

POLITECHNIKA ŚLĄSKA W GLIWICACH
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ

Rozprawa doktorska

Modele prognozowania produkcji wyrobów
do określania kierunków rozwoju rynku stalowego

Autor pracy:

mgr Marta Zagórska

Promotor pracy:

dr hab. inż. Bożena Gajdzik prof. Politechniki Śląskiej

Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej

Promotor pomocniczy:

dr inż. Sandra Grabowska

Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej

Katowice 2022 r.

SPIS TREŚCI

I	Wstęp, przedmiot i cel badań	5
I.1	Wprowadzenie.....	5
I.2	Uzasadnienie tematu.....	8
I.3	Cele i hipoteza pracy	9
I.4	Zakres przedmiotowy badań	10
I.5	Zakres czasowy badań.....	12
II	Przegląd dotychczasowych badań sektora stalowego i rynku wyrobów stalowych	15
II.1	Sektor stalowy w Polsce – ogólne informacje.....	15
II.2	Przegląd badań z restrukturyzacji hutnictwa	18
II.3	Modelowanie w inżynierii produkcji.....	22
III	Metody i źródła.....	25
III.1	Dane źródłowe użyte do opracowania modeli.....	25
III.2	Przyjęta metodyka badań stalochłonności.....	27
III.3	Metodyka badań statystycznych i prognoz.....	35
IV	Badanie stalochłonności gospodarki.....	38
IV.1	Charakterystyka głównych sektorów konsumujących stal.....	38
IV.2	Znaczenie sektora stalowego w gospodarce.....	44
IV.3	Stalochłonność - definiowanie i pomiar	51
IV.4	Analiza stalochłonności.....	53
V	Modelowanie ekonometryczne	58
V.1	Wybór zmiennych do modelowania	58
V.2	Etapy analizy modelowania ekonometrycznego	60
V.3	Procedura postępowania w metodyce badań.....	63
VI	Prezentacja uzyskanych modeli	65
VI.1	Blachy ocynkowane dla sektora budownictwo	65
VI.2	Blachy ocynkowane dla sektora produkcja wyrobów gotowych z metali.....	74
VI.3	Blachy ocynkowane dla sektora maszyn i urządzeń	85
VI.4	Blachy ocynkowane dla sektora motoryzacyjnego	94
VI.5	Blachy ocynkowane dla sektora AGD	105
VI.6	Blachy ocynkowane dla pozostałych sektorów	111
VII	Analiza i agregacja prognoz	114
VII.1	Analiza i wnioski z prognoz sektorowych.....	114
VII.2	Prognozy zbiorcze i wnioski dla produkcji	124
VIII	Podsumowanie	131

IX	Wnioski końcowe.....	135
X	Załączniki.....	138
X.1	Klasyfikacje wyrobów stalowych.....	138
X.2	Opracowana baza danych sektorowych.....	139
X.3	Dane do budowy modeli prognostycznych	147
X.4	Mierniki oceny jakości dopasowania modelu	151
X.5	Testy weryfikujące poprawność modelu.....	152
XI	Bibliografia	154
XII	Spis tabel	159
XIII	Spis rysunków	161
XIV	Abstract	165

I WSTĘP, PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

I.1 WPROWADZENIE

Temat pracy: „Modele prognozowania produkcji wyrobów do określania kierunków rozwoju rynku stalowego” mieści się w zakresie zarządzania i inżynierii produkcji. Początki „inżynierii produkcji” sięgają okresu rewolucyjnego podejścia do zarządzania produkcją, jakim była przed 100 laty filozofia „naukowego zarządzania” Fredericka Taylora, skoncentrowana na poprawie wydajności pracy. Współczesna inżynieria produkcji nadal koncentruje się na produktywności, rozumianej bardzo szeroko, ponieważ stanowi złożony obszar problemowy odnoszący się do wielu aspektów funkcjonowania przedsiębiorstw produkcyjnych¹. Inżynieria produkcji jest pojęciem bardzo szerokim i obejmuje między innymi zagadnienia planowania, projektowania, implementowania i zarządzania systemami produkcyjnymi, a także systemami logistycznymi i pokrewnymi (systemy obsługi, wsparcia, administrowania, zarządzania).

Zakres przedmiotowy inżynierii produkcji obejmuje między innymi: organizację i zarządzanie produkcją oraz usługami, inżynierię procesów wytwarzania, zarządzanie innowacjami, zarządzanie projektami produkcyjnymi i usługowymi, optymalizację łańcuchów dostaw i logistykę, zarządzanie jakością, metody wspomagania decyzji, zarządzanie wiedzą produkcyjną, prognozowanie, modelowanie i symulacje, kształtowanie środowiska pracy, bezpieczeństwo pracy, efektywność i produktywność, oraz organizacja pracy. Inżynieria produkcji bazuje na naukach technicznych, ekonomicznych, humanistycznych i społecznych. W inżynierii produkcji wykorzystuje się wiedzę z nauk: matematyki, statystyki, ekonometrii, ekonomii, zarządzania, psychologii, socjologii itp.²

Współczesna inżynieria produkcji jest dziedziną interdyscyplinarną, ze względu na wieloaspektowe obszary badawcze produkcji. Proces produkcyjny ujmowany jest holistycznie. Pojęcie to wywodzi się od greckiego słowa *holos*, co znaczy całość. Podejście holistyczne pozwala na postrzeganie produkcji jako system - całość złożoną z podsystemów. Wynikiem jej działania nie jest tylko suma działań owych podsystemów osobno, istotne jest spojrzenie kompleksowe. Stąd wynika pewna zależność - zmiana w funkcjonowaniu jednego z elementów może pociągnąć za sobą inne zmiany³. Warto zaznaczyć, że przedsiębiorstwo produkcyjne

¹ A. Kosieradzka, S. Lis, Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.

² Istota inżynierii produkcji, Komitet Inżynierii Produkcji Polska Akademia Nauk, Warszawa czerwiec 2012, s. 3-6.

³ U. Skurzyńska-Sikora, Poprawa efektywności organizacji przy wykorzystaniu modelu PEMM, Organizacja i Zarządzanie nr 3, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 208.

działa w otoczeniu konkurencyjnym, społecznym, ekonomicznym i politycznym. Do sprawnego jego funkcjonowania niezbędne są interakcje z otoczeniem i ciągła adaptacja do warunków wewnętrznych, jak i zewnętrznych⁴.

Obszary naukowo-badawcze podejmowane przez inżynierię produkcji są bardzo zróżnicowane. Można wyróżnić dwa aspekty kluczowe badań: techniczny i ekonomiczny⁵. Badania realizowane w odniesieniu do produkcji są umiejscowione najczęściej na poziomie operacyjnym przedsiębiorstwa (chyba, że produkcję ujmuje się jako sumę produkcji cząstkowych poszczególnych przedsiębiorstw – ujęcie sektorowe lub produkcję łączną przemysłu), a stosowane metody ujmują albo aspekty techniczne, albo ekonomiczne bądź jedno i drugie.

Wykorzystywane w inżynierii produkcji metody mogą być metodami ilościowymi i/lub wartościowymi (jakościowymi). Do badań produkcji są stosowane metody sformalizowane lub niesformalizowane. Są to metody matematyczne lub heurystyczne. Można stosować zarówno metody klasyczne jak i nowo opracowane. Stosowane metody i narzędzia badań można usystematyzować w następujące bloki: gromadzenie, przechowywanie i udostępnianie danych, optymalizacja, symulacja i modelowanie, a także prognozowanie.

W niniejszej pracy zastosowano modele prognostyczne do wyznaczania kierunków rozwoju rynku stalowego. Termin „prognoza” wywodzi się z języka greckiego *prognosis*, co oznacza przewidywanie na podstawie określonych danych. Dane użyte do budowania modeli pochodziły z lat 2004-2018, a do prognozowania w modelach użyto dane za lata 2004-2020. Zgodnie z definicją G.A. Abulhanova, G. R. Chumarina, E.G. Nikiforova i T. A. Sharifullina⁶ prognozowanie jest określeniem możliwych stanów zjawiska w przyszłości przy zachowaniu tendencji panujących w przeszłości (ekstrapolacja). Przyjmując przytoczoną definicję w niniejszej pracy wykonano analizę tendencji przebiegu badanych zjawisk w przeszłości. Analiza w ujęciu retrospektywnym i prospektywnym pozwoliła na poszerzenie zakresu badawczego. Rezultatem analizy są modele prognozowania wyrobów stalowych. Opracowano wiele aplikacji modelowych w badanym temacie pracy w celu ich zastosowania do określenia kierunków rozwoju rynku stalowego w Polsce.

⁴ R. Griffin, Podstawy zarządzania organizacjami, PWE, Warszawa 2017.

⁵ S. Marciniak, Rola ekonomii i zarządzania w inżynierii produkcji, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2017, Z. 108 Nr kol. 1983, s. 255-262.

⁶ G.A. Abulhanova, G. R. Chumarina, E.G. Nikiforova i T. A. Sharifullina, 2016, Economic forecasting and personnel management of small and medium enterprises, Academy of Strategic Management Journal, vol. 15, Special Issue 4, p. 67-75.

W przypadku firm produkcyjnych (przedsiębiorstw hutniczych) uzyskane modele mogą stanowić wsparcie dla procesów decyzyjnych. Mają one duży wpływ między innymi na planowanie produkcji wyrobów stalowych przez ich bezpośrednich producentów, jak i wyrobów otrzymywanych na bazie produktów stalowych przez innych użytkowników rynku (sektory konsumujące stal). Dzięki właściwym wyborom, przedsiębiorstwa hutnicze i przedsiębiorstwa branż pokrewnych (użytkownicy stali) redukują ryzyko błędów i strat, co pozwala na uzyskanie wymaganej jakości wyrobów, która jest czynnikiem konkurencyjnym⁷, jak i uzyskanie planowanego zysku z prowadzonej działalności. Opracowane modele należy traktować jako kierunek postępowania w planowaniu i zarządzaniu produkcją. Zgodnie z metodyką prognozowania, każda prognoza obarczona jest błędem. Wybór określonego modelu powinien być podbudowany analizą czynników wpływających na przebieg danego procesu produkcyjnego w konkretnym przedsiębiorstwie. Z tego powodu w niniejszej pracy określono podstawowe kierunki rozwoju rynku stalowego w Polsce na podstawie uzyskanych modeli. Analiza sytuacji na rynku producentów i użytkowników stali oraz prognozowanie produkcji wyrobów w niniejszej pracy zostały przedstawione w układzie sektorowym. Taki zakres przestrzenny zrealizowanych badań wykorzystuje się między innymi na etapie planowania inwestycyjnego przez przedsiębiorstwa hutnicze oraz dotychczasowych podmiotów na rynku użytkowników stali, jak i potencjalnych (nowych) inwestorów, zainteresowanych współpracą z producentami stali.

W niniejszej pracy ze względu na duże zróżnicowanie rynku użytkowników stali oraz indywidualny charakter i specjalizację producentów wyrobów stalowych zastosowano różne metody ekonometryczne, budując modele zintegrowane (ang. *integrated asset modelling*), ujmujące wiele czynników oddziaływania na wielkość produkcji stali. Zakresem badań objęto sektor hutniczy jako część produkcji metali według klasyfikacji PKD oraz użytkowników rynku stali tj. zgodnie z wymienioną klasyfikacją: budownictwo, produkcja wyrobów gotowych z metali, produkcja maszyn i urządzeń, produkcja pojazdów, produkcja pozostałego sprzętu transportowego, produkcja urządzeń elektrycznych w tym sprzętu gospodarstwa domowego. Dla wybranych sektorów zbadano wielkość wykorzystania (poziom zapotrzebowania i stalochłonność) poszczególnych grup asortymentów wyrobów stalowych między innymi blachy walcowane na gorąco, blachy walcowane na zimno, blachy ocynkowane, pręty zbrojeniowe, walcówkę, kształtowniki ciężkie oraz rury.

⁷ J. Winkowska, C. Winkowski, Przegląd metod i narzędzi jakości wykorzystywanych w przedsiębiorstwie produkcyjnym, w : Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji, t. 2, red. R. Knosala, PTZP, Opole 2018, s. 370-381.

I.2 UZASADNIENIE TEMATU

Uzasadnienie wyboru tematu wynikało z następujących przesłanek:

1. Dynamicznie rosnący rynek zużycia wyrobów stalowych w Polsce, tj. wzrost wielkości zużycia jawnego w ciągu ostatnich 15 lat o 76%, tj. przeciętnie o 4% rocznie z 8,5 mln ton do 14,9 mln ton gotowych (finalnych) wyrobów stalowych. Wyroby stalowe są nowoczesnym materiałem inżynierskim o zastosowaniu w wielu różnych działach przemysłu i budownictwie. Ze względu na swoje właściwości oraz cenę, mogą konkurować ze stalą nierdzewną oraz z innymi materiałami np. wyrobami ceramicznymi, wyrobami z tworzyw sztucznych oraz drewnem.
2. Zbyt niska produkcja krajowa wyrobów stalowych w stosunku do zapotrzebowania użytkowników rynku stali, wynikająca z ograniczonych zdolności produkcyjnych oraz niedopasowania struktury produkcji. Stosunek wielkości dostaw krajowych produktów stalowych do wielkości zużycia jawnego (liczonego jako produkcja minus import plus eksport) wynosił w ciągu ostatnich 15 lat przeciętnie 37%.
3. Istnieje potencjał inwestycyjny sektora stalowego w Polsce do uruchomienia nowych linii produkcyjnych wyrobów stalowych ze względu na dostępność zasobów i zapotrzebowanie użytkowników rynku przez dotychczasowych producentów w ramach ich planów rozwojowych.
4. Wyroby stalowe są produktem objętym szeroką ochroną rynku unijnego. W ostatnich latach wprowadzono 30 środków antydumpingowych i antysubsydyjnych na przywóz tych wyrobów z 10 krajów oraz środki ochronne w postaci kontyngentów na przywóz z krajów spoza UE.
5. Zarówno w teorii, jak i w praktyce odczuwa się brak specjalistycznych analiz zużycia wyrobów stalowych z podziałem na użytkowników rynku stali w gospodarce, co stanowi lukę w metodyce badań w przedmiotowym zakresie.
6. Przygotowane modele powstały na podstawie wielokryterialnej analizy rynku użytkowników stali, co może zostać wykorzystane przez producentów do dywersyfikacji strategii produkcji na podstawie różnych kryteriów segmentacji rynku, które dla potrzeb niniejszej pracy zostały uporządkowane na podstawie dostępnych baz danych (GUS, HIPH).
7. Analiza została zrealizowana w aspekcie czasowym retrospektywnym i predykcyjnym co skutkuje tym, że adresaci tej analizy (przedsiębiorstwa hutnicze i rynki użytkowników stali) mogą wykorzystać opracowane modele do benchmarkingu

i planowania produkcji. Wyniki analizy umożliwią przedsiębiorstwom działającym na rynku hutniczym budowanie łańcucha wartości dodanej przy współpracy producentów i użytkowników.

I.3 CELE I HIPOTEZA PRACY

Cel ogólny pracy:

Celem podstawowym pracy jest opracowanie kompleksowej metodyki badań rynku poszczególnych wyrobów stalowych, w zakresie zapotrzebowania i produkcji użytkowników stali w Polsce, jako metody wyznaczania kierunków rozwoju rynku stalowego.

Cele szczegółowe pracy:

- 1) Usystematyzowanie wiedzy w zakresie wielkości wykorzystania wyrobów stalowych jako materiału do dalszego przerobu na krajowym rynku użytkowników stali na podstawie dostępnych danych.
- 2) Zbadanie struktury zużycia poszczególnych asortymentów wyrobów stalowych i zmian stalochłonności (zużycia stali) oraz ustalenie segmentów rynku użytkowników stali na podstawie opracowanej bazy danych dla wyznaczania modeli.
- 3) Wykrycie tendencji zmian strukturalnych i technologicznych w sektorach przetwarzających stal, które istotnie kształtują zmiany w wielkości wykorzystania wyrobów stalowych na krajowym rynku.
- 4) Zaproponowanie modeli statystycznych do analizy zmian wielkości wykorzystania wyrobów stalowych w poszczególnych sektorach oraz zastosowanie opracowanych modeli do prognozowania zapotrzebowania (ilość i struktura asortymentowa) rynku na wybrane wyroby stalowe.
- 5) Weryfikacja opracowanej metodyki oraz uzyskanych prognoz statystycznych z wykorzystaniem narzędzi statystycznych i ich empiryczna analiza.
- 6) Wyciągnięcie wniosków dla producentów wyrobów stalowych poprzez wyznaczenie prognoz zagregowanych dla wyrobu i określenie kierunków rozwoju rynku dla danego stalowego.

Teza ogólna:

Na zmiany produkcji wyrobów stalowych istotnie wpływa wielkość i struktura zapotrzebowania użytkowników stali.

Hipoteza badawcza:

Czy na podstawie danych opisujących działalność produkcyjną w głównych branżach przetwarzających stal można prognozować wielkość zapotrzebowania na poszczególne asortymenty wyrobów stalowych?

Zastosowanie modeli statystycznych, uwzględniających wybrane czynniki i zmiany stalochłonności charakteryzujące użytkowników stali, umożliwi kompleksową analizę i prognozowanie zapotrzebowania na wyroby stalowe. Wnioski z opracowanych modeli posłużą do określania kierunków rozwoju rynku wyrobów stalowych w Polsce i będą miały walory użyteczne dla poszczególnych producentów i użytkowników stali.

I.4 ZAKRES PRZEDMIOTOWY BADAŃ

Zakres przedmiotowy badań w ujęciu szerokim obejmuje rynek stalowy w Polsce. Szczegółowo zakresem przedmiotowym objęto badanie wpływu na wielkość zapotrzebowania na wyroby stalowe przez głównych użytkowników stali następujących czynników:

- wielkość lub wartość produkcji [*źródło: GUS, jednostka: mln PLN, ilość szt., tonaż, ilość m², m³*]
- struktura segmentowa sektora lub profil produkcji [*źródło: GUS, jednostka: mln PLN, ilość szt., tonaż, ilość m², m³*]
- udział lub wielkość eksportu, ogółem lub z podziałem na kraje rozwinięte i rozwijające się [*źródło: GUS, jednostka: % lub mln PLN*]
- udział lub wielkość importu, ogółem lub z podziałem na kraje rozwinięte i rozwijające się [*źródło: GUS, jednostka: % lub mln PLN*]
- wielkość przedsiębiorstw [*źródło: GUS, jednostka: klasyfikacja na 2/3/4 grupy*]
- udział kapitału zagranicznego lub sektora prywatnego [*źródło: GUS, jednostka: %*]
- wartość dodana lub udział wartości dodanej w wartości/wielkości produkcji [*źródło: GUS, jednostka: mln PLN, %*]
- nakłady inwestycyjne, w tym nakłady na maszyny urządzenia [*źródło: GUS, jednostka: mln PLN, dynamika % rok do roku*]
- wydajność pracy, poziom wynagrodzeń, struktura pracowników na stanowiskach [*źródło: GUS, jednostka: PLN/os.*]
- wartość brutto środków trwałych lub tylko udział maszyn i urządzeń w środkach trwałych lub stopień ich zużycia [*źródło: GUS, jednostka: mln PLN lub %*]

- nakłady na Badania i Rozwój (B+R), pracujący B+R [źródło: GUS, jednostka: mln PLN lub %]
- emisja zanieczyszczeń [źródło: GUS, jednostka: tona pyłów]
- energochłonność produkcji sprzedanej [źródło: GUS, jednostka: kWh/mln PLN]
- wielkość produkcji krajowej wyrobów stalowych płaskich powlekanych [źródło: HIPH, jednostka: tony]
- udział dostaw krajowych/importu w zużyciu jawnym poszczególnych asortymentów [źródło: HIPH i MF, jednostka: %]
- udział stali o wyższej jakości (tj. stopowych oraz nierdzewnych) w zużyciu jawnym [źródło: HIPH i MF, jednostka: %]
- zużycie materiałów komplementarnych tj. wyroby ceramiczne, cement, drewno, inne wyroby stalowe, wyroby ze stali nierdzewnych, wyroby z tworzyw sztucznych [źródło: GUS, jednostka: tony, szt.].

Schemat wybranych do analizy czynników przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Struktura badanych czynników kształtujących zużycie wyrobów hutniczych

Źródło: Opracowanie własne.

I.5 ZAKRES CZASOWY BADAŃ

Zakres czasowy:

Zakres czasowy analizy w przedmiotowym temacie pracy obejmował okres od 2004 do 2018 roku (piętnaście lat). Dane statystyczne przedstawiono w okresach rocznych ze względu na największą dostępność informacji źródłowych i zakresu przedmiotowego analizy. Przystępując do badań, zweryfikowano dostępność danych statystycznych pod względem ich porównywalności i użyteczności w przedmiotowym zakresie. Korzystano z danych statystycznych opublikowanych przez: Hutniczą Izbę Przemysłowo-Handlową (HIPH), Główny Urząd Statystyczny (GUS), Centrum Analityczne Administracji Celnej w Ministerstwie Finansów (CAAC), Eurostat, Główny Urząd Nadzoru budowlanego (GNUB), Stowarzyszenie Producentów Cementu (SPC) i z innych źródeł, w tym zagranicznych (Eurofer). W trakcie analizy i tworzenia pracy opublikowano dane źródłowe opisujące rynek użytkowników stali za okres 2019-2020, które ujęto w modelach prognostycznych jako zmienne objaśniające.

Uzasadnienie wyboru okresu badań

Przyjęty zakres czasowy analizy uwarunkowany był osiągnięciem stabilizacji rynkowej przez poszczególne przedsiębiorstwa hutnicze, po przeprowadzonych zmianach restrukturyzacyjnych w przemyśle stalowym w Polsce. Rok 2004 przyniósł istotne zmiany dla rynku stalowego. W krajowym hutnictwie zakończył się okres prywatyzacji i restrukturyzacji przedsiębiorstw, które zaczęły odnotowywać dodatnie wyniki finansowe i były w stanie konkurować na zasadach gospodarki rynkowej. Dla użytkowników stali kluczowy był 2004 rok ze względu na przystąpienie Polski do Unii Europejskiej, tj. wolny handel materiałami oraz produktami z krajami członkowskimi. Z kolei w przypadku danych statystycznych dotyczących sektora stalowego nastąpiło ujednoczenie klasyfikacji działalności produkcyjnej oraz wyrobów do wymogów sprawozdawczych UE.

W analizowanym okresie na rynku stalowym w Polsce miały miejsce następujące wydarzenia:

- zakończono proces prywatyzacji największych polskich hut w latach 2002-2006, w tym prywatyzacji Polskich Hut Stali, utworzonych w maju 2002 roku z połączenia czterech hut: Huty Katowice, Huty im T. Sendzimira, Huty Cedler i Huty Florian⁸, obecnie w strukturach kapitału zagranicznego – grupa ArcelorMittal,

⁸ Więcej w: B. Gajdzik, Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach statystycznych i badaniach empirycznych, Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice 2013, s. 129-135; W. Sroka, Sieci aliansów. Poszukiwanie przewagi konkurencyjnej poprzez współpracę, PWE, Warszawa 2012.

- wydzielono ze struktur przedsiębiorstw hutniczych działalności pośrednio związane z produkcją podstawową, do 2006 roku zakończono proces silnego wyodrębniania spółek z produkcyjnych przedsiębiorstw hutniczych, realizujących w znacznym stopniu biznes typu non core⁹ (nie związany bezpośrednio z działalnością podstawową przedsiębiorstw hutniczych),
- utworzono silne przedsiębiorstwa produkujące stal na bazie restrukturyzowanych hut przez kapitał zagraniczny: ArcelorMittal Poland – AMP S. A., Commercial Metal Company – CMC Poland, Industrial Union of Donbass – ISD Huta Częstochowa (przedsiębiorstwo pod tym kapitałem funkcjonowało do 2018 roku, obecnie – grupa Sunningwell International Polska), Celsa – Huta Ostrowiec)¹⁰,
- w ramach procesu racjonalizacji zatrudnienia zakończono redukcje kadr w sektorze stalowym (najwięcej osób odeszło z hut do 2000 roku; porównując ze stanem z 1990 roku, uzyskano redukcję zatrudnienia o ponad 90 tys. osób, w latach 1999-2006 z hut odeszło około 40 tys. osób, po 2006 roku do chwili obecnej zatrudnienie zmniejszyło się o około 14 tys. osób, według stanu na dzień 31.12.2019 w sektorze stalowym zatrudnionych było 24 tys. osób)¹¹,
- wycofano technologię wytopu stali w piecach martenowskich (w 2002 roku ostatecznie zakończono wytop stali w piecach martenowskich)¹², przyjmując kryteria ekonomiczne i ekologiczne do oceny stopnia zużycia tej technologii,

⁹ J. Foltys, *Wieloaspektowy model outsourcingu na przykładzie sektora hutnictwa żelaza i stali*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2007.

¹⁰ Więcej: B. Gajdzik, *Sieciowa organizacja grup kapitałowych w krajowym sektorze hutniczym*, *Organizacja i Zarządzanie*, Kwartalnik Naukowy, nr 1(33), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2016, s. 5-22; W. Sroka. B. Gajdzik, *Management of Network Organizations. Theoretical Problems and the Dilemmas in Practice*, ed. W. Sroka, Š. Hittmár, *Managerial Challenges for Networks and Beyond*, Springer, 2015, p. 121-134, dostęp: <http://www.springer.com/gp/book/9783319173467>

¹¹ B. Gajdzik, *Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach statystycznych i badaniach empirycznych...*, op.cit., s. 179; więcej w: B. Gajdzik, W. Ocieczek, *Soft restructuring process in metallurgical enterprises in Poland*, *Metalurgija*, Vol. 54, No. 3, 2015, p. 729-732; B. Gajdzik, *Analiza zmian w poziomie zatrudnienia w hutnictwie w długim okresie*, *Organizacja i Zarządzanie*, Kwartalnik Naukowy, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2015, nr 2 (30), s. 49-64.

¹² B. Gajdzik, *Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach statystycznych i badaniach empirycznych...*, op.cit., s. 157; B. Gajdzik, *Retrospekcja zmian w technologii wytwarzania stali według procesów w polskim hutnictwie*, *Prace Instytutu Metalurgii Żelaza w Gliwicach*, nr 4, t. 67, 2015, s. 54-59; B. Gajdzik, *Zmiany w zarządzaniu inwestycjami w hutnictwie w długim okresie czasu*, [w:] M. Dudek H. Howaniec, W. Waszkielewicz (red.), *Strategiczne i operacyjne doskonalenie procesów w obszarze zarządzania i inżynierii produkcji – zagadnienia wybrane*, *Akademia Techniczno-Humanistyczna*, Bielsko-Biała 2015, s. 265-282; B. Gajdzik, K. Janiszewski, J. Szymshal, *Strategic investments of restructuring metallurgical companies in sustainability business*, *Solid State Phenomena*, Vol. 226, 2015, p. 205-208 [in:] J. Mendala, P. Gradoń, (eds.), *Technologies and properties of modern utility materials XXII*, Trans Tech Publications, 2015, (Selected, peer reviewed papers from the XXII Conference on Technologies and Properties of Modern Utility Materials (TPMUM 2014), May 16, 2014, Katowice, Poland (<http://www.scientific.net>); I. Kłosok-Bazan, B. Gajdzik, J. Machnik-

- ograniczono produkcję stali do potrzeb rynku (na poziomie około 9 mln ton w ciągu roku)¹³,
- uzyskano rentowność (*viability*) na poziomie ustalonym przez Komitet UE (w 2007 roku w raporcie Komisji Europejskiej – KE potwierdzono stabilizację ekonomiczno-finansową przedsiębiorstw hutniczych, które realizowały programy naprawcze),
- zakończono restrukturyzację sektora pod nadzorem Komisji Europejskiej – KE (w raporcie z 2007 roku KE wydała pozytywną opinię o przebiegu restrukturyzacji przemysłu stalowego w Polsce)¹⁴.

Należy jednak podkreślić, że w okresie 2004-2018 wystąpiło w sektorze stalowym niekorzystne zjawisko gwałtownego spadku produkcji stali i wyrobów stalowych w latach 2009-2010 spowodowane skutkami światowego kryzysu ekonomicznego. W przytoczonym okresie wyprodukowano w kraju: w 2009 roku 7,1 mln ton stali (57% wykorzystania zdolności produkcyjnych), w 2010 roku 8,0 mln ton stali (zdolności wykorzystane w 63%). Spadek produkcji był powiązany ze spadkiem konsumpcji wyrobów stalowych przez użytkowników rynku (ogółem o 3,2 mln ton tj. o –28% w układzie rok do roku), w tym: sektor budowlany zmniejszył konsumpcję stali i wyrobów stalowych o 1,2 mln ton (–28%), produkcja wyrobów metalowych gotowych o 0,9 mln ton (–28%), przemysł maszynowy o 0,6 mln ton (–33%), przemysł motoryzacyjny o 0,3 mln ton (–33%), a produkcja pozostałego sprzętu transportowego o 0,3 mln ton (–55%). Po okresie kryzysu kolejnym niekorzystnym zjawiskiem zaburzającym krajowy rynek stalowy były nieuczciwe postępowania w zakresie podatku VAT w handlu wyrobami stalowymi związane z transakcjami wewnątrzunijnymi. Problem ten został usunięty zmianami legislacyjnymi w 2013 roku (Ustawa z dnia 26 lipca 2013 r. Dz.U. 2013 poz. 1027).

Przyjęty zakres czasowy badań – okres piętnastoletni – zwiększa wiarygodność budowanych modeli i prognoz. W metodyce modelowania ekonometrycznego przyjmuje się założenie o wyznaczaniu modeli na podstawie stosunkowo długiego okresu analizy (szereg czasowy)¹⁵.

Słomka, W. Ociecek, Environmental aspects of innovation and new technology implementation in metallurgical industry, *Metalurgija*, Vol. 54, No. 2, 2015, p. 433-437.

¹³ Więcej w: B. Gajdzik, *Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach...*, op. cit., s. 156.

¹⁴ Więcej o sytuacji finansowej przedsiębiorstw hutniczych w: B. Gajdzik, *Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach...*, op. cit., s. 136-140.

¹⁵ A. Snarska, *Statystyka, ekonometria, prognozowanie*, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2005, s. 31-39; L. Gajek, M. Kałuszka, *Wnioskowanie statystyczne – modle i metody*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.

II PRZEGLĄD DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ SEKTORA STALOWEGO I RYNKU WYROBÓW STALOWYCH

II.1 SEKTOR STALOWY W POLSCE – OGÓLNE INFORMACJE

Sektor stalowy w Polsce tworzą zrestrukturyzowane i sprywatyzowane po 1989 roku przedsiębiorstwa hutnicze. Transformacja gospodarcza, która została wprowadzona pakietem reform (tzw. reformy L. Balcerowicza) stworzyła podstawy gospodarki rynkowej w Polsce. Przemiany, którym podlegały po 1989 roku producenci stali były bardzo radykalne. Sektor stalowy objęto programami naprawczymi. W latach 1992-2007 zrealizowano kilka programów restrukturyzacji sektora stalowego.¹⁶ Zakres przedmiotowy poszczególnych programów dotyczył różnych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstw. Za kluczowe obszary restrukturyzacji sektora stalowego w okresie przemian gospodarczych uznawano: restrukturyzację majątku, restrukturyzację technologii, przeprofilowanie produkcji oraz redukcję zatrudnienia. Zakres zmian ulegał rozbudowie po uwzględnieniu nowych uwarunkowań funkcjonowania sektora stalowego w kraju, w tym członkostwo Polski w Unii Europejskiej. Po 2004 roku sektor stalowy w Polsce osiągnął wyznaczniki tzw. viability¹⁷, pozwalające mu na konkurowanie z przedsiębiorstwami hutniczymi na rynku europejskim i poza nim. Istotne znaczenie dla sektora stalowego w Polsce miały również fuzje i aliansy strategiczne dokonywane przy udziale silnych światowych grup kapitałowych, w tym ArcelorMittal¹⁸.

Obecnie sektor stalowy w Polsce tworzy sześciu producentów dysponujących stalowniami. Do największych i produkujących stal surową przedsiębiorstw hutniczych należą: ArcelorMittal Poland Oddział w Dąbrowie Górniczej, ArcelorMittal Huta Warszawa, CELSA Huta Ostrowiec, Alchemia Oddział Stalownia Batury w Chorzowie, CMC Poland w Zawierciu,

¹⁶ The Study of Restructuring the Polish Iron and Steel Industry, Final Report, Canadian Consortium, June 1992
Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 30 czerwca 1998; Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce. Aktualizacja 2001 przyjęty przez Radę Ministrów Rzeczypospolitej Polskiej w dniu 5 czerwca 2001 r.; Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce. Aktualizacja 2002 przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 1 marca 2002 r., Modyfikacja programu restrukturyzacji hutnictwa żelaza i stali przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 5 listopada 2002 r., Restrukturyzacja i rozwój hutnictwa żelaza i stali w Polsce do 2006 r. przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 10 stycznia 2003, ze zmianami zaakceptowanymi w dniu 25 marca 2003 r.

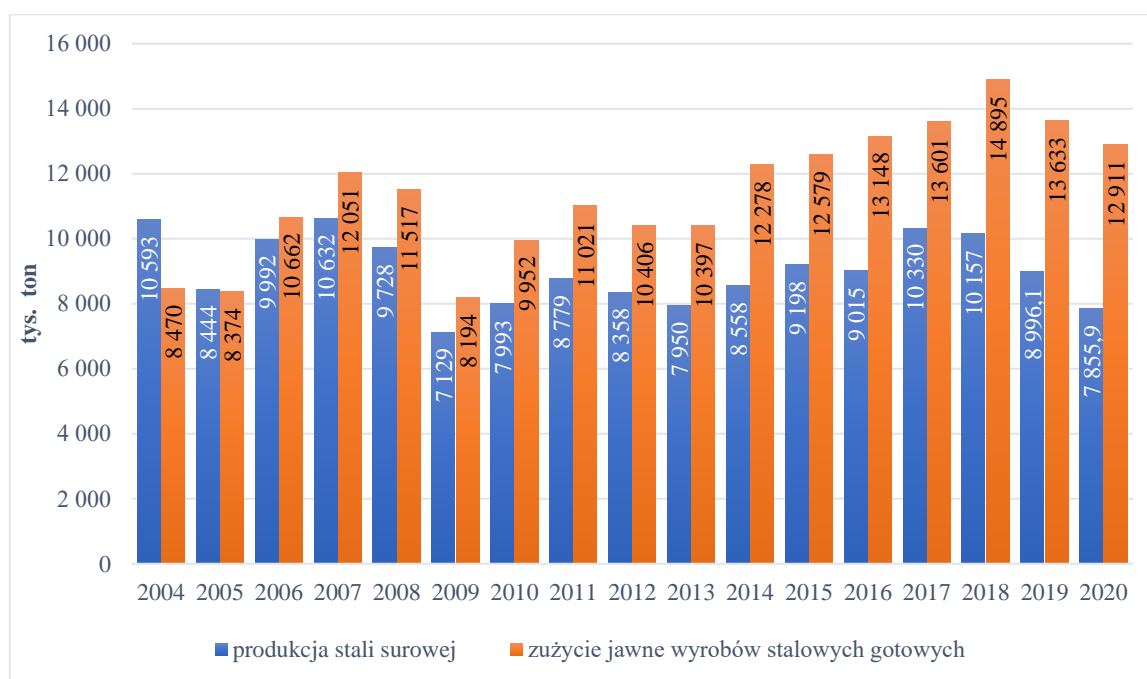
¹⁷ Pojęcie viability (pol. „zdolność do przeżycia”) zostało wprowadzone przez Komisję Europejską około 1986 roku do oceny trwałości wyników restrukturyzacji sektora stalowego; uzyskanie przez zrestrukturyzowany podmiot hutniczy wymaganych minimalnych wartości wskaźników testu (V1 – stopa marży brutto > 10% (dla hut zintegrowanych > 13,5%) i V2 – stopa zysku przed opodatkowaniem i uwzględnieniem kosztów finansowych > 1,5%) świadczy o tym, że może on funkcjonować na otwartym rynku bez pomocy publicznej;

¹⁸ Ta grupa kapitałowa posiada w Polsce ok. 64% potencjału rynkowego, ponieważ jest właścicielem największego przedsiębiorstwa hutniczego, którego zdolność produkcyjna określana jest na 8 mln ton stali surowej rocznie.

Liberty Częstochowa, Cognor SA Oddział Ferrostał Łabędy w Gliwicach. Największe przedsiębiorstwa należą do kapitału zagranicznego, który pojawił się w Polsce w okresie prywatyzacji przedsiębiorstw państwowych, nabywając zadłużone i niewypłacalne przedsiębiorstwa.

W sektorze stalowym zatrudnionych jest około 24 tys. osób, w tym w największym przedsiębiorstwie hutniczym ArcelorMittal ponad 10 tys. osób. Struktura zatrudnienia na przestrzeni ostatnich lat uległa zmianie. Główne zmiany to: spadek liczby zatrudnionych; wzrost udziału pracowników z wykształceniem średnim i wyższym w zatrudnieniu ogółem; starzenie się pracowników – znaczny udział w liczbie zatrudnionych pracowników w wieku 45+, w niektórych przedsiębiorstwach więcej niż połowa zatrudnionych.¹⁹

Wielkość produkowanej stali przez przedsiębiorstwa sektora stalowego w Polsce na przestrzeni lat ulegała zmianom, które odpowiadały koniunkturze rynkowej (spadek lub wzrost produkcji w porównaniu do roku poprzedniego). Szczegółowe informacje (dane statystyczne) dotyczące produkcji stali i zużycia stali w kraju zostały zestawione na rysunku 2. W ostatnich dziesięciu latach średnia roczna produkcja stali wynosiła ok. 8,75 mln ton.

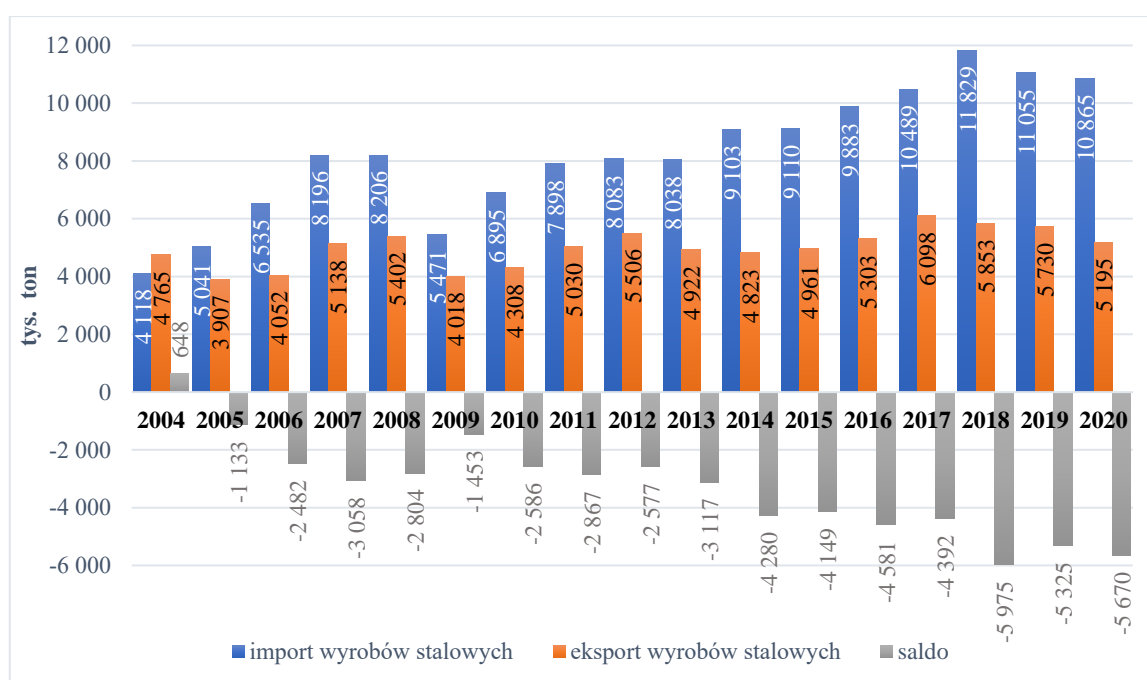


Rys. 2. Produkcja i zużycie stali w Polsce w latach 2004-2020 [tys. ton]

Źródło: HIPH.

¹⁹ Więcej informacji w: B. Gajdzik, Analiza zmian w poziomie zatrudnienia w hutnictwie w długim okresie, Organizacja i Zarządzanie, Politechnika Śląska, 2018 Nr 1; J. Padach, M. Kardas, I. Kłos, M. Sankowska-Słiwa, Restrukturyzacja zatrudnienia w polskim przemyśle stalowym w latach 1999-2006, Hutnik-Wiadomości Hutnicze Nr 11, 2007; J. Padach, M. Kardas, I. Kłos, M. Sankowska, Przekształcenia organizacyjne i restrukturyzacja zatrudnienia w latach 1999-2003, www.wnp.pl (2015), J. Paduch, M. Sankowska, Przebieg restrukturyzacji zatrudnienia w polskim hutnictwie żelaza i stali w 2003 roku, Prace IMŻ, 2004, Nr 1, s. 3-5.

Zużycie jawne obliczane jako produkcja stali w kraju pomniejszona o eksport i powiększona o import w ostatnich 10 latach wyniosło średnio 11,65 mln ton, a jego tendencja była rosnąca z przeciętną dynamiką wzrostu na poziomie 6,9% rocznie. Struktura dostaw na krajowy rynek jest niekorzystna ze względu na ujemny bilans handlu zagranicznego. Ponad 72%²⁰ stali zużywanej w kraju pochodzi z importu. Do największych eksporterów na rynek Polski należą kraje UE (72% importu ogółem) w tym: Niemcy (24%), Czechy (8%) i Słowacja (8%). Wśród krajów spoza Unii Europejskiej największy import do Polski odnotowano z: Rosji (12%) i Ukrainy (6%). Szczegółowe informacje na temat bilansu handlowego Polski w zakresie stali i wyrobów stalowych przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Handel zagraniczny wyrobami stalowymi Polski w latach 2004-2020 [tys. ton]
Źródło: HIPH.

Wyroby stalowe oferowane do sprzedaży cechuje rosnąca wartość dodana. Coraz więcej produkuje się takich asortymentów jak: blachy powlekane, blachy ocynkowane, pręty i walcówka ze stali stopowych, przy spadku produkcji sprzedanej wyrobów, takich jak: wlewki, kęsiska. Wyroby przedsiębiorstw hutniczych posiadają atesty i certyfikaty wymagane na rynku krajowym i rynkach zagranicznych. Przedsiębiorstwa hutnicze wdrożyły systemy kontroli jakości i certyfikowane systemy zarządzania jakością, przyjmując wymogi standardu ISO 9001.

Produkcja stali w hutach została zmodernizowana, wycofano technologię martenowską wytopu stali i udoskonalono stosowane obecnie (i uznawane za kluczowe) technologie wielkich pieców i konwertorów oraz pieców elektrycznych (elektryczno-lukowych). Proces produkcyjny

²⁰ Polski przemysł stalowy, Raport 2018, HIPH, Katowice, 2018.

został w znacznym stopniu zautomatyzowany i jest realizowany w układzie linii produkcyjnej określanej jako ciągłe odlewanie stali (COS). Dla zapewnienia bezpieczeństwa pracy i budowania świadomości pracowników przedsiębiorstwa wdrożyły (poza obligatoryjnym przepisami prawa o bezpieczeństwie pracy i warunkach pracy) systemy zarządzania bezpieczeństwem pracy (PN-N 18001, i OHSAS 18001). Realizowany proces produkcji stali jest obecnie zrównoważony, co oznacza, że producenci stali stosują rygorystyczne normy ochrony środowiska oraz doskonałą systemy zarządzania środowiskowego, uzyskując stosowne certyfikaty.

Warunki, w których funkcjonuje sektor stalowy w kraju cechuje duża dynamika zmian, dlatego też poszczególne przedsiębiorstwa wdrażają metody i techniki pozwalające im osiągnąć standardy produkcji klasy światowej (ang. World Class Manufacturing – WCM). Standardy te dotyczą zarówno procesu podstawowego, jakim jest produkcja oraz procesów okołoprodukcyjnych, np. utrzymanie ruchu, a także procesów pozostałych, w tym administracyjnych z obszaru finansów przedsiębiorstwa (analiza kosztów), jak i obszarów handlowo-marketingowych: obsługa klienta i serwis.²¹

II.2 PRZEGLĄD BADAŃ Z RESTRUKTURYZACJI HUTNICTWA

Sektor stalowy w Polsce i rynek użytkowników stali po okresie transformacji gospodarczej był przedmiotem wielu badań. Naukowcy z różnych ośrodków, w tym: Politechniki Śląskiej (B. Gajdzik, K. Nowacki, T. Lis, J. Furma, M. Żelichowska, K. Pałucha, A. Szmal²²), Politechniki Częstochowskiej (B. Ślusarczyk, M. Kardas), Akademi Górniczo-Hutniczej (M. Holcer), Politechniki Krakowskiej (J. Gawlik), Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach (H. Brandenburg), Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie (R. Borowiecki i jego współpracownicy), Uniwersytetu Śląskiego (J. Foltys, J. Wódz) oraz instytutów naukowych, w tym Instytutu Metalurgii Żelaza (B. Garbarz, W. Szulc, J. Paduch, M. Miczka), Instytutu Spawalnictwa czy Głównego Instytutu Górniczo-Hutnictwa (D. Burchard-Korol), jak i uczelni prywatnych, np. Wyższej Szkoły Biznesu w Dąbrowie Górniczej (W. Sroka) i innych placówek realizowały badania w obszarze sektora stalowego w Polsce. W tabeli 1 przedstawiono przegląd dotychczasowych badań sektora stalowego w obszarze restrukturyzacji.

²¹ B. Gajdzik, World Class Manufacturing in metallurgical enterprise, *Metalurgija* 2013, nr 1 (t. 52), s. 131-134.
B. Gajdzik, Kompleksowo o filarach Produkcji Klasy Światowej w hutnictwie stali - WCM, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze* 2012, nr 10 (t. 79), s. 755-761.

²² Nazwiska przykładowe.

Tabela 1. Zestawienie publikacji nt. badań sektora stalowego i sektorów użytkowników stali w Polsce

Zakres badań	Temat badań	Autor	Tytuł publikacji	Wydawnictwo/rok wydania	Forma
Badnia ogólne	Restrukturyzacja przemysłu	A. Bitkowska	Procesy restrukturyzacji warunkiem poprawy konkurencyjności przedsiębiorstwa	Difin, Warszawa, 2010	Książka
		R. Borowiecki	Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw	AE Kraków, 1996	Monografia pokonferencyjna
		R. Borowiecki	Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw	Difin, Warszawa, 2003	Książka
		H. Brandenburg	Restrukturyzacja w procesie przekształceń i rozwoju przedsiębiorstw	AE, Katowice, 2010	Monografia naukowa
		M. Ingam	Cele i techniki restrukturyzacji przedsiębiorstw	AE, Katowice, 2002	Książka/podręcznik
		A. Lipowski	Struktura gospodarki transformującej się. Polska 1990-1998 i projekcja do 2010	PWE, Warszawa 2010	Książka/podręcznik
		S. Krajewski	Prywatyzacja, restrukturyzacja, konkurencyjność polskich przedsiębiorstw	PWE, Warszawa, 2009	Książka
		B. Pelka	Polityka, strategie i restrukturyzacja przemysłu w systemie gospodarczym	Organsz, Warszawa 1995	Książka/podręcznik
		C. Suszyński	Restrukturyzacja, konsolidacja, globalizacja przedsiębiorstw	PWE, Warszawa, 2003	Książka/podręcznik
		W. Welfe	Ekonometryczne modele gospodarki narodowej Polski	PWE, warszawa 1992	Mongrafia naukowa
		A. Nalepka	Zarys problematyki restrukturyzacji przedsiębiorstw	Antykwa, Kraków, 2010	Książka/podręcznik
Badania sektorowe	Restrukturyzacja hutnictwa	A. Szmaj	Uwarunkowania i czynniki rozwoju przedsiębiorstw tworzonych w procesie transformacji hutnictwa i górnictwa	Politechnika Śląska, Gliwice, 2004	Monografia naukowa
		W. Szulc, M. Miczka	Modelowanie ekonometryczne sektora stalowego w okresie restrukturyzacji. Etap II	Prace Instytutu Metalurgii Żelaza, 2011	Artykuł naukowy

cd. tabeli 1

Zakres badań	Temat badań	Autor	Tytuł publikacji	Wydawnictwo/rok wydania	Forma
		B. Gajdzik	Przedsiębiorstwo Hutnicze po restrukturyzacji	Politechnika Śląska, Gliwice, 2012	Monografia naukowa
		B. Gajdzik	Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach statystycznych i badaniach empirycznych	Politechnika Śląska, Gliwice, 2013	Monografia naukowa
		B. Gajdzik	Porestrukturyzacyjne modele funkcji produkcji dla przemysłu hutniczego z prognozami i scenariuszami zmian w wielkości produkcji stali	Politechnika Śląska, Gliwice, 2018	Monografia naukowa
		B. Gajdzik		Difin, Warszawa	Monografia naukowa
		E. Czerwińska	Problemy restrukturyzacji hutnictwa w Polsce	Biurose, 1998	Informacja
		W. Szulc	Transformacja polskiego hutnictwa do gospodarki wolnorynkowej	Prace Instytutu Metalurgii Żelaza, Gliwice 2014	Monografia naukowa
		W. Szulc, B. Garbarz, J. Paduch	Przebieg i wyniki restrukturyzacji przemysłu stalowego w Polsce	Prace Instytutu Metalurgii Żelaza, Gliwice 2011 (4)	Artykuł naukowy
		J. K. Stachowicz	Zarządzanie procesami reorientacji strategicznej w przedsiębiorstwach przemysłów tradycyjnych	PWN, Warszawa, 2001	Monografia naukowa
		K. Pałucha	Uwarunkowania rozwoju hutnictwa stali w Polsce –wybrane aspekty	TNOiK, Katowice, 2011	Wystąpienie konferencyjne
		M. Kardas, W. Szulc	Restrukturyzacja sektora stalowego w Polsce	Prace Instytutu Metalurgii Żelaza, Gliwice 2010 (1)	Artykuł naukowy
		M. Kardas, W. Szulc	Restrukturyzacja sektora stalowego w Europie Środkowo-Wschodniej	Sigma –Not, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2009 (2)	Artykuł naukowy

cd. tabeli 1

Zakres badań	Temat badań	Autor	Tytuł publikacji	Wydawnictwo/rok wydania	Forma
Badania wycinkowe	Oustourcing hutniczy	J. Foltys	Wieloaspektowy model outsourcingu na przykładzie sektora hutnictwa żelaza i stali	UŚ, Katowice, 2007	Monografia naukowa
	Zrównowazony rozwój sektora stalowego	D. Burchart-Korol	Możliwości ograniczenia emisji CO ₂ w hucie żelaza, głównie z procesu wielkopiecowego	Sigma –Not, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2011 (3)	Artykuł naukowy
	Bezpieczeństwo pracy w hutnictwie	J. Franosz, K. Nowacki, T. Lis	Restrukturyzacja a bezpieczeństwo pracy w hutnictwie stali	ATH, Bielsko-Biala, 2011	Wystąpienie konferencyjne
	Inwestycje w sketorze hutniczym	J. Furman, MŻelichowska, R. Sosnowski	Czynniki postępu technicznego jako determinanta konkurencyjności polskiego hutnictwa żelaza i stali	Sigma –Not, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2005 (6)	Artykuł naukowy
	Alianse strategiczne, fuzje kapitałowe w sektorze hutniczym	B.Gajdzik, W. Sroka	Analytic study of the capital restructuring process in metallurgical enterprises around the World and in Poland	Metalurgija, 2012 (2)	Artykuł naukowy
	Alianse strategiczne, fuzje kapitałowe w sektorze hutniczym	W. Sroka	Sieci aliansów. Poszukiwanie przewagi konkurencyjnej przez współpracę	PWE, Warszawa, 2012	Monografia naukowa
	Fiansnowanie restrukturyzacji hutnictwa	B. Ślusarczyk	Alianse strategiczne, fuzje kapitałowe w sektorze hutniczym	Sigma –Not, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2007 (9)	Artykuł naukowy
	Restrukturyzacja kadr w hutnictwie	J. Paduch, M. Kardas, I. Kłos, M. Sankowska-Śliwa	Restrukturyzacja zatrudnienia w polskim przemyśle stalowym w latach 1999-2006	Sigma –Not, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2007 (11)	Artykuł naukowy

Źródło: opracowanie własne

II.3 MODELOWANIE W INŻYNIERII PRODUKCJI

Dla firm produkcyjnych prognozowanie jest częścią systemu decyzyjnego w zarządzaniu przedsiębiorstwami, a w szczególności dla zarządzania produkcją. Prognozowanie jest zorientowane na przyszłość działalność firmy. Ułatwia menedżerom i planistom podejmowanie decyzji. Prognozowanie jest jednym z kluczowych elementów procesu decyzyjnego w produkcji, dlatego też skorzystano z opracowanej analizy bibliometrycznej dotyczącej popularności zastosowania prognozowania w inżynierii produkcji.²³

Prognozowanie w inżynierii produkcji to zbiór metod stosowanych do ustalania wielkości produkcji, popytu czy nawet sprzedaży wyrobów. Wśród stosowanych metod prognozowania produkcji są: metody klasyczne, metody sztucznej inteligencji oraz metody hybrydowe (składające się z dwóch lub więcej metod przewidywania zmian w produkcji i jej modelowania na przyszłość). W grupie pierwszej znajdują się następujące metody/techniki: technika analityczna, przewidywanie produkcji analitycznej, linearyzacja, funkcja nieliniowa, a także jakościowe modele oraz metody probabilistyczne (probabilistyczne podejście prognozowania, probabilistyczne przewidywanie), metody szeregów czasowych (analiza szeregów czasowych), metody analizy trendów, serie czasowe rozmyte, modele regresji i autoregresji (średnie Kriging, nieliniowe regresja, ARIMA, ARMA, autoregressive model, autoregression), metody symulacji (Monte Carlo symulacji, Monte Carlo analizy). W drugiej grupie są: sieci neuronowe, sieci neuronowe backpropagacji i szary model. Trzecia grupa jest najczęściej połączeniem metod klasycznych i sztucznych sieci neuronowych oraz metod ilościowych i jakościowych, np. prognozy klasyczne i ocena heurystyczna.²⁴ Ponieważ przemysł wytwórczy jest zróżnicowany, posiada liczne właściwości i specjalizuje się w różnych dziedzinach, nie ma uniwersalnej metody prognozowania, która mogłaby być wykorzystana przez wszystkie firmy produkcyjne. W rezultacie, różne metody są łączone, aby najlepiej dopasować dane produkcyjne, a tym samym doprowadzić do dokładniejszych prognoz.

