



Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
w Warszawie

Instytut Ekonomii i Finansów

Paweł Krystian Popławski

**Wpływ integracji rynków finansowych
i towarowych na warunki produkcji bioetanolu
I generacji w Europie**

Market Integration in European Agricultural Commodity Futures:
Effects on First-Generation Bioethanol Production

Rozprawa doktorska

Doctoral thesis

Rozprawa doktorska wykonana pod kierunkiem:

dr hab. Justyny Agnieszki Franc-Dąbrowskiej, profesor SGGW

Katedra Finansów, IEiF SGGW

Promotor pomocniczy:

dr Katarzyna Czech

Katedra Ekonometrii i Statystyki, IEiF SGGW

Warszawa 2026

**Oświadczenie promotora rozprawy doktorskiej
przygotowanej przez doktoranta Szkoły Doktorskiej SGGW**

Oświadczam, że rozprawa doktorska autorstwa Pawła Popławskiego została przygotowana pod moim kierunkiem na podstawie badań realizowanych w ramach kształcenia w Szkole Doktorskiej SGGW i stwierdzam, że spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora.

Data 26.02.2026 r.

Czytelny podpis promotora Juryma Franc - Oświadczenie

**Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej
będącego doktorantem Szkoły Doktorskiej SGGW**

Świadom odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że **niniejsza rozprawa doktorska została przygotowana przeze mnie samodzielnie na podstawie badań realizowanych w ramach kształcenia w Szkole Doktorskiej SGGW** i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. z dnia 28 października 2022 r., Dz.U. z 2022 r. poz. 2509 ze zm.)

Oświadczam, że przedstawiona rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja rozprawy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Przyjmuję do wiadomości, że rozprawa doktorska poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data 26 lutego 2026 r.

Czytelny podpis autora rozprawy Paweł Popławski

**Oświadczenie promotora rozprawy doktorskiej
przygotowanej przez doktoranta Szkoły Doktorskiej SGGW**

Oświadczam, że **rozprawa doktorska autorstwa Pawła Popławskiego została przygotowana pod moim kierunkiem na podstawie badań realizowanych w ramach kształcenia w Szkole Doktorskiej SGGW i stwierdzam, że spełnia warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora.**

Data 26.02.2026

Czytelny podpis promotora Nataryna Cecyl

**Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej
będącego doktorantem Szkoły Doktorskiej SGGW**

Świadom odpowiedzialności prawnej, w tym odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia, oświadczam, że **niniejsza rozprawa doktorska została przygotowana przeze mnie samodzielnie na podstawie badań realizowanych w ramach kształcenia w Szkole Doktorskiej SGGW i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami prawa, w szczególności z ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (tj. z dnia 28 października 2022 r., Dz.U. z 2022 r. poz. 2509 ze zm.)**

Oświadczam, że przedstawiona rozprawa nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z uzyskaniem stopnia naukowego doktora.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja rozprawy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną.

Przyjmuję do wiadomości, że rozprawa doktorska poddana zostanie procedurze antyplagiatowej.

Data 26 lutego 2026 r.

Czytelny podpis autora rozprawy Paweł Popławski

Spis treści

<i>Summary</i>	11
Streszczenie	13
Wstęp	15
Rozdział 1 Produkcja biopaliw w kontekście ufinansowania rolnictwa	20
1.1 Założenia badawcze	20
1.2 Kontekst historyczny integracji rynków towarowych i finansowych.....	28
1.3 Integracja rynków towarowych i finansowych	36
1.4 Makroekonomiczne uwarunkowania produkcji bioetanolu pierwszej generacji.....	40
1.5 Egzogeniczne uwarunkowania techniczne	47
Rozdział 2 Badania nad finansyzacją rynków rolnych	52
2.1 Metody doboru literatury przedmiotu	52
2.2 Pojęcie finansyzacji i konteksty jego stosowania	55
2.3 Obrót giełdowy towarami rolnymi	58
2.4 Działanie ufinansowanych rynków towarowych	65
2.5 Finansyzacja europejskich rynków towarowych	70
2.6 Określenie zakresu badań oryginalnych	81
Rozdział 3 Projektowanie badań i wstępna analiza danych	85
3.1 Przedmiot, cele i zakres badania	85
3.2 Wkład w rozwój dyscypliny „Ekonomia i finanse”	95
3.3 Ramy koncepcyjne i założenia badawcze	103
3.4 Wykorzystane dane ilościowe	110
3.5 Realizacja i ograniczenia badań	118
3.6 Zastosowanie metod ilościowych	127
Rozdział 4 Kształtowanie się płynności i ryzyka na analizowanych rynkach	137
4.1 Hipoteza badawcza dotycząca równowagi rynkowej	137
4.2 Równowaga rynkowa jako funkcja płynności i ryzyka	149
4.3 Weryfikacja hipotezy badawczej	156
4.4 Analiza odporności wyników	175
4.5 Interpretacja wyników i wnioski	178
Rozdział 5 Harmonizacja cen na rynkach towarowych i finansowych	183
5.1 Hipoteza badawcza dotycząca wpływu integracji rynków na dynamikę cen	183
5.2 Metoda badawcza i wykorzystane dane	187
5.3 Wyniki empiryczne i ich interpretacja	199
5.4 Krytyczna ocena i ograniczenia metody przyjętej w badaniu	207
5.5 Wyniki i ich interpretacja	211
Rozdział 6 Wpływ integracji rynków na ekonomikę produkcji bioetanolu I generacji	216
6.1 Przedstawienie i interpretacja hipotezy badawczej	216
6.2 Wdrożenie założeń metodycznych	221
6.3 Wspólne tendencje w Europie i różnice między regionami	229
6.4 Aspekty środowiskowe i związane z polityką zrównoważonego rozwoju	238
6.5 Interpretacja wyników i wnioski	243
Rozdział 7 Podsumowanie i wnioski	256
7.1 Syntetyczne podsumowanie badań	256
7.2 Ocena realizacji celów badawczych	263
7.3 Interpretacja działania rynków	268
7.4 Dyskusja nad wynikami badań	272
7.5 Kierunki dalszych prac	278
7.6 Rekomendacje końcowe	280

Bibliografia	285
Publikacje naukowe cytowane w dysertacji.....	285
Raporty instytucjonalne i branżowe (wybór).....	298
Aneksy	302
Aneks 1. Naukowcy prowadzący powiązane badania wg wstępnie wyróżnionych zakresów tematycznych.....	302
Aneks 2. Syntetyczne ujęcie publikacji uwzględnionych w badaniach do czerwca 2025 r.....	308
Aneks 3. Zmienne objaśniane i objaśniające, uwzględnione w badaniach.....	310
Aneks 4. Badanie kointegracji analizowanych szeregów czasowych.....	317
Aneks 5. Testy pierwiastka jednostkowego cen rozliczeniowych badanych kontraktów <i>futures</i>	330
Aneks 6. Dobór zmiennych objaśniających wykorzystanych w badaniu wpływu integracji rynków na dynamikę cen	334
Aneks 7. Segmentacja okresu obserwacji na podstawie testu Bai-Perrona	339
Aneks 8. Analiza dynamiki kointegracji badanych zmiennych w podokresach	340
Aneks 9. Określenie relacji przyczynowości w sensie Grangera między cenami pszenicy paszowej i konsumpcyjnej.....	349
Aneks 10. Ocena dynamiki liczby uczestników badanych rynków	353

Spis tabel

Tabela 1 : Porównanie wykorzystanych zasobów informacji naukowej.....	53
Tabela 2 : Kryteria determinujące możliwość obrotu produktem rolnym w charakterze towaru na rynkach finansowych	61
Tabela 3 : Procesy związane z finansyzacją na rynkach surowców służących do produkcji bioetanolu w literaturze przedmiotu.....	62
Tabela 4 : Typologia uczestników obrotu instrumentami pochodnymi dla rynku towarowego	66
Tabela 5 : Systemy transakcyjne najważniejszych giełd towarów rolnych na świecie..	75
Tabela 6 : Zestawienie głównych tendencji i uwarunkowań funkcjonowania badanych rynków surowców wykorzystywanych do produkcji bioetanolu pierwszej generacji w latach 2010–2024.	79
Tabela 7 : Typologia zakresów tematycznych w badaniach finansyzacji rolnictwa i biogospodarki.	82
Tabela 8 : Hipotezy i cele badań.	88
Tabela 9 : Zakres proponowanych metod, możliwych do wykorzystania w badaniu poszczególnych wymiarów harmonizacji.....	188
Tabela 10 :Przedstawienie wykorzystanych metod analitycznych.....	190
Tabela 11 :Badanie kointegracji szeregów reprezentujących poszczególne kategorie zmiennych objaśnianych	194
Tabela 12 :Wybór szeregów reprezentujących poszczególne kategorie zmiennych objaśniających dla rynków towarowych.....	194
Tabela 13 :Wybór szeregów reprezentatywnych dla poszczególnych kategorii zmiennych objaśnianych dla rynków kapitałowych i walutowych.....	195
Tabela 14 :Punkty zmian strukturalnych na badanych rynkach	200
Tabela 15 :Zestawienie uwarunkowań produkcji bioetanolu pierwszej generacji w wybranych państwach Unii Europejskiej	234

Spis rysunków

Rysunek 1: Liczba kupców towarowych i dostawców posiadających pozycje na badanych rynkach w okresie obserwacji.	38
Rysunek 2: Produkcja bioetanolu, 2010–2024 [mld l].	41
Rysunek 3: Interpretacja open interest w raportach CoT.	114
Rysunek 4: Ceny kontraktów na zboża w badanym okresie.	121
Rysunek 5: Ceny rozliczeniowe kontraktów <i>futures</i> na cukier typu 11 na londyńskiej giełdzie ICE (porównanie z cenami pszenicy konsumpcyjnej na Euronext).	125
Rysunek 6: Stosunek liczby pozycji należących do podmiotów sektora finansowego względem pozycji kupców i dostawców na badanych rynkach.	164
Rysunek 7: Liczba otwartych pozycji na rynku pszenicy paszowej.....	166
Rysunek 8: Liczba otwartych pozycji na rynku kukurydzy.	168
Rysunek 9: Liczba otwartych pozycji na rynku cukru.	169
Rysunek 10: Liczba otwartych pozycji na rynku pszenicy konsumpcyjnej.	169
Rysunek 11: Pozycje netto dostawców i kupców na badanych rynkach.....	171

Lista wykorzystanych skrótów

A

- APP — Program zakupu aktywów (ang. *Asset Purchase Programme*)
APT — Teoria wyceny arbitrażu (ang. *Arbitrage Pricing Theory*)
ARMA — Modele autoregresyjno-średniej ruchomej (ang. *Autoregressive Moving Average*)
ATR — Średni rzeczywisty zakres zmienności (ang. *Average True Range*)

C

- CAPM — Model wyceny aktywów kapitałowych (ang. *Capital Asset Pricing Model*)
CBIO — Certyfikaty dekarbonizacyjne (Brazylia, port. *Crédito de Descarbonização relacionado a biocombustíveis*)
CBOT — Giełda towarowa w Chicago (ang. *Chicago Board of Trade*)
CEA — Ustawa o obrocie towarowymi kontraktami terminowymi (USA, ang. *Commodity Exchange Act*)
CFTC — Komisja Obrotu Kontraktami Terminowymi (USA, ang. *Commodity Futures Trading Commission*)
CIF — Fundusze indeksowe rynku towarowego (ang. *Commodity Index Funds*)
CIT — Inwestorzy indeksowi rynku towarowego (ang. *Commodity Index Traders*)
CME — Giełda instrumentów pochodnych w Chicago (USA, ang. *Chicago Mercantile Exchange*)
CORMEC — Centrum Ekspertyzy Zarządzania Ryzykiem Towarowym (ang. *Commodity Risk Management Expertise Center*)
CoT — Raport zobowiązań traderów (ang. *Commitments of Traders*)
CTA — Doradcy ds. handlu kontraktami terminowymi (ang. *Commodity Trading Advisors*)

D

- DCE — Giełda towarowa w Dalian (Chiny, ang. *Dalian Commodity Exchange*)
DSGE — Dynamiczne stochastyczne modele równowagi ogólnej (ang. *Dynamic Stochastic General Equilibrium*)

E

- EBM — Kontrakty terminowe na pszenicę konsumpcyjną Euronext (fr. *Blé Meunier Futures*)
EBC — Europejski Bank Centralny (UE)
ECC — European Commodity Clearing (Europejska izba rozliczeniowa)
ECM — Modele korekty błędem (ang. *Error Correction Models*)
EMA — Kontrakty terminowe na kukurydzę Euronext (fr. *Maïs Futures*)
EMIR — Rozporządzenie UE dotyczące instrumentów pochodnych i izb rozliczeniowych (UE, ang. *European Market Infrastructure Regulation*)
EPA — Agencja Ochrony Środowiska (USA, ang. *Environmental Protection Agency*)
EROI — Energetyczna stopa zwrotu (ang. *Energy Return on Investment*)
ESM — Europejski Mechanizm Stabilności (UE)
ETF — Fundusze inwestycyjne notowane na giełdzie (ang. *Exchange-Traded Funds*)
EU ETS — System obrotu emisjami UE (ang. *European Union Emissions Trading System*)
EWG — Europejska Wspólnota Gospodarcza
EZŁ — Europejski Zielony Ład
EFTA — Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu (ang. *European Free Trade Association*)

F

FIX — Protokół wymiany informacji finansowej (ang. *Financial Information eXchange*)

G

GARCH — Uogólniona autoregresyjna heteroskedastyczność warunkowa (ang. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*)

H

HFT — Trading wysokich częstotliwości (ang. *High-Frequency Trading*)

I

ICE — Giełda Intercontinental Exchange

ICT — Techniki informacyjne i komunikacyjne (ang. *Information and Communication Technologies*)

ILUC — Pośrednie zmiany w użytkowaniu gruntów (ang. *Indirect Land Use Change*)

L

LCOE — Wyrównany koszt energii elektrycznej (ang. *Levelized Cost of Electricity*)

LIFFE — Londyńska Giełda instrumentów pochodnych (ang. *London International Financial Futures and Options Exchange*)

LOB — Księga zleceń (ang. *Limit Order Book*)

LSEG — Grupa Giełdy londyńskiej (ang. *London Stock Exchange Group*)

LULUCF — Użytkowanie gruntów, zmiany w użytkowaniu gruntów i leśnictwo (ang. *Land Use, Land Use Change and Forestry*)

M

MATIF — Międzynarodowy francuski rynek kontraktów terminowych (fr. *Marché à Terme International de France*)

MiFID — Dyrektywa UE w sprawie rynków instrumentów finansowych (ang. *Markets in Financial Instruments Directive*)

MiFIR — Rozporządzenie UE w sprawie rynków instrumentów finansowych (ang. *Markets in Financial Instruments Regulation*)

MFW — Międzynarodowy Fundusz Walutowy

MTF — Wielostronne platformy obrotu (ang. *Multilateral Trading Facilities*)

N

NCW — Narodowy Cel Wskaźnikowy (ang. *National Indicative Target*)

NCT — Uczestnicy rynku niezajmujący się obrotami towarami (ang. *Non-Commercial Traders*)

NNS — Nowa synteza neoklasyczna (ang. *New Neoclassical Synthesis*)

NYMEX — Nowojorska Giełda towarowa (ang. *New York Mercantile Exchange*)

O

OHLC — Ceny otwarcia, maksymalna, minimalna, zamknięcia (ang. *Open-High-Low-Close*)

OTC — Rynek pozagiełdowy (ang. *Over-the-Counter*)

OTF — Zorganizowana platforma obrotu (ang. *Organised Trading Facility*)

OZE — Odnawialne źródła energii

P

PEPP — Nadzwyczajny program skupu aktywów w czasie pandemii (ang. *Pandemic Emergency Purchase Programme*)

PHA — Polihydroksyalkaniany

PLA — Polilaktyd

Q

QE — Luzowanie ilościowe (ang. *Quantitative Easing*)

R

RED — Dyrektywa UE w sprawie energii odnawialnej (ang. *Renewable Energy Directive*, UE)

RFS — Standard paliw odnawialnych (USA, ang. *Renewable Fuel Standard*)

S

S&P-GSCI — Indeks towarowy Standard & Poor's Goldman Sachs Commodity Index

SUG — kontrakty terminowe na cukier ICE (ang. *Sugar No. 11 Futures*)

T

TOCOM — Tokijska Giełda towarowa (ang. *Tokyo Commodity Exchange*)

U

USDA — Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (ang. *United States Department of Agriculture*)

V

VAR — Autoregresja wektorowa (ang. *Vector Autoregression*)

VECM — Model wektorowej korekty błędem (ang. *Vector Error Correction Model*)

VIX — Indeks zmienności (ang. *Volatility Index*)

W

WHT — Kontrakty terminowe na pszenicę paszową ICE (ang. *Feed Wheat Futures*)

WPR — Wspólna Polityka Rolna (UE)

WTO — Światowa Organizacja Handlu

Z

ZCE — Giełda towarowa w Zhengzhou (Chiny, ang. *Zhengzhou Commodity Exchange*)

Summary

The present dissertation aims to assess how the integration of financial and commodity markets, together with processes symptomatic of financialisation, affects the economic rationality of first-generation bioethanol production in Europe. It also evaluates the implications of these processes for liquidity and price volatility in the European wheat, maize, and sugar markets between 2010 and 2025, within the context of the declining importance of first-generation biofuels in the European Union's environmental and energy policies.

The study focuses on futures contracts traded on Euronext (MATIF) and ICE Futures Europe. It considers the evolving structures of market participants, including commercial actors, hedge funds, index funds, and commodity trading advisors, as well as the broader regulatory framework at both EU and national levels. The analysis is situated within the broader macroeconomic environment, including major global shocks affecting agricultural and energy markets. The empirical analysis regarding bioethanol production focuses on five EU Member States chosen according to their significance in agricultural production, bioethanol capacity, and their role in European trade and logistics, allowing for inductive inference at the level of the continent (forty-two countries).

The research comprises the verification of three hypotheses:

- Main Hypothesis: The integration of commodity and financial markets contributes to a decline in the economic rationality of first-generation bioethanol production in Europe between 2010 and 2024.
- Auxiliary Hypothesis 1: Increased liquidity on derivatives markets facilitates the maintenance of equilibrium in the markets studied.
- Auxiliary Hypothesis 2: The dynamics of agricultural commodity prices suggest an increasing harmonisation between commodity and financial markets.

The verification of Auxiliary Hypothesis 1 introduces an original definition of market equilibrium. This definition is consistent with the neoclassical synthesis but does not consider price as the central variable. It is particularly suited to markets where price-making does not occur in the classical sense, notably in commodity derivatives markets, and where prices largely reflect exogenous signals. The framework may be especially useful for non-parametric analyses and for studying financial markets characterized by reference pricing.

The verification of Auxiliary Hypothesis 2 proposes the concept of “price harmonisation” as an analogue to time-series harmonisation in technical sciences, where

price data is interpreted as structured information signals. While formal harmonisation, i.e., standardised, uniform, and synchronised exchange data, is present, theoretic studies would also imply increasing synchronization and stronger cointegration across markets. However, empirical results do not support the hypothesis of a progressing harmonisation among the analysed commodity markets.

The empirical analysis relies on time-series techniques, including Bai-Perron structural break tests, cointegration analysis, and band-pass filters. Secondary data consist primarily of futures prices and Commitments of Traders reports. Regulatory analysis complements the econometric investigation, allowing institutional context to be incorporated into the interpretation of results.

Regarding the main hypothesis, findings indicate that financial and commodity market integration did not directly determine the conditions for first-generation bioethanol production. However, indirect dependencies were identified, particularly through reference pricing mechanisms and liquidity channels. Furthermore:

1. Research confirms Auxiliary Hypothesis 1: increased financial participation is associated with enhanced liquidity and more effective risk-pricing mechanisms, consistent with the proposed non-price-based definition of equilibrium.
2. Empirical data does not support Auxiliary Hypothesis 2: despite the formal harmonisation of market data and theoretical expectations of stronger synchronization, no statistically robust evidence of progressive price harmonisation was identified.

Thus, the effects of financialisation on bioethanol production in Europe were indirect and mostly mediated by the market structure and regulatory frameworks. Commodity markets remain fundamentally driven by underlying supply-demand conditions, although financial markets provide informational benchmarks for transactions beyond the system of financialised commodity exchanges.

The dissertation contributes conceptually through (i) an original way to operationalise market equilibrium, applicable to markets with limited price-making capacities and (ii) the introduction of price harmonisation as an analytical framework for studying cross-market synchronization. These elements extend the analytical toolkit available for examining financialisation and integration in agricultural commodity markets and open avenues for further research using non-parametric and signal-oriented approaches.

Keywords: Financialization, Financial markets integration, Commodity futures, First-generation biofuels, European commodity markets

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu integracji rynków finansowych i towarowych oraz procesów finansyzacji na ekonomiczną racjonalność produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie, a także na kształtowanie płynności i zmienności cen na rynkach pszenicy, kukurydzy i cukru. Analiza osadzona została w kontekście malejącego znaczenia biopaliw I generacji w polityce energetycznej Unii Europejskiej oraz rosnącej integracji rynków w ramach globalnego systemu finansowego.

Zakres badania objął europejskie rynki kontraktów *futures* na pszenicę, kukurydzę i cukier, notowanych na giełdach Euronext (segment MATIF) oraz Intercontinental Exchange (ICE) w latach 2010–2025. Uwzględniono zarówno strukturę uczestników rynku, w tym instytucje finansowe, fundusze hedgingowe, fundusze indeksowe oraz podmioty rynku towarowego, jak i regulacje prawne na poziomie Unii Europejskiej oraz pięciu wybranych państw członkowskich. Badanie obejmowało także ocenę możliwości ekstrapolacji wniosków na inne kraje europejskie.

W toku badań sformułowano trzy **hipotezy badawcze**:

1. Integracja rynków surowcowych i finansowych przyczyniła się do spadku ekonomicznej racjonalności działań w zakresie produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024. (*Hipoteza główna*)
2. Wzrost płynności kontraktów *futures* pozwala utrzymać równowagę na badanych rynkach. (*Hipoteza pomocnicza nr 1*)
3. Dynamika cen surowców rolnych wskazuje na postępującą harmonizację procesów ustalania cen między badanymi rynkami towarowymi a finansowymi. (*Hipoteza pomocnicza nr 2*)

Weryfikacja hipotezy pomocniczej nr 1 zawiera dodatkowo oryginalną definicję równowagi rynkowej, zgodną z założeniami syntezy neoklasycznej, lecz niewymagającą uznania ceny za kluczową zmienną endogeniczną. Definicja ta znajduje zastosowanie w analizie rynków, na których nie zachodzą mechanizmy cenotwórcze w rozumieniu zazwyczaj przyjmowanym w celu analizy rynków instrumentów pochodnych, a poziom cen w dużym stopniu determinowany jest czynnikami egzogenicznymi. Autorska definicja równowagi rynkowej może stanowić użyteczne narzędzie w budowie nieparametrycznych modeli rynków finansowych.

Weryfikacja hipotezy pomocniczej nr 2 wiązała się z wprowadzeniem pojęcia *harmonizacji cen*, jako odpowiadającego harmonizacji szeregów czasowych

w kontekście przetwarzania sygnałów w naukach technicznych (w szczególności w elektrotechnice i inżynierii telekomunikacyjnej). Ceny uznaje się w badaniach za nośniki informacji rynkowej. W ujęciu teoretycznym, harmonizacja formalna, polegająca na standaryzacji i ujednoliceniu danych giełdowych, powinna prowadzić do wzmacniania synchronizacji i kointegracji notowań.

W badaniach ilościowych zastosowano metody analizy szeregów czasowych, w tym testy zmian strukturalnych Bai-Perrona, testy kointegracji oraz filtry pasmowe. Wykorzystano dane wtórne obejmujące notowania kontraktów *futures*, interpretowane jako odzwierciedlenie oczekiwań cenowych, oraz dane z raportów *Commitments of Traders*. Weryfikację hipotezy głównej uzupełniono analizą regulacji prawnych oraz polityk środowiskowych i energetycznych.

Badania wykazały, że integracja rynków finansowych i towarowych nie determinowała bezpośrednio uwarunkowań produkcji bioetanolu pierwszej generacji, choć zidentyfikowano istotne zależności pośrednie. Hipoteza pomocnicza nr 1 została potwierdzona: udział instytucji finansowych sprzyjał wzrostowi płynności i poprawie funkcjonowania mechanizmów wyceny ryzyka, co pozostaje spójne z przyjętą definicją równowagi rynkowej. W odniesieniu do hipotezy pomocniczej nr 2 nie stwierdzono empirycznych podstaw do przyjęcia hipotezy o postępującej harmonizacji cen w rozumieniu rosnącej synchronizacji i kointegracji notowań.

W zakresie, którego dotyczyła hipoteza główna, wpływ finansyzacji na ekonomiczną racjonalność produkcji bioetanolu pierwszej generacji z wykorzystaniem surowców, których rynki objęto badaniami, ma charakter pośredni i zależy od struktury oraz skali poszczególnych rynków. Rynki finansowe pełnią zatem funkcję punktu odniesienia dla transakcji pozagiełdowych, jednak dynamika cen pozostaje w dużej mierze determinowana przez czynniki fundamentalne. Zaproponowane ujęcie równowagi rynkowej oraz koncepcja harmonizacji cen stanowią wkład do badań nad integracją rynków towarowych i finansowych, wskazując kierunki dalszych analiz w zakresie modeli nieparametrycznych oraz badań nad synchronizacją informacji cenowej.

Słowa kluczowe: Finansyzacja, Integracja rynków finansowych, Kontrakty *futures*, Biopaliwa I generacji, Europejskie rynki towarowe

Wstęp

Finansyzacja stanowi zjawisko wpływające na decyzje podmiotów gospodarczych w sprawie utrzymywania lub rozwoju potencjału produkcyjnego (Braga i in., 2017; Baker, 2021). Jednym z przejawów finansyzacji¹ jest zaś integracja rynków towarowych z rynkami pieniężnymi i kapitałowymi, zarówno na poziomie systemów transakcyjnych (Westermeyer, 2020) jak i kultury organizacyjnej (Chiapello, 2020). Sposób funkcjonowania rynków finansowych wpływa zaś na kształtowanie się cen instrumentów, obrót którymi odbywa się na tych rynkach.

Cenom kontraktów terminowych typu *futures* powszechnie przypisuje się charakterystyki takie jak wysoka zmienność, podatność na występowanie baniek spekulacyjnych, oraz zależność od koniunktury finansowej. Na rynkach produktów rolnych ceny te zależą jednak przede wszystkim od czynników fundamentalnych, kształtujących równowagę podaży i popytu na dane towary.

Przedsiębiorstwa sektora przetwórstwa rolnego, w tym producenci biopaliw I generacji, funkcjonują w warunkach asymetrii wpływu na proces formowania cen surowców. Pozostają oni szczególnie wrażliwymi na egzogeniczne determinanty warunków panujących na rynkach towarowych. Wykorzystanie instrumentów pochodnych na towary rolne pozwala producentom i przetwórcom surowców stabilizować przepływy finansowe, przede wszystkim ograniczając ich ekspozycję na ryzyko cenowe. Uczestnictwo producentów biopaliw w rynkach towarowych ma jednak

¹ W polskiej literaturze naukowej pojęcia „finansyzacja” i „finansjalizacja” odpowiadają anglojęzycznemu terminowi *financialization*. W tej pracy stosuje się termin „finansyzacja”, proponowany m.in. przez Ratajczaka (2012), jako bardziej zwięzły i zgodny z zasadami polskiego słownictwa. „Finansjalizacja”, będąca bezpośrednim spolszczeniem, pojawia się jednak w pracach takich autorów jak Franc-Dąbrowska (2023) i Szczepankowski (2015). Ratajczak (2017) zauważa, że brak konsensusu w polskiej literaturze co do jednolitego tłumaczenia wynika z różnic w postrzeganiu zakresu i charakteru zjawiska. Obie formy odnoszą się do procesu, w którym sektor finansowy zyskuje przewagę nad gospodarką realną, jednak „finansyzacja” jest często stosowana w analizach makroekonomicznych, a „finansjalizacja” głównie w kontekście mikroekonomicznym, np. w odniesieniu do struktury aktywów przedsiębiorstw (Gostomski, 2014; Szczepankowski, 2016).

