w budowie i weryfikacji modeli do prognozowania kierunków rozwoju rynku stalowego?

#### **Uwagi szczegółowe:**

- Błędy stylistyczne i uchybienia edytorskie zaznaczyłem na dostarczonym egzemplarzu pracy.
- Istnieje nieścisłość na str. 26 wyselekcjonowano 7 sektorów, na rysunku 4 wspomniano o 6 sektorach.

- Na str. 64 brak jest wskazania numeru tabeli zbiorczej do, której Autorka pracy odnosi się w tekście.
- Na str. 55 nastąpiło błędne odniesienie do wykresu 25.
- Na str. 114 błędnie odniesiono się do rozdziału VII w zdaniu „Na podstawie modeli opracowanych dla rynków użytkowników stali zaprezentowanych w rozdziale VII...”

### **Konkluzja**

Przytoczone wyżej uwagi krytyczne nie podważają mojej ogólnie pozytywnej oceny pracy. Pragnę stwierdzić, że przedstawiona do recenzji rozprawa wnosi wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna (inżynieria produkcji), szczególnie w zakresie prognozowania produkcji wyrobów stalowych, rozwoju przemysłu hutniczego oraz rozwoju rynku stalowego w Polsce. Dysertacja zawiera oryginalne elementy, z których te ważniejsze zostały przytoczone w punkcie „Oryginalność i waga osiągnięć zaprezentowanych w dysertacji”. Doktorantka wykazała się znakomitą znajomością problematyki przemysłu hutniczego w zakresie analizy i prognozowania rynku wyrobów stalowych. Udowodniła ponadto, że potrafi samodzielnie i poprawnie rozwiązywać nietrywialne problemy naukowe, a także – co równie ważne - logicznie i starannie prezentować wyniki swoich badań.

**Uważam, że opiniowana praca spełnia warunki stawiane przez obowiązującą ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w zakresie wymogów stawianych rozprawie doktorskiej (art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) i powinna być dopuszczona do publicznej obrony.**



dr hab. inż. Sebastian Saniuk, prof. UZ