Średniorocznie odnotowano 70 publikacji na temat prognozowania produkcji, w odniesieniu do konkretnego sektora przemysłu. W latach 2014 -2017 liczba artykułów pozostawała stabilna: 2014 rok – 71 publikacji; 2015 rok – 69 publikacji; 2016 rok – 66 publikacji; 2017 rok –75 publikacji. Najwięcej wśród publikacji w bazach było artykułów konferencyjnych (materiałów pokonferencyjnych) ponad 50%, na drugim miejscu były

²³ C. Winkowski, Prognozowanie w inżynierii produkcji w świetle przeglądu literatury, Materiały konferencyjne PTZP, Opole 2019, Zakopane, s. 707-724.

²⁴ C. Winkowski, Prognozowanie... op.cit.

artykuły (38%). Kolejne formy publikacji, takie jak rozdziały w książkach, książki lub recenzje nie miały znacznego udziału w publikacjach ogółem na temat prognozowania produkcji w konkretnym sektorze przemysłu lub na przykładzie jednego sektora.²⁵ Najstarsza publikacja pochodziła z 1970 roku, zatytułowana „Technological forecasting and production engineering research”. Niniejszy dokument opisywał jakościowe i ilościowe metody prognozowania technologii i prezentował wyniki prognoz przy użyciu metody Delphi.²⁶

C. Witkowski dokonał przeglądu publikacji w bazie danych Scopus. Autor ustalił, że najczęściej publikacji dotyczących prognozowania produkcji pojawia się w odniesieniu do produkcji ropy naftowej i gazu ziemnego. Kolejnym obszarem objętym publikacjami prognozowania produkcji było prognozowanie produkcji energii. Czwartym w kolejności obszarem, który wykorzystuje prognozowanie produkcji, była produkcja w rolnictwie przemysłowym. Na pozycji piątej (pod względem liczby publikacji w analizowanej bazie) był przemysł motoryzacyjny.²⁷ Kolejne pozycje zajmowały sektory: energetyczny, transportowy, rolnictwo. W czołówce wymienionych obszarów nie znalazł się sektor stalowy (przemysł hutniczy). Prognozowanie dotyczące produkcji w tym sektorze znajdowało się w publikacjach specjalistycznych, w tym były to opracowania organizacji na rzecz przemysłu stalowego. W bazie ogólnodostępnej (Google Scholar) spośród zagranicznych publikacji dostępne są między innymi publikacje: J. G. De Gooijer i A. Klein,²⁸ J. Bullen, M. Kouparitsas, M. Krolkowski,²⁹ P. Crompton, Y. Wu,³⁰ C.-W. Lin, C.L. Moodie,³¹ K.K. Prasad,³² P. Crompton,³³ M.C. Roberts.³⁴ Dominują prognozy dla rynku stalowego w Chinach, Indiach, Japonii i Stanów Zjednoczonych, a w przypadku prognoz powiązanych (produkcja stali a dostępność rud żelaza) publikacja pochodziła z Australii. Takich publikacji dostarcza również World Steel Association, Eurofer, McKinsey, KPMG International, American Iron and Steel Institute, OCED Steel Committee.

²⁵ C. Winkowski, Prognozowanie... op. cit.

²⁶ M. Merchant, Technological forecasting and production engineering research. Ann CIRP 18(1) 5-11. Google Scholar, 1970.

²⁷ C. Winkowski, Prognozowanie... op. cit.

²⁸ J. G. De Gooijer i A. Klein, Forecasting the Antwerp Maritime Steel Traffic Flow: A case study, Journal of Forecasting nr 10, 1989

²⁹ J. Bullen, M. Kouparitsas, M. Krolkowski, Long-run forecasts of Australia's terms of trade, Treasury Working Paper 01, 2014

³⁰ P. Crompton, Y. Wu, Bayesian Vector Autoregression Forecasts of Chinese Steel Consumption, Journal of Chinese Economic and Business Studies Vol.1, 2003, s.205-219

³¹ C.-W. Lin, C.L. Moodie, Hierarchical production planning for a modern steel manufacturing system, International Journal of Production Research, Vol.27, 1989, s. 613-628

³² K.K. Prasad, Silicon steel Market 2019 Global Industry Trends, Growth, Share, Size and 2023 Forecast Research Report, www.brandessencejournal.com, 2019

³³ P. Crompton, Future trends in Japanese steel consumption, Resources Policy, Vol.26, 2000, s. 103-114

³⁴ M.C. Roberts, Predicting metal consumption: The case of US steel, Resources Policy Vol.16, 1990, s. 56-73

Obiektami badań (zakres przedmiotowy) były nie tylko duże korporacje, koncerny, przedsiębiorstwa, ale także firmy średnie i małe.³⁵ W sektorze stalowym prognozowanie wielkości produkcji realizowane jest najczęściej w odniesieniu do dużych grup kapitałowych (na ich zlecenie przez placówki badawcze). Badania dotyczące produkcji realizowane są również dla kluczowych inwestorów z branż współpracujących z przemysłem stalowym (producentami stali i wyrobów hutniczych), np. prognozowanie produkcji sektora samochodowego.³⁶ Prognozy pozwalają inwestorom zmaksymalizować zyski, zmniejszyć ryzyko niewłaściwych decyzji, błędów i strat. Ze względu na znaczenie sektora stalowego dla gospodarki prognozy wielkości produkcji opracowywane są również na zlecenie resortu gospodarki w rządach poszczególnych państw (prognozowanie gospodarcze).³⁷

Sektor stalowy w Polsce był szeroko objęty zakresem badań realizowanych przez agencje rządowe i/lub wyspecjalizowane ośrodki badawcze na zlecenie instytucji rządowych lub Komisji Europejskiej (w okresie akcesji Polski do UE i restrukturyzacji przemysłu). Wiele badań było finansowanych ze środków UE (fundusze strukturalne, np. Kapitał Ludzki). Coroczne lub kwartalne a nawet miesięczne zestawienia o funkcjonowaniu sektora stalowego w Polsce i sektorów użytkowników stali są realizowane przez zrzeszenia (izby) utworzone z przedstawicieli sektora stalowego. Do takich ośrodków należy Hutnicza Izba Przemysłowo-Handlowa z siedzibą w Katowicach (HIPH). Raporty HIPH są dostępne na stronie: www.hiph.org. HIPH realizuje raporty o stanie krajowego hutnictwa od 1996 roku do chwili obecnej. W przeszłości badania takie realizował również Bipromet i Cibeh (instytucje zlokalizowane były w Katowicach). Również Główny Urząd Statystyczny regularnie publikuje raporty przemysłu oraz raporty specjalistyczne (wąskotematyczne).

Zakres przedmiotowy realizowanych opracowań o tematyce hutniczej można zestawić według różnych kryteriów, np. zakresów: przedmiotowych (co było badane), czasowych (badania krótko- średnio- i długookresowe, badania historyczne i predykcyjne), przestrzennych (badania: mikroekonomiczne, sektorowe, markoekonomiczne), podmiotowych (realizatorzy badań), kompleksowości badań (badania pełne, wycinkowe), jak i metod badań (badania bezpośrednie, badania pośrednie) i stosowanych narzędzi (techniki ilościowe i modele ekonometryczne, kwestionariusze ankiety, case study), a także użyteczności badań (badania naukowe, badania komercyjne, badania informacyjno-statystyczne).

³⁵ G. A. Abulhanova, G. R. Chumarina, E. G. Nikiforova, T.A. Sharifullina, Economic forecasting and personnel management of small and medium enterprises. *Academy of Strategic Management Journal*, 2016, 15(4) p.67-75.

³⁶ B. Lin, S. F. Wong, W.I. Ho, Study on the production forecasting based on grey neural network model in automotive industry IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2015.

³⁷ M. Cieślak (red.), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*. Warszawa PWN, 2005.

III METODY I ŹRÓDŁA

III.1 DANE ŹRÓDŁOWE UŻYTE DO OPRACOWANIA MODELI

1. Zużycie jawne wyrobów stalowych według asortymentu [tony]

Obliczone na podstawie danych:

Zużycie jawne = produkcja (źródło dane HIPH, klasyfikacja HIPH ale podobna do Prodcem) – eksport (dane MF, na podstawie kodów CN) + import (dane MF, na podstawie kodów CN)

Asortyment został podzielony w taki sposób, aby uniknąć podwójnego naliczania tj. zużycia pośredniego, np. z blach taśmowych odjęto wsad na blachy zimnowalcowane, wsad na kształtowniki gięte na zimno i rury ze szwem.

Jednostka : [tony]

A. Wyroby płaskie

1. blachy i taśmy walcowane na gorąco,
2. blachy walcowane na zimno i elektrotechniczne,
3. blachy ocynkowane,
4. blachy powlekane pozostałymi metalami,
5. blachy powlekane tworzywami sztucznymi.

B. Wyroby długie

6. walcówka,
7. pręty zbrojeniowe,
8. pręty gładkie i płaskowniki,
9. kształtowniki gorącowalcowane,
10. szyny,
11. druty,
12. pręty gięte na zimno i kształtowniki gięte na zimno otwarte.

C. 13. Rury.

Metodę ustalenia struktury asortymentowej przedstawiono w części badawczej pracy, a szczegółowy wykaz kodów według klasyfikacji CN dla przyjętego w pracy podziału wyrobów przedstawiono w załączniku 1 – rozdział X.1.

2. Rozkład zużycia wyrobów stalowych na poszczególne działy gospodarki

Źródłem danych są obliczenia własne na podstawie:

- danych prezentowanych w Gospodarce materiałowej z GUS (udział zużycia poszczególnych asortymentów ale skorygowany do ilości zużycia obliczonej z danych HIPH i MF),
- danych Eurofer Steel Products Sector Matrix (do korekty danych GUS i wyrobów nie wyszczególnionych przez GUS).

Podział sektorów, opracowany przez autorkę na potrzeby badań:

1. budownictwo
2. wyroby metalowe
3. maszyny i urządzenia
4. motoryzacja
5. pozostały transport
6. AGD
7. pozostałe

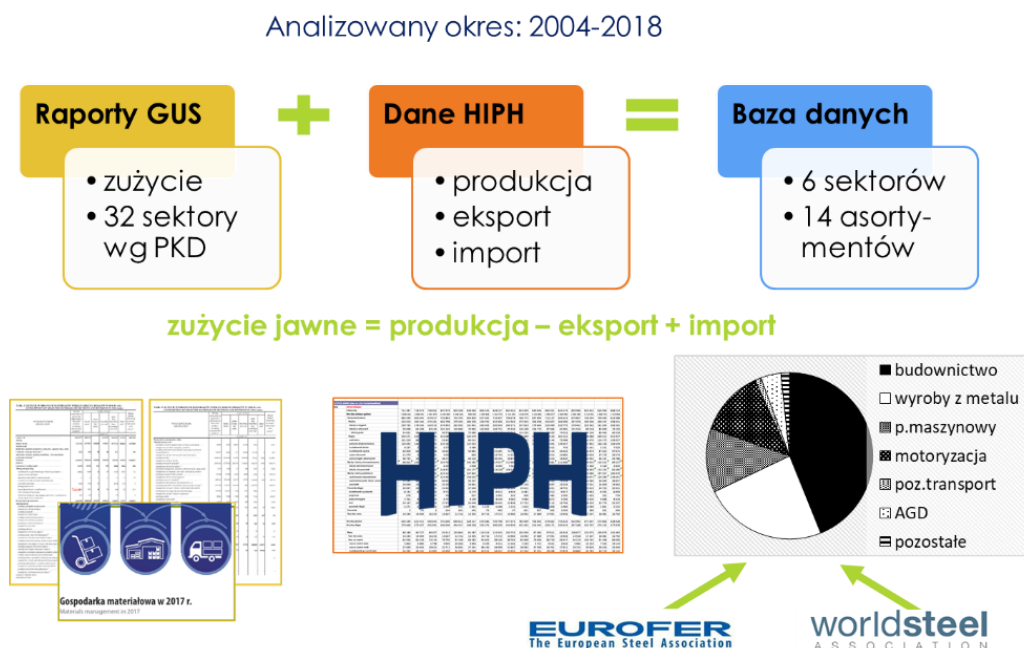
Analiza w odniesieniu do przedstawionych sektorów została obliczona w taki sposób, aby unikać podwójnego naliczania wielkości zużycia wyrobów tj. zużycie pośrednie: usunięto zużycie w produkcji metali i część produkcji wyrobów gotowych z metali. Metodologię ustalenia struktury asortymentowej przedstawiono w kolejnym rozdziale pracy.

3. Badanie struktury wielkości zużycia wyrobów stalowych w produkcji poszczególnych sektorów

Istotą pracy jest badanie struktury całkowitego i jednostkowego zużycia wyrobów stalowych w Polsce w poszczególnych segmentach rynku. Przez zużycie jednostkowe rozumie się konsumpcję wyrobów finalnych (źródło HIPH według przyjętej klasyfikacji z punktu 1) na jednostkę wartości produkcji sprzedanej danego sektora (źródło GUS według wybranej klasyfikacji z punktu 2). W celach obliczeniowych wartość produkcji sprzedanej została podana w cenach stałych według przyjętego roku obrachunkowego: 2015. Zużycie jednostkowego przedstawiono w tonach na 2 mln zł wytworzonej produkcji [tony/mln PLN].

W pracy przedstawiono również analizę zużycia rzeczywistego czyli zużycie jawne skorygowane o zmiany zapasów dla wybranych grup wyrobów stalowych i ich użytkowników. Zakres tej analizy ma charakter cząstkowy i może być podstawą do dalszego modelowania w rozbiciu na szczegółowe asortymenty wyrobów. W przypadku niektórych sektorów taka

analiza może być użyteczna ze względu na przesunięcie w czasie zużycia wyrobów, np. w produkcji stoczniowej lub budowlanej, zakup materiału wsadowego następuje znacznie wcześniej niż efekt końcowy w postaci produkcji sprzedanej. Taka sytuacja ma miejsce, gdy czas wytworzenia danego produktu lub inwestycji jest stosunkowo długi czyli powyżej roku. Uproszczoną strukturę zakresu badań przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Struktura danych źródłowych i zakresu badań

Źródło: Opracowanie własne.

III.2 PRZYJĘTA METODYKA BADAŃ STALOCHLONNOŚCI

We wcześniejszych badaniach autorka pracy opisała badanie stalochłonności gospodarki za pomocą danych opisujących strukturę wykorzystania produktów przez sektor „Metale” – PKD 24. Dane te są udostępniane przez GUS w tabelach pt. *Bilans przepływów międzygałęziowych* i są publikowane w okresach co pięć lat – w tym przypadku brano pod uwagę lata 2005, 2010 i 2015. Proces i szczegóły tej analizy opisano w artykule³⁸, a wyniki w zakresie struktury zużycia sektorowego metali przedstawiono w tabeli 2.

³⁸ M. Zagórska, Selected research problems in the field of measuring steel use intensity in polish industry, Scientific Papers of Silesian University of Technology 2020, Organization and Management Series no. 143

Tabela 1. Struktura zużycia wyrobów metalowych (stalowych i z metali nieżelaznych) w głównych sektorach konsumujących [%]

Nr PKD	Nazwa sektora	2005	2010	2015
25	Wyroby gotowe z metali	21,3	20,5	22,0
29, 45	Produkcja pojazdów samochodowych	13,0	19,2	18,5
35-37, 39, 41-43, 49-98	Produkcja budowlano-montażowa	21,6	19,7	21,2
28, 33	Maszyny i urządzenia	20,9	13,7	13,3
27	Urządzenia elektryczne	11,6	12,6	12,8
26	Urządzenia elektroniczne i komputery	1,2	4,3	3,4
30	Pozostały sprzęt transportowy	4,1	2,8	3,5
	Pozostałe	6,3	7,2	5,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

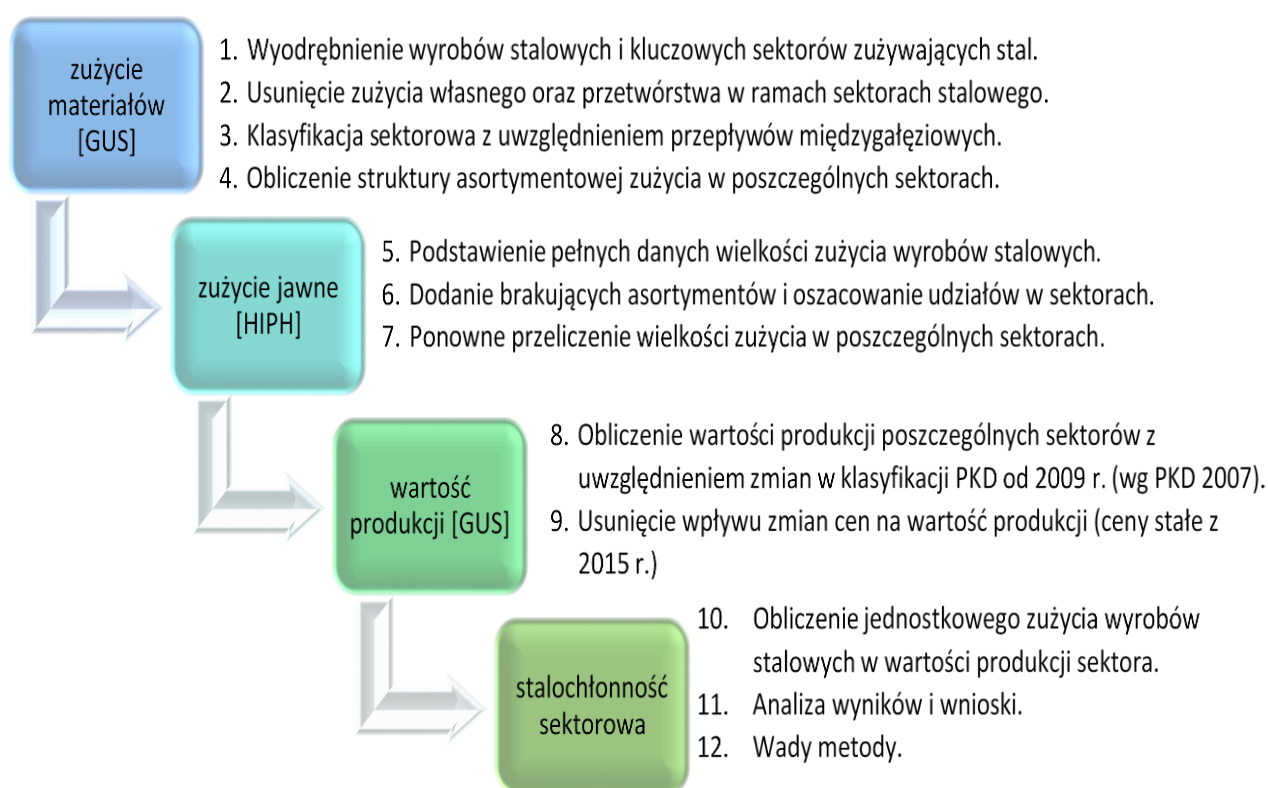
Wadami tej metody w przypadku badania stalochłonności są: brak w statystyce dostępnych danych z podziałem na produkty, konieczność analizy całej gałęzi metale (wyroby stalowe, wyroby odlewane, wyroby z metali nieżelaznych), analiza wyłącznie na podstawie danych wartościowych, niska częstotliwość publikacji danych (co 5 lat). Ponadto wszystkie dane są w układzie wartościowym, co utrudnia przełożenie ich na wielkości tonażowe, w kontekście analizy stalochłonności. Na podstawie danych eksportowych można stwierdzić, że ceny wyrobów z metali nieżelaznych są wyższe niż ceny wyrobów stalowych. Ponadto jest również znaczne zróżnicowanie cen w samym sektorze stalowym (od 67% do 497% wartości średniej dla wyrobów stalowych ogółem według danych za 2015 rok). Można zatem stwierdzić, że wyroby z droższych metali (jak aluminium czy stal nierdzewna) będą zaburzać strukturę sektorową w ujęciu ilościowym na korzyść takich branż jak: elektronika oraz elektryczny sprzęt. Dlatego w niniejszej pracy zaproponowano analizę zużycia sektorowego z podziałem na poszczególne wyroby stalowe w ujęciu ilościowym.

W niniejszej pracy zaprezentowano stopniową metodykę ustalenia stalochłonności dla badanego obszaru tematycznego pracy. Wyszczególniono cztery podstawowe etapy analizy:

1. Analiza zużycia materiałów według danych z Głównego Urzędu Statystycznego.

2. Obliczenie zużycia jawnego finalnych wyrobów stalowych (formuła 4 ze str. 53) według danych pochodzących z Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach.
3. Ustalenie wartości produkcji w poszczególnych sektorach użytkowników stali (konsumentów stali) według publikacji GUS.
4. Wyznaczenie stalochłonności sektorowej z uwzględnieniem różnic w publikowanych danych pochodzących z wymienionych wyżej źródeł informacji.

Szczegółowa metodyka została opisana w kolejnych akapitach, a schemat podstepowania metodycznego ujęto na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat obliczania stalochłonności sektorowej

Źródło: Opracowanie własne.

Baza danych dotycząca wielkości wykorzystanych w gospodarce wyrobów stalowych została opracowana na podstawie oficjalnych statystyk HIPH oraz GUS. Asortymenty wyrobów stalowych wyszczególniono zgodnie z użytym podziałem w danych źródłowych GUS.³⁹ Do analizy wybrano następujące asortymenty wyrobów: wyroby walcowane na gorąco (w tym: blachy, taśmy, walcówka, pręty, szyny), blachy i taśmy walcowane na zimno, blachy

³⁹ "Gospodarka materiałowa 2004-2017", GUS, dostęp online: www.stat.gov.pl

i taśmy ocynowane, blachy i taśmy pokrywane cynkiem, pręty i profile ciągnięte na zimno, drut oraz rury salowe. Dla wszystkich sektorów obliczono sumę zużycia dla wybranych wyrobów stalowych.

Ze zgromadzonych danych w ujęciu sektorowym odjęto zużycie własne tj. wielkość przyporządkowaną do sektora „produkcja metali – PKD 24”, gdzie sklasyfikowano firmy produkujące wyroby stalowe. Dodatkowo za zużycie własne uznano także część zużycia w sektorze „produkcja wyrobów z metali” tj. kucie, prasowanie, wylaczanie i walcowanie metal; metalurgia proszków – PKD 25.4” oraz „obróbka metali i nakładania powłok na metale; obróbka mechaniczna elementów metalowych – PKD 25.5”. W związku z brakiem dokładnych danych o zużyciu w poszczególnych działach danego sektora za wielkość zużycia działów 25.4-5 przyjęto udział produkcji sprzedanej tych działów w wartości produkcji całego sektora dla każdego roku w danym przedziale czasowym. Udział działów 25.4-5 w produkcji sprzedanej wyrobów z metali wynosił w latach 2004-2017 przeciętnie ok. 20%. Mając jednak dostępność danych o zużyciu według asortymentów, założono wyższy udział obróbki (tj. cięcie, wylaczanie czy nakładanie powłok) w przypadku wyrobów płaskich – 25% , a niższy dla wyrobów długich i rur – po 15%. Następnie dokonano klasyfikacji sektorowej, zgodnej z wytycznymi Eurofer⁴⁰ oraz z uwzględnieniem przepływów międzygałęziowych. Schemat przyjętej klasyfikacji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 2. Klasyfikacja sektorowa wykorzystania wyrobów stalowych w gospodarce przyjęta w opracowaniu

Nazwa sektora	Odpowiadające działy gospodarki według klasyfikacji NACE rev.2 (PKD 2007)	Dodatkowe działy wynikające z przepływów międzygałęziowych
Ogółem sektory	Wszystkie sekcje z wyłączeniem 24, 25.5, 25.6	
Budownictwo	41-43 Produkcja budowlano-montażowa	25.1 Produkcja metalowych elementów konstrukcyjnych (DK) 25.2 Produkcja zbiorników, cystern i pojemników metalowych (DK) 16.23 Produkcja pozostałych wyrobów stolarskich i ciesielskich dla budownictwa 22.23 Produkcja wyrobów dla budownictwa z tworzyw sztucznych 23.6 Produkcja wyrobów z betonu, cementu i gipsu 35 Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną 36 Dostawa wody 49 Transport lądowy oraz rurociągowy

⁴⁰ „Economic and steel market outlook 2019-2020” Eurofer, dostęp online: www.eurofer.org, s.24

cd. tabeli 3

Nazwa sektora	Odpowiadające działy gospodarki według klasyfikacji NACE rev.2 (PKD 2007)	Dodatkowe działy wynikające z przepływów międzygałęziowych
Wyroby gotowe z metali	25 Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem 25.1,25.2,25.3,25.5,25.6	
Maszyny i urządzenia	28 Produkcja maszyn i urządzeń	27.1 Produkcja elektrycznych silników, prądnic, transformatorów, aparatury rozdzielczej i sterowniczej energii elektrycznej 25.3 Produkcja wytwornic pary, z wyłączeniem kotłów do centralnego ogrzewania gorącą wodą 33.12 Naprawa i konserwacja maszyn
Motoryzacja	29 Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep	22.11 Produkcja opon i dętek z gumy
Pozostały sprzęt transportowy	30 Produkcja pozostałego sprzętu transportowego	33.15-17 Naprawa i konserwacja pozostałego sprzętu transportowego
AGD	27.51 Produkcja elektrycznego sprzętu gospodarstwa domowego	

DK – dostawy krajowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Budownictwo jest odbiorcą końcowym dla wielu innych branż, dlatego zagregowany sektor zawiera ok. 2,5-krotnie więcej zużycia wyrobów stalowych niż wynika to z bezpośrednich danych. Największą część stanowią tu dostawy od producentów konstrukcji stalowych oraz zbiorników metalowych (tj. grzejniki i kotły centralnego ogrzewania). Do oszacowania wielkości zużytych wyrobów stalowych przyjęto za wskaźnik udział produkcji sprzedanej na kraj działów PKD 25.1-2 (minus wartość eksportu) w ogólnej produkcji sektora „wyroby gotowe z metali – PKD 25”. W latach 2004-2017 wynosił on przeciętnie 25%. Wyjątek w tych działach stanowiły blachy ocynowane, które są przeznaczone głównie do produkcji opakowań w sektorze wyroby gotowe z metali, więc nie zostały włączone do branży budowlanej. Za zużycie sektora budownictwa uznano natomiast w całości wykorzystanie wyrobów stalowych w sektorze energetyki i dostaw wody – PKD 35-36, gdzie wyroby te służą przede wszystkim do budowy i modernizacji instalacji. Podobnie zaklasyfikowano sektor transportu – PKD 49, w którym ponad 90% stanowi zużycie szyn (budowa torów kolejowych) oraz rur (budowa rurociągów). Za dostawcę do sektora budowlanego uznano również produkcję wyrobów z drewna, wyrobów z tworzyw sztucznych i wyrobów z betonu, oraz przyjęto wskaźnik 50% zużycia wyrobów stalowych z przeznaczeniem dla budownictwa. Wyjątek w tych działach stanowiły cztery asortymenty wyrobów tj. pręty (walcowane na gorąco oraz gięte na zimno), które w przypadku produkcji wyrobów z betonu zakwalifikowano w całości do branży budowlanej oraz walcówka i druty, które w produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych są wykorzystywane głównie w dziale produkcja opon – PKD 22.11 i zostały

zakwalifikowane do sektora motoryzacyjnego. Ponadto zgodnie z klasyfikacją Eurofer sektor maszyn i urządzeń uzupełniono o działy: produkcja elektrycznych silników – PKD 27.1 (przyjęto 15% sektora produkcja urządzeń elektrycznych – PKD 27) i produkcja wytwornic pary – PKD 25.3 (przyjęto 3% sektora produkcja wyrobów gotowych z metali – PKD 27). Do sektorów zużywających stal zaliczono również dział naprawa, konserwacja i instalowanie maszyn i urządzeń – PKD 33, analizując jego strukturę założono, że największy udział w kontekście wykorzystania wyrobów stalowych mają w nim naprawy produktów o długim cyklu życia tj. naprawa maszyn i urządzeń – PKD 33.12 oraz naprawa sprzętu transportowego (w tym statków i taboru kolejowego) – PKD 33.15-17. Dlatego zużycie wyrobów stalowych z działu „naprawy” rozdzielono do tych dwóch sektorów przyjmując udział po 50%.

Po dokonaniu klasyfikacji sektorowej otrzymano dane o strukturze zużycia poszczególnych asortymentów wyrobów stalowych w każdym z sześciu sektorów. Zużycie wyrobów stalowych ogółem mierzone tą metodą jest jednak nie pełne tzn. wielkości deklarowane przez użytkowników stali okazały się niższe niż badanie na poziomie całej gospodarki poprzez zastosowanie formuły: produkcja - eksport + import. W analizowanym okresie (2004-2018) otrzymane dane z gospodarki materiałowej, a pochodzące z Głównego Urzędu Statystycznego pokrywały w ok. 60% dane o krajowym zużyciu jawnym, a pochodzące z Hutniczej Izby Przemysłowo-Handlowej w Katowicach, co mogło wynikać z m.in.: niepełnej zbiorowości przedsiębiorstw raportujących dane, braku części działów gospodarki (np. usług), dokonywania przez firmy zakupów materiałów, przy wykorzystaniu ich przez zewnętrzne usługi, zwłaszcza budowlane oraz wykorzystywaniu w produkcji przetworzonych wyrobów. Do uzyskanej struktury sektorowej podstawiono więc dane o krajowym zużyciu jawnym poszczególnych asortymentów wyrobów stalowych.

Dane dla poszczególnych asortymentów obliczono zgodnie z formułą 4 ze str. 53 dla zużycia jawnego. Ponieważ asortyment wyrobów hutniczych (stalowych) zawiera kolejne stadia ich przetworzenia, niezbędne jest uniknięcie podwójnego liczenia produkcji tak, aby suma wielkości zużycia jawnego poszczególnych asortymentów odpowiadała wielkości końcowego zużycia wyrobów w gospodarce. Zgodnie z procesem produkcyjnym w krajowych zakładach hutniczych blachy stalowe podlegają kolejnym etapom przetwórstwa tj.: walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno, powlekanie cynkiem, powlekanie tworzywami sztucznymi. Blachy są również materiałem wsadowym do produkcji rur, które w niniejszej pracy zostały zakwalifikowane do wyrobów stalowych (podobnie jak w GUS oraz Worldsteel), inaczej niż w Eurofer, gdzie produkcja rur jest sektorem konsumującym stal. Biorąc pod uwagę końcowe zużycie produktów hutniczych w gospodarce wsad na rury ze szwem oraz profile gięte na zimno

zamknięte został odliczony ze zużycia końcowego blach. W przypadku wyrobów długich skorygowano zużycie walcówki, która stanowi wsad do produkcji drutu. Z powodu braku statystyk dotyczących produkcji prętów giętych na zimno nie korygowano wielkości zużycia prętów walcowanych na gorąco. Schemat obliczeń wielkości końcowego zużycia poszczególnych wyrobów stalowych przedstawiono na rysunku 6.

W zaproponowanym schemacie dodano brakujące produkty tj. blachy powlekane organicznie, gdzie założono w całym okresie 75% udział budownictwa i 10% udział AGD oraz pręty żebrowane (wyodrębnione z grupy pręty walcowane na gorąco), gdzie założono 100% udział budownictwa. Dzięki zastosowaniu danych o zużyciu jawnym uzyskano kompletne wyniki o sektorowym wykorzystaniu wyrobów stalowych w Polsce dla:

- okresu piętnastu lat od 2004 do 2018 r.
- sześciu głównych sektorów – rynków użytkowników stali (rozdział III.3 str. 34)
- trzynastu grup asortymentów wyrobów stalowych (rozdział II.2 str. 18)

Wyniki, które posłużyły do dalszych badań jako baza danych, przedstawiono w załączniku nr 2 (rozdział XI.2).

Blachy i taśmy walcowane na gorąco	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾	-	Produkcja blach z/w ¹⁾	-	89% · wsad na rury=(produkcja rur ze szwem i profili z/g zamknięte)/0,95 ¹⁾
Blachy i taśmy walcowane na zimno	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾	-	Produkcja blach ocynkowanych ¹⁾	-	8% · wsad na rury=(produkcja rur ze szwem i profili z/g zamknięte)/0,95 ¹⁾
Blachy i taśmy ocynkowane	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾	-	Produkcja blach powlekanych organ. ¹⁾	-	3% · wsad na rury=(produkcja rur ze szwem i profili z/g zamknięte)/0,95 ¹⁾
Blachy i taśmy powlekane organicznie	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Blachy i taśmy powlekane pozostałe	=	[brak produkcji]	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Walcówka	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾	-	Produkcja drutu ²⁾		
Pręty zbrojeniowe	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾			+	Szara strefa (lata 2010-2013) ⁴⁾
Kształtowniki walcowane na gorąco	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Szyny	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Pręty gładkie i płaskowniki	=	Produkcja ¹⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Pręty i kształtowniki gięte na zimno	=	[brak danych o produkcji prętów]	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Drut	=	Produkcja ²⁾	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾				
Rury i profile gięte na zimno zamknięte	=	Produkcja ^{1,2)}	-	Eksport ³⁾	+	Import ³⁾			+	Doszacowanie mniejszej bazy HIPH od 2016 r. ²⁾

Rys. 6. Schemat obliczeń końcowego zużycia poszczególnych wyrobów stalowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych: 1) HIPH, 2) GUS, 3) MF(CAAC), 4) Eurostat

III.3 METODYKA BADAŃ STATYSTYCZNYCH I PROGNOZ

Model jest formą analizy o charakterze ilościowej (modele ekonometryczne, modele ekonomiczne) lub jakościowej (modele opisowe stosowane w zarządzaniu, np. modele biznesu) do zbadania zależności zachodzących między badanymi zjawiskami ekonomicznymi. W niniejszej pracy zastosowano modele ekonometryczne, które posłużyły do ustalenia związków o charakterze ilościowym w sektorze stalowym w latach 2004-2018.

Według Z. Pawłowskiego „model ekonometryczny to konstrukcja formalna, która za pomocą pewnego równania lub układu równań przedstawia zasadnicze powiązania występujące pomiędzy rozpatrywanymi zjawiskami ekonomicznymi”⁴¹. Model ekonometryczny jest podstawowym narzędziem analizy ekonometrycznej. Model ekonometryczny to równanie lub układ równań, które przedstawia powiązania ilościowe między rozpatrywanymi zjawiskami ekonomicznymi⁴².

Zaobserwowane wartości zmiennej objaśnianej nie są dokładnie równe wartościom, które zostały wyznaczone z modelu, lecz oscylują wokół nich. Odchylenia rzeczywistych wartości zmiennej objaśnianej od jej wartości wyznaczonych z modelu odzwierciedlone są przez składniki losowe. Ogólną postać modelu ekonometrycznego, który opisuje mechanizm kształtowania się G zmiennych endogenicznych, przedstawia równanie:

$$Y = F + \xi \quad (1)$$

gdzie:

Y – wektor $G \times 1$ zmiennych objaśnianych (endogenicznych),

ξ – wektor $G \times 1$ składników losowych,

F – wektor składników zmiennych objaśniających Y (egzogenicznych).

Przyjmując, że modele ukazują związki w badanych zjawiskach, to w niniejszej pracy zostały ustalone związki pomiędzy wielkością zużycia wyrobów stalowych (Y) a zmiennymi opisującymi działalność produkcyjną u użytkowników stali (F). W analizie wpływu na wielkość produkcji stali przez jej konsumpcję uwzględniono zjawiska i czynniki o charakterze ekonomicznym i pozaekonomicznym (przedstawione wcześniej na rysunku 1).

Teorie ekonometryczne i ekonomiczne dostarczają licznych informacji na temat specyfikacji modeli ekonometrycznych. Modele składają się ze zmiennych objaśniających i objaśnianych (w modelach jednorodnościowych) lub zmienne endogeniczne i egzogeniczne

⁴¹ Z. Pawłowski, *Ekonometria*, PWN, Warszawa 1966, s. 35

⁴² B. Borkowski, H. Dudek, W. Szczęsny, *Ekonometria, wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 15-17; A. S. Barczak, J. Biolik: *Podstawy ekonometrii*, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2011.

(w modelach wielorównaniowych). Każdy model ma określoną strukturę. Struktura modelu określa jego typ. W literaturze przedmiotu podane są przykłady różnych klasyfikacji modeli⁴³: modele liniowe, modele nieliniowe (kryterium postaci analitycznej modelu), modele jednofunkcyjne (jednorównaniowe) i wielofunkcyjne (wielorównaniowe) (kryterium funkcji modelu), modele proste, modele rekurencyjne i modele o równaniach łącznie współzależnych (sposób powiązania ze sobą zmiennych endogenicznych opóźnionych w czasie), modele dynamiczne i statystyczne (kryterium czynnika czasu), modele z jedną i wieloma zmiennymi (kryterium liczby zmiennych), modele przyczynowo-skutkowe i symptomatyczne (kryterium charakteru związku między zmiennymi), modele stochastyczne i deterministyczne (kryterium wiedzy o czynniku losowym), modele makro- mikroekonomiczne (kryterium zakresu badań- przestrzeni badań), modele historyczne i prognostyczne (kryterium zakresu analizy czasowej danych statystycznych), modele decyzyjne, modele gospodarcze oraz inne (kryterium wykorzystania modelu).

Dla potrzeb niniejszej pracy zastosowano następujące modele: liniowe i nieliniowe, jednorównaniowe i wielorównaniowe, statystyczne i dynamiczne. Zakres analizy ma charakter historyczny (retrospekcyjny) – analiza danych – szeregu czasowego – dotyczących sektora stalowego w Polsce i rynku użytkowników stali w latach 2004-2018 oraz predykcyjny (prognostyczny) – prognozy wielkości wykorzystania stali – opracowane na podstawie uzyskanych modeli – na najbliższe lata.

Do opisu modelu przyjęto następujące oznaczenia:

- zmienne objaśniane oznaczono przez Y_t
- zmienne objaśniające oznaczono przez X_{it}

Procedura opracowania modeli przebiegała zgodnie z metodyką zaproponowaną przez W. Szkutnik i B. Balcerowicz-Szkutnik⁴⁴:

1. Specyfikacja modelu, czyli określenie zmiennych modelu.
2. Kompletowanie danych statystycznych.
3. Estymacja parametrów modelu na podstawie zgromadzonych danych statystycznych.
4. Weryfikacja modelu pod względem formalnym i merytorycznym.
5. Praktyczne wykorzystanie modeli:
 - dokonanie analizy modeli- analiza relacji uzyskanych na podstawie modeli,

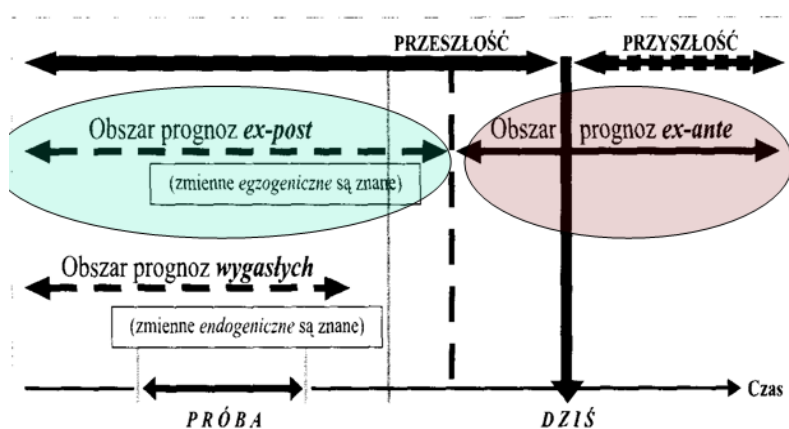
⁴³ J. Dziechciarz (red.), *Ekonometria. Metody, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 2003, s. 185-189.

⁴⁴ W. Szkutnik, B. Balcerowicz-Szkutnik, *Wstęp do metod ekonometrycznych. Metody i zadania*, Wyższa Szkoła Zarządzania im. Gen. Jerzego Ziętka, Katowice, 2006, s. 12.

- wnioskowanie w przyszłość- prognozowanie ekonometryczne,
- podjęcie odpowiednich decyzji ekonomicznych na podstawie uzyskanych modeli.

Prognozy (prognoza to przewidywanie zmian w badanym zjawisku w przyszłości na podstawie danych historycznych) na podstawie uzyskanych modeli ma charakter sformalizowany (nie jest subiektywna).⁴⁵ Prognoza to „zapowiedź, przewidywany skutek czegoś, wysuwany na podstawie specjalistycznych badań w danej dziedzinie”.⁴⁶ Prognoza to wyniki (rezultat) procesu predykcji (wnioskowania na przyszłość).⁴⁷ W definicji pojęcia „prognoza” występują dwa czynniki: pierwszy to wskazanie co ma być przewidywane (prognozowane), drugi – jakie wykorzystać metody, by tego dokonać.

Strukturę procesu prognostycznego oparto na schemacie przedstawionym na rysunku 7.



Rys. 6. Schemat postępowania prognostycznego

Źródło: J. Gajda, Prognozowanie i symulacje a decyzje gospodarcze, Wydawnictwo C.H. Beck 2001, s. 145.

W procesie budowania prognoz przyjęto następujące oznaczenia:

Y – zmienna prognozowana,

t, T – czas,

n – liczba elementów szeregu czasowego (długość szeregu czasowego),

y_t – wartość szeregu czasowego (wartość zmiennej prognozowanej dla chwili lub okresu t),

Y_t^* – wartość prognozy.

⁴⁵ A. Welfe, Ekonometria, PWE, Warszawa 2003, s. 217.

⁴⁶ Słownik współczesnego języka polskiego, Wydawnictwo WILGA, Warszawa 1996.

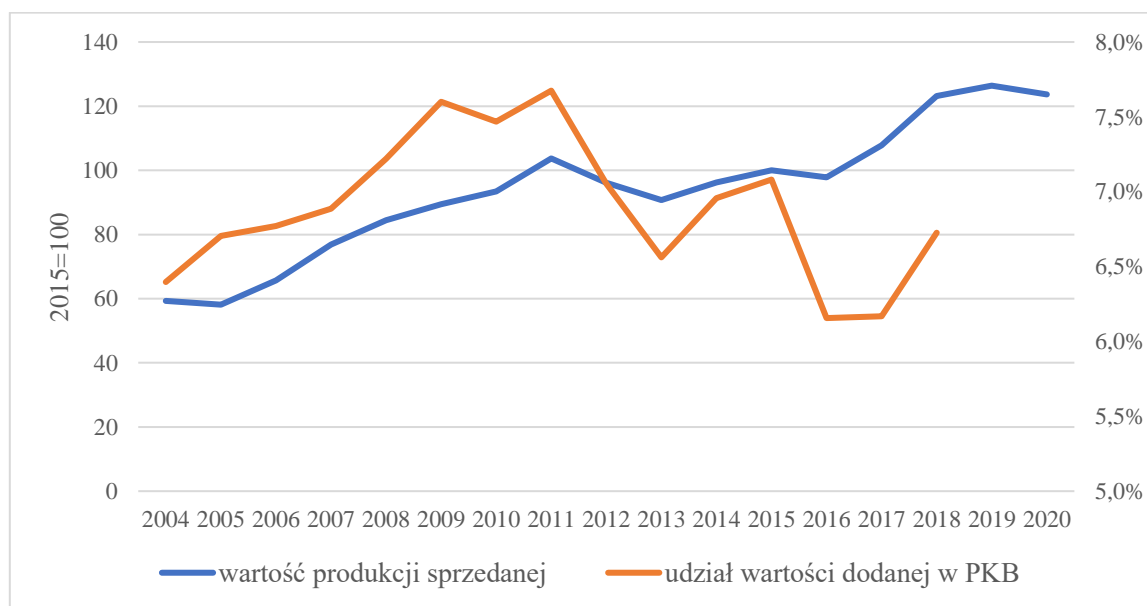
⁴⁷ Z. Pawłowski, Ekonometria..., op. cit., s. 121.

IV BADANIE STALOCHLONNOŚCI GOSPODARKI

IV.1 CHARAKTERYSTYKA GŁÓWNYCH SEKTORÓW KONSUMUJĄCYCH STAL

III.3.1. Budownictwo

Budownictwo według PKD z 2007 roku obejmuje trzy działy: 41 – Roboty budowlane związane ze wznoszeniem budynków, 42 – Roboty związane z budową obiektów inżynierii lądowej i wodnej oraz 43 – Roboty budowlane specjalistyczne. Wartość produkcji budowlano-montażowej powiększyła się w badanym okresie o 211% względem początkowego roku analizy, tj. badanym okresie 15 lat. Przeciętny udział w tworzeniu PKB kształtował się na poziomie około 7%, przy czym najwyższy był w 2011 roku (7,6%), a najniższy w 2016 roku i wynosił 6,2%.⁴⁸ Sama wartość dodana nie jest jedynym wyznacznikiem roli sektora w gospodarce. Dzięki powiązaniom międzysektorowym w łańcuchu dostaw branża budowlana ma najwyższą wartość zużycia pośredniego produktów wytworzonych w innych sektorach. Daje to również budownictwu najwyższą wartość produkcji globalnej (wartość dodana + zużycie pośrednie).⁴⁹ Na rysunku 8 przedstawiono wartość produkcji sprzedanej w sektorze budownictwo oraz udział tego sektora w PKB według wartości dodanej.



Rys. 7. Podstawowe dane dla sektora produkcja budowlano-montażowa w latach 2004-2018 w Polsce

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

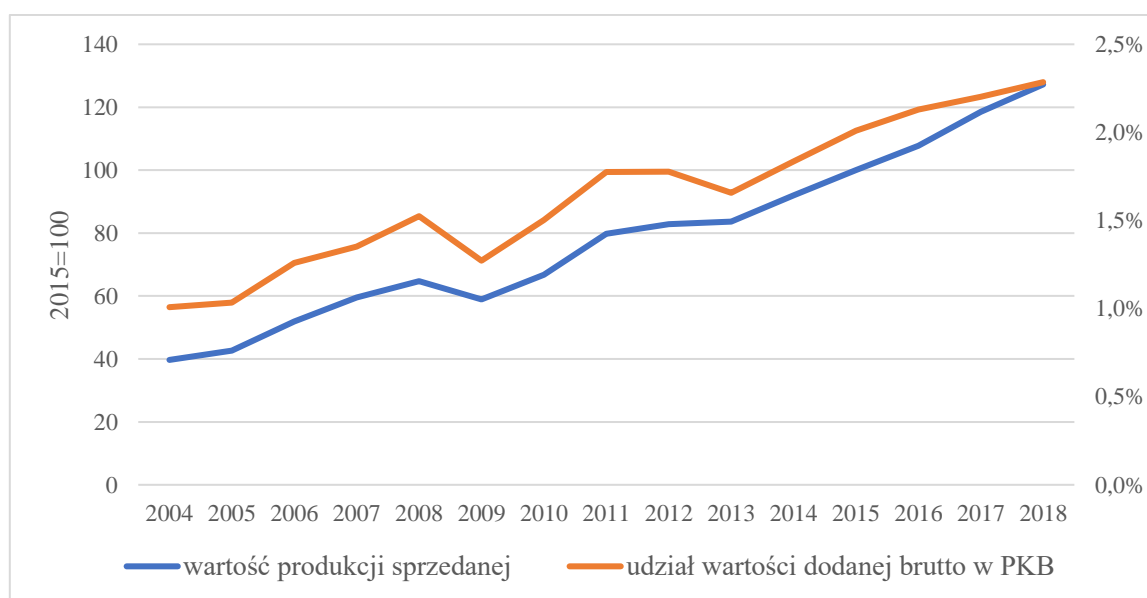
⁴⁸ Roczne wskaźniki gospodarcze GUS

⁴⁹ Według danych GUS „Przeptywy międzygałęziowe w 2015 roku”

W głównych segmentach tego sektora, w badanym okresie, najszybszy wzrost odnotowano w dziale: budownictwo obiektów inżynierskich, którego udział w produkcji ogółem zwiększył się z 17% w 2005 roku do 24% w 2018 roku, jednak jest to również dział który charakteryzuje największą zmienność dynamiki rocznej. Udział robót budowlanych związanych z wznoszeniem budynków charakteryzuje wyraźna tendencja spadkowa z 42 % w 2005 roku do 30% w 2018 roku. Wśród obiektów budowlanych o dużej stalochłonności są m.in.: budynki mieszkalne wielorodzinne, budynki biurowe, budynki przemysłowo-magazynowe, obiekty sportowe, drogi kolejowe, mosty, wiadukty i estakady, budowle wodne oraz rurociągi i linie telekomunikacyjne i elektroenergetyczne. Budownictwo specjalistyczne to działalność związana z przygotowaniem terenu pod budowę, wykonaniem instalacji oraz robotami wykończeniowymi.⁵⁰

III.3.2. Wyroby gotowe z metali

Wyroby gotowe z metali to sektor gospodarki według PKD 2007 znajdujący się w dziale 25 – Produkcja metalowych wyrobów gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń. Wartość produkcji sprzedanej w ciągu badanych 15 lat potroiła się, a tempo średniorocznego wzrostu (przeciętnie +8,8%) było szybsze niż w przypadku przemysłu ogółem oraz innych sektorów stalochłonnych dzięki czemu udział w produkcji przemysłowej tego sektora wzrósł z 6% w 2004 roku do 8% w 2018 roku. Na rysunku 9 przedstawiono produkcję sprzedaną i udział w PKB dla sektora wyroby gotowe z metali.



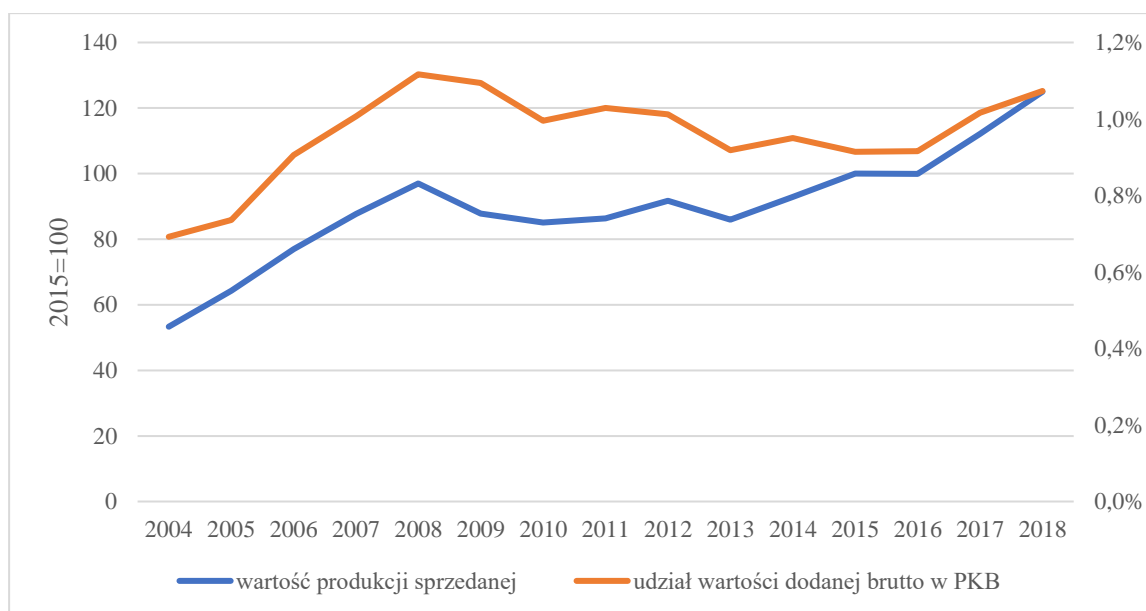
Rys. 8. Podstawowe dane dla sektora wyroby gotowe z metali w latach 2004-2018 w Polsce
Źródło: GUS

⁵⁰ Polska Klasyfikacja Obiektów Budowlanych, GUS, Warszawa 2007 rok.

Najwyższą dynamikę wzrostu zaobserwowano w 2006 roku (ponad 20%), a jedyny spadek nastąpił w 2009 roku. Ostatnie 5 lat charakteryzował przyrost zbliżony do średniej w całym okresie. Przeciętny udział produkcji przemysłu wyrobów z metali w tworzeniu PKB wynosił w badanym okresie ok. 2%. Udział w zużyciu pośrednim w całej gospodarce był jeszcze wyższy i wyniósł ok. 3%, a najważniejszym dostawcą surowców i materiałów jest dział 24 - Produkcja metali (w tym produkcja wyrobów stalowych). Produkcja wyrobów gotowych z metali jest podzielona na 8 grup. Do części przetwórczej należą: kucie, prasowanie i walcowanie metali oraz obróbka metali i nakładanie powłok na metale. Największą stalochłonnością charakteryzują się grupy związane z produkcją dużych wyrobów tj.: produkcja metalowych elementów konstrukcyjnych i produkcja zbiorników, cystern i pojemników metalowych. Istotnym odbiorcą stali w tym sektorze są także firmy produkujące w Polsce mniejsze i lżejsze wyroby metalowe, ale o znacznej ilości, należące do grupy pozostałych wyrobów m.in.: opakowania z metali, wyroby z drutu, łańcuchów i sprężyn. Wskaźnik udziału wartości sprzedaży eksportowej w produkcji sprzedanej ogółem wyniósł 47% w 2018 roku, co daje wynik o 8 pkt proc. wyższy niż wynosi średnia w przemyśle.

III.3.3. Maszyny i urządzenia

Maszyny i urządzenia to sektor gospodarki według PKD 2007 znajdujący się w dziale 28 – Produkcja maszyn i urządzeń, gdzie indziej nieklasyfikowana. Wartość produkcji sprzedanej w badanym okresie wzrosła o w sumie 130%, co daje średni roczny przyrost na poziomie ok. 6,3%. Jednak najdynamiczniejszy wzrost odnotowano w latach 2004-2008, kolejne 5 lat charakteryzowały się niższymi wielkościami produkcji od poziomu osiągniętego w 2008 roku. Dopiero w ostatnich dwóch latach wystąpił znaczny przyrost wartości produkcji, jednak dłuższy okres stagnacji przeciętnej produkcji spowodował utratę znaczenia sektora w przemyśle z początkowo 4,6% do 3,5%. Udział wartości dodanej brutto produkcji maszyn i urządzeń w PKB jest również niższy niż w początkowym okresie i wynosi ok. 0,9%. Na rysunku 10 przedstawiono produkcję sprzedaną i udział w PKB dla sektora maszyn i urządzeń.