Wskazując na historyczny kontekst zjawiska, który w literaturze anglojęzycznej jest łączony z polityką neoliberalną i globalizacją (Epstein, 2005), można wprowadzić także pojęcie „ufinansowanie”, pojawiające się w literaturze naukowej jako synonim finansyzacji (Franc-Dąbrowska, 2018), lecz w tej pracy rozumiane jako historyczny proces wzrostu roli mechanizmów finansowych i rynków w gospodarce, obejmujący rozwój instytucji finansowych i ich wpływ na tzw. sferę realną gospodarki, w tym handel, produkcję i inwestycje. W przeciwieństwie do *finansyzacji*, która w literaturze wiąże się głównie z okresem po upadku systemu Bretton Woods w 1971 r. i deregulacji rynków finansowych, jako *ufinansowanie* określa się zjawiska wcześniejsze lub występujące poza kontekstem gospodarek kapitalistycznych rozwijających się zgodnie z modelem neoliberalnym i w warunkach globalizacji, czy inne, także dotyczące rynków towarów rolnych, lecz pozostające poza zakresem tej pracy. Zjawiska takie towarzyszyły m.in. rozwojowi giełd towarowych w Europie w początkach ery nowożytnej.

także charakter bierny. Koszty operacyjne zależą bowiem od kształtujących się na tych rynkach cen, na co wpływ producentów biopaliw jest relatywnie niewielki.

Tematykę badań przedstawionych w dysertacji stanowi relacja między dynamiką cen kontraktów *futures* na pszenicę, kukurydzę i cukier, oraz aktywnością inwestorów finansowych na rynkach tego typu instrumentów finansowych, a stabilnością uwarunkowań produkcji biopaliw pierwszej generacji w Europie, w latach 2010–2025. *Futures* stanowią jeden z głównych rodzajów instrumentów pochodnych, obrót którymi ma miejsce na rynkach finansowych. Analizy zawarte w dysertacji dotyczą w szczególności wpływu podmiotów sektora finansowego na kształtowanie cen zbóż i cukru, tj. towarów rolnych odpowiadających surowcom do produkcji bioetanolu I generacji.

Celem badań jest ocena wpływu funkcjonowania rynków finansowych na ekonomiczną zasadność utrzymywania lub podnoszenia potencjału produkcyjnego bioetanolu pierwszej generacji. Ocena ta wynika z określenia relacji między dynamiką cen surowców a stabilnością warunków produkcji bioetanolu w ujęciu długookresowym, oraz z identyfikacji zjawisk zachodzących na poddanych analizie rynkach.

Do czynników determinujących ceny surowców biopaliwowych należą warunki agrarne i mechanizmy finansowe (Enciso i in., 2016). Integracja rynków finansowych i towarowych skutkuje powstawaniem złożonych sieci zależności między realnym zapotrzebowaniem na towary oraz popytem spekulacyjnym i innymi czynnikami, w tym egzogennymi z perspektywy funkcjonowania rynków finansowych. Dynamika cen oraz struktura rynku stanowią bezpośrednie odzwierciedlenie tych współzależności, a także samoistnie przyczyniają się do kształtowania warunków konkurencyjności i racjonalności ekonomicznej produkcji biopaliw. Jedną z metod służących zrozumieniu zależności między czynnikami fundamentalnymi oraz wynikającymi ze sposobu organizacji obrotu towarowego jest zatem analiza trendów i wahań wartości cen surowców.

W skali świata, najważniejszymi uprawami dostarczającymi surowców do produkcji bioetanolu pierwszej generacji (Wang i in., 2023) są kukurydza (*Zea mays*) i rośliny cukrodajne. Należą do nich, uprawiana głównie w strefie międzyzwrotnikowej, trzcina cukrowa (cukrowce, tj. rodzaj *Saccharum*, a przede wszystkim *Saccharum officinarum*; De Almeida i Colombo, 2023) oraz, w strefach klimatów umiarkowanych i podzwrotnikowych, burak cukrowy (*Beta vulgaris* odm. *saccharifera*;

Salazar-Ordóñez i in., 2013). Spośród pozostałych źródeł bioetanolu pierwszej generacji, za potencjalnie istotne można uznać przede wszystkim (Buchspies i Kaltschmitt, 2016; Korzun i in., 2021; Pradyawong i in., 2018; Taghizadeh-Alisaraei i in., 2023): pszenicę (rodz. *Triticum*, gł. *T. aestivum*), jęczmień (*Hordeum vulgare*), żyto (*Secale cereale*) i maniok (jadalne gatunki należące do rodzaju *Manihot*, gł. *M. esculenta*); przy czym warunki klimatyczne panujące w Europie nie umożliwiają prowadzenia wielkoskalowych upraw tego ostatniego.

Rynki towarów rolnych, w tym surowców służących do produkcji bioetanolu, charakteryzuje różny stopień rozwoju. Z perspektywy rynków finansowych, można zauważyć względną istotność rynków pszenicy, kukurydzy i rynku cukru, reprezentujących różnorodne źródła cukrów prostych. Są to zarazem rynki powszechnie uwzględniane w indeksach rynku towarowego. Przedmiot badań zawartych w dysertacji stanowi więc dynamika rynków kontraktów *futures* reprezentujących wybrane surowce służące do produkcji bioetanolu I generacji: dwóch zbóż, tj. pszenicy i kukurydzy, oraz cukru.

Finansyzację produkcji biopaliw pierwszej generacji łączy się tradycyjnie z dwoma głównymi rodzajami efektów zewnętrznych. Pierwszym z nich jest dylemat między wykorzystywaniem produktów rolnych na cele energetyczne, albo przeznaczaniem ich na potrzeby żywnościowe (ang. *food versus fuel*). Nabrał on znaczenia w pierwszej dekadzie XXI w., tj. w okresie intensywnego wzrostu cen żywności w krajach rozwijających się. W tym samym czasie, w Stanach Zjednoczonych i Europie, wdrażano polityki wsparcia produkcji odnawialnych źródeł energii, w tym bioetanolu I generacji. W tym kontekście część analiz wskazywała, że alokacja zbóż i roślin cukrodajnych do produkcji paliw prowadzi do presji cenowej na rynku żywności.

Drugi rodzaj efektów zewnętrznych dotyczy pośrednich zmian w wykorzystaniu gruntów (ILUC, ang. *Indirect Land Use Change*). Wynikają one ze zmian w przeznaczeniu gruntów, uprzednio niewykorzystywanych w celu produkcji rolnej, na skutek wzrostu zapotrzebowania na produkty rolne. Wiąże się z tym szereg problemów ekologicznych, szczególnie związanych z wycinaniem lasów lub konwersją pastwisk na grunty orne. To zaś łączy się ze wzrostem emisji gazów cieplarnianych. Problem ILUC pojawił się w literaturze naukowej i w politykach Unii Europejskiej w drugiej dekadzie XXI w., w kontekście uwzględnienia pełnego śladu węglowego biopaliw i implementacji dyrektyw dotyczących ich udziału w miksie energetycznym.

Niska zyskowność z produkcji biopaliw w warunkach wolnorynkowych, oraz odchodzenie od stymulowania ich produkcji na rzecz innych odnawialnych źródeł energii, wynika z miernej wydajności energetycznej tych pierwszych. Wytwarzanie bioetanolu I generacji z roślin uprawianych w strefach klimatów umiarkowanych i na większości obszarów podzwrotnikowych pozwala osiągnąć energetyczną stopę zwrotu (EROI, ang. *Energy Return on Investment*) zazwyczaj nie przekraczającą 2:1 (Wang i in., 2021; Papagianni i in., 2024). Rozwój biogospodarki sugeruje jednak zastosowania surowców biopaliwowych, które pozwalają uzyskać wyższą wartość dodaną niż produkcja biopaliw.

Źródła skrobi lub cukrów prostych, tradycyjne stanowiące substraty bioetanolu I generacji, coraz częściej wykorzystuje się do produkcji bioplastików, biochemikaliów lub biomateriałów zaawansowanych, co zwiększa wartość dodaną kreowaną przy ich przetwarzaniu. Badania nad biogospodarką wskazują więc na liczne zastosowania surowców służących do produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Potencjał rozwoju w tych obszarach działalności, szczególnie zakładając wzrostu zapotrzebowania na surowce, zależy zatem także od funkcjonowania badanych rynków towarowych.

Warunki produkcji bioetanolu pierwszej generacji można interpretować zarówno w kontekście produkcji i przetwórstwa rolnego, jak i sektora paliwowego. W obu przypadkach dynamika cen surowców oraz mechanizmy finansowe odgrywają istotną rolę. W ostatnich dwóch dekadach można przy tym zaobserwować coraz silniejsze związki między kształtowaniem się cen surowców rolnych a rynkami instrumentów finansowych.

Dysertacja obejmuje siedem rozdziałów, podporządkowanych badaniu relacji pomiędzy finansyzacją rolnictwa a procesami cenotwórczymi na rynkach surowców wykorzystywanych do produkcji biopaliw pierwszej generacji. Konstrukcja rozprawy odpowiada jej celom. Przekłada się to na sekwencję od ukazania kontekstu finansyzacji rynków towarów rolnych, podstaw teoretycznych oraz metodyki badań (odpowiednio w Rozdziałach 1–3), poprzez weryfikację hipotez (czemu poświęcono Rozdziały 4–6), do syntetycznej oceny wyników (w Rozdziale 7).

Rozdział pierwszy, „Produkcja biopaliw w kontekście ufinansowania rolnictwa”, przedstawia kontekst badanych zjawisk, a przede wszystkim finansyzację rolnictwa oraz ewolucję społeczno-gospodarczych uwarunkowań produkcji bioetanolu I generacji. Rozdział drugi, „Badania nad finansyzacją rynków rolnych”, stanowi przegląd literatury przedmiotu. Na jego podstawie określono podstawy teoretyczne

pracy, zidentyfikowano obszary mniej dogłębnie przedstawione w literaturze przedmiotu lub takie, którym w ciągu ostatniej dekady badacze poświęcali mniej uwagi, i zdefiniowano zakres badań o charakterze oryginalnym.

Rozdział trzeci, „Projektowanie badań i wstępna analiza danych”, poświęcono kwestiom metodycznym: planowaniu badań, pozyskaniu i wstępnej analizie danych. Zawiera on sformułowanie celów badawczych i hipotez oraz uzasadnienie doboru narzędzi analitycznych. Rozdział ten ma charakter teoretyczny. W opisie metodyki zawarto przede wszystkim ogólne uzasadnienie przyjętego w badaniach podejścia oraz założenia zastosowanych metod badawczych. Właściwe procedury, zastosowane w celu weryfikacji sformułowanych hipotez, omówiono w poszczególnych rozdziałach poświęconych każdej z hipotez.

Rozdział czwarty, „Kształtowanie się płynności i ryzyka na analizowanych rynkach”, odpowiada weryfikacji pierwszej hipotezy pomocniczej, dotyczącej wpływu struktury rynku na mechanizmy cenotwórcze. Badania koncentrują się na analizie struktury rynku, jej dynamiki, oraz konsekwencji zauważonych zmian. W rozdziale piątym, „Harmonizacja cen na rynkach towarowych i finansowych”, zweryfikowano drugą hipotezę pomocniczą, obejmującą analizę cen wybranych towarów rolnych. Rozdział szósty, „Wpływ integracji rynków na ekonomikę produkcji bioetanolu I generacji”, poświęcono weryfikacji hipotezy głównej, odnoszącej się do relacji pomiędzy finansyzacją a ekonomicznymi determinantami produkcji bioetanolu pierwszej generacji.

Narrację przeznaczoną na sprawdzenie hipotez badawczych części dysertacji podporządkowano procesowemu ujęciu mechanizmów cenotwórczych (ang. *price discovery*). Tok rozumowania prowadzi zatem od struktury rynku oraz jej przełożenia na procesy kształtowania się cen do dynamiki cen jako elementu uwarunkowań produkcji biopaliw I generacji. Rozdział siódmy, ostatni, zawiera podsumowanie pracy. Przedstawiono w nim ocenę stopnia realizacji celów badawczych oraz weryfikacji hipotez, sformułowano wnioski o charakterze poznawczym i aplikacyjnym, a także określono możliwości kontynuacji badań. Taki układ pracy ma na celu w sposób spójny i przystępny przedstawić skutki finansyzacji badanych rynków w wymiarze teoretycznym, oraz wskazać praktyczne implikacji dla uczestników rynku i decydentów.

Rozdział 1 Produkcja biopaliw w kontekście ufinansowania rolnictwa

1.1 Założenia badawcze

Materiał historyczny niejednokrotnie stanowi we współczesnej ekonomii przedmiot zainteresowania lub punkt odniesienia. Analizy zjawisk, które miały miejsce w rzeczywistości obcej badaczom, szczególnie w przypadku, gdy odpowiedniej jakości dane nie są możliwe do uzyskania, wiążą się jednak z ryzykiem instrumentalnego podejścia do przedmiotu badań. Dzieje się tak szczególnie w przypadku określania tzw. stylizowanych faktów (zob. Kaldor, 1961), tj. „uproszczonych, ale istotnych” [tłum. własne] regularności empirycznych jako podstawy konstrukcji modeli teoretycznych². Podporządkowywanie interpretacji faktów historycznych uprzednio przyjętym modelom teoretycznym w celu uargumentowania poglądów budzi jednak zastrzeżenia natury etycznej i epistemologicznej. Brak poprawności metodycznej wiąże się ze szczególnym ryzykiem błędu przy posługiwaniu się rozumowaniem indukcyjnym w celu tworzenia teorii ekonomicznych na podstawie analizy historycznej.

Z drugiej strony, w pracach wielu współczesnych teoretyków finansyzacji dominuje podejście ahistoryczne. Sassen (2001), analizując centra przepływu kapitału, koncentruje się niemal wyłącznie na dynamice po roku 1970. Podobnie Lapavistas (2013) czy Fraser (2015) skupiają się przede wszystkim na finansyzacji jako zjawisku uwidaczniającym wewnętrzne sprzeczności neoliberalizmu, a nie na ciągłości rozwoju instytucji finansowych w dłuższym horyzoncie czasowym. Eichengreen (2008) zauważa, że odrzucenie potencjalnie istotnych wskazówek dotyczących interpretacji zjawisk przyczynia się do nieadekwatnego rozpoznania ograniczeń wewnętrznych systemu i czynników ryzyka. Istotnym jest bowiem zrozumienie podobnych lub analogicznych mechanizmów destabilizacji i reakcji instytucjonalnych, które mogły wystąpić wcześniej, zarówno w celu wyciągania ogólnych wniosków, jak i motywacji zachowań konkretnych uczestników rynków we właściwym im kontekście historycznym.

² Stylizowane fakty oraz uogólnienia empiryczne (ang. *empirical generalizations*) stanowią w ekonomii próbę uchwycenia powtarzalnych wzorców obserwowanych w danych, niezależnie od ich kontekstu historyczno-instytucjonalnego. Problematicznym jest jednak formułowanie wniosków empirycznych, w oderwaniu od specyficznego kontekstu społeczno-historycznego, którego one dotyczą. Zastrzeżenie to należy stosować także w badaniach ilościowych. Harré (zob. Harré i Madden, 1973) wskazywał, że analizy statystyczne ujawniają jedynie regularności empiryczne, a nie przyczyny. Podkreślał on, że relacje przyczynowe nie mają charakteru statystycznego, lecz wynikają z działania mechanizmów i struktur, których dane ilościowe nie ukazują bezpośrednio. Zaobserwowane współzależności mogą zatem prowadzić do pozoru wyjaśnienia przyczynowego. Istotnie, interpretacja wyników, a nawet dobór zmiennych często zawierają element normatywny. Modele stają się w efekcie narzędziem pozwalającym odnieść się do założeń autora.

Modele, narracje i uogólnienia empiryczne pełnią zarazem funkcję narzędzi poznawczych. Pozwalają one bowiem zrozumieć, jak i dlaczego określone procesy zachodzą w danych warunkach (por. Morgan, 2012). Brak uwzględnienia perspektywy historycznej, obejmującej okres sprzed arbitralnie zdefiniowanego początku finansyzacji, może zatem prowadzić do istotnych błędów metodycznych w interpretacji zjawisk na rynkach finansowych, o ile nie wystąpiły one już na etapie analizy danych. Tym samym, teoria finansyzacji budowana bez zakorzenienia historycznego wykazuje ograniczony potencjał analityczny, będąc pozbawioną mechanizmów porównawczych. To zaś ogranicza jej wartość prognostyczną i aplikacyjną. Hirschman (2016) argumentuje, że wyjaśnienie społeczne zyskuje wartość poznawczą wtedy, gdy odsłania relacje pomiędzy aktorami, instytucjami i kontekstami, zamiast redukować złożone procesy do ahistorycznych korelacji. Analiza mechanizmów umożliwia zatem uchwycenie dynamiki zmian instytucjonalnych, niezbędne dla interpretacji zjawisk społecznych w ich rzeczywistym kontekście (Quack, 2025), co jednak niekoniecznie wiąże się z budową modeli teoretycznych.

Chociaż kwestię nazewnictwa, a nawet cezury otwierającej okres finansyzacji można uznać za umowną, to wiele elementów tego procesu stanowi odbicie zjawisk, które wcześniej zachodziły już w historii. W erze nowożytnej można znaleźć przykłady wcześniejszej integracji rynków finansowych³ i towarowych. Szczególnie warte wymienienia są dwa z nich: powstanie giełd towarowych w miastach basenu Morza Śródziemnego u zarania ery nowożytnej, a z czasem także w Niderlandach, oraz wykształcenie się modelu gospodarki plantacyjnej w koloniach europejskich mocarstw.

³ Rynki finansowe to szeroka kategoria obejmująca wszystkie rynki, na których dochodzi do wymiany instrumentów finansowych (Fabozzi i in., 2010). Ich celem jest ułatwienie przepływu kapitału, jego alokacja i zarządzanie ryzykiem. Rynki finansowe można postrzegać jako systemy, w których indywidualne decyzje uczestników tworzą złożone wzorce cenowe, co podkreśla ich dynamiczny i interakcyjny charakter (Hausman, 1992). Dla odróżnienia, rynki kapitałowe to specyficzny segment rynków finansowych, koncentrujący się na długoterminowym finansowaniu poprzez emisję i obrót akcjami oraz obligacjami (Mishkin, 2019). Dynamika rynków kapitałowych odzwierciedla, w modelowym ujęciu, napięcie między indywidualnym racjonalizmem inwestorów a holistycznym funkcjonowaniem systemu gospodarczego (Dow, 2004). Analizowane w tej pracy rynki towarowe stanowią oddzielny segment rynków finansowych, gdzie obrót dotyczy towarów i instrumentów pochodnych opartych na ich cenach (Hull, 2018). Zmienność cen na rynkach towarowych wynika ze zmian podaży, i popytu, czynników pogodowych, oraz politycznych i makroekonomicznych, np. regulacji środowiskowych i popytu na paliwa odnawialne (Searchinger i in., 2008).

Organizacja obrotu towarami w formie giełd⁴ pozwoliła na zawieranie kontraktów terminowych, odnoszących się do sprzedaży lub kupna spodziewanych dostaw zbóż; w miarę rozwoju kultury finansowej tworzone były również inne rodzaje instrumentów pochodnych. Wykorzystanie ich było związane przede wszystkim z arbitrażem cenowym, możliwym dzięki różnicom w cenach towarów w różnych ośrodkach handlu, oraz z zabezpieczaniem się przed ryzykiem niepowodzenia morskich wypraw handlowych. Z czasem obrót giełdowy objął, oprócz zbóż, większy zakres towarów⁵.

Drugi przykład, w którym integracja rynków finansowych i towarowych stanowi zaledwie jeden z elementów bardziej złożonego modelu biznesowego, to finansowanie rozwoju plantacji, przede wszystkim trzciny cukrowej we francuskich koloniach w basenie Morza Karaibskiego, za pomocą weksli i obligacji hipotecznych zabezpieczonych na przyszłych plonach z tych plantacji. Rentowność inwestycji nie wynikała w tym przypadku bezpośrednio z zyskowności samego procesu produkcji, lecz raczej z udziału w oczekiwanych przepływach pieniężnych oraz z obrotu długiem plantacji na rynkach finansowych (Buffon, 1979; Cauna, 2003). Cukier, postrzegany jako towar we współczesnym, finansowym rozumieniu, był przy tym już w przedrewolucyjnej Francji przedmiotem systematycznych analiz cenowych oraz działań spekulacyjnych.

⁴ Rozwój rynków towarów rolnych stanowił kluczowy element gospodarki kapitalistycznej w jej początkowym okresie. W basenie Morza Śródziemnego, intensywny obrót pszenicą odbywał się w oparciu o szlaki handlowe, które wykształciły się od końca XI w. przy okazji wypraw krzyżowych, a funkcjonowały aż do czasu dominacji wschodnich i południowych wybrzeży przez Imperium Osmańskie w XVI w. Już pod koniec XIII w. we włoskich republikach morskich, przede wszystkim w Wenecji i Genui, powstawały zorganizowane miejsca handlu, w których kupcy wymieniali towary i weksle. Handel zbożem, na ustalonych trasach, lecz w przypadku lokalnych nieurodzajów nierzadko o zmiennych kierunkach, pozwalał łagodzić skutki niekorzystnych warunków pogodowych. Relatywnie stałymi odbiorcami dostaw pszenicy były także główne ośrodki miejskie, np. Neapol lub Wenecja, których zaopatrzenie wymagało stałego zaopatrzenia w zboża sprowadzane drogą morską ze względu na niewystarczającą urodzajność pobliskich obszarów produkcji rolnej. W podobny sposób odbywało się zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego mniejszych, lecz także istotnych ośrodków miejskich, w pobliżu których produkcja zbóż bywała niewystarczająca, jak np. Genua (Anselmi, 1973; Greene, 2014; Andreoni i in., 2024). Stałe kierunki przepływu towarów, którymi obrót miał miejsce na giełdach organizowanych później w oparciu o szlaki handlowe na Morzu Północnym i Bałtyckim, np. w Antwerpii (1531) czy Amsterdamie (1602), pozwoliły na wykształcenie się giełd towarowych również w Europie Północnej, gdzie obrót dotyczył m.in. zbóż i produktów gospodarki leśnej sprowadzanych z ziem polskich.

⁵ Od XIV w. rozwijał się we Florencji system obrotu wełną i wyrobami włókienniczymi, obejmujący wczesne kontrakty towarowe. Pomimo istotności eksportu włókien i tekstyliów dla rozwoju gospodarczego niektórych obszarów Europy północnej, np. Flandrii i Anglii, oraz ufinansowania produkcji już w początkach ery nowożytnej, nie wykształciły się działające na porównywalną skalę struktury organizujące obrót tymi towarami analogicznie do rynków zbóż. Dopiero w okresie rewolucji przemysłowej powstały podobne giełdy bawełny surowej w Manchesterze (1783), Liverpoolu (1804), czy w Bremie (1872).

Z drugiej strony, elementem kontrowersyjnym może być stosowanie przykładów historycznych, które potwierdzają hipotezę lub model teoretyczny. Wybiórczość, lub ignorowanie danych niezgodnych z oczekiwaniami (ang. *cherry picking*) jest problematyczne zwłaszcza w naukach ekonomicznych, w tym w dyscyplinie finansów. Historia gospodarcza obfituje bowiem w przypadki anomalii i różnorodnych mechanizmów, które mogą służyć podważaniu zasadniczo prawidłowych twierdzeń. Tendencyjny wybór przykładów może polegać np. na pomijaniu w analizie zjawiska kryzysów, które nie pasują do uprzednio przyjętej tezy (Kindleberger, 2000). Takie selektywne podejście prowadzi do błędnych wniosków, błędnej oceny odporności (ang. *robustness*) modeli i utrudnia rozwój teorii zdolnych do uwzględnienia złożoności i zmienności procesów finansowych. Odzwierciedla to ideologiczną lub metodyczną stronniczość badacza, który poszukuje potwierdzenia własnych przekonań, bez względu na sprzeczność z zasadami krytycznego realizmu i pełnej analizy empirycznej.

Finansyzację prezentuje się w literaturze jako bezprecedensowy etap rozwoju kapitalizmu (Epstein, 2005; Krippner, 2005). Taka interpretacja wynika jednak nie tyle z empirycznej obserwacji zmian instytucjonalnych i strukturalnych, co z braku punktów odniesienia, motywowanego założeniem o unikalnym charakterze współczesnych procesów gospodarczych⁶. Można jednak argumentować, że liberalizacja finansowa, okresy łatwiejszego dostępu do finansowania działalności gospodarczej kapitałem obcym czy ekspansja kapitału spekulacyjnego stanowią zjawiska występujące cyklicznie (Reinhart i Rogoff, 2009). Obecną strukturę rynków finansowych można zatem postrzegać nie jako nowe jakościowo stadium rozwoju, lecz raczej element długiej ewolucji kapitalizmu. W takim ujęciu, okresy ufinansowania przeplatałyby się z okresami osłabienia przepływów kapitałowych w skali globalnej, czy choćby nasilającej się ich kontroli, oraz kurczenia się rynków finansowych.

Istotnie, w drugiej połowie XIX w., swobodne przepływy kapitału, mobilność inwestycji oraz znaczenie banków i giełd dla ekspansji przemysłowej i imperialnej stanowiły fundament globalnego ładu ekonomicznego (Hobsbawm, 1996). Kindleberger (1984) i Eichengreen (1996) wykazali, że liberalny reżim finansowy oparty na ówczesnym standardzie złota umożliwiał intensyfikację międzynarodowego obrotu

⁶ Zgodnie z tradycją niemieckiej szkoły historycznej, gospodarkę uznaje się za zjawisko o wymiarach historycznym, instytucjonalnym i moralnym. Schmoller (1898) podkreślał, że ekonomia polityczna powinna być nauką uwzględniającą kontekst moralny i historyczny, rozpoznającą zarazem przemiany kulturowe i instytucjonalne. Ignorowanie tych czynników prowadzi do potencjalnej utraty istotnych wymiarów zjawisk ekonomicznych. W polskiej tradycji nauk społecznych analogiczne poglądy dotyczące założeń interpretacyjnych reprezentował m.in. Andrzej Walicki.

kapitałowego. Wiele zjawisk definiujących finansyzację, jak np. podporządkowywanie alokacji kapitału zwrotom z inwestycji portfelowych, spekulacja na rynkach walutowych, czy uzależnienie obszarów peryferyjnych w systemach gospodarczych od centrów finansowych miało więc precedens we wcześniejszych epokach. Zrozumienia mechanizmów ich działania jest zatem potencjalnie przydatne w ocenie skutków współczesnej finansyzacji.

Do podobnych wniosków doszedł Arrighi (1994), uznając ufinansowanie za cykliczną fazę rozwoju układu gospodarczego w epoce kapitalizmu, charakterystyczną dla schyłkowego etapu hegemonii danego centrum akumulacji kapitału. Ufinansowanie, definiowane jako przesunięcie akumulacji kapitału z produkcji i handlu ku operacjom finansowym, odzwierciedla spadek rentowności działalności materialnej oraz narastającą konkurencję. Nie stanowi to anomalii, ani zjawiska bezprecedensowego, lecz powtarzalny etap w tzw. systemowych cyklach akumulacji kapitału, np. genueńskim, holenderskim, brytyjskim, czy amerykańskim. Ufinansowanie sygnalizuje zatem zarówno szczyt potęgi hegemonicznej, jak i jej nadchodzący kryzys, a finansyzację w tym kontekście można identyfikować z ufinansowaniem w cyklu amerykańskim akumulacji kapitału.

Finansyzacja wiąże się z reinterpretacją tradycyjnego w Europie systemu wartości stosowanego w działalności agrarnej prowadzonej w gospodarstwach rodzinnych lub majątkach ziemskich, w których udziały nie stanowią przedmiotu obrotu na rynkach finansowych. Logika finansyzacji rolnictwa podporządkowuje jednak priorytety działalności gospodarczej kwestiom zarządzania ryzykiem i płynnością aktywów, oraz dopuszcza działania spekulacyjne jako pełnoprawny sposób generowania wartości dodanej (Arrighi, 1994; Palley, 2007). Europejskie⁷ rynki towarowe, w tym pszenicy, cukru i kukurydzy, uległy na skutek tych zjawisk głębokim przemianom strukturalnym. Finansyzacja w ścisłym rozumieniu (Epstein, 2005;

⁷ Badania dotyczą rynków obejmujących państwa europejskie, które nigdy nie należały do Wspólnoty Niepodległych Państw. Na obszar ten składają się 42 suwerenne jednostki polityczne. Są to: państwa członkowskie Unii Europejskiej (z terytoriami zależnymi stanowiącymi część Wspólnoty), Wielka Brytania (z terytoriami zależnymi), państwa współtworzące Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu, kraje zachodniobałkańskie, oraz cztery tzw. mikropaństwa położone w Europie południowo-zachodniej.

Z perspektywy przeprowadzonych analiz, właściwość konkretnych struktur państwowych okazała się zatem drugorzędna, przede wszystkim w odniesieniu do państw, których rynki poddano badaniom, mimo iż nie stanowiły one znaczących ośrodków produkcji, handlu lub wykorzystania surowców. Niemniej jednak, nie byłoby celowe wyłączenie z analiz poszczególnych krajów należących do badanego obszaru, nawet jeżeli w ujęciu ilościowym ich wpływ na kształtowanie analizowanych zjawisk nie uzasadniałby uwzględnienia tych państw w badaniu. Dlatego też liczącą 42 kraje Europę uznaje się za jedną, choć niekoniecznie spójną, całość.