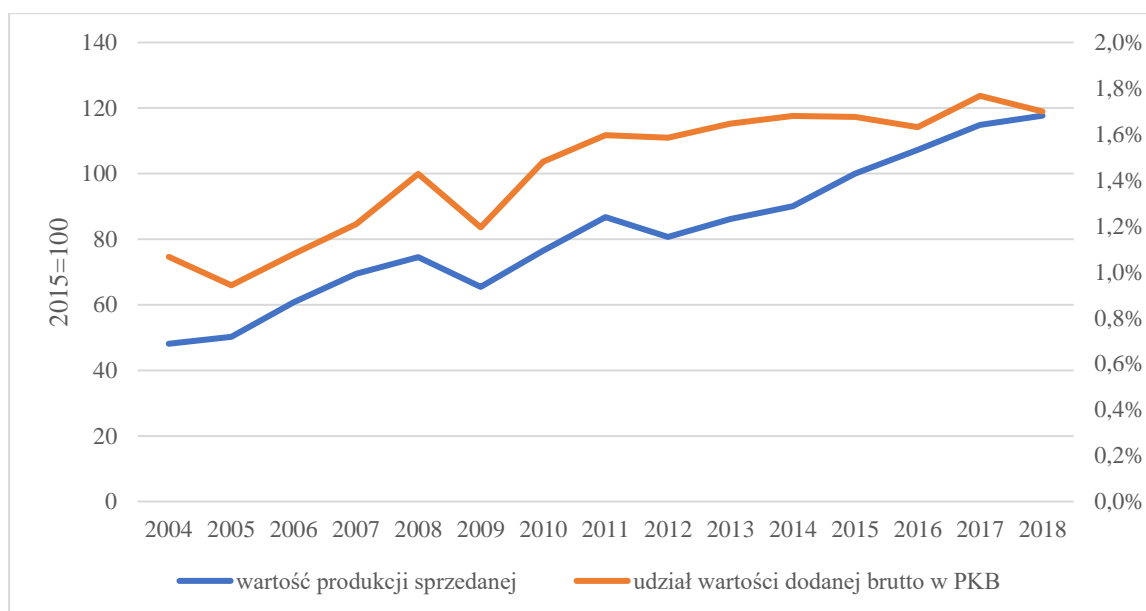
Rys. 9. Podstawowe dane dla sektora produkcja maszyn i urządzeń w latach 2004-2018 w Polsce

Źródło: GUS

Największym dostawcą do tego sektora jest dział 25 - produkcja wyrobów z metali (19%). W dziale produkcja maszyn i urządzeń największymi odbiorcami wyrobów stalowych są producenci maszyn ogólnego przeznaczenia m.in.: łożysk, kół i pozostałych elementów napędowych, urządzeń dźwigowych oraz silników, pomp i sprężarek. Wśród maszyn specjalnego przeznaczenia można natomiast wymienić duży segment produkcji maszyn rolniczych oraz maszyn górniczych. Wskaźnik udziału wartości sprzedaży eksportowej w produkcji sprzedanej ogółem tego sektora wyniósł 57% w 2018 roku, co oznacza że jest to branża o dużej zależności od koniunktury zagranicznej.

III.3.4. Motoryzacja

Motoryzacja to sektor gospodarki według PKD 2007 znajdujący się w dziale 29 – Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep, z wyłączeniem motocykli. Wartość produkcji sprzedanej w badanym okresie wzrosła o w sumie 140%, co daje średni roczny przyrost na poziomie ok. 6,6%. Dwa okresy silnego wzrostu tj. w latach 2006-08 i 2010-11 zakończyły się znaczącymi spadkami. Od 2013 roku wzrosty sektora motoryzacji były już bardziej zrównoważone i bez okresów spadkowych. Na rysunku 11 przedstawiono produkcję sprzedaną i udział w PKB dla sektora motoryzacyjnego.

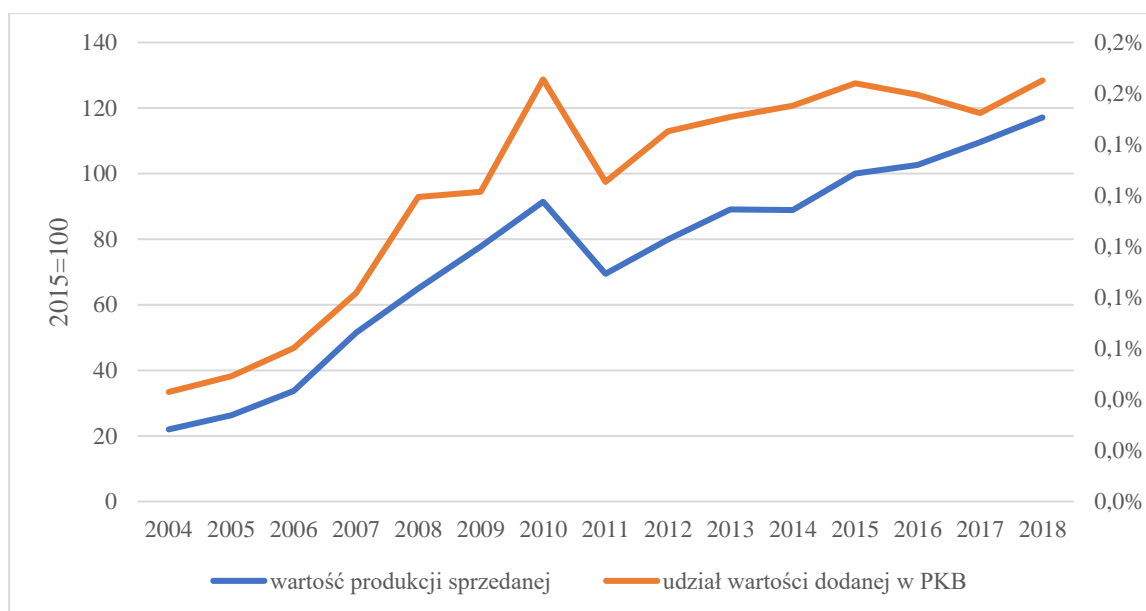


Rys. 10. Podstawowe dane dla sektora motoryzacyjnego w latach 2004-2018 w Polsce
Źródło: GUS

Udział wartości dodanej brutto sektora motoryzacyjnego w PKB był najwyższy w 2017 roku i wyniósł ok. 1,8%. Największym dostawcą do tego sektora, poza ogromnym zużyciem własnym, jest produkcja wyrobów z metali (14%). W krajowym sektorze motoryzacyjnym produkcja jest zróżnicowana tj. obecnie dominującym segmentem jest produkcja części i akcesoriów samochodowych (60%), segment produkcji pojazdów w ciągu badanego okresu zmniejszył się z 62% do 37%. Wskaźnik udziału wartości sprzedaży eksportowej w produkcji sprzedanej ogółem tego sektora wyniósł 78% w 2018 roku i jest to branża o najwyższej zależności od koniunktury zagranicznej.

III.3.5. AGD

Produkcja elektrycznych urządzeń gospodarstwa domowego to segment gospodarki według PKD 2007 znajdujący się w grupie 27.5 – Produkcja sprzętu gospodarstwa domowego, która należy do działu 27 - Produkcja urządzeń elektrycznych. Wartość produkcji sprzedanej w badanym okresie wzrosła ponad czterokrotnie co daje średni roczny przyrost na poziomie ok. 12,7%. Okres silnego i długiego wzrostu nastąpił w latach 2004-10. Główny okres spadkowy to rok 2011. Od 2012 rok. tendencja sektora AGD była wzrostowa ale o łagodniejszym nachyleniu. Na rysunku 12 przedstawiono produkcję sprzedaną i udział w PKB dla sektora AGD.



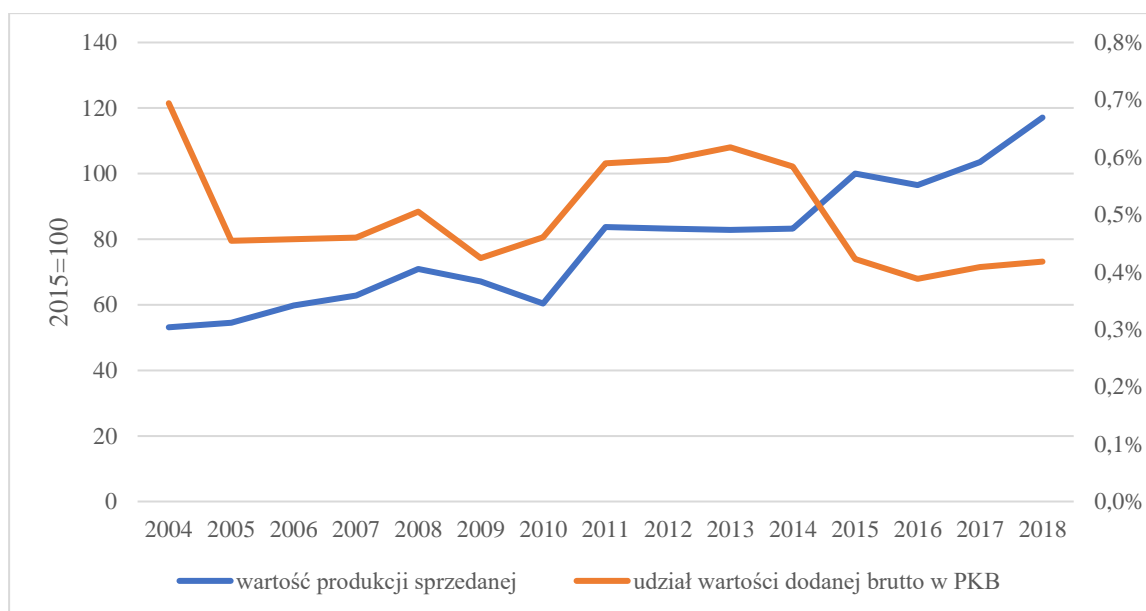
Rys. 11. Podstawowe dane dla sektora produkcja sprzętu gospodarstwa domowego w latach 2004-2018 w Polsce

Źródło: GUS

Udział wartości dodanej brutto sektora AGD w PKB był najwyższy w 2010 roku i wyniósł ok. 0,17%, ale mimo spadku w 2011 roku powrócił do tego maksymalnego poziomu w ostatnim roku. Produkcja dużego sprzętu AGD w Polsce przekracza 20 mln sztuk rocznie, co jest najwyższym wynikiem w Europie. Ok. 85% dużego sprzętu trafia na eksport. Do analiz stalochłonności wskaźnik ilości produkcji jest bardziej precyzyjny, bo łatwiej powiązać ilość zużytej stali. Natomiast wzrost wartości dodanej następuję często w wyniku bardziej zaawansowanych technologicznie sprzętów. Dlatego pod względem wartości sprzedaży krajowe przedsiębiorstwa AGD są dopiero na czwartym miejscu w UE.

III.3.6. Pozostały sprzęt transportowy

Pozostały sprzęt transportowy to sektor gospodarki według PKD 2007 znajdujący się w dziale 30 – Produkcja pozostałego sprzętu transportowego. Wartość produkcji sprzedanej w badanym okresie wzrosła o w sumie 120%, co daje średni roczny przyrost na poziomie ok. 5,8%. Sektor ten charakteryzują aż trzy okresy spadkowe: 2009-10, 2012-13 i 2016 r. Ostatnie dwa lata w omawianym okresie przyczyniły się do stosunkowo najwyższego przyrostu dzięki wysokiej bazie i dobrej dynamice. Na rysunku 13 przedstawiono produkcję sprzedaną i udział w PKB dla sektora pozostały sprzęt transportowy.



Rys. 12. Podstawowe dane dla sektora produkcja pozostałego sprzętu transportowego w latach 2004-2018 w Polsce

Źródło: GUS

Udział wartości dodanej brutto sektora pozostałego sprzętu transportowego w PKB był najwyższy w 2004 roku i wynosił 0,7%. Niestety tendencja jest spadkowa, chociaż było odbicie w latach 2011-2014. Dla producentów wyrobów stalowych największe znaczenia ma natomiast struktura produkcji. Na początku badanego okresu dominował stalochłonny segment: przemysł stoczniowy i produkcja taboru kolejowego (razem 80%). W 2018 roku największy udział w produkcji ma mniej istotny dla stali segment przemysłu lotniczego. Mniejszościowy udział ma segment produkcji sprzętu wojskowego (ok. 3%). Wskaźnik udziału wartości sprzedaży eksportowej w produkcji sprzedanej ogółem sektora pozostałego sprzętu transportowego był znaczący i wyniósł 71,5% w 2018 roku.

IV.2 ZNACZENIE SEKTORA STALOWEGO W GOSPODARCE

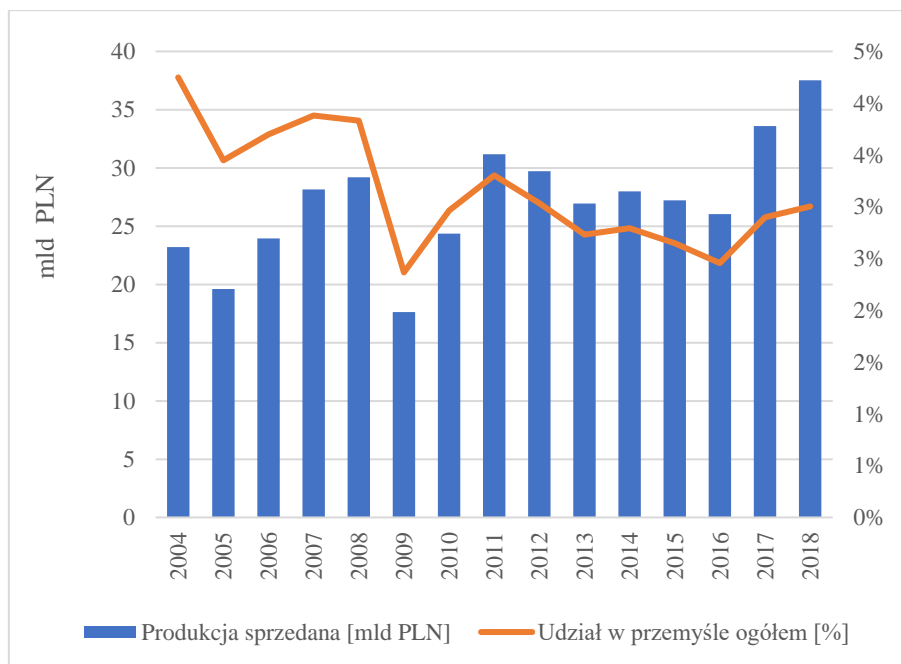
Przemysł stalowy to działalność wytwórcza w zakresie produkcji stali surowej, wyrobów stalowych walcowanych na gorąco, wyrobów stalowych walcowanych na zimno oraz wyrobów stalowych powlekanych, a także w zakresie produkcji rur i kształtowników giętych na zimno. Przemysł stalowy sklasyfikowany jest według Polskiej Klasyfikacji Działalności (PKD 2007) w dziale 24 – Produkcja metali pod kodami 24.1-24.3 (odpowiednik europejskiego NACE rev.2: 24.1-24.3). Znaczenie przemysłu stalowego dla gospodarki krajowej przedstawiono w układach: oddziaływania bezpośredniego i pośredniego. W pierwszym obszarze analizy do

ustalenia znaczenia działalności sektora stalowego dla gospodarki użyto bazowych wskaźników, takich jak: wartość produkcji sprzedanej i jej udział w produkcji przemysłu ogółem, wartość dodana sektora i jej udział w wartości dodanej przemysłu oraz PKB. Wartość dodana określona jako wartość produkcji pomniejszona o materiały, energię i usługi nabyte z zewnątrz. Składają się na nią koszty zatrudnienia w przemyśle, koszty kapitałowe i uzyskany zysk netto. Wartość dodana jest używana do obliczania PKB kraju. W drugim obszarze – oddziaływania pośredniego przemysłu na gospodarkę – zestawiono dane statystyczne o: wielkości zatrudnienia i udział zatrudnienia w przemyśle oraz w gospodarce, wielkości zużycia wyrobów stalowych w gospodarce i w poszczególnych gałęziach gospodarki oraz w przeliczeniu na jednostkę PKB i mieszkańca, a także współczynnik stalochłonności w poszczególnych gałęziach gospodarki rozumiany jako wykorzystanie wyrobów stalowych przez użytkowników rynku (sektory zużywające stal do wytworzenia wyrobów finalnych). Te sektory to: budowlany (ok. 43%), przemysł metalowy (ok. 23%), przemysł motoryzacyjny (ok. 15%), przemysł maszynowy (ok. 12%), produkcja AGD (ok. 4%) i produkcja pozostałego sprzętu transportowego (ok. 2%).⁵¹

Polskie hutnictwo stali (PKD 24.1-24.3) w 2018 roku wyprodukowało wyroby stalowe o wartości 37,5 mld zł, co stanowiło 3,0% ogólnej produkcji przemysłowej w kraju. Średnia roczna wartość produkcji przemysłu stalowego w latach 2004-2018 ukształtowała się na poziomie 27,1 mld zł, przy czym najniższy poziom odnotowano w 2005 roku (32% poniżej średniego poziomu produkcji), a najwyższy w 2018 roku (38% powyżej średniego poziomu produkcji). Przeciętny udział w produkcji sprzedanej przemysłu stalowego wyniósł 3,2% i był najwyższy na początku analizowanego okresu oraz wykazywał tendencję spadkową. W ostatnich dwóch latach odnotowano wzrost udziału produkcji stali i wyrobów stalowych w produkcji przemysłu ogółem, co pozwoliło na powrót do poziomu z 2012 roku.⁵² Na rysunku 14 przedstawiono wartość produkcji sprzedanej przemysłu stalowego i jej udział w przemyśle ogółem w latach 2004-2018.

⁵¹ Udziały poszczególnych sektorów w konsumpcji stali podano na podstawie danych HIPH z 2017 roku.

⁵² Nakłady i Wyniki Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>; Rocznik Statystyczny Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>

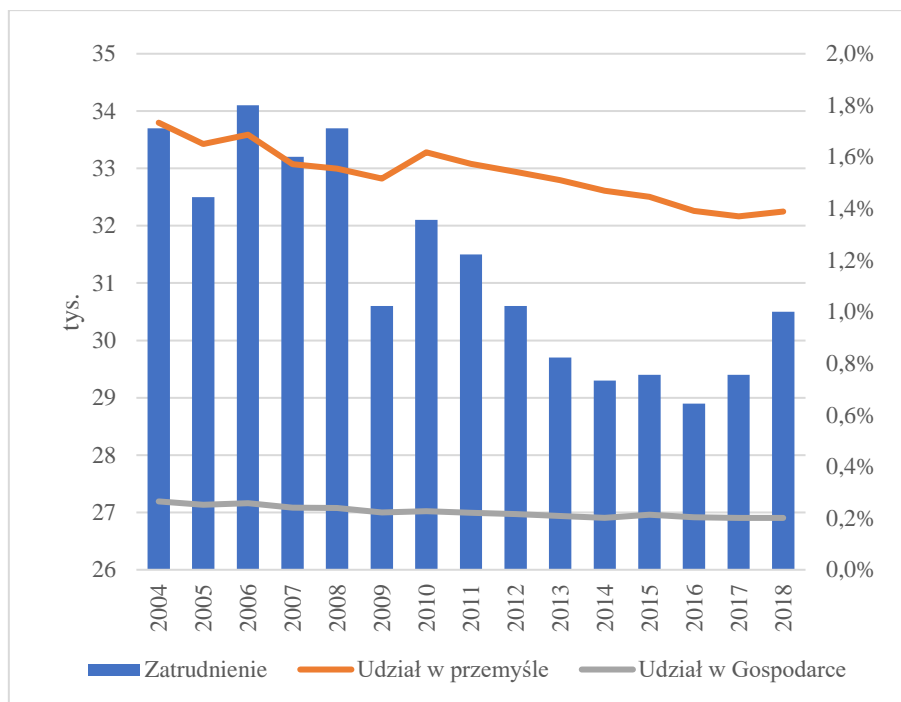


Rys. 13. Produkcja sprzedana przemysłu stalowego w Polsce i jej udział w przemyśle w latach 2004-2018

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS: Nakłady i Wyniki Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>; Rocznik Statystyczny Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>.

Zatrudnienie w przemyśle stalowym w 2018 roku wyniosło 30,5 tys. osób. Przed skutkami światowego kryzysu ekonomicznego, czyli w 2009 roku liczba zatrudnionych była najwyższa i wynosiła ok. 33 tys. osób. Wielkość z 2018 roku jest na najwyższym poziomie z ostatnich 6 lat. Na rynku krajowym od kilku lat relatywnie zmniejsza się liczba pracowników zatrudnionych w przemyśle, w związku z czym maleje również liczba pracowników w przedsiębiorstwach hutniczych. W 2004 roku udział zatrudnienia w przemyśle stalowym w zatrudnieniu ogółem w przemyśle wynosił 3,1% i spadł do poziomu 1,7% w 2018 roku. Udział zatrudnionych w przemyśle stalowym stanowi 0,3% zatrudnionych w krajowej gospodarce,⁵³ co oznacza większe znaczenie niż w przypadku hutnictwa całej UE. Na rysunku 15 przedstawiono zatrudnienie w przemyśle stalowym w Polsce i jego udział w przemyśle i gospodarce w latach 2004-2018.

⁵³ na podstawie danych dotyczących podmiotów prowadzących księgi rachunkowe, o liczbie pracujących 50 osób i więcej; źródło: Nakłady i Wyniki Przemysłu GUS



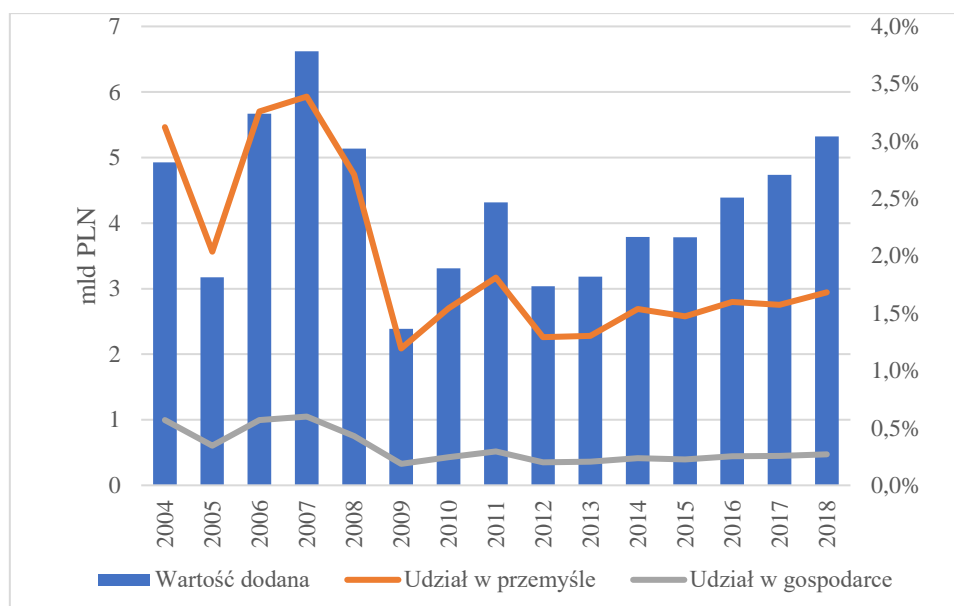
Rys. 14. Zatrudnienie w przemyśle stalowym w Polsce i jego udział w przemyśle i gospodarce w latach 2004-2018

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS: Nakłady i Wyniki Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>; Rocznik Statystyczny Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>.

Wydajność pracy w produkcji stali i wyrobów stalowych – mierzona produkcją sprzedaną na jednego zatrudnionego – jest wysoka względem innych sektorów. W 2018 roku wydajność pracy wyniosła 175 tys. zł na pracownika i była wyższa o 21% od przeciętnej wydajności w przemyśle oraz o 34% od przeciętnej wydajności pracującego w gospodarce krajowej.

Bezpośredni wpływ przemysłu stalowego do tworzenia PKB w Polsce odzwierciedla wartość dodana sektora, którą stanowi wartość wytworzonych produktów pomniejszona o wartość zużytych materiałów energii i nabytych usług obcych. W 2018 roku wartość dodana hutnictwa stali wyniosła 5,3 mld zł, co było trzecim wynikiem, licząc od 2004 roku. Wyższe wartości odnotowano w latach 2006-2007, na co wpłynęły wysokie zyski ze sprzedaży wyrobów stalowych w tym okresie. Udział w tworzeniu wartości dodanej w przemyśle stalowym w kraju wynosił przeciętnie 2,0%, a w 2018 roku ukształtował się na poziomie 1,7%. Udział sektora stalowego w tworzeniu PKB stanowi 0,3%, podobnie jak średnia z całego badanego okresu.⁵⁴ Na rysunku 16 przedstawiono wartość dodaną w przemyśle stalowym w Polsce i jej udział w przemyśle oraz w PKB w latach 2004-2018.

⁵⁴ Wskaźniki makroekonomiczne - Polska, GUS, [online], <https://stat.gov.pl>

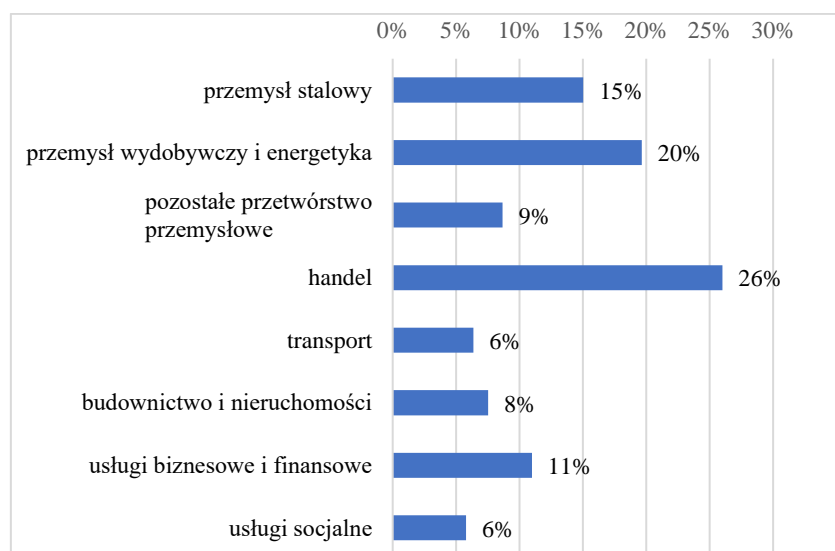


Rys. 15. Wartość dodana w przemyśle stalowym w Polsce i jej udział w przemyśle i PKB w latach 2004-2018

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS: Nakłady i Wyniki Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>; Rocznik Statystyczny Przemysłu, GUS, 2004-2018, [online] <https://stat.gov.pl>.

Pośredni wpływ przemysłu stalowego na gospodarkę oceniany jest przez powiązania z otoczeniem. Przemysł stalowy przez działalność produkcyjną i miejsce pracy (efekt bezpośredni) jest zaledwie częścią procenta całej gospodarki, ale jego rola jest znacznie większa, ze względu na szerokie powiązania z otoczeniem gospodarczym (użytkownikami rynku stali). Przetwarzana 1 tona stali ma wartość dla wielu innych branż przemysłu. Źródłem wartości dla gospodarki są m.in. wydobywanie rudy żelaza i koksu, produkcja i dostawa energii, produkcja maszyn i urządzeń oraz usługi doradztwa technicznego i środowiskowego - efekty usługowe. Stal jest stosowana w wielu gałęziach przemysłu i w budownictwie. Ze stali wytwarzane są proste narzędzia, jak i skomplikowane urządzenia i maszyny. Liczącymi się na rynku nabywcami stali są: przemysł samochodowy i budownictwo (budynki, mosty) - efekty użytkowe. Wśród wszystkich produkowanych na świecie metali 3/5 stanowią stal i żelazo. Kolejną rolę jaką pełni sektor stalowy jest umożliwienie wydatków konsumpcyjnych przez pracowników zatrudnionych w przemyśle stalowym za otrzymane wynagrodzenie. Wydatki te dodatkowo wspierają aktywność gospodarczą innych sektorów (efekty indukowane). Badania na temat wpływu sektora stalowego na gospodarkę w szerokim kontekście zostały wykonane przez analityków EY na zlecenie firm zrzeszonych w HIPH (polska asocjacja stalowa). Dzięki analizie wpływu sektora na gospodarkę z wykorzystaniem danych o przepływach międzygałęziowych (ang. input-output) otrzymano mnożniki będące miarą wielkości efektów pośrednich i indukowanych realizowanych przez wytworzenie jednostki wartości (lub miejsca

pracy). Sektor stalowy w Polsce poprzez wytworzenie każdego 1 mln zł wartości dodanej wpływa na tworzenie 5,7 mln zł w pozostałych częściach gospodarki, a poprzez zatrudnienie każdego pracownika w sektorze wspiera 6,3 miejsc pracy w reszcie gospodarki. Oddziaływania pośrednie i indukowane znacznie przewyższają wpływ bezpośredni, co odzwierciedla wysoki udział wartości pozyskanej z innych sektorów. Na rysunku 17 przedstawiono udział poszczególnych sektorów: stalowego i powiązanych z nim w tworzeniu wartości dodanej w gospodarce w produkcji stali i wyrobów stalowych uwzględniający powiązania w łańcuchu dostaw.



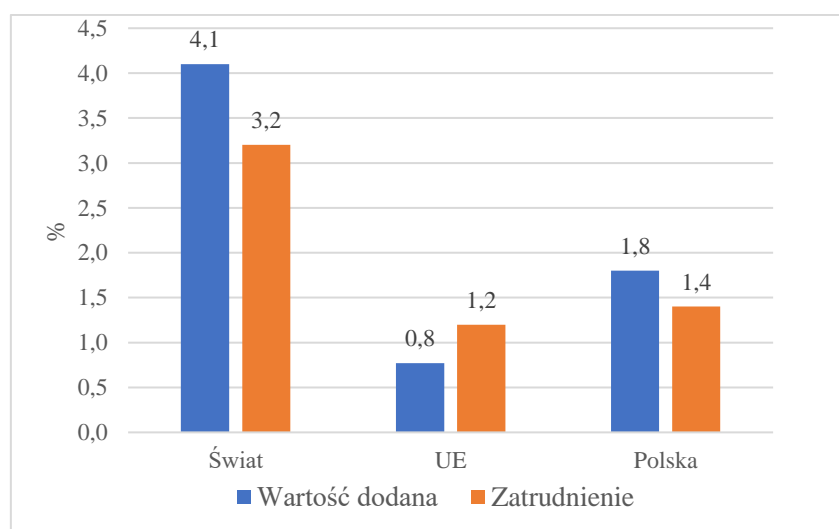
Rys. 16. Wpływ sektorów w tworzeniu wartości dodanej w gospodarce w produkcji stali i wyrobów stalowych uwzględniający powiązania w łańcuchu dostaw

Legenda: a) przemysł stalowy, b) przemysł wydobywczy i energetyka, c) pozostałe przetwórstwo przemysłowe, d) handel, e) transport, f) budownictwo i nieruchomości, g) usługi biznesowe i finansowe, h) usługi socjalne
 Źródło: EY, Wpływ sektora....

Na podstawie danych z raportu EY⁵⁵ można oszacować, że w 2018 roku, po uwzględnieniu powiązań z innymi sektorami, przemysł stalowy przyczynił się do wygenerowania w Polsce łącznie ok. 37,5 mld zł wartości dodanej brutto. Poprzez zapotrzebowanie na materiały i usługi dla krajowego przemysłu stalowego wytworzono w pozostałych sektorach ok. 25 mld zł, a przez wydatki pracowników zatrudnionych w przedsiębiorstwach hutniczych wytworzono ok. 5,5 mld zł wartości dodanej w gospodarce. Sektorami, w których hutnictwo najbardziej przyczynia się do powstania wartości dodanej w gospodarce były: handel (4,5 mld zł, 26,0% efektów ogółem), górnictwo i wydobywanie (2,2 mld zł, 12,7%) oraz energia elektryczna, gaz, woda i recykling (1,2 mld zł, 6,0%). Wysokie

⁵⁵ Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r., 2016, EY

efekty w handlu związane są głównie ze znacznymi wydatkami sektora stalowego na zakup złomu (sprzedaż złomu zalicza się do sektora handlu), który stanowi wsad do produkcji stali dla producentów. Wysokie efekty dla sektora górnictwa i wydobywania wynikają przede wszystkim z dużej wartości zakupów węgla używanego do produkcji koksu. Koks wykorzystywany jest w wielkich piecach jednocześnie do topienia i redukcji żelaza. Proces produkcji w sektorze stalowym generuje również wysokie zapotrzebowanie na energię elektryczną i gaz. W 2015 roku, po uwzględnieniu powiązań z innymi sektorami, sektor stalowy wspierał funkcjonowanie innych miejsc pracy – ok. 145,8 tys. osób w Polsce. Na łączny efekt składa się ok. 20,1 tys. osób pracujących bezpośrednio w analizowanym sektorze (13,9% łącznego efektu dla liczby pracujących), ok. 96,6 tys. pracujących poprzez występowanie efektów pośrednich (66,2%) oraz ok. 29,1 tys. miejsc pracy związanych z efektami indukowanymi (19,9%). W ujęciu rozszerzonym działalność produkcyjna przemysłu stalowego w Polsce kształtuje się na poziomie 1,8% tworzenia krajowego PKB i 1,4% w tworzeniu miejsc pracy. Dla polskiej gospodarki przemysł stalowy jest dwa razy bardziej znaczący niż wynosi średnia uzyskana dla UE⁵⁶. Na rysunku 18 przedstawiono udział przemysłu stalowego w gospodarce w szerokim ujęciu jako element w łańcuchu dostaw.



Rys. 17. Udział przemysłu stalowego w gospodarce w szerokim ujęciu („ślad ekonomiczny”) jako element w łańcuchu dostaw

Źródło: Opracowano na podstawie: The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online] www.eurofer.be; The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online] www.worldsteel.org, World Economic Outlook, April 2019, IMF [online] www.imf.org

⁵⁶ Więcej w: M.Zagórska, Analiza wpływu przemysłu stalowego na gospodarkę, Hutnik, Wiadomości Hutnicze 2019 Vol. 86, nr 7 | 216--219

IV.3 STALOCHLONNOŚĆ - DEFINIOWANIE I POMIAR

Pojęcie stalochłonności należy do grupy wyrazów z końcówką „chłonność”, takich jak: materiałochłonność, energochłonność, ciepłochłonność, chemiochłonność, czasochłonność, kapitałochłonność, pracochłonność itp. Pojęcie chłonność odnosi się zarówno do komponentów materialnych i niematerialnych zasobów przedsiębiorstwa lub właściwości badanego obiektu.⁵⁷ Stalochłonność to zużycie stali w całej gospodarce albo przez poszczególne sektory przemysłu w gospodarce. W ujęciu handlowym i biznesowym zapotrzebowanie gospodarki na stal określa się jako stalochłonność. Studia literaturowe wykazały zainteresowanie problematyką stalochłonności pracowników naukowych uniwersytetów technicznych i instytutów techniczno-naukowych (Świąchowicz i inni, 1999⁵⁸, Rębiasz, 2003⁵⁹, Rębiasz i inni, 2004⁶⁰, Gajdzik 2009⁶¹, Gajdzik 2012⁶², Paulo i Krzak, 2019⁶³).

Pojęcie stalochłonności (ang. steel intensity) należy do grupy pojęć określających zużycie badanego materiału w analizowanym aspekcie obiektu badań. Mieści się ono w pojęciu materiałochłonność (ang. material intensity), która jest miarą łączącą zużycie lub przetworzenie materiałów z tendencjami w gospodarce. W 1976 roku W. Malenbaum zdefiniował i opisał wzorem materiałochłonność. Materiałochłonność to wskaźnik zużycia materiału do produktu narodowego brutto⁶⁴: (wzór 2)

$$\frac{Xi}{GNP} = \left(\frac{Xi}{Y}\right) \cdot \left(\frac{Y}{GNP}\right) \quad (2)$$

gdzie:

X_i – zużycie jawne danego materiału,

Y – całkowita produkcja sektorów bezpośrednio zużywających dany materiał,

GNP – produkt narodowy brutto (ang. Gross National Product).

⁵⁷ B. Wersty, Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie, Wrocław, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 1993.

⁵⁸ M. Świąchowicz, A. Macioł, B. Rębiasz, A. Stawowy, Prognozowanie produkcji stali na podstawie analizy dynamiki rozwoju sektorów stalochłonnych przy użyciu metod inżynierii wiedzy, w: R. Knosala (red.), Komputerowo zintegrowane zarządzanie, II konferencja Zakopane, 11–13 stycznia 1999, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1999, s. 421–426.

⁵⁹ B. Rębiasz, Analiza stalochłonności PKB w Polsce w latach 1992–2001, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 2003, 1, s. 15-18.

⁶⁰ B. Rębiasz, B. Garbarz, W. Szulc, Wpływ dynamiki i struktury rozwoju gospodarczego Polski na krajowe zużycie stalowych wyrobów hutniczych, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, 2004, 71 (9), s. 454-458.

⁶¹ B. Gajdzik, Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2009.

⁶² B. Gajdzik, Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Dynamika zmian w krajowym sektorze hutniczym w latach 1992-2010, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia, Gliwice, 2012.

⁶³ A. Paulo, M. Krzak, Producenci i dostawcy surowców do produkcji stali na współczesnym rynku światowym, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, nr 2, 2019, s. 51-57; A. Paulo, M. Krzak, Współczesny światowy rynek użytkowników stali, Hutnik-Wiadomości Hutnicze, nr 3, 2019, s. 77-84,

⁶⁴ J. Timothy Considine, Land Economics, 1991, 67, (1), 99-115, dostęp online <https://www.jstor.org/stable/3146489>

Zużycie jawne dla wyrobów stalowych obliczane jest z uwzględnieniem kolejnych etapów przetwórstwa, aby uniknąć podwójnego lub wielokrotnego liczenia danych produkcyjnych.

W skali gospodarki stalochłonność liczona jest na jednostkę wytworzonego PKB lub wielkości produkcji sprzedanej. Zakres takiej analizy można realizować w układzie globalnym. Stalochłonność w przeliczeniu na jednostkę PKB wyrażana jest wartościowo według cen stałych dla roku bazowego - przyjętego roku odniesienia dla danego okresu sprawozdawczego. Istotnym miernikiem w skali makroekonomicznej jest również poziom stalochłonności w przeliczeniu na jednego mieszkańca danego kraju (jako liczba ton stali przypadająca na jednego mieszkańca kraju).

Badając wielkość zapotrzebowania na dany materiał w gospodarce można posłużyć się także bilansem przepływów międzygałęziowych (ang. input-output), który zawiera informację na temat zużycia pośredniego przez wszystkie sektory gospodarki. Zależności strukturalne w modelu E. Leontiefa opisuje równanie podziału produkcji globalnej (wzór 3).⁶⁵

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \quad (3)$$

gdzie:

X_i – wielkość produkcji całkowitej (globalnej) i -tej gałęzi,

x_{ij} – część produkcji i -tej gałęzi, która jest zużywana na potrzeby produkcji gałęzi j -tej,

Y_i – zużycie przez odbiorców końcowych i -tej gałęzi.

Przepływy międzygałęziowe wyrobów stalowych należy uwzględnić w analizie stalochłonności, aby ustalić faktyczny poziom stalochłonności dla danego sektora przemysłu. Zakres analizy zużycia stali w układzie sektorowym przemysłu jest bardzo szeroki. Na podstawie danych dotyczących przepływów międzygałęziowych można zbadać strukturę i zmiany zużycia produkcji danej gałęzi, a także ocenić efektywność wykorzystania poszczególnych rodzajów nakładów (materiałochłonność), jak i zbadać wielkość powiązania poszczególnych sektorów z zagranicą (na podstawie współczynnika importochłonności) oraz prognozować wartość zapotrzebowania na produkty danej branży.⁶⁶

⁶⁵ M. Plich, Budowa i zastosowanie wielosektorowych modeli ekonomiczno-ekologicznych, Uniwersytet Łódzki, Łódź, 2002 s. 111.

⁶⁶ A. Czyżewski, A. Grzelak, Możliwości wykorzystania statystyki bilansów przepływów międzygałęziowych, „Przegląd Statystyczny” 2012, nr 1, s. 173–190.

IV.4 ANALIZA STALOCHLONNOŚCI

W pracy dla potrzeb analizy poziomu stalochłonności przyjęto następujące sposoby pomiaru:

- poziom zużycia jawnego stali w gospodarce polskiej ogółem (ujęcie liczbowe),
- stalochłonność gospodarki jako zużycie stali na jednostkę wytworzonego PKB oraz zużycie w kluczowych sektorach (ujęcie wartościowe),
- poziom zużycia jawnego stali w kluczowych segmentach gospodarki (ujęcie liczbowe).
- stalochłonność w poszczególnych działach gospodarki jako zużycie stali w sektorze na jednostkę wartości produkcji sprzedanej (ujęcie wartościowe)

Za okres czasowy przyjęto przedział piętnastoletni, roczny dla lat 2004 – 2018. Za podstawowy miernik stalochłonności uznano wielkość zużycia wyrobów stalowych gotowych⁶⁷ wyrażoną w jednostkach naturalnych – tonach. Do analizy wykorzystano wielkość tego zużycia przy użyciu podstawowej formuły (wzór 4)⁶⁸:

$$ASU_t = SP_t - SE_t + SI_t \quad (4)$$

gdzie:

ASU_t – zużycie jawne stali (ang. *apparent steel use*)

SP_t – produkcja stali (ang. *steel production*),

SE_t – eksport stali (ang. *steel export*),

IP_t – import stali (ang. *steel import*),

t – czas (ang. *time*).

Pozostałe formuły do pomiaru poziomu stalochłonności gospodarki tj. zużycie rzeczywiste stali RSU_t i zużycie prawdziwe stali TSU_t opisano szerzej w artykule.⁶⁹

Przebieg trendu zużycia jawnego stali jest złożony, występują wahania okresowe spowodowane koniunkturą na rynku stali i sytuacją ekonomiczną krajowej gospodarki. Poziom rocznego zużycia jawnego wyrobów stalowych gotowych w Polsce wynosił średnio 11,2 mln ton. Przeciętna roczna dynamika wzrostu wyniosła 4,1%, przy czym największy spadek nastąpił w 2009 roku (-29%), a największy wzrost w 2006 roku (+27%). Po 2012 roku nie obserwowano spadków zużycia jawnego. W 2009 roku widoczny jest wpływ kryzysu

⁶⁷ Wyroby stalowe gotowe ogółem zawierają wszystkie asortymenty: wyroby stalowe płaskie (blachy w kręgach, blachy w arkuszach, blachy quarto), wyroby stalowe długie (walcówka, pręty, kształtowniki otwarte, szyny, drut), rury stalowe i kształtowniki gięte na zimno zamknięte

⁶⁸ Indirect trade in steel. Definitions, methodology and applications, April 2012, World Steel Association (worldsteel), dostępne online <https://www.worldsteel.org>.

⁶⁹ B.Gajdzik, M.Zagórska, Analiza stalochłonności polskiej gospodarki przy użyciu wybranych mierników, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, t. LXXII nr 6/2020, s.19-25

ekonomicznego na poziom zużycia, który był najniższy dla Polski i wynosił 8,2 mln ton stali.⁷⁰ W latach 2011-2012 na wielkość zapotrzebowania na stal w gospodarce dodatni wpływ miało zwiększenie inwestycji przed organizacją mistrzostw w piłce nożnej EURO2012. Korzystny wpływ koniunktury nie znalazł dokładnego odzwierciedlenia w wynikach zużycia stali, w związku z powiększającą się szarą strefą w obrocie wyrobami stalowymi, co zostało zniwelowane dopiero po wprowadzeniu przepisów o odwrotnym obciążeniu VAT⁷¹ na stal w październiku 2013 roku. Począwszy od 2014 roku odnotowano tendencje wzrostową w przypadku wszystkich trzech form obliczania zużycia stali w gospodarce. Taka sytuacja uwarunkowana była wzrostem gospodarczym w kraju i w UE, a w szczególności wzrostem inwestycji publicznych wspieranych przez fundusze unijne i prywatnych m.in. mieszkaniowych, rozwojem branż stalochłonnych dostarczających dobra konsumpcyjne oraz półprodukty. Najwyższy poziom zużycia jawnego zanotowano w ostatnim roku badanym: 2018 – 14,9 mln ton. Wyniki przedstawiono na rysunku 19.



Rys. 18. Wielkość zużycia jawnego wyrobów stalowych w Polsce w latach 2004-2018

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych HIPH

Zmiany w wielkości wykorzystanej w gospodarce stali można szerzej wyjaśnić badając jednostkowe zużycie wyrobów stalowych, dlatego dokonano obliczeń z wykorzystaniem danych o wartości wytworzonego PKB w cenach stałych z 2015 r. Używając wskaźnika zużycia stali w przeliczeniu na PKB korzystano z danych statystycznych GUS, dotyczących badanego okresu. Do analizy stalochłonności gospodarki w ujęciu sektorowym posłużono się wielkością

⁷⁰ B. Gajdzik, Changes of action strategies in metallurgical enterprises in time of economic crisis, *Metalurgia*, 2013, nr 5 (52), s. 569-572; B. Gajdzik, *Restrukturyzacja przedsiębiorstw w warunkach destabilizacji otoczenia na przykładzie branży hutniczej*, Difin, Warszawa, 2012.

⁷¹ obowiązek rozliczenia podatku przeniesiony jest ze sprzedawcy na kupującego, tzn. nabywca jest zobowiązany do naliczania podatku VAT

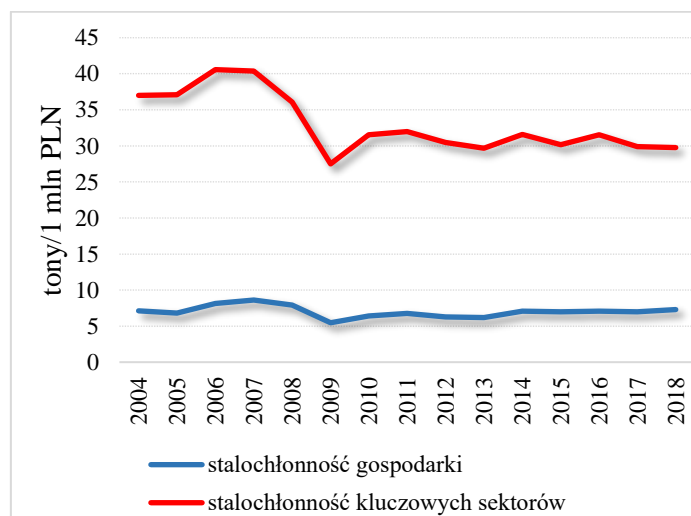
produkcji sprzedanej dla sumy wybranych głównych sektorów konsumujących stal (wymienionych w rozdziale IV.1). Obliczenia stalochłonności gospodarki dokonano według wzoru 5:

$$\text{Stalochłonność gospodarki} = \frac{\text{zużycie wyrobów stalowych w tonach}}{\text{wartość PKB w mln PLN}} \quad (5)$$

Do analizy stalochłonności gospodarki w ujęciu sektorowym posłużono się wielkością produkcji sprzedanej dla sumy wybranych głównych sektorów konsumujących stal (wymienionych w rozdziale IV.1). Obliczenia stalochłonności sektorów dokonano według wzoru 6:

$$\text{Stalochłonność sektorów} = \frac{\text{zużycie wyrobów stalowych w tonach}}{\text{wartość produkcji sprzedanej sektorów w mln PLN}} \quad (6)$$

Również w tym przypadku urealniono dane przez odjęcie wpływu zmian cen na wartość produkcji i przyjęto ceny stałe z 2015 roku. Obliczone dane dotyczące stalochłonności gospodarki i kluczowych sektorów, zbiorczo dla wszystkich wyrobów stalowych, przedstawiono na rysunku 20.



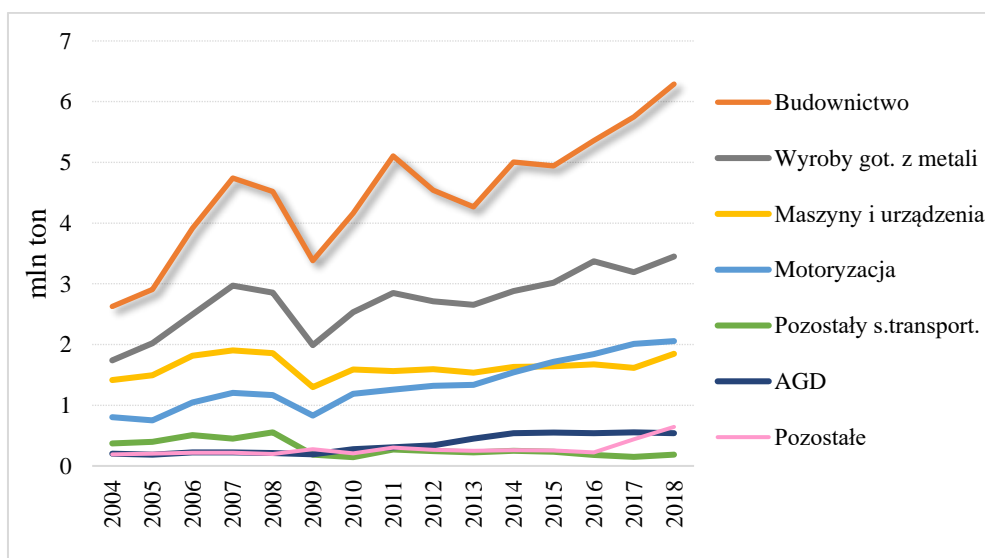
Rys. 19. Stalochłonność gospodarki krajowej vs średnia stalochłonności w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [zużycie wyrobów stalowych w tonach / 1 mln PLN w cenach z 2015 r.]

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS i HIPH.

Uzyskane wyniki porównano ze stalochłonnością względem PKB. Do porównania z jednostką PKB lepiej byłoby użyć wskaźnika wartość dodana, jednak nie jest on publikowany dla segmentów poszczególnych sektorów zastosowanych w opracowanej klasyfikacji. Z wykresu 25 wynika, że stalochłonność w kluczowych dla hutnictwa sektorach jest ok. 4,5-krotnie wyższa niż dla całej gospodarki, mimo że zastosowano wskaźnik produkcja sprzedana,

dający wyższe wartości niż wartość dodana. W latach 2004-2008 r. stalochłonność kluczowych sektorów była najwyższa i wynosiła przeciętnie 38 ton/1mln PLN. W wyniku kryzysu gospodarczego w 2009 roku stalochłonność spadła o 10 ton/1mln PLN, do najniższego poziomu w badanym okresie. Natomiast od 2010 roku jednostkowe zużycie wyrobów stalowych w produkcji kluczowych sektorów jest dosyć stabilne i wynosi średnio ok. 30,5 tony/1mln PLN. Relacja stalochłonności sektorowej do jednostkowego zużycia w gospodarce wykazuje tendencję malejącą, co może wynikać ze zwiększania się udziału sektorów stalochłonnych w tworzeniu PKB. Do wyjaśnienia spadku stalochłonności aż o 20% w stosunku do okresu przed 2009r. uznano za przydatne przeanalizowanie wskaźników w poszczególnych sektorach.

Efektom 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. Wyniki przedstawiono zbiorczo dla wyrobów stalowych ogółem na rysunku 21, a dla poszczególnych wyrobów stalowych kompletną bazę przedstawiono w załączniku nr 2 (rozdział XI.2).

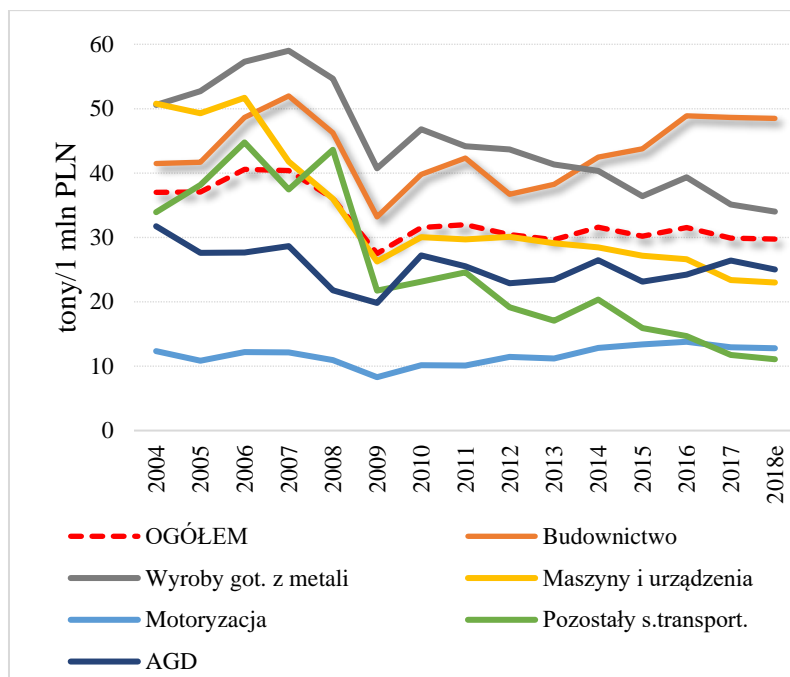


Rys. 20. Zużycie jawne wyrobów stalowych ogółem w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [w mln ton]

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS i HIPH.

Uzyskane cząstkowe – sektorowe zużycie wyrobów stalowych ogółem, posłużyło do wyznaczenia sektorowej stalochłonności, do obliczenia której zastosowano wzór 7, a wyniki obliczeń przedstawiono na rysunku 22.

$$Stalochłonność\ sektora_i = \frac{zużycie\ wyrobów\ stalowych\ w\ sektorze_i\ w\ tonach}{wartość\ produkcji\ sprzedanej\ sektora_i\ w\ mln\ PLN} \quad (7)$$



Rys. 21. Stalochłonność w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [zużycie wyrobów stalowych w tonach / 1 mln PLN w cenach z 2015 r.]

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS i HIPH.

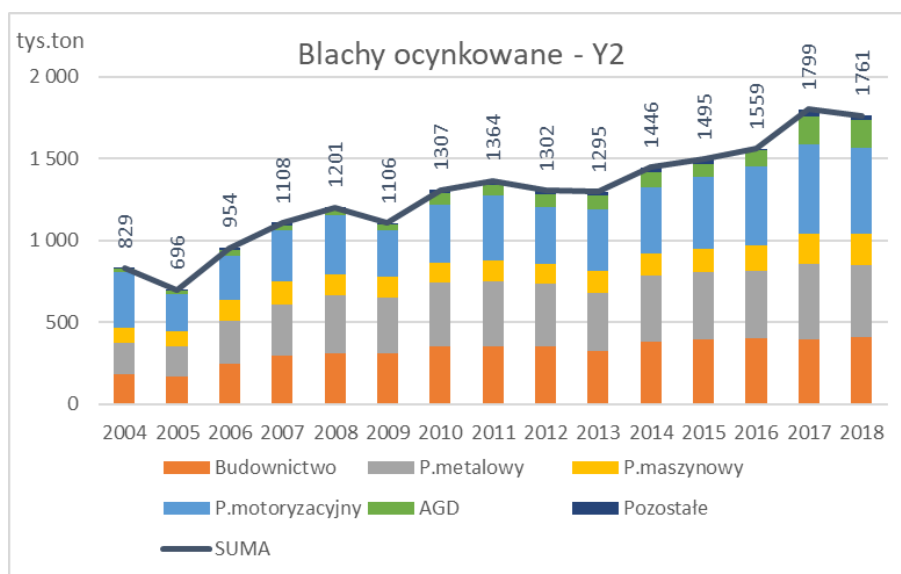
Z obserwacji rysunku 22 wynika, że rozkład stalochłonności w poszczególnych sektorach jest znacząco różny. Wszystkie branże w czasie kryzysu odnotowały spadek udziału wyrobów stalowych w wartości produkcji w 2009 roku, jednak okres od 2010 roku cechują odmienne tendencje. Branże o największym jednostkowym zużyciu stali w stosunku do wartości produkcji to: budownictwo oraz wyroby gotowe z metali, których stalochłonność jest przeciętnie o 33% i 5% wyższa od średniej dla wszystkich sektorów konsumujących stal. Istotną różnicą dla tych dwóch branż jest jednak rosnąca tendencja dla stalochłonności w budownictwie (wzrost o przeciętnie 1% rocznie) i malejąca w przypadku gotowych wyrobów metalowych (spadek o przeciętnie 3% na rok). Największa strata jednostkowego zużycia stali nastąpiła w badanym okresie w sektorach: pozostały sprzęt transportowy (spadek o przeciętnie 8% na rok) oraz maszyny i urządzenia (spadek o przeciętnie 6% na rok). Względnie najmniejsze zmiany stalochłonności są widoczne w przypadku sektora motoryzacyjnego (gdzie można zaobserwować nawet tendencję rosnącą) oraz AGD. Można zatem stwierdzić, że ustabilizowany po 2010 r. wskaźnik zużycia stali w grupie sektorów konsumujących stal jest wynikiem połączenia różnych tendencji w poszczególnych branżach.