Krippner, 2005) odnosi się do zjawisk zachodzących w okresie ostatnich sześciu dekad. Powszechnie uznawaną cezurą rozpoczynającą ten okres jest załamanie się systemu z Bretton Woods w 1971 r. Za kontekst finansyzacji gospodarki uznaje się przy tym zjawisko globalizacji i związaną z nim liberalizację przepływów handlowych i kapitałowych, a także przyjęcie polityki płynnych kursów walutowych przez władze monetarne głównych gospodarek świata.

Po odejściu od systemu walutowego opartego na złocie: tymczasowym, gdy następstwie Wielkiego Kryzysu (1929–1933) kolejne państwa zawieszały wymienialność swoich walut na złoto⁸, a trwałym od czasu rozpadu systemu z Bretton Woods w latach 1971–1973⁹, nastąpiło przejście do reżimu płynnych kursów walutowych. W nowych warunkach ceny towarów rolnych na rynkach międzynarodowych uległy postępującej finansyzacji i zwiększonej wrażliwości na zmienne makroekonomiczne. Po pierwsze, wahania kursów walutowych zaczęły bezpośrednio determinować konkurencyjność eksportu oraz poziom cen w ujęciu krajowym. Po drugie, zmiany stóp procentowych¹⁰ wpływały na koszt finansowania zapasów, kredytu handlowego oraz pozycji spekulacyjnych na rynkach terminowych. Po trzecie, liberalizacja przepływów kapitałowych od lat 80. XX w. zwiększyła napływ kapitału portfelowego na rynki towarowe. W konsekwencji na ceny produktów rolnych zaczęły w większym stopniu oddziaływać globalne uwarunkowania finansowe, w tym polityka pieniężna głównych banków centralnych, dynamika kursów walutowych oraz preferencje inwestorów instytucjonalnych, a przestały zależeć wyłącznie od czynników fundamentalnych.

Reformy Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej (WPR) w 1992 r. (tzw. reformy MacSharry’ego) stanowiły punkt zwrotny w ewolucji europejskich rynków rolnych. Odejście od wysokich cen gwarantowanych na rzecz częściowego wsparcia dochodów rolników zapoczątkowało proces ograniczania bezpośredniej ingerencji

⁸ Np. Wielka Brytania w 1931 r., czy USA w 1933 r.

⁹ Decyzja prezydenta USA Richarda Nixona z 15 sierpnia 1971 r. (tzw. *Nixon Shock*) o jednostronnym zawieszeniu wymienialności dolara na złoto była elementem szerszego pakietu działań stabilizacyjnych. Pakiet ten obejmował również m.in. kontrolę cen i płac oraz wprowadzenie ceł importowych. Choć decyzja ta miała stanowić rozwiązanie tymczasowe, okazała się ona nieodwracalna. Próba odbudowy systemu w zmodyfikowanej formie (tzw. *Smithsonian Agreement* z grudnia 1971 r.) szybko się załamała, a do 1973 r. główne gospodarki przyjęły reżim płynnych kursów walutowych, co stało się *de facto* początkiem współczesnego systemu walut fiducjarnych.

¹⁰ Restrykcyjna strategia realizowana przez System Rezerwy Federalnej (Fed) pod kierownictwem Paula Volckera w latach 1979–1982, określana mianem „szoku Volckera”. Zamiast bezpośredniego sterowania stopami procentowymi Fed skoncentrował się na kontroli agregatów pieniężnych, zwłaszcza M1, dopuszczając znacznie większą zmienność krótkoterminowych stóp procentowych.

w mechanizm cenowy. Na skutek kolejnego etapu reform, od 2003 r., wprowadzono zasadę *decouplingu*, czyli oddzielenia zasad przyznawania dopłat od poziomu produkcji. Zmiany te odzwierciedlały rosnącą presję na liberalizację handlu rolnego w ramach Światowej Organizacji Handlu, a zarazem wpisywały się w szerszy proces dostosowania europejskiego rolnictwa do warunków globalnej konkurencji i ograniczeń wynikających z reguł handlu międzynarodowego.

Reformy WPR były również odpowiedzią na rosnące znaczenie rynków finansowych i ich oczekiwań wobec większej przejrzystości oraz rynkowej alokacji zasobów. Stopniowe odchodzenie od instrumentów administracyjnych, takich jak ceny interwencyjne czy ścisłe powiązanie subsydiów z produkcją, zwiększało rolę sygnałów cenowych kształtowanych na rynkach globalnych, a tym samym podatność sektora rolnego na wahania koniunkturalne i przepływy kapitału. Reformy te przyczyniały się więc do postępującej finansyzacji rynków towarowych. Symbolicznym dopełnieniem tego procesu było zniesienie w 2017 r. kontyngentów produkcyjnych na cukier. Likwidacja tzw. systemu kwotowego oznaczała odejście od długotrwałego reżimu zarządzania podażą i stabilizowania cen, otwierając rynek na większą konkurencję oraz zmienność cenową. W nowych warunkach sektor cukru został w pełniejszym stopniu zintegrowany z rynkiem globalnym, co sprzyjało większej ekspozycji na działania uczestników rynków finansowych, w tym inwestorów spekulacyjnych.

Obecnie rynki pszenicy, kukurydzy i cukru są silnie zintegrowane z globalnymi rynkami finansowymi. Według danych Banku Światowego (2023), około 30% obrotu na giełdach towarowych ma charakter spekulacyjny. Zwiększa to wrażliwość cen na zmiany w polityce monetarnej, takie jak podwyżki stóp procentowych czy zmiany w podaży pieniądza. W latach 2010–2012 cena pszenicy wzrosła o ponad 70%, mimo stabilnego wolumenu produkcji. Przyczyną były spekulacyjne przepływy kapitałowe, napędzane przez tzw. luzowanie ilościowe (QE, ang. *quantitative easing*) oraz oczekiwania inflacyjne. Podobny mechanizm zaobserwowano w 2022 r., gdy wojna w Ukrainie i sankcje nałożone na Rosję wywołały skok cen pszenicy na giełdzie chicagowskiej (CBOT) o 40% w ciągu miesiąca. W obu przypadkach spekulacje na rynkach instrumentów pochodnych odegrały kluczową rolę¹¹.

¹¹ Spekulacja nie jest jednak jedynym czynnikiem, który należy brać pod uwagę w analizie zmian cen towarów rolnych poddanych badaniom. Streeck (2014) i Tooze (2018) wskazują na technokratyczny charakter europejskiego zarządzania gospodarczego, co przekłada się na istnienie mechanizmów interwencji i dopłat, wpływających na kształtowanie się równowag rynkowych. Z kolei wzrost cen energii po 2021 r. napędził spekulacje na światowych rynkach kukurydzy powiązanej z produkcją bioetanolu w Stanach Zjednoczonych.

Od połowy pierwszej dekady XXI w. nasiliła się także stanowiąca przejaw finansyzacji sekurytyzacja ziemi rolnej, którą fundusze inwestycyjne traktują jako klasę aktywów podlegających obrotowi (Fairbairn, 2020). W świetle teorii zarządzania portfelem inwestycyjnym wykorzystujących model Arrow-Debreu (1954) towary rolne istotnie można traktować jako aktywa finansowe, charakteryzujące się określoną płynnością i właściwą sobie korelacją z innymi rodzajami aktywów (Gorton i Rouwenhorst, 2006). Także polityka stóp procentowych wpływa zatem bezpośrednio na rynki rolne, czego przykładem jest np. stosowanie *carry trade*¹² jako elementu strategii inwestycyjnych w warunkach niskich stóp procentowych w drugiej dekadzie XXI w. Tang i Xiong (2012) wykazują, że fundusze indeksowe rynku towarowego¹³ (CIF, ang. *commodity index funds*), uczestnicząc w obrocie instrumentami pochodnymi od cen pszenicy, kukurydzy i cukru, destabilizowały ceny tych towarów niezależnie od rzeczywistej podaży i popytu. Wiąże się to z głosami krytyki, szczególnie pochodzącymi ze strony części ekonomistów heterodoksyjnych i polityków, sprzeciwiającymi się podporządkowaniu rynków żywności logice spekulacyjnej (Harvey, 2003). Zgodnie z teorią Polanyi’ego (1944), ziemia rolna i żywność to „towary fikcyjne”. Ich finansyzacja może zatem podważać społeczną stabilność i suwerenność gospodarczą. Mimo to, w perspektywie długoterminowej wzrost zależy raczej od czynników fundamentalnych¹⁴, niż od bieżącej koniunktury na rynkach finansowych.

¹² Jako *carry trade* określa się strategię inwestycyjną dotyczącą finansowania inwestycji z pożyczek zaciągniętych w obcej walucie. Strategia ta polega ona zaciągnięciu zobowiązania w obszarze gospodarczym, gdzie poziom stóp procentowych jest niższy, niż oprocentowanie kredytów w obszarze gospodarczym, gdzie dokonywana jest inwestycja. Dzięki różnicy w oprocentowaniu możliwe jest zwiększenie zyskowności inwestycji, uzależnionej w mniejszym stopniu od wzrostu wartości aktywów inwestycyjnych, lub wyższej dzięki uzyskiwanym w inny sposób zyskom związanym z posiadaniem tych aktywów.

¹³ Do istotnych z perspektywy badanych rynków należą głównie indeksy cenowe tworzone dla rynku amerykańskiego, np. Bloomberg Commodity Index (BCOM), Refinitiv Equal Weight Commodity Index (d. Continuous Commodity Index), Standard & Poor's Commodity Index (SPCI) i S&P GSCI (d. Goldman Sachs Commodity Index); czy Deutsche Bank Liquid Commodity Index (DBLCI) z wariantami: DBLCI Optimum Yield Index, DBLCI Optimum Yield Balanced Index, DBLCI Mean Reversion Index; oraz indeksy cenowe dla kontraktów terminowych *futures*, np. Rogers International Commodity Index (RICI), FTSE/CoreCommodity CRB Index (FTSE/CC CRB). W zależności od metody tworzenia indeksu i stopnia złożoności, wybrane indeksy obejmują różne surowce i przypisują im różne wagi. Dla rynków europejskich istotniejszymi indeksami są indeksy rynku towarowego tworzone przez Euronext dla kontraktów terminowych na giełdzie paryskiej (Euronext, segment MATIF) oraz – dla cukru – przez ICE, odzwierciedlający dynamikę rynku londyńskiego.

¹⁴ Termin „fundamentalny” wykorzystuje się w tej pracy w znaczeniu takim jak w sformułowaniu „analiza fundamentalna”, tj. odnoszący się do podstawowych czynników ekonomicznych determinujących wartość danego aktywa, lub podejścia badawczego polegającego na ocenie instrumentu finansowego na podstawie danych finansowych, makroekonomicznych lub uwarunkowań rynkowych, a nie wyłącznie na analizie zmian jego ceny. Autor zauważa, że nie odpowiada to ani użyciu literackiemu („podstawowy”, „zasadniczy”) ani potocznemu słowa „fundamentalny” w języku polskim i stanowi zapożyczenie semantyczne z języka angielskiego. Jest to jednak spójne z użyciem terminu w polszczyźnie specjalistycznej i półspecjalistycznej od lat 90. XX w.

Do połowy drugiej dekady XXI w. światowe rynki towarowe doświadczały tzw. boomu surowcowego, związanego ze wzrostem popytu w dynamicznie rozwijających się krajach o niskim lub średnim poziomie dochodów. Zachodzące wówczas procesy przekształciły w znacznym stopniu sposób, w jaki następowało kształtowanie cen i obrót towarami rolnymi w skali świata. Kluczowym mechanizmem tej transformacji była właśnie finansyzacja towarów rolnych, na skutek której wycena podstawowych towarów rolnych w coraz większym stopniu zaczęła podlegać logice spekulacji, arbitrażu i alokacji kapitału w skali światowej.

1.2 Kontekst historyczny integracji rynków towarowych i finansowych

W kontekście oceny skutków finansyzacji, istotne jest określenie stopnia, w jakim zjawiska finansowe mogą niekorzystnie oddziaływać na rzeczywistość pozafinansową. Rynki produktów rolnych, przy stosunkowo niskich barierach technicznych produkcji i obrotu, podlegają regulacjom nie tylko w ramach polityki gospodarczej, a w szczególności polityki rolnej, ale także w związku z celami realizowanymi m.in. w ramach polityk społecznej i środowiskowej. Surowce kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego mają przy tym charakter strategiczny, podczas gdy produkcja biopaliw pierwszej generacji¹⁵ historycznie nie stanowiła, szczególnie w Europie, priorytetowego celu polityki gospodarczej, energetycznej ani środowiskowej.

Specyfika integracji rynków towarów rolnych z rynkami finansowymi w Europie wynika z odmiennych uwarunkowań agrarnych, gospodarczych i technologicznych, niż np. w Ameryce Północnej, Chinach, czy w krajach globalnego Południa. Sprawia to, że czynniki stanowiące o wrażliwości europejskich rynków towarowych także mogą różnić się od tych, określonych w literaturze przedmiotu na

¹⁵ Najpowszechniej stosowanymi na świecie biopaliwami są bioetanol i biodiesel. W odróżnieniu od badanych rynków towarowych, rynki surowców służących do wytwarzania biodiesla pierwszej generacji, pochodzących z upraw stref klimatu umiarkowanego i podzwrotnikowego, tj. soi i rzepaku, charakteryzuje funkcjonalna heterogeniczność. Wynika ona z wielości produktów, którymi obrót jest powszechnie prowadzony na rynkach towarowych.

Surowce te generują odrębne strumienie handlowe dla frakcji ziarnowych, oleju i śruty. Poszczególne produkty funkcjonują na częściowo niezależnych rynkach, o zróżnicowanych determinantach popytu, strukturach cenowych i profilach ryzyka. Każda z tych frakcji podlega odmiennym mechanizmom regulacyjnym i zastosowaniom, co sprzyja rozszczępieniu procesów cenotwórczych i ogranicza jednorodność sygnałów rynkowych. W związku z zamierzeniem porównania w badaniach rynków surowców pochodzących z różnych upraw, zdecydowano się zatem ograniczyć badania do surowców służących do produkcji bioetanolu, a wyłączyć źródła biodiesla.

podstawie danych pochodzących z innych części świata. Integracja z rynkami finansowymi objęła rynki towarów rolnych stosunkowo późno i w dość niewielkim stopniu w porównaniu do innych rynków surowcowych, lecz niska kapitalizacja czyni je asymetrycznie podatnymi na wpływ zjawisk zachodzących w innych częściach globalnego systemu finansowego. Integracja rynków towarów rolnych ze światowymi rynkami finansowymi stanowi jeden z przejawów dynamicznej ekspansji tych ostatnich. Przemiany kulturowe i polityczne, które od lat 80. XX w. sprzyjały temu procesowi, przekładały się m.in. na liberalizację handlu międzynarodowego i przepływów kapitałowych oraz deregulację rynków finansowych. Dodatkowo, istotnym czynnikiem ekspansji rynków finansowych okazały się innowacje techniczne, w tym związane z wdrożeniem i popularyzacją obrotu za pośrednictwem platform cyfrowych.

Kluczowy element funkcjonowania rynków towarowych stanowią procesy kształtowania się cen. Przebieg tych procesów zależy od efektywności zbierania i wykorzystywania przez uczestników rynku informacji o podaży i popycie na poszczególne towary w celu odkrywania wartości właściwych poziomom równowagi rynkowej. W przypadku surowców rolnych, znaczenie działania mechanizmów zabezpieczenia się przed ryzykiem w odpowiedzi na posiadane informacje jest szczególnie wysokie ze względu na heterogeniczny charakter niepewności kształtujących nastroje rynkowe – od warunków pogodowych, poprzez ryzyko geopolityczne do wahań globalnego popytu.

Rynki kontraktów terminowych, w tym przede wszystkim *futures*¹⁶, dzięki standaryzacji kontraktów, wysokiej płynności i niskim kosztom transakcyjnym umożliwiają zarówno aktywne zabezpieczanie się przed ryzykiem (ang. *hedging*), jak i spekulację opartą na nowej informacji. Rynki *futures* odgrywają zarazem wiodącą rolę w procesie agregacji i transmisji informacji rynkowej (zob. Tomek, 1997; Chow i in., 2000; Cortazar i in., 2019). Empiryczne analizy relacji typu *lead-lag*¹⁷ (Garbade i Silber, 1983; Jia i in., 2016; Tiwari i in., 2018) potwierdzają, że innowacje cenowe

¹⁶ Kontrakty typu *futures* są finansowymi instrumentami pochodnymi, w których dwie strony zobowiązują się do kupna lub sprzedaży określonego aktywa bazowego w ustalonym, przyszłym terminie i po cenie określonej w momencie zawarcia kontraktu. Standaryzacja warunków kontraktu i rozliczanie za pośrednictwem giełdy, która pełni funkcję izby rozliczeniowej, ograniczają ryzyko niewypłacalności kontrahenta. Wartość kontraktu zależy zaś od ceny aktywa bazowego.

¹⁷ Relacja *lead-lag* to zależność czasowa między dwoma seriami cenowymi lub rynkami, w której innowacje cenowe na jednym rynku lub dotyczące wyceny instrumentu finansowego poprzedzają (*lead*), a ruchy cenowe na drugim rynku podążają (*lag*). Zmiany wartości na jednym rynku pojawiają się więc wcześniej i częściowo tłumaczą późniejsze zmiany na drugim rynku.

pojawiające się na rynku *futures* poprzedzają dostosowania cen w transakcjach bieżących.

Wolumeny obrotów i ilości otwartych pozycji handlowych odzwierciedlają zarówno oczekiwania fundamentalne, jak i aktywność inwestorów finansowych, zwłaszcza funduszy indeksowych i funduszy inwestycyjnych, obrót udziałami w których odbywa się na giełdach (ETF, ang. *Exchange-Traded Funds*). Badania Venegas i in. (2024) wskazują na wzrost integracji między cenami *futures* na produkty rolne a innymi aktywami finansowymi. W ujęciu modelowym stymuluje to zmienność cen i podwyższa poziom ryzyka systemowego rynków towarowych. W praktyce, zbieżność cen kontraktów terminowych i transakcji bieżących w momencie wygaśnięcia kontraktu potwierdza ich wiarygodność jako cenowych punktów odniesienia (ang. *benchmarks*). Tym niemniej, kontrakty typu *futures* stały się centralnym mechanizmem transmisji informacji rynkowej i zarządzania ryzykiem cenowym, szczególnie w okresach podwyższonej niepewności. Badania, które weszły do kanonu literatury przedmiotu, potwierdzają te wyniki. Yang i in. (2001), ale także m.in. Peri i in. (2013) wskazują, że dynamika rynków kontraktów terminowych pozwala wyjaśnić proces odkrywania cen towarów nadających się do przechowywania w ok. 60–80%. Arzandeh i Frank (2019) wykazali, że w przypadku towarów rolnych, znaczna głębokość kolejnych poziomów księgi zleceń¹⁸ istotnie wzmacnia proces odkrywania cen.

Rynek terminowy uwzględnia zatem informacje dotyczące zdarzeń kształtujących warunki działania rynku efektywniej, niż ceny transakcji bieżących. Reakcje cen w obrocie bieżącym bywają opóźnione i ograniczone, m.in. przez czynniki związane z lokalnymi uwarunkowaniami negocjacji i logistyką (Maître i in., 2022). Ceny kontraktów terminowych odzwierciedlają więc, w sposób efektywny, zarówno oczekiwania uczestników, jak i rzeczywiste uwarunkowania działań rynku. Wpływ

¹⁸ Księga zleceń, tj. LOB (ang. *limit order book*) jest rejestrem elektronicznym, w którym gromadzone są wszystkie niezrealizowane zlecenia kupna (ang. *bid*) i sprzedaży (ang. *ask*) dla danego instrumentu finansowego. Każde zlecenie określa cenę i odpowiadające jej zainteresowanie danym instrumentem (np. liczbę zawartych kontraktów w przypadku *futures*). LOB funkcjonuje jako dynamiczny zapis podaży i popytu w czasie rzeczywistym, umożliwiając uczestnikom rynku śledzenie głębokości rynku oraz przewidywanie potencjalnego ruchu cen. Analiza wykraczająca poza najlepsze oferty kupna i sprzedaży dotyczy struktury niezrealizowanych zleceń, a nie tylko wąskiego pasma cenowego między najwyższą ofertą kupna a najniższą ofertą sprzedaży. Dzięki temu możliwe jest pełniejsze modelowanie płynności, reaktywności rynku i procesu odkrywania cen.

*hedgingu*¹⁹ na stabilność cen na rynkach terminowych oraz ich wartość predykcyjną jest mieszaną. Zamykanie pozycji niezależnie od bieżących sygnałów rynkowych, choć konieczne z perspektywy zarządzania ryzykiem przez uczestników rynku, może przekładać się na generowanie sygnałów niezgodnych z dostępnymi informacjami dotyczącymi stanu rynku. Zaobserwowano w związku z tym – w niektórych przypadkach – wzrost zmienności rynków (Chang i in., 2000; Cifarelli i Paladino, 2015); zaś w innych odnotowano efekt stabilizujący *hedgingu* (Watugała, 2019; Liu i in., 2024). Można zatem mówić o podwójnym charakterze kontraktów *futures*, zarówno jako narzędzi odkrywania cen, jak i redystrybucji ryzyka.

Do przejawów finansyzacji zalicza się długookresową konwergencję procesów cenowych na rynkach towarowych i finansowych. Zjawisko to oznacza stopniowe włączanie rynków towarowych w logikę funkcjonowania rynków aktywów finansowych. Integracja rynków jest w tym ujęciu definiowana nie jako prosta korelacja cen, lecz jako istnienie wspólnych trendów stochastycznych lub stabilnych relacji długookresowych. W sensie ekonometrycznym odpowiada to pojęciu kointegracji, rozwinętemu przez Engle’a i Grangera (1987) oraz Johansena (1991). Kointegracja implikuje, że mimo krótkookresowych odchyłeń ceny różnych aktywów poruszają się wokół wspólnej ścieżki równowagi, determinowanej przez fundamentalne czynniki makroekonomiczne lub finansowe.

W nurcie teorii analizujących rynki przez pryzmat wyceny aktywów (ang. *asset pricing*), instrumenty pochodne na rynkach towarowych uznaje się przede wszystkim za aktywa finansowe, a nie odpowiadające dobrom użytkowym lub surowcom produkcyjnym. Oznacza to, że ceny kontraktów towarowych odzwierciedlają oczekiwane stopy zwrotu oraz premie za ryzyko. Ryzyko to ma charakter systematyczny, czyli niepodlegający dywersyfikacji. Jest ono powiązane z czynnikami finansowymi, które wpływają jednocześnie na szerokie spektrum aktywów. W tym ujęciu integracja rynków polega na wspólnej ekspozycji na te same czynniki ryzyka, a nie na mechanicznej zbieżności poziomów cen.

¹⁹ Ze względu na uzus językowy przyjęto posługiwanie się w dysertacji terminem *hedging* pomimo jego braku w dostępnych autorowi słownikach języka polskiego. *Hedging* oznacza strategię finansową, mającą na celu ograniczenie lub neutralizowanie ryzyka związanego ze zmianami cen aktywów, stóp procentowych, kursów walutowych, albo towarów. Strategia ta polega na otwarciu pozycji w instrumentach finansowych, kompensujących potencjalne straty w transakcjach na rynku kasowym. *Hedging* nie jest nastawiony na zysk spekulacyjny, lecz na zabezpieczenie przed ryzykiem; strata w jednej pozycji jest kompensowana zyskiem w pozycji zabezpieczającej.

Badania empiryczne prowadzone po globalnym kryzysie finansowym lat 2007–2009 wskazują na wzrost wrażliwości stóp zwrotu z towarów na globalne czynniki ryzyka. Do czynników tych zalicza się m.in. zmienność na rynkach akcji, mierzoną wskaźnikami typu VIX (ang. *Volatility Index*), oraz warunki płynnościowe na rynkach finansowych. Basak i Pavlova (2016) pokazują, że instytucjonalni inwestorzy finansowi wzmacniają transmisję szoków między rynkami poprzez wspólne strategie portfelowe. Integracja jest w tym kontekście rozumiana jako wspólna zależność od stochastycznego czynnika dyskontującego, który agreguje preferencje inwestorów wobec ryzyka i czasu. Wspólny czynnik dyskontujący implikuje, że wycena różnych aktywów reaguje na te same szoki egzogeniczne. Istotnym ograniczeniem takiego podejścia pozostaje niestabilność estymowanych premii za ryzyko. Premie te wykazują silną zmienność w czasie oraz zależność od reżimu rynkowego. Tym samym relacje obserwowane w okresach stabilnych mogą ulegać załamaniu w warunkach kryzysowych, co podważa założenie dotyczące stałych parametrów modeli wyceny aktywów.

Alternatywne podejście skupia uwagę na integracji rynków poprzez kanał ryzyka, a nie poprzez poziomy cen. W tym ujęciu finansyzacja przejawia się w nasileniu transmisji zmienności pomiędzy rynkami towarowymi i finansowymi, przyjmującej formę przenoszenia się szoków zmienności z jednego rynku na drugi (ang. *spillover*). Szczególnie istotne są epizody gwałtownego wzrostu korelacji w okresach stresu finansowego. Zjawisko to oznacza spadek korzyści z dywersyfikacji w momentach, gdy są one najbardziej potrzebne. Podstawowym ograniczeniem tego podejścia jest trudność rozróżnienia zarażania (ang. *contagion*) od współzależności wynikającej z globalnych szoków. Zarażanie implikuje nadzwyczajny wzrost zależności ponad poziom uzasadniony fundamentalnymi powiązaniami. Globalne szoki działają natomiast jednocześnie na wszystkie rynki. Empiryczna identyfikacja tych mechanizmów pozostaje w literaturze problemem otwartym.

Podejście strukturalne interpretuje finansyzację jako rezultat zmian w strukturze uczestników rynku oraz w dominujących strategiach inwestycyjnych. Kluczowe znaczenie przypisuje się wzrostowi roli funduszy indeksowych oraz inwestorów pasywnych. Podmioty te alokują kapitał na podstawie reguł portfelowych, a nie sygnałów fundamentalnych. Przepływy kapitału są kształtowane przez zmiany wskaźników odniesienia (ang. *benchmarks*), napływy środków do funduszy oraz strategie dostosowywania struktury (ang. *rebalancing*) portfela inwestycyjnego.

W konsekwencji powstaje presja cenowa, niezależna od bieżących warunków podaży i popytu na rynku fizycznym (Cheng, Kirilenko i Xiong, 2015). Integracja rynków ma w tym ujęciu charakter instytucjonalny. Wynika ona ze wspólnych ram działania inwestorów finansowych, a nie z efektywnego przetwarzania informacji o fundamentalnych aspektach działania rynku. Ceny towarów zaczynają odzwierciedlać decyzje alokacyjne dużych podmiotów finansowych. Mechanizm ten osłabia informacyjną funkcję cen, jednocześnie wzmacniając krótkookresową współzależność rynków. Istotnym ograniczeniem empirycznym jest niepełna obserwowalność pozycji inwestorów. Dane transakcyjne są agregowane i obciążone opóźnieniem. Dodatkowym problemem wynika z różnic regulacyjnych w raportowaniu pozycji między giełdami zlokalizowanymi w różnych jurysdykcjach.

Nowsze publikacje dotyczące teorii rynków finansowych podkreślają rolę wspólnych „narracji inwestycyjnych” jako czynnika integrującego rynki. Narracje obejmują popularne aktualnie hasła (ang. *buzzwords*) oraz koncepcje rozpowszechniające się wśród inwestorów i elementy tworzonego na ich podstawie dyskursu medialnego. Narracje stanowią zatem uproszczone opowieści, pomagające interpretować rzeczywistość gospodarczą i nadawać sens decyzjom inwestorów. Tego typu ramy poznawcze synchronizują oczekiwania oraz strategie inwestorów (Shiller, 2017). Integracja ma w tym przypadku charakter poznawczy i komunikacyjny. Nie wynika ona bezpośrednio z relacji ekonomicznych, lecz z rozpowszechniania wspólnych interpretacji zjawisk rynkowych poprzez media, raporty analityczne i dyskurs publiczny. Metodycznym wyzwaniem pozostaje operacjonalizacja narracji. Narracje są zmienne, trudne do bezpośredniego pomiaru i mają charakter jakościowy. Ich określenie wymaga metod z pogranicza ekonomii i hermeneutyki. Dodatkowym problemem jest ich endogeniczność względem cen. Zmiany narracji mogą zarówno wpływać na ceny, jak i być przez nie kształtowane, co utrudnia to wnioskowanie przyczynowo-skutkowe.