V MODELOWANIE EKONOMETRYCZNE

V.1 WYBÓR ZMIENNYCH DO MODELOWANIA

Do prezentacji metody badawczej wybrano najbardziej reprezentatywny produkt, tj. blachy ocynkowane z grupy wyrobów płaskich, które oznaczono jako Y_2 . Jako pierwszy produkt analizowany, przed rozpoczęciem pisania pracy, wybrano pręty żebrowane, stąd kolejny oznaczono numerem 2. Czynnikiem branym pod uwagę przy wyborze produktu hutniczego do analizy w pracy były: znaczący udział wielkości zużycia jawnego danego produktu w rynku wyrobów stalowych ogółem, zapotrzebowanie na produkt we wielu sektorach rynku oraz rosnąca tendencja tej wielkości w badanym okresie. Po pierwsze wyroby płaskie mają największy udział w zużyciu jawnym wśród głównych grup wyrobów stalowych (przed wyrobami długimi i rurami), a dodatkowo ta wielkość wykazała się w badanym okresie wyraźną tendencją rosnącą. Po drugie asortyment blach ocynkowanych mają wysoką wartość dodaną, co wiąże się z m.in. przejściem kilku etapów produkcji: walcowanie na gorąco, walcowanie na zimno oraz pokrywanie metalem. Po trzecie blachy ocynkowane są bardzo reprezentatywne dla prowadzonego badania, ponieważ wykorzystywane są we wszystkich głównych sektorach konsumujących stal: budownictwie, produkcji wyrobów gotowych z metali, motoryzacji, przemyśle maszynowym i AGD.

Blachy ocynkowane analizowano dla każdego sektora w którym jest wykorzystywany zgodnie z przyjętą metodyką badań stalochłonności sektorowej. Na rysunku 23 przedstawiono rozkład zużycia jawnego w poszczególnych segmentach rynku w badanym okresie.



Rys. 22. Wielkość zużycia jawnego blach ocynkowanych (Y_2) w latach 2004-2018 w poszczególnych sektorach obliczony według przyjętej metodyki badań stalochłonności.

Do opracowania modeli ekonometrycznych wybrano pięć kluczowych rynków użytkowników stali, które dla potrzeb badań nazwano segmentami rynku (S). Na potrzeby raportowania modeli statystycznych przyjęto następujące oznaczenia: S₁ – budownictwo, S₂ – wyrobów gotowych z metali, S₃ – przemysł maszynowy, S₄ – przemysł motoryzacyjny, S₅ – produkcja AGD. Dodatkowo dla pozostałych segmentów rynku, oznaczonych S_i – pozostałe sektory, zbudowano modele na podstawie tylko danych makroekonomicznych. Spośród przyjętych segmentów budownictwo zostało uznane za segment kluczowy ze względu na wysoki udział w konsumpcji wyrobów stalowych – średnio 40% w badanym okresie. Skutkiem tego jest kolejność prezentowanych modeli (model budownictwo jest modelem nr 1).

Z czynników mających wpływ na wielkość zapotrzebowania na wyroby hutnicze do budowy modeli wybrano kluczowe i dostępne wskaźniki opisujące działalność produkcyjną w poszczególnych sektorach m.in.:

- produkcja sprzedana sektorów i poszczególnych ich segmentów
- wartość dodana sektora
- wielkość zatrudnienia w sektorze
- wydajność produkcji na podstawie produkcji sprzedanej / wartości dodanej
- nakłady inwestycyjne
- wartość brutto środków trwałych
- produkcja najważniejszych wyrobów sektora
- obiekty budowlane oddane do użytku
- zużycie wybranych materiałów w sektorze
- zużycie energii w sektorze wg rodzajów energii
- czas przepracowany
- koszty zatrudnienia
- wielkość i udział eksportu, import
- wielkość transportu

W raportowaniu modeli poszczególne czynniki oznaczono literą X. Dla potrzeb prognozowania przyjęto prognozowane wartości dla poszczególnych czynników (dane w załączniku nr 3 – rozdział X.3). Przykładowe zestawienie danych do analizy w sektorze S₁ przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 3. Zestawienie danych (X_i) opisujących budownictwo (S_1)

Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Y2S1-bl_ocynk_Bud	182 043	168 508	244 916	294 562	308 294	306 214	354 656	350 062	354 239	324 254	380 794	396 714	399 643	396 160	407 078	
																PEARSON
PRB_OGOLEM_midzi	107829	105673	119410	139710	153541	162600	169755	188428	174672	164891	174949	181772	177773	195906	223920	0,94
PRB_budynkow_midzi	43958	43079	50273	57814	68105	63814	68664	60768	59978	51641	54997	56702	53867	65018	67423	0,67
PRB_obiek_inzynier_midzi	16418	17321	20906	23687	27595	35349	37046	47419	45475	40200	46592	44728	37974	45037	52784	0,90
PRB_specjalist_midzi	34050	33369	39542	46383	47542	51536	51794	68678	60025	64227	63520	69872	75322	75322	92270	0,90
PRB_sek_publ_midzi	1960	1996	2249	2006	2839	1839	1481	1693	1808	1486	1517	1528	1205	1495	1548	-0,58
PRB_sek_priv_midzi	84829	87034	102875	119335	133297	141161	156830	175336	164115	154596	163717	169775	166040	183972	211016	0,95
mieszkol_pozwol_liczba	115894	125355	169913	249387	232626	178789	175008	184146	165282	138837	156878	188798	211485	250906	257568	0,59
mieszkol_oddane_liczba	108117	114066	115353	133698	165189	142901	158064	162200	141798	127392	148122	168403	173932	205990	221907	0,81
OB_OG_odd	138377	141521	139978	164420	168804	142850	146028	149731	167332	167285	169596	175220	163495	166595	176468	0,75
OB_odd_TZ	456	438	490	577	724	640	543	622	821	978	1062	1076	1095	570	1127	0,73
OB_odd_BJ	66256	67513	61301	73058	87609	72050	73255	75075	82684	82809	78263	81439	80894	85220	85504	0,75
OB_odd_BW	2342	2536	2353	2774	4024	3542	2655	2757	3478	3217	3351	3886	4238	4921	5137	0,73
OB_odd_BZ	422	588	619	710	735	820	914	1054	918	746	1166	1239	1012	1451	1606	0,86
OB_odd_BP	9556	10286	10475	12589	11074	9240	10100	10157	10243	8993	14656	13323	11576	11822	12487	0,51
OB_odd_BG	13968	14626	15615	18693	19485	13953	14295	14037	16347	15204	10921	11945	11101	11255	10134	-0,49
OB_odd_BPM	5181	5540	6742	7068	6662	5372	5161	5598	6025	5438	5660	6563	5829	6011	5887	0,10
OB_odd_OT	3626	3285	3410	3435	3705	3674	4388	5655	7666	7274	9848	8844	6426	5650	5839	0,67
OB_odd_OW	349	416	545	520	578	460	485	554	25274	1680	1480	1592	579	465	468	0,13
OB_odd_RL	12754	14160	13083	16649	18281	20129	22495	22023	1371	27727	28933	29571	27945	27494	32936	0,62
OB_odd_OP	23467	22571	25835	28924	16651	13610	12280	12821	13326	14197	15318	16816	13885	12306	16470	-0,68
Budynm_OG_m3	1,1E+08	1,2E+08	1,29E+08	1,62E+08	1,83E+08	1,65E+08	1,4E+08	1,45E+08	1,65E+08	1,55E+08	1,69E+08	1,8E+08	1,86E+08	2E+08	1,98E+08	0,84
Budynm_miesz_k_m3	55910000	57806480	56434853	68381550	83238400	76964629	65879132	64923979	74561981	73278908	70360652	71448331	76212687	81647000	81840000	0,73
Budynm_niemiesz_k_m3	54234000	61725043	72385575	94113352	99839607	88133247	74355703	80013470	90063682	81928553	99020334	1,09E+08	1,1E+08	1,18E+08	1,16E+08	0,85
Budow_inwest	1133	1417	2343	3700	3522	3307	3059	3549	2338	2914	3333	3450	3229	3039	4257	0,78
Nakl_inwest_OG	130954	141037	164731	198337	219559	217802	218238	241371	234613	231797	253818	271839	241393	257084	296674	0,96
Nakl_inwest_budow	27016	29069	33401	39179	42822	46163	47548	52017	50873	48329	51422	53633	47465	47750	56536	0,94
Nakl_brutt_s_rtr_OG	186178	201631	232682	276892	301258	293124	293124	318919	313178	309734	340707	361490	331848	345122	375838	0,97
PKB	1189168	1230789	1307098	1398595	1457336	1498141	1552074	1629678	1655753	1678933	1734338	1800243	1856051	1946997	2046294	0,93
Wart_dod_Budow	77593	81706	87343	89702	91944	101230	106191	120526	115705	109920	119813	127481	116645	124577	139775	0,92
Prz_zatrud_Budow	318	317	329	400,3	421,7	442,3	446,1	478,5	488,2	445,8	411,5	387,6	385,2	388,9	409,6	0,60
Wyd_pr_WD_Budow	244	258	265	224	218	229	238	252	237	247	291	329	303	320	341	0,56
Wyd_pr_PS_Budow	339	333	363	349	364	368	381	394	358	370	425	469	462	504	547	0,77
Przec_wyn_bud	2222,70	2343,89	2575,51	2972,10	3363,15	3461,12	3535,14	3699,62	3701,91	3727,58	3886,53	4075,57	4251,35	4530,91	4898,28	0,95
Koszty_zatrudn_bud	706818,6	743013,1	847342,8	1189655	1418070	1530768	1577011	1770173	1807366	1661660	1599405	1579692	1637512	1762182	2006459	0,92
Transpor_Liqdowy_ystoin	1210388	1322196	1361255	1468384	1596442	1653169	1730962	1849908	1728843	1790690	1783332	1741967	1775305	1992545	2127389	0,91
Transpor_Liqdowy_tonkm	163684	170796	191154	215118	227540	236058	264029	273543	283028	311357	313712	325897	355042	404233	437948	0,88

V.2 ETAPY ANALIZY MODELOWANIA EKONOMETRYCZNEGO

Analiza statystyczna dla każdego modelu obliczonego na potrzeby niniejszej pracy ujmowała następujące wielkości:

- współczynnik korelacji wielorakiej (R), który stosowany jest on do określenia siły zależności między jedną zmienną objaśnianą a wieloma zmiennymi objaśniającymi jednocześnie; współczynnik korelacji R jest liczbą z przedziału $[0,1]$. Im wartość bliższa 1 tym siła zależności większa,
- współczynnik determinacji (R^2), który jest miarą dopasowania modelu do danych empirycznych, czyli danych surowych wprowadzanych do modelu. Określa on, jaka część zmienności zmiennej objaśnianej jest wyjaśniana przez model (czyli postać modelu wraz z zestawem zmiennych objaśniających). Dla modelu liniowego z wyrazem wolnym, którego parametry oszacowano metodą KMNK, współczynnik determinacji R^2 jest liczbą z przedziału $[0,1]$ ⁷². Im wartość R^2 jest bliższa jedności, tym model jest lepiej dopasowany do danych empirycznych,
- współczynnik zbieżności ϕ^2 , który informuje o tym, jaka część całkowitej zmienności (zmian) zmiennej objaśnianej nie została wyjaśniona przez zmiany zmiennej objaśniającej

⁷² W. Welfe, A. Welfe, Ekonometria stosowana, PWE, Warszawa 2004, s. 270; M. Piłatowska, Repetytorium ze statystyki, PWN, Warszawa 2007, s. 109-110.

(zmiennych objaśniających) w modelu i stanowi różnicę pomiędzy jednością a współczynnikiem determinacji R^2 . Im niższa jest jego wartość, tym dopasowanie modelu do danych empirycznych jest lepsze,

- błąd standardowy S_e , zwany odchyleniem standardowym reszt, który jest pierwiastkiem kwadratowym z oszacowanej wariancji składnika losowego (wzór 8):

$$S_e = \frac{1}{n-k} \sum_{t=1}^n e_t^2, \quad (8)$$

gdzie:

n – liczebność zbioru,

k – liczba szacowanych parametrów,

e_t – różnica pomiędzy wartością empiryczną a wartością teoretyczną (modelową) zmiennej objaśnianej dla każdego okresu t .

Należy dodać, że im mniejsza jest wartość błędu standardowego S_e , tym lepiej model jest dopasowany do danych empirycznych,

- współczynnik zmienności losowej V_e , który informuje, jaki procent średniej arytmetycznej zmiennej objaśnianej \bar{Y} stanowi odchylenie standardowe reszt S_e . Wartość procentową można wyznaczyć ze wzoru 9:

$$V_e = \frac{S_e}{\bar{Y}} \cdot 100 \quad (9)$$

Jeżeli współczynnik zmienności losowej V_e nie przekracza założonej z góry wartości granicznej, którą najczęściej ustala się na poziomie maksymalnej wartości granicznej równej 15%, to można stwierdzić, że model jest dobrze dopasowany do danych empirycznych⁷³,

- poziom testowej istotności statystycznej p .

Dodatkowe zapisy w raporcie statystycznym, generowane przez program Excel, a uwzględniane w opracowanych modelach to⁷⁴:

- df (*degrees of freedom*) – stopnie swobody $n-k-1$),
- SS (*Sum of Squares*) – suma kwadratów (zawarto wartości SS Regresja – wyjaśniona suma kwadratów, (WSK) i SS Resztowa – resztowa suma kwadratów (RSK)),
- statystyka F Fishera-Snedecora⁷⁵ – (weryfikacja dopasowania modelu do danych empirycznych), na jej podstawie weryfikowano hipotezę zerową: $H_0 \alpha_1 = \alpha_2 = 0$, wobec hipotezy alternatywnej, że co najmniej jeden z parametrów modelu α_1, α_2 ma wartość różną od zera,

⁷³ M. Piłatowska, Repetytorium..., op.cit., s. 110.

⁷⁴ W. Welfe, A. Welfe, Ekonometria stosowana..., op.cit., s. 273.

⁷⁵ Ibidem; J. Gajda. Ekonometria praktyczna, Wydawnictwo Absolwent, Łódź 1996, s. 61.

- statystyka testu Studenta – na jego podstawie zreifikowana statystyczna istotność parametrów strukturalnych modelu (dla $n \leq 30$), na jej podstawie weryfikowano hipotezę zerową $H_0: \alpha_1 = 0$, wobec hipotezy alternatywnej, że $H_1: \alpha_1 \neq 0$ (lub $\alpha_1 < 0$ lub > 0)⁷⁶.

Przykładowy raport z programu Excel z wynikami analizy statystycznej przedstawiono w tabeli 5, a dokładny opis wskaźników zamieszczono w załączniku nr 4 – rozdział X.4.

Tabela 4. Przykładowa tabela wyników z budowy modelu i wskaźników dopasowania otrzymany w programie MS Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	PODSUMOWANIE - WYJŚCIE								
2									
3	<i>Statystyki regresji</i>								
4	Wielokrotność R	0,853413							
5	R kwadrat	0,728314							
6	Dopasowany R kwadra	0,71279							
7	Błąd standardowy	43694,1	14334,34	297733,5	58028,44				
8	Obserwacje	38		15%					
9									
10	ANALIZA WARIANCJI								
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Istotność F</i>			
12	Regresja	2	1,79E+11	8,96E+10	46,91271	1,25E-10			
13	Resztkowy	35	6,68E+10	1,91E+09					
14	Razem	37	2,46E+11						
15									
16		<i>Współczynnik standardowy</i>	<i>t Stat</i>	<i>Wartość-p</i>	<i>Dolne 95%</i>	<i>Górne 95%</i>	<i>Dolne 95,0%</i>	<i>Górne 95,0%</i>	
17	Przecięcie	-176462	76278,61	-2,31339	0,026697	-331316	-21608,6	-331316	-21608,6
18	ID_segmenty_istotne	4381,733	452,4533	9,684386	1,95E-11	3463,204	5300,262	3463,204	5300,262
19	ID_pozost_segmenty	1121,277	537,9028	2,084535	0,044474	29,27671	2213,278	29,27671	2213,278
20									

Analizie poddano również zbadanie reszt modelu, w celu ustalenia poprawności budowy modelu za pomocą następujących wskaźników (dokładne opisy zamieszczono w załączniku 5 – rozdział X.5):

- statystyka *DW* Durbina-Watsona – do badania autokorelacji reszt, na jej podstawie weryfikowano hipotezę zerową: H_0 o braku autokorelacji pierwszego rzędu, wobec hipotezy alternatywnej o autokorelacji dodatniej lub ujemnej,
- statystyka *Ke* testu serii – do badania rozkładu reszt, na jej podstawie weryfikowano hipotezę H_0 o rozkładzie losowym, wobec hipotezy alternatywnej o braku losowości,
- statystyka *JB* testu Jarque-Bera – do badania rozkładu reszt, na jej podstawie weryfikowano hipotezę H_0 o rozkładzie normalnym, wobec hipotezy alternatywnej o braku rozkładu normalnego

⁷⁶ W. Szkutnik, M. Balcerowicz-Szkutnik, Wstęp do metod ekonometrycznych... op. cit., s. 57.

- statystyka t testu symetrii –na jej podstawie weryfikowano hipotezę H_0 o symetryczności reszt, wobec hipotezy alternatywnej o braku symetryczności,
- statystyka LM testu White’a –na jej podstawie weryfikowane hipotezę H_0 o homoscedastyczności składnika losowego, wobec hipotezy alternatywnej o heteroscedastyczności.

Budowa modeli oraz ich analiza została opracowana z wykorzystaniem programu MS Excel, w tym jego funkcji statystycznych oraz pakietu Analiza danych – Regresja.

V.3 PROCEDURA POSTĘPOWANIA W METODYCE BADAŃ

Dla każdego segmentu i wyrobu modelowanie rozpoczęto od budowy trendu, tj. zmian badanego wyrobu w czasie z użyciem modeli liniowych i nieliniowych. Poszczególne trendy oznaczono literą T (T_{LN} – trend liniowy, T_P – trend potęgowy T_{WK} - trend wykładniczy, T_{LG} – trend logarytmiczny, T_{WM} – trend wielomianowy). Podstawą oceny dopasowania danego trendu do danych empirycznych był współczynnik R^2 . Pełny opis weryfikacyjny w niniejszej pracy dotyczył tylko modeli z najwyższym dopasowaniem. W końcowej analizie wybrane funkcje trendów zestawiono osobno w tabeli zbiorczej. Jednocześnie te modele posłużyły do prognozowania zużycia wyrobów stalowych. Prognozy wykonano na okres siedmiu lat (do 2025 r).

Następnym etapem badań było opracowanie modeli jednoczynnikowych. Przy każdym segmencie obliczono współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy badanym zużyciem wyrobu i czynnikami opisującymi działalność produkcyjną tego segmentów. Współczynnik Pearsona obliczono według wzoru 10:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (10)$$

W analizie statystycznej niniejszej pracy przyjęto następującą skalę:

- $0 < |r_{xy}| < 0,3$ korelacja nikła
- $0,3 < |r_{xy}| < 0,5$ korelacja niska
- $0,5 < |r_{xy}| < 0,7$ korelacja umiarkowana
- $0,7 < |r_{xy}| < 0,9$ korelacja wysoka
- $0,9 < |r_{xy}| < 1$ korelacja bardzo wysoka.

Dla poszczególnych modeli przejęto oznaczenie – $M_a Y_b S_c$, gdzie a oznacza numer modelu dla danego b wyrobu (w tym przypadku Y_2) i danego c segmentu ($S_{1..6,i}$). Dla poszczególnych modeli analizowano mierniki dopasowania oraz wykonano testy statystyczne

weryfikujące istotność oraz poprawność modeli, wymienione w rozdziale VI.1. Dla każdego sektora skonstruowano wiele modeli, a do prezentacji w pracy wybrano po kilka modeli z najlepszymi wskaźnikami dopasowania.

Na koniec etapu tworzenia modeli było opracowanie modeli wieloczynnikowych (ograniczono do dwóch, trzech czynników). Do budowania modeli wieloczynnikowych testowano 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.

Wybrane najlepsze modele opisano w kolejnym, VII rozdziale niniejszej pracy. Kolejnym etapem badań było przygotowanie na ich podstawie prognoz dla zużycia wyrobów stalowych w poszczególnych segmentach. Dla okresu 2019-2020 obliczono estymacje na podstawie znanych wartości czynników, a w kolejnych pięciu latach, do 2025 r. przyjęto założone wielkości czynników zgodnie z aktualnymi prognozami makroekonomicznymi dla Polski oraz przewidywaniami dla poszczególnych segmentów. Dla każdego modelu opisano prognozowane tendencje zużycia jawnego wybranego wyrobu.

Zaklasyfikowane prognozy w wybranych najlepszych modelach zestawiono w tabeli zbiorczej dla każdego z sektorów. Modele zbiorcze dla poszczególnych sektorów również poddano weryfikacji pod względem dopasowania do danych rzeczywistych. Najlepsze wybrane zbiorcze modele zastosowano następnie do oceny sytuacji na rynku danego wyrobu hutniczego. Prognoza zbiorcza będąca rezultatem badań opisuje wybrane wyroby hutnicze w kategoriach ich zapotrzebowania we poszczególnych segmentach rynku użytkowników stali oraz dla całego rynku krajowego.

VI PREZENTACJA UZYSKANYCH MODELI

VI.1 BLACHY OCYNKOWANE DLA SEKTORA BUDOWNICTWO

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_1 – zużycie blach ocynkowanych w sektorze budownictwo

Do opracowania modeli posłużyły dane przedstawione w tabeli 6. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w budownictwie. Najwyższy współczynnik determinacji otrzymano dla trendu logarytmicznego z najwyższym współczynnikiem determinacji ($R^2=0,9229$). Dopasowanie modelu do danych empirycznych jest bardzo dobre.

Tabela 5. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w budownictwie [w tonach]

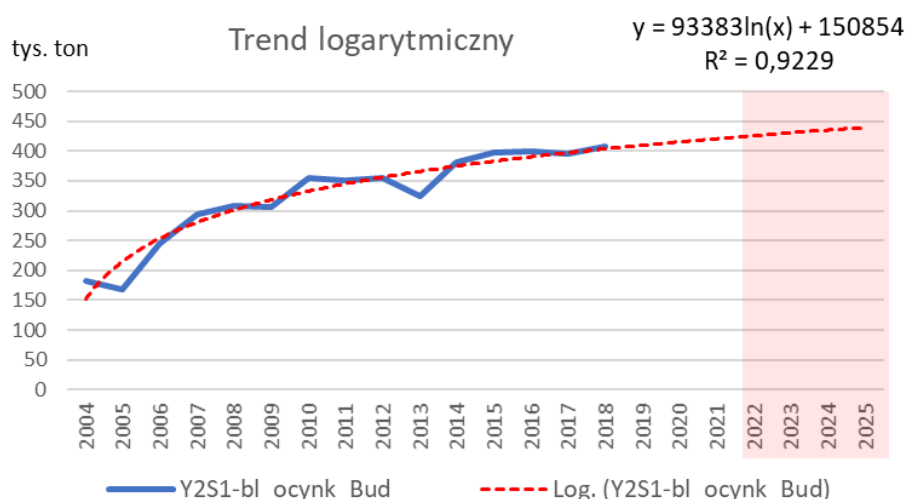
Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y2S1-bl_ocynk_Bud	182 043	168 508	244 916	294 562	308 294	306 214	354 656	350 062	354 239	324 254	380 794	396 714	399 643	396 160	407 078

$$T_{LG}Y_2S_1: y = 93383\ln(t) + 150854 \quad (11)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w budownictwie [tony]

t - czas

Dla wybranego najlepszego trendu (wzór 14) wyznaczono siedem kolejnych okresów prognozy (rysunek 24). Na podstawie funkcji logarytmicznej uzyskano w prognozie nieznaczny trend rosnący (ok. 1,4% wzrost na każdy rok).



Rys. 23. Prognoza na podstawie trendu logarytmicznego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie ($T_{LG}Y_2S_1$)

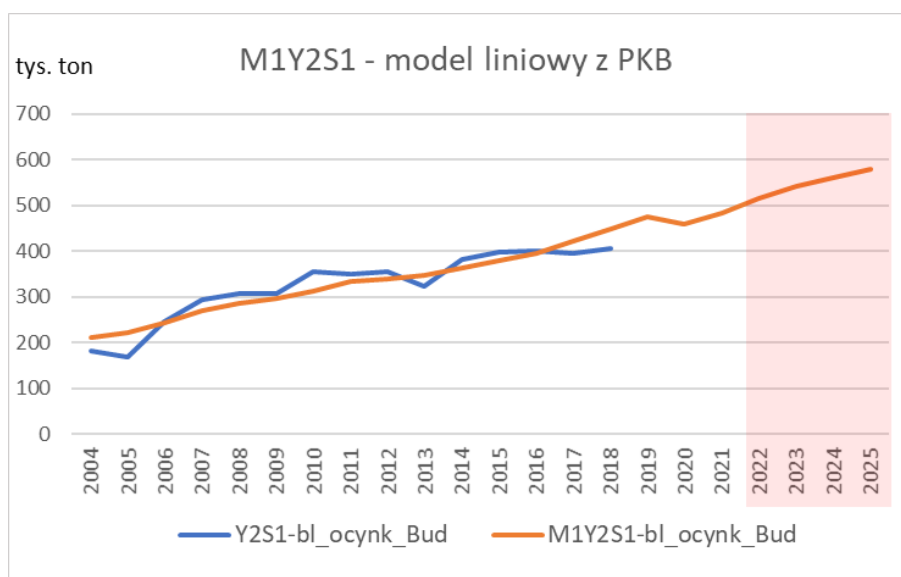
Do opracowania innych modeli korzystano z danych makroekonomicznych, sektorowych, wartościowych i ilościowych. Źródłem danych wtórnych były GUS, GUNB. Przed opracowaniem modeli jedno-składnikowych zbadano korelację za pomocą współczynnika Pearsona dla zmiennych, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom zmiennej badanej. Dla modeli liniowych użytecznymi okazały się parametry: PKB - $M_1Y_2S_1$, inwestycje – $M_2Y_2S_1$, oraz produkcja budowlano-montażowa – $M_3Y_2S_1$.

Dla danych makroekonomicznych silną korelację uzyskano z wielkością PKB ($r_p=0,93$). Dla wybranej zmiennej zastosowano model o postaci liniowej. Uzyskany model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 25.

$$M_1Y_2S_1: y = 0,2762x - 117084 \quad (12)$$

gdzie: x – PKB (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,8660$$



Rys. 24. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z PKB ($M_1Y_2S_1$)

Model $M_1Y_2S_1$ ma widoczną tendencję rosnącą. W prognozie przewidywany jest przeciętny wzrost na poziomie +3,9% od 2021 r., najwyższy w 2022 r. tj. 5,2%. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 87% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w budownictwie) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (wartość PKB). Dopasowanie modelu jest dobre. Na podstawie testu ze statystyką F, można przyjąć, że istnieje zależność liniowa. Wartości estymowane na podstawie modelu odchylają

się od wartości rzeczywistych o przeciętnie 29 tys. ton (odchylenie standardowe). Na podstawie współczynnika wyrazistości ($Se=0,09$), można uznać dopasowanie za dobre (wartość poniżej 0,1), model jest przewidywalny i może posłużyć do prognoz. Na podstawie testu t-Studenta ($t_{Stat} = 9,16$) stwierdzono istotność czynnika PKB, z prawdopodobieństwem $>99\%$. W tabeli 7 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1 Y_2 S_1$.

Tabela 6. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1 Y_2 S_5$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8660$	87% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8556$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=83,98$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,09$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x: t=9,16$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,05$ $DW<4-du$	Autokorelacja dodatnia reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,08$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=1,32$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=3,97$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

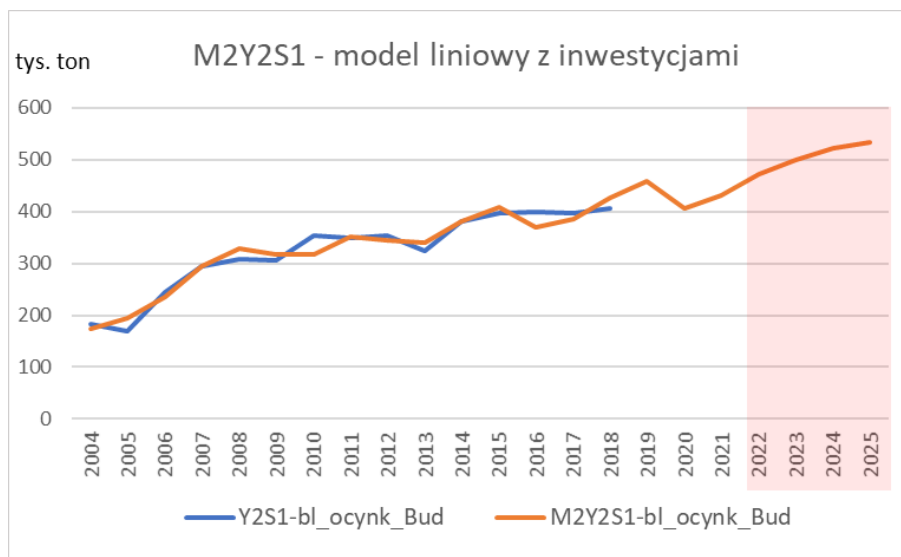
Z modelu wynika, że wzrost PKB o 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych w budownictwie o prawie 0,28 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zmiennej PKB. Model $M_2 Y_2 S_1$ nie spełnia wszystkich założeń, bo test wykazał autokorelację reszt pierwszego rzędu więc w prognozowaniu zużycia blach ocynkowanych w budownictwie może dawać niewłaściwe wyniki.

W kolejnym modelu wykorzystaną zmienną nakłady inwestycyjne brutto na środki trwałe. Uzyskany model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 26.

$$M_2 Y_2 S_1: y = 1,3369x - 74896 \quad (13)$$

gdzie: x – nakłady brutto na środki trwałe (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,9421$$



Rys. 25. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z inwestycjami ($M_2Y_2S_1$)

Model $M_2Y_2S_1$ ma tendencję rosnącą, z trzema okresami spadkowymi. W prognozie przewidywany jest spadek w 2020 roku oraz odbudowa zapotrzebowania od 2022 r. i dalszy wzrost, ale z coraz niższą dynamiką. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 94,2% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w budownictwie) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (nakłady na środki trwałe brutto). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre. Na podstawie testu ze statystyką $F=211$, można przyjąć, że istnieje zależność liniowa. Wartości estymowane na podstawie modelu odchylają się od wartości rzeczywistych o przeciętnie 19 tys. ton (odchylenie standardowe). Na podstawie współczynnika wyrazistości ($Se=0,06$), można uznać dopasowanie za dobre (wartość poniżej 0,1), model jest przewidywalny i może posłużyć do prognoz. Na podstawie testu t-Studenta ($tStat = 14,5$) stwierdzono istotność czynnika inwestycje, z prawdopodobieństwem $>99\%$. Z modelu wynika, że wzrost nakładów inwestycyjnych w gospodarce o 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych w budownictwie o 1,34 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Z powodu bardzo dobrego dopasowania ($R^2 > 0,9$) oraz stwierdzenia istotności zależności dla tego modelu wykonane dodatkowe testy weryfikujące. W tabeli 8 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_2Y_2S_1$.

Tabela 7. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9421$	94% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9377$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=211,6$	Istnieje zależność liniowa

cd. tabeli 6.

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0585$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_i: t=14,55$ $p<0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,41$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=5$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,866$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,11$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

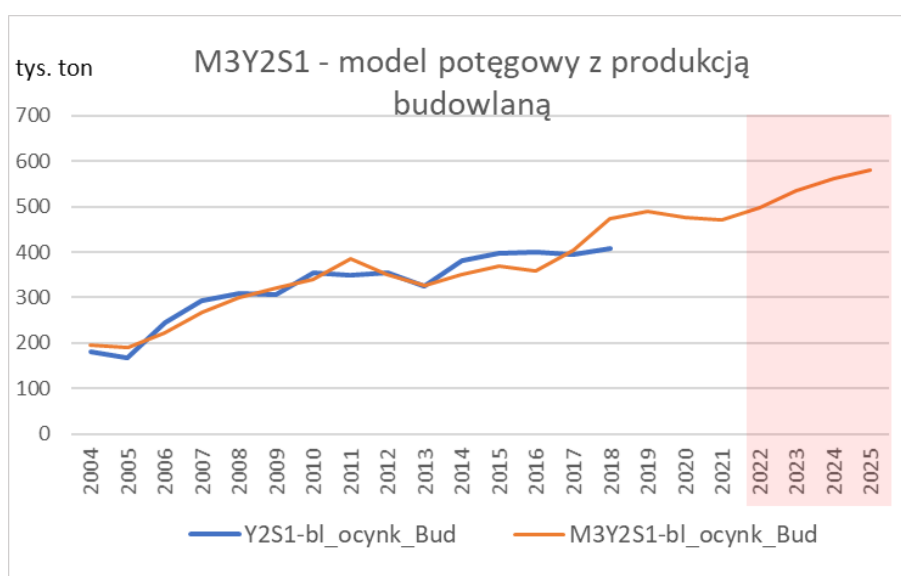
Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_2Y_2S_1$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych.

W ostatnim modelu jednoczynnikowy zastosowano jako czynnik wartość produkcji budowlano-montażowej, która bezpośrednio jest związana z zapotrzebowaniem na blachy w tym sektorze. Wartości dla modelu $M_3Y_2S_1$ przedstawiono na rysunku 27.

$$M_3Y_2S_1: y = 0,166 * x^{1,207} \quad (14)$$

gdzie: x – produkcja budowlano-montażowa (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,9405$$



Rys. 26. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z produkcją budowlaną ($M_3Y_2S_1$)

Model $M_3Y_2S_1$ ma tendencję rosnącą, z trzema okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest spadek w latach 2020-2021. Prognozy od 2022 r. przewidują wzrost z najwyższą dynamiką w 2023 r., a przeciętnie o 5% na rok. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 94% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w budownictwie) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (produkcja budowlana). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre oraz istnieje zależność liniowa ($F=123,3$). Wartości estymowane na podstawie modelu odchylają się od wartości rzeczywistych o przeciętnie 2,3 tys. ton (odchylenie standardowe), a dopasowanie można uznać za bardzo dobre ($Se=0,007$), model jest przewidywalny i może posłużyć do prognoz. Na podstawie testu t-Studenta ($t_{Stat} = 9,67$) stwierdzono istotność czynnika produkcja budowlano-montażowa, z prawdopodobieństwem $>99\%$. Z modelu wynika, że wzrost produkcji budowlano-montażowej o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych w budownictwie o 1,2% przy innych czynnikach nie zmienionych. W tabeli 9 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_3Y_2S_1$.

Tabela 8. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9406$	94% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,897$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=123,3$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,007$	Bardzo dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x: t=11,1$ $p<0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,53$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,097$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=8,0$ $LM > \chi^2$	Składnik losowy jest heteroscedastyczny

Z założeń modelowania ekonometrycznego większość została spełniona, poza brakiem homoscedastyczności składnika losowego, co może oznaczać brak jakiejś zmiennej lub nieprawidłową postać modelu. Model $M_3Y_2S_1$ ze względu na wysokie dopasowanie uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych.

Budując modele wieloczynnikowe użytecznymi na potrzeby prognozowania zużycia blach ocynkowanych w sektorze budownictwa) były wielkości opisujące: wielkość transportu krajowego ładunków, wielkość budynków oddanych do użytkowania. Opracowując jednowymiarowe modele dla tych czynników uzyskano dobre dopasowania, ale wyraźnie niższe od przedstawionych poprzednio. Dla uzyskania pełniejszego wyjaśnienia zmienności na podstawie tych czynników połączono niektóre zmienne.

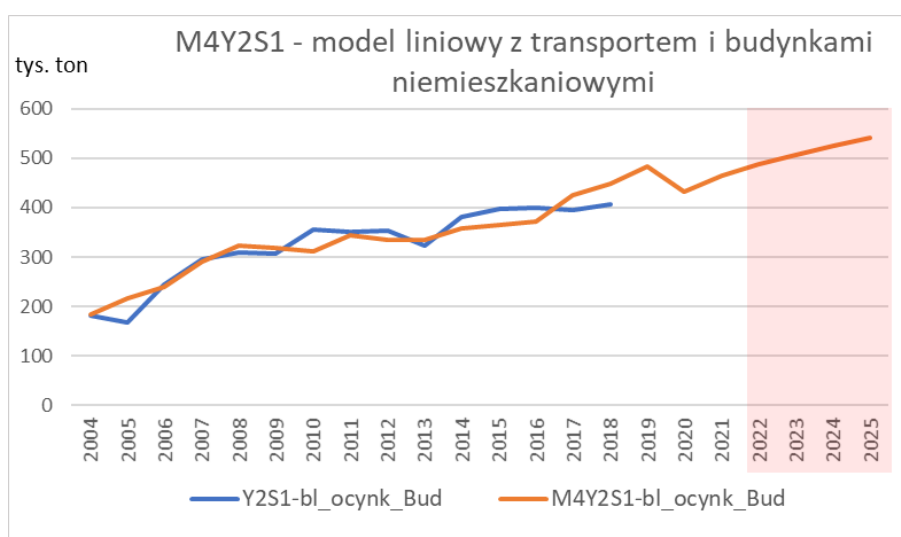
$$M_4Y_2S_1: y = 0,1888x_1 + 0,0015x_2 - 123304 \quad (15)$$

gdzie: x_1 – transport lądowy ładunków (w tys. ton),

x_2 – wielkość budynków niemieszkalnych oddanych do użytkowania (w m³)

$$R^2=0,8769$$

Wartości dla modelu $M_4Y_2S_1$ przedstawiono na rysunku 28.



Rys. 27. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z transportem i budynkami niemieszkalnymi ($M_4Y_2S_1$)

Model $M_4Y_2S_1$ ma tendencję rosnącą z dwoma okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 roku, a dalsze prognozy przewidują tendencję wzrostową z malejącą dynamiką od +7,6% w 2021 r. do +2,7% w 2025 r.. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 88% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w budownictwie) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynników (wielkość transportu ładunków i objętość budynków niemieszkalnych). Dopasowanie modelu jest dobre. Według modelu wzrost wielkości ładunków transportowanych drogą lądową (powiązany z działalnością przedsiębiorstw oraz aktywnością w segmencie budowy infrastruktury drogowej) o jeden tys. ton spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 189 kg. Wzrost wielkości oddanych budynków niemieszkalnych o 1m³ spowoduje wzrost zużycia tych blach

o 1,4kg. Ze względu na inne jednostki dokonano porównania siły wpływu za pomocą przeciętnej zmiany czynników na okres. Przy takim podejściu przeciętna zmiana wielkości transportu powodowała zmianę y o 16,9 tys. ton, a wielkości budynków niemieszkalnych o 14,0 tys. ton. W badanym okresie wpływ działalności związanej z transportem był o 20% większy niż działalności związanej z budynkami. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu obu zmiennych. Większość założeń zostało spełnionych (nie potwierdzono jedynie braku autokorelacji), więc model $M_4Y_2S_1$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w budownictwie. W tabeli 10 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_4Y_2S_1$

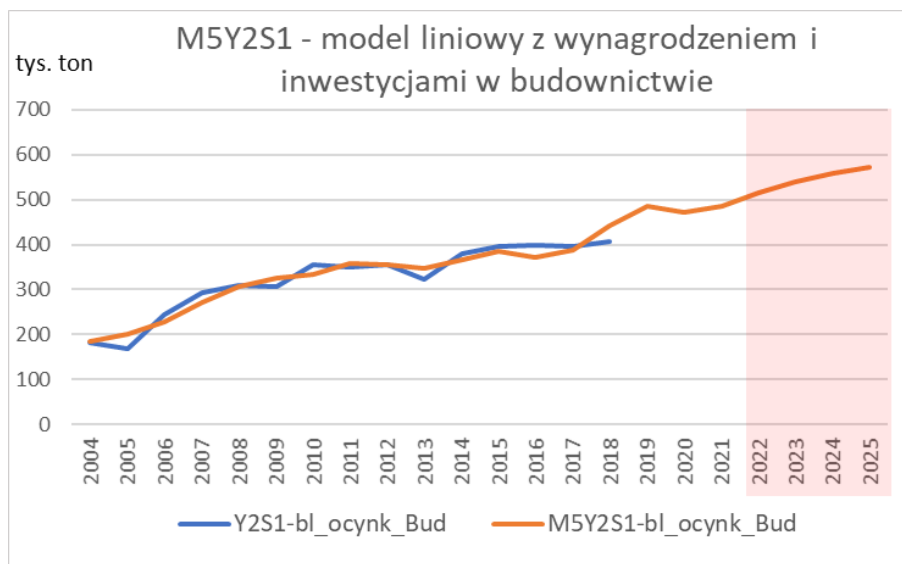
Tabela 9. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8769$	88% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8564$	Lepsze dopasowanie niż dla parametrów pojedynczo
Test dopasowania – statystyka F	$F=42,74$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0888$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=3,89$ $x_2: t=2,33$	Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>95\%$
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,52$ $dl < DW < du$	Brak decyzji o autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=6$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,46$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=3,97$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

$$M_5Y_2S_1: y = 54,1957x_1 + 3,7487x_2 - 36082 \quad (16)$$

gdzie: x_1 – przeciętne wynagrodzenie w budownictwie (w zł w cenach stałych z 2015 r.),
 x_2 – nakłady inwestycyjne w budownictwie (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,9327$$



Rys. 28. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z wynagrodzeniami i inwestycjami w budownictwie ($M_5Y_2S_1$)

Model $M_5Y_2S_1$ ma tendencję rosnącą z dwoma okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 roku, a w kolejnych latach prognozowana jest tendencja rosnąca z największym wzrostem o 2022 r. ok. 6,1%. Według modelu 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. Ze względu na inne jednostki dokonano porównania siły wpływu za pomocą przeciętnej zmiany czynników na okres. Przy takim podejściu przeciętna zmiana wielkości wynagrodzenia powodowała zmianę y o 10,4 tys. ton, a wielkości nakładów inwestycyjnych o 13,2 tys. ton. W badanym okresie wpływ działalności związanej z transportem był o 27% większy niż działalności związanej z budynkami. 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. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu obu zmiennych. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_5Y_2S_1$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w budownictwie. W tabeli 11 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_5Y_2S_1$.

Tabela 10. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9327$	93% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre i wyższe niż modelu M_4
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9214$	Lepsze dopasowanie niż dla parametrów pojedynczo. Lepsze dopasowanie niż dla modeli M_1 i M_3 , ale słabsze niż w M_2
Test dopasowania – statystyka F	$F=83,12$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,066$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=3,07$ $x_2: t=2,47$	Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>95\%$
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,96$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,03$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=7,527$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

VI.2 BLACHY OCYNKOWANE DLA SEKTORA PRODUKCJA WYROBÓW GOTOWYCH Z METALI

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_2 – zużycie blach ocynkowanych w sektorze produkcja wyrobów gotowych z metali

Do opracowania modeli w tym rozdziale posłużyły dane przedstawione w tabeli 12. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali. Najwyższy współczynnik determinacji otrzymano dla trendu logarytmicznego ($R^2=0,9114$). Dopasowanie modelu do danych empirycznych jest dobre.

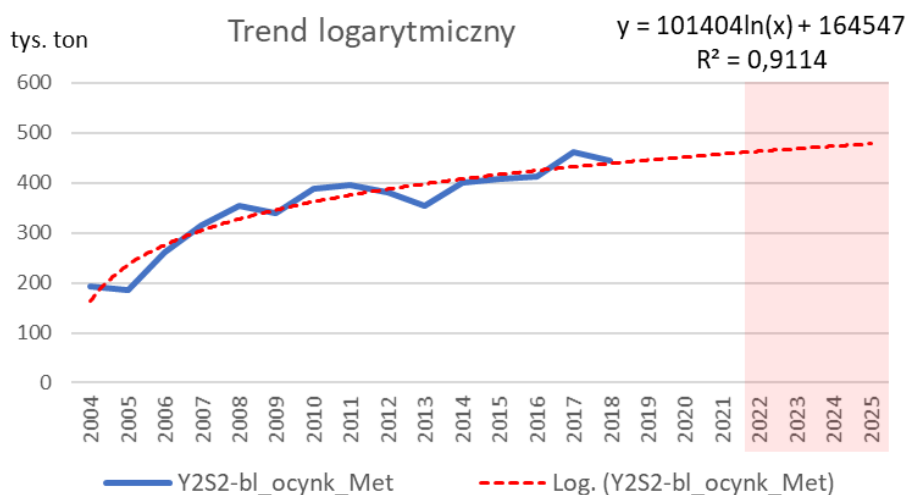
Tabela 11. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali [w tonach]

Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y2S2-bl_ocynk_Met	193 097	184 541	262 425	315 661	353 725	340 426	388 449	396 589	380 588	354 222	400 130	408 957	413 276	460 789	444 433

$$T_{LG}Y_2S_2: y = 101404\ln(t) + 164547 \quad (17)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali [tony]
 t - czas

Dla wybranego najlepszego trendu wyznaczono siedem okresów prognozy (rysunek 30). Na podstawie funkcji logarytmicznej uzyskano w prognozie krótkoterminowej nieznaczny trend rosnący (ok. 1,4% wzrost na każdy rok).



Rys. 29. Prognoza na podstawie trendu logarytmicznego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali ($T_{LG}Y_2S_2$)

Do badania korelacji za pomocą współczynnika Pearsona wyznaczono tylko te zmienne, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom zmiennej badanej. Większość z ich wykazała się co najmniej dobrą siłą korelacji np. dane makroekonomiczne: PKB, nakłady inwestycyjne, produkcja przemysłowa i budowlana oraz wielkości opisujące badany sektor: produkcja globalna, wartość dodana, produkcja sprzedana, zatrudnienie, wydajność produkcji, nakłady inwestycyjne (w tym na maszyny i urządzenia), środki trwałe, eksport i import. Na ich podstawie zbudowano modele liniowe i porównano wielkość dopasowania. Do dalszej analizy wybrano najlepsze modele ze względu na wysokość współczynnika R^2 oraz na dostępność i częstość publikowania danych. W tabeli 13 przedstawiono porównanie wielkości dopasowania poszczególnych modeli jednoskładnikowych, dla których uzyskano co najmniej umiarkowany wynik (tj. $>0,7$).

Tabela 12. Współczynnik R^2 dla modeli jednoskładnikowych opisujących zużycie blach w przemyśle wyrobów gotowych z metali

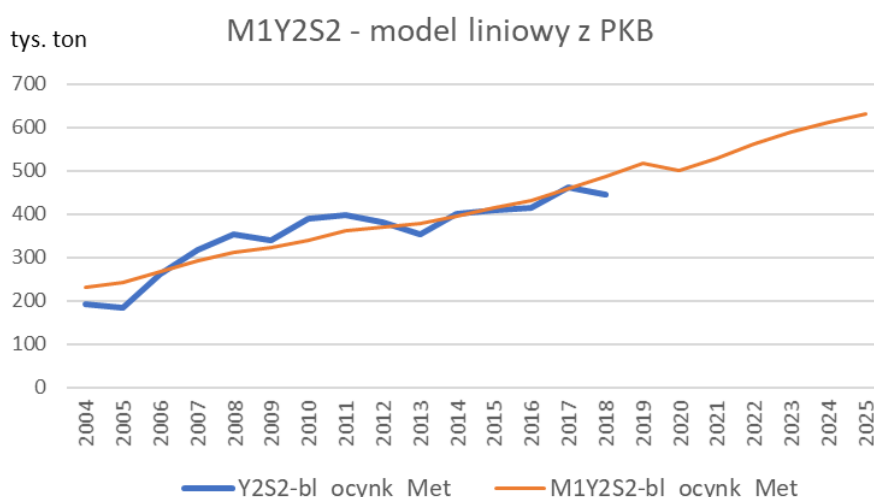
Nazwa zmiennej objaśniającej	R^2 dla modelu liniowego	R^2 dla modelu potęgowego	R^2 dla modelu logarytmicznego
Produkcja sprzedana przemysłu wyrobów gotowych z metali	0,789	0,824	0,881
Produkcja sprzedana Przemysłu ogółem	0,852	0,849	0,902
Zatrudnienie w przemyśle wyrobów gotowych z metali	0,878	0,863	0,912
Wydajność wg wartości dodanej w przemyśle wyrobów gotowych z metali	0,822	0,826	0,881
Wydajność wg produkcji sprzedanej w przemyśle wyrobów gotowych z metali	0,786	0,772	0,731
Nakłady inwestycyjne w przemyśle wyrobów gotowych z metali		0,746	0,762
Środki trwałe w przemyśle wyrobów gotowych z metali	0,772	0,799	0,861
PKB Polski	0,856	0,837	0,895
Nakłady na środki trwałe brutto ogółem	0,929	0,945	0,938
Zużycie płyt wiórowych w przemyśle wyrobów gotowych z metali		0,749	0,726

Z uzyskanych modeli jednoczynnikowych do szczegółowej prezentacji wybrano parametry z najwyższym dopasowaniem dla każdego z rodzajów modeli: liniowy z PKB - $M_1Y_2S_2$, potęgowy z nakładami inwestycyjnymi – $M_2Y_2S_2$, oraz logarytmiczny z zatrudnienie w sektorze – $M_3Y_2S_2$.

$$M_1Y_2S_2: y = 0,300x - 126716 \quad (18)$$

gdzie: x – produkt krajowy brutto (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,8562$$



Rys. 30. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z PKB ($M_1Y_2S_2$)

Model ma widoczną stałą tendencję rosnącą. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 roku, a następnie prognozowany jest wzrost, najwyższy w 2022 r. +6,4%. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 85,6% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (wartość PKB). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost PKB o 1 mln zł spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 0,3 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu PKB. W tabeli 14 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1Y_2S_2$.

Tabela 13. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_2$

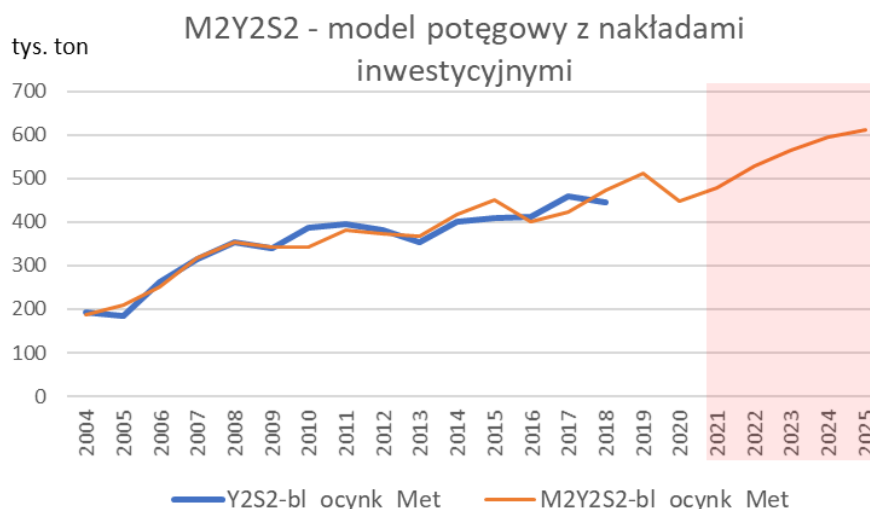
Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8562$	85,6% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8452$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=60,93$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0925$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=8,79$ $p<0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=0,86$ $DW<dl$	Autokorelacja dodatnia

Model $M_1Y_2S_1$ nie spełnia wszystkich założeń, bo test wykazał autokorelację reszt pierwszego rzędu, podobnie jak w przypadku sektora budownictwo, wyniki prognoz mogą nie być wiarygodne.

$$M_2Y_2S_1: y = 0,0206 * x^{1,32} \quad (19)$$

gdzie: x – nakłady brutto na środki trwałe (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,9447$$



Rys. 31. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z inwestycjami ($M_2Y_2S_2$)

Model $M_2Y_2S_2$ ma tendencję rosnącą, z trzema okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest wyraźny spadek w 2020 roku, po którym prognozowane jest stopniowe odbudowanie zapotrzebowania do 2022 r. i następnie wzrost z malejącą dynamiką. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 94,5% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metalu) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (nakłady na środki trwałe brutto). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre. Z modelu wynika, że wzrost nakładów inwestycyjnych o 1% spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 1,32% tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu inwestycji. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_2Y_2S_2$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali. W tabeli 15 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_2Y_2S_2$.

Tabela 14. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9447$	94% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9719$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=222,1$	Istnieje zależność liniowa

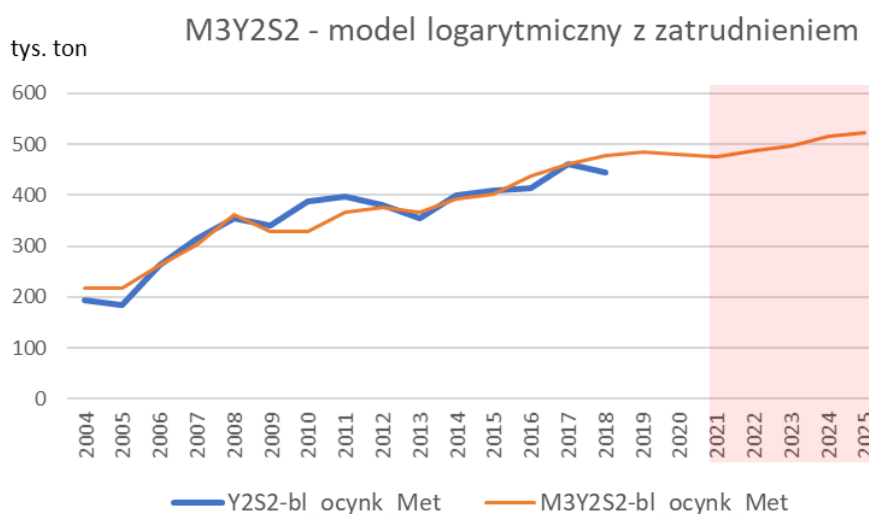
cd. tabeli 13.

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0054$	Bardzo dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_i: t=14,90$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,099$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=8$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,024$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,65$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

$$M_3Y_2S_2: y = 580070 * \ln x - 2855683 \quad (20)$$

gdzie: x – przeciętne zatrudnienie w przedsiębiorstwach z przemysłu wyrobów gotowych z metali (w tys.)

$$R^2=0,9115$$



Rys. 32. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji logarytmicznej z zatrudnieniem ($M_3Y_2S_1$)

Model $M_3Y_2S_1$ ma tendencję rosnącą, z dwoma okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 i 2021 roku, a w kolejnych latach przewidywany jest łagodna tendencja wzrostowa. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 91% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metalu) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (zatrudnienie w tym sektorze).

Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że w sektorze metalowym wzrost zatrudnienia o 1 osobę spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 0,7 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu inwestycji. W tabeli 16 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_3Y_2S_2$.

Tabela 15. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9115$	91% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9547$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=134$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,07$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=11,57$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,17$ $dl < DW < du$	Brak decyzji o autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=2,70$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White'a	$LM=0,2$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_3Y_2S_2$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych.

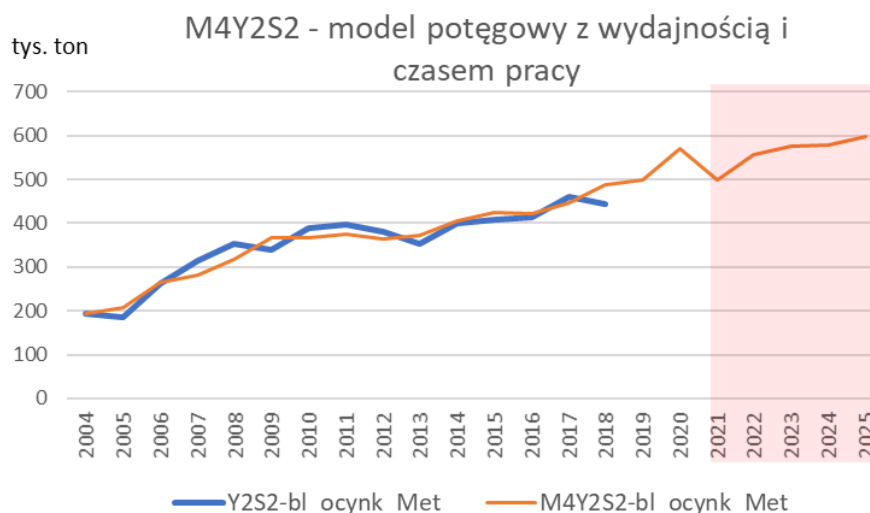
Budując modele wieloczynnikowe użytecznymi na potrzeby prognozowania zużycia blach ocynkowanych w sektorze produkcja wyrobów gotowych z metali były wielkości opisujące: zużycie produktów energetycznych, wydajność w sektorze, handel zagraniczny wyrobami sektora. Opracowując jednowymiarowe modele dla tych czynników uzyskano dobre dopasowania, ale wyraźnie niższe od przedstawionych poprzednio. Dla uzyskania pełniejszego wyjaśnienia zmienności na podstawie tych czynników połączono niektóre zmienne.

$$M_4Y_2S_2: y = 4,59^{39} * x_1^{0,864} * x_2^{-11,04} \quad (21)$$

gdzie: x_1 – wydajność pracy w sektorze 2 mierzona jako wartość dodana na jednego zatrudnionego (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.),

x_2 – roczny czas pracy na jednego zatrudnionego w sektorze 2 (w godzinach)

$$R^2=0,939$$



Rys. 33. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z wydajnością i czasem pracy w sektorze ($M_4Y_2S_2$)

Model $M_4Y_2S_2$ ma tendencję rosnącą, z trzema okresami spadkowymi. W estymacji przewidywany jest spadek w 2021 roku, a następnie odbudowa w 2022 r. i w kolejnych latach przewidywany jest łagodna tendencja wzrostowa. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 91% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metalu) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (zatrudnienie w tym sektorze). Dopasowanie modelu jest dobre. Według modelu wzrost wydajności w produkcji wyrobów gotowych z metali o 1% liczonej według wartości dodanej na pracownika spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 0,86%. Wzrost czasu pracy jednego pracownika o 1% spowoduje spadek zużycia tych blach o 11% przy innych czynnikach nie zmienionych. Z modelu 4 wynika, że kwestia większego wykorzystania blach wiąże się z automatyzacją pracy i zastępowaniem siły roboczej przez maszyny, co również zwiększa wydajność. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu wydajności i czasu pracy. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_4Y_2S_2$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali. W tabeli 17 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_4Y_2S_2$.

Tabela 16. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9394$	94% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R2	$R^2_d=0,9692$	Lepsze dopasowanie niż dla modeli 1, 2 i 3
Test dopasowania – statystyka F	$F=93,04$	Zależność liniowa $p>99\%$
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0058$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t	$x_1: t=12,57$ $x_2: t=-4,75$	Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>95\%$
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=1,81$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=8$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,31$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=3,02$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

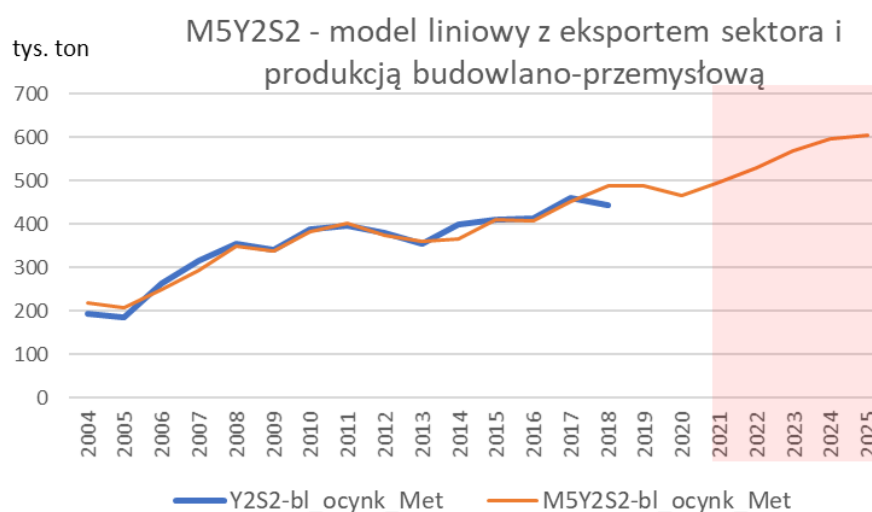
$$M_5Y_2S_2: y = -9,91x_1 + 0,679x_2 - 238788 \quad (22)$$

gdzie:

x_1 – eksport przemysłu wyrobów gotowych z metali (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

x_2 – produkcja sprzedana budownictwa i przemysłu (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,9454$$



Rys. 34. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z eksportem sektora i krajową produkcją budownictwa i przemysłu ($M_5Y_2S_2$)

Według modelu $M_5Y_2S_2$ wzrost wartości eksportu towarów z sektora wyrobów gotowych z metali o 1 mln zł spowoduje spadek zużycia blach ocynkowanych o 9,9 tony. Wzrost produkcji w krajowych przedsiębiorstwach budowlanych i przemysłowych o 1 mln zł spowoduje wzrost zużycia tych blach o 0,68 tony. Dla ułatwienia porównania obliczono przeciętną wartość eksportu w badanym okresie (25,8 mln zł) i przeciętną wartość produkcji budowlano-przemysłowej (1247,7 mln zł). Przy takim podejściu przeciętna zmiana wielkości x_1 powodowała zmianę y o -20,8 tys. ton, a wielkości x_2 o 40 tys. ton. W badanym okresie wpływ działalności krajowej był prawie dwukrotnie większy niż eksportu wyrobów sektora S_2 . Z modelu wynika, że popyt krajowy generuje wzrost zapotrzebowanie sektora na blachy ocynkowane, a popyt zagraniczny jego spadek (co również potwierdziły inne modele zawierające ten czynnik np. m.in. dostawy krajowe (parametr dodatni) i eksport sektora S_2 (parametr ujemny). Te informacje wskazują, że produkcja wyrobów metalowych z zastosowaniem blachy ocynkowanej jest nastawiona głównie na rynek krajowy, a towary eksportowe zawierają mniej tego materiału. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu czynników. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_5Y_2S_2$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali. W tabeli 18 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_5Y_2S_2$.

Tabela 17. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5Y_2S_2$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9454$	94,5% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre i wyższe niż modelu M_4
Dopasowany R2	$R^2_d=0,9723$	Lepsze dopasowanie niż dla parametrów pojedynczo. Lepsze dopasowanie niż dla modeli 1-4.
Test dopasowania – statystyka F	$F=103,9$	Zależność liniowa $p>99\%$
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,059$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t	$x_1: t=-3,96$ $x_2: t=7,30$	Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>99\%$
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,72$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=11$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,63$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=1,32$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=6,87$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

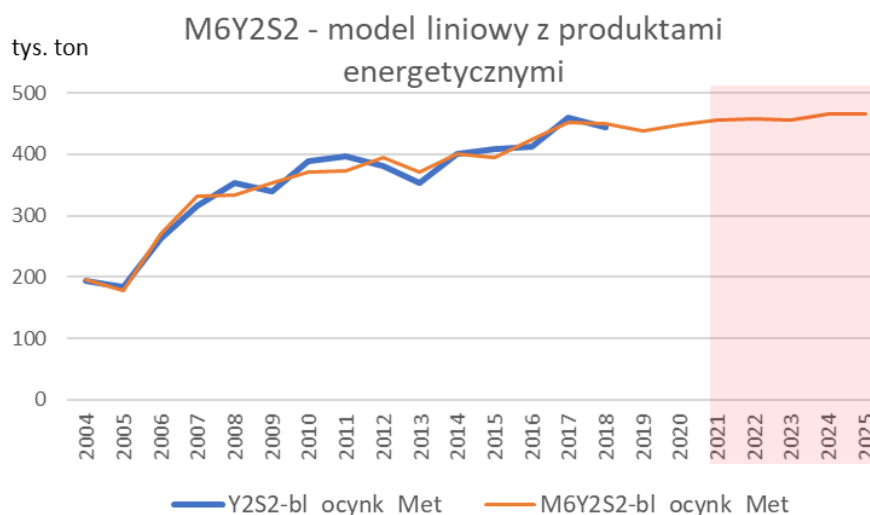
$$M_6Y_2S_2: y = -122,2x_1 - 117,4x_2 + 22,2x_3 + 523347 \quad (23)$$

gdzie: x_1 – zużycie oleju napędowego w produkcji sektora S_2 (w TJ),

x_2 – zużycie węgla kamiennego energetycznego w produkcji sektora S_2 (w TJ),

x_3 – zużycie gazu ziemnego wysokometanowego w produkcji sektora S_2 (w TJ)

$$R^2=0,9721$$



Rys. 35. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów z metali na podstawie funkcji liniowej z zużyciem oleju napędowego, węgla i gazu ($M_6Y_2S_1$)

Wybrane produkty energetyczne stanowią ok. 45% zużycia w sektorze 2, kolejne 45% stanowi energia elektryczna, która jednak nie wpływa istotnie na wielkość wykorzystania blach ocynkowanych, a pozostałe produkty mają niewielki udział. Z modelu $M_6Y_2S_1$ wynika, że wzrost wielkości zużycia oleju napędowego i węgla kamiennego spowoduje spadek zużycia blach, a wzrost gazu ziemnego spowoduje wzrost zużycia blach przy innych czynnikach nie zmienionych. Zależność dodatnia z zużyciem gazu ziemnego może wynikać, z używanych w sektorze 2 maszyn do przetwórstwa blach wykorzystujących ten rodzaj paliwa. Model jest trudny do użycia w prognozowaniu, ze względu na znaczne opóźnienie publikacji danych dla czynników. Aby przygotować prognozy posłużono się wielkością prognozowanej produkcji w sektorze 2 i stałymi współczynnikami zużycia jednostkowego produktów energetycznych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zużycia produktów energetycznych tj. olej napędowy, węgiel i gaz. Większość założeń zostało spełnionych, jedynie brak decyzji o wykluczeniu autokorelacji, więc model $M_6Y_2S_2$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali. W tabeli 19 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_6Y_2S_2$.

Tabela 18. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_6Y_2S_1$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9721$	97,2% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre i wyższe niż modelu M_5
Dopasowany R2	$R^2_d=0,9859$	Lepsze dopasowanie niż dla parametrów pojedynczo. Lepsze dopasowanie niż dla modeli 1-5.
Test dopasowania – statystyka F	$F=127,6$	Zależność liniowa $p>99\%$
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,04$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t	$x_1: t=-2,5$ $x_2: t=-10,6$ $x_3: t=2,91$	Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>99\%$ Parametr istotny $p>99\%$
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,52$ $4-dl>DW>4-du$	Brak decyzji o autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=11$ $K_1\leq Ke\leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,37$ $JB\leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t<t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=10,7$ $LM<\chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

VI.3 BLACHY OCYNKOWANE DLA SEKTORA MASZYN I URZĄDZEŃ

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_3 – zużycie blach ocynkowanych w sektorze maszynowym

Do opracowania modeli w tym rozdziale posłużyły dane przedstawione w tabeli 20. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym.

Tabela 19. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze produkcja maszyn i urządzeń [w tonach]

Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y2S3-bl_ocynk_Masz	92 719	91 271	127 864	139 988	126 907	133 326	122 237	127 576	118 019	134 677	136 803	139 119	155 089	179 089	187 959

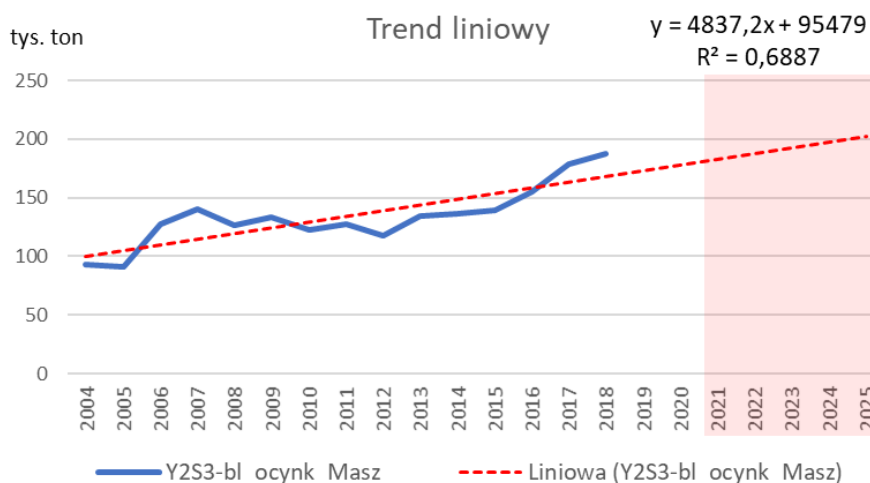
Najwyższy współczynnik determinacji otrzymano dla trendu wielomianowego drugiego stopnia ($R^2=0,72$). Ponieważ poziom dopasowania dla wszystkich trendów nie był dostatecznie wysoki, dlatego do prognozowania wybrano najprostszy trend liniowy, dla którego otrzymano średni poziom dopasowania modelu do danych empirycznych ($R^2=0,69$).

$$T_{LN}Y_2S_3: y = 4837,2t + 95479 \quad (24)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w sektorze maszynowym [tony]

t - czas

Dla wybranego trendu wyznaczono siedem okresów prognozy (rysunek 37). Na podstawie funkcji liniowej uzyskano w prognozie niewielki trend rosnący (ok. 2,8% wzrost na każdy rok).



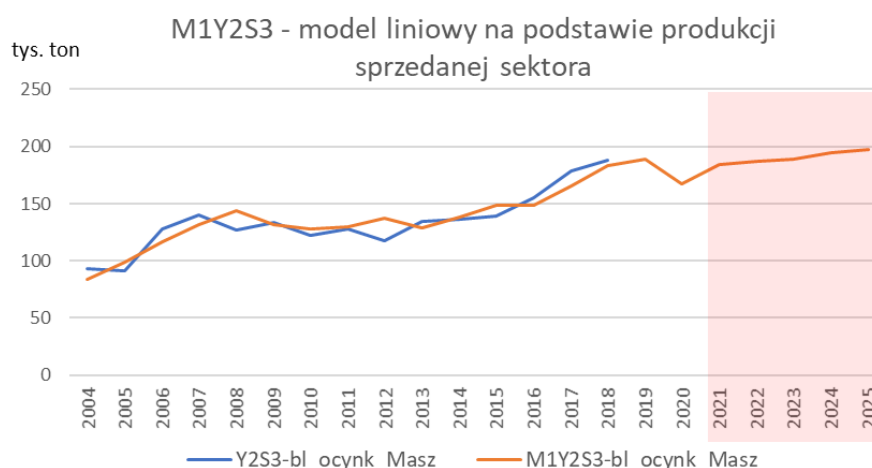
Rys. 36. Prognoza na podstawie trendu liniowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym ($T_{LN}Y_2S_3$)

Do opracowania innych modeli korzystano z danych makroekonomicznych oraz danych opisujących działalność produkcyjną sektora. Przed opracowaniem modeli jedno-składnikowych zbadano korelację za pomocą współczynnika Pearsona dla zmiennych, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom zmiennej badanej. Dla danych ściśle związanych z wielkością produkcji najwyższą korelację uzyskano dla produkcji sprzedanej całego sektora maszynowego ($r_p=0,92$). Najwyższy poziom dopasowania tej zmiennej odnotowano dla modelu o postaci liniowej. Uzyskany z tą zmienną model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 38.

$$M_1Y_2S_3: y = 3,228x + 9778,2 \quad (25)$$

gdzie: x – produkcja sprzedana sektora: produkcja maszyn i urządzeń (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

$$R^2=0,8501$$



Rys. 37. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną produkcja sprzedana ($M_1Y_2S_3$)

Model $M_1Y_2S_3$ ma tendencję rosnącą widoczną w okresach 2004-2008 oraz 2017-2018. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2008 r. oraz 2012 r. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 roku, a następnie prognozowana jest stopniowa odbudowa w kolejnych trzech latach do poziomu z 2019 r. oraz dalszy wzrost. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 85% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (produkcja sprzedana sektora maszyn i urządzeń). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost produkcji w sektorze maszynowym o wartości 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 3 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zmiennej produkcja sprzedana. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_1Y_2S_3$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym. W tabeli 21 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1Y_2S_3$

Tabela 20. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_3$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8501$	85% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9220$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=73,7$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,078$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=8,59$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=2,34$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt

cd. tabeli 21

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,046$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,326$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Sektor maszynowy charakteryzuje wysoki poziom stalochłonności we wszystkich jego segmentach (m.in. maszyny ogólnego przeznaczenia, maszyny rolnicze i pozostałe maszyny specjalnego przeznaczenia), chociaż stosunkowo najniższy udział stali odnotowuje segment produkcji narzędzi. Analiza korelacji również wykazała wysoki poziom zależności (od $r=0,7$ do $r=0,89$) w większości segmentów poza niskim w produkcji narzędzi ($r=0,3$). Model wieloczynnikowy dla wybranych obszarów przemysłu maszynowego nie uzyskał jednak wyższego poziomu dopasowania niż dla sektora ogółem. Ponadto poszczególne zmienne uzyskały w teście t-studenta wynik świadczący o braku istotności tych zmiennych. Wyniki analizy segmentowej przedstawiono w tabeli 22.

Tabela 21. Wyniki regresji liniowej dla zużycie blach ocynkowanych w produkcji maszyn i urządzeń na podstawie produkcji poszczególnych segmentów w sektorze maszynowym

Statystyki regresji									
Wielokrotność R	0,905084								
R kwadrat	0,819177								
Dopasowany R kwadrat	0,746847								
Błąd standardowy	13115,3								
Obserwacje	15								
ANALIZA WARIANCJI									
		df	SS	MS	F	Istotność F			
Regresja		4	7,79E+09	1,95E+09	11,32565	0,000985			
Resztkowy		10	1,72E+09	1,72E+08					
Razem		14	9,51E+09						
		Współczynnik standardowy	t Stat	Wartość-p	Dolne 95%	Górne 95%	Dolne 95,0%	Górne 95,0%	
Przecięcie		35277,16	33128,31	1,064864	0,311973	-38537,3	109091,6	-38537,3	109091,6
produkcja maszyn ogólnego przeznaczenia		2,275283	2,900222	0,78452	0,450919	-4,18682	8,737381	-4,18682	8,737381
produkcja pozostałych maszyn ogólnego		12,59925	6,360714	1,980792	0,075773	-1,5733	26,77181	-1,5733	26,77181
produkcja maszyn dla rolnictwa i leśnictwa		3,676288	13,34731	0,275433	0,788591	-26,0634	33,41594	-26,0634	33,41594
produkcja pozostałych maszyn specjalnego przeznaczenia		-4,27634	7,14031	-0,5989	0,562559	-20,1859	11,63326	-20,1859	11,63326

Wśród zmiennych charakteryzujących działalność produkcyjną sektora niski poziom korelacji odnotowano w przypadku: zatrudnienia, wykorzystania energii oraz nakładów inwestycyjnych. Wyższe dopasowanie było natomiast w przypadku zmiennych: środki trwałe ($r=0,87$) oraz zużycie płyt wiórowych w sektorze ($r=0,77$). Najlepszy zaś wynik w przypadku

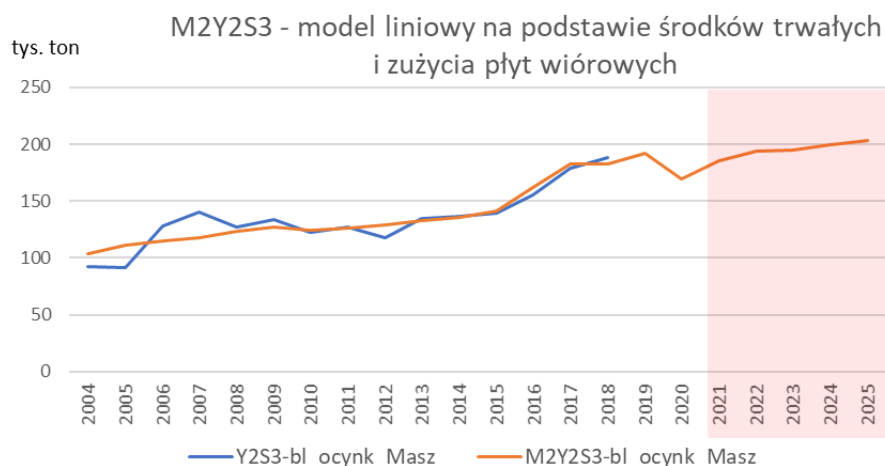
modelu uzyskano łącząc te dwie zmienne dla funkcji liniowej ($R^2=0,85$). Wyniki dla tego modelu oraz prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 39.

$$M_2Y_2S_3: y = 4,49x_1 + 1,98x_2 + 31144,2 \quad (26)$$

gdzie: x_1 – wartość brutto środków trwałych w przemyśle maszynowym (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

x_2 – zużycie płyt wiórowych w produkcji maszyn i urządzeń (w m^3)

$$R^2=0,8457$$



Rys. 38. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: środki trwałe i zużycie płyt wiórowych w sektorze ($M_2Y_2S_3$)

Model $M_2Y_2S_3$ ma łagodną tendencję rosnącą do 2015 r., a następnie dynamika przyspiesza w kolejnych dwóch okresach. Spadek widoczny jest w 2018 r. oraz w estymacji na 2020 r. W prognozie widoczna jest tendencja rosnąca z najwyższą dynamiką (+9%) w 2021 r. a najniższą (+1%) w 2023 r. Najwyższy poziom wartości estymowanej jest w 2019 r. Największy poziom odchylenia od danych empirycznych odnotowano w początkowym okresie tj. do 2007 r. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 85% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynników (wartość środków trwałych oraz zużycie płyt wiórowych). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost wartości środków trwałych w sektorze maszynowym o wartości 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 4,5 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Wzrost zużycia materiału płyty wiórowe o 1 m^3 w przemyśle maszynowym spowoduje zwiększenie zapotrzebowania na blachy o 2 tony. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu obu

zmiennych objaśniających. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_2Y_2S_3$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym. W tabeli 23 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_2Y_2S_3$

Tabela 22. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_3$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8457$	85% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9196$	Dopasowanie dobre ale niższe niż dla M_1
Test dopasowania – statystyka F	$F=32,9$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0824$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=4,39$ $p>0,99$	Parametr x_1 istotny
	$x_2: t=2,64$ $p>0,95$	Parametr x_2 istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=1,59$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=8$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,74$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,97$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

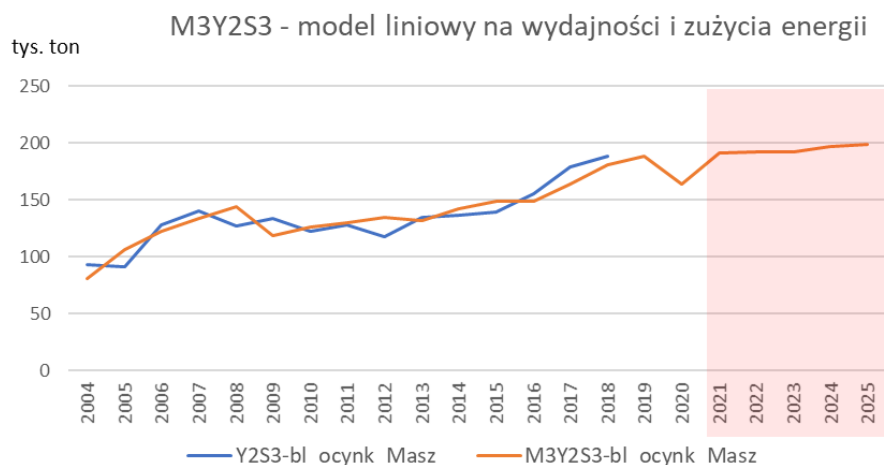
Przy badaniu korelacji czynników produkcyjnych ze zużyciem blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym odnotowano niskie skorelowanie ze zmienną zatrudnienie, ale wysokie ze zmienną wydajność produkcji na jednego zatrudnionego. Model jednoczynnikowy dla tego składnika dał umiarkowanie dobre dopasowanie ($R^2=0,72$). Przy dobrze drugiej zmiennej do modelu użyteczne okazało się włączenie zmiennej zużycie energii elektrycznej w sektorze. Wyniki dla tego modelu oraz prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 40.

$$M_3Y_2S_3: y = 353,27x_1 + 20,78x_2 - 61523,5 \quad (27)$$

gdzie: x_1 – wydajność produkcji sprzedanej na jednego zatrudnionego w przemyśle maszynowym (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

x_2 – zużycie energii elektrycznej w produkcji maszyn i urządzeń (w TJ)

$$R^2=0,8198$$



Rys. 39. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: wydajność pracy i zużycie energii elektrycznej w sektorze ($M_3Y_2S_3$)

Model $M_3Y_2S_3$ ma wyraźną tendencję rosnącą na początku okresu do 2008 r., a następnie głęboki spadek i w kolejnych siedmiu okresach dynamika jest wolniejsza, a przyspiesza od 2017 r. Drugi głęboki spadek widoczny jest w estymacji na 2020 r., po którym następuje szybka odbudowa. W 2023 r. prognozowany jest nieznaczny spadek, a następnie dalszy wzrost i najwyższa wartość w 2025 r. Największy poziom odchyień od danych empirycznych odnotowano w trzech okresach tj. 2005, 2008 i 2012 r. i w każdym przypadku reszty są ujemne. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 82% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynników (wydajność produkcji na zatrudnionego oraz zużycie energii elektrycznej). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost wydajności w przemyśle maszynowym o wartości 1 tys. zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 353 tony przy innych czynnikach nie zmienionych. Wzrost zużycia energii elektrycznej o 1 TJ w przemyśle maszynowym spowoduje zwiększenie zapotrzebowania na blachy o 21 ton. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu obu zmiennych objaśniających. Większość założeń zostało spełnionych (nie potwierdzony jedynie brak ani istnienie autokorelacji), więc model $M_3Y_2S_3$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym. W tabeli 24 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_3Y_2S_3$.

Tabela 23. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_3$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8198$	82% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9054$	Dopasowanie dobre ale niższe niż dla M_1 i M_2
Test dopasowania – statystyka F	$F=27,3$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0891$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=7,39$ $p>0,99$	Parametr x_1 istotny
	$x_2: t=2,51$ $p>0,95$	Parametr x_2 istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=2,67$ $4-du < DW < 4-dl$	Obszar niekonkluzywności
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,02$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=5,68$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

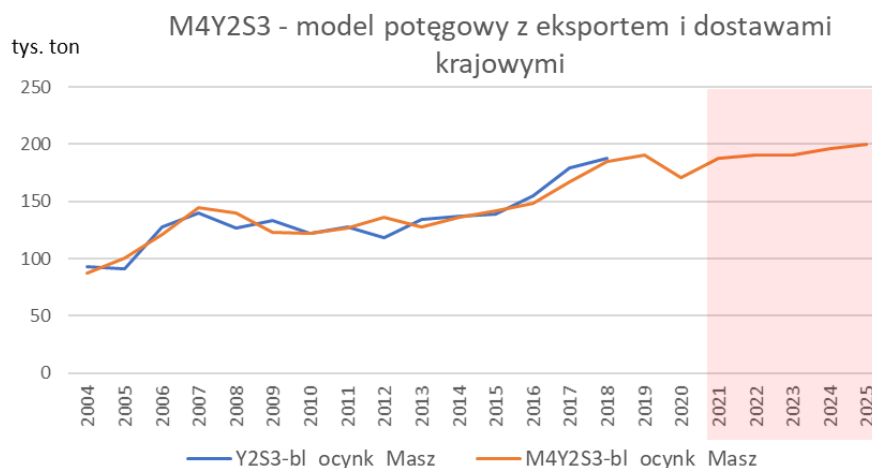
Do analizy zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym włączono również produkcję z podziałem na wartość przeznaczoną na eksport oraz dostawy krajowe. W przypadku modeli jednoczynnikowych uzyskano dobre dopasowanie. Więcej informacji oraz poprawę wyników dopasowania uzyskano w przypadku połączenia tych zmiennych, dla których zastosowano model potęgowy. Wyniki estymacji dla tego modelu oraz prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 41.

$$M_4Y_2S_3: y = 2,702 * x_1^{0,702} * x_2^{0,226} \quad (28)$$

gdzie: x_1 – wartość produkcji maszyn i urządzeń przeznaczonej na eksport (w mln zł)

x_2 – wartość produkcji maszyn i urządzeń przeznaczonej do sprzedaży krajowej (w mln zł)

$$R^2=0,8820$$



Rys. 40. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji potęgowej ze zmiennymi: wartość eksportu o dostaw krajowych tego sektora ($M_4Y_2S_3$)

Model $M_4Y_2S_3$ ma wyraźną tendencję rosnącą na początku okresu do 2007 r., dwa okresy spadkowe tj. 2008-2009 oraz 2013 r. Łagodniejsza tendencja wzrostowa w latach 2010-2016 oraz szybsza w ostatnim okresie. Najgłębszy spadek widoczny jest w estymacji na 2020 r., po którym następuje szybka odbudowa, a następnie od 2022 r. łagodna tendencja wzrostowa. Najwyższy poziom wartości estymowanej jest prognozowany w 2019 a później ten sam poziom 2022 r. Największy poziom odchylenia od danych empirycznych odnotowano w dwóch okresach tj. 2008 i 2012 r. i w obu przypadkach reszty są ujemne. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 88% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynników (eksport produkcji sektora i dostawy krajowe). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost eksportu przemysłu maszynowego o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 0,7% przy innych czynnikach nie zmienionych. Wzrost sprzedaży krajowej przemysłu maszynowego o 1% spowoduje zwiększenie zapotrzebowania na blachy o 0,2%. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu obu zmiennych objaśniających. Większość założeń zostało spełnionych (nie potwierdzony jedynie brak ani istnienie autokorelacji), więc model $M_4Y_2S_3$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym. W tabeli 25 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_4Y_2S_3$.

Tabela 24. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4Y_2S_3$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8820$	88% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9391$	Dopasowanie dobre i wyższe niż dla M_1 M_2 i M_3
Test dopasowania – statystyka F	$F=44,8$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,006$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=4,84$ $p>0,99$	Parametr x_1 istotny
	$x_2: t=1,89$ $p>0,9$	Parametr x_2 istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=2,85$ $4-du < DW < 4-dl$	Obszar niekonkluzywności
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=9$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,86$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=1,75$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

VI.4 BLACHY OCYNKOWANE DLA SEKTORA MOTORYZACYJNEGO

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_4 – zużycie blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym (produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep)

Do opracowania modeli w tym rozdziale posłużyły dane przedstawione w tabeli 26. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w produkcji sektora motoryzacyjnego. Najwyższy współczynnik determinacji otrzymano dla trendu wykładniczego ($R^2=0,83$). Dopasowanie modelu do danych empirycznych jest dobre.

Tabela 25. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach w sektorze produkcja pojazdów samochodowych [w tonach]

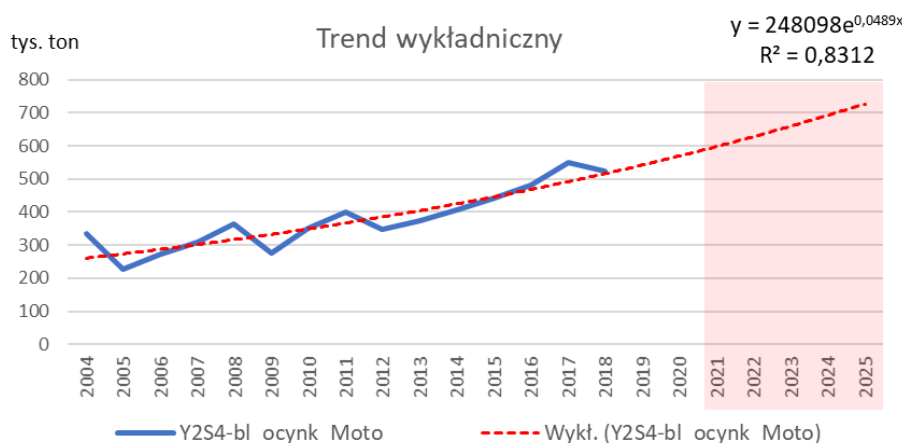
Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y254-bl_ocynk_Moto	334 251	228 141	271 759	307 260	363 132	277 358	349 968	401 065	347 387	375 519	406 843	441 558	482 304	550 697	523 872

$$T_{WK}Y_2S_4: y = 248098 * e^{0,0489t} \quad (29)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w motoryzacji [tony]

t - czas

Dla wybranego najlepszego trendu wyznaczono siedem okresów prognozy (rysunek 42). Na podstawie funkcji wykładniczej uzyskano w prognozie wyraźny trend rosnący (ok. 5% wzrost na każdy rok).



Rys. 41. Prognoza na podstawie trendu wykładniczego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym ($T_wY_2S_4$)

Do opracowania innych modeli korzystano z danych makroekonomicznych oraz danych opisujących działalność produkcyjną sektora. Do badania korelacji za pomocą współczynnika Pearsona wyznaczono tylko te zmienne, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom zmiennej badanej. Większość z ich wykazała się co najmniej dobrą siłą korelacji np. dane makroekonomiczne: PKB, nakłady inwestycyjne, produkcja przemysłowa i budowlana oraz wielkości opisujące badany sektor: produkcja poszczególnych wyrobów sektora, produkcja globalna, wartość dodana, produkcja sprzedana, zatrudnienie, wydajność produkcji, nakłady inwestycyjne (w tym na maszyny i urządzenia), środki trwałe, eksport i import, zużycie produktów energetycznych i produkcję poszczególnych grup produktowych. Na ich podstawie zbudowano modele liniowe i potęgowe, a następnie porównano wielkość dopasowania. Do dalszej analizy wybrano najlepsze modele ze względu na wysokość współczynnika R^2 oraz na dostępność i częstość publikowania danych. W tabeli 27 przedstawiono porównanie wielkości dopasowania poszczególnych modeli jednoskładnikowych, dla których uzyskano co najmniej umiarkowany wynik (tj. $>0,7$).

Tabela 26. Współczynnik R^2 dla modeli jednoskładnikowych opisujących zużycie blach w sektorze produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep

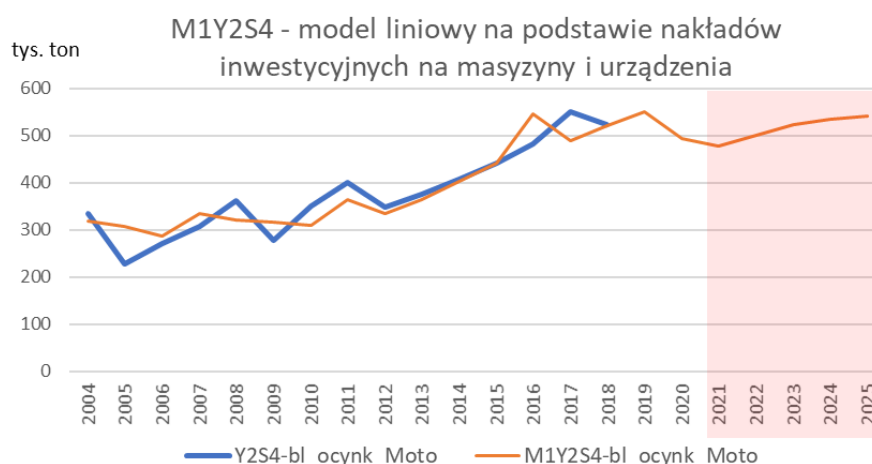
Nazwa zmiennej objaśniającej	R^2 dla modelu liniowego	Założenia KMNK	R^2 dla modelu potęgowego	Założenia KMNK
PKB	0,8134	~	0,7700	-
Produkcja sprzedana przemysłu ogółem	0,8471	-	0,7983	-
Produkcja sprzedana sektora motoryzacyjnego	0,8825	-	0,8163	-
Zatrudnienie w sektorze motoryzacyjnym	0,7362	-	0,6226	~
Wydajność produkcji w sektorze motoryzacyjnym	0,8215	-	0,8561	~
Nakłady inwestycyjne na maszyny i urządzenia w sektorze motoryzacyjnym	0,8200	+	0,8029	~
Wartość środków trwałych w sektorze motoryzacyjnym	0,8154	~	0,7529	-
Zużycie energii elektrycznej w sektorze motoryzacyjnym	0,8027	+	0,7454	-
Eksport sektora motoryzacyjnego	0,8522	-	0,7771	-
Import sektora motoryzacyjnego	0,9088	-	0,8727	-
Produkcja samochodów ciężarowych	0,8069	+	0,7059	-
Produkcja części motoryzacyjnych	0,8668	-	0,7802	-

Dla wszystkich wymienionych pojedynczych czynników modele liniowe okazały się lepiej dopasowane niż potęgowe. Pomimo wysokiego stopnia dopasowania w przypadku modeli jednoczynnikowych liniowych wiele wybranych zmiennych nie spełniało wszystkich założeń, najczęściej przy braku występowała autokorelacja. Oznacza to prawdopodobne przeszacowanie wyników wskaźnika determinacji. Do szczegółowej prezentacji dalszej analizy i prognozowania wybrano spełniające wszystkie założenia modele liniowe: nakłady inwestycyjne na maszyny w sektorze motoryzacyjnym ($M_1Y_2S_4$), zużycie energii elektrycznej w sektorze motoryzacyjnym ($M_2Y_2S_4$) oraz produkcja samochodów ciężarowych ($M_3Y_2S_4$). Wyniki estymacji dla pierwszego modelu oraz prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 43.

$$M_1Y_2S_4: y = 48,138x + 176606 \quad (30)$$

gdzie: x – nakłady inwestycyjne na maszyny i urządzenia w sektorze motoryzacyjnym (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

$$R^2=0,8200$$



Rys. 42. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną nakłady inwestycyjne na maszyny i urządzenia w sektorze motoryzacyjnym ($M_1Y_2S_2$)

Model $M_1Y_2S_2$ ma tendencję rosnącą widoczną do 2016 r. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2005 r. oraz 2016-2017. W estymacji przewidywany jest spadek w latach 2020-2021, a następnie prognozowana jest stopniowa odbudowa dla kolejnych latach. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 82,0% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (wartość nakładów inwestycyjnych na maszyny i urządzenia techniczne). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost inwestycji na maszyny w sektorze motoryzacyjnym o 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 48 ton przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu tych inwestycji. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_1Y_2S_4$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji. W tabeli 28 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1Y_2S_4$

Tabela 27. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_4$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8200$	82% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9056$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=59,2$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,1080$	Wystarczające dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=7,70$ $p>0,99$	Parametr istotny

cd. tabeli 28.

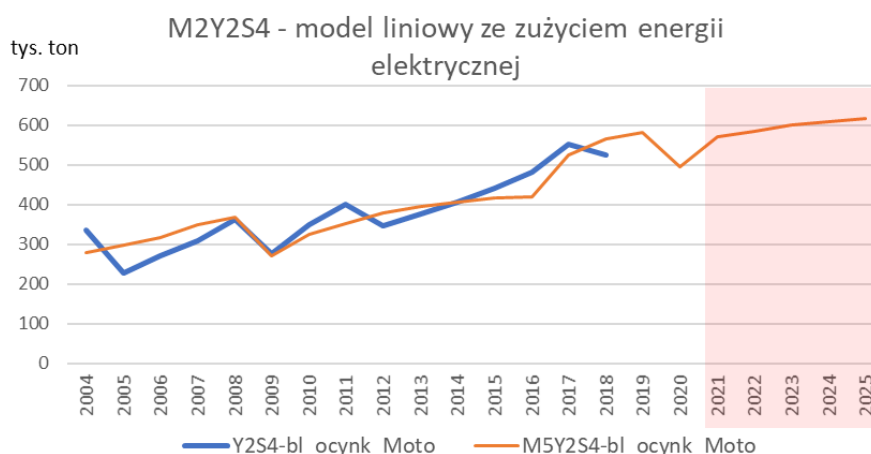
Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,53$ $DW < 4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=8$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,794$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=1,32$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=2,707$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Kolejny model ze zmienną zużycie energii elektrycznej przedstawiono na rysunku 44.

$$M_2Y_2S_4: y = 46,63x + 83077 \quad (31)$$

gdzie: x – zużycie energii elektrycznej w sektorze motoryzacyjnym (w TJ)

$$R^2=0,8027$$



Rys. 43. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zużyciem energii elektrycznej ($M_2Y_2S_4$)

Wśród produktów energetycznych w sektorze motoryzacyjnym największe zużycie charakteryzuje energię elektryczną. Korelacja ze zużyciem blach ocynkowanych jest wysoka i wynosi 0,90 i jest zdecydowanie wyższa niż dla np. drugiego z kolei gazu zimnego (0,73). Model $M_2Y_2S_4$ ma tendencję rosnącą widoczną z trzema okresami spadków. Największe odchylenia od danych rzeczywistych wystąpiły na początku badanego okresu i dla 2013 r. W estymacji przewidywany jest głęboki spadek w 2020 roku, a następnie prognozowana jest szybka odbudowa i maksymalny poziom w 2025 r. Dopasowanie modelu jest dobre, wyjaśnia 82,0% zmienności zużycia badanego wyrobu. Z modelu wynika, że wzrost zużycia energii elektrycznej w sektorze motoryzacyjnym o 1 TJ w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach

ocynkowanych o 47 ton przy innych czynnikach nie zmienionych. W tabeli 29 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_2Y_2S_4$.

Tabela 28. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_4$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8200$	82% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8960$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=52,9$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,1131$	Wystarczające dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=7,27$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,23$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,3918$ $JB \leq 5,991$	Reszty mają rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,584$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

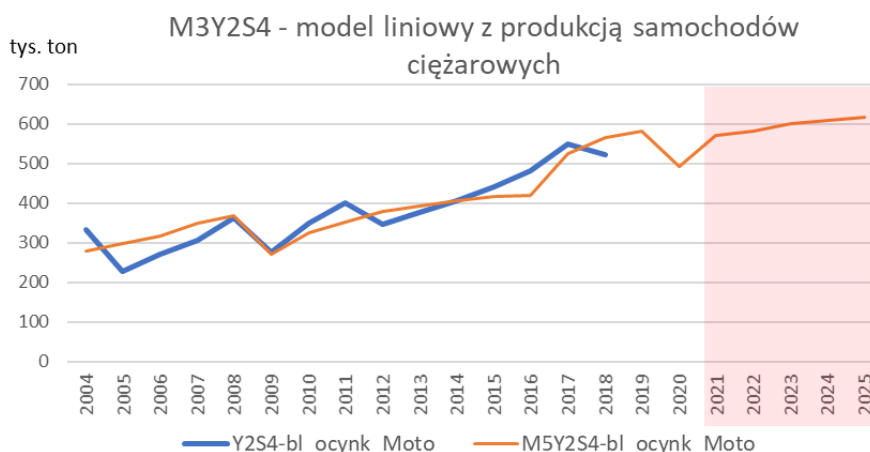
Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zużycia energii. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_2Y_2S_4$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji.

Kolejny model ze zmienną produkcją samochodów ciężarowych przedstawiono na rysunku 45.

$$M_3Y_2S_4: y = 2223,3x + 147324 \quad (32)$$

gdzie: x – produkcja samochodów ciężarowych (w tys. szt.)

$$R^2=0,8069$$



Rys. 44. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną produkcja samochodów ciężarowych ($M_3Y_2S_2$)

Model $M_3Y_2S_2$ ma tendencję rosnącą z jednym głębokim okresem spadku w 2009 r. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2004-2005 oraz 2016 r. W estymacji przewidywane jest maksimum w 2019 r. oraz spadek w 2020 roku, a następnie stopniowa odbudowa dla kolejnych dwóch lat i dalej tendencja wzrostowa. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 81% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (produkcja samochodów ciężarowych). Dopasowanie modelu jest dobre. Z modelu wynika, że wzrost produkcji samochodów ciężarowych o 1 sztukę w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 2,2 ton przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu produkcji samochodów ciężarowych. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_3Y_2S_4$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji. W tabeli 30 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_3Y_2S_4$

Tabela 29. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_4$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,8069$	81% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8983$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=54,33$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,1119$	Wystarczające dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=7,37$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,67$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt

cd. tabeli 30.

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=6$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,6932$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=1,11$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Badając wpływ produkcji poszczególnych kategorii produktów sektora motoryzacyjnego na rynek blach ocynkowanych najlepsze wyniki w przypadku modeli jednoczynnikowych uzyskano dla samochodów ciężarowych. Kategoria samochodów ciężarowych, chociaż istotna dla rynku blach ocynkowanych (wyraźny trend rosnący, większe tonażowo zapotrzebowanie na stal) nie jest reprezentantem całego sektora. W przypadku samochodów osobowych, których udział w badanym okresie zmniejszał się (najwyższy poziom produkcji odnotowano w 2008 r.), nie uzyskano w analizie istotnej korelacji ze zużyciem blach. Z kolei model, którego nie przedstawiono w rozdziale, ze zmienną: wartość produkcji sprzedanej dla całego sektora motoryzacyjnego, miał wyższy poziom dopasowania, ale brakowało spełnienia wszystkich założeń (np. wystąpiła autokorelacja, co może wskazywać na brak jakiegoś istotnego czynnika). W dalszej analizie wzięto pod uwagę większą liczbę zmiennych do modeli. W przypadku danych opisujących produkcję najwyższy poziom dopasowania uzyskano przy rozdzieleniu całej produkcji sektora na dwa segmenty: 1) pojazdy samochodowe i naczepy oraz 2) części do pojazdów samochodowych. Dodatkowo istotnym czynnikiem, poprawiającym stopień wyjaśnienia zmiennej objaśnianej był poziom zatrudnienia w sektorze. Uzyskano model liniowy z trzema zmiennymi, na podstawie którego wyznaczono prognozy (rysunek 46).

$$M_4Y_2S_4: y = 7,163x_1 + 5,602x_2 - 2681,1x_3 + 154075,8 \quad (33)$$

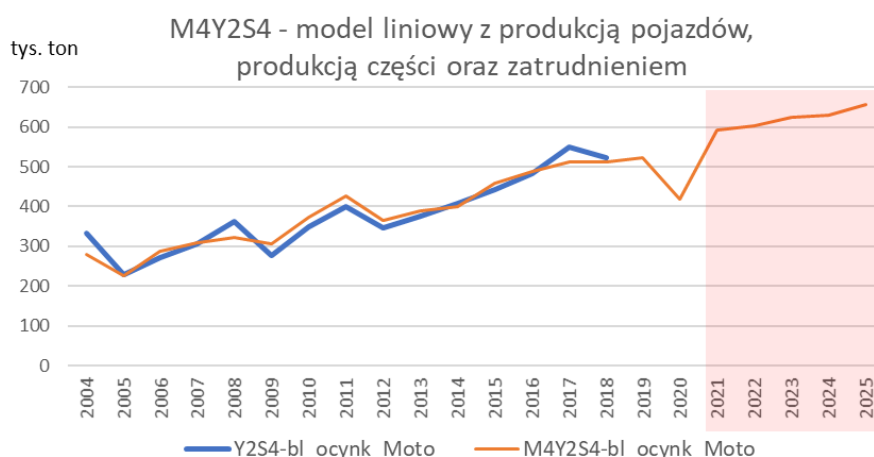
gdzie: x_1 – produkcja sprzedana pojazdów samochodowych oraz przyczep i naczep PKD:

29.1-29.2 (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

x_2 – produkcja sprzedana części samochodowych PKD: 29.3 (w mln zł w cenach z 2015 r.)

x_3 – przeciętne zatrudnienie w sektorze motoryzacyjnym PKD 29 (w tys. osób)

$$R^2=0,9224$$



Rys. 45. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: produkcja pojazdów samochodowych, produkcja części samochodowych oraz zatrudnienie ($M_4Y_2S_4$)

Model $M_4Y_2S_4$ ma tendencję rosnącą z czterema okresami spadków. Największe odchylenia od danych rzeczywistych wystąpiły w 2004, 2008 i 2017 r. W estymacji przewidywany jest głęboki spadek w 2020 roku, a w kolejnym roku znacząca odbudowa ponad poprzednie okresy i dalej lekka tendencja wzrostowa. Dopasowanie modelu jest dobre, wyjaśnia 92,2% zmienności zużycia blach ocynkowanych. Z modelu wynika, że wzrost produkcji pojazdów i naczeł samochodowych o wartości 1 mln zł w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 7,2 tony przy innych czynnikach nie zmienionych, a odpowiednio wzrost produkcji części samochodowych spowoduje wzrost zużycia stali o 5,6 ton. Inaczej w przypadku pracowników, spadek zatrudnienia w sektorze motoryzacyjnym o 1 osobę będzie sprzyjał wzrostowi zużycia o 2,7 ton. Model sugeruje odwrotną zależność dla zatrudnienia, co wiąże się z koniecznością zwiększenia wydajności i automatyzacji produkcji. W tabeli 31 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_4Y_2S_4$.

Tabela 30. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4Y_2S_4$

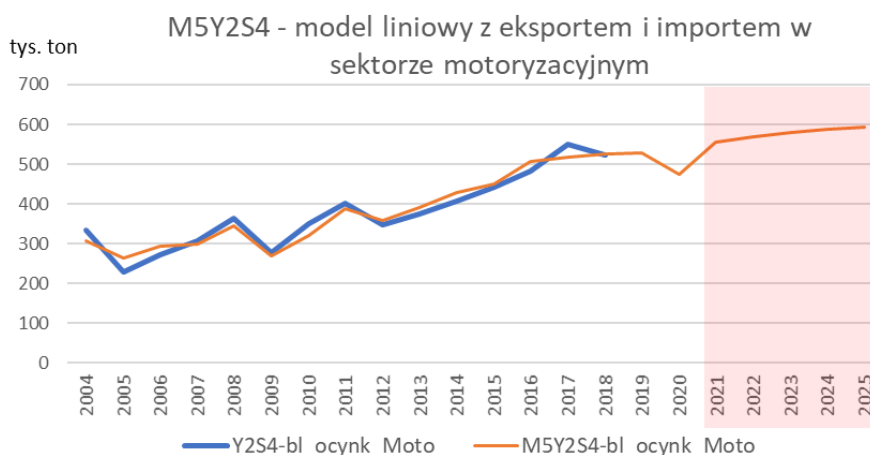
Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9224$	92% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9604$	Wyższy poziom niż dla modeli: M1, M2 i M3
Test dopasowania – statystyka F	$F=53,9$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0771$	Dobre dopasowanie

cd. tabeli 31

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=2,69$ $p>0,95$ $x_2: t=4,86$ $p>0,99$ $x_3: t=-2,34$ $p>0,95$	Parametr 1 istotny Parametr 2 istotny Parametr 3 istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,15$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=2,41$ $JB \leq 5,991$	Reszty mają rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=13,57$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu badanych czynników. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_4Y_2S_4$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji.

Dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym wysoki poziom korelacji odnotowano w przypadku produktów eksportowanych oraz importowanych. Jak podano w rozdziale III.2 motoryzacja jest wśród działów przemysłu najbardziej uzależniona od handlu zagranicznego, więc również w przypadku wykorzystania badanego materiału istniały podstawy do zbadania zależności między tymi czynnikami. Uzyskano model liniowy dwuczynnikowy, którego wyniki zaprezentowano na rysunku 47.



Rys. 46. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: eksport i import ($M_5Y_2S_4$)

$$M_5Y_2S_4: y = -6,292x_1 + 15,934x_2 + 69599,1 \quad (34)$$

gdzie: x_1 – eksport produktów sektora motoryzacyjnego (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

x_2 – import produktów sektora motoryzacyjnego (w mln zł w cenach z 2015 r.)

$$R^2=0,9458$$

Model $M_5Y_2S_4$ ma tendencję rosnącą z trzema okresami spadków. Największe odchylenia od danych rzeczywistych wystąpiły na początku badanego okresu w 2005 r. oraz w 2010 r. W estymacji przewidywany jest spadek w 2020 roku, a następnie szybka odbudowa w kolejnym roku i dalej lekki wzrost do 2025 r. Dopasowanie modelu jest bardzo dobre, wyjaśnia 94,6% zmienności zużycia blach ocynkowanych. Z modelu wynika, że wzrost eksportu przemysłu samochodowego o wartości 1 mln zł w danym roku spowoduje spadek zużycia blach ocynkowanych o 6,3 tony przy innych czynnikach nie zmienionych, a odpowiednio wzrost importu tego sektora spowoduje wzrost zużycia blach o 16 ton. Model sugeruje odwrotną zależność dla eksportu, co wiąże się z rosnącym udziałem części samochodowych w strukturze eksportu przy malejącym udziale gotowych pojazdów. Z drugiej strony import sektora motoryzacyjnego stanowią głównie materiały oraz części do produkcji, w tym też blachy ocynkowane, co daje silny wpływ rosnący. Taką postać ma tylko model dwuskładnikowy z eksportem. W przypadku modelu jednoskładnikowego zależność od eksportu była dodatnia, ale o niższej wartości, a dopasowanie do danych rzeczywistych było niższe. W tabeli 32 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_5Y_2S_4$.