Współczesny konsensus badawczy zakłada, że integracja rynków towarowych i finansowych ma charakter warunkowy i reżimowy. Oznacza to, że siła i mechanizmy integracji zależą od stanu otoczenia makroekonomicznego i finansowego. Modele przełącznikowe oraz modele z parametrami zmiennymi w czasie wskazują, że integracja istotnie wzrasta w reżimach wysokiej zmienności oraz ekspansywnej polityki monetarnej (Bekaert i Harvey, 1995). W takich warunkach rośnie znaczenie wspólnych czynników oddziałujących na globalne rynki. Finansyzacja działa wówczas jako

mechanizm wzmacniający transmisję szoków pomiędzy poszczególnymi rynkami lokalnymi lub konkretnych klas aktywów. Ograniczeniem tego podejścia jest wysoka złożoność modeli. Estymacja wymaga dużych prób oraz silnych założeń strukturalnych. Użyteczność prognostyczna jest często ograniczona, mimo dobrej zdolności opisu zjawisk *ex post*. Modele te są wrażliwe na specyfikację reżimów oraz dobór zmiennych stanu.

Integracja rynków towarowych i finansowych nie może być analizowana w ramach jednej, uniwersalnej definicji. Poszczególne podejścia identyfikują odmienne perspektywy integracji; każde z nich akcentuje zatem inny mechanizm transmisji współzależności. Finansyzacja nie implikuje trwałej kointegracji cen; prowadząc jednak do postępującej synchronizacji reakcji rynków towarowych w różnych częściach świata na konkretne zjawiska. Z perspektywy modelowania rynków implikuje to konieczność łączenia różnorodnych metod empirycznych oraz ostrożności w interpretowaniu wyników, zwłaszcza w analizach o charakterze predykcyjnym. Badania empiryczne, z wykorzystaniem metod ilościowych tak różnorodnych jak testy kointegracji (Johansen, 1988), modele wektorowej korekty błędem (VECM, ang. *Vector Error-Correction Models*), testy przyczynowości w sensie Grangera (Gonzalo i Granger, 1995) oraz miary udziału informacyjnego (Hasbrouck, 1995), potwierdzają efektywność informacyjną rynków *futures*. Już badanie Garbade'a i Silber (1983), obejmujące rynki towarowe (m.in. zbóż i żywca), wykazało, że ceny kontraktów terminowych w większości przypadków wyprzedzają ceny kasowe, a charakter współzależności można uznać za deterministyczny.

Także współcześnie rola spekulacji stanowił przedmiot szczegółowych analiz empirycznych. Bohl i in. (2020), wykorzystując dane dla rynków kukurydzy, soi, bydła rzeźnego i bydła opasowego, wykazali²⁰ że aktywność spekulacyjna redukuje poziom szumu i zwiększa wartość informacyjną danych dla rynku kontraktów terminowych. Działalność *hedgingowa* generuje zaś sygnały, które zakłócają działanie mechanizmów cenotwórczych poprzez otwieranie pozycji przez uczestników rynku niezależnie od napływu nowych informacji. Również miary nadmiernej spekulacji, takie jak indeks *T* (Working, 1960), wskazują na pozytywny wpływ spekulacji na efektywność procesu odkrywania cen, podważając tezę o jej jednoznacznie destabilizującym charakterze. Dowody dotyczące wpływu na stabilność cen pozostają jednak niejednoznaczne. Goetz,

²⁰ Zastosowana metodyka wpisywała się w kierunek wyznaczony wcześniej przez Yana i Zivota (2010), z uwzględnieniem uwag Putnińśa (2013; zob. Patel i in., 2020).

Miljkovic i Barabanov (2021) opisują destabilizujący wpływ rynku *futures* na zmienność bieżących cen kukurydzy, przy jednoczesnym efekcie stabilizującym w odniesieniu do innych towarów²¹. W praktyce, ceny kontraktów terminowych pełnią funkcję punktów odniesienia dla transakcji na rynkach bieżących, a informacje dotyczące aspektów fundamentalnych działania rynku, są dyskontowane na obu rynkach (Adämmer i Bohl, 2015).

Postępująca automatyzacja obrotu, obejmująca standaryzację protokołów komunikacyjnych²² i rozwój platform umożliwiających zdalne zawieranie transakcji między podmiotami niepowiązanymi, a także wdrażanie narzędzi opartych na uczeniu maszynowym, zmieniła mechanizmy kształtowania się cen, strukturę płynności oraz relacje pomiędzy uczestnikami rynków finansowych. Wykorzystanie zaawansowanych technik teleinformatycznych przez niektórych uczestników wpływa negatywnie na efektywność informacyjną rynku (Yadav, 2015; Weller, 2018; Yadava, 2024), generując nowe źródła ryzyka systemowego i asymetrii dostępu do rynku (Pernagallo, 2024)²³.

²¹ Różnice te można wyjaśnić różną siłą wpływu czynnika transferu ryzyka w procesie odkrywania cen na rynkach *futures* poszczególnych towarów.

²² Standardem jest wykorzystanie protokołu komunikacyjnego FIX (*Financial Information eXchange*). Jest to otwarty, standaryzowany sposób wymiany informacji finansowych pomiędzy uczestnikami rynków kapitałowych, w szczególności w zakresie przekazywania zleceń, potwierdzeń transakcji oraz danych rynkowych w czasie rzeczywistym. Protokół FIX redukuje asymetrie informacyjne poprzez ujednolicenie formatu komunikacji oraz przyspieszenie procesu odkrywania cen. Jego powszechne stosowanie od lat 90. XX w. stanowiło kluczowy czynnik umożliwiający rozwój handlu elektronicznego i algorytmicznego, a także integrację geograficznie rozproszonych rynków finansowych.

²³ Rozwój elektronicznych platform obrotu, jako element harmonizacji rynku wewnętrznego UE, pozostawał w ścisłym związku z procesem integracji prawnej i instytucjonalnej. Kluczowe znaczenie miały w tym zakresie dyrektywa MiFID I (2004/39/WE), a następnie dyrektywa MiFID II oraz rozporządzenie MiFIR (2014/65/UE; 600/2014). Akty te ustanowiły kompleksowy reżim regulacyjny dla organizacji obrotu instrumentami finansowymi, obejmujący rynki regulowane, wielostronne platformy obrotu (MTF, ang. *Multilateral Trading Facilities*) oraz zorganizowane platformy obrotu (OTF, ang. *Organised Trading Facilities*). Uzupełnieniem ram normatywnych były inicjatywy o charakterze infrastrukturalnym i instytucjonalnym, np. zainicjowany w 2006 r. projekt TARGET2-Securities, w celu utworzenia jednolitej platformy rozrachunkowej.

Działania te, a także procesy konsolidacyjne obejmujące kluczowe podmioty prowadzące rynki regulowane (m.in. Euronext, Deutsche Börse, London Stock Exchange Group) miały na celu przezwyciężenie historycznej segmentacji rynków krajowych poprzez integrację techniczną i operacyjną, bez naruszania zasady decentralizacji nadzoru krajowego. W efekcie ukształtował się europejski model regulacyjny, który charakteryzują silna rola organów publicznych, wysoki stopień formalizacji oraz ostrożne podejście do innowacji technologicznych w obrocie finansowym. Model ten pozostaje w wyraźnym kontraście do podejścia amerykańskiego, w którym, szczególnie w latach 90. XX w. i pierwszej dekadzie XXI w., rozwojowi elektronicznych systemów obrotu sprzyjała deregulacja rynków finansowych oraz dążenie do stworzenia warunków dla poprawy ich efektywności.

1.3 Integracja rynków towarowych i finansowych

Integracja rynków produktów rolnych z rynkami finansowymi należy do tych przejawów finansyzacji, w które w sposób bezpośredni zaangażowanych jest stosunkowo ograniczona liczba podmiotów. Liczbę uczestników transakcji na rynkach objętych badaniem, z podziałem na podmioty zajmujące się obrotem towarowym (ang. *Commercial Traders*, tzn. kupcy i dostawcy) i podmioty niezajmujące się obrotem towarowym (NCT, ang. *Non-Commercial Traders*) przedstawia Rysunek 1. Dla poszczególnych produktów zazwyczaj aktywnie działalność prowadzi od kilkudziesięciu do niespełna 2000 podmiotów, przy czym większość transakcji jest zawierana przez kupców zaangażowanych w fizyczny obrót towarami. W połączeniu ze stosunkowo niską – w porównaniu z innymi rynkami finansowymi – kapitalizacją rynków towarowych, świadczy to o wrażliwości badanych rynków towarowych na ataki spekulacyjne²⁴.

W dalszej kolejności, modele biznesowe i strategie rynkowe producentów i przetwórców rolnych wpływają zarówno na gospodarowanie środkami produkcji, jak i na decyzje o zbywaniu produktów rolnych. Zatem możliwe jest określenie integracji rynków towarowych w ramach systemu rynków finansowych jako determinanty pośrednich zmian w wykorzystaniu gruntów i bezpieczeństwa żywnościowego. Zasadność powiązania finansyzacji z powszechnie uznanymi w dyskursie publicznym efektami zewnętrznymi wykorzystania produktów rolnych w charakterze surowca energetycznego sugeruje, że oprócz działań stymulujących produkcję lub konsumpcję biopaliw pierwszej generacji, nadzór nad funkcjonowaniem rynków towarowych może stanowić narzędzie polityk rolnej, żywnościowej i środowiskowej.

W latach 2010–2025, badane rynki charakteryzowało wystąpienie szoków, które dały dowód globalnej sieci powiązań logistycznych. Ceny towarów rolnych były w tym czasie nie tylko poddane przepływowi kapitału spekulacyjnego, lecz także reagowały na czynniki fundamentalne. Wśród kryzysów, które wystąpiły w badanym okresie należy wymienić szczególnie te związane z epidemią COVID-19 w latach 2020–2021 oraz

²⁴ W istocie jednak, struktura badanych rynków sprawia, że dominującą rolę istotnie pełnią podmioty zajmujące się komercyjnym obrotem towarami. Dodatkowo, w ujęciu historycznym, rynki te nie doświadczały wyraźnych ataków spekulacyjnych. Co więcej, można sceptycznie szacować przełożenie się ewentualnego ataku spekulacyjnego z rynku *futures* na dany towar, na rzeczywiste warunki obrotu tym towarem w formie fizycznej. Przesłanki, które na to wskazują to znaczna fragmentacja pozagiełdowych rynków zbóż i cukru, gdzie mechanizmy cenotwórcze są często autonomiczne, oraz ograniczone zazwyczaj trwanie ataków spekulacyjnych na rynkach instrumentów pochodnych przy jednoczesnej inercji cen na rynkach fizycznych.

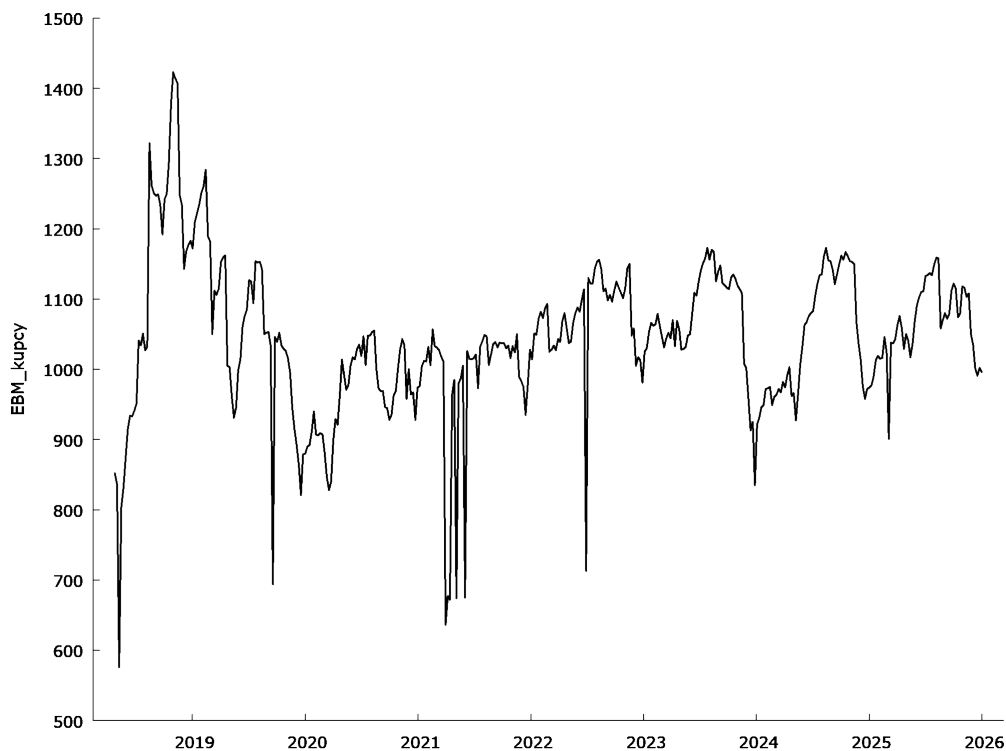
z wojną w Ukrainie od 2022 r. Modele autoregresyjne cen *futures* (Furuoka i in., 2023; Iqbal i in., 2023; Goyal i in., 2024) są obecnie najczęściej wykorzystywaną metodą w celu określania siły i tempa transmisji informacji o szokach fundamentalnych. Transmisja ta ma implikacje dla polityk przeciwdziałania skokom cen żywności, które są kluczowe w warunkach wzrostu cen surowców energetycznych i produktów rolno-spożywczych.

Produkcja biopaliw stanowi szczególny przypadek wykorzystania surowców rolnych, w którym integracja rynków rolnych i finansowych generuje wyraźne konsekwencje długookresowe. Biopaliwa łączą sektor rolny z rynkiem energii, wprowadzając dodatkowy kanał transmisji cen i ryzyka. Surowce rolne przestają być wyceniane wyłącznie przez relacje podaży i popytu na rynku żywnościowym. Zaczynają reagować także na czynniki charakterystyczne dla rynków paliw kopalnych oraz aktywów finansowych. Przeznaczenie produktów żywnościowych na cele energetyczne zwiększa strukturalny popyt na wybrane uprawy. Popyt ten jest wrażliwy zarówno na zmiany technologiczne w sektorze biopaliw, jak i na uwarunkowania makroekonomiczne. W efekcie ceny surowców rolnych mogą wykazywać większą współzależność z cenami energii. Tego rodzaju integracja ma charakter realny, ponieważ wynika z fizycznego powiązania rynków, ale także finansowy, ponieważ ceny energii są przedmiotem intensywnego obrotu na rynkach terminowych.

Z teoretycznego punktu widzenia, produkcja biopaliw powinna przyczyniać się do wzmacniania mechanizmów transmisji cen między rynkami towarowymi. Szoki cenowe na rynku paliw kopalnych mogą przenosić się na rynki rolne poprzez kanał opłacalności produkcji biopaliw. Wzrost cen energii zwiększa konkurencyjność biopaliw, co podnosi popyt na surowce rolne. Spadek cen energii działa w kierunku przeciwnym. Proces ten zwiększa zmienność cen produktów rolnych i ich podatność na globalne cykle gospodarcze. W kontekście biopaliw oznacza to, że ceny surowców rolnych mogą reagować nie tylko na fundamenty sektora rolnego i energetycznego, lecz także na globalne przepływy kapitału. Zmiany awersji do ryzyka, warunki płynnościowe oraz strategie portfelowe inwestorów wpływają na wyceny kontraktów terminowych. Zjawisko to zwiększa krótkookresową zmienność cen i utrudnia producentom rolnym planowanie produkcji.

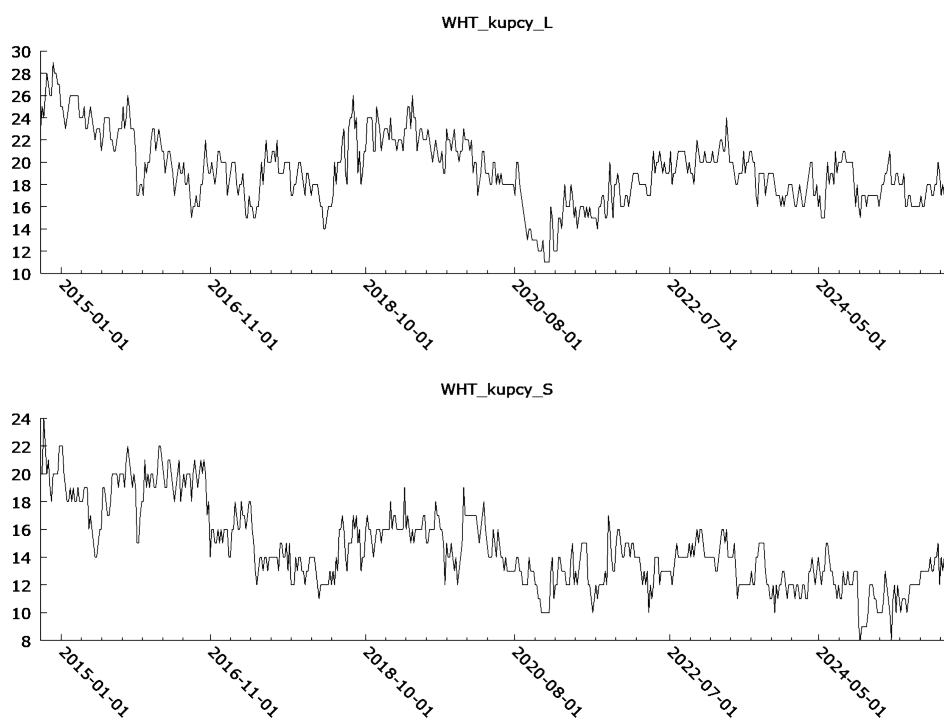
Rysunek 1: Liczba kupców towarowych i dostawców posiadających pozycje na badanych rynkach w okresie obserwacji.

a) Pszenica konsumpcyjna, Euronext (pozycje długie i krótkie raportowane łącznie).



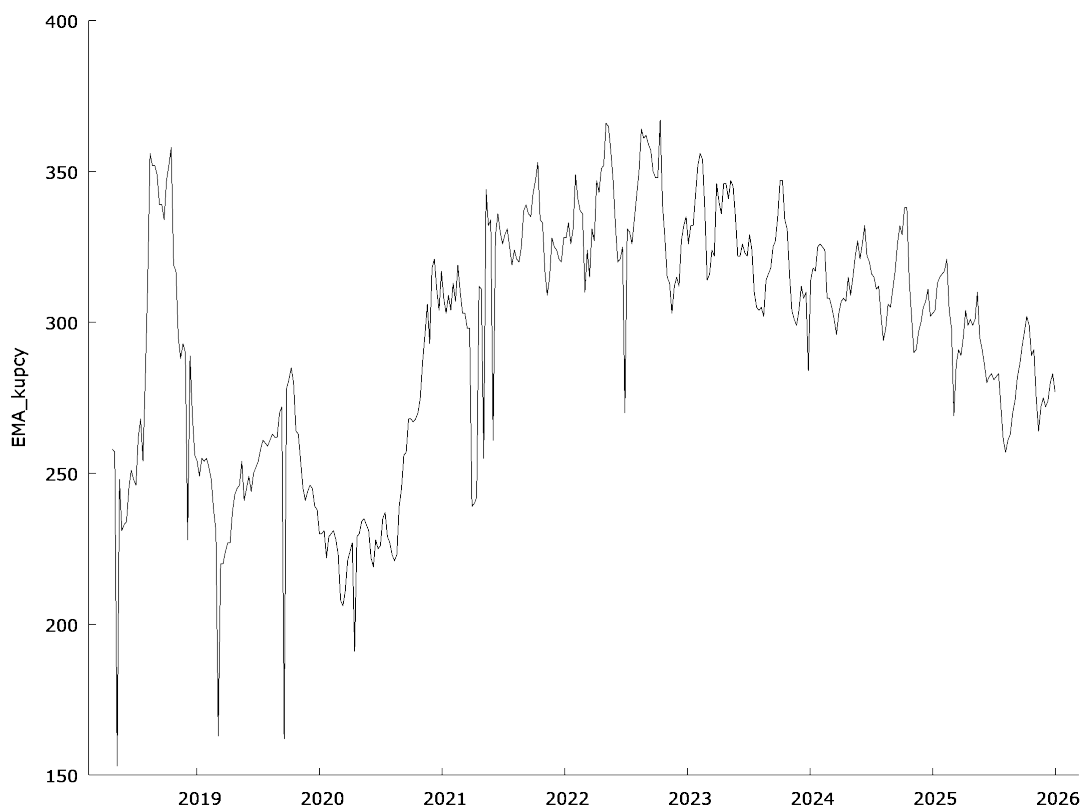
Źródło: Euronext.

b) Pszenica, ICE (pozycje długie: *WHT_kupcy_L* i krótkie: *WHT_kupcy_S*).



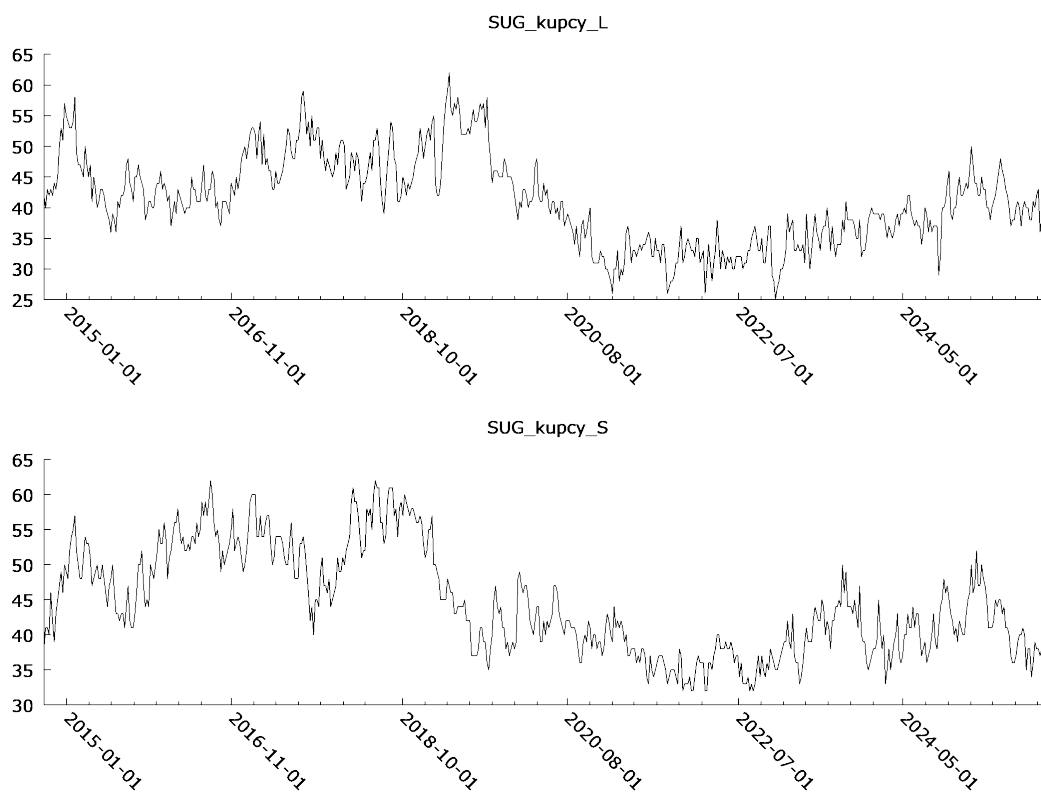
Źródło: ICE.

c) Kukurydza, MATIF (pozycje długie i krótkie raportowane łącznie).



Źródło: Euronext.

d) Cukier, ICE (pozycje długie: *SUG_kupcy_L* i krótkie: *SUG_kupcy_S*).



Źródło: ICE.

1.4 Makroekonomiczne uwarunkowania produkcji bioetanolu pierwszej generacji

Zgodnie z powszechnie przyjętą nomenklaturą, obecnie wyróżnia się cztery²⁵ generacje biopaliw (Dutta i in., 2014; Alalwan i in., 2019; Singh i in., 2023). Kryterium zastosowanym w celu takiej klasyfikacji, dotyczącej zarówno bioetanolu, jak i innych biopaliw, jest rodzaj surowca wykorzystywanego do ich produkcji. Bioetanol pierwszej generacji wytwarza się z jadalnych produktów rolnych, tj. produktów rolnych, które mogą stanowić źródło żywności dla ludzi²⁶. Stanowi on najpowszechniej stosowany na świecie rodzaj biopaliwa (Bertrand i Dussap, 2022; Malik i in., 2024). W kontekście rynków towarowych, zastosowanie surowców służących do produkcji bioetanolu pierwszej generacji w przemyśle spożywczym jest przy tym istotniejsze, niż w paliwowym. Prawdopodobnie ta dotyczy zarówno wartości, jak i wolumenu przetwarzanego surowca; tak na rynkach europejskich, jak i światowych.

O możliwości przeznaczania znacznego wolumenu plonów na produkcję biopaliw decyduje szereg czynników. W analizie danych statystycznych należy wziąć pod uwagę m.in. ogólną skalę produkcji rolnej i areał ziemi uprawnej. Z tego powodu ze Stanami Zjednoczonymi Ameryki (USA), Brazylią, czy Chinami nie porównuje się poszczególnych państw europejskich, ale Unię Europejską i wybrane państwa sąsiadujące traktowane łącznie jako całość²⁷. Do wiodących producentów bioetanolu należą USA²⁸, gdzie na produkcję bioetanolu przeznacza się ok. 2/5 plonów kukurydzy,

²⁵ Choć w literaturze przedmiotu pojawiają się sporadycznie odniesienia do „piątej generacji” (Norouzi i in., 2022; Mushtaq i in., 2023), pojęcie to nie posiada obecnie powszechnie przyjętego desygnatu. Co więcej, doraźnie tworzoną definicjom biopaliw „piątej generacji” często brakuje ścisłości lub jednoznaczności. Ewentualnej „piątej generacji” nie należy zatem obecnie traktować jako terminu naukowego; określenie to stanowi raczej sposób zwrócenia uwagi na perspektywę dalszego rozwoju przyjętej klasyfikacji naukowej.

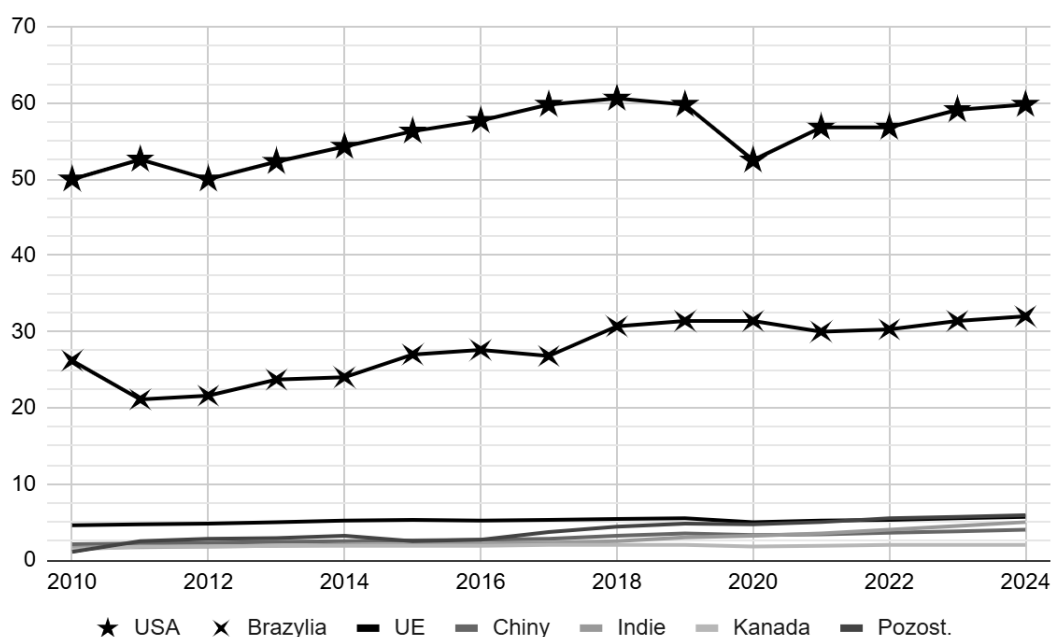
²⁶ Oprócz produktów rolnych, w charakterze surowca do wytwarzania bioetanolu można wykorzystać także inne źródła biomasy bogatej we względnie łatwe do przetworzenia węglowodory, w tym przede wszystkim sacharydy. Dla bioetanolu drugiej generacji, surowcem jest materia roślinna zawierająca lignocelulozę, zaś dla trzeciej generacji – algi oraz sinice (de Farias Silva i Bertucco, 2016).

²⁷ Kwestie różnic ustrojowych, występujących między państwami europejskimi, nie stanowią kluczowej determinanty warunków funkcjonowania obrotu towarowego ani przepływów kapitałowych pomiędzy poszczególnymi państwami UE lub innymi jednostkami politycznymi Europy południowej, środkowej i zachodniej. Czynniki polityczne są przy tym uwzględniane w badaniach jedynie w zakresie koniecznym do analizy funkcjonowania rynków finansowych lub towarowych.

²⁸ USA dysponują korzystnymi warunkami naturalnymi dla uprawy kukurydzy, głównie w regionie Środkowego Zachodu; główny obszar upraw kukurydzy w celu produkcji bioetanolu stanowią stany Iowa i Illinois. Areal przeznaczony na produkcję kukurydzy ogółem zawierał się, w badanym okresie, w przedziale 90–95 mln akrów (tj. 36–38 mln ha). Etanol stanowił 1–2% wolumenu paliw wykorzystywanych w transporcie, przy potencjale produkcji szacowanym (USDA) na ok. 16 mld galonów (tj. 60,6 mld litrów) bioetanolu rocznie.

oraz Brazylia²⁹, gdzie ponad połowa upraw trzciny cukrowej służy pozyskiwaniu surowca do wytwarzania tego paliwa. Oba państwa, łącznie odpowiadające za pomiędzy 80% a 90% światowej produkcji bioetanolu w badanym okresie, co ukazuje Rysunek 2, cechuje ponadto potencjał produkcji znacznie przewyższający popyt krajowy na produkty rolne oraz prowadzona długookresowo polityka stymulowania produkcji i konsumpcji bioetanolu.

Rysunek 2: Produkcja bioetanolu, 2010–2024 [mld l].



Źródło: Opracowanie własne na podst. danych USDA.

²⁹ Model brazylijski stanowi najdłużej funkcjonujący przykład systemowego wykorzystania bioetanolu. Jego fundamentem był program Proálcool (port. *Programa Nacional do Alcool*) uruchomiony w 1975 r. w odpowiedzi na kryzys naftowy. Program ten wpisujący się w doktrynę suwerenności energetycznej oraz rozwoju krajowego przemysłu rolno-energetycznego.

Brazylijski bioetanol produkowany z trzciny cukrowej osiąga jedno z najniższych kosztów jednostkowych na świecie. Kluczowym elementem sukcesu była integracja pionowa plantacji i cukrowni oraz rozwój infrastruktury paliwowej. Przełomem technologicznym było zaś wprowadzenie silników typu *flex-fuel* w 2003 r., co znacząco zwiększyło popyt wewnętrzny na bioetanol.

Ograniczenia modelu brazylijskiego wynikają z jego zależności od warunków klimatycznych oraz cykli cenowych na rynku cukru. W okresach wysokich cen cukru produkcję bioetanolu ogranicza się na rzecz eksportu cukru. Dodatkowym problemem są kwestie środowiskowe, w tym presja na użytkowanie gruntów oraz ryzyko pośrednich zmian użytkowania ziemi. Model brazylijski jest trudny do bezpośredniego przeniesienia do krajów o mniej sprzyjających warunkach agroklimatycznych. Spośród państw Ameryki Łacińskiej, Argentyna i Kolumbia posiadają wprawdzie potencjał agroklimatyczny, lecz brak stabilnych ram regulacyjnych i ograniczony dostęp do kapitału hamują rozwój sektora. Bioetanol pozostaje dodatkiem do polityki rolnej, nie zaś jej filarem.

W odróżnieniu od USA i Brazylii, w Chinach³⁰ i Indiach stosunek potencjału produkcji rolnej do potrzeb żywnościowych ludności świadczy o trwałym przeciążeniu (ang. *overshoot*) zdolności regeneracyjnych środowiska. Istotę problemu stanowi zapotrzebowanie na produkty na poziomie przekraczającym możliwości zrównoważonej produkcji z wykorzystaniem zasobów dostępnych lokalnie. Brak jest zatem potrzeb tworzenia nowych rynków zbytu dla surowców służących do wytwarzania bioetanolu. To zaś nie sprzyja to promowaniu rozwoju produkcji bioetanolu pierwszej generacji w ramach lokalnej polityki rolnej.

Także w przypadku Europy niższy, w porównaniu z USA i Brazylią, udział w światowej produkcji bioetanolu można w dużej mierze przypisać historycznie niewielkim możliwościom uzyskiwania stałych nadwyżek produkcji rolnej nad popytem³¹. Zjawisko to przekładało się z jednej strony na konieczność priorytetowego traktowania w Europie kwestii zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego ludności³², a z drugiej – na mniejsze możliwości stymulowania rozwoju sektora rolnego gospodarki poprzez kreowanie popytu drogą legislacji i regulacji. Mimo, że tradycyjnie priorytetami polityki rolnej w Europie były przede wszystkim utrzymanie potencjału produkcyjnego i zwiększenie efektywności rolnictwa w celu zapewnianie

³⁰ Chiny rozwijały produkcję bioetanolu od początku XXI w. Pierwsze programy pilotażowe uruchomiono w 2002 r., ale w 2007 r. rząd centralny wprowadził zakaz wykorzystywania zbóż konsumpcyjnych do produkcji bioetanolu. Decyzja ta wynikała z priorytetu bezpieczeństwa żywnościowego, stanowiącego fundament chińskiej doktryny rozwojowej. W Planach Pięcioletnich bioetanol pojawia się jako element transformacji energetycznej, lecz preferowane są surowce nie konkurujące z żywnością, np. rozwój biopaliw drugiej generacji, opartych na odpadach i resztkach rolnych. Integracja rynku bioetanolu z rynkami zbóż jest celowo ograniczana, i to mimo że uwarunkowania demograficzne, głównie takie jak starzenie się społeczeństwa i urbanizacja, prowadzą do zmniejszenia popytu na zboża w Chinach.

³¹ Obawy dotyczące możliwości zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego stanowiły główne determinanty Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) Europejskiej Wspólnoty Gospodarczej (EWG) aż do początku lat 80. XX wieku. Perspektywa ta wynikała z powojennych priorytetów zapewnienia stabilnych dostaw żywności i uniknięcia niedoborów, które nękały Europę w trakcie wojny i po jej zakończeniu. Zgodnie z art. 39 *Traktatu Rzymskiego* z 1957 r., cele WPR stanowiły „zwiększenie wydajności rolnictwa”, a na drugim miejscu „zapewnienie odpowiedniego poziomu życia społeczności rolniczej”. W *Traktacie Rzymskim* położono nacisk na „zapewnienie dostępności dostaw” i „zapewnienie, że dostawy docierają do konsumentów po rozsądnych cenach”. Podobnie, założeniem planu Mansholta z 1968 r. było zagwarantowanie bezpieczeństwa żywnościowego. Dążenie do zwiększania wydajności rolnictwa miało na celu utrzymanie stabilnego poziomu produkcji i zmniejszenie zależności od importu.

³² Ewolucję WPR można w tym kontekście interpretować nie tylko jako czynnik kształtujący produkcję rolną, ale raczej jako determinantę relacji cenowych, ryzyka oraz alokacji kapitału między sektorami. Program rolny z 1980 r. (tzw. *Raport Grupy z Gaichel*), dotyczący rozwoju WPR, odzwierciedla okres przejściowy. Zgodnie z tym programem, pierwotny cel bezpieczeństwa żywnościowego EWG przyczynił się do zapewnienia nadwyżek produkcji. Zmiany w reżimie funkcjonowania rynków rolnych stworzyły nowe wyzwania, w tym nadprodukcję żywności i wynikające z niej zbędne obciążenia dla budżetu EWG. Zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego wciąż pozostawało jednak głównym celem WPR. Pierwszym aktem prawnym, który jednoznacznie świadczył o zmianach w kursie WPR było Rozporządzenie Rady (EWG) nr 856/84, ustanawiające kwoty mleczne. Właściwa reforma WPR, odpowiadająca nowemu paradygmatowi prowadzenia polityki rolnej, nastąpiła dopiero w 1992 r.

powszechnego dostępu do żywności, w latach 2010–2024 produkcja bioetanolu pierwszej generacji stanowiła istotny element polityki rolnej oraz energetycznej UE. Rozwój produkcji tego paliwa poddawano jednak stopniowo coraz większym ograniczeniom. Podstawowymi aktami regulacyjnymi UE, istotnymi z perspektywy niniejszych badań są dyrektywy RED I³³ i RED II³⁴, które ustanawiały minimalne poziomy docelowe udziału energii odnawialnej w transporcie.

Dla porównania, w USA bioetanol pozostawał trwałym elementem polityki energetycznej, a polityka rządu odegrała decydującą rolę w rozwoju sektora biopaliwowego. Podstawą rozwoju produkcji bioetanolu była ustawa o podatku od energii z 1978 r. (ang. *Energy Tax Act*), która wprowadziła pierwsze ulgi podatkowe dla producentów etanolu. Kluczowym momentem było jednak przyjęcie przepisów o biopaliwach (ang. *Renewable Fuel Standard*, RFS) w ramach ustawy o polityce energetycznej z 2005 r. (ang. *Energy Policy Act*), znacząco rozszerzonej przepisami ustawy o suwerenności energetycznej z 2007 r. (ang. *Energy Independence and Security Act*). Uregulowania te wprowadziły obowiązkowe, rosnące ilości biopaliw, w tym bioetanolu z kukurydzy, w paliwach transportowych³⁵. Na skutek RFS powstał strukturalny popyt na kukurydzę, niezależny od relacji cenowych na rynku żywności. Bioetanol został wpisany w doktrynę bezpieczeństwa energetycznego USA, której celem była redukcja zależności od importu ropy naftowej.

W okresie administracji Joe Bidena (2021–2025) rząd federalny utrzymał obowiązującą architekturę RFS, traktując bioetanol jako paliwo przejściowe, lecz istotne dla stabilizacji rynku paliw w warunkach zaburzeń podażyowych po 2022 r. Podczas drugiej kadencji Donalda Trumpa (od 2025 r.) perspektywa rządu federalnego przesunęła się w stronę trwałej deregulacji i instytucjonalnego wzmocnienia rynku bioetanolu. Postulat całorocznej sprzedaży paliwa z piętnastoprocentową domieszką bioetanolu (ang. *year-round E15*), pierwotnie zrealizowany częściowo poprzez

³³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, która stanowi pierwszą próbę kompleksowej regulacji energetyki odnawialnej w UE.

³⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, która wprowadza m.in. docelowy limit udziału biopaliw wytwarzanych z surowców pochodzących z upraw rolnych na poziomie nie przekraczającym 7% w stosunku ogólnej konsumpcji energii w transporcie do 2030 r.

³⁵ W tym kontekście Agencja Ochrony Środowiska USA (*U.S. Environmental Protection Agency*, EPA) wielokrotnie korzystała z uprawnień nadzwyczajnych, dopuszczając sezonowe zwolnienia umożliwiające letnią sprzedaż paliwa z domieszką bioetanolu (E15; m.in. w latach 2022–2024). Uzasadniano to koniecznością ograniczenia wzrostu cen benzyny oraz zapewnienia ciągłości dostaw. Jednocześnie, w czerwcu 2023 r., EPA opublikowała docelowe wolumeny RFS na lata 2023–2025, potwierdzając długoterminową rolę biopaliw konwencjonalnych w amerykańskim miksie paliwowym.

regulację EPA z czerwca 2019 r., znoszącą sezonowe ograniczenia dotyczące lotności paliwa (ang. *Reid vapor pressure*) dla E15, został ponownie przyjęty jako element strategii wzmacniania krajowej podaży energii i popytu na etanol produkowany z kukurydzy. Rozwiązanie to miało charakter racjonalizacji regulacyjnej, zwiększającej przewidywalność dla producentów biopaliw i operatorów infrastruktury paliwowej bez konieczności rozszerzania subsydiów fiskalnych.

W Brazylii, podczas prezydentury Jaira Bolsonaro (2019–2022), politykę dotyczącą bioetanolu podporządkowano mechanizmom wolnorynkowym. Rząd utrzymał jednak obowiązywanie programu *RenovaBio*, przyjętego ustawowo w 2017 r., który ustanowił system krajowych celów redukcji emisji w sektorze paliwowym oraz mechanizm certyfikatów dekarbonizacyjnych (CBIO). W polityce rządu Brazylii bioetanol uznaje się za paliwo o ugruntowanej opłacalności ekonomicznej, zdolne do stabilizowania rynku paliw w warunkach zmiennych cen ropy naftowej, przy jednoczesnym ograniczaniu zależności importowej. Dążenie do utrzymania konkurencyjności cenowej etanolu względem benzyny, m.in. poprzez politykę fiskalną, stanowi integralny element doktryny utrzymania bezpieczeństwa i suwerenności energetycznej (port. *soberania energética*). Kwestie klimatyczne mają przy tym charakter wtórny. Od ponownego objęcia prezydentury przez Luiza Inácia da Silvę („Lulę”) w 2023 r., włączono bioetanol w szerszą strategię transformacji energetycznej i polityki klimatycznej, traktując go jako jeden z filarów dekarbonizacji transportu drogowego oraz narzędzie realizacji zobowiązań międzynarodowych Brazylii w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych.

W okresie 2010–2025, na otoczenie makroekonomiczne i polityczne produkcji bioetanolu w Europie oddziaływał w złożony sposób szereg czynników globalnych i lokalnych. Ceny surowców służących do produkcji bioetanolu w tym okresie stawały się coraz bardziej zależne od spekulacji na rynkach finansowych (FAO, 2023). Ponadto, gwałtowny wzrost kosztów energii i nawozów od 2022 r., spowodowany m.in. ograniczeniem dostaw wykorzystywanego do ich produkcji gazu z Rosji, podniósł koszty wytwarzania bioetanolu. W Polsce, gdzie w produkcji bioetanolu wykorzystuje się głównie kukurydzę, wysokie ceny nawozów zwiększyły koszty upraw o 20–30% w latach 2022–2023, co negatywnie wpłynęło na marże producentów bioetanolu (USDA, 2024). Co więcej, w 2015 r. Parlament Europejski i Rada Europejska przyjęły

tw. dyrektywę ILUC³⁶, która weszła w życie w 2017 r. Jej celem było zażegnanie kontrowersji związanych z efektem pośrednich zmian w wykorzystaniu gruntów oraz z konkurencją o surowce dla przemysłu żywnościowego i biopaliwowego. Mimo to, bioetanol jest wciąż stosowany jako komponent mieszanek paliwowych, np. E-10³⁷, a jego rolę w stabilizacji popytu na kukurydzę i pszenicę w UE można uznać za istotną.

Reforma Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) z 2013 r. oraz ramy wyznaczone WPR na lata 2021–2027 zmieniły logikę funkcjonowania unijnego sektora rolnego. Charakter tej polityki, poprzez ograniczenie stosowania mechanizmów interwencyjnych, stał się bardziej liberalny w kontekście działania rynków. Do istotnych z perspektywy funkcjonowania rynków towarowych zmian należy odchodzenie od stałego wsparcia cenowego dla producentów i wprowadzenie ostrzejszych kryteriów oraz ograniczenie skali możliwych zakupów interwencyjnych. Wprowadzono także płatności powiązane z wynikami środowiskowymi i klimatycznymi. Jest to zgodne z zasadami Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) i spójne z wdrażaniem nowych dyrektyw dotyczących energii odnawialnej. EZŁ oraz pakiet „Fit for 55” czynią priorytetem polityki UE problemy gospodarki zrównoważonej środowisko. Ekoschematy oraz cele klimatyczne redefiniują relację między produkcją żywności, energii i ochroną środowiska. Jednocześnie reakcja na kryzysy geopolityczne po 2022 r., polegająca na tymczasowym złagodzeniu wymogów środowiskowych, ujawniła brak stabilności rozwiązań zawartych w EZŁ.

W wyniku zmian regulacyjnych dotyczących zasad interwencji na rynkach rolnych, wzrosła ekspozycja producentów na wahania cen rynkowych i zmienność czynników zewnętrznych (Matthews, 2021). Ewolucja WPR od modelu interwencji rynkowych do czynnika wspomagającego zrównoważony rozwój odzwierciedla stopniowe odchodzenie od tradycyjnych założeń i celów związanych z gospodarką i modelami funkcjonowania społeczeństwa na obszarach wiejskich. Zniesienie w roku 2017 kontyngentów ograniczających produkcję cukru w UE dodatkowo wpłynęło na

³⁶ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1513 z dnia 9 września 2015 r. zmieniająca dyrektywę 98/70/WE odnoszącą się do jakości benzyny i olejów napędowych oraz zmieniająca dyrektywę 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

³⁷ Oznaczenia mieszanek paliwowych zawierających etanol oraz benzynę w rodzaju E-85, E-15 i E-10, wskazują na procentową zawartość etanolu w objętości całej mieszaniny. Paliwo typu E-10, zawierające 10% etanolu i 90% benzyny, jest najczęściej stosowaną mieszkanką paliwową na świecie, kompatybilną z większością silników benzynowych bez potrzeby ich modyfikacji. E-15, z 15% udziałem etanolu, które nadaje się do pojazdów przystosowanych do wyższej zawartości biokomponentów, jest coraz powszechniej stosowane w nowszych modelach samochodów. E-85, w zależności od przyjętych lokalnie rozwiązań, których fizyczną determinantę stanowią uwarunkowania klimatyczne, zawiera od 51% do 85% etanolu. Mieszkanka ta przeznaczona jest wyłącznie do pojazdów typu *flex-fuel*, których silniki są fabrycznie przystosowane do wykorzystywania paliwa o wysokiej zawartości alkoholu.

rynek bioetanolu. Nadwyżka podaży buraków cukrowych w Europie umożliwiła zwiększenie ich wykorzystania w celu produkcji biopaliw. Pozwoliło to producentom zrównoważyć straty wynikające z niskich cen cukru na rynkach globalnych (Komisja Europejska, 2018). Jednocześnie regulacje dotyczące zrównoważonego rozwoju, takie jak np. kryteria dotyczące emisji gazów cieplarnianych, wymusiły na producentach bioetanolu inwestycje w technologie produkcyjne charakteryzujące się wyższą sprawnością i niższym śladem węglowym, przede wszystkim związanym z procesem fermentacji³⁸.

Unijna polityka w zakresie energii odnawialnej, a szczególnie dyrektywa RED II z 2018 r., odegrała kluczową rolę w stymulowaniu produkcji bioetanolu. Dyrektywa ta ustanowiła ambitne cele dotyczące udziału energii odnawialnej w transporcie, wymagając od państw członkowskich osiągnięcia 14% udziału biopaliw lub innych odnawialnych źródeł energii w sektorze transportowym do 2030 r. (Komisja Europejska, 2018). W rezultacie popyt na bioetanol wzrósł, a kukurydza i buraki cukrowe stały się głównymi surowcami do jego produkcji.

W okresie do 2020 r. można było zaobserwować relatywny wzrost produkcji bioetanolu, zwłaszcza w Europie środkowej, gdzie dostępna baza surowcowa oraz rozwinięta infrastruktura przetwórcza określały potencjał rozwoju produkcji (ePURE, 2023). Od połowy drugiej dekady XXI w. zauważalny jest jednak, w skali całej UE, trend stopniowego ograniczania wsparcia dla biopaliw pierwszej generacji. Choć pandemia COVID-19 spowodowała krótkoterminowe załamanie popytu na biopaliwa, dynamika produkcji wzrosła w latach 2021–2023. Częściowo stało się tak w wyniku wzrostu cen ropy i kosztów emisji CO₂, co zwiększyło cenową konkurencyjność biopaliw. Innowacje techniczne pozwalają podnosić wydajność produkcji bioetanolu. Wprowadzenie zaawansowanych technologii fermentacji oraz genetycznie ulepszonych odmian kukurydzy i buraków cukrowych zwiększyło plony surowców i efektywność konwersji biomasy na bioetanol (Komisja Europejska, 2020). Coraz powszechniejsze w Europie środkowej, w tym w Polsce, wdrażanie rozwiązań z zakresu rolnictwa

³⁸ Produkcja bioetanolu z buraków cukrowych obejmuje kilka etapów. Surowiec poddaje się myciu, krojeniu i ekstrakcji dyfuzyjnej, w wyniku której otrzymywany jest sok surowy zawierający sacharozę (C₁₂H₂₂O₁₁). Po oczyszczeniu, sok może zostać poddany hydrolizie sacharozy do monosacharydów, tj. glukozy i fruktozy (C₁₂H₂₂O₁₁ + H₂O → C₆H₁₂O₆ + C₆H₁₂O₆). Następnie przeprowadza się fermentację alkoholową, najczęściej z udziałem drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, w której te monosacharydy ulegają przekształceniu do etanolu (C₂H₅OH) i dwutlenku węgla (CO₂): C₆H₁₂O₆ → 2 C₂H₅OH + 2 CO₂. Uzyskany zacier fermentacyjny poddaje się destylacji i rektyfikacji w celu koncentracji etanolu oraz odwadnianiu do poziomu wymaganego dla bioetanolu paliwowego. Produkty uboczne, takie jak wysłodki i wywar, można zagospodarować np. jako paszę lub substrat energetyczny.

precyzyjnego, opartego na koordynacji działań w oparciu o dane satelitarne i czujniki naziemne, pozwala dodatkowo na optymalizację upraw. W przypadku powszechnego wdrożenia, można oczekiwać rozwiązania te przełożą się na większą dostępność surowca, także w celu produkcji bioetanolu (FAO, 2023).

Rozwój bioetanolu drugiej generacji, produkowanego z odpadów rolniczych i lignocelulozy, zyskał na znaczeniu, szczególnie w Niemczech i krajach skandynawskich. Chociaż produkcja bioetanolu drugiej generacji wciąż odbywa się na skalę nieporównanie mniejszą, niż pierwszej generacji, badania i inwestycje w technologie biopaliw zaawansowanych, zgodnie z opinią rozpowszechnianą przez Komisję Europejską (2020), pozwalają tworzyć podstawy dla przyszłego wzrostu. Produkcja bioetanolu rozwija się także w Polsce, lecz wciąż osiąga stosunkowo niewielką skalę. W 2023 r., osiągnęła ona wolumen 339,39 tys. ton, co stanowiło wzrost o 5,8% w porównaniu z rokiem poprzednim. Energia odnawialna, w tym biopaliwa i energia elektryczna ze źródeł odnawialnych (OZE), stanowi jednak mniej niż 11% ogółu energii wykorzystywanej w transporcie. Mimo że jest to wartość wyższa w porównaniu do ok. 7% w 2016 r., jednak Regulacje UE, w szczególności Narodowy Cel Wskaźnikowy (NCW, ang. *National Indicative Target*), nakładał obowiązek osiągnięcia 10% udziału energii odnawialnej w transporcie do 2020 r.

1.5 Egzogeniczne uwarunkowania techniczne

W latach 2010–2024 na produkcję bioetanolu istotny wpływ miała dynamika rozwoju sektora energii odnawialnej w Europie. Jego produkcja wzrosła o 12% w latach 2015–2023, w tym dzięki stabilnemu popytowi na bioetanol wykorzystywany jako paliwo w transporcie (Komisja Europejska, 2023). Zmiany w tym zakresie były napędzane przez politykę środowiskową, innowacje techniczne, zmiany klimatyczne oraz uwarunkowania geopolityczne i gospodarcze. Bioetanol, produkowany głównie z kukurydzy, buraków cukrowych oraz – w mniejszym stopniu – z pszenicy początkowo stanowił istotny element unijnej strategii dekarbonizacji.

Rozwój energii odnawialnej w Europie nie ograniczał się jednak do biopaliw. Obejmował on przede wszystkim znaczne inwestycje w budowę infrastruktury dla energii eolicznej i popularyzację fotowoltaiki. Koszty wytwarzania energii z OZE w latach 2010–2024 znacząco spadły. Wskaźnik wyrównanego kosztu energii (LCOE;

ang. *Levelized Cost of Electricity*) dla lądowej energetyki wiatrowej w UE obniżył się o 67%, z 100 EUR/MWh w 2010 r. do 33 EUR/MWh w 2023 r., a dla fotowoltaiki o blisko 90% – z 417 EUR/MWh do 44 EUR/MWh (IRENA, 2023)³⁹, przy czym dokładne poziomy kosztów różnią się w zależności od warunków naturalnych poszczególnych lokalizacji i od realizacji projektu. Zwiększyło to konkurencyjność źródeł energii odnawialnej, które jeszcze na początku okresu analizowanego w tej pracy uważano raczej za uzupełnienie miksu energetycznego, niż za jego fundament dla całego kontynentu. Spadek kosztów wytwarzania energii z OZE oraz wzrost liczby pojazdów elektrycznych, wywarły złożony wpływ na produkcję bioetanolu. Dynamikę wzrostu wykorzystania tego paliwa ograniczała bowiem konkurencja z innymi technologiami OZE oraz zmieniające się priorytety energetyczne.

Najszybciej rozwijającym się źródłem OZE w Europie, szczególnie od ok. 2015 r., była energia słoneczna. Moc zainstalowanej fotowoltaiki wzrosła z 29 GW w 2010 r. do 259 GW w 2023 r., generując 14% energii elektrycznej w UE (IEA, 2023). W Polsce, w samym 2024 r., przybyło 4,1 GW mocy w fotowoltaice, z czego 1,3 GW w tzw. mikroinstalacjach prosumenckich, a energia słoneczna wygenerowała o 3,6 TWh więcej niż w 2023 r., osiągając rekordowy udział 35,9% w miksie energetycznym w maju 2024 r. (Forum Energii, 2025). W 2023 r. OZE odpowiadały za 45,3% produkcji energii elektrycznej w UE. Fotowoltaika konkurowała jednak z produkcją bioetanolu o zasoby ziemi. Także w 2023 r. przeznaczono w UE około 0,5% gruntów rolnych, tj. ok. 900 tys. ha, na budowę instalacji fotowoltaicznych, co ograniczyło areal upraw wykorzystywanych do produkcji biopaliw I lub drugiej generacji (Europejski Trybunał Obrachunkowy, 2021).

Rozwój energetyki wiatrowej w Europie przyspieszył dzięki znaczącym inwestycjom w infrastrukturę. W 2010 r. moc zainstalowana farm wiatrowych w UE wynosiła 84 GW, a do 2023 r. wzrosła do 219 GW, generując 19% energii elektrycznej w UE (Ember, 2024). W Polsce moc farm wiatrowych osiągnęła 9,3 GW w 2023 r., tj. o 1261 MW więcej, niż w roku poprzednim. W 2024 r. wiatr odpowiadał za 14,7% produkcji energii elektrycznej, generując o 1,3 TWh więcej niż w 2023 r. (Forum Energii, 2025). Wzrost udziału energii wiatrowej w miksie energetycznym wspierał unijne cele klimatyczne, takie jak dyrektywa RED II, wliczając się w dążenie do osiągnięcia udziału co najmniej 14% energii odnawialnej w transporcie do 2030 r. To

³⁹ W Polsce w 2024 r. energia wiatrowa kosztowała średnio 200,5 zł/MWh, a pochodząca z fotowoltaiki – 249,9 zł/MWh, w porównaniu z 406,8 zł/MWh dla węgla kamiennego (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2024).

jednak nie zastąpiło popytu na bioetanol, którego zużycie w transporcie drogowym wzrosło z 4,8% w 2010 r. do 6,1% w 2023 r., odpowiadając wolumenowi 5,4 mld litrów (Komisja Europejska, 2023). Zgodnie z dyrektywą RED II, następuje stopniowe zmniejszanie udziału biopaliw pierwszej generacji z poniżej 7% w 2021 r. do nie więcej, niż 3,6% w 2030 r. W roku 2023, udział bioetanolu drugiej generacji w produkcji tego paliwa stanowił mniej niż 5%, co wskazuje na powolny rozwój tej technologii (Komisja Europejska, 2023). Energia wiatrowa obniżyła również koszty energii elektrycznej w procesach produkcyjnych bioetanolu, np. destylacji, zmniejszając koszty operacyjne o 3–5% w latach 2015–2023 (FAO, 2023). Inwestycje w infrastrukturę wiatrową, szacowane na 76 mld Euro w 2024 r., konkurowały z finansowaniem rozwoju produkcji biopaliw (Eurostat, 2024). Wzrost produkcji energii eolicznej wspierał elektromobilność, zmniejszając strukturalne czynniki popytowe dla bioetanolu, szczególnie w Niemczech i Francji.

Niższe koszty energii z OZE zmniejszyły koszty produkcji bioetanolu, w których energia stanowi 15–20% kosztów całkowitych. W 2023 r. spadek cen energii z wiatru i fotowoltaiki obniżył koszty produkcji bioetanolu o 5–8% w porównaniu z 2015 r. (FAO, 2023). To pozwoliło zapobiec spadkowi konkurencyjności bioetanolu jako paliwa w transporcie, gdzie jego zużycie wzrosło z 3,9 mld litrów w 2010 r. do 5,4 mld litrów w 2023 r. (Komisja Europejska, 2023). Taniejąca energia elektryczna z OZE przyczyniła się jednak do zwiększenia popularności pojazdów elektrycznych, które w 2023 r. stanowiły 14% nowych samochodów rejestrowanych w UE, w porównaniu z 2% w roku 2010. Upowszechnienie wykorzystania energii elektrycznej, jako alternatywy dla paliw płynnych w celu napędzania pojazdów bezpośrednio zredukowało popyt na bioetanol (European Automobile Manufacturers Association, 2024).