Tabela 31. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5Y_2S_4$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9458$	95% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9725$	Wyższy poziom niż dla modeli: M1, M2, M3 i M4
Test dopasowania – statystyka F	$F=104,8$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0617$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=-2,84$ $p>0,95$ $x_2: t=4,55$ $p>0,99$	Parametr 1 istotny Parametr 2 istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,93$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=6$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,924$ $JB \leq 5,991$	Reszty mają rozkład normalny

cd. tabeli 32.

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_{\alpha}$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=4,74$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu badanych czynników. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_5Y_2S_4$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji.

VI.5 BLACHY OCYNKOWANE DLA SEKTORA AGD

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_5 – zużycie blach ocynkowanych w sektorze produkcja AGD

Do opracowania modeli w tym rozdziale posłużyły dane przedstawione w tabeli 33. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w produkcji AGD. Najwyższy współczynnik determinacji otrzymano dla trendu wykładniczego ($R^2=0,91$). Dopasowanie modelu do danych empirycznych jest dobre.

Tabela 32. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze produkcja artykułów gospodarstwa domowego [w tonach]

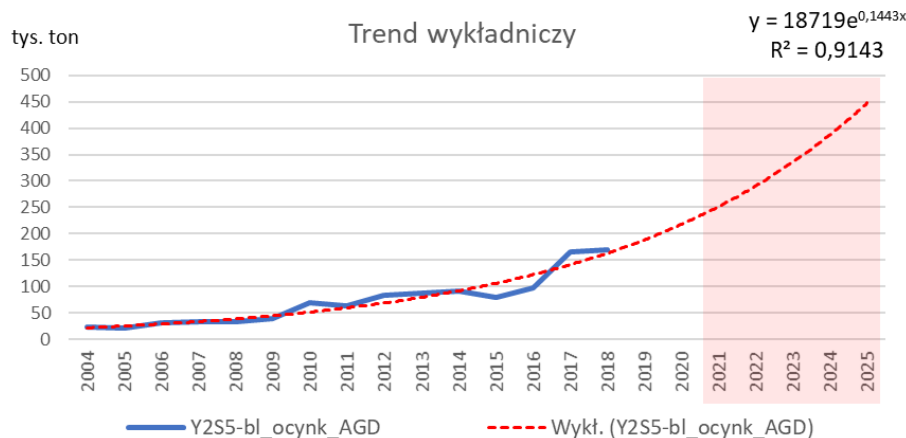
Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y2S5-bl_ocynk_AGD	23 168	20 771	30 858	33 604	33 333	38 289	69 090	64 127	82 448	87 238	91 352	79 833	97 190	165 798	168 653

$$T_W Y_2 S_5: y = 18719 * e^{0,1443*t} \quad (35)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w produkcji AGD [tony]

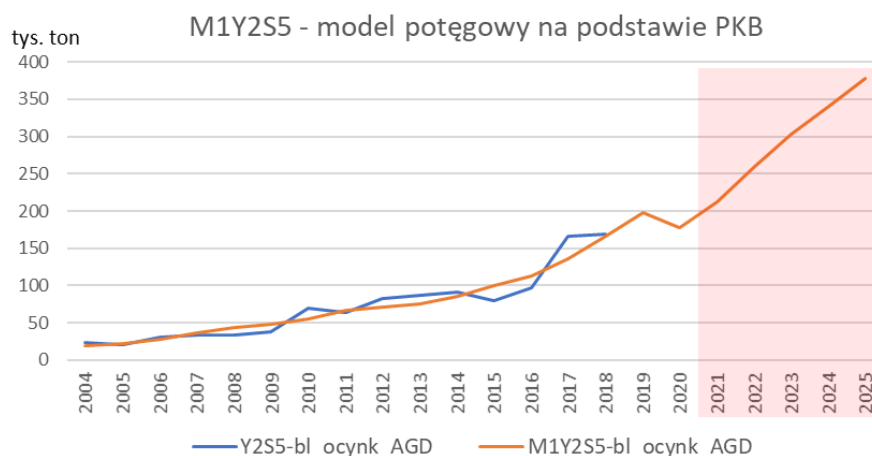
t - czas

Dla wybranego najlepiej dopasowanego trendu wyznaczono siedem kolejnych okresów. Na podstawie funkcji wykładniczej uzyskano w prognozie krótkoterminowej wyraźny trend rosnący (ok. 15% wzrost na każdy rok) (rysunek 48).



Rys. 47. Prognoza na podstawie trendu wielomianowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD ($T_wY_2S_5$)

Do opracowania innych modeli korzystano z danych makroekonomicznych oraz danych opisujących działalność produkcyjną sektora. Przed opracowaniem modeli jedno-składnikowych zbadano korelację za pomocą współczynnika Pearsona dla zmiennych, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom zmiennej badanej. Dla danych makroekonomicznych silną korelację uzyskano z wielkością PKB ($r_p=0,97$). Dla wybranej zmiennej zastosowano model o postaci potęgowej. Uzyskany model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 49.



Rys. 48. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z PKB ($M_1Y_2S_5$)

$$M_1Y_2S_5: y = 1,775^{-20} * x^{3,957} \quad (36)$$

gdzie: x – Produkt Krajowy Brutto (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

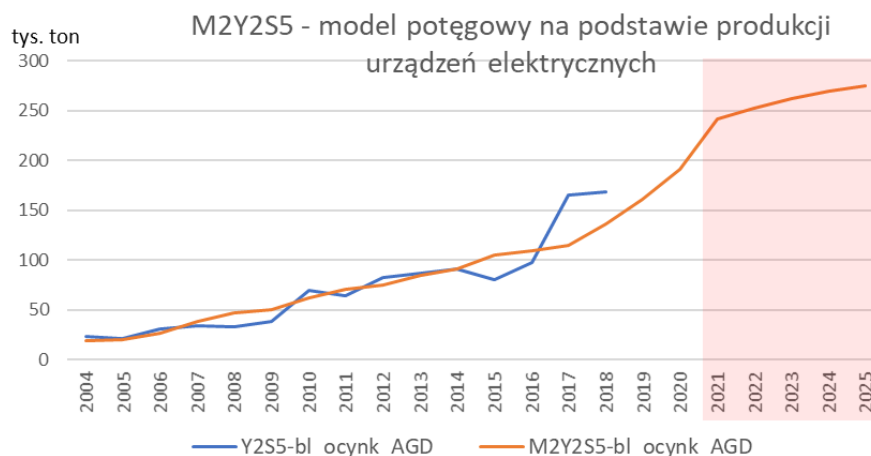
$$R^2=0,9390$$

Model $M_1Y_2S_5$ ma ciągłą tendencję rosnącą do 2019 r, z jednym wyraźnym spadkiem w 2020 r. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2008-2009 r. oraz 2015-2017 r., ale nie przekraczają 2,5%. Przeciętne różnice wynoszą ok. 1,5%. W prognozie przewidywany jest dynamiczny wzrost po 2020 r. i podwojenie wielkości zapotrzebowania na blachy ocynkowane do produkcji AGD w ciągu 5 lat. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 94% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (wielkość PKB). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre. Z modelu wynika, że wzrost PKB o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o prawie 4% przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczne potwierdzają istotność wpływu zmiennej PKB. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_1Y_2S_5$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD. W tabeli 34 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1Y_2S_5$

Tabela 33. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_5$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9390$	94% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9343$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=200,1$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,015$	Bardzo dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=14,14$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=2,03$ $DW<4-du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=7$ $K_1\leq Ke\leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=1,28$ $JB\leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t<t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=1,16$ $LM<\chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Drugi z modeli jednoskładnikowych utworzono ze zmienną produkcja sprzedana w sektorze produkcja urządzeń elektrycznych ($r_p=0,95$). Dla wybranej zmiennej zastosowano również model o postaci potęgowej. Uzyskany model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 50.



Rys. 49. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z produkcją sprzedaną urządzeń elektrycznych ($M_2Y_2S_5$)

$$M_2Y_2S_5: y = 0,0257 * x^{1,402} \quad (37)$$

gdzie: x – produkcja sprzedana sektora produkcja urządzeń elektrycznych (w mln zł w cenach stałych z 2015r.)

$$R^2=0,9066$$

Model $M_2Y_2S_5$ ma ciągłą tendencję rosnącą w całym okresie badanym. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2008-2009 r. oraz 2015-2017 r., ale nie przekraczają 3,5%. Przeciętne różnice wynoszą ok. 2%. W prognozie przewidywany jest dynamiczny wzrost w 2021 r., a następnie znaczne spowolnienie dynamiki wzrostu, a w ciągu 5 lat wzrost wielkości zapotrzebowania na blachy ocynkowane do produkcji AGD o 43%. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 91% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (produkcja urządzeń elektrycznych). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre. Z modelu wynika, że wzrost PKB o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 1,4% przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zmiennej produkcja sprzedana sektora. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_2Y_2S_5$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD. W tabeli 35 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_2Y_2S_5$.

Tabela 34. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_5$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9066$	91% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8993$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=126,2$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,019$	Bardzo dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=11,23$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,46$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=9$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,25$ $JB \leq 5,991$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,48$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

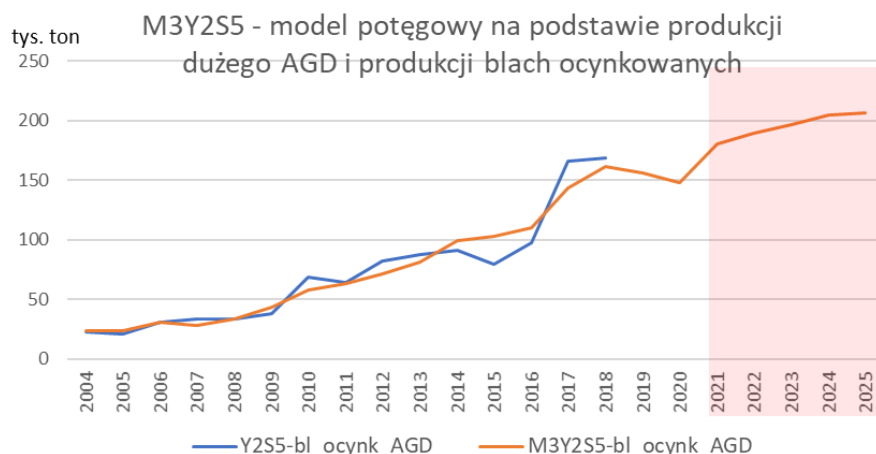
Ponieważ w przypadku dwóch omówionych powyżej model jednoskładnikowych uzyskano wysokie poziomy dopasowania w kolejnym etapie analizowano dane pod kątem budowy modeli wieloskładnikowych, by uzyskać jeszcze lepszy wskaźnik R^2 . W wyniku przeanalizowania wielu relacji utworzono dwuskładnikowy model o postaci potęgowej. Pierwszą ze zmiennych wybrano produkcję dużego AGD, ze względu na wysoką stalochłonność tych produktów w całym segmencie. Na drugą zmienną wybrano produkcję blach ocynkowanych w Polsce, z powodu jakościowej zmiany jaka się dokonała w zużyciu sektora AGD tj. zmniejszenie wykorzystania blach zimnowalcowanych (o 59 tys. ton czyli o 4 kg mniej na 1 sztukę AGD) przy jednoczesnym zwiększeniu wykorzystania blach ocynkowanych (o 69 tys. ton czyli o 4 kg więcej na 1 sztukę AGD). Uzyskany model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 51.

$$M_3Y_2S_5: y = 1,597^{-8} * x_1^{1,153} * x_2^{0,788} \quad (38)$$

gdzie: x_1 – produkcja dużego sprzętu AGD (w sztukach)

x_2 – produkcja blach ocynkowanych w Polsce (tony)

$$R^2=0,9611$$



Rys. 50. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z produkcją dużego AGD i produkcją blach ocynkowanych ($M_3Y_2S_5$)

Model $M_3Y_2S_5$ ma tendencję rosnącą z okresami spadku w 2007 r. oraz w latach 2019-2020 oraz znaczące różnice w dynamikach rocznych. Różnice w stosunku do wartości empirycznych są wyraźnie wyższe dla okresów 2007 r., 2010 r. i 2015 r., ale nie przekraczają 2,5%. Przeciętne różnice wynoszą ok. 1,3%. W prognozie przewidywany jest dynamiczny wzrost w 2021 r., a następnie znaczne spowolnienie dynamiki wzrostu, a w ciągu 5 lat wzrost wielkości zapotrzebowania na blachy ocynkowane do produkcji AGD o 40%. Na podstawie współczynnika determinacji R^2 można stwierdzić, że 91% zmienności badanego zjawiska (zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD) zostało wyjaśnionych przez zmiany czynnika (produkcja urządzeń elektrycznych). Dopasowanie modelu jest bardzo dobre. Z modelu wynika, że wzrost PKB o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 1,4% przy innych czynnikach nie zmienionych. Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu zmiennej produkcja sprzedana sektora. Wszystkie założenia zostały spełnione, więc model $M_3Y_2S_5$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD. W tabeli 36 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_3Y_2S_5$

Tabela 35. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_5$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,9611$	96% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest bardzo dobre
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,9546$	Dopasowanie lepsze niż w M_1 i M_2
Test dopasowania – statystyka F	$F=148,3$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,013$	Bardzo dobre dopasowanie

cd. tabeli 36.

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=10,5$ $p>0,99$ $x_2: t=5,64$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durбина-Watsona	$DW=1,75$ $DW>du$	Brak autokorelacji reszt
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=6$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=3,73$ $JB \leq 11,07$	Rozkład reszt ma rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,25$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=0,41$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

VI.6 BLACHY OCYNKOWANE DLA POZOSTAŁYCH SEKTORÓW

Dla wszystkich modeli w niniejszym podrozdziale zmienną objaśnianą jest:

Y_2S_i – zużycie blach ocynkowanych w pozostałych segmentach

Do opracowania modeli w tym rozdziale posłużyły dane przedstawione w tabeli 37. Na ich podstawie wyznaczono funkcje trendu wykorzystania blach ocynkowanych w pozostałych segmentach.

Tabela 36. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach [w tonach]

Y2-blachy ocynkowane	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y2S2-bl_ocynk_Pozost	3 793	2 327	16 036	16 533	15 359	10 057	22 837	24 698	19 710	19 049	29 821	28 367	11 703	46 120	28 805

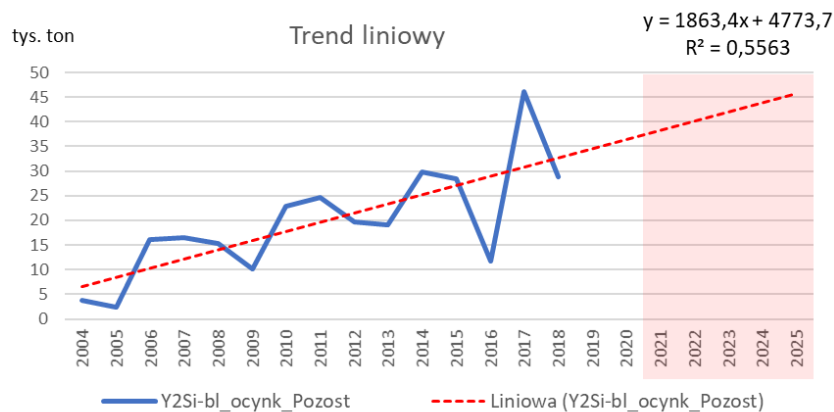
Ponieważ we wszystkich modelach trendów dla wykorzystania blach ocynkowanych w pozostałych segmentach otrzymano niski poziom współczynników determinacji (max $R^2=0,56$), wybrano do prognoz najprostszy model tj. liniowy.

$$T_{LN}Y_2S_i: y = 1863,4t + 4773,7 \quad (39)$$

gdzie: y – zużycie blach ocynkowanych w pozostałych segmentach [tony]

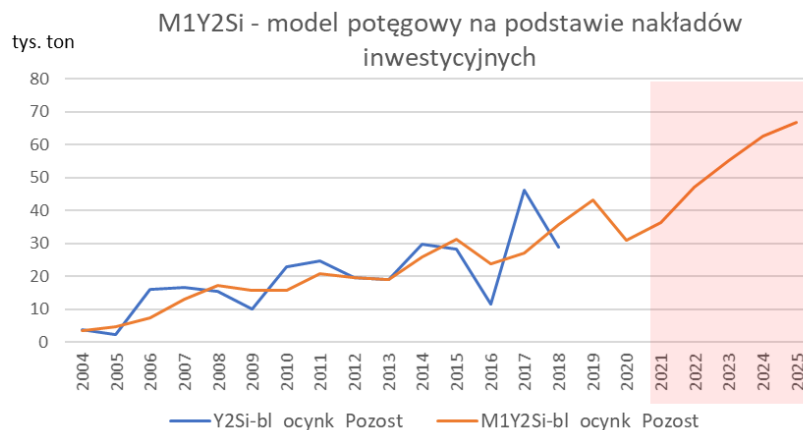
t - czas

Dla wybranego najlepszego trendu wyznaczono siedem okresów prognozy (rysunek 52). Na podstawie funkcji liniowej uzyskano w prognozie krótkoterminowej wyraźny trend rosnący (ok. 5,5% wzrost przeciętnie na rok), chociaż uzyskane w prognozie wielkości pozostaną do 2025 r. nieco poniżej wartości maksymalnej z 2017 r.



Rys. 51. Prognoza na podstawie trendu liniowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach ($T_{LN}Y_2S_i$)

Do opracowania innych modeli korzystano z danych wspólnych dla działalności wszystkich segmentów tj. danych makroekonomicznych. Ze względu na niską stalochłonność w pozostałych, innych niż kluczowe, segmentach nie brano pod uwagę danych charakteryzujących produkcję w poszczególnych przemysłach. Na podstawie badania korelacji za pomocą współczynnika Pearsona dla zmiennych, które mogą mieć rzeczywisty wpływ na poziom wykorzystania blach ocynkowanych, wybrano zmienną z najwyższą wielkością korelacji tj. nakłady inwestycyjne w gospodarce ($r_p=0,85$). Najwyższy poziom dopasowania tej zmiennej odnotowano dla modelu o postaci potęgowej. Uzyskany z tą zmienną model i prognozowane wartości przedstawiono na rysunku 53.



Rys. 52. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach na podstawie funkcji potęgowej ze zmienną inwestycje ($M_1Y_2S_i$)

$$M_1Y_2S_i: y = 2,024 * 10^{-14} * x^{3,273} \quad (40)$$

gdzie: x – nakłady inwestycyjne w gospodarce (w mln zł w cenach stałych z 2015 r.)

$$R^2=0,726$$

Model $M_1Y_2S_i$ ma tendencję rosnącą z czterema okresami spadków. Największe odchylenia od danych rzeczywistych wystąpiły w 2005 r. oraz w 2009 r. W prognozie przewidywany jest dynamiczny wzrost po spadku w 2020 roku, który spowoduje podwojenie zapotrzebowania na blachy w pozostałych sektorach w ciągu 5 lat. Dopasowanie modelu przy tak dużych poziomie zmiennej można uznać za wystarczająco dobre. Model wyjaśnia 73% zmienności zużycia blach ocynkowanych. Z modelu wynika, że wzrost nakładów inwestycyjnych w gospodarce o 1% w danym roku spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 3,3% przy innych czynnikach nie zmienionych. W tabeli 38 przedstawiono wyniki weryfikacji dla modelu $M_1Y_2S_i$.

Tabela 37. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_i$

Nazwa wskaźnika	Wartość	Ocena wskaźnika
Współczynnik determinacji	$R^2=0,7263$	73% zmienności y wyjaśnione, dopasowanie jest wystarczające
Dopasowany R^2	$R^2_d=0,8522$	Wskaźnik do porównania
Test dopasowania – statystyka F	$F=34,5$	Istnieje zależność liniowa
Współczynnik wyrazistości	$Se=0,0617$	Dobre dopasowanie
Test istotności parametrów – statystyka t-Studenta	$x_1: t=5,87$ $p>0,99$	Parametr istotny
Test autokorelacji reszt - statystyka Durbina-Watsona	$DW=2,75$ $DW>du$	Nie wyjaśniona autokorelacja
Test losowość rozkładu reszt – statystyka testu serii	$Ke=10$ $K_1 \leq Ke \leq K_2$	Rozkład reszt jest losowy
Test normalności rozkładu reszt – statystyka Jarque-Bera	$JB=0,04$ $JB \leq 5,991$	Reszty mają rozkład normalny
Test symetrii reszt – statystyka t	$t=0,76$ $t < t_\alpha$	Reszty są symetryczne
Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a	$LM=1,84$ $LM < \chi^2$	Składnik losowy jest homoscedastyczny

Testy statystyczny potwierdzają istotność wpływu badanych czynników. Większość założeń zostało spełnionych, nie potwierdzony jedynie brak ani istnienie autokorelacji. Ze względu na niższą korelację z pozostałymi zmiennymi model $M_1Y_2S_i$ uznano za przydatny do prognozowania zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach.

VII ANALIZA I AGREGACJA PROGNOZ

Na podstawie modeli opracowanych dla rynków użytkowników stali zaprezentowanych w rozdziale VII zestawiono prognozy uzyskane w tych modelach dla poszczególnych wyrobów produkowanych z surowca wyjściowego jakim jest stal. W rozdziale tym zaproponowano następującą strukturę:

- 1) przedstawiono prognozy do 2025 r. uporządkowane wg rynków użytkowników stali;
- 2) dla każdego rynku wyznaczono w poszczególnych latach prognozę: minimalną, średnią i maksymalną oraz wybrano najlepszy model;
- 3) dla danego badanego wyrobu zestawiono zbiorczo wyniki estymacji i prognozy zapotrzebowania we wszystkich sektorach;
- 4) zaproponowano dla badanego wyrobu prognozę centralną z najniższymi odchyleniami;
- 5) przedstawiono prognozowane zmiany zapotrzebowania z wyszczególnieniem wpływu poszczególnych sektorów;
- 6) dane dotyczące zapotrzebowania zestawiono z produkcją krajową i importem badanego wyrobu;
- 7) wyznaczono w ramach wniosków z analizy: strategiczne kierunki rozwoju rynku badanego wyrobu dla producentów.

Przyjęta struktura rozdziału podyktowana była tematem pracy doktorskiej, której konsensusem jest wyznaczenie możliwych alternatyw /scenariuszy dla producentów stali i ich użytkowników na kolejne lata. Modele opracowane w niniejszej pracy są zweryfikowane statystycznie i mogą stanowić podstawę do modelowania predykcyjnego na dłuższy okres. Korzystając z danych rzeczywistych do roku 2018 r. dla zmiennych objaśnianych oraz danych do 2020 dla zmiennych objaśniających przyjęto analizę estymacji dla minionych 2 lat i prognoz na kolejne 5 lat.

VII.1 ANALIZA I WNIOSKI Z PROGNOZ SEKTOROWYCH

Dla rynku budowlanego (S_1) wybrano trend logarytmiczny i opracowano pięć modeli ze zmiennymi mającymi wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym sektorze. Poziom ich dopasowania był dobry i wynosił od 0,86 do 0,94. W okresie prognozy tj. od 2019 r. do 2025 r. najniższy, ale stały przyrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane prognozuje się w modelu trendu T_{LG} (o przeciętnie 5,1 tys. ton rocznie czyli ok. +1,2% na rok), a największy przyrost, ale ze spadkiem w 2020 r., w modelu M_5 (o przeciętnie 18,8 tys. ton rocznie czyli ok.

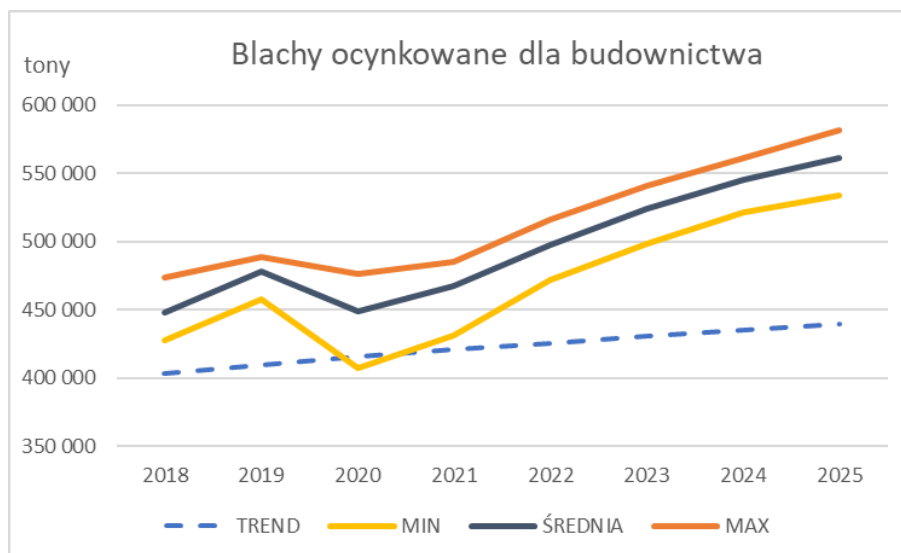
+3,8% na rok). W modelu z najwyższym dopasowaniem, który jednocześnie spełniał wszystkie założenia, tj. M_2 prognozowane zapotrzebowanie na blachy ocynkowane będzie wzrastać, chociaż z jednym okresem spadku w 2020 r., o przeciętnie 15,2 tys. ton rocznie czyli ok. 3,2% na rok. Wyniki prognoz dla sektora S_1 przedstawiono w tabeli 39.

Tabela 38. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku budownictwa (S_1) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.1

	$T_{LG}Y_2S_1$	$M_1Y_2S_1$	$M_2Y_2S_1$	$M_3Y_2S_1$	$M_4Y_2S_1$	$M_5Y_2S_1$
R²	0,9229	0,8660	0,9421 ✓	0,9405	0,8769	0,9327
tony						
2019	409 767	474 730	458 208	488 918	484 273	485 438
2020	415 428	458 751	407 030	475 968	432 032	471 962
2021	420 766	484 663	431 126	470 231	464 706	485 003
2022	425 815	515 954	471 608	498 746	487 936	514 423
2023	430 604	541 276	498 933	535 075	507 277	538 469
2024	435 161	561 026	521 886	561 007	526 194	558 226
2025	439 505	579 335	533 822	581 378	540 178	573 084
% rok do roku						
2019	1,5	5,9	7,2	3,1	8,0	10,0
2020	1,4	-3,4	-11,2	-2,6	-10,8	-2,8
2021	1,3	5,6	5,9	-1,2	7,6	2,8
2022	1,2	6,5	9,4	6,1	5,0	6,1
2023	1,1	4,9	5,8	7,3	4,0	4,7
2024	1,1	3,6	4,6	4,8	3,7	3,7
2025	1,0	3,3	2,3	3,6	2,7	2,7

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.1

Z otrzymanych dla sektora budownictwo S_1 danych w każdym roku wyznaczono wartość prognozy: minimalną (MIN), średnią i maksymalną (MAX), z wyłączeniem prognozy na podstawie trendu. W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_1 wyniesie minimalnie 534 tys. ton, a maksymalnie 581 tys. ton. Według najlepszego trendu wielkość ta byłaby zdecydowanie niższa tj. 440 tys. ton. Łącznie z otrzymanych modeli wynika, że wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_1 wyniesie 581 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 6% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 22,5 tys. ton czyli ok. +4,6% na rok. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w budownictwie przedstawiono na rysunku 54.



Rys. 53. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie (Y_2S_1)

Dla rynku wyrobów gotowych z metali (S_2) wybrano trend logarytmiczny i opracowano sześć modeli ze zmiennymi mającymi wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym sektorze. Poziom ich dopasowania był dobry i wynosił od 0,86 do 0,97. W okresie prognozy tj. od 2019 do 2025 r. najniższy, ale stały przyrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane prognozuje się w modelu trendu T_{LG} (o przeciętnie 5,5 tys. ton rocznie czyli ok. +1,2% na rok), a największy przyrost, ale ze spadkiem w 2020 r., w modelu M_1 (o przeciętnie 20,4 tys. ton rocznie czyli ok. +3,7% na rok). W modelu z najwyższym dopasowaniem, który jednocześnie spełniał wszystkie założenia, tj. M_5 prognozowane zapotrzebowanie na blachy ocynkowane będzie wzrastać, ale z dwoma okresami spadku w 2019-2020 r., o przeciętnie 16,6 tys. ton rocznie czyli ok. 3,1% na rok. Wyniki prognoz dla sektora S_2 przedstawiono w tabeli 40.

Tabela 39. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku produkcja wyrobów gotowych z metali (S_2) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.2

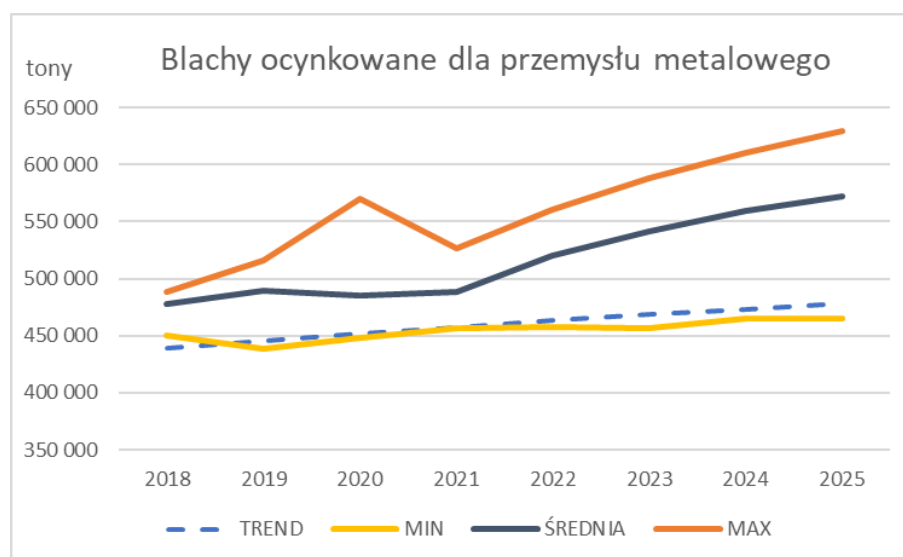
	$T_{LG}Y_2S_2$	$M_1Y_2S_2$	$M_2Y_2S_2$	$M_3Y_2S_2$	$M_4Y_2S_2$	$M_5Y_2S_2$	$M_6Y_2S_2$
R²	0,9114	0,8562	0,9447	0,9115	0,939	0,9454 ✓	0,9721
tony							
2019	445 699	516 347	512 838	483 969	497 942	487 400	438 606
2020	451 846	498 984	448 849	480 478	569 750	465 432	447 925
2021	457 642	527 140	478 719	474 648	499 733	496 152	456 185
2022	463 125	561 141	529 929	486 135	556 694	528 986	457 936
2023	468 326	588 655	565 195	497 622	576 394	567 375	456 628
2024	473 274	610 116	595 239	514 768	577 417	595 590	464 938
2025	477 991	630 011	611 009	523 405	597 881	604 580	465 225

cd. tabeli 40.

	$T_{LG}Y_2S_2$	$M_1Y_2S_2$	$M_2Y_2S_2$	$M_3Y_2S_2$	$M_4Y_2S_2$	$M_5Y_2S_2$	$M_6Y_2S_2$
% rok do roku							
2019	1,5	5,9	8,1	1,4	2,3	-0,1	-2,6
2020	1,4	-3,4	-12,5	-0,7	14,4	-4,5	2,1
2021	1,3	5,6	6,7	-1,2	-12,3	6,6	1,8
2022	1,2	6,4	10,7	2,4	11,4	6,6	0,4
2023	1,1	4,9	6,7	2,4	3,5	7,3	-0,3
2024	1,1	3,6	5,3	3,4	0,2	5,0	1,8
2025	1,0	3,3	2,6	1,7	3,5	1,5	0,1

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.2

Z otrzymanych dla sektora metalowego S_2 danych w każdym roku wyznaczono wartość prognozy: minimalną (MIN), średnią i maksymalną (MAX), z wyłączeniem prognozy na podstawie trendu. W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_2 wyniesie minimalnie 465 tys. ton, a maksymalnie 630 tys. ton. Według najlepszego trendu wielkość ta byłaby nieznacznie wyższa od minimalnej tj. 478 tys. ton. Łącznie z otrzymanych modeli wynika, że wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_2 wyniesie 572 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 1% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 17,4 tys. ton czyli ok. +3,3% na rok. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali przedstawiono na rysunku 55.



Rys. 54. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali (Y_2S_2)

Dla rynku maszyn i urządzeń (S_3) wybrano trend liniowy i opracowano cztery modele ze zmiennymi mającymi wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym sektorze. Poziom ich dopasowania był umiarkowany dla trendu a dla pozostałych dobry i wynosił od 0,69 do 0,85. W okresie prognozy tj. od 2019 r. do roku 2025 najniższy przyrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane, z okresem spadku w 2020 r., prognozuje się w modelu trendu M_1 (o przeciętnie 2,1 tys. ton rocznie czyli ok. +1,1% na rok), a największy przyrost, ale ze spadkiem w 2020 r. i 2023 r., w modelu T_{LN} (o przeciętnie 4,8 tys. ton rocznie czyli ok. +2,7% na rok). Modelem z najwyższym dopasowaniem, który jednocześnie spełniał wszystkie założenia, był model z najniższym przyrostem tj. M_1 . Wyniki prognoz dla sektora S_3 przedstawiono w tabeli 41.

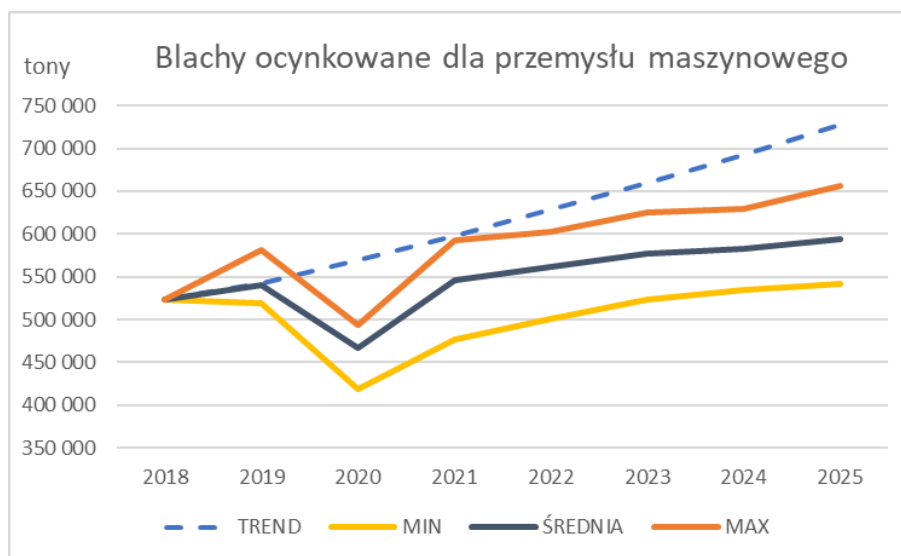
Tabela 40. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku maszyn i urządzeń (S_3) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.3

	$T_{Ln}Y_2S_3$	$M_1Y_2S_3$	$M_2Y_2S_3$	$M_3Y_2S_3$	$M_4Y_2S_3$
R²	0,6887	0,8501 ✓	0,8457	0,8198	0,882
tony					
2019	172 874	188 571	191 565	188 034	190 018
2020	177 711	167 115	169 831	163 719	168 752
2021	182 549	184 423	185 086	191 534	185 902
2022	187 386	187 042	193 416	192 307	189 095
2023	192 223	188 815	195 039	191 852	190 848
2024	197 060	194 186	199 956	196 430	196 152
2025	201 897	197 874	203 332	198 566	199 788
% rok do roku					
2019	2,9	3,0	4,8	3,8	3,0
2020	2,8	-11,4	-11,3	-12,9	-11,2
2021	2,7	10,4	9,0	17,0	10,2
2022	2,6	1,4	4,5	0,4	1,7
2023	2,6	0,9	0,8	-0,2	0,9
2024	2,5	2,8	2,5	2,4	2,8
2025	2,5	1,9	1,7	1,1	1,9

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.3

Z otrzymanych dla sektora maszynowego S_3 danych w każdym roku wyznaczono wartość prognozy: minimalną (MIN), średnią i maksymalną (MAX), z wyłączeniem prognozy na podstawie trendu. W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_3 wyniesie minimalnie 198 tys. ton, a maksymalnie 203 tys. ton. Według najlepszego trendu wielkość ta byłaby nieznacznie niższa od maksymalnej tj. 201 tys. ton.

Łącznie z otrzymanych modeli wynika, że wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_3 wyniesie 200 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 12% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 6,5 tys. ton czyli ok. +3,6% na rok. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w produkcji maszyn i urządzeń przedstawiono na rysunku 56.



Rys. 55. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji maszyn i urządzeń (Y_2S_3)

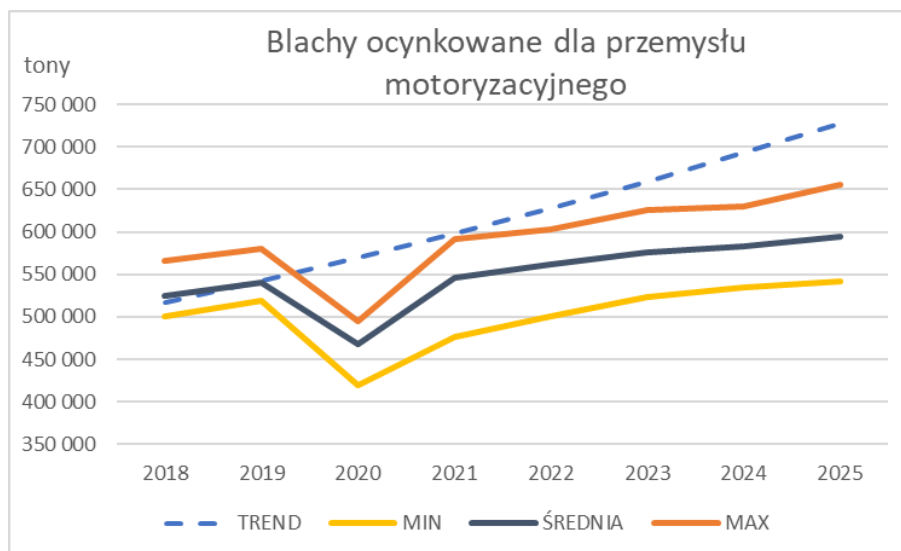
Dla rynku motoryzacyjnego (S_4) wybrano trend wykładniczy i opracowano pięć modeli ze zmiennymi mającymi wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym sektorze. Poziom ich dopasowania był dobry i wynosił od 0,80 do 0,95. W okresie prognozy tj. od 2019 do 2025 r. najniższy przyrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane, z dwoma okresami spadku w 2020-2021 r. prognozuje się w modelu M_1 (o przeciętnie 2,8 tys. ton rocznie czyli ok. +0,5% na rok), a największy i stały przyrost w modelu trendu T_{WK} (o przeciętnie 30,1 tys. ton rocznie czyli ok. +5,0% na rok). W modelu z najwyższym dopasowaniem, który jednocześnie spełniał wszystkie założenia, tj. M_5 prognozowane zapotrzebowanie na blachy ocynkowane będzie wzrastać, ale z okresem spadku w 2020 r., o przeciętnie 9,7 tys. ton rocznie czyli ok. 1,8% na rok. Wyniki prognoz dla sektora S_4 przedstawiono w tabeli 42.

Tabela 41. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku motoryzacji (S₄) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII

	T_{WK}Y₂S₄	M₁Y₂S₄	M₂Y₂S₄	M₃Y₂S₄	M₄Y₂S₄	M₅Y₂S₄
R²	0,8312	0,82	0,8027	0,8069	0,9224	0,9458 ✓
tony						
2019	542 519	550 204	519 512	580 870	522 102	529 691
2020	569 708	492 749	455 460	494 161	418 867	474 480
2021	598 259	476 942	537 384	570 465	592 080	555 456
2022	628 241	500 968	548 742	583 159	603 030	570 032
2023	659 725	523 674	553 399	600 593	625 253	580 040
2024	692 788	534 086	553 399	609 658	629 965	587 697
2025	727 507	541 235	565 157	616 593	656 329	592 878
% rok do roku						
2019	5,0	5,5	3,8	2,8	2,2	0,9
2020	5,0	-10,4	-12,3	-14,9	-19,8	-10,4
2021	5,0	-3,2	18,0	15,4	41,4	17,1
2022	5,0	5,0	2,1	2,2	1,8	2,6
2023	5,0	4,5	0,8	3,0	3,7	1,8
2024	5,0	2,0	0,0	1,5	0,8	1,3
2025	5,0	1,3	2,1	1,1	4,2	0,9

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.4

Z otrzymanych dla sektora motoryzacyjnego S₄ danych w każdym roku wyznaczono wartość prognozy: minimalną (MIN), średnią i maksymalną (MAX), z wyłączeniem prognozy na podstawie trendu. W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S₄ wyniesie minimalnie 541 tys. ton, a maksymalnie 656 tys. ton. Według najlepszego trendu wielkość ta byłaby pomiędzy minimalną a maksymalną tj. 593 tys. ton. Łącznie z otrzymanych modeli wynika, że wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S₄ wyniesie 594 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 14% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 25,4 tys. ton czyli ok. +4,9% na rok. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji przedstawiono na rysunku 57.



Rys. 56. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji (Y_2S_4)

Dla rynku AGD (S_5) wybrano trend wykładniczy i opracowano trzy modele ze zmiennymi mającymi wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym sektorze. Poziom ich dopasowania był bardzo dobry i wynosił od 0,90 do 0,96. W okresie prognozy tj. od 2019 do 2025 r. najniższy przyrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane, z okresem spadku w 2020 r. prognozuje się w modelu M_3 (o przeciętnie 6,5 tys. ton rocznie czyli ok. +3,6% na rok), a największy i stały przyrost w modelu trendu T_{WK} (o przeciętnie 40,7 tys. ton rocznie czyli ok. +15% na rok). Modelem z najwyższym dopasowaniem, który jednocześnie spełniał wszystkie założenia, był model z najniższym przyrostem tj. M_3 . Wyniki prognoz dla sektora S_5 przedstawiono w tabeli 43.

Tabela 42. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku AGD (S_5) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII

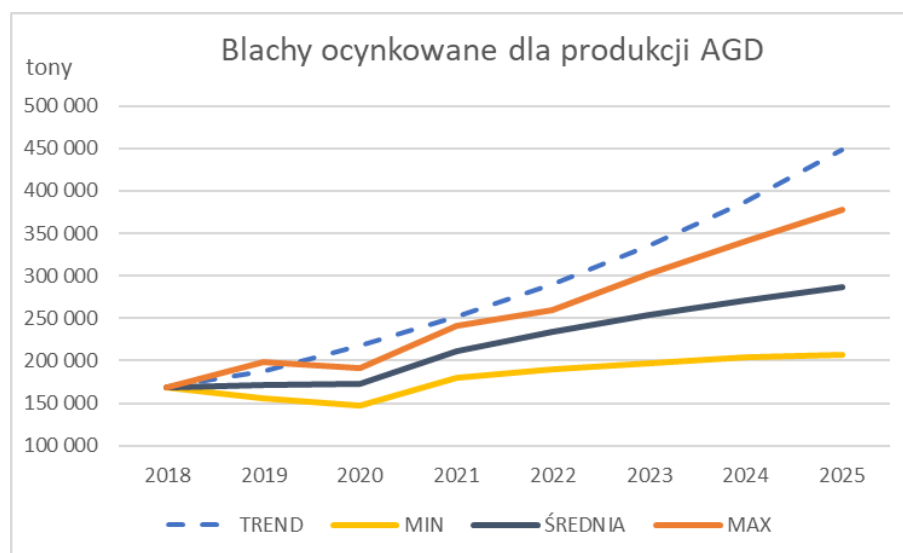
	$T_{WK}Y_2S_5$	$M_1Y_2S_5$	$M_2Y_2S_5$	$M_3Y_2S_5$
R²	0,9143	0,939	0,9066	0,9611 ✓
tony				
2019	188 357	198 460	161 461	156 119
2020	217 596	178 091	191 396	147 712
2021	251 373	211 971	241 377	180 345
2022	290 394	259 049	252 617	189 580
2023	335 472	302 534	262 229	196 591
2024	387 548	340 068	269 611	204 546
2025	447 707	377 871	275 297	206 906

cd. tabeli 43.

	$T_{WK}Y_2S_5$	$M_1Y_2S_5$	$M_2Y_2S_5$	$M_3Y_2S_5$
% rok do roku				
2019	15,5	19,9	18,8	-3,2
2020	15,5	-10,3	18,5	-5,4
2021	15,5	19,0	26,1	22,1
2022	15,5	22,2	4,7	5,1
2023	15,5	16,8	3,8	3,7
2024	15,5	12,4	2,8	4,0
2025	15,5	11,1	2,1	1,2

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.5

Z otrzymanych dla sektora produkcja AGD S_5 danych w każdym roku wyznaczono wartość prognozy: minimalną (MIN), średnią i maksymalną (MAX), z wyłączeniem prognozy na podstawie trendu. W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_5 wyniesie minimalnie 207 tys. ton, a maksymalnie 378 tys. ton. Według najlepszego trendu wielkość ta byłaby znacznie powyżej maksymalnej tj. 448 tys. ton. Łącznie z otrzymanych modeli wynika, że wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_5 wyniesie 287 tys. ton w 2025 r. Po stabilizacji zużycia w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 22,8 tys. ton czyli ok. +10,7% na rok. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w AGD przedstawiono na rysunku 58.



Rys. 57. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD (Y_2S_5)

Dla pozostałych rynków (S_i) wybrano trend liniowy i opracowano jeden model ze zmienną mającą wpływ na wielkość zużycia blach ocynkowanych (Y_2) w tym segmencie.

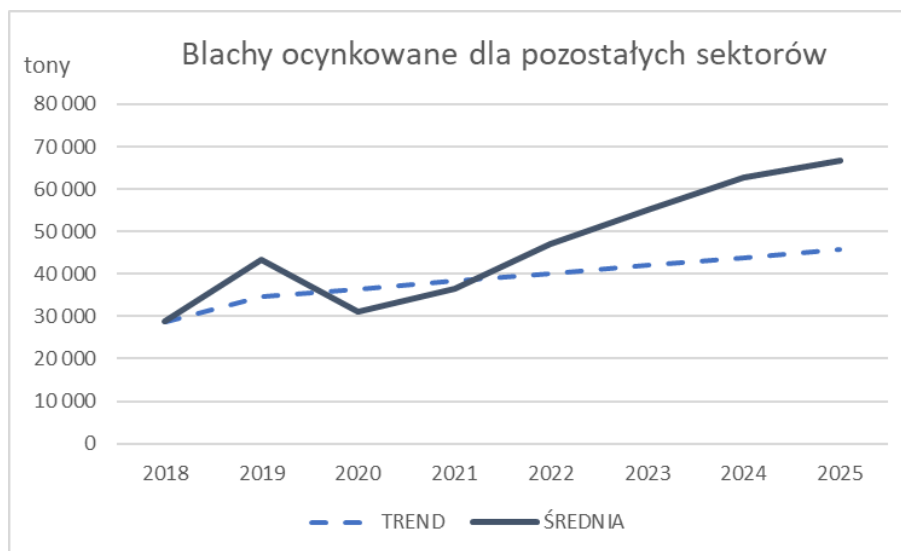
Poziom dopasowania był niski dla trendu tj. 0,56 i umiarkowanie dobry dla modelu ze zmienną tj. 0,73, czyli M_1 to najlepszy model. W okresie prognozy tj. od 2019 do 2025 r. w modelu M_1 prognozuje się wyższy wzrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane, z okresem spadku w 2020 r., o przeciętnie 4,5 tys. ton rocznie czyli ok. +9,4% na rok), a w modelu trendu T_{LN} niższy (o przeciętnie 1,7 tys. ton rocznie czyli ok. +4,9% na rok). Wyniki prognoz dla sektora S_5 przedstawiono w tabeli 44.

Tabela 43. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla pozostałych rynków (S_i) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.6

	$T_{LN}Y_2S_i$	$M_1Y_2S_i$
R^2	0,5563	0,726 ✓
tony		
2019	34 588	43 293
2020	36 452	31 114
2021	38 315	36 501
2022	40 178	46 957
2023	42 042	55 087
2024	43 905	62 632
2025	45 769	66 826
% rok do roku		
2019	5,7	21,4
2020	5,4	-28,1
2021	5,1	17,3
2022	4,9	28,6
2023	4,6	17,3
2024	4,4	13,7
2025	4,2	6,7

* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII.6

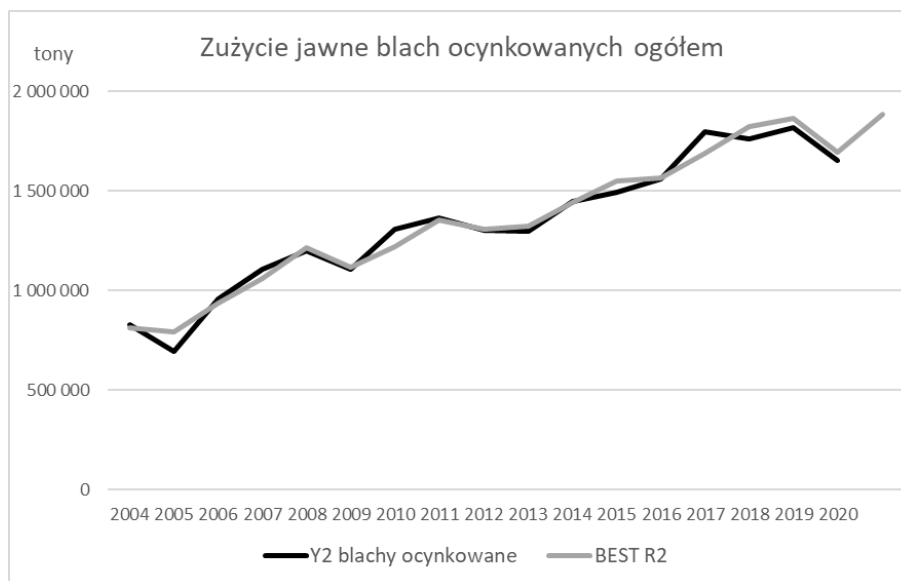
Dla pozostałych sektorów S_i przyjęto za średnią prognozę z modelu M_1 . W horyzoncie prognozy tj. do roku 2025 wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w S_i wyniesie 67 tys. ton. Po spadku zużycia w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 7,1 tys. ton czyli ok. +16,5% na rok. Według najlepszego trendu wielkość zapotrzebowania w 2025 r. byłaby znacznie niższa tj. 46 tys. ton. Wyniki analizy zbiorczej dla zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach przedstawiono na rysunku 59.



Rys. 58. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w pozostałych sektorach (Y_2S_i)

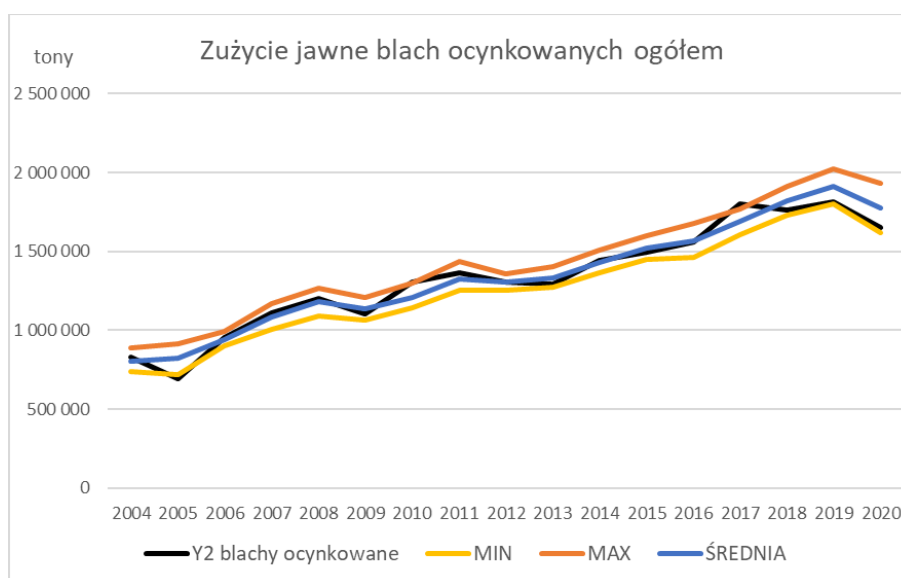
VII.2 PROGNOZY ZBIORCZE I WNIOSKI DLA PRODUKCJI

Na koniec analizy dla danego wyrobu dokonano podsumowania prognoz częściowych dla wszystkich sektorów. Wartości estymowane i prognozowane według przyjętego podziału: modele trendu, wartości minimalne, średnie i maksymalne oraz najlepsze modele, zsumowano dla poszczególnych lat w okresie analizy. W pierwszym kroku sprawdzono dopasowanie wyznaczonych pięciu zbiorczych modeli w okresie z danymi rzeczywistymi tj. 2004-2020. Wszystkie końcowe modele dla zużycia zbiorczego blach ocynkowanych miały bardzo dobry poziom dopasowania, tj. współczynnik $R^2 > 0,9$. Najlepsze dopasowanie odnotowano dla modelu opartego na najlepszych modelach sektorowych, które spełniały wszystkie założenia ($R^2 = 0,976$). Również wielkość względnych różnic pomiędzy wartościami estymowanymi a rzeczywistymi była najniższa w przypadku sumy modeli sklasyfikowanych jako najlepsze i wyniosła przeciętna 3%. Porównanie wielkości estymowanych na podstawie tego modelu z danymi rzeczywistymi przedstawiono na rysunku 60.