Szacuje się, że tempo wzrostu popytu na bioetanol w transporcie w latach 2020–2023 wynosiło zaledwie ok. 1,5% rocznie, częściowo z powodu wzrostu wykorzystania pojazdów elektrycznych (Komisja Europejska, 2023). Co więcej, jeżeli utrzymają się trendy w zakresie stosowanych przez ludność rozwiązań komunikacyjnych, obserwowane od końca drugiej dekady XXI w. w Europie, do 2030 r. udział bioetanolu w paliwach transportowych może spaść do zaledwie 4,5% (IEA, 2023). W Szwecji i Niderlandach, gdzie samochody elektryczne stanowiły ponad 30% pojazdów osobowych sprzedanych w 2023 r., spadek popytu na bioetanol był szczególnie zauważalny. Poziomy oraz zmienność cen surowców rolnych w istotny

sposób determinują rentowność produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Z perspektywy producentów rolnych, rosnący popyt na cele energetyczne może stabilizować dochody poprzez dywersyfikację rynków zbytu. Mimo niejednoznacznych perspektyw rozwoju produkcji bioetanolu pierwszej generacji, kształtują się obecnie nowe źródła potencjalnego popytu na surowce, których rynki poddano analizie.

Rozwój alternatywnych zastosowań biomasy węglowodanowej również konkuruje z przemysłem spożywczym o źródła jednorodnych mono- lub polisacharydów (Rajesh i in., 2024; Tiwari i in., 2025), zaś szczególną rolę odgrywa tu produkcja bioplastików⁴⁰ (Negrete-Bolagay i Guerrero, 2024) i innych tworzyw sztucznych (Falua i in., 2022), wytwarzanych z cukrów fermentowanych lub skrobi. W przypadku braku obecnych na rynku substytutów dla poszczególnych tworzyw, lub braku bezpośredniej presji cenowej z ich strony, jak to ma miejsce w przypadku bioetanolu, długoterminowe związanie popytu z kapitałochłonną infrastrukturą produkcyjną (Rashwan i in., 2024) może prowadzić do trwałej, relatywnie nieelastycznej konkurencji o zasoby rolnicze.

Drugą kategorię zastosowań o istotnym potencjale rozwojowym stanowią kwasy organiczne, alkohole wielowodorotlenowe i prekursory polimerów, produkowane na drodze fermentacji cukrów i hydrolizatów skrobi. Skala rynków tych związków chemicznych jest mniejsza, lecz w pewnym stopniu równoważą to wyższe marże oraz silne wsparcie regulacyjne, wynikające z polityki proekologicznej i ograniczeń dla substancji kopalnych. Podobne uwarunkowania charakteryzują zastosowania substancji pochodzących ze skrobi lub monosacharydów w medycynie (zob. Afzaal i in., 2026), farmacji i kosmetyce. Konkurencja o surowiec z sektorem żywnościowym wynika w tym przypadku z wymagań jakościowych, dotyczących czystości i jednorodności surowca (Carvalho i in., 2024; Gomez Palmero i in., 2025), choć niekoniecznie zagraża równowadze rynków ze względu na skalę popytu. W ujęciu systemowym oznacza to jednak zwiększenie wrażliwości rynków rolnych na zmiany regulacyjne zachodzące poza sektorem rolno-spożywczym i innowacje techniczne.

⁴⁰ Do bioplastików wytwarzanych ze skrobi lub cukrów prostych należą w szczególności polihydroksyalkaniany (PHA), stosowane w opakowaniach i medycynie, polilaktyd (PLA) wykorzystywane do produkcji opakowań i włókien tekstylnych, a także biopolimery skrobiowe, stosowane w foliach i materiałach kompozytowych. Spośród biochemikaliów istotne są w tym kontekście kwasy organiczne wykorzystywane w produkcji substratów dla chemii zielonej i materiałów biodegradowalnych, alkohole wyższe stanowiące alternatywę dla paliw lub rozpuszczalników przemysłowych, a także niektóre aminokwasy i enzymy. Zaawansowane biomateriały wytwarzane z cukrów, to przede wszystkim różnego rodzaju hydrożele i biokompozyty.

Zastosowania materiałów pochodzących z przetwarzania skrobi lub monosacharydów w budownictwie, np. w powłokach, klejach i izolacjach, stanowią kategorię, której wpływ na rynki surowców rolnych jest trudny do przewidzenia. Ich potencjalna skala zależy od zmian regulacyjnych i tempa wdrażania norm emisyjnych, standardów środowiskowych oraz mechanizmów wsparcia dla biogenicznych materiałów budowlanych (Liu i in., 2025). Mimo że obecnie wolumeny te są ograniczone, sektor budowlany, jako jeden z największych konsumentów materiałów na świecie, może w dłuższym horyzoncie generować znaczący, regionalnie skoncentrowany popyt na skrobię i cukry. Niemniej jednak zastosowania te w uważane są za systemowo nieistotne z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego, ze względu na niskie wolumeny i wysoką wartość dodaną.

W literaturze przedmiotu dominuje pogląd, że rynki badanych surowców wyceniają głównie ryzyka krótkookresowe, takie jak warunki pogodowe, poziom zapasów czy ceny energii, natomiast słabo internalizują długofalowe zmiany strukturalne popytu. Wzrost znaczenia zastosowań poza sektorem spożywczym znajduje odzwierciedlenie raczej w zwiększonej zmienności cen oraz rosnącej korelacji z rynkami energii i uprawnień do emisji, niż w trwałym podniesieniu poziomów cen równowagi. Szczególnie słabo wyceniane są ryzyka związane z nagłymi zmianami regulacyjnymi, które w przeszłości prowadziły do gwałtownych korekt cenowych, analogicznych do tych obserwowanych w okresie eskalacji debaty *food versus fuel*.

Rozdział 2 Badania nad finansyzacją rynków rolnych

2.1 Metody doboru literatury przedmiotu

Proces doboru wykorzystanych w pracy źródeł bibliograficznych można podzielić na dwie części. Pierwsza, zrealizowana w okresie od października 2021 r. do grudnia 2023 r., tj. obejmującym prawie 60% czasu trwania badań, polegała na wstępnym przeglądzie literatury przedmiotu oraz serii przeglądów systematycznych w języku angielskim. Przeglądy te dotyczyły zarówno całości obszaru badań, zgodnie z wstępnym określeniem jego zakresu, jak i szczegółowych obszarów tematycznych.

Wstępne stadium doboru bibliografii objęło pięć etapów. Dwa pierwsze miały charakter przygotowawczy: (i) wybór bazy danych i (ii) studium nad terminologią stosowaną w obszarze badań w danym języku; kolejne trzy odpowiadały zaś właściwemu wyszukiwaniu źródeł: (iii) weryfikacja słów kluczowych, (iv) wyszukiwanie odpowiadających im publikacji w bazach danych i (v) sprawdzenie liczby oraz rodzaju cytowań dla publikacji uznanych za istotne, szczególnie w odniesieniu do publikacji starszych niż dwa lata. Dodatkowo, w celu uzupełnienia przeglądów systematycznych przeprowadzono szereg przeglądów cząstkowych. Dotyczyły one przede wszystkim węższych zakresów tematycznych, z wykorzystaniem celowych słów źródłowych, oraz kwerendy literatury w językach obcych innych niż angielski.

Przeglądy systematyczne, stanowiące główną część analizy literatury przedmiotu, miały charakter eksploracyjno-analityczny. Były one podporządkowane uchwyceniu zróżnicowania teoretycznego w analizowanych publikacjach i charakteru badanych zjawisk oraz ocenie ewolucji konsensusu naukowego, a także współwystępowania i kontekstualnego znaczenia zjawisk w ramach finansyzacji badanych rynków towarowych. Pozwoliły one odpowiedzieć na szereg pytań badawczych postawionych na początku w celu ustalenia względnego udziału i powiązań między różnymi ujęciami teoretycznymi tematyki badań oraz określić dominującą logikę analityczną. Analiza trendów czasowych umożliwiła uchwycenie dynamicznych przesunień w zakresie stosowanych teorii oraz występowania poszczególnych słów kluczowych.

Proces selekcji, przeprowadzony w 2023 r., objął trzy fazy: (i) analizę tytułów i streszczeń ponad 3000 pozycji odpowiadających doprecyzowanemu zakresowi badań i eliminację ok. $\frac{3}{4}$ spośród nich, (ii) zapoznanie się z pełnymi tekstami blisko 800 prac,

ich kodowanie pod względem tematyki, teorii i zastosowanych metod oraz eliminację duplikatów i prac o charakterze wtórnym, a także (iii) klasyfikację 238 prac uznanych wówczas za spełniające kryteria jakości i istotności. W zamierzeniach, przeprowadzony dobór literatury miały cechować transparentność i obiektywizm. Celem przeglądu literatury było przeprowadzenie analizy trendów, zarówno dotyczących przedmiotu badań, jak i podejść badawczych. Podczas selekcji źródeł brano pod uwagę ewentualne wady przyjętego podejścia, tj. możliwość wykluczenia prac, których terminologia i słowa kluczowe nie zostały uwzględnione w kwerendach, oraz pominięcie teorii w mniejszym stopniu reprezentowanych w wykorzystanych bazach danych.

Powtarzanie przeglądów systematycznych wynikało przede wszystkim ze stopniowo coraz bardziej precyzyjnego określania zakresu badań, a także z dążenia do uwzględnienia szczególnie literatury polskojęzycznej. Źródła te niekoniecznie podlegały wyłonieniu zgodnie ze standardową procedurą. W przeglądach wykorzystano, oprócz zasobów fizycznych bibliotek⁴¹, bazy wirtualne: Scopus, Web of Science i Google Scholar. Ich porównanie oraz kryteria przeglądu systematycznego przedstawiono w Tabeli 1. Na tym etapie określono lukę badawczą oraz podstawy teoretyczne badań.

Tabela 1: Porównanie wykorzystanych zasobów informacji naukowej

Zasób	Administrator	Zakres tematyczny	Szczególne cechy
Google Scholar	Google	Interdyscyplinarny, w tym książki, prace dyplomowe i in.	Powszechna dostępność, brak kontroli jakości
IEEE Xplore	IEEE	Informatyka, elektronika, nauki techniczne	Obejmuje najnowsze artykuły i referaty z konferencji IEEE
Scopus / ScienceDirect	Elsevier	Interdyscyplinarny / głównie nauki ścisłe i techniczne	Szeroki zasięg, dobre narzędzia bibliometryczne (np. <i>h-index</i> , cytowania)
Web of Science	Clarivate Analytics	Interdyscyplinarny	Selekcja źródeł, <i>Impact Factor</i> , analiza cytowań
<i>Biblioteki (fizyczne)</i>	SGGW, Uniwersytet w Bolonii, in.	Interdyscyplinarny	Umożliwiają zapoznanie się z materiałami spoza zakresu wyszukiwań

Źródło: Opracowanie własne.

⁴¹ Korzystano przede wszystkim ze zbiorów Biblioteki Głównej im. Władysława Grabskiego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz Biblioteki Nauk Ekonomicznych im. Waltera Bigiavi i Biblioteki Nauk Rolniczych im. Gabriele Goidanicha w Uniwersytecie w Bolonii.

Studium literatury przedmiotu pozwoliło wyłonić 39 badaczy, którzy ze względu na zbliżoną tematykę publikacji lub zastosowane metody badawcze mogli stanowić punkt odniesienia dla prowadzonych badań. Na podstawie dorobku tej grupy naukowców, wyróżniono wówczas pięć zakresów tematycznych, przedstawionych w Aneksie 1. Wstępne ustalenie zakresów tematycznych oraz ośrodków naukowych umożliwiło precyzyjne ukierunkowanie doboru literatury, optymalizację wykorzystania zasobów i odniesienie się do wysokiej jakości badań oryginalnych. Zidentyfikowano także dwa wiodące ośrodki badawcze, których działalność dotyczy tematyki spójnej z obszarem badań przedstawionych w niniejszej dysertacji: centrum badawcze CORMEC⁴² i Cornell University⁴³. Identyfikacja wiodących ekspertów i stosowanych przez nich metod ułatwiła wybór odpowiednich podstaw teoretycznych i narzędzi badawczych. Określenie najważniejszych ośrodków badawczych umożliwiło z kolei systematyczną analizę metod wykorzystywanych w studiach nad badanymi zagadnieniami, a przede wszystkim ewolucji lub rozwoju tych metod w czasie.

W drugim okresie, od stycznia 2024 r., kompilacja wykorzystanej literatury przedmiotu polegała przede wszystkim na ocenie przydatności nowych publikacji i cytowań wybranych autorów, które pojawiały się na bieżąco w serwisie Google Scholar, oraz na nieusystematyzowanych kwerendach konkretnych słów kluczowych w wykorzystywanych bazach. Kwerendy te zasadniczo ograniczono do publikacji datowanych od 2023 r. lub zawierających zdefiniowane dopiero na późniejszym etapie słowa kluczowe. W doborze literatury zastosowano zatem podejście bazujące na przeglądzie systematycznym, lecz nie ograniczone do takiego przeglądu. Dobór źródeł podporządkowano eksploracji struktury tematycznej i epistemicznej współczesnych badań nad gospodarką rolną, rynkami surowcowymi i ich finansyzacją. Analiza objęła kilkaset pozycji naukowych, w tym 306 cytowanych lub bezpośrednio przywoływanych w dysertacji.

⁴² *Commodity Risk Management Expertise Center* (CORMEC) jest ośrodkiem współtworzonym przez działającą w ramach struktur Uniwersytetu w Wageningen *Marketing and Consumer Behavior Group*, Uniwersytet w Maastricht i *Office for Futures and Options Research* Uniwersytetu Illinois w Urbana-Champaign. Centrum CORMEC specjalizuje się w badaniach dotyczących zarządzania ryzykiem rynkowym. Do najpowszechniej stosowanych w CORMEC metod analizy danych należy modelowanie zjawisk z wykorzystaniem metod ARIMA i GARCH oraz analiza opcji rzeczywistych. Wiodącą pozycję CORMEC w tematyce badań można przypisać zarówno tradycyjnym związkom ekonomistów z Uniwersytetu Illinois z giełdą towarową w Chicago (CBOT), jak i prominentnej pozycji Uniwersytetu w Wageningen wśród europejskich uczelni rolniczych.

⁴³ Spośród uniwersytetów tzw. Ligi Bluszczonej, profil badawczy Cornell University w największym stopniu dotyczył tradycyjnie problemów ekonomiki rolnictwa i szeroko zdefiniowanych nauk rolniczych

Kluczowe kryteria doboru publikacji stanowiły: (i) oryginalność podejścia teoretycznego, (ii) liczba cytowań według informacji z wykorzystywanych baz danych, (iii) dążenie do zapewnienia spójności między założeniami badawczymi źródeł bibliograficznych względem podstaw teoretycznych przyjętych w dysertacji i alternatywnymi sposobami ujęcia tematyki badań⁴⁴, oraz (iv) ewentualna działalność pozanaukowa autorów, związana z przekształceniami w sektorach produkcji i przetwórstwa rolnego lub obrotu towarowego⁴⁵. Wartość tak skonstruowanej bibliografii polega na uwzględnieniu szerokiego wachlarza teorii z dziedzin nauk ekonomicznych i politycznych, a także na możliwości analizy dynamiki i fragmentacji współczesnego dyskursu naukowego metodami ilościowymi i jakościowymi. Takie podejście jest spójne z propozycjami Amable’a (2017), który opowiada się za stosowaniem metod mieszanych jako bardziej adekwatnych do opisu złożonych zjawisk gospodarczych w Europie.

Od czerwca 2023 r. w wyszukiwaniach wykorzystywano także narzędzia sztucznej inteligencji: *Perplexity AI* i *Consensus AI*; tekst oraz ilustracje zawarte w dysertacji zostały stworzone bezpośrednio przez autora i nie stanowią treści wygenerowanych automatycznie. W Aneksie 2 ujęto syntetycznie, w sześciu kategoriach, strukturę publikacji uwzględnionych w badaniach do czerwca 2025 r. Struktura ta dotyczy 462 pozycji, także niecytowanych bezpośrednio w dysertacji, lecz nie obejmuje tych uwzględnionych od lipca 2025 r., w tym niektórych cytowanych.

2.2 Pojęcie finansyzacji i konteksty jego stosowania

Pojęcie *finansyzacji* funkcjonuje w literaturze akademickiej od lat 90. XX w.⁴⁶ (Epstein, 2025). Choć procesy związane z rosnącą rolą sektora finansowego w gospodarce stanowiły już wcześniej przedmiot analiz, współczesne słownictwo w tym zakresie nie było wówczas stosowane. Do połowy pierwszej dekady XXI w. (Krippner, 2005) termin *financialization* zdołał upowszechnić się w naukach społecznych w świecie anglojęzycznym. Koncepcyjne podstawy finansyzacji są jednak

⁴⁴ Przegląd literatury pełnił rolę „okna paradygmatycznego” w rozumieniu Kuhna, pozwalając na uwzględnienie teorii spoza głównego nurtu, takich jak w szczególności badania nad złożonością systemów finansowych (Battiston, 2016).

⁴⁵ Uwzględnienie publikacji autorstwa osób wpływających na kształt regulacji i polityk, w tym UE, umożliwia odniesienie się także do nieformalnych, instytucjonalnych oraz kulturowych uwarunkowań działania rynków. Jest to zgodne z postulatami szerszego uznania narracyjnych i retorycznych elementów wiedzy ekonomicznej (McCloskey, 1998).

⁴⁶ Wczesne przypadki użycia terminu *financialization* pojawiają się w pracach Kevina Phillipsa, m.in. „Boiling Point” (1993) i „Arrogant Capital” (1994), gdzie autor analizuje strukturalne przesunięcia w amerykańskiej gospodarce w kierunku finansów i spekulacji.

znacznie starsze i sięgają wcześniejszych analiz kapitalizmu, dotyczących kapitału finansowego i wpływu funkcjonowania systemów kredytowych na kształt gospodarki⁴⁷.

W ujęciu makroekonomicznym, odpowiadającym perspektywie przyjętej w niniejszych badaniach, finansyzacja polega przede wszystkim na coraz silniejszych współzależnościach między tzw. układem zjawisk sfer realnej gospodarki (Kaja, 1999) a bieżącą sytuacją na rynkach finansowych. Do czynników, na które warto zwrócić uwagę należą także przemiany kulturowe i polityczne oraz wdrażanie innowacji technicznych, dotyczących różnych aspektów działania lub obsługi rynków towarowych. Zważywszy na globalny charakter rynków kapitałowych i tradycyjnie powiązane z finansyzacją zwiększanie się zakresu i dostępności usług finansowych⁴⁸, zjawiska zachodzące na europejskich rynkach towarowych w latach 2010–2025 należy więc interpretować w kontekście szerszych, globalnych trendów.

Współczesny dyskurs dotyczący finansyzacji ukształtował się w odpowiedzi na kryzys finansowy lat 2007–2009. Podczas gdy wczesne prace podkreślały często charakter koniunkturalny przepływów kapitału ze sfery rzeczywistej do finansowej, od połowy drugiej dekady XXI w. badania skupiają się przede wszystkim na empirycznych

⁴⁷ Zjawiska związane z rosnącą autonomią i znaczeniem sfery finansowej w kapitalizmie były analizowane przy użyciu odmiennych kategorii pojęciowych. Zazwyczaj stosowana terminologia odpowiadała założeniom poszczególnych tradycji teoretycznych.

W publikacjach niemieckojęzycznych poświęconych klasycznej i neomarksistowskiej ekonomii politycznej kluczową rolę odgrywały pojęcia *Finanzkapital* oraz *fiktives Kapital*, wprowadzone odpowiednio przez Rudolfa Hilferdinga i Karola Marksa. Akcentowały one dominację kapitału finansowego nad produkcyjnymi formami akumulacji oraz oderwanie roszczeń finansowych od procesu wytwarzania wartości. W tradycji francuskojęzycznej (np. przedstawiciele tzw. *école de la régulation*: Michel Aglietta, Robert Boyer i André Orléan, dla których finansyzacja stanowi stadium rozwoju kapitalizmu następujące po fordyzmie) stosowano pojęcia takie jak *capital financier*, *accumulation financière* oraz *économie de rente*, służące analizie finansowych mechanizmów akumulacji oraz ich relacji z reżimami wzrostu i instytucjonalnymi formami regulacji gospodarki.

W literaturze anglojęzycznej funkcjonowało przede wszystkim pojęcie *finance capital*, a w kontekście gospodarki zdominowanej przez dochody z własności finansowej i mechanizmy procentowe – także *rentier capitalism*. Kategoria gospodarki rentierskiej, obecna m.in. w pracach keynesistów, stanowiła szczególnie istotny punkt odniesienia dla późniejszych analiz finansyzacji.

Poszczególne pojęcia nie były zasadniczo postrzegane jako jednolity proces, kształtujący struktury relacji gospodarczych i społecznych. Współczesna koncepcja *finansyzacji* może być zatem interpretowana jako integrująca wcześniejsze różnorodne wątki teoretyczne w spójną i ideowo neutralną ramę pojęciową, umożliwiającą badanie systemowych skutków ekspansji logiki finansowej w gospodarce realnej, państwie oraz życiu społecznym. Podobieństwo finansyzacji do wcześniejszych zjawisk ufinansowania gospodarki i społeczeństwa (por. Arrighi, 1994) zauważono już w pierwszych latach od kiedy to ogólne pojęcie weszło do słownictwa naukowego.

⁴⁸ Zjawisko to, określane w literaturze anglojęzycznej jako *financial deepening* (McKinnon, 1973; Lachman i Shaw, 1974) obejmuje rozwój instytucji finansowych, instrumentów, rynków oraz wzrost liczby uczestników korzystających z tych usług. Jest ono łączone z rosnącą płynnością rynków finansowych, zróżnicowaniem oferty produktów inwestycyjnych i kredytowych, a także poprawą efektywności alokacji kapitału. W odniesieniu do rynków towarowych, wiąże się to z potencjałem rozwoju instrumentów pochodnych oraz poprawą mechanizmów zabezpieczania ryzyka cenowego dla producentów i konsumentów. Najpowszechniej analizowanym, a pozostającym poza zakresem tej pracy przejawem *financial deepening* jest poprawa dostęp do finansowania dla nieinstytucjonalnych uczestników rynku, w tym rolników i pośredników handlowych.

przejawach tego zjawiska, z rzadka odnosząc się do teorii cykli gospodarczych. Współczesne prace dotyczące makroekonomicznych aspektów finansyzacji (zob. Benquet i in., 2019; Rohringer i Münnich, 2021; Bortolotti, 2024) szczególnie często skupiają się jednak na politycznych wymiarach zjawiska i ich wpływie na społeczeństwo. Perspektywa analiz, w zależności od lokalnych doświadczeń, warunkuje konsensus w dyskursie naukowym dotyczący interpretowania finansyzacji w różnych obszarach kulturowych. W wysoko rozwiniętych państwach postindustrialnych często postrzega się przy tym finansyzację jako zjawisko endemiczne. Z drugiej strony, w krajach postsocjalistycznych, ale także w tych państwach latynoamerykańskich, gdzie ciągłość ustroju demokratycznego nie sięga dawniej, niż do lat 80. XX w. (por. Sestelo i in., 2017; Bona, 2024) finansyzacja bywa interpretowana jako skutek reform gospodarczych przeprowadzanych w duchu neoliberalnym, następujących po transformacji ustrojowej. W dyskursie anglojęzycznym finansyzacja jest pojęciem kluczowym przede wszystkim w analizach reprezentujących nurty postkeynesowski i instytucjonalny⁴⁹. Podkreśla ono dominację rynków finansowych nad sferą gospodarki obejmującą produkcję dóbr i usługi pozafinansowe. Epstein (2005) argumentuje, że finansyzacja prowadzi do wzrostu renty kapitałowej, co spowalnia wzrost dochodów w sektorze realnym i pogłębia nierówności ekonomiczne.

Finansyzację rolnictwa postrzega się jako proces, w którym motywy finansowe przenikają do produkcji rolnej, wpływając na akumulację kapitału poprzez obrót gruntami lub spekulację na rynkach instrumentów pochodnych. Do ekonomiki rolnictwa pojęcie finansyzacji weszło w pierwszych latach XXI w. Tematem powracającym finansyzacja stała się jednak dopiero od w kolejnym dziesięcioleciu. Wczesne prace podkreślały cykliczne przesunięcia w akumulacji kapitału ku finansom, ale od połowy drugiej dekady XXI w. badania skupiają się głównie na empirycznych przejawach, takich jak wzrost cen gruntów i zadłużenie gospodarstw rolnych (Tomaszewski, 2015; Bjørkhaug i in., 2018; Bauer i Sippel, 2022; Franc-Dąbrowska, 2023). Badania eksplorują jednak w tym okresie różne aspekty finansyzacji, np. analizując jej skutki w kontekście bezpieczeństwa żywnościowego (Feist i Fuchs, 2013; Fama i Conti, 2022; Manogna i Kulkarni, 2024; Rahhou, 2024) lub przemian społecznych (Anseeuw i in., 2017; Clapp i Isakson, 2018; Behringer i in., 2023), łącząc je z tematyką socjologiczną.

⁴⁹ Ujęcia instytucjonalne, czerpiąc z teorii kruchości finansowej (ang. *financial instability*) Minsky'ego (1977), wypracowały szczególnie spójną koncepcję teoretyczną finansyzacji. W tym ujęciu, finansyzacja stanowi etap rozwoju rynków finansowych, na którym spekulacja, wpływając na mechanizmy akumulacji kapitału, prowadzi do systemowej niestabilności makroekonomicznej.

Finansyzacja rynków rolnych polega na legitymizacji podejścia do produktów rolnych, stanowiących przedmiot obrotu na giełdach towarowych, jako aktywów finansowych. Umożliwia to inwestorom instytucjonalnym, funduszom hedgingowym oraz bankom angażowanie się w obrót instrumentami pochodnymi, przede wszystkim *futures* i opcjami, oraz indeksami rynku towarowego, bez konieczności zaangażowania w obrót tymi towarami w formie fizycznej. W badaniach długookresowych (Bruno i in., 2017) zauważa się rosnącą od 1995 r. korelację między rynkami finansowymi a rolnymi, łączoną z deregulacją rynków towarowych⁵⁰ i napływem kapitału spekulacyjnego, co z kolei ma powodować wzrost wahań cen towarów.

2.3 Obrót giełdowy towarami rolnymi

Rosnące zaangażowanie inwestorów finansowych i spekulacyjnych w handel instrumentami pochodnymi oraz powiązania rynków surowców z rynkami finansowymi przyczyniły się do kształtowania dynamiki cen pszenicy, cukru i kukurydzy. Stanowi to właściwy przedmiot niniejszych badań. Potencjał finansyzacji rynków poddanych analizie wynikał w szczególności z deregulacji przepływów kapitałowych, istnienia odpowiedniego zaplecza instytucjonalnego i integracji elektronicznych systemów transakcyjnych. Skutkiem okazał się napływ, po kryzysie finansowym lat 2007–2009⁵¹, kapitału spekulacyjnego na rynki towarowe, w tym te poddane badaniom. Kryteria determinujące możliwość obrotu produktem rolnym w charakterze towaru na rynkach finansowych przedstawiono w Tabeli 1.

Tang i Xiong (2012) wykazali na podstawie notowań z giełdy chicagowskiej (CBOT, *Chicago Board of Trade*), że inwestycje, łączone z aktywnością funduszy indeksowych na rynkach kontraktów *futures* na towary rolne, wzrosły znacząco w latach 2005–2011, powodując napływ na te rynki kapitału pochodzącego od inwestorów finansowych. Z kolei Nagayev i in. (2016), stosując analizę kointegracji,

⁵⁰ Za jeden z najważniejszych punktów zwrotnych w regulacji rynków towarowych i instrumentów pochodnych w Stanach Zjednoczonych uznaje się ustawę CFMA (ang. *Commodity Futures Modernization Act*) z 2000 r. CFMA wprowadziła szeroko zakrojoną deregulację rynku instrumentów pochodnych, opierając się na trzech kluczowych filarach: (i) wyłączeniu kontraktów pozagiełdowych spod bezpośredniego nadzoru CFTC, (ii) legalizacji swapów towarowych pomiędzy instytucjami finansowymi oraz (iii) stworzeniu ram prawnych umożliwiających rozwój elektronicznych platform obrotu kontraktami terminowymi. W praktyce oznaczało to odejście od modelu, w którym rynek *futures* był głównym i silnie regulowanym miejscem kształtowania się cen towarów rolnych. Nowa architektura sprzyjała szybkiemu wzrostowi aktywności podmiotów finansowych, niepowiązanych bezpośrednio z produkcją czy przetwórstwem rolnym.

⁵¹ Jeszcze przed kryzysem, rozwój rynków towarowych wiązał się z intensywnym napływem kapitału. Rynki kontraktów *futures* na towary wzrosły w latach 2000–2008 z poziomu poniżej 100 mld USD do ponad 200 mld USD (Cheng i Xiong, 2014).

wykazali wzrost powiązania rynków *futures* na pszenicę, kukurydzę i cukier z rynkami akcji po 2008 r. Battiston (2016), wykorzystując analizę sieciową, pokazał na podstawie danych z giełdy Euronext wzrost powiązań tych rynków z globalnymi indeksami finansowymi, co odzwierciedla konwergencję wynikającą z finansyzacji (np. korelacja między cenami pszenicy na Euronext a indeksem S&P 500 wzrosła z 0,2 w 2005 r. do 0,5 w 2018 r.; Battiston, 2016).

Dla rynku kukurydzy, Hernandez i Torero (2010) zbadali relacje między cenami *spot*, tj. bieżącymi, a *futures*. Stwierdzili oni, że spekulacja finansowa skróciła okresy dostosowania cen, zwiększając zmienność o 10–12%. Igliński (2021) zauważył, że kukurydza była szczególnie narażona na wynikające z finansyzacji wahania cen, które po 2015 r. podniosły koszty produkcji bioetanolu o 10–15%. W 2022 r. ceny kukurydzy na giełdzie Euronext wzrosły o ok. 30%, częściowo z powodu działań spekulacyjnych (World Bank, 2023). Charakterystykę finansyzacji poszczególnych rynków pokazuje Tabela 2.

Roczne wolumeny obrotu kontraktami *futures* na pszenicę i kukurydzę na CBOT wzrosły w okresie boomu towarowego o ok. 40–50%, co zwiększyło korelację cen między tymi towarami (Tang i Xiong, 2012). Także Büyükkşahin i Robe (2014), wykorzystując modele dynamicznej korelacji warunkowej, potwierdzili wzrost korelacji między rynkami towarowymi a rynkami akcji, spowodowane aktywnością funduszy hedgingowych. W Europie, na giełdzie Euronext, podobne trendy zaobserwowano w przypadku pszenicy i kukurydzy. Spekulacyjne pozycje inwestorów finansowych wzrosły tu w latach 2010–2018 o 25% (Żelazny, 2019). W 2022 r. zmienność cen pszenicy na giełdzie Euronext osiągnęła 30%, czego najbardziej prawdopodobną przyczyną były reakcje podmiotów sektora finansowego na konflikt zbrojny w Ukrainie (FAO, 2023).

Współczesna finansyzacja różni się zasadniczo od historycznego ufinansowania rynków towarowych. O ile przed rozwojem rynków elektronicznych podstawę obrotu stanowiło fizyczne posiadanie towarów, to obecnie własność jest zdematerializowana i w niewielkim tylko stopniu zależna od geograficznej lokalizacji towarów. Świadczy o tym szczególnie zmniejszenie się możliwych marż z arbitrażu cenowego między giełdami towarowymi. Przed upowszechnieniem się wykorzystania instrumentów pochodnych i tradingu algorytmicznego, w celu prowadzenia takiej działalności konieczna była fizyczna obecność na konkretnych giełdach maklerów, którzy posiadali niezbędne informacje. Obecnie można argumentować, że posiadanie infrastruktury

pozwalającej na bezpośrednie podłączenie do serwerów obsługujących systemy transakcyjne giełd daje przewagę w realizacji strategii tradingu o wysokiej częstotliwości (HFT, ang. *high-frequency trading*). Na giełdach towarowych ten profil działalności jest jednak stosunkowo mniej istotny, niż na giełdach papierów wartościowych.

Współczesne transformacje rynku rolnego nie ograniczają się jednak wyłącznie do spekulacji finansowych. Od 2021 r. Unia Europejska wdraża Dyrektywę RED II, zgodnie z którą do 2030 r. co najmniej 14% energii wykorzystywanej w transporcie ma pochodzić ze źródeł odnawialnych. Biopaliwa pierwszej generacji pełnią istotną rolę w realizacji tego celu, choć warto zaznaczyć, że polega ona przede wszystkim na wykorzystaniu biodiesla rzepakowego, a nie bioetanolu. Podobnie jak w Stanach Zjednoczonych i Brazylii, skutkiem promocji wykorzystania biopaliw jest zwiększenie popytu na określone rodzaje produktów rolnych, co prowadzi do zmian w modelach biznesowych producentów.

W przeciwieństwie do regulowanych giełd towarowych, rynki pozagiełdowe (OTC, ang. *over-the-counter*) charakteryzuje brak transparentnych mechanizmów ustalania cen⁵². Pirrong (2009) zauważa, że brak formalnych struktur nadzoru skutkuje asymetrią informacyjną i ograniczoną możliwością egzekwowania przejrzystości w procesie wyceny aktywów i surowców. Dla małych podmiotów dostęp do skutecznych instrumentów zabezpieczających od ryzyka w ramach rynków OTC jest często ograniczony na skutek wysokich barier wejścia, braku standaryzacji i braku instytucjonalnego wsparcia. W praktyce oznacza to, że drobni producenci są bardziej narażeni na zmienność cen, co może prowadzić do pogorszenia ich pozycji negocjacyjnej i destabilizacji dochodów (UNCTAD, 2011).

⁵² W państwach UE zapobieganie ustalaniu warunków transakcji, w tym cen, w sposób krzywdzący lub manipulacyjny odbywa się zgodnie z lokalnymi przepisami prawa cywilnego oraz przepisami wdrażającymi Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/633 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie nieuczciwych praktyk handlowych w relacjach między przedsiębiorcami w łańcuchu dostaw produktów rolnych i spożywczych.

Tabela 2: Kryteria determinujące możliwość obrotu produktem rolnym w charakterze towaru na rynkach finansowych

Kryterium (cecha towaru)	Przełożenie na funkcjonowanie rynku	Interesariusze				
		Producenci	Konsumenci	Podmioty sektora finansowego	Rządy	Ekologowie i grupy społeczne
Jednorodność	Powszechnie uznane standardy jakościowe	Redukcja zróżnicowania produktów	Stale oczekiwania co do cech towaru	Uproszczenie zasad obrotu i ubezpieczania	Prowadzenie nadzoru, np. fitosanitarnego	Zanik bioróżnorodności
Zbywalność	Możliwość wykorzystania instrumentów pochodnych w obrocie na giełdach	Możliwość modelowania ryzyka finansowego lub polityki cenowej	Oczekiwanie stałej dostępności towaru	Możliwość arbitrażu lub spekulacji na cenach towaru	Możliwość opodatkowania; nadzór nad podażą i popytem	Konieczność adaptacji do skutków komodyfikacji i finansyzacji
Możliwość przechowywania	Brak lub nieznaczna degradacja towaru w czasie	Brak konieczności szybkiej sprzedaży	Uniezależnienie podaży od pory roku	Ciągłość obrotu towarem i instrumentami pochodnymi	Uwzględnienie w polityce bezpieczeństwa żywnościowego	Powstawanie magazynów i złożonych systemów logistycznych
Powszechne wykorzystanie	Płynność rynku	Oczekiwanie ciągłości popytu	Przewidywalność cen.	Niskie bariery wejścia i wyjścia z rynku	Nadzór nad działaniem rynków	Obawy o możliwość zmiany poziomu cen.

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 3: Procesy związane z finansyzacją na rynkach surowców służących do produkcji bioetanolu w literaturze przedmiotu

Towar	Zauważone skutki finansyzacji
Pszenica	Girardi (2012) wykazał, że ceny pszenicy (odmiana Hard Red Winter) na CBOT były pozytywnie skorelowane z amerykańskim rynkiem akcji i cenami ropy w latach 2007–2011 oraz że indeksy towarowe odgrywały istotną rolę jako czynnik cenotwórczy. W Polsce finansyzacja rynku pszenicy zwiększyła zmienność cen, co wpłynęło na koszty bioetanolu, szczególnie w latach 2018-2022, gdy ceny pszenicy wahały się o 25–30% rocznie (Mączyńska, 2020). Konflikt Rosja–Ukraina w 2022 r. dodatkowo zaostriżył zmienność, podnosząc ceny pszenicy o 40% w pierwszym półroczu (FAO, 2023).
Cukier	Deregulacja rynku cukru w UE w 2017 r. przyciągnęła kapitał spekulacyjny, zwiększając zmienność cen. Kupczyk (2022) zauważył, że w Polsce ceny cukru wzrosły o 20–25% w latach 2017–2022, co spowodowało wzrost kosztów bioetanolu uzyskiwanego z buraków cukrowych o 10%. Globalnie pandemia COVID-19 zwiększyła przepływy zmienności między cukrem a indeksami finansowymi, co potwierdziły modele GARCH (Chang i in., 2024).
Kukurydza	Finansyzacja rynku kukurydzy skróciła okresy dostosowania cen, zwiększając zmienność o 10–15% (Hernandez i Torero, 2010). W Polsce, gdzie kukurydza jest dominującym surowcem do produkcji bioetanolu (59% w 2023 r.), wahania cen podniosły koszty produkcji o 10–15% po 2015 r. (Igliński, 2021). W 2022 r. ceny kukurydzy wzrosły o 30% z powodu zakłóceń eksportu z Ukrainy (World Bank, 2023).
<i>Rynki nieuwzględnione w giełdowym obrocie instrumentami pochodnymi w Europie przez większość okresu obserwacji</i>	
Jęczmień i żyto	Literatura dotycząca finansyzacji rynków jęczmienia i żyta jest ograniczona. Mensi i in. (2019) wykazali dwukierunkowe przepływy zmienności między rynkiem jęczmienia a ropy naftowej, sugerując pośredni wpływ finansyzacji przez rynki energii. W Polsce Żelazny (2019) zauważył, że żyto, jako uprawa niszowa, doświadcza mniejszej finansyzacji z powodu niskich wolumenów obrotu na Euronext. Ceny jęczmienia, napędzane popytem na pasze, wzrosły o 15–20% w latach 2015–2022. USDA (2024) podaje, że brak ceł eksportowych na rosyjski jęczmień wskazuje na niższą presję finansyzacji w porównaniu z pszenicą.

Źródło: Opracowanie własne.

Transakcje na rynkach OTC nie są w większości reżimów prawnych objęte obowiązkiem raportowania w czasie rzeczywistym, co z perspektywy badań skutkuje niedostateczną jakością dostępnych danych empirycznych. Modele analityczne oparte na takich danych są podatne na błędy predykcyjne i nie oddają złożoności procesów tworzenia wartości w łańcuchach dostaw. Jak argumentuje Morgan (1990), brak przejrzystości danych uniemożliwia skuteczne wykrycie anomalii cenowych oraz ogranicza zdolność do konstrukcji modeli predykcyjnych zgodnych z rzeczywistością operacyjną. Instrumenty finansowe wykorzystywane na rynkach OTC, takie jak derywaty kredytowe czy kontrakty terminowe typu *forward*, mogą przenosić zmienność cenową do lokalnych rynków surowcowych. Mechanizm ten sprzyja niestabilności ekonomicznej w krajach peryferyjnych, gdzie struktura instytucjonalna nie jest dostatecznie rozwinięta, by absorbować te fluktuacje. Jak pokazują badania Ghosha (2010), finansyzacja zwiększa korelację między rynkami towarowymi a rynkami kapitałowymi, co powoduje podatność na zewnętrzne szoki płynnościowe.

Finansyzacja rynków OTC prowadzi do istotnych zmian w strukturze łańcuchów wartości. W sytuacji dobrze skonstruowanych zabezpieczeń, kontrakty OTC mogą pełnić funkcję bufora przed szokami cenowymi wynikającymi z krótkoterminowej zmienności na giełdach. W wielu przypadkach podmioty korzystają z finansowania przedsezonowego bądź kredytów udzielanych w ramach umów OTC przez kontrahentów lub banki (por. Clapp, 2014).

Giełdy towarowe pełnią centralną funkcję w obrocie towarami rolnymi. Stanowią one zinstytucjonalizowany mechanizm cenotwórczy oraz dostarczają narzędzi w celu zarządzania ryzykiem. Z perspektywy prowadzonych badań, kluczowymi dla funkcjonowania obrotu towarowego były paryska giełda MATIF (fr. *Marché à Terme International de France*, działająca w ramach sieci giełd Euronext) i londyńska ICE (*Intercontinental Exchange*). Wynika to faktu, że lokalne giełdy towarowe oraz rynek pozagiełdowy są znacznie mniej istotne dla podmiotów sektora finansowego, niż dla znacznej części producentów i kupców. Nawet jednak ograniczając się do analizy rynków towarowych w pełni zintegrowanych z finansowymi, można zauważyć ich znaczną fragmentację. W ramach giełd, różne grupy traderów różni nie tylko skala obrotu, cele i stosowane strategie, lecz nawet rodzaje wykorzystywanych danych.

Pierwszą grupę stanowią podmioty, których działalność gospodarcza jest bezpośrednio związana z fizycznym towarem będącym przedmiotem obrotu. Zalicza się do nich producentów, przetwórców, eksporterów, importerów oraz przedsiębiorstwa zajmujące się handlem fizycznym (ang. *merchandisers*). Ich aktywność rynkowa nie jest ograniczona do fizycznego obrotu towarami, jednak głównym celem ich uczestnictwa w rynku instrumentów pochodnych jest *hedging*, czyli zabezpieczenie się przed ryzykiem cenowym.

Drugą grupę stanowią podmioty niezajmujące się obrotem towarowym, tj. NCT. Należą do nich przede wszystkim inwestorzy spekulacyjni, jednak kluczową cechą, która ich wyróżnia nie jest horyzont czasowy, lecz raczej brak kontaktu z towarem w rozumieniu fizycznego przedmiotu obrotu. Do tej kategorii należą fundusze inwestycyjne, fundusze emerytalne, banki inwestycyjne, a także wyspecjalizowane firmy tradingowe. W ramach NCT, najważniejszą ze względu na rolę w procesie kształtowania cen grupę stanowią instytucjonalni uczestnicy rynku. Są to podmioty operujące w oparciu o zaawansowaną infrastrukturę technologiczną, analityczną i organizacyjną. Ich decyzje są także często wspierane przez algorytmy tradingowe. Wśród uczestników instytucjonalnych należy wyodrębnić kilka podkategorii o odmiennym profilu inwestycyjnym i horyzoncie czasowym, które zostały przedstawione w Tabeli 4. Ten podział ma istotne znaczenie analityczne i regulacyjne, ponieważ różne grupy uczestników w odmienny sposób wpływają na zmienność cen, głębokość rynku oraz skuteczność instrumentów hedgingowych. Organy nadzoru⁵³, stosując wymienione klasyfikacje m.in. przy ustalaniu limitów pozycji oraz na potrzeby analiz wpływu spekulacji na rynki rolne.

W analizowanym okresie dwie kluczowe giełdy towarowe, Euronext (segment MATIF) oraz ICE Futures Europe, nie pozostawały w relacji konkurencyjnej względem siebie. Pełniły one raczej komplementarne funkcje w strukturze europejskiego i globalnego rynku towarowego. Giełda EURONEXT odgrywała dominującą rolę w obrocie kontraktami terminowymi na zboża. Szczególnie istotnym towarem była pszenica konsumpcyjna (fr. *blé meunier*), a w dalszej kolejności także kukurydza oraz do roku 2014 jęczmień⁵⁴. Kontrakty na pszenicę konsumpcyjną, denominowane w walucie euro, stanowiły główny punkt odniesienia cenowego dla europejskich rynków zbóż. Notowania kukurydzy i jęczmienia charakteryzowały się niższą płynnością oraz większą sezonowością, jednak ich znaczenie rosło w kontekście zarządzania ryzykiem cenowym w sektorze paszowym. Rynek ICE Futures Europe pełnił istotną rolę w obrocie cukrem, w szczególności odpowiadającym specyfikacji ICE *Sugar No. 11*⁵⁵, i produktami rolnictwa tropikalnego. Oprócz tego, na ICE prowadzono obrót pszenicą paszową z przeznaczeniem na rynek brytyjski. Kontrakty te mają charakter fizycznej dostawy do magazynów zatwierdzonych

⁵³ Np. ESMA (Europejski Urząd Nadzoru Giełd i Papierów Wartościowych, ang. *European Securities and Markets Authority*) czy amerykańska CFTC (*Commodity Futures Trading Commission*).

⁵⁴ Obrót ciągły kontraktami *futures* na jęczmień na giełdzie EURONEXT (symbol BM) został zawieszony od końca października 2014 r., a ostatnim terminem zapadalności kontraktów, dla których dostępne były notowania bieżące był sierpień 2015 r. Giełda ICE nie prowadziła w okresie badań obrotu kontraktami tego typu. Jęczmień stanowi mimo to przedmiot obrotu na giełdach towarowych (rynk *spot*).

⁵⁵ Cukier w standardzie nr 11 stanowi globalny punkt odniesienia i jest nośnikiem informacji o światowym rynku cukru surowego. Spośród innych standardów znajdujących się w obrocie na giełdach towarowych można wymienić cukier nr 5, odpowiadający cukrowi rafinowanemu i uwzględniający marżę przetwórcze, oraz cukier nr 16 dla rynku USA. Różnice między standardami sprawiają, że rynki cukru spełniającego poszczególne z nich pełnią funkcje odmienne i komplementarne.

przez ICE, a ich denominacja w dolarach amerykańskich odzwierciedla integrację z globalnymi rynkami surowcowymi cukru.

2.4 Działanie ufinansowanych rynków towarowych

W ujęciu klasycznym, rynki towarowe stanowią mechanizmy alokacji zasobów, oparte na dynamice podaży i popytu na konkretne towary. Ceny odzwierciedlają przede wszystkim czynniki fundamentalne, np. koszty produkcji, wolumeny zapasów, czy użyteczność dóbr. Determinantą podaży jest minimalna cena dopuszczalna, wynikająca z kosztów produkcji zawierających w sobie m.in. koszty nakładów, amortyzacji i minimalny zysk; tworząc funkcję kumulacyjną kosztów jednostkowych. Popyt wynika z maksymalnej gotowości do zapłaty kupujących, ich hierarchii potrzeb i rozkładu bogactwa (Inoua i Smith, 2023). Teoria, sformalizowana przez Workinga (1949; ang. *storage theory*) wyjaśnia, że ceny *futures* odzwierciedlają korzyści wynikające z posiadania (ang. *convenience yield*)⁵⁶ oraz koszty przechowywania zapasów. Wśród podstawowych czynników należy zatem uwzględnić również zależność między niskim poziomem zapasów a zwiększającą się zmiennością cen (Ielpo, 2018).

W kontekście rynków finansowych, modele budowane od lat 30. XX w. uwzględniają dodatkowo rolę *hedgingu* i spekulacji w stabilizacji cen. Keynes (2024 [1930]) argumentował, że spekulacja może stabilizować ceny poprzez absorbowanie ryzyka, ale nasilając się, prowadzi do niestabilności rynków. Sraffa (2016 [1960]), analizując produkcję i rozkład wartości na rynkach, zintegrował w swojej teorii ceny i wartości towarów. Teorie te, dotyczące fundamentalnych aspektów działania rynków, zakładają, że rynki towarowe samoistnie dążą do równowagi. Odmienna perspektywa, wynikająca z uznania mechanizmów cenotwórczych na rynkach finansowych przede wszystkim za procesy dynamiczne, odzwierciedlające zagregowane oczekiwania uczestników rynku, ich zachowania oraz reakcje na informacje, uzasadnia przeprowadzenie analizy technicznej. W tym ujęciu cena waloru i wolumen obrotu stanowią wystarczające dane, zawierając w sobie pełnię dostępnej wiedzy rynkowej (Murphy, 1999).

⁵⁶ Klasyczna teoria inwestycyjna opiera się też na założeniu efektywności rynków (Fama, 1970), gdzie ceny odzwierciedlają wszystkie dostępne informacje. Analiza fundamentalna w ujęciu Grahama i Dodda (2003 [1934]) koncentrowała się na wycenie instrumentów finansowych, przede wszystkim z wykorzystaniem analizy wskaźnikowej, zakładając długoterminową zbieżność cen rynkowych z wartością fundamentalną walorów. Ze względu na brak generowania strumieni dochodów przez towary, w odróżnieniu od instrumentów dłużnych lub udziałów w spółkach, pojęcie wartości właściwej (ang. *intrinsic value*), odpowiadające możliwości oszacowania tego rodzaju korzyści z posiadania instrumentu finansowego, nie ma bezpośredniego zastosowania na rynkach towarowych. Tym niemniej, częściowe zastosowanie w analizie rynków towarowych znajduje koncepcja marginesu bezpieczeństwa (ang. *margin of safety*), centralna dla Grahama i Dodda. Poprzez ocenę stosunku ceny rynkowej do kosztów produkcji oraz historycznych przedziałów cenowych, można wnioskować o poziomach kosztów krańcowych produkcji w sposób analogiczny do oceny wartości udziałów w spółkach względem ich fundamentalnej zdolności generowania zysków.

Tabela 4: Typologia uczestników obrotu instrumentami pochodnymi dla rynku towarowego

Kategoria uczestników rynku	Charakterystyka kategorii podmiotów lub ich cele strategiczne	Obszary oddziaływania na rynek	Kategoria CFTC	Kategoria ESMA
Market Makers / Dealerzy	Banki inwestycyjne zapewniające płynność i arbitraż między rynkami (<i>futures</i> –OTC, ICE–EURONEXT, <i>cross-commodity</i>).	Płynność, procesy cenotwórcze, arbitraż	<i>Swap Dealers</i>	<i>Systematic Internalisers / Liquidity Providers</i>
Fundusze hedgingowe (ang. <i>hedge funds</i>)	Aktywna alokacja kapitału: spread trading, momentum, HFT, modele statystyczne.	Spekulacja, zarządzanie ryzykiem	<i>Managed Money (NCT)</i>	<i>Active NCT</i>
Fundusze indeksowe (ang. <i>index funds</i>)	Inwestycje pasywne w indeksy towarowe (np. BCOM, S&P GSCI); rebalansowanie i <i>rolling</i> pozycji.	Długoterminowa presja popytowa	<i>Commodity Index Traders (CIT)</i>	<i>Passive Institutional NCT</i>
Asset managers i fundusze emerytalne	Strategiczna dywersyfikacja portfela poprzez ekspozycję na towary.	Alokacja kapitału, stabilność	<i>CIT</i> lub <i>Commercials</i>	<i>Institutional Investors (często NCT)</i>
Doradcy inwestycyjni (CTAs)	Zarządzanie systematyczne, strategie <i>trend-following</i> i algorytmiczne modele portfelowe.	Systematyczna spekulacja, <i>hedging</i>	<i>Managed Money (NCT)</i>	<i>Systematic NCT</i>
Traderzy indywidualni / detaliczni	Inwestorzy o małej skali, korzystający z platform brokerskich, o ograniczonej analizie.	Niska płynność, niska rola cenotwórcza	<i>Non-Reportable Positions</i>	<i>Retail NCT</i>
Commercials / End-users	Przedsiębiorstwa fizycznie działające na rynku towarowym (produkcja, przetwórstwo, eksport/import).	<i>Hedging</i> fizycznej ekspozycji	<i>Commercial Traders (CT)</i>	<i>Commercials (CT)</i>

Źródło: Opracowanie własne.

Podstawy analizy technicznej sięgają przełomu XIX i XX w.⁵⁷. W tym podejściu rynki wykazują inercję cenową na skutek powolnej dyfuzji informacji, heterogeniczności uczestników oraz sekwencyjnego dostosowania oczekiwań. Trendy wynikają z właściwości zbiorowych zachowań, a nie są bezpośrednią konsekwencją zmian fundamentalnych. Analiza techniczna nie uwzględnia zatem problematyki podaży i popytu, lecz określa ich wzajemny stosunek. Obserwacja tzw. formacji cenowych, poziomów wsparcia i oporu oraz struktur wolumenowych dostarcza danych empirycznych analogicznych do minimalnej ceny dopuszczalnej i maksymalnej gotowości do zapłaty (Edwards i in., 2018).

Istotnym elementem analizy technicznej jest założenie o braku efektywności informacyjnej rynku w krótkim i średnim okresie, co stoi w sprzeczności ze ścisłą interpretacją hipotezy rynku efektywnego. Badania empiryczne (Jegadeesh i Titman, 1993; Brock i in., 1992) wskazują na istnienie statystycznie istotnych anomalii, takich jak powrót do średniej czy sezonowość, które pozwalają uzasadnić stosowanie analizy technicznej, zwłaszcza na rynkach towarowych o ograniczonej płynności i silnym udziale podmiotów niezaangażowanych w komercyjny obrót towarami w formie fizycznej. W kontekście rynków *futures* analiza techniczna pełniła historycznie istotną rolę jako narzędzie decyzyjne podmiotów sektora finansowego. W literaturze

⁵⁷ Zwyczajowo, jako pierwszą spójną teorię w zakresie analizy technicznej przywołuje się teorię Dowa, zgodnie z którą ceny poruszają się w trendach, a trendy utrzymują się do momentu jednoznacznego odwrócenia (Benjamin, 1942). Z perspektywy metodycznej, analiza techniczna lokuje się bliżej empirycznego, indukcyjnego opisu rynku niż dedukcyjnych teorii wartości czy produkcji. Jej zastosowanie jest szczególnie rozpowszechnione w sytuacjach, gdy dane fundamentalne są niepełne, opóźnione lub obciążone znaczną niepewnością. Historycznie charakterystyka ta odpowiadała wielu rynkom towarowym, a obecnie dotyczy przede wszystkim tradingu wysokich częstotliwości.

Poza klasycznym podziałem na analizę techniczną i fundamentalną, literatura wyróżnia szereg innych podejść do analizy rynków finansowych i towarowych, których wspólnym mianownikiem jest zazwyczaj skupienie się na różnych aspektach procesu kształtowania się cen. Do tych często grupowanych z analizą techniczną należą m.in. analiza ilościowa i statystyczna, koncentrujące się na wykrywaniu struktur i regularności w danych (Tsay, 2014), niezależnie od ich przyczyn fundamentalnych, w tym z wykorzystaniem modeli szeregów czasowych czy nieparametrycznych metod uczenia maszynowego, pozwalających na identyfikację sygnałów i reżimów rynkowych.

Zwyczajowo analiza behawioralna rynków traktowana jest oddzielnie (Kahneman i Tversky, 1979; Russell i Thaler, 1985; Barberis i in., 1998; Shiller, 2003). Koncentruje się ona na systematycznych różnicach między zachowaniami uczestników rynku i odchyleniami tych zachowań od modeli racjonalnych. Wyjaśnia jednak utrzymywanie się niektórych wzorców obserwowanych w analizie technicznej.

Za metody bliższe konceptualnie analizie fundamentalnej można uznać analizę mikrostruktury rynku oraz analizę przepływów i pozycji rynkowych. Pierwsze z tych podejść (Neal, 1987; Easley i O'Hara, 1995) bada mechanizmy formowania się cen na poziomie transakcji, uwzględniając przepływy zleceń, rozpiętości między ceną kupna a sprzedaży, głębokość rynku oraz asymetrię informacji między uczestnikami. Analiza przepływów i pozycji bada z kolei strukturę ryzyka i jej ewolucję w czasie, obejmując m.in. raporty *Commitments of Traders*, przepływy w funduszach typu ETF oraz cykle magazynowe w sektorze towarowym. Umożliwia ona interpretację krótkookresowych wahań cen oraz zachowań podmiotów sektora finansowego (de Roon i in., 2000; Etula, 2013).

przedmiotu (Irwin i Park, 2007; Menkhoff i Taylor, 2007) podkreśla się, że uczestnictwo w rynku podmiotów wykorzystujących analizę techniczną może wzmacniać krótkookresową zmienność, ale jednocześnie poprawiać płynność rynków i efektywność mechanizmów cenotwórczych, zwłaszcza w warunkach szoków podażyowych i popytowych. Stanowi to, paradoksalnie, wniosek spójny ze spostrzeżeniami Keynesa (1930).

Finansyzacja rynków towarowych sprawia, że środowisko obrotu w coraz większym stopniu sprzyja takim metodom analizy, które pozwalają tłumaczyć zmienność cen na podstawie czynników innych niż fundamentalne (Glück i Adams, 2025)⁵⁸. Uczestnictwo podmiotów sektora finansowego w transakcjach na rynkach towarowych zwiększa płynność i wolumen obrotów, a jednocześnie sprawia, że oczekiwania dotyczące dynamiki cen i ryzyka stają się coraz istotniejszymi determinantami zachowań rynkowych; zmienne te funkcjonują zaś do pewnego stopnia w oderwaniu od kształtowania się równowagi między popytem i podażą⁵⁹. Fry-McKibbin i McKinnon (2023) przeanalizowały ewolucję finansyzacji za pomocą modelu identyfikującego czynniki latentne. Autorki wskazują na zwiększoną współzależność cen na rynkach towarowych z kursami walut i notowaniami akcji w krajach eksportujących towary, co zmniejsza potencjalne korzyści z dywersyfikacji portfeli inwestycyjnych. Badania te podkreślają, że finansyzacja, jako zjawisko, podlega działaniu czynników egzogennych, takich jak bieżąca koniunktura gospodarcza i sytuacja na rynku instrumentów dłużnych.