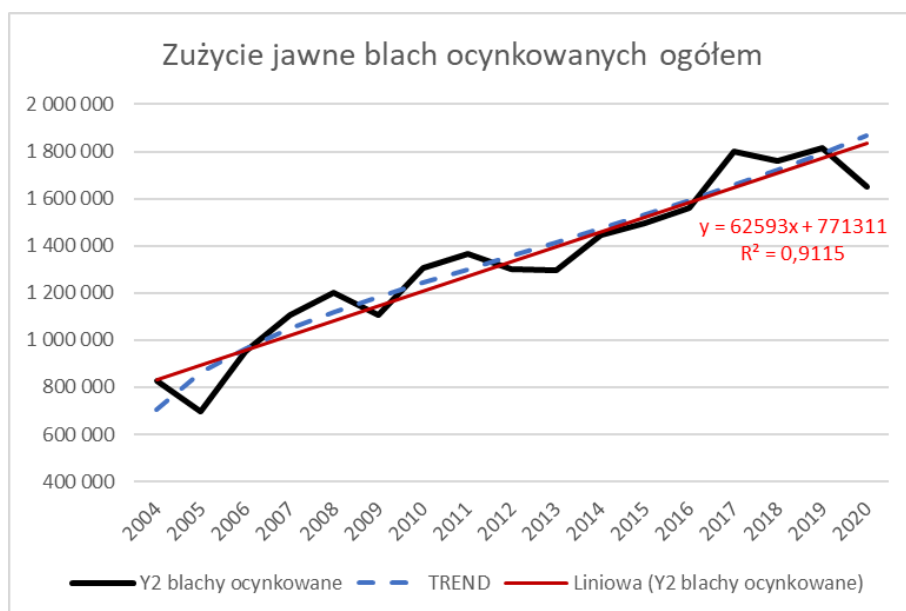
Rys. 59. Wielkość zużycia blach ocynkowanych ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w modelu zbiorczym dla najlepszych modeli sektorowych (BEST R²).

Biorąc pod uwagę modele oparte na danych minimalnych i maksymalnych przedział ich wielkości pokrywa w 99,7% wartości rzeczywiste zużycia blach ocynkowanych ogółem. Dopasowanie jest jednak wyższe w przypadku modelu opartego na danych minimalnych ($R^2=0,972$) niż średniej ($R^2=0,961$) i danych maksymalnych ($R^2=0,950$). Z drugiej strony niższy względny poziom odchyżeń odnotowano w przypadku modelu opartego na średnich danych tj. przeciętnie 4% na rok, a wyższy dla modeli opartych na wartościach minimalnych i maksymalnych (po 7%). Porównanie wielkości estymowanych z rzeczywistymi dla tych trzech modeli przedstawiono na rysunku 61.



Rys. 60. Wielkość zużycia blach ocynkowanych ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w modelach na podstawie danych sektorowych (MIN, ŚREDNIA, MAX).

Najniższe dopasowanie miał model oparty dla sektorowych modelach trendów ($R^2=0,914$). Podobne dopasowanie uzyskano tworząc liniowy model trendu dla zmiennej blachy ocynkowane ogółem ($R^2=0,911$). Jednak w kontekście prognozowania nie daje on tylu informacji na temat rozkładu prognoz w poszczególnych segmentach rynku. Porównanie wielkości estymowanych z rzeczywistymi dla tych trzech modeli przedstawiono na rysunku 62.



Rys. 61. Wielkość zużycia blachy ocynkowanej ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w sektorowych modelach trendu (TREND) i trendzie liniowym ogółem.

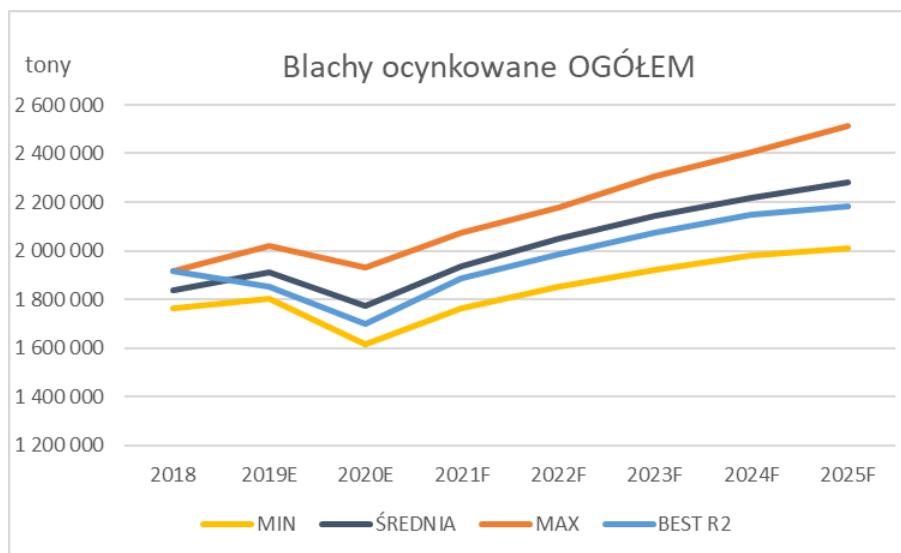
Ze względu na poziom dopasowania modelami najlepszymi do prognozowania według kryterium $R^2 \geq 0,95$ okazały się wszystkie wyznaczone w powyżej poza modelami trendów. Po wyznaczeniu prognoz obliczono również wskaźniki informujące o błędach prognoz. W okresie tworzenia pracy pojawiły się dane rzeczywiste dla zużycia wyrobów w latach poza okresem użytym do budowania modeli t. 2019, 2020 i 2021 (estymacja na podstawie danych po 7 miesiącach), dlatego dla tych trzech wyznaczono wskaźniki błędów ex post. Najniższy poziom błędów prognozy uzyskano dla modelu opartego na najlepszych sektorowych modelach, dla którego pierwiastek błędu średniokwadratowy (RMSE) wyniósł 37 tys. ton, a średni procentowy błąd prognozy (MAPE) wyniósł 1,7%. Oznacza to, że te modele dają bardzo dokładne prognozy. Również dobry poziom dokładności prognoz uzyskano dzięki modelom opartym na minimalnych wartościach (MAPE=3,2%) i średnich (MAPE=5,0%). Wyznaczone w modelach prognozy oraz obliczone dla nich wskaźniki przedstawiono w tabeli 45.

Tabela 44. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku krajowego ogółem [$\Sigma(S_1-S_i)$] według sumy dla modeli opracowanych w rozdziale VII

	TREND	MIN	ŚREDNIA	MAX	BEST
R²	0,9139	0,9717	0,9612	0,9497	0,9755
tony					
2019	1 793 804	1 803 772	1 913 159	2 019 453	1 863 281
2020	1 868 741	1 616 366	1 772 396	1 932 220	1 692 883
2021	1 948 904	1 765 521	1 936 843	2 073 636	1 884 003
2022	2 035 139	1 854 091	2 050 227	2 179 547	1 994 205
2023	2 128 393	1 919 728	2 143 286	2 307 844	2 086 841
2024	2 229 735	1 982 274	2 219 028	2 403 763	2 166 537
2025	2 340 376	2 011 888	2 281 423	2 515 747	2 202 886
% rok do roku					
2019	4,1	4,2	5,0	5,6	2,3
2020	4,2	-10,4	-7,4	-4,3	-9,1
2021	4,3	9,2	9,3	7,3	11,3
2022	4,4	5,0	5,9	5,1	5,8
2023	4,6	3,5	4,5	5,9	4,6
2024	4,8	3,3	3,5	4,2	3,8
2025	5,0	1,5	2,8	4,7	1,7
Błędy prognoz w okresie 2019-2021					
RMSE	128 899	80 660	91 502	223 385	36 873
MAPE	5,7%	3,2%	5,0%	11,8%	1,7%

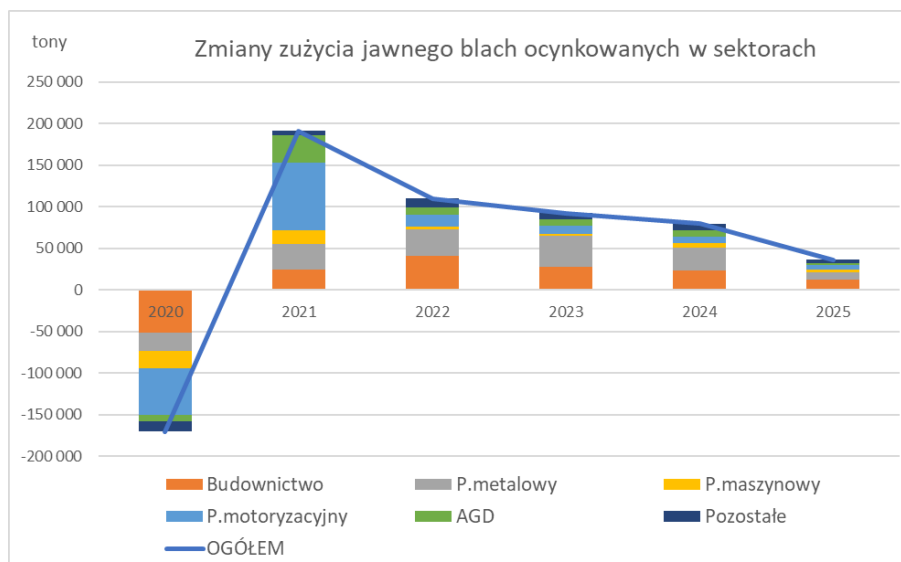
* numeracja zgodna z modelami w rozdziale VII

Podsumowując analizę uznano, że modele o najwyższym poziomie dopasowanie i spełniające wszystkie kryteria będą najlepsze do ustalenia wniosków dla producentów wyrobów stalowych. Na ich podstawie określono wielkość i kierunki rozwoju rynku wybranego wyrobu. W okresie prognozowanym, zużycie jawne blach ocynkowanych po spadku w 2020 r. odbuduje się do poziomu wyższego o 1% niż w 2019 r. Natomiast od 2022 r. utrzyma się malejąca tendencja wzrostowa dynamiki od +5,8% do +1,7% w 2025 r. W ostatnim roku poziom zużycia blach ocynkowanych przekroczy 2,2 mln ton i będzie wyższy o 550 tys. ton od wielkości odnotowanej w kryzysowym 2020 r. oraz o 385 tys. ton od wielkości odnotowanej w rekordowym 2019 r. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych we wszystkich sektorach ogółem według modeli zbiorczych na podstawie danych sektorowych przedstawiono na rysunku 63.



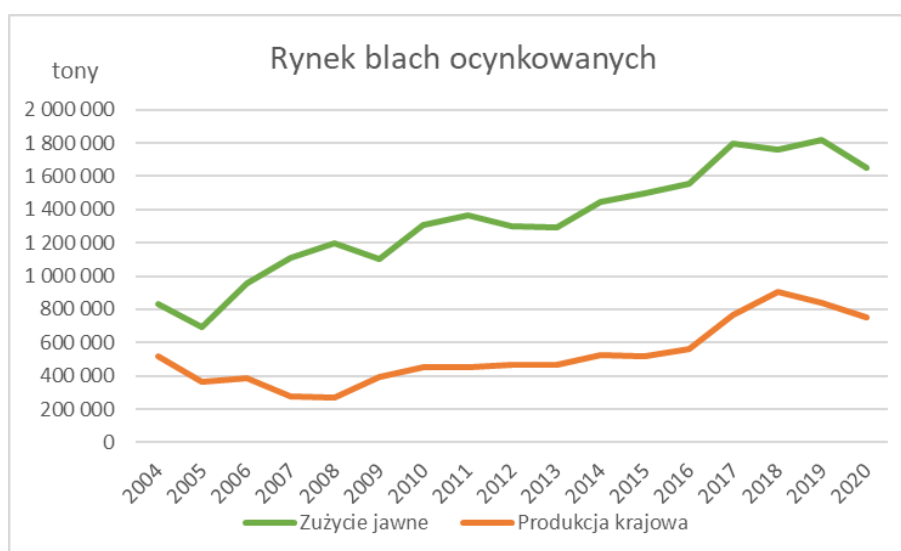
Rys. 62. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych we wszystkich sektorach ogółem $Y_2[\Sigma(S_1-S_i)]$ według modeli na podstawie danych sektorowych (TREND, MIN, ŚREDNIA, MAX, BEST R²).

Dla producentów dodatkową informacją będą prognozy szczegółowe zmiany zapotrzebowania na blachy ocynkowane w poszczególnych segmentach rynku. W 2021 r. odbudowa po głębokim spadku zapotrzebowania na blachy ocynkowane, nastąpi zwłaszcza na rynku: motoryzacyjnym, gdzie zwiększenie zużycia tego wyrobu wyniesie ponad 80 tys. ton. Wysoki wzrost odnotują również rynki: produkcja AGD (ok. 33 tys. ton) i wyroby gotowe z metali (ok. 31 tys. ton), budownictwo (24 tys. ton) i przemysł maszynowy (17 tys. ton). Natomiast w 2022 r. należy się spodziewać wzrostu zapotrzebowania na blachy ocynkowane zwłaszcza w segmencie: budownictwo (ok. 40 tys. ton), przemysł wyrobów gotowych z metali (ok. 33 tys. ton), motoryzacja (15 tys. ton) i pozostałe sektory (10 tys. ton). W kolejnych trzech latach najwyższy wzrost zapotrzebowania prognozuje się dla rynku produkcja wyrobów gotowych z metali (75 tys. ton), budownictwo (62 tys. ton) i motoryzacja (23 tys. ton). Pełną analizę sektorowych prognoz zmian zużycia blach ocynkowanych przedstawiono na rysunku 64.



Rys. 63. Podsumowanie prognozowanych rocznych zmian wielkości zużycia blach ocynkowanych z podziałem na poszczególne segmenty rynku.

Jako dodatkowy element prognoz, w przypadku realizacji zlecenia analizy rynku dla konkretnego producenta, dodano przykład wykorzystania powyższych informacji w prognozowaniu produkcji własnej. Dla analizowanego wyrobu przedstawiono zestawienie wielkości produkcji oraz zużycia jawnego (rysunek 65). Znaczną część rynku stanowią producenci zza granicy (ponad 80% w ostatnich 5 latach), a część produkcji jest przeznaczona na eksport (ok. 30% w ostatnich 5 latach). Jednak z punktu widzenia producenta można założyć, utrzymanie obecnego poziomu produkcji plus/minus zmiany rynku prognozowane w analizie.



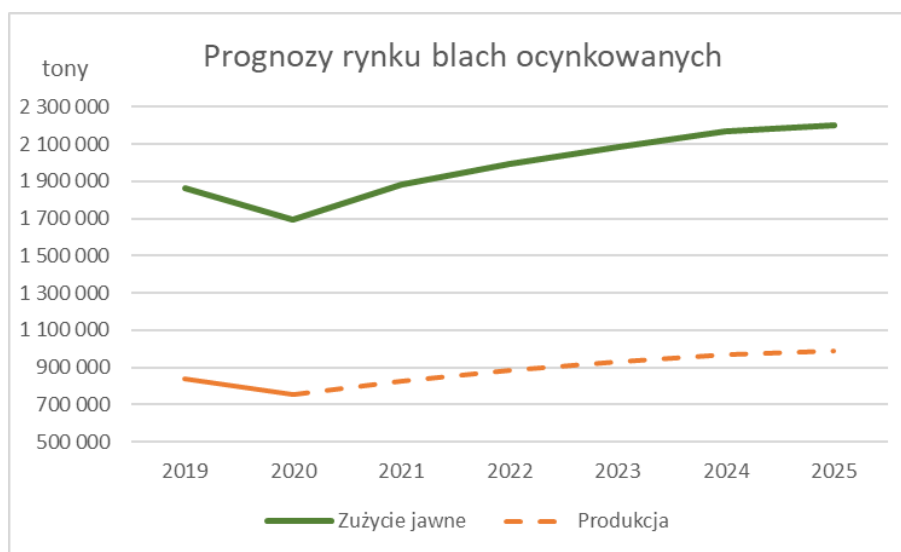
Rys. 64. Elementy rynku blach ocynkowanych: zużycie jawne, produkcja i import.

Mając do dyspozycji prognozy rynkowe dla danego wyrobu z podziałem na poszczególne segmenty rynku, zainteresowany producent (krajowy lub zagraniczny) może określić przyszłe zmiany wielkości produkcji własnej. Dla produkcji krajowej (obecnie tylko firma ArcelorMittal Poland Odział w Krakowie), przyjęto założenia z wyborem rynków, na których producent chciałby zwiększyć swój udział. Pozostałą część rynku będzie zaspokajał import. Dla wybranego wyrobu przyjęte założenia o udziale w prognozowanym wzroście rynku w poszczególnych segmentach przedstawiono w tabeli 46.

Tabela 45. Założenia dla prognoz produkcji blach ocynkowanych na podstawie prognoz rynku krajowego

	Udział produkcji we wzroście	Udział importu we wzroście
Budownictwo	60%	40%
P.metalowy	50%	50%
P.maszynowy	45%	55%
P.motoryzacyjny	25%	75%
AGD	60%	40%
Pozostałe	40%	60%

Dla przykładowych założeń, które mogą być odpowiednio modyfikowane przez zainteresowanego producenta wyrobu, obliczono prognozy możliwej do realizacji produkcji w kolejnych latach (rysunek 66). Z przedstawionej analizy wynika, że produkcję blach ocynkowanych można zwiększyć w kolejnych latach do poziomu 977 tys. ton w 2025 r.



Rys. 65. Prognozy rynku blach ocynkowanych: zużycie jawne, produkcja i import.

VIII PODSUMOWANIE

Hutnictwo stali jako sektor jest ważną częścią gospodarki krajowej – o średnim udziale ok. 3% w łącznej wartości produkcji przemysłowej oraz ok. 0,3% w tworzeniu wartości dodanej. Pośredni wpływ sektora jest jeszcze większy, biorąc pod uwagę jego powiązanie z otoczeniem gospodarczym przez zapotrzebowanie na materiały i energię oraz usługi. Według badań prowadzonych przez firmę EY na każdą jednostkę wartości dodanej wyprodukowaną w krajowym hutnictwie przypada 5,7 jednostek wartości dodanej generowanych poprzez działalność sektora w innych częściach gospodarki. Udział przemysłu stalowego w szerokim ujęciu – jako element w łańcuchu dostaw kształtuje się na poziomie ok. 1,8% tworzenia krajowego PKB. Znaczenie sektora stalowego jest jeszcze większe, biorąc pod uwagę jego produkty, wykorzystywane w wielu gałęziach gospodarki do produkcji i budowy. Zużycie jawne obliczane jako produkcja stali w kraju pomniejszona o eksport i powiększona o import w ostatnich dziesięciu latach wyniosło średnio 11,65 mln ton, a jego tendencja była rosnąca z przeciętną dynamiką wzrostu na poziomie 6,9% rocznie. W tym samym okresie średnia roczna produkcja stali wynosiła ok. 8,75 mln ton.

Krajowy sektor stalowy, po przeprowadzeniu restrukturyzacji i wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej, przeszedł w bardziej ustabilizowany okres. Produkcja stali i wyrobów stalowych w dużej mierze podlegała wahaniom związanym ze zmianami koniunktury rynkowej. Niedopasowanie strukturalne produkcji, tj. zwłaszcza niedostateczny poziom zdolności produkcyjnych w zakresie wyrobów płaskich, doprowadził do powiększającego się z roku na rok deficytu handlowego oraz wzrastającego i większościowego udziału importu w zużyciu jawnym stali. W poprzedniej dekadzie większość badań sektora hutniczego koncentrowała się wokół procesu restrukturyzacji hut, obecnie analizy skupiają się na badaniu rynku stalowego. Jest on bowiem ważnym wyznacznikiem wielkości produkcji, obok prowadzonej polityki unijnej i krajowej w zakresie ochrony środowiska i klimatu.

Prognozowanie popytu i produkcji jest kluczowym elementem procesu decyzyjnego w inżynierii produkcji. Dzięki dużej ilości udostępnianych danych statystycznych jest możliwe prognozowanie na podstawie wiarygodnych informacji w całym sektorze stalowym oraz w jego głównych asortymentach. Im większa precyzja i szczegółowość danych wzrasta użyteczność dla producentów w kontekście minimalizacji błędnych decyzji inwestycyjnych. Celem podstawowym pracy było opracowanie kompleksowej metodyki badań rynku poszczególnych wyrobów stalowych, w zakresie zapotrzebowania i produkcji użytkowników stali w Polsce, jako metody wyznaczania kierunków rozwoju rynku stalowego.

Odnosząc się do przyjętego głównego celu pracy opracowano następującą strukturę modelowania rynku użytkowników wyrobów stalowych. Struktura ta obejmowała zgromadzenie i analizę danych rzeczywistych ze źródeł ogólnodostępnych i wewnętrznych, które zostały uporządkowane wg trzynastu głównych asortymentów wyrobów stalowych, użytecznych z punktu widzenia producentów i rynku odbiorców, z uwzględnieniem obowiązującej w kraju i UE klasyfikacji statystycznej. Poszczególne bazy z których korzystano w niniejszej pracy zostały poddane procesowi analizy porównawczej poszukując wspólnych kryteriów klasyfikacji. Na podstawie opracowanej ujednoliconej bazy danych ustalono przybliżoną, ale silnie urealnioną strukturę rynku stali w stosunku do standardowej przyjmowanej (tabela 2 str 28) formy która funkcjonuje w statystykach krajowych. Budując bazę danych uwzględniono przepływy międzygałęziowe oraz uzupełniono brakujące dane korzystając z metod statystycznych. W sumie opracowano bazę zużycia jawnego trzynastu asortymentów wyrobów stalowych, w ośmiu segmentach rynku, w okresie piętnastu lat. Przygotowaną bazę stanowi załącznik 2 (rozdział X.2) do niniejszej pracy a proces jej opracowania opisano szczegółowo w rozdziale III.2.

Do prezentacji metody badawczej wybrano najbardziej reprezentatywny produkt, tj. blachy ocynkowane z grupy wyrobów płaskich, ze względu na znaczącą wielkość zużycia jawnego, wysoką wartość dodaną produktu, szerokie zastosowanie oraz rosnące zapotrzebowanie ze strony użytkowników rynku. Kolejnym etapem było dobór zmiennych opisujących działalność kluczowych użytkowników stali, do których zaliczono sektory: budownictwo, wyroby gotowe z metali, produkcję maszyn i urządzeń, motoryzację, produkcję pozostałego sprzętu transportowego i produkcję AGD. Jako zmienne egzogenne do modeli statystycznych wybrano kluczowe i dostępne czynniki mające wpływ na wielkość zapotrzebowania na wyroby stalowe, opisujące działalność produkcyjną w poszczególnych sektorach m.in.: produkcję sprzedaną, produkcję ważniejszych wyrobów, zatrudnienie, inwestycje, zużycie materiałów i energii. Wyznaczona baza danych stała się podstawą do opracowania modeli statystycznych o strukturach: jednoczynnikowych, dwu- i trzy-czynnikowych oraz o funkcjach liniowych i potęgowych.

Proces budowania modeli rozpoczęto od modeli trendów dla każdego z segmentów rynku, z których do prognozowania wybierano trend o najwyższym dopasowaniu do danych rzeczywistych. W modelach z czynnikami dobierano poszczególne zmienne objaśniające uwzględniające specyfikę zastosowania danego wyrobu oraz wysoki poziom korelacji ze zmienną objaśnianą. W sumie dla badanego wyrobu opracowano 30 modeli w tym w budownictwie (oznaczonym jako S_1) – 6, w przemyśle metalowym (S_2) – 7, w przemyśle

maszynowym (S_3) – 5, w motoryzacji (S_4) – 6, w produkcji AGD (S_5) – 4 i w pozostałych segmentach (S_i) – 2. Modele zostały poddane pełnej weryfikacji statystycznej potwierdzającej ich poziom dopasowania oraz poprawność budowy. Następnie za pomocą statystycznie istotnych modeli wyznaczono prognozy zużycia dla badanego wyrobu stalowego na poszczególnych rynkach użytkowników. W tabeli 47 przedstawiono podsumowanie wybranych istotnych czynników kształtujących zużycie blach ocynkowanych oraz prognozowane na ich podstawie zmiany w wielkości zapotrzebowania u poszczególnych użytkowników stali.

Tabela 46. Podsumowanie prognoz wyznaczonych w modelach na podstawie istotnych czynników.

Rynek	Czynniki istotne	Prognozy zużycia dla rynku
S_1 - budownictwo	PKB, inwestycje, produkcja sprzedana, transport lądowy ładunków, wielkość budynków niemieszkalnych oddanych do użytkowania, przeciętne wynagrodzenie w budownictwie, nakłady inwestycyjne w budownictwie	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w sektorze S_1 wyniesie 581 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 6% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 22,5 tys. ton czyli ok. +4,6% na rok.
S_2 - przemysł metalowy	PKB, inwestycje, zatrudnienie, wydajność pracy, czas pracy, eksport wyrobów, produkcja sprzedana budownictwa i przemysłu, zużycie oleju napędowego, węgla kamiennego i gazu ziemnego	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w sektorze S_2 wyniesie 572 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 1% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 17,4 tys. ton czyli ok. +3,3% na rok.
S_3 - przemysł maszynowy	produkcja sprzedana, zużycie płyt wiórowych, zużycie energii elektrycznej, wartość produkcji na eksport i do sprzedaży krajowej	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w sektorze S_3 wyniesie 200 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 12% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 6,5 tys. ton czyli ok. +3,6% na rok.
S_4 - motoryzacja	nakłady inwestycyjne na maszyny i urządzenia, zużycie energii elektrycznej, produkcja samochodów ciężarowych, produkcja części samochodowych, zatrudnienie, eksport i import produktów sektora	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w sektorze S_4 wyniesie 594 tys. ton w 2025 r. Po spadku o 14% w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 25,4 tys. ton czyli ok. +4,9% na rok.
S_5 - produkcja AGD	PKB, produkcja sprzedana, produkcja dużego sprzętu AGD, produkcja blach ocynkowanych w Polsce	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w sektorze S_5 wyniesie 287 tys. ton w 2025 r. Po stabilizacji zużycia w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 22,8 tys. ton czyli ok. +10,7% na rok.
S_i - pozostałe sektory	nakłady inwestycyjne w gospodarce	Wielkość wykorzystania blach ocynkowanych w pozostałych sektorach S_i wyniesie 67 tys. ton w 2025 r. Po spadku zużycia w 2020 r. przeciętny roczny wzrost zapotrzebowania w kolejnych latach wyniesie ok. 7,1 tys. ton czyli ok. +16,5% na rok.

Na podstawie opracowanych modeli przygotowano również prognozę zbiorczą dla wybranego wyrobu stalowego. Modele zestawiono w kilku grupach: modele trendu, modele wg scenariuszy pesymistycznych – z wartościami minimalnymi, centralnych – z wartościami średnimi, optymistycznych – z wartościami maksymalnymi oraz modele o najwyższym poziomie dopasowania. Analiza zbiorcza umożliwiła sprawdzenie poziomu dopasowania wartości estymowanych z pełnymi danymi rzeczywistymi. Wszystkie zestawienia wykazały bardzo dobre dopasowanie (wskaźnik $R^2 > 0,9$). Zagregowane wybrane modele o najwyższym poziomie dopasowania i spełniające wszystkie kryteria wykazały najwyższy R^2 , co oznacza zgodność z wartościami rzeczywistymi na poziomie 97,5%. Uznano więc, że będą najlepsze do ustalenia wniosków dla producentów wyrobów stalowych. Na ich podstawie określono wielkość i kierunki rozwoju rynku wybranego wyrobu.

W okresie prognozowanym, zużycie jawne blach ocynkowanych po spadku w 2020 r. odbuduje się do poziomu wyższego o 1% niż w 2019 r. Natomiast od 2022 r. utrzyma się malejąca tendencja wzrostowa dynamiki od +5,8% do +1,7% w 2025 r. W 2022 r. należy się spodziewać wzrostu zapotrzebowania na blachy ocynkowane zwłaszcza w segmencie: budownictwo (ok. 40 tys. ton), przemysł wyrobów gotowych z metali (ok. 33 tys. ton), motoryzacja (15 tys. ton) i pozostałe sektory (10 tys. ton). W kolejnych trzech latach najwyższy wzrost zapotrzebowania prognozuje się dla rynku produkcja wyrobów gotowych z metali (75 tys. ton), budownictwo (62 tys. ton) i motoryzacja (23 tys. ton). Następnie przyjmując założenia o wyborze rynków, na których producent mógłby zwiększyć swój udział. oszacowano, że krajowa produkcja blach ocynkowanych może wzrosnąć w kolejnych pięciu latach o 233 tys. ton w stosunku do 2020 r., tj. do poziomu 985 tys. ton w 2025 r.

Przyjęta metodologia była zgodna z wyznaczonymi celami szczegółowymi niniejszej pracy oraz hipotezami badawczymi. Podstawowe pytanie badawcze brzmiało: czy na podstawie danych opisujących działalność produkcyjną w głównych branżach przetwarzających stal można prognozować wielkość zapotrzebowania na poszczególne asortymenty wyrobów stalowych? Przeprowadzona analiza z weryfikacją modeli oraz prognoz stanowi podstawę do stwierdzenia, że opracowana metodyka jest prawidłowa i użyteczna. Potwierdzono również hipotezę, że zastosowanie modeli statystycznych, uwzględniających wybrane czynniki i zmiany stalochłonności, umożliwia kompleksową analizę i prognozowanie zapotrzebowania na wyroby stalowe.

IX WNIOSKI KOŃCOWE

1. Zaproponowana w niniejszej pracy metodyka umożliwiła szczegółowe zbadanie stalochłonności gospodarki, a następnie zbudowanie modeli statystycznych z wykorzystaniem czynników charakteryzujących produkcję na głównych rynkach użytkowników stali oraz zastosowanie tych modeli w prognozowaniu zapotrzebowania na poszczególne asortymenty wyrobów stalowych. Dla wybranego do prezentacji metodyki asortymentu – blach ocynkowanych – utworzono 30 modeli spełniających kryterium wysokiego poziomu dopasowania.
2. Stalochłonność gospodarki nie jest stała i trudno wyjaśnić zmiany zużycia jawnego stali zmianami samego PKB. Określenie wielkości zużycia wyrobów stalowych w podziale na segmenty rynku – najważniejszych użytkowników stali – pozwala na dokładniejsze wyjaśnienie zmienności stalochłonności w gospodarce. Stalochłonność gospodarki Polski na jednostkę PKB od 2010 r. była względnie stabilna: ze średnią 6,7 t / 1 mln zł i odchyleniem 6%. Rozkład stalochłonności w poszczególnych sektorach różnił się znacząco: od 48,5 t / 1 mln zł produkcji sprzedanej w budownictwie do 11,1 t / 1 mln zł w produkcji pozostałego sprzętu transportowego w 2018 r.
3. Na podstawie dostępnych baz danych można za pomocą opracowanej metodyki określić wielkość zużycia jawnego poszczególnych asortymentów wyrobów stalowych oraz strukturę ich zużycia na głównych rynkach użytkowników stali. Dla przykładowego asortymentu, tj. blach ocynkowanych, w 2018 r. zużycie jawne wyniosło 1 761 tys. ton na co złożyło się zapotrzebowanie ze strony: budownictwa – o wielkości 407 tys. ton (23%), produkcji wyrobów gotowych z metali – 444 tys. ton (27%), przemysłu maszynowego – 188 tys. ton (11%), motoryzacji – 524 tys. ton (30%), produkcji AGD – 169 tys. ton (9,5%) i pozostałych sektorów – 29 tys. ton (1,5%).
4. Na przykładzie blach ocynkowanych wykazano, że istnieje istotna korelacja zużycia jawnego stali na danym rynku i czynników charakteryzujących działalność produkcyjną użytkowników stali: np. dla produkcji budowlano-montażowej – współczynnik korelacji wynosi 0,94 (istotność czynnika stwierdzona z prawdopodobieństwem $p > 99\%$), dla wielkości zatrudnienia w produkcji wyrobów gotowych z metali – 0,94 ($p > 99\%$), dla produkcji maszyn

i urządzeń – 0,92 ($p > 99\%$), dla nakładów inwestycyjnych na maszyny i urządzenia w sektorze motoryzacyjnym – 0,91 ($p > 99\%$), dla produkcji urządzeń elektrycznych – 0,91 ($p > 99\%$).

5. Funkcje trendu dla zużycia jawnego wyrobów stalowych, pomimo często dobrego poziomu dopasowania (średni współczynnik R^2 dla blach ocynkowanych dla najlepszych modeli trendu w poszczególnych sektorach wyniósł 0,80), nie pozwala to jednak na precyzyjne określenie przyczyny zmian na rynku. Modele zapotrzebowania na wybrany asortyment wyrobów stalowych, oparte na czynnikach charakteryzujących produkcję w poszczególnych sektorach konsumujących stal, wykazują wysoki poziom dopasowania (średni współczynnik R^2 wyniósł 0,89) oraz możliwości obliczania prognoz, których podstawę stanowią aktualne tendencje u poszczególnych użytkowników, np. wzrost produkcji w sektorze maszynowym w 2022 roku o wartości 800 mln zł spowoduje wzrost zużycia blach ocynkowanych o 2,6 tys. ton przy innych nie zmienionych czynnikach.
6. Utworzone modele o najwyższym poziomie dopasowania oraz spełniające wszystkie założenia metody, zbadane na podstawie testów statystycznych – oznaczone jako „BEST R^2 ”, pozwalają na uzyskanie prognoz o niskim poziomie błędów wraz z uzasadnieniem zmian zapotrzebowania na wyroby. W przypadku modelu zbiorczego dla blach ocynkowanych, opartego na najlepszych sektorowych modelach, pierwiastek błędów średniokwadratowych (RMSE) wyniósł 37 tys. ton, a średni procentowy błąd prognozy (MAPE) wyniósł 1,7%. Z tego modelu wynika, że np. w 2022 r. prognozuje się wzrost zapotrzebowania na blachy ocynkowane w segmentach: budownictwo (o ok. 40 tys. ton), produkcja wyrobów gotowych z metali (o ok. 33 tys. ton), motoryzacja (o ok. 15 tys. ton) i pozostałe sektory (o ok. 10 tys. ton).
7. Opracowana metodyka badań rynku w zakresie zapotrzebowania i produkcji użytkowników stali w Polsce, przedstawiona na przykładzie wybranego wyrobu stalowego, pozwala na wyznaczanie kierunków rozwoju rynku stalowego. Dzięki sektorowemu podejściu daje możliwość producentom prognozowania przyszłej wielkości produkcji z uwzględnieniem obecnego i planowego poziomu sprzedaży na danym rynku. Dla prognozowanego udziału producenta na poziomie 60% w rynku budowlanym i AGD, 50% - w produkcji wyrobów gotowych z metali, 45% - w przemyśle maszynowym, 25% - w przemyśle motoryzacyjnym i 40% - w pozostałych sektorach, krajową produkcję blach

ocynkowanych można zwiększyć w 2022 r. o 54 tys. ton, w 2023 r. o 43 tys. ton, w 2024 r. o 38 tys. ton, a w 2025 r. o 16 tys. ton.

8. Opracowana baza danych w zakresie sektorowego zużycia wyrobów stalowych i kształtujących ją czynników produkcyjnych ma charakter uniwersalny oraz może być aktualizowana w kolejnych latach wraz z analizą nowych danych statystycznych opublikowanych w raportach zbiorczych. Metodyka badań może być zastosowana do wszystkich asortymentów wyrobów stalowych (pięć grup wyrobów płaskich, siedem grup wyrobów długich i rury) w zależności od oferty produktowej danego producenta zamawiającego prognozy.

X ZAŁĄCZNIKI

X.1 KLASYFIKACJE WYROBÓW STALOWYCH

Tabela 47. Przyjęta klasyfikacja wyrobów według taryfy CN

Wyszczególnienie	kod CN
A. Wyroby płaskie:	
1. blachy i taśmy walcowane na gorąco,	7208, 721113, 721114, 721119, 721911, 721912, 721913, 721914, 721921, 721922, 721923, 721924, 722011, 722012, 722530, 722540, 72251910, 722620, 722691
2. blachy i taśmy walcowane na zimno, w tym elektrotechniczne,	7209, 721123, 721129, 721190, 721931, 721932, 721933, 721934, 721935, 721990, 722020, 722090, 722511, 72251990, 722550, 722611, 72261980, 722692
3. blachy ocynkowane,	721030, 721041, 721049, 721210, 721220, 721230, 722591, 722592, 72269910, 72269930
4. blachy powlekane pozostałymi materiałami,	721011, 721012, 721020, 721050, 721061, 721069, 721090, 721250, 721260, 722599, 72269970
5. blachy powlekane tworzywami sztucznymi.	721070, 721240
B. Wyroby długie:	
6. walcówka,	7213, 7221, 7227
7. pręty do zbrojenia betonu,	721420, 72149910
8. pręty gładkie i płaskowniki,	721430, 721491, 72149931, 72149939, 72149950, 72149971, 72149979, 72149995, 722211, 722219, 72224010, 72281020, 72282010, 72282091, 722830, 72287010, 722880
9. kształtowniki walcowane na gorąco	721610, 721621, 721622, 721631, 721632, 721633, 721640, 721650, 730110
10. szyny	7302
11. druty	7217, 7223, 7229
12. pręty gięte na zimno i kształtowniki gięte na zimno otwarte	721410, 7215, 721661, 721669, 721691, 721699, 722220, 722230, 72224050, 72224090, 72281050, 72281090, 72282099, 722840, 722850, 722860, 72287090, 722880, 730120, 7303
C. 13. Rury	7304, 7305, 7306

X.2 OPRACOWANA BAZA DANYCH SEKTOROWYCH

Tabela 48. Opracowana baza danych dot. sektorowego wykorzystaniu wyrobów stalowych w Polsce

asortyment	OGÓLEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2004 r.								
blachy walcowane na gorąco	1 523 339	364 809	327 101	428 445	85 607	10 906	268 608	37 861
blachy walcowane na zimno	881 092	144 098	142 034	266 845	181 466	126 386	1 025	19 238
blachy ocynkowane	810 527	182 043	193 097	92 719	334 251	4 624	1 375	2 418
blachy powlekane pozostałe	272 584	33 344	218 764	3 706	10 989	370	488	4 921
blachy powlekane organicznie	298 825	224 119	13 447	8 965	14 941	29 883	1 494	5 977
walcówka	524 773	209 197	258 053	49 492	620	3 446	3 435	531
pręty zbrojeniowe	725 302	725 302	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	352 397	169 599	66 392	61 136	4 715	1 015	29 998	19 542
szyny	49 480	46 395	392	193	0	0	12	2 489
pręty i płaskowniki	523 503	86 156	142 866	215 754	34 258	6 076	19 756	18 638
pręty i profile gięte na zimno	147 030	39 929	46 247	26 949	26 423	2 516	1 735	3 230
drut	394 877	134 040	157 060	66 252	15 659	9 674	4 184	8 009
rury	838 982	267 251	173 348	195 087	93 647	5 806	36 675	67 168
SUMA	7 342 711	2 626 281	1 738 801	1 415 543	802 577	200 702	368 785	190 021
2005 r.								
blachy walcowane na gorąco	1 811 152	424 751	428 985	532 418	109 616	272 012	8 899	34 471
blachy walcowane na zimno	895 897	170 601	185 073	210 845	201 276	2 545	111 744	13 813
blachy ocynkowane	677 306	168 508	184 541	91 271	228 141	838	2 517	1 488
blachy powlekane pozostałe	259 084	15 513	239 422	1 217	1 309	94	550	978
blachy powlekane organicznie	329 358	247 019	14 821	9 881	16 468	1 647	32 936	6 587
walcówka	527 674	220 314	259 657	37 483	774	5 657	2 952	836
pręty zbrojeniowe	700 173	700 173	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	811 745	365 611	176 022	144 645	19 519	61 421	2 285	42 242
szyny	85 682	77 880	3 047	547	0	33	0	4 175
pręty i płaskowniki	504 913	79 656	146 464	199 395	40 764	16 363	4 710	17 562
pręty i profile gięte na zimno	161 990	40 305	47 346	34 244	33 040	1 600	2 589	2 865
drut	402 274	134 148	182 817	53 757	14 584	2 784	10 244	3 940
rury	788 572	264 448	151 574	178 058	84 675	29 466	5 722	74 628
SUMA	7 955 821	2 908 928	2 019 770	1 493 761	750 167	394 461	185 148	203 585

cd. tabeli 49.

asortyment	OGÓŁEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2006 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 298 111	536 488	530 320	657 373	174 274	343 758	20 263	35 636
blachy walcowane na zimno	1 129 264	210 334	229 725	245 618	306 704	4 266	118 453	14 165
blachy ocynkowane	928 285	244 916	262 425	127 864	271 759	1 607	5 286	14 429
blachy powlekane pozostałe	270 155	17 733	248 089	1 534	1 167	95	434	1 104
blachy powlekane organicznie	448 589	336 441	20 186	13 458	22 429	2 243	44 859	8 972
walcówka	590 823	246 062	290 750	44 871	828	4 148	3 955	210
pręty zbrojeniowe	999 444	999 444	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	1 253 571	591 596	266 227	215 556	48 162	94 170	3 067	34 794
szyny	134 397	122 677	4 436	1 090	0	239	25	5 930
pręty i płaskowniki	609 167	105 392	186 217	219 729	57 768	19 936	7 191	12 935
pręty i profile gięte na zimno	169 939	41 399	48 742	32 248	41 843	1 487	1 821	2 399
drut	504 267	171 914	228 370	63 964	18 809	3 531	13 087	4 591
rury	879 483	289 217	181 944	192 333	101 794	29 394	3 982	80 819
SUMA	10215495	3 913 614	2 497 430	1 815 637	1 045 535	504 874	222 423	215 983
2007 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 525 032	628 223	636 789	698 979	206 841	302 515	12 154	39 531
blachy walcowane na zimno	1 238 993	238 179	277 563	242 319	358 632	8 155	100 547	13 598
blachy ocynkowane	1 079 611	294 562	315 661	139 988	307 260	1 856	5 607	14 677
blachy powlekane pozostałe	274 960	15 383	254 087	1 769	853	77	498	2 293
blachy powlekane organicznie	642 506	481 880	28 913	19 275	32 125	3 213	64 251	12 850
walcówka	807 836	331 510	405 923	61 084	812	4 003	3 821	683
pręty zbrojeniowe	1 296 895	1 296 895	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	1 325 888	637 897	309 155	203 101	60 958	80 419	8 665	25 694
szyny	126 154	118 490	3 523	878	0	0	4	3 258
pręty i płaskowniki	719 452	143 077	219 932	243 512	74 426	17 305	7 915	13 284
pręty i profile gięte na zimno	159 508	41 253	50 552	27 831	35 689	1 054	1 400	1 730
drut	542 978	200 941	241 614	58 704	18 415	3 146	14 491	5 667
rury	964 242	312 468	224 695	205 503	108 179	26 747	4 863	81 789
SUMA	11704056	4 740 758	2 968 407	1 902 945	1 204 190	448 489	224 215	215 053

cd. tabeli 49

asortyment	OGÓŁEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2008 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 687 836	660 506	666 383	692 228	209 082	412 239	15 356	32 042
blachy walcowane na zimno	1 148 798	209 035	260 550	272 065	292 092	4 928	98 645	11 483
blachy ocynkowane	1 175 368	308 294	353 725	126 907	363 132	2 302	7 951	13 057
blachy powlekane pozostałe	254 594	9 710	236 783	1 875	1 124	69	3 633	1 401
blachy powlekane organicznie	629 762	472 322	28 339	18 893	31 488	3 149	62 976	12 595
walcówka	783 127	320 635	385 804	65 483	1 170	4 416	5 359	259
pręty zbrojeniowe	1 160 104	1 160 104	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	1 171 280	574 740	301 924	163 132	41 436	61 934	3 950	24 164
szyny	73 533	66 867	1 458	933	0	358	8	3 909
pręty i płaskowniki	680 193	177 393	171 034	238 053	51 754	23 817	6 942	11 201
pręty i profile gięte na zimno	142 765	37 360	45 031	23 550	23 491	10 014	1 013	2 305
drut	473 986	190 233	193 399	68 092	14 897	2 353	629	4 383
rury	981 109	333 877	211 909	187 221	137 983	27 392	4 738	77 989
SUMA	11362455	4 521 074	2 856 341	1 858 432	1 167 648	552 972	211 200	194 788
2009 r.								
blachy walcowane na gorąco	1 687 999	459 740	421 361	483 959	140 480	108 903	29 554	44 002
blachy walcowane na zimno	683 719	114 572	168 644	114 334	227 629	950	51 542	6 049
blachy ocynkowane	1 105 670	306 214	340 426	133 326	277 358	2 224	38 289	7 833
blachy powlekane pozostałe	188 222	14 087	164 305	4 377	388	820	2 521	1 724
blachy powlekane organicznie	492 934	369 701	22 182	14 788	24 647	2 465	49 293	9 859
walcówka	543 050	250 163	240 620	41 831	409	5 067	2 712	2 247
pręty zbrojeniowe	845 717	845 717	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	778 036	403 555	167 105	125 106	24 435	30 060	3 284	24 491
szyny	62 814	56 513	1 322	747	0	0	5	4 227
pręty i płaskowniki	371 718	91 688	107 111	131 041	24 384	7 383	2 701	7 410
pręty i profile gięte na zimno	114 962	34 686	31 555	20 021	21 664	3 988	1 012	2 037
drut	362 489	145 467	146 790	42 054	15 984	2 590	4 139	5 465
rury	915 529	288 031	179 044	186 349	74 200	22 184	7 705	158 017
SUMA	8 152 861	3 380 134	1 990 466	1 297 934	831 578	186 632	192 757	273 360

cd. tabeli 49

asortyment	OGÓLEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2010 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 149 003	599 323	592 880	627 267	189 004	79 083	32 758	28 689
blachy walcowane na zimno	995 403	172 281	223 433	142 887	367 594	2 163	79 087	7 957
blachy ocynkowane	1 307 237	354 656	388 449	122 237	349 968	2 757	69 090	20 080
blachy powlekane pozostałe	250 851	19 964	214 953	10 866	704	32	2 780	1 552
blachy powlekane organicznie	590 365	442 774	26 566	17 711	29 518	2 952	59 037	11 807
walcówka	627 458	274 034	267 516	60 742	573	5 834	7 067	11 691
pręty zbrojeniowe	1 095 087	1 095 087	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	859 645	476 261	174 800	135 524	29 852	16 502	2 796	23 911
szyny	110 391	104 348	1 726	631	0	356	0	3 330
pręty i płaskowniki	460 462	100 974	147 902	159 891	31 734	10 224	3 785	5 952
pręty i profile gięte na zimno	153 761	43 944	33 267	33 541	34 348	2 210	1 458	4 993
drut	460 815	150 172	219 078	55 316	18 891	2 924	5 499	8 936
rury	1 037 062	329 015	239 251	222 131	136 868	18 775	13 706	77 317
SUMA	10097542	4 162 832	2 529 822	1 588 744	1 189 054	143 811	277 062	206 216
2011 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 542 092	767 812	760 146	576 140	207 860	154 483	34 300	41 352
blachy walcowane na zimno	1 018 411	188 523	219 741	181 492	308 740	1 598	104 867	13 450
blachy ocynkowane	1 364 117	350 062	396 589	127 576	401 065	890	64 127	23 809
blachy powlekane pozostałe	251 570	10 392	215 195	8 105	2 103	77	3 535	12 162
blachy powlekane organicznie	636 832	477 624	28 657	19 105	31 842	3 184	63 683	12 737
walcówka	812 904	389 803	294 335	62 844	575	32 744	4 349	28 253
pręty zbrojeniowe	1 502 256	1 502 256	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	988 023	538 069	222 267	135 762	35 421	30 400	3 614	22 491
szyny	157 424	152 318	1 861	774	0	0	2	2 468
pręty i płaskowniki	498 970	118 073	161 805	162 745	32 392	11 799	4 506	7 649
pręty i profile gięte na zimno	189 168	59 955	50 634	26 442	40 014	5 059	1 503	5 561
drut	528 706	182 409	224 686	76 965	24 219	3 709	7 501	9 219
rury	1 156 199	367 107	273 693	184 623	169 669	26 136	12 957	122 015
SUMA	11646671	5 104 402	2 849 611	1 562 573	1 253 898	270 078	304 945	301 164

cd. tabeli 49

asortyment	OGÓŁEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2012 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 492 004	735 027	753 869	573 847	233 542	121 911	36 629	37 180
blachy walcowane na zimno	978 075	177 227	216 557	137 422	325 710	1 599	108 312	11 249
blachy ocynkowane	1 302 391	354 239	380 588	118 019	347 387	929	82 448	18 781
blachy powlekane pozostałe	236 308	9 310	200 349	8 025	2 419	35	2 887	13 284
blachy powlekane organicznie	591 243	443 432	26 606	17 737	29 562	2 956	59 124	11 825
walcówka	766 773	344 570	289 817	58 062	1 480	44 513	2 849	25 482
pręty zbrojeniowe	1 139 289	1 139 289	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	965 658	521 171	204 348	131 208	53 875	31 057	4 601	19 399
szyny	139 465	133 430	2 060	1 005	0	0	0	2 970
pręty i płaskowniki	485 335	99 915	141 551	178 092	42 332	9 870	4 779	8 797
pręty i profile gięte na zimno	142 215	44 167	36 937	24 685	29 801	476	1 149	5 000
drut	505 235	172 045	201 885	76 882	28 106	3 913	13 049	9 355
rury	1 263 922	367 812	257 507	266 924	226 031	23 860	21 227	100 561
SUMA	11007914	4 541 634	2 712 075	1 591 908	1 320 244	241 118	337 053	263 882
2013 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 325 376	650 085	705 769	538 135	239 847	100 607	54 297	36 637
blachy walcowane na zimno	987 745	154 064	195 068	161 503	276 912	1 945	189 893	8 361
blachy ocynkowane	1 294 959	324 254	354 222	134 677	375 519	541	87 238	18 508
blachy powlekane pozostałe	246 138	9 414	207 429	7 492	3 710	36	3 311	14 747
blachy powlekane organicznie	608 393	456 295	27 378	18 252	30 420	3 042	60 839	12 168
walcówka	759 863	311 597	311 213	57 444	6 726	47 969	4 705	20 210
pręty zbrojeniowe	1 084 477	1 084 477	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	953 195	467 740	224 324	137 353	63 989	32 705	6 364	20 721
szyny	159 959	153 486	3 234	946	0	110	0	2 183
pręty i płaskowniki	504 442	113 390	145 845	159 962	63 759	8 283	4 844	8 358
pręty i profile gięte na zimno	107 130	28 771	28 466	19 211	25 413	461	909	3 898
drut	490 221	177 318	190 882	63 880	29 429	3 301	16 773	8 638
rury	1 185 363	336 219	257 274	235 719	220 095	22 854	19 146	94 056
SUMA	10707261	4 267 111	2 651 103	1 534 574	1 335 818	221 853	448 320	248 483

cd. tabeli 49

asortyment	OGÓLEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2014 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 638 398	728 249	750 515	616 742	312 001	121 969	78 091	30 831
blachy walcowane na zimno	1 127 721	177 881	223 376	198 567	294 612	3 009	224 923	5 353
blachy ocynkowane	1 445 743	380 794	400 130	136 803	406 843	846	91 352	28 975
blachy powlekane pozostałe	227 142	7 353	202 139	6 300	2 230	5	6 682	2 434
blachy powlekane organicznie	759 011	569 258	34 155	22 770	37 951	3 795	75 901	15 180
walcówka	861 106	363 803	326 113	65 480	22 216	58 666	5 453	19 374
pręty zbrojeniowe	1 303 281	1 303 281	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	1 004 203	480 613	258 826	138 217	61 952	29 196	7 121	28 278
szyny	242 132	231 948	6 265	845	0	0	0	3 074
pręty i płaskowniki	562 026	142 644	151 939	172 744	71 357	8 898	5 283	9 161
pręty i profile gięte na zimno	198 585	76 343	51 825	24 995	37 729	435	2 374	4 884
drut	475 508	171 065	194 085	51 343	31 350	2 891	19 789	4 986
rury	1 249 420	371 735	280 290	193 454	261 318	17 531	20 309	104 785
SUMA	12094276	5 004 968	2 879 659	1 628 260	1 539 557	247 240	537 278	257 314
2015 r.								
blachy walcowane na gorąco	2 726 750	754 488	834 439	598 750	330 537	111 550	72 339	24 646
blachy walcowane na zimno	1 215 025	179 412	205 769	224 369	329 229	3 431	266 817	5 998
blachy ocynkowane	1 494 550	396 714	408 957	139 119	441 558	250	79 833	28 118
blachy powlekane pozostałe	258 620	8 939	232 692	8 934	3 439	5	3 328	1 283
blachy powlekane organicznie	693 332	519 999	31 200	20 800	34 667	3 467	69 333	13 867
walcówka	947 096	385 360	360 738	73 056	40 794	62 882	6 852	17 414
pręty zbrojeniowe	1 420 451	1 420 451	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	902 027	413 388	248 008	112 149	73 930	18 777	4 056	31 719
szyny	157 656	145 303	8 488	1 239	0	0	5	2 621
pręty i płaskowniki	628 758	130 803	170 014	196 639	101 550	10 587	5 953	13 212
pręty i profile gięte na zimno	196 489	73 779	54 276	26 834	30 373	280	1 302	9 644
drut	465 413	157 999	184 451	46 813	46 958	2 239	20 705	6 247
rury	1 245 935	354 637	279 435	194 243	282 150	19 222	17 836	98 411
SUMA	12352101	4 941 273	3 018 468	1 642 944	1 715 185	232 691	548 360	253 180

cd. tabeli 49.

asortyment	OGÓŁEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2016 r.								
blachy walcowane na gorąco	3 150 491	850 821	1 036 491	649 254	391 606	119 515	75 500	27 303
blachy walcowane na zimno	1 247 854	225 886	277 531	211 687	294 405	3 675	227 726	6 944
blachy ocynkowane	1 559 204	399 643	413 276	155 089	482 304	755	97 190	10 949
blachy powlekane pozostałe	286 655	15 368	254 335	8 089	2 904	4	4 381	1 575
blachy powlekane organicznie	765 040	573 780	34 427	22 951	38 252	3 825	76 504	15 301
walcówka	1 004 833	438 113	419 848	83 637	51 798	1 690	8 835	912
pręty zbrojeniowe	1 525 272	1 525 272	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	894 749	407 088	243 250	108 959	71 776	23 807	4 557	35 313
szyny	140 930	131 682	6 003	1 057	0	0	6	2 183
pręty i płaskowniki	553 936	120 265	144 805	162 406	106 587	4 136	4 917	10 821
pręty i profile gięte na zimno	191 521	83 828	47 766	24 809	25 725	257	1 062	8 073
drut	493 326	153 162	188 998	49 077	53 981	4 815	21 952	21 342
rury	1 379 743	432 964	304 555	197 133	324 482	18 785	17 595	84 229
SUMA	13193554	5 357 872	3 371 284	1 674 147	1 843 820	181 264	540 224	224 943
2017 r.								
blachy walcowane na gorąco	3 035 102	819 012	979 564	631 715	381 701	99 563	75 360	48 187
blachy walcowane na zimno	1 252 773	181 439	235 066	195 599	449 012	3 900	169 171	18 586
blachy ocynkowane	1 798 653	396 160	460 789	179 089	550 697	500	165 798	45 620
blachy powlekane pozostałe	260 890	9 245	234 220	4 184	2 710	92	4 569	5 868
blachy powlekane organicznie	824 009	618 007	37 080	24 720	41 200	4 120	82 401	16 480
walcówka	1 031 865	454 084	402 118	81 744	53 276	1 451	8 485	30 706
pręty zbrojeniowe	1 775 449	1 775 449	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	803 956	364 910	203 085	99 415	76 179	16 026	3 857	40 486
szyny	259 618	250 909	5 235	1 060	0	0	4	2 410
pręty i płaskowniki	470 775	96 194	122 202	123 001	67 605	2 849	4 180	54 743
pręty i profile gięte na zimno	203 033	83 818	48 402	27 736	25 278	280	991	16 528
drut	496 415	139 157	176 837	56 196	51 892	4 294	21 108	46 931
rury	1 491 172	562 926	284 195	192 518	310 639	13 188	17 279	110 426
SUMA	13703712	5 751 313	3 188 796	1 616 976	2 010 191	146 262	553 201	436 973

cd. tabeli 49.

asortyment	OGÓŁEM	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S _i
2018 r.								
blachy walcowane na gorąco	3 711 586	1 047 982	1 078 459	790 061	501 577	131 083	79 373	83 052
blachy walcowane na zimno	1 341 455	296 189	360 772	188 748	330 936	4 729	138 671	21 410
blachy ocynkowane	1 760 800	407 078	440 401	187 959	523 872	878	168 653	31 960
blachy powlekane pozostałe	296 094	8 353	271 283	4 049	5 174	100	5 163	1 972
blachy powlekane organicznie	854 797	641 098	38 466	25 644	42 740	4 274	85 480	17 096
walcówka	1 146 644	485 764	436 047	98 089	65 661	152	10 423	50 507
pręty zbrojeniowe	1 942 811	1 942 811	0	0	0	0	0	0
Kształtowniki walcowane na gorąco	906 320	421 134	221 483	105 406	83 188	18 148	2 122	54 839
szyny	305 811	292 937	8 297	1 984	0	0	7	2 586
pręty i płaskowniki	544 625	97 985	134 404	147 538	81 041	5 327	5 981	72 350
pręty i profile gięte na zimno	184 943	82 740	35 303	22 517	22 710	310	1 145	20 217
drut	512 224	146 614	136 104	62 184	46 493	6 039	21 722	93 068
rury	1 504 798	419 054	287 817	213 876	352 494	16 296	21 459	193 801
SUMA	15012908	6 289 738	3 448 836	1 848 055	2 055 884	187 336	540 200	642 859

gdzie:

S₁ – budownictwo,

S₂ – wyrobów gotowych z metali,

S₃ – przemysł maszynowy,

S₄ – przemysł motoryzacyjny,

S₅ – produkcja AGD,

S₅ – produkcja pozostałego sprzętu transportowego,

S_i – pozostałe sektory

X.3 DANE DO BUDOWY MODELI PROGNOSTYCZNYCH

Tabela 49. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora budownictwo (S₁) i ich prognozy użyte w modelach progностycznych

	PKB	Nakł_brutt_srrr_OG	PRB_OGOL_EM_mldzl	Transport_I_ądowy_tyst on	Budyn_nie_miesz_m3	Przec.wyn_bud	Nakł_inwes_t_budow
2004	1 189 168	186 178	107 829	1 210 388	54 234 000	2 223	27 016
2005	1 230 789	201 631	105 673	1 322 196	61 725 043	2 344	29 069
2006	1 307 098	232 682	119 410	1 361 255	72 385 575	2 576	33 401
2007	1 398 595	276 892	139 710	1 468 384	94 113 352	2 972	39 179
2008	1 457 336	301 258	153 541	1 596 442	99 839 607	3 363	42 822
2009	1 498 141	293 124	162 600	1 653 169	88 133 247	3 461	46 163
2010	1 552 074	293 124	169 755	1 730 962	74 355 703	3 535	47 548
2011	1 629 678	318 919	188 428	1 849 908	80 013 470	3 700	52 017
2012	1 655 753	313 178	174 672	1 728 843	90 063 682	3 702	50 873
2013	1 678 933	309 734	164 891	1 790 690	81 928 553	3 728	48 329
2014	1 734 338	340 707	174 949	1 783 332	99 020 334	3 887	51 422
2015	1 800 243	361 490	181 772	1 741 967	108 761 976	4 076	53 633
2016	1 856 051	331 848	177 773	1 775 305	109 598 731	4 251	47 465
2017	1 946 997	345 122	195 906	1 992 545	118 413 000	4 531	47 750
2018	2 046 294	375 838	223 920	2 127 389	116 192 000	4 898	56 536
2019	2 142 470	398 764	229 742	2 255 032	124 325 440	5 212	63 773
2020	2 084 623	360 482	224 688	2 074 630	111 892 896	5 316	58 671
2021 ^E	2 178 431	378 506	222 441	2 178 361	120 844 328	5 475	59 844
2022 ^F	2 291 709	408 787	233 563	2 254 604	126 886 544	5 749	63 734
2023 ^F	2 383 378	429 226	247 577	2 317 733	131 962 006	5 950	67 240
2024 ^F	2 454 879	446 395	257 480	2 387 265	135 920 866	6 129	69 929
2025 ^F	2 521 161	455 323	265 204	2 435 010	139 318 888	6 282	71 678

Źródło: GUS, prognozy własne

Tabela 50. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja wyrobów gotowych z metali (S₂) i ich prognozy użyte w modelach progностycznych *

	ZAT_wyr_got_met_t_ys	WPwd_Met_tys	CzP_Met	Ex_Met	PS_B&Przem	olejN_Wmet_TJ	wegiel_Wmet_TJ	gazZiem_W_Wmet_TJ
2004	200	60	1 792	12 463	856 624	552	2 891	3 591
2005	200	64	1 790	15 414	882 173	513	2 968	2 982
2006	216	76	1 775	18 247	985 985	542	2 280	3 646
2007	231	82	1 775	21 679	1 099 008	635	1 695	3 847
2008	257	87	1 764	19 431	1 147 374	807	1 473	3 739
2009	242	79	1 728	17 998	1 111 710	745	1 143	2 488
2010	242	96	1 756	19 883	1 204 285	767	1 231	3 919
2011	258	112	1 773	24 455	1 300 548	804	1 212	4 046
2012	263	112	1 777	26 701	1 292 353	757	1 097	4 221

cd. tabeli 51

	ZAT_wyr_got_met_tys	WPwd_Met_tys	CzP_Met	Ex_Met	PS_B&Przem	olejN_Wmet_TJ	wegiel_Wmet_TJ	gazZiem_W_Wmet_TJ
2013	258	108	1 769	28 733	1 302 690	1 127	1 024	4 787
2014	270	118	1 768	32 083	1 359 398	1 079	869	4 999
2015	275	132	1 776	33 169	1 437 288	1 059	895	4 822
2016	292	135	1 780	36 009	1 478 487	1 063	749	5 338
2017	305	141	1 777	38 544	1 577 264	1 022	639	5 758
2018	313	149	1 771	41 775	1 679 872	1 095	580	5 820
2019	317	153	1 771	46 231	1 743 932	1 157	673	6 122
2020	315	160	1 755	47 063	1 723 736	1 172	623	6 357
2021 ^E	311	166	1 781	48 945	1 796 442	1 212	583	6 740
2022 ^F	318	172	1 769	49 631	1 854 784	1 222	526	6 572
2023 ^F	324	178	1 768	52 112	1 947 523	1 247	536	6 703
2024 ^F	334	185	1 773	53 936	2 015 686	1 283	558	7 390
2025 ^F	339	191	1 772	57 172	2 076 157	1 301	572	7 574

* dane opisujące PKB i nakłady inwestycyjne zostały przedstawione w tabeli 50

Tabela 51. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja maszyn i urządzeń (S₃) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych

	PS_maszyn_y mln zł	ST_maszyn_y mln zł	PIWiór_maszynyny_m3	WPps_maszynyny_tys	energE_Masz_TJ	ExOg_Masz	dostKR_Masz
2004	22 896	14 883	2 835	131	4 609	11 552	11 344
2005	27 612	15 508	5 044	206	4 585	13 110	14 502
2006	33 052	16 129	5 540	236	4 815	16 366	16 686
2007	37 646	17 209	4 542	257	5 049	21 268	16 378
2008	41 636	18 190	5 230	272	5 274	17 916	23 721
2009	37 723	18 899	5 694	263	4 200	15 147	22 576
2010	36 515	19 277	3 285	280	4 268	15 407	21 109
2011	37 063	19 914	2 729	304	4 041	16 190	20 873
2012	39 398	20 531	2 993	323	3 964	17 722	21 676
2013	36 916	21 434	2 504	312	3 983	16 581	20 335
2014	39 906	22 120	2 501	338	4 043	17 661	22 245
2015	42 939	23 403	2 357	354	4 108	18 032	24 908
2016	42 896	24 129	11 369	350	4 162	19 727	23 170
2017	48 130	25 456	18 795	383	4 326	22 666	25 464
2018	53 665	27 161	14 916	407	4 763	25 043	28 622
2019	55 382	28 682	15 939	413	4 984	25 870	29 512
2020	48 736	24 855	13 646	380	4 386	22 760	25 976
2021 ^E	54 097	27 589	15 147	430	4 869	25 263	28 834
2022 ^F	54 908	29 101	15 923	428	4 942	25 807	29 101
2023 ^F	55 457	29 392	16 083	424	4 991	26 065	29 392
2024 ^F	57 121	30 274	16 565	428	5 141	26 847	30 274
2025 ^F	58 264	30 880	16 896	428	5 244	27 384	30 880

Tabela 52. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja pojazdów samochodowych (S₄) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych

	NiM_Moto_mln_zl	energE_Moto_TJ	sam_ciezarowe_produkcyj_szt	części_moto_mln_zl	pojazdy&naczepty_mln_zl	ZAT_Moto_tys	ExOg_Moto	NiM_Moto_mln_zl
2004	2 955	4 034	59	20 533	38 333	98	45 717	2 955
2005	2 699	4 715	68	22 895	37 839	122	49 011	2 699
2006	2 301	4 230	76	29 442	45 116	133	57 534	2 301
2007	3 273	5 027	90	35 596	49 470	148	63 802	3 273
2008	3 014	5 211	99	38 159	53 407	160	67 568	3 014
2009	2 910	4 739	55	34 725	46 285	139	69 357	2 910
2010	2 771	5 378	80	44 031	49 739	143	73 423	2 771
2011	3 898	5 661	92	50 988	55 306	153	85 750	3 898
2012	3 307	5 924	104	52 364	46 340	154	83 934	3 307
2013	3 891	7 718	111	58 281	46 971	159	88 862	3 891
2014	4 701	7 769	116	63 060	47 362	167	90 785	4 701
2015	5 496	7 859	121	69 745	51 908	171	100 321	5 496
2016	7 677	8 347	122	74 976	55 982	182	109 927	7 677
2017	6 511	9 116	170	82 923	58 326	195	117 086	6 511
2018	7 166	8 957	188	86 904	57 817	203	120 160	7 166
2019	7 761	9 360	195	87 077	59 902	205	129 052	7 761
2020	6 567	7 986	156	75 409	50 937	195	113 565	6 567
2021 ^E	6 239	9 743	190	91 999	62 144	195	136 279	6 239
2022 ^F	6 738	9 987	196	94 299	63 697	200	140 367	6 738
2023 ^F	7 210	10 087	204	98 071	64 971	203	143 174	7 210
2024 ^F	7 426	10 087	208	99 052	65 621	205	145 322	7 426
2025 ^F	7 575	10 339	211	101 033	68 902	208	146 775	7 575

Tabela 53. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja sprzętu AGD (S₅) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych

	PKB	PS_urz_elektrycz_mlnzl	dużeAGD	prod.BL_ocynk_t
2004	1 189 168	15 066	4 433 374	518 668
2005	1 230 789	16 181	5 763 386	361 890
2006	1 307 098	19 514	6 836 912	385 256
2007	1 398 595	25 174	7 934 393	273 996
2008	1 457 336	29 176	9 533 945	266 481
2009	1 498 141	30 839	9 074 216	395 934
2010	1 552 074	35 835	10 555 624	455 158
2011	1 629 678	39 240	11 479 030	453 143
2012	1 655 753	40 927	12 417 979	468 925
2013	1 678 933	44 488	13 940 274	469 878
2014	1 734 338	47 068	15 319 246	526 644
2015	1 800 243	51 869	15 984 685	516 554
2016	1 856 051	53 477	16 065 264	559 802

cd. tabeli 54

	PKB	PS_urz_elektry cz mlnzł	dużeAGD	prod_BL_ocynk t
2017	1 946 997	55 241	16 306 067	764 027
2018	2 046 294	62 533	16 033 940	906 208
2019	2 142 470	70 725	16 426 334	839 924
2020	2 084 623	79 849	16 886 271	751 984
2021 ^E	2 178 431	94 221	19 419 212	789 583
2022 ^F	2 291 709	97 331	19 613 404	829 062
2023 ^F	2 383 378	99 959	20 103 739	837 353
2024 ^F	2 454 879	101 958	20 807 370	837 353
2025 ^F	2 521 161	103 487	21 015 444	837 353

Tabela 54. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku pozostałe sektory (S_i) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych

	Nakł_brutt_srtr OG
2004	186 178
2005	201 631
2006	232 682
2007	276 892
2008	301 258
2009	293 124
2010	293 124
2011	318 919
2012	313 178
2013	309 734
2014	340 707
2015	361 490
2016	331 848
2017	345 122
2018	375 838
2019	398 764
2020	360 482
2021 ^E	378 506
2022 ^F	408 787
2023 ^F	429 226
2024 ^F	446 395
2025 ^F	455 323

X.4 MIERNIKI OCENY JAKOŚCI DOPASOWANIA MODELU

Współczynnik determinacji

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (41)$$

Gdzie: n – liczba obserwacji, y_i – wartość i -tej obserwacji zmiennej, \hat{y}_i – wartość wyznaczona na podstawie modelu. R^2 wyrażony w procentach oznacza procent całkowitej zmienności y wyjaśniony przez model. Wartość R^2 bliższa 1 oznacza lepszy stopień dopasowania modelu: powyżej 0,9 – bardzo dobry, od 0,8 do 0,9 dobry, powyżej 0,6 dobry w pewnych zastosowaniach, poniżej 0,6 model słabo lub niedopasowany. Współczynnik determinacji należy przetestować, czy związek między zmiennymi można uznać za liniowy.

Ocena liniowości modelu statystyką F

$H_0: \rho^2=0$ (brak zależności liniowej)

$H_1: \rho^2>0$ (istnieje zależność liniowa)

Do weryfikacji hipotezy stosuje się statystykę F:

$$F_{stat} = (n - 2) \frac{R^2}{1 - R^2} \quad (42)$$

Statystyka F ma rozkład F -Snedecora o liczbie stopni swobody równą ilości zmiennych objaśniających. Wartość F należy porównać z wartością krytyczną F_{kryt} na poziomie istotności α . Gdy $F > F_{kryt}$ można przyjąć, że współczynnik determinacji jest różny od 0 i istnieje zależność liniowa między zmiennymi.

Odchylenie standardowe reszt

$$Se = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (43)$$

Gdzie: n – liczba obserwacji, y_i – wartość i -tej obserwacji zmiennej, \hat{y}_i – wartość wyznaczona na podstawie modelu. Se informuje jakie są przeciętne odchylenia wartości wyznaczonych przez model od wartości rzeczywistych. Im Se mniejsze tym lepsze dopasowanie.

Współczynnik wyrazistości

$$w = \frac{Se}{\bar{y}} \quad (44)$$

Współczynnik w pokazuje jaką część średniej wartości zmiennej stanowi odchylenie standardowe reszt. Im w jest mniejsze tym lepsze dopasowanie. Gdy $w < 0,1$ można uznać że dopasowanie jest dobre i można użyć modelu do prognozowania.

Ocena istotności parametrów modelu

$H_0: \beta_i=0$ (brak zależności liniowej dla i -tej zmiennej objaśniającej)

$H_0: \beta_i \neq 0$ (istnieje zależności liniowa dla i -tej zmiennej objaśniającej)

$$t_{stat} = \frac{\hat{\beta}_i - 0}{D(\hat{\beta}_i)} \quad (45)$$

Gdzie $\hat{\beta}_i$ – estymator parametru β_i , $D(\hat{\beta}_i)$ – błąd standardowy. Statystyka t ma rozkład t -Studenta i porównuje się ją z wartością krytyczną o zadanym poziomie istotności α i liczbie stopni swobody df . Hipotezę zerową można odrzucić, gdy $t\alpha < t_{stat}$ (wartość $p < \alpha$), czyli zależność liniowa dla parametru istnieje.

X.5 TESTY WERYFIKUJĄCE POPRAWNOŚĆ MODELU

Test autokorelacji Durbina-Watsona

H_0 : $\rho=0$ (brak autokorelacji pierwszego rzędu)

H_1 : $\rho \neq 0$ (istnieje autokorelacja dodatnia $\rho^2 > 0$ lub ujemna $\rho^2 > 0$)

Do weryfikacji hipotezy stosuje się statystykę DW:

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (46)$$

Do weryfikacji hipotezy zerowej wykorzystuje się wartości krytyczne d_L oraz d_U z tablicy rozkładu Durbina-Watsona. Gdy zachodzi nierówność $DW < d_L$ lub $4 - DW < d_L$ odrzucamy hipotezę zerową i przyjmujemy istnienie autokorelacji. Nie mamy podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 o braku autokorelacji, gdy zachodzi nierówność $DW > d_U$ lub $4 - DW > d_U$. W przypadku, gdy DW należy do przedziału niekonkluzywności, nierówność $d_L \leq DW \leq d_U$ lub $(4 - d_U) \leq DW \leq (4 - d_L)$ nie umożliwia rozstrzygnięcia. Większa liczba obserwacji, skutkuje większą dokładnością przybliżenia statystyki DW, więc im większa liczebność próby, tym mniejszy obszar niekonkluzywności.

Test losowości reszt – test serii dla małych prób

H_0 : ε_t jest losowy (reszty modelu są losowe)

H_1 : ε_t nie jest losowy (reszty modelu nie są losowe)

Dla danego ciągu reszt wartościom dodatnim przyporządkowujemy symbol: a , ujemnym: b . Do weryfikacji hipotezy obliczamy liczbę serii (a i b): Ke .

Przy prawdziwości hipotezy H_0 zmienna losowa Ke podlega rozkładowi liczby serii dla m elementów jednego rodzaju (reszty dodatnie) oraz $(n - m)$ elementów drugiego rodzaju (reszty ujemne). Korzystając z testu dwustronnego obliczamy wartości krytyczne: k_1 (dla $\alpha/2$) i k_2 (dla $1-\alpha/2$). Jeżeli wyznaczona wartość empiryczna statystyki Ke jest w przedziale: $k_1 < Ke < k_2$ to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 o losowości reszt modelu.

Test normalności rozkładu reszt Jarque-Bera

H_0 : e_t (reszty modelu) mają rozkład normalny

H_1 : e_t (reszty modelu) nie mają rozkładu normalnego

Test weryfikuje założenie modelu o normalności rozkładu odchyleń, które daje podstawę do budowania innych testów jak statystyczna istotność zmiennych objaśniających czy wystąpienie autokorelacji składników losowych. Do weryfikacji hipotezy stosuje się statystykę JB:

$$JB = n \left(\frac{B_1}{6} + \frac{(B_2-3)^2}{24} \right) \quad (47)$$

Weryfikacja oparta jest na podobieństwie trzeciego oraz czwartego momentu rozkładu zakłóceń do znanych a priori wartości tych momentów w rozkładzie normalnym.

Z momentem trzecim związana jest miara asymetrii: $B_1 = \left(\frac{\sum_{t=1}^n e_t^3}{n * S e^3} \right)^2$. Z momentem czwartym związana jest miara kurtozy rozkładu: $B_2 = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^4}{n * S e^4}$. Dla przyjętego poziomu istotności i dwóch stopni swobody odczytujemy z tablic rozkładu χ^2 wartość krytyczną (np. dla poziomu istotności $\alpha=0,05$ wynosi ona 5,991). Jeżeli statystyka JB jest mniejsza lub równa wartości krytycznej odczytanej z tablic, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej – odchylenia losowe w modelu mają rozkład normalny.

Test symetrii reszt

$H_0: \frac{m}{n} = \frac{1}{2}$ (reszty są symetryczne)

$H_1: \frac{m}{n} \neq \frac{1}{2}$ (reszty nie są symetryczne)

Gdzie m – liczba reszt dodatnich, n – liczba reszt. Do weryfikacji hipotezy stosuje się statystykę t :

$$t = \frac{\frac{m}{n} - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{\frac{m}{n}(1-\frac{m}{n})}{n-1}}} \quad (48)$$

Statystyka t ma rozkład t -Studenta o $n-1$ stopni swobody. Jeżeli wyznaczona wartość empiryczna statystyki jest mniejsza w module od wartości krytycznej $|t| < t_\alpha$, to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0 na korzyść hipotezy H_1 , tzn., że składniki losowe modelu są symetryczne.

Test homoscedastyczności składnika losowego – test White’a

$H_0: \sigma_i^2 = \sigma^2$ model homoscedastyczny

H_1 :

Test White’a jest ogólnym testem wykrywającym obecność heteroscedastyczności wskazującą na nieprawidłowości budowy modelu. Do weryfikacji hipotezy stosuje się statystykę LM :

$$LM = n * R^2 \quad (49)$$

Gdzie R^2 to współczynnik determinacji dla modelu ze zmienną objaśnianą e_t^2 i zmiennymi objaśniającymi z modelu podniesionymi do kwadratu x_t^2 i wszystkimi iloczynami zmiennych $x_s x_r$ $s \neq r$. Statystyka LM ma asymptotyczny rozkład χ^2 z liczbą stopni swobody równą ilości zmiennych w regresji testowej bez stałej. Jeżeli model jest prawidłowy, i nie występuje heteroscedastyczność, kwadraty reszt powinny niewiele wyjaśniać. Wobec tego jeśli statystyka testowa jest mała nie mamy podstaw by twierdzić że w modelu występuje heteroscedastyczność.

XI BIBLIOGRAFIA

Pozycje literatury:

1. G.A. Abulhanova, G. R. Chumarina, E.G. Nikiforova i T. A. Sharifullina, 2016, Economic forecasting and personnel management of small and medium enterprises, Academy of Strategic Management Journal, vol. 15, Special Issue 4, p. 67-75.
2. B. Borkowski, H. Dudek, W. Szczęsny, Ekonometria, wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 15-17; A. S. Barczak, J. Biolik: Podstawy ekonometrii, Wydawnictwo AE w Katowicach, Katowice 2011.
3. J. Bullen, M. Kouparitsas, M. Krolkowski, Long-run forecasts of Australia's terms of trade, Treasury Working Paper 01, 2014
4. M. Cieślak, Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania. Warszawa PWN, 2005.
5. P. Crompton, Future trends in Japanese steel consumption, Resources Policy, Vol.26, 2000, s. 103-114
6. P. Crompton, Y. Wu, Bayesian Vector Autoregression Forecasts of Chinese Steel Consumption, Journal of Chinese Economic and Business Studies Vol.1, 2003, s.205-219
7. Czyżewski, A. Grzelak, Możliwości wykorzystania statystyki bilansów przepływów międzygałęziowych, „Przegląd Statystyczny” 2012, nr 1, s. 173–190.
8. J. G. De Gooijer i A. Klein, Forecasting the Antwerp Maritime Steel Traffic Flow: A case study, Journal of Forecasting nr 10, 1989
9. J. Dziechciarz (red.), Ekonometria. Metody, przykłady, zadania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego, Wrocław 2003, s. 185-189.
10. Economic and steel market outlook 2019-2020, Eurofer, dostęp online: https://www.eurofer.eu/assets/Uploads/20191031-ECONOMIC-REPORT-Quarter-4-2019_final.pdf, s.23
11. J. Foltys, Wieloaspektowy model outsourcingu na przykładzie sektora hutnictwa żelaza i stali, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2007.
12. J. Gajda. Ekonometria praktyczna, Wydawnictwo Absolwent, Łódź 1996, s. 61.
13. B. Gajdzik, Analiza zmian w poziomie zatrudnienia w hutnictwie w długim okresie, Organizacja i Zarządzanie, Kwartalnik Naukowy, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2015, nr 2 (30), s. 49-64.
14. B. Gajdzik, Changes of action strategies in metallurgical enterprises in time of economic crisis, Metalurgija, 2013, nr 5 (52), s. 569-572; B. Gajdzik, Restrukturyzacja przedsiębiorstw w warunkach destabilizacji otoczenia na przykładzie branży hutniczej, Difin, Warszawa, 2012.
15. B. Gajdzik, K. Janiszewski, J. Szymshal, Strategic investments of restructuring metallurgical companies in sustainability business, Solid State Phenomena, Vol. 226, 2015, p. 205-208 [in:] J. Mendala, P. Gradoń, (eds.), Technologies and properties of modern utility materials XXII, Trans Tech Publications, 2015, (Selected, peer reviewed

- papers from the XXII Conference on Technologies and Properties of Modern Utility Materials (TPMUM 2014), May 16, 2014, Katowice, Poland (<http://www.scientific.net>)
16. B. Gajdzik, Kompleksowo o filarach Produkcji Klasy Światowej w hutnictwie stali - WCM, Hutnik-Wiadomości Hutnicze 2012, nr 10 (t. 79), s. 755-761.
 17. B. Gajdzik, M. Zagórska, Analiza stalochłonności polskiej gospodarki przy użyciu wybranych mierników, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, t. LXXII nr 6/2020, s.19-25
 18. B. Gajdzik, Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2009.
 19. B. Gajdzik, Przedsiębiorstwo hutnicze po restrukturyzacji. Dynamika zmian w krajowym sektorze hutniczym w latach 1992-2010, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia, Gliwice, 2012.
 20. B. Gajdzik, Restrukturyzacja przedsiębiorstw hutniczych w zestawieniach statystycznych i badaniach empirycznych, Wydawnictwo Politechniki Śląska, Gliwice 2013, s. 129-135; W. Sroka, Sieci aliansów. Poszukiwanie przewagi konkurencyjnej poprzez współpracę, PWE, Warszawa 2012.
 21. B. Gajdzik, Restrukturyzacja przedsiębiorstw w warunkach destabilizacji otoczenia na przykładzie branży hutniczej, Difin, Warszawa, 2012.
 22. B. Gajdzik, Retrospekcja zmian w technologii wytwarzania stali według procesów w polskim hutnictwie, Prace Instytutu Metalurgii Żelaza w Gliwicach, nr 4, 2015, s. 54-59
 23. B. Gajdzik, Sieciowa organizacja grup kapitałowych w krajowym sektorze hutniczym, Organizacja i Zarządzanie, Kwartalnik Naukowy, nr 1(33), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2016, s. 5-22; W. Sroka. B. Gajdzik, Management of Network Organizations. Theoretical Problems and the Dilemmas in Practice
 24. B. Gajdzik, W. Ocieczek, Soft restructuring process in metallurgical enterprises in Poland, Metalurgija, Vol. 54, No. 3, 2015, p. 729-732
 25. B. Gajdzik, World Class Manufacturing in metallurgical enterprise, Metalurgija 2013, nr 1 (t. 52), s. 131-134. B. Gajdzik, Kompleksowo o filarach Produkcji Klasy Światowej w hutnictwie stali - WCM, Hutnik-Wiadomości Hutnicze 2012, nr 10 (t. 79), s. 755-761.
 26. B. Gajdzik, Zmiany w zarządzaniu inwestycjami w hutnictwie w długim okresie czasu, [w:] M. Dudek H. Howaniec, W. Waszkielewicz (red.), Strategiczne i operacyjne doskonalenie procesów w obszarze zarządzania i inżynierii produkcji – zagadnienia wybrane, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała 2015, s. 265-282
 27. R. Griffin, Podstawy zarządzania organizacjami, PWE, Warszawa 2017.
 28. Indirect trade in steel. Definitions, methodology and applications, April 2012, World Steel Association (worldsteel), dostępne online: <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:7fa65681-af26-450a-ad79-559f140d627c/Indirect+trade.pdf>

29. Istota inżynierii produkcji, Komitet Inżynierii Produkcji Polska Akademia Nauk, Warszawa czerwiec 2012, s. 3-6. dostęp online: <https://docplayer.pl/1056951-Komitet-inzynierii-produkcji-polska-akademia-nauk-istota-inzynierii-produkcji.html>
30. Kłosok-Bazan, B. Gajdzik, J. Machnik-Słomka, W. Ociecek, Environmental aspects of innovation and new technology implementation in metallurgical industry, *Metalurgija*, Vol. 54, No. 2, 2015, p. 433-437.
31. Kosieradzka, S. Lis, *Produktywność. Metody analizy oceny i tworzenia programów poprawy*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
32. C.-W. Lin, C.L. Moodie, Hierarchical production planning for a modern steel manufacturing system, *International Journal of Production Research*, Vol.27, 1989, s. 613-628
33. B. Lin, S. F. Wong , W.I. Ho, Study on the production forecasting based on grey neural network model in automotive industry IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2015.
34. S. Marciniak, Rola ekonomii i zarządzania w inżynierii produkcji, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej* 2017, Z. 108 Nr kol. 1983, s. 255-262.
35. M. Merchant, Technological forecasting and production engineering research. *Ann CIRP* 18(1) 5-11. Google Scholar, 1970.
36. J. Padach, M. Kardas, I. Kłos, M. Sankowska-Śliwa, Restrukturyzacja zatrudnienia w polskim przemyśle stalowym w latach 1999-2006, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze* Nr 11, 2007
37. J. Padach, M. Kardas, I. Kłos, M. Sankowska, Przekształcenia organizacyjne i restrukturyzacja zatrudnienia w latach 1999-2003, www.wnp.pl (2015), J. Paduch, M. Sankowska, Przebieg restrukturyzacji zatrudnienia w polskim hutnictwie żelaza i stali w 2003 roku, *Prace IMŻ*, 2004, Nr 1, s. 3-5.
38. J. Paduch, M. Sankowska, Przebieg restrukturyzacji zatrudnienia w polskim hutnictwie żelaza i stali w 2003 roku, *Prace IMŻ*, 2004, Nr 1, s. 3-5.
39. Paulo, M. Krzak, Producenci i dostawcy surowców do produkcji stali na współczesnym rynku światowym, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 2, 2019, s. 51-57
40. Paulo, M. Krzak, Współczesny światowy rynek użytkowników stali, *Hutnik-Wiadomości Hutnicze*, nr 3, 2019, s. 77-84,
41. Z. Pawłowski, *Ekonometria*, PWN, warszawa 1966, s. 35
42. M. Piłatowska, *Repetytorium ze statystyki*, PWN, Warszawa 2007, s. 109-110.
43. M. Plich, Budowa i zastosowanie wielosektorowych modeli ekonomiczno-ekologicznych, Uniwersytet Łódzki, Łódź, 2002 s. 111.
44. *Polski przemysł stalowy, Raport 2018*, HIPH, Katowice, 2018.
45. K.K. Prasad, Silicon steel Market 2019 Global Industry Trends, Growth, Share, Size and 2023 Forecast Research Report, www.brandessencejournal.com, 2019

46. Rębiasz, Analiza stalochłonności PKB w Polsce w latach 1992–2001, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 2003, 1, s. 15-18.
47. Rębiasz, B. Garbarz, W. Szulc, Wpływ dynamiki i struktury rozwoju gospodarczego Polski na krajowe zużycie stalowych wyrobów hutniczych, *Hutnik-Wiomości Hutnicze*, 2004, 71 (9), s. 454-458.
48. M.C. Roberts, Predicting metal consumption: The case of US steel, *Resources Policy* Vol.16, 1990, s. 56-73
49. U. Skurzyńska-Sikora, Poprawa efektywności organizacji przy wykorzystaniu modelu PEMM, *Organizacja i Zarządzanie* nr 3, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
50. Słownik współczesnego języka polskiego, Wydawnictwo WILGA, Warszawa 1996.
51. Snarska, Statystyka, ekonometria, prognozowanie, Wydawnictwo Placet, Warszawa 2005, s. 31-39; L. Gajek, M. Kałużka, Wnioskowanie statystyczne – modle i metody, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000.
52. W. Sroka. B. Gajdzik, Management of Network Organizations. Theoretical Problems and the Dilemmas in Practice, ed. W. Sroka, Š. Hittmár, *Managerial Challenges for Networks and Beyond*, Springer, 2015, p. 121-134, dostęp: <http://www.springer.com/gp/book/9783319173467>
53. W. Sroka, Sieci aliansów. Poszukiwanie przewagi konkurencyjnej poprzez współpracę, PWE, Warszawa 2012.
54. W. Szkutnik, B. Balcerowicz-Szkutnik, Wstęp do metod ekonometrycznych. Metody i zadania, Wyższa Szkoła Zarządzania im. Gen Jerzego Ziętka, Katowice, 2006, s. 12.
55. M. Świąchowicz, A. Macioł, B. Rębiasz, A. Stawowy, Prognozowanie produkcji stali na podstawie analizy dynamiki rozwoju sektorów stalochłonnych przy użyciu metod inżynierii wiedzy, w: R. Knosala (red.), *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, II konferencja Zakopane, 11–13 stycznia 1999, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1999, s. 421–426.
56. J. Timothy Considine, *Land Economics*, 1991, 67, (1), 99-115, dostęp online <https://www.jstor.org/stable/3146489>
57. Welfe, *Ekonometria*, PWE, Warszawa 2003, s. 217.
58. W. Welfe, A. Welfe, *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa 2004, s. 270
59. B. Wersty, *Analiza ekonomiczna w przedsiębiorstwie*, Wrocław, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 1993.
60. J. Winkowska, C. Winkowski, Przegląd metod i narzędzi jakości wykorzystywanych w przedsiębiorstwie produkcyjnym, w: *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t. 2, red. R. Knosala, PTZP, Opole 2018, s. 370-381.
61. Winkowski, Prognozowanie w inżynierii produkcji w świetle przeglądu literatury, *Materiały konferencyjne PTZP*, Opole 2019, Zakopane, s. 707-724.

62. M. Zagórska, Selected research problems in the field of measuring steel use intensity in polish industry, Scientific Papers of Silesian University of Technology 2020, Organization and Management Series no. 143
63. M. Zagórska, Analiza wpływu przemysłu stalowego na gospodarkę, Hutnik, Wiadomości Hutnicze 2019 Vol. 86, nr 7 | 216—219

Akty prawne i dane statystyczne:

Gospodarka materiałowa, 2004-2018, GUS, [dostęp online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/przemysl/gospodarka-materialowa-w-2018-roku,6,14.html>]

Nakłady i Wyniki Przemysłu, GUS, 2004-2018, [dostęp online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/przemysl/naklady-i-wyniki-przemyslu-w-2018-roku,4,33.html>]

Polska Klasyfikacja Obiektów Budowlanych, GUS, Warszawa 2007 rok.

Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 30 czerwca 1998;

Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce. Aktualizacja 2001 przyjęty przez Radę Ministrów Rzeczypospolitej Polskiej w dniu 5 czerwca 2001 r.;

Program restrukturyzacji przemysłu hutnictwa żelaza w Polsce. Aktualizacja 2002 przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 1 marca 2002 r.,

Modyfikacja programu restrukturyzacji hutnictwa żelaza i stali przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 5 listopada 2002 r.,

Restrukturyzacja i rozwój hutnictwa żelaza i stali w Polsce do 2006 r. przyjęta przez Radę Ministrów w dniu 10 stycznia 2003, ze zmianami zaakceptowanymi w dniu 25 marca 2003 r.

Przepływy międzygałęziowe w 2015 roku, GUS [dostęp online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rachunki-narodowe/roczne-rachunki-narodowe/bilans-przeplywow-miedzygaleziowych-w-biezacych-cenach-bazowych-w-2015-roku,7,3.html>]

Rocznik Statystyczny Przemysłu, GUS, 2004-2018, [dostęp online: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-przemyslu-2018,5,12.html>]

The Study of Restructuring the Polish Iron and Steel Industry, Final Report, Canadian Consortium, June 1992

The impact of the European steel industry on the EU economy, Eurofer & Oxford Economics, February 2018, [online <https://www.oxfordeconomics.com/publication/download/298083>];

The Role of Steel Manufacturing in the Global Economy, Worldsteel & Oxford Economics, May 2019 [online: <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:fd44918-de3b-455b-9083-f770afa4a214/OE%2520Executive%2520Summary.pdf>],

World Economic Outlook, April 2019, IMF [online

<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2019/03/28/world-economic-outlook-april-2019>]

Wpływ sektora stalowego na gospodarkę Polski w 2015 r., 2016, EY [materiały HIPH]

Wskaźniki makroekonomiczne - Polska, GUS, [online: <https://stat.gov.pl/wskazniki-makroekonomiczne/>]

XII SPIS TABEL

Tabela 1. Zestawienie publikacji nt. badań sektora stalowego i sektorów użytkowników stali w Polsce	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Tabela 2. Struktura zużycia wyrobów metalowych (stalowych i z metali nieżelaznych) w głównych sektorach konsumujących [%].....	28
Tabela 3. Klasyfikacja sektorowa wykorzystania wyrobów stalowych w gospodarce przyjęta w opracowaniu	30
Tabela 4. Zestawienie danych (X_i) opisujących budownictwo (S_1).....	60
Tabela 5. Przykładowa tabela wyników z budowy modelu i wskaźników dopasowania otrzymany w programie MS Excel.	62
Tabela 6. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w budownictwie [w tonach]	65
Tabela 7. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1 Y_2 S_5$	67
Tabela 8. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2 Y_2 S_1$	68
Tabela 9. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3 Y_2 S_1$	70
Tabela 10. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4 Y_2 S_1$	72
Tabela 11. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5 Y_2 S_1$	74
Tabela 12. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali [w tonach]	74
Tabela 13. Współczynnik R^2 dla modeli jednoskładnikowych opisujących zużycie blach w przemyśle wyrobów gotowych z metali.....	76
Tabela 14. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1 Y_2 S_2$	77
Tabela 15. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2 Y_2 S_1$	78
Tabela 16. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3 Y_2 S_1$	80
Tabela 17. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4 Y_2 S_1$	82
Tabela 18. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5 Y_2 S_2$	83
Tabela 19. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_6 Y_2 S_1$	85
Tabela 20. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze produkcja maszyn i urządzeń [w tonach].....	85
Tabela 21. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1 Y_2 S_3$	87
Tabela 22. Wyniki regresji liniowej dla zużycie blach ocynkowanych w produkcji maszyn i urządzeń na podstawie produkcji poszczególnych segmentów w sektorze maszynowym	88
Tabela 23. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2 Y_2 S_3$	90
Tabela 24. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3 Y_2 S_3$	92
Tabela 25. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4 Y_2 S_3$	94
Tabela 26. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach w sektorze produkcja pojazdów samochodowych [w tonach].....	94
Tabela 27. Współczynnik R^2 dla modeli jednoskładnikowych opisujących zużycie blach w sektorze produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep	96
Tabela 28. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1 Y_2 S_4$	97
Tabela 29. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2 Y_2 S_4$	99
Tabela 30. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3 Y_2 S_4$	100
Tabela 31. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_4 Y_2 S_4$	102

Tabela 32. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_5Y_2S_4$	104
Tabela 33. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze produkcja artykułów gospodarstwa domowego [w tonach].....	105
Tabela 34. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_5$	107
Tabela 35. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_2Y_2S_5$	109
Tabela 36. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_3Y_2S_5$	110
Tabela 37. Dane do opracowania modelu dla zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach [w tonach].....	111
Tabela 38. Podsumowanie wyników weryfikacji modelu $M_1Y_2S_i$	113
Tabela 39. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku budownictwa (S_1) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.1	115
Tabela 40. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku produkcja wyrobów gotowych z metali (S_2) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.2.....	116
Tabela 41. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku maszyn i urządzeń (S_3) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.3	118
Tabela 42. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku motoryzacji (S_4) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.....	120
Tabela 43. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku AGD (S_5) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII	121
Tabela 44. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla pozostałych rynków (S_i) według poszczególnych modeli* opracowanych w rozdziale VII.6.....	123
Tabela 45. Prognozy zużycia blach ocynkowanych dla rynku krajowego ogółem [$\Sigma(S_1-S_i)$] według sumy dla modeli opracowanych w rozdziale VII.....	127
Tabela 46. Założenia dla prognoz produkcji blach ocynkowanych na podstawie prognoz rynku krajowego.....	130
Tabela 47. Podsumowanie prognoz wyznaczonych w modelach na podstawie istotnych czynników.	133
Tabela 48. Przyjęta klasyfikacja wyrobów według taryfy CN.....	138
Tabela 49. Opracowana baza danych dot. sektorowego wykorzystaniu wyrobów stalowych w Polsce	139
Tabela 50. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora budownictwo (S_1) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych	147
Tabela 51. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja wyrobów gotowych z metali (S_2) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych	147
Tabela 52. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja maszyn i urządzeń (S_3) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych	148
Tabela 53. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja pojazdów samochodowych (S_4) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych	149
Tabela 54. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku sektora produkcja sprzętu AGD (S_5) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych.....	149
Tabela 55. Wybrane czynniki kształtujące zużycie blach ocynkowanych na rynku pozostałe sektory (S_i) i ich prognozy użyte w modelach prognostycznych.....	150

XIII SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Struktura badanych czynników kształtujących zużycie wyrobów hutniczych	11
Rys. 2. Produkcja i zużycie stali w Polsce w latach 2004-2020 [tys. ton].....	16
Rys. 3. Handel zagraniczny wyrobami stalowymi Polski w latach 2004-2020 [tys. ton].....	17
Rys. 4. Struktura danych źródłowych i zakresu badań	27
Rys. 5. Schemat obliczania stalochłonności sektorowej	29
Rys. 6. Schemat obliczeń końcowego zużycia poszczególnych wyrobów stalowych. Błąd! Nie zdefiniowano zakładek.	
Rys. 7. Schemat postępowania prognostycznego.....	37
Rys. 8. Podstawowe dane dla sektora produkcja budowlano-montażowa w latach 2004-2018 w Polsce.....	38
Rys. 9. Podstawowe dane dla sektora wyroby gotowe z metali w latach 2004-2018 w Polsce	39
Rys. 10. Podstawowe dane dla sektora produkcja maszyn i urządzeń w latach 2004-2018 w Polsce	41
Rys. 11. Podstawowe dane dla sektora motoryzacyjnego w latach 2004-2018 w Polsce.....	42
Rys. 12. Podstawowe dane dla sektora produkcja sprzętu gospodarstwa domowego w latach 2004-2018 w Polsce	43
Rys. 13. Podstawowe dane dla sektora produkcja pozostałego sprzętu transportowego w latach 2004-2018 w Polsce.....	44
Rys. 14. Produkcja sprzedana przemysłu stalowego w Polsce i jej udział w przemyśle w latach 2004-2018	46
Rys. 15. Zatrudnienie w przemyśle stalowym w Polsce i jego udział w przemyśle i gospodarce w latach 2004-2018	47
Rys. 16. Wartość dodana w przemyśle stalowym w Polsce i jej udział w przemyśle i PKB w latach 2004-2018	48
Rys. 17. Wpływ sektorów w tworzeniu wartości dodanej w gospodarce w produkcji stali i wyrobów stalowych uwzględniający powiązania w łańcuchu dostaw	49
Rys. 18. Udział przemysłu stalowego w gospodarce w szerokim ujęciu („ślad ekonomiczny”) jako element w łańcuchu dostaw.....	50
Rys. 19. Wielkość zużycia jawnego wyrobów stalowych w Polsce w latach 2004-2018	54
Rys. 20. Stalochłonność gospodarki krajowej vs średnia stalochłonności w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [zużycie wyrobów stalowych w tonach / 1 mln PLN w cenach z 2015 r.]	55
Rys. 21. Zużycie jawne wyrobów stalowych ogółem w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [w mln ton]	56
Rys. 22. Stalochłonność w wybranych sektorach w latach 2004-2018 [zużycie wyrobów stalowych w tonach / 1 mln PLN w cenach z 2015 r.].....	57
Rys. 23. Wielkość zużycia jawnego blach ocynkowanych (Y_2) w latach 2004-2018 w poszczególnych sektorach obliczony według przyjętej metodyki badań stalochłonności.	58

Rys. 24. Prognoza na podstawie trendu logarytmicznego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie ($T_{LG}Y_2S_1$).....	65
Rys. 25. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z PKB ($M_1Y_2S_1$).....	66
Rys. 26. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z inwestycjami ($M_2Y_2S_1$).....	68
Rys. 27. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z produkcją budowlaną ($M_3Y_2S_1$).....	69
Rys. 28. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z transportem i budynkami niemieszkalnymi ($M_4Y_2S_1$).....	71
Rys. 29. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z wynagrodzeniami i inwestycjami w budownictwie ($M_5Y_2S_1$).....	73
Rys. 30. Prognoza na podstawie trendu logarytmicznego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali ($T_{LG}Y_2S_2$).....	75
Rys. 31. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z PKB ($M_1Y_2S_2$).....	77
Rys. 32. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie na podstawie funkcji liniowej z inwestycjami ($M_2Y_2S_2$).....	78
Rys. 33. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji logarytmicznej z zatrudnieniem ($M_3Y_2S_1$).....	79
Rys. 34. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z wydajnością i czasem pracy w sektorze ($M_4Y_2S_2$).....	81
Rys. 35. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów gotowych z metali na podstawie funkcji liniowej z eksportem sektora i krajową produkcją budownictwa i przemysłu ($M_5Y_2S_2$).....	82
Rys. 36. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji wyrobów z metali na podstawie funkcji liniowej z zużyciem oleju napędowego, węgla i gazu ($M_6Y_2S_1$).....	84
Rys. 37. Prognoza na podstawie trendu liniowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym ($T_{LN}Y_2S_3$).....	86
Rys. 38. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną produkcją sprzedaną ($M_1Y_2S_3$).....	87
Rys. 39. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: środki trwałe i zużycie płyt wiórowych w sektorze ($M_2Y_2S_3$).....	89
Rys. 40. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: wydajność pracy i zużycie energii elektrycznej w sektorze ($M_3Y_2S_3$).....	91

Rys. 41. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle maszynowym na podstawie funkcji potęgowej ze zmiennymi: wartość eksportu o dostaw krajowych tego sektora ($M_4Y_2S_3$).....	93
Rys. 42. Prognoza na podstawie trendu wykładniczego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym ($T_WY_2S_4$).....	95
Rys. 43. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną nakłady inwestycyjne na maszyny i urządzenia w sektorze motoryzacyjnym ($M_1Y_2S_2$).....	97
Rys. 44. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zużyciem energii elektrycznej ($M_2Y_2S_4$).....	98
Rys. 45. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmienną produkcja samochodów ciężarowych ($M_3Y_2S_2$)	100
Rys. 46. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: produkcja pojazdów samochodowych, produkcja części samochodowych oraz zatrudnienie ($M_4Y_2S_4$) ...	102
Rys. 47. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w sektorze motoryzacyjnym na podstawie funkcji liniowej ze zmiennymi: eksport i import ($M_5Y_2S_4$).....	103
Rys. 48. Prognoza na podstawie trendu wielomianowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD ($T_WY_2S_5$)	106
Rys. 49. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z PKB ($M_1Y_2S_5$)	106
Rys. 50. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z produkcją sprzedaną urządzeń elektrycznych ($M_2Y_2S_5$).....	108
Rys. 51. Wartości prognozowane dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD na podstawie funkcji potęgowej z produkcją dużego AGD i produkcją blach ocynkowanych ($M_3Y_2S_5$)	110
Rys. 52. Prognoza na podstawie trendu liniowego dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach ($T_{LN}Y_2S_i$)	112
Rys. 53. Wartości prognozowane dla zużycia blach ocynkowanych w pozostałych segmentach na podstawie funkcji potęgowej ze zmienną inwestycje ($M_1Y_2S_i$).....	112
Rys. 54. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w budownictwie (Y_2S_1)	116
Rys. 55. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w przemyśle wyrobów gotowych z metali (Y_2S_2).....	117
Rys. 56. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji maszyn i urządzeń (Y_2S_3).....	119
Rys. 57. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w motoryzacji (Y_2S_4)	121
Rys. 58. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w produkcji AGD (Y_2S_5).....	122

Rys. 59. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych w pozostałych sektorach (Y_2S_i).....	124
Rys. 60. Wielkość zużycia blach ocynkowanych ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w modelu zbiorczym dla najlepszych modeli sektorowych (BEST R^2).	125
Rys. 61. Wielkość zużycia blach ocynkowanych ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w modelach na podstawie danych sektorowych (MIN, ŚREDNIA, MAX).	125
Rys. 62. Wielkość zużycia blach ocynkowanych ogółem wg danych rzeczywistych oraz estymowanych w sektorowych modelach trendu (TREND) i trendzie liniowym ogółem.	126
Rys. 63. Podsumowanie prognoz dla wielkości zużycia blach ocynkowanych we wszystkich sektorach ogółem $Y_2[\Sigma(S_1-S_i)]$ według modeli na podstawie danych sektorowych (TREND, MIN, ŚREDNIA, MAX, BEST R^2).....	128
Rys. 64. Podsumowanie prognozowanych rocznych zmian wielkości zużycia blach ocynkowanych z podziałem na poszczególne segmenty rynku.	129
Rys. 65. Elementy rynku blach ocynkowanych: zużycie jawne, produkcja i import.	129
Rys. 66. Prognozy rynku blach ocynkowanych: zużycie jawne, produkcja i import.	130

XIV ABSTRACT

Production engineering is a very broad concept and includes, among others, the issues of planning, designing, implementing and managing manufacturing systems. Forecasting models for determining the directions of market development support the decision-making processes of manufacturing companies. In this study, various econometric methods were applied, building integrated models that capture many factors influencing the volume of product production.

The scope of the research covered the metallurgical sector and identified key users of the steel market, i.e. construction, production of finished metal goods, production of machinery and equipment, production of vehicles, production of other transport equipment, production of household appliances. For selected sectors, the volume of use (level of demand and steel consumption) of individual groups of steel products was analysed, including: hot-rolled flat products, cold-rolled flat products, galvanized sheets, reinforcing bars, wire rod, heavy sections and pipes. Such an analysis of the market situation and forecasting the manufacturing of these products in a sectoral system may be used by steel companies and other entities in the steel users market at the stage of investment planning.

Justification for the choice of topic was, inter alia, too low level of domestic production of steel products in relation to the demand of steel market users. It results from the limited production capacity and the mismatch in the production structure in Poland. Moreover, there was a lack of specialized analyzes of the consumption of steel products broken down by users of the steel market in the economy. The main purpose of the work was to develop a comprehensive methodology for market research of individual steel products in the field of demand and production of steel users in Poland, as a method of determining the directions of steel market development.

The first part of the paper presents information on the situation and importance of the steel sector in the economy, presents an overview of the existing steel sector research in the area of restructuring, and analyzes publications on production forecasting in relation to a specific industry sector.

The steel industry as a sector is an important part of the national economy - with an average share of approx. 3% in the total value of industrial production and approx. 0.3% in the creation of added value. The indirect impact of the sector is even greater, considering its connection with the economic environment through the demand for materials, energy and services: for each unit of value added produced in the domestic steel industry, 5.7 units of value added are generated by the activity of the sector in other parts of the economy. The importance

of the steel sector is even greater in terms of its products, used in many branches of the economy for production and construction. Apparent consumption calculated as domestic steel production reduced by exports and increased by imports in the last ten years amounted to an average of 11.65 million tonnes, and its trend was increasing with an average growth dynamics of 6.9% annually. In the same period, the average annual steel production was approx. 8.75 million tonnes.

The first analytical part of the work presents a gradual methodology for determining the sectoral steel consumption for 6 main steel users. The sectoral classification was made in accordance with: the guidelines of steel associations, the statistical classification in force in the country and the EU, and taking into account input-output flows. Based on the developed unified database, an approximate, but highly realistic structure of the steel market was established in relation to the standard adopted form that functions in national statistics. When building the database, inter-industry flows were taken into account and the missing data were supplemented using statistical methods. In total, a database of apparent consumption of thirteen assortments of steel products was developed in eight market segments over a period of fifteen years, which was used for further research.

The most representative product was selected for the presentation of the research method, i.e. galvanized sheets from the group of flat products, due to the significant amount of apparent consumption, high added value of the product, wide application and growing demand from market users. The model building process started with trend models for each of the market segments, from which the trend with the highest match to real data was selected for forecasting. The next stage was the selection of variables describing the activities of key steel users, i.e. factors influencing the volume of demand for steel products, describing production activities in individual sectors, including: sold production, production of more important products, employment, investments, consumption of materials and energy. The designated database became the basis for the development of one-, two- and three-factor models with linear and power functions taking into account the specificity of the application of a given product and a high level of correlation with the dependent variable. The models were subjected to full statistical verification, and then, using statistically significant models, consumption forecasts for the tested steel product on individual user markets were determined until 2025.

On the basis of the developed models, a cumulative forecast was also prepared according to pessimistic scenarios - with minimum values, central - with average values, optimistic - with maximum values and models with the highest level of fit. The collective analysis made it possible to check the level of matching of estimated values with full real data. All lists showed

a very good fit (R^2 index > 0.9). The aggregated selected models with the highest level of fit and meeting all criteria showed the highest R^2 , which means compliance with the actual values at the level of 97.5%. It was therefore judged that they would be the best to draw conclusions for producers of steel products. On their basis, the size and directions of market development for the selected product were determined.

In the forecast period, the apparent consumption of galvanized sheets, after a decrease in 2020, will recover to a level higher by 1% than in 2019. However, from 2022, a declining upward trend of dynamics will continue from + 5.8% to + 1.7% in 2025. In 2022, an increase in demand for galvanized sheets should be expected, especially in the segment: construction (approx. 40 thousand tonnes), finished metal products industry (approx. 33 thousand tonnes), automotive (15 thousand tonnes) and other sectors (10,000 tonnes). In the next three years, the highest increase in demand is forecast for the market: production of finished metal products (75 thousand tonnes), construction (62 thousand tonnes) and automotive (23 thousand tonnes). Then making assumptions about the selection of markets in which the producer could increase its share. it was estimated that the domestic production of galvanized sheets may increase in the next five years by 233 thousand. tonnes in relation to 2020, i.e. to the level of 985 thous. tonnes in 2025

The adopted methodology was consistent with the specific objectives of this work and the research hypotheses. The main research question was: is it possible to forecast the demand for individual assortments of steel products on the basis of data describing the production activities in the main steel processing industries? The conducted analysis with the verification of models and forecasts is the basis for stating that the developed methodology is correct and useful. The hypothesis was also confirmed that the use of statistical models, taking into account selected factors and changes in steel consumption, enables comprehensive analysis and forecasting of the demand for steel products.