W literaturze dotyczącej finansyzacji rynków towarowych zauważa się rosnący wpływ aktywności podmiotów finansowych, takich jak fundusze indeksowe, fundusze typu ETF, fundusze hedgingowe oraz inwestorzy portfelowi na kształtowanie warunków obrotu. Aktywność podmiotów finansowych wzmacnia integrację rynków

⁵⁸ Glück i Adams (2025) podkreślają także nieliniową i nierównomierną naturę finansyzacji, z rosnącą zależnością ogonową (ang. *tail-dependence*) między *futures* na rynkach towarowych, a rynkiem akcji. Jako przyczynę tej zależności wskazują oni zachowania stadne (ang. *herding*). Współczynniki zależności ogonowej mierzą, czy ekstremalne zmiany wartości jednej zmiennej zwiększają prawdopodobieństwo wystąpienia ekstremów w innej zmiennej, nawet jeśli ich zależność w środku rozkładu, np. mierzona korelacją liniową, jest słaba lub zerowa. Zależność ogonowa odpowiada zatem prawdopodobieństwu, że jedna zmienna przyjmie wartość ekstremalnie wysoką lub niską pod warunkiem wystąpienia analogicznego zdarzenia ekstremalnego dotyczącego wartości drugiej zmiennej. Już na podstawie wcześniejszych badań (Basak i Pavlova, 2016), można było zauważyć ograniczony długoterminowy wzajemny wpływ dynamiki cen na poszczególnych rynkach towarowych, z wyłączeniem okresów kryzysowych.

⁵⁹ W szczególności dotyczy to tradingu algorytmicznego, gdzie decyzje o kupnie lub sprzedaży instrumentów finansowych są zautomatyzowane i dokonują się w czasie bieżącym, częściej w reakcji na aktualną sytuację rynkową, niż w odpowiedzi na informacje dotyczące podstaw działania rynków towarowych.

finansowych i towarowych, a instrumenty finansowe oparte na surowcach pełnią funkcję kanałów transmisji ryzyka i zmienności między rynkami finansowymi a towarowymi (Górka i Kuziak, 2024). Skala dynamicznych powiązań (ang. *connectedness*) między funduszami typu ETF zorientowanymi na sektory energetyczny i paliw kopalnych, a wskaźnikami zmienności rynku finansowego, wskazują na silną integrację obu segmentów rynku. Rosnące znaczenie nietradycyjnych strategii inwestycyjnych, takich jak inwestowanie pasywne, strategie oparte na czynnikach (ang. *factor investing*), czy strategie zaangażowane ideowo⁶⁰, wpływa na wzrost zmienności rynku (Górka i Kuziak, 2022) oraz skali zjawisk które nie są związane z czynnikami fundamentalnymi i nie zawsze znajdują wytłumaczenie na gruncie analizy technicznej lub teorii behawioralnych. Zgodnie z podejściem opartym na zależności między koniunkturą rynkową a zachowaniami poszczególnych aktywów, tzw. *beta-approach*, oznacza to większą wrażliwość aktywów na zmiany systemowe i szoki rynkowe wynikające z globalnych przepływów kapitału.

Studia nad współzależnościami między zjawiskami zachodzącymi na rynkach towarowych i finansowych dotyczą jednak przede wszystkim rynków metali szlachetnych i surowców energetycznych. Zachowania inwestorów finansowych oraz przepływy kapitału na rynkach metali szlachetnych i surowców energetycznych (Pruchnicka-Grabias, 2021) różnią się jednak od mechanizmów obserwowanych na rynkach towarów rolnych. Metale szlachetne są postrzegane jako alternatywna forma inwestycji (Pruchnicka-Grabias, 2017) oraz instrument zabezpieczający wartość kapitału w okresach podwyższonej niepewności gospodarczej, inflacji i kryzysów monetarnych. Z kolei surowce energetyczne traktowane są często jako wskaźnik koniunktury gospodarczej, ze względu na silne powiązanie cen paliw z poziomem aktywności przemysłowej, a czynniki ryzyka na tych rynkach mają, w większym stopniu, niż w innych kategoriach dóbr fizycznych, charakter wynikający z sytuacji geopolitycznej państw eksportujących ropę naftową. W rezultacie decyzje inwestorów na tych rynkach są w determinowane innego rodzaju czynnikami makroekonomicznymi i finansowymi niż w przypadku towarów rolnych.

Bieżący konsensus naukowy sugeruje zatem, że finansyzacja może destabilizować poszczególne rynki w krótkim terminie, jednak długoterminowo

⁶⁰ Przez strategie zaangażowane ideowo rozumie się strategie inwestycyjne uwzględniające wartości, przekonania lub cele pozafinansowe. Mogą one obejmować zarówno, na poziomie indywidualnym, tzw. *investor activism* jak i, w kontekście instytucjonalnym strategie motywowane kryteriami środowiskowymi lub społeczno-politycznymi (ESG).

poprawia ich efektywność informacyjną. Yang i in. (2025) dowodzą, że finansyzacja rynków towarowych hamuje inwestycje firm na rynkach wschodzących, ze względu na tworzenie zachęt do angażowania się przedsiębiorstw w obrót instrumentami pochodnymi, mającymi przynosić wyższą zyskowność, niż działalność podstawowa. W ten sposób badania dotyczące finansyzacji rynków towarowych łączą się ze studiami nad finansyzacją, poświęconymi mikroekonomicznym aspektom tego zjawiska. Tematy dominujące w literaturze przedmiotu zdają się ewoluować w czasie. Wśród publikacji cytowanych w ciągu ostatnich kilku lat, te które ukazały się wcześniej niż w latach 80. i 90. XX w. dotyczą przede wszystkim teorii działania rynku i wyceny towarów, podczas gdy od lat 90., a szczególnie w ostatniej dekadzie rośnie udział analiz empirycznych. Z jednej strony tendencja ta może odzwierciedlać problematykę, której dotyczyły badania; z drugiej zaś – wynikać z szybszego dezaktualizowania się wniosków z prac ściśle empirycznych, bazujących na najnowszych danych, oraz możliwości publikacji artykułów wykorzystujących jednakowy, wykształcony przez danego badacza, warsztat naukowy w analizie różnych zbiorów danych.

2.5 Finansyzacja europejskich rynków towarowych

Finansyzacja rynków towarowych nie jest ograniczona wyłącznie do wzrostu udziału instytucji finansowych w obrocie towarowym, lecz wiąże się także z budowaniem infrastruktury rynkowej oraz ewolucją otoczenia regulacyjnego. Finansyzacja, szczególnie od połowy pierwszej dekady XXI wieku, nasiliła się na skutek intensyfikacji elektronicznego obrotu na giełdach, centralizacji systemów clearingowych⁶¹ oraz implementacji europejskich ram legislacyjnych takich jak MiFID II⁶² i EMIR⁶³.

⁶¹ W aktach normatywnych, tekstach naukowych i polskich tłumaczeniach brak jest jednolitej, precyzyjnej i spójnej terminologii odpowiadającej anglojęzycznej dychotomii między pojęciami *clearing* i *settlement*, a oba angielskie terminy bywają przekładane niespójnie, zazwyczaj jako *rozliczenie* lub *rozrachunek*. W języku angielskim pojęcia *clearing* i *settlement* odnoszą się do odrębnych etapów procesu post-transakcyjnego. *Clearing* obejmuje proces weryfikacji, porównania i uzgodnienia zobowiązań oraz pozycji stron transakcji, zaś *settlement* – likwidację zobowiązań i rzeczywisty transfer środków, papierów wartościowych lub towarów pomiędzy stronami. W celu zapewnienia jednoznaczności, zgodnie z istniejącym uzusem, w dysertacji wykorzystuje się zatem w tekście polskim termin „clearing” jako zapożyczenie.

⁶² Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/65/UE z dnia 15 maja 2014 r. w sprawie rynków instrumentów finansowych oraz zmieniająca dyrektywę 2002/92/WE i dyrektywę 2011/61/UE.

⁶³ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 648/2012 z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie instrumentów pochodnych będących przedmiotem obrotu poza rynkiem regulowanym, kontrahentów centralnych i repozytoriów transakcji.

Podczas piętnastolecia przypadającego po globalnym kryzysie finansowym, który rozpoczął się w 2007 r., warunki funkcjonowania rynków cukru, kukurydzy, jęczmienia, żyta i pszenicy uległy znaczącym przemianom strukturalnym i funkcjonalnym. Transformacje te były skutkiem nie tylko zjawisk właściwych rynkom finansowym, ale przede wszystkim polityki rolnej i środowiskowej Komisji Europejskiej oraz innowacji związanych z gospodarką cyfrową. Przejawem konwergencji rynków fizycznych i finansowych jest np. integracja infrastruktury cyfrowej z systemami transakcyjnymi uczestników rynków. Rozwijająca się architektura rynków sprzyja wzrostowi ich efektywności (por. Fama, 1970), ale zarazem wprowadza nowe elementy ryzyka systemowego, szczególnie w sytuacji szoków egzogenicznych.

W pierwszych latach badanego okresu rola handlu elektronicznego utrwalała się jako dominujący format wymiany towarowej. Giełdy takie jak Euronext czy platforma CME Europe wzmocniły swoją pozycję dzięki implementacji zautomatyzowanych systemów transakcyjnych. Z perspektywy płynności rynkowej oraz dostępności kontraktów terminowych, w szczególności na pszenicę, kukurydzę i cukier, elektronizacja przyczyniła się do istotnego obniżenia kosztów transakcyjnych oraz zwiększenia elastyczności działania uczestników rynku (Gorton & Rouwenhorst, 2006; Clapp i Isakson, 2018). Scentralizowane systemy obrotu zastąpiły różnorodne metody zawierania transakcji giełdowych. Zredukowało to asymetrię informacyjną i poprawiło efektywność cenową rynków. Kluczową instytucją wspierającą proces finansyzacji rynku jest European Commodity Clearing (ECC), która od 2006 r. stopniowo rozszerzała swoje kompetencje w zakresie clearingu, tj. zabezpieczenia zamówień między stronami transakcji obrotu instrumentami finansowymi. Wzrost znaczenia ECC oznacza nie tylko konsolidację rynku rozliczeniowego, lecz także integrację transgraniczną i ograniczenie ryzyka kontrahenta (niem. *Strukturwandel der Clearinginfrastruktur*; Kratz, 2021).

Banki inwestycyjne, fundusze hedgingowe oraz fundusze emerytalne zaczęły w tym okresie postrzegać towary rolne i kontrakty terminowe, a także inwestycje w indeksy giełdowe obejmujące pszenicę, kukurydzę lub cukier, jako aktywa spekulacyjne. Instrumenty te zyskały na popularności także w charakterze instrumentów hedgingowych (Tang i Xiong, 2012; Clapp, 2014). Rozwój funduszy ETF oraz indeksów towarowych umożliwił łatwy dostęp do rynków towarowych zarówno inwestorom instytucjonalnym, jak i detalicznym. W efekcie nastąpiło zwiększenie

płynności rynków, ale również wzrost zmienności cen, co jest zgodne z hipotezą o zmienności napędzanej finansyzacją (ang. *financialization-induced volatility*; Ghosh, 2010). Sprzyjało to inwestowaniu w towary rolne jako aktywa o niskim stopniu korelacji z aktywami rynków kapitałowych. Na skutek takiej polityki, wśród podmiotów niezajmujących się obrotem towarowym wzrósł popyt na kontrakty terminowe na pszenicę, kukurydzę i cukier (Frankel i Rose, 2010), co zwiększyło finansyzację tych rynków. Po 2022 r., gdy EBC zaczął podnosić stopy procentowe⁶⁴, spadła lukratywność finansowanych z kapitału obcego działań na rynkach towarowych, czego skutki można było zauważyć na badanych rynkach.

Okres niskich stóp procentowych po kryzysie finansowym 2008 r. ułatwił napływ kapitału na rynki towarowe. Co więcej, przeprowadzone przez Europejski Bank Centralny przy współudziale innych banków centralnych programy luzowania ilościowego (QE), a od 2015 r. także program zakupu aktywów (APP, ang. *Asset Purchase Programme*), skierowały nadwyżki kapitału w kierunku aktywów fizycznych. Ta płynność ułatwiła transfery między rynkami finansowymi a fizycznymi, intensyfikując ich konwergencję (Isakson, 2015).

Nowe tendencje w zakresie regulacji finansowych również odegrały istotną rolę. Nowelizacja Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rynków instrumentów finansowych (MiFID II) z 2018 r. wprowadziła bardziej rygorystyczny nadzór nad pozycjami spekulacyjnymi i instrumentami pochodnymi. Zwiększyło to przejrzystość rynków, przyczyniając się jednocześnie do wzrostu aktywności pozabankowych podmiotów niezajmujących się obrotem towarowym⁶⁵ na giełdach towarowych. Równolegle, polityka klimatyczna UE pośrednio wpłynęła na strukturę popytu na zboża wykorzystywane do produkcji biopaliw (Millinger i in., 2022), poprzez działanie system handlu kontyngentami emisjami gazów cieplarnianych (EU ETS) i regulacje dotyczące biopaliw.

Od około 2015 r. można zaobserwować w Europie utrwalenie się znacznego udziału strategii algorytmicznych i HFT w obrocie towarowym. Zastosowanie

⁶⁴ Do października 2023 r. stopy procentowe EBC zostały podniesione o 450 punktów bazowych.

⁶⁵ Pojęcie *podmiot niezajmujący się obrotem towarowym* stosuje się jako odpowiednik angielskiego *non-commercial trader*. Oznacza ono dowolnego uczestnika rynku, który nie zawiera transakcji w celu komercyjnym, lecz raczej spekulacyjnym lub inwestycyjnym. Termin ten zdefiniowano w Ustawie o giełdach towarowych (*Commodity Exchange Act*) obowiązującej w Stanach Zjednoczonych Ameryki i jest on wykorzystywany m.in. przez amerykańską Komisję Obrotu Kontraktami Terminowymi (*Commodity Futures Trading Commission*, CFTC). Umożliwia on odniesienie się do podmiotów sektora finansowego zawierających transakcje na giełdach towarowych, niezależnie od przyjmowanego horyzontu czasowego lub strategii rynkowej.

technologii uczenia maszynowego oraz przetwarzania danych w czasie rzeczywistym zmieniło sposób podejmowania decyzji inwestycyjnych wpływających na ilościowe dane dotyczące funkcjonowania rynków towarowych (Easley i in., 2012; Aldridge, 2013), szczególnie w ujęciu całościowym, tj. bez rozróżnienia poszczególnych kategorii uczestników rynków. Obowiązki wynikające z MiFID II, takie jak testowanie algorytmów, limity wartości pozycji rynkowych oraz wymogi przejrzystości, wymusiły standaryzację zachowań uczestników rynku i zwiększyły nadzór nad rynkiem zbóż i cukru. Wprowadzenie tych regulacji przyczyniło się do większej stabilności rynku, lecz jednocześnie zwiększyło bariery wejścia, co ograniczyło konkurencję ze strony mniejszych podmiotów rynku finansowego.

W ramach dalszej finansyzacji obserwujemy również dywersyfikację instrumentów pochodnych. Trend ten wpisuje się w szerszy proces strukturalnej integracji rolnych rynków towarowych. Umożliwia to wdrażanie bardziej złożonych strategii hedgingowych i wspiera funkcję cenotwórczą rynków (Garcia i in., 2018). Równolegle do rozwoju produktowego i algorytmizacji handlu, następuje intensyfikacja procesów regulacyjnych. Implementacja rozporządzeń EMIR i MiFIR wprowadziła standardy raportowania transakcji zawieranych w obrocie pozagiełdowym oraz obowiązki dotyczące przejrzystości i zarządzania ryzykiem. Te zmiany prowadzą w założeniu do obniżania ryzyka systemowego (ESMA, 2023; Gabor, 2021).

Innym przejawem globalizacji struktur rynków towarowych oraz postępującej homogenizacji standardów obrotu jest integracja platform transakcyjnych Euronext, ICE i NYMEX⁶⁶ (New York Mercantile Exchange). Proces ten opiera się na zasadach interoperacyjności technologicznej, zunifikowanych procedurach clearingowych oraz kompatybilnych standardach raportowania i zgodności regulacyjnej. Euronext, jako główny operator europejskich rynków terminowych, rozszerzył swoją współpracę z giełdami pozaeuropejskimi, przyjmując rozwiązania systemowe kompatybilne z ICE i NYMEX, co umożliwiło m.in. arbitraż międzykontynentalny oraz przenoszenie pozycji między rynkami. Taka integracja sprzyja konsolidacji płynności, zmniejsza koszty *hedgingu* i umożliwia globalnym uczestnikom rynku dostęp do zunifikowanych benchmarków, przy jednoczesnym zachowaniu zgodności z lokalnymi reżimami

⁶⁶ Giełda ICE dzięki przejściom, m.in. LIFFE (London International Financial Futures and Options Exchange), i budowie wspólnej infrastruktury obrotu towarami, zarówno energetycznymi, jak i rolnymi, scalała standardy kontraktowe z giełdą NYMEX, należącą do grupy CME. NYMEX, jako wiodąca historycznie giełda towarowa w USA, współpracuje z europejskimi partnerami głównie poprzez systemy CME Globex i CME Clearport, co pozwala na rozliczanie pozycji na poziomie transatlantyckim.

regulacyjnymi, takimi jak MiFID II w Europie czy Dodd-Frank⁶⁷ w USA (Gabor, 2021; Clapp & Isakson, 2018).

W latach 2010–2025, finansyzacja badanych rynków towarów rolnych odzwierciedlała ich rosnącą integrację ze globalnymi rynkami finansowymi. Główne determinanty procesów istotnych z perspektywy badań stanowiły: napływ kapitału inwestycyjnego, zmiany w polityce monetarnej i kluczowe wydarzenia gospodarcze oraz geopolityczne. Najwyraźniejszym przejawem finansyzacji było w badanym okresie zwiększenie zainteresowania inwestorów instytucjonalnych, takich jak fundusze hedgingowe czy indeksowe, udziałem w rynku kontraktów terminowych na towary rolne, prowadzące do większej zmienności cen tych towarów i korelacji z innymi klasami aktywów, takimi jak akcje czy ropa naftowa.

Postępująca integracja europejskich rynków pszenicy, cukru i kukurydzy z globalnymi rynkami finansowymi, szczególnie po kryzysie finansowym lat 2008–2009, zbiegła się w czasie z hossą na światowych rynkach surowcowych. Wzrost przepływów kapitału między rynkami finansowymi i kapitalizacja rynków towarowych były jednak zjawiskami wyraźnie zauważalnymi już w latach poprzedzających ten kryzys (Tang i Xiong, 2010). Wzajemne powiązania między rynkami towarów rolnych a innymi rynkami finansowymi przejawiały się m.in. w rosnącej korelacji między rynkami towarów rolnych a rynkami akcji, szczególnie w okresach wysokich napływów kapitału inwestycyjnego.

Tang i Xiong (2010) wykazali, że towary włączone do indeksów, takich jak S&P-GSCI, charakteryzuje większa ekspozycja na egzogeniczne szoki finansowe, co zwiększa ich korelację z rynkiem akcji. Także ceny ropy naftowej, stanowiącej kluczowy surowiec paliwowy, mają znaczący wpływ na rynki rolne, szczególnie na rynki kukurydzy i cukru, wykorzystywanych w produkcji bioetanolu. Ordu i in. (2018) wskazują rynek ropy naftowej jako główne źródło szoków cenowych na rynkach kukurydzy, pszenicy i cukru, szczególnie w okresach wysokiej płynności finansowej.

Gostomski (2014) zauważa, że finansyzacja rynków towarowych w Europie jest napędzana przez globalne trendy, takie jak deregulacja rynków finansowych i rozwój instrumentów pochodnych. Prowadzi to do wzrostu zmienności cen pszenicy, kukurydzy i cukru, szczególnie w odpowiedzi na szoki makroekonomiczne. Także Ratajczak (2017) stwierdza, że finansyzacja rynków towarowych w Europie zwiększyła

⁶⁷ Przepisy wprowadzone w USA na skutek ustawy *Dodd–Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act*, Pub. L. 111–203, z dnia 21 lipca 2010.

ich podatność na globalne szoki finansowe, co prowadziło do synchronizacji ruchów cenowych między pszenicą, kukurydzą a rynkami akcji i ropy naftowej.

Tabela 5: Systemy transakcyjne najważniejszych giełd towarów rolnych na świecie

Giełda	Inauguracja handlu elektronicznego	Pełna migracja do trybu elektronicznego	Kluczowe platformy transakcyjne
CBOT (Chicago)	1994 (Project A)	2007–2008 (GLOBEX)	Project A, e-cbot, GLOBEX
CME (Chicago)	1992 (GLOBEX 1)	2006–2015	GLOBEX
ICE (Londyn)	2000 (wyłącznie obrót elektroniczny). Od 2008 obejmuje także towary rolne z NYBOT		ICE platform
MATIF (Paryż)	Lata 90. (stopniowo)	2001	Euronext Optiq (przed 2017: NSC)
NYMEX (Nowy Jork)	2006	2008–2012 (przez CME GLOBEX)	GLOBEX
TOCOM (Japonia)	2011	2020 (JPX integracja)	Next J-Gate
ZCE/DCE (Chiny)	2000–2010 (stopniowo)	2010	Własne platformy (DCE Trader, CTP)

Zródło: Opracowanie własne.

Ekspansywna polityka monetarna, prowadzona m.in. za pomocą narzędzi niekonwencjonalnych, takich jak luzowanie ilościowe i ujemne stopy procentowe, skutkowałą zwiększeniem napływu kapitału na rynki towarowe, a przez to – wzrostem zmienności cen. Kluczowe wydarzenia, takie jak kryzys zadłużenia publicznego na początku badanego okresu⁶⁸, pandemia COVID-19 i wojna w Ukrainie, dodatkowo wzmocniły te procesy. Uwidacznia to rosnącą integrację rynków rolnych z globalnym

⁶⁸ Trwający w latach 2009–2015 kryzys związany był z ujawnieniem, że rzeczywisty deficyt budżetowy Grecji znacznie przekraczał wcześniejsze dane. Spowodowało to gwałtowny spadek zaufania inwestorów i gwałtowny wzrost rentowności greckich obligacji, a problemy dotknęły także inne „peryferyjne” państwa UE, tworzące tzw. „grupę PIIGS” (Portugalia, Irlandia, Włochy, Grecja, Hiszpania). Odpowiedzią UE i Międzynarodowego Funduszu Walutowego (MFW) było utworzenie programów pomocowych, unii bankowej oraz Europejskiego Mechanizmu Stabilności (ESM), a także wzmocnienie nadzoru fiskalnego i większa koordynacja polityki gospodarczej w strefie euro. Wprowadzone w państwach dotkniętych kryzysem programy ograniczenia wydatków publicznych przyczyniły się do spadku atrakcyjności inwestycyjnej dotkniętych kryzysem państw Europy południowej, recesji gospodarczej i wywoływały sprzeciw wielu grup społecznych.

systemem finansowym. W polskiej literaturze finansyzację postrzega się jako czynnik zwiększający ryzyko dla bezpieczeństwa żywnościowego i stabilności cen, co sugeruje potrzebę dalszych badań nad jej długoterminowymi skutkami.

Po okresie dynamicznego wzrostu cen surowców na początku XXI w., w połowie drugiej dekady dobiegł końca tzw. boom towarowy. Do spadku cen wielu surowców, w tym ropy naftowej, metali przemysłowych i produktów rolnych przyczyniły się m.in. spadek światowej dynamiki popytu na surowce, ich rosnąca podaż oraz rozwój potencjału produkcyjnego energii słonecznej i eolicznej, związany ze spadkiem kosztów produkcji tych rodzajów energii odnawialnej. W efekcie nastąpił znaczny odpływ kapitału z rynków towarowych, również z pięciu rynków badanych w dysertacji, a zainteresowanie inwestorów instytucjonalnych surowcami jako klasą aktywów wyraźnie osłabło. Zmiana ta zapoczątkowała nowy etap funkcjonowania globalnych rynków towarowych. Po okresie dekonunktury nastąpiły dwie fale destabilizacji, związane kolejno z pandemią COVID-19 oraz z konfliktem zbrojnym trwającym od lutego 2022 r. w Ukrainie. Wydarzenia powodujące destabilizację nie tylko spowodowały zakłócenia w funkcjonowaniu globalnych łańcuchów dostaw, lecz także znacząco wpłynęły na ceny, wolumeny obrotu i strukturę rynku.

Pandemia COVID-19 wywołała w latach 2020–2021, zmiany zarówno w funkcjonowaniu łańcuchów logistycznych, jak i w popycie konsumenckim. W konsekwencji, nastąpiły gwałtowne wahania cen towarów rolnych, szczególnie cukru i kukurydzy. Wzrost zainteresowania inwestorów instytucjonalnych towarami jako aktywami dywersyfikującymi portfele dodatkowo zwiększył zmienność cen. W 2020 r. Europejski Bank Centralny (EBC) wprowadził jednak „Program Zakupów Awaryjnych w Sytuacji Pandemii” (PEPP, ang. *Pandemic Emergency Purchase Programme*), co dodatkowo zwiększyło płynność i napływ kapitału na rynki towarowe.

Z kolei konflikt w Ukrainie wywołał znaczne zakłócenia na rynkach pszenicy i kukurydzy. Z jednej strony wynika to z roli Ukrainy, będącej kluczowym eksporterem tych towarów. Pośrednio na ceny towarów rolnych wpłynął dodatkowo wzrost cen energii, wywołany ograniczeniami w dostawach gazu ziemnego oraz sankcjami handlowymi nałożonymi przez Komisję Europejską na podmioty zaangażowane w eksport tego paliwa z Rosji. Wzrost cen gazu ziemnego podniósł koszty produkcji rolnej, a niepewność z nim związana była zauważalna w obrocie kontraktami terminowymi na towary rolne.

Finansyzacja europejskich rynków towarów rolnych w latach 2010–2024 znacząco zmieniła ich dynamikę. Najwyraźniejszym skutkiem finansyzacji był wzrost korelacji cen badanych towarów z innymi aktywami na rynkach finansowych, przede wszystkim akcji i ropy naftowej. Notowania pszenicy, cukru i kukurydzy w największym stopniu podlegają transmisji szoków cenowych, podczas gdy na rynkach jęczmienia i żyta efekt rozlewania się tych szoków jest mniej widoczny. Europejskie rynki towarowe, obejmujące cukier, kukurydzę i pszenicę, doświadczyły w latach 2010–2024 istotnych zmian. Do głównych ich uwarunkowań należały czynniki klimatyczne, geopolityczne, technologiczne i polityczne. Wpływały one nie tylko na krótkoterminowe wahania cen, lecz także na strukturalne determinanty podaży i popytu na te towary. Główne tendencje na poszczególnych rynkach przedstawia Tabela 6.

Reformy Wspólnej Polityki Rolnej w całym badanym okresie, lecz szczególnie po 2020 r., kładły nacisk na zrównoważony rozwój i oddziaływały na strategię produkcyjną oraz eksportową. Zniesienie kontyngentów na produkcję cukru w 2017 r. miało silny wpływ na rynek cukru, prowadząc do powstania nadwyżki podaży i załamania cen. Producenci w UE, przede wszystkim Niemcy i Francuzi, musieli zwiększyć efektywność kosztową i skoncentrować się na eksporcie, konkurując z globalnymi graczami, takimi jak Brazylia (Komisja Europejska, 2018). Jednocześnie polityka środowiskowa, w tym dyrektywa RED II, zwiększyła popyt na kukurydzę i buraki cukrowe do produkcji biopaliw, w tym etanolu, co częściowo zrekompensowało spadki cen cukru (Komisja Europejska, 2020).

Wykorzystanie, coraz powszechniej stosowanych, rozwiązań z zakresu rolnictwa precyzyjnego, pozwala częściowo łagodzić skutki zmian klimatycznych (Komisja Europejska, 2020), jednak wysokie koszty wdrożenia tych technologii ograniczyły ich dostępność, szczególnie dla mniejszych gospodarstw. To właśnie zmiany klimatyczne należały do głównych wyzwań dla europejskich producentów rolnych. Ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak susze w latach 2018 i 2022, spowodowały spadek plony buraków cukrowych, pszenicy i kukurydzy w kluczowych obszarach upraw (Komisja Europejska, 2023). Według FAO (2023) susza w 2022 r. zmniejszyła plony pszenicy w Europie o około 5–10% w porównaniu z rokiem poprzednim, co przyczyniło się do wzrostu cen. Plony kukurydzy spadły w Europie o około 8%, czego skutkiem były przejściowe niedobory surowca do produkcji

bioetanolu (USDA, 2024). Zbiory jęczmienia również ucierpiały z powodu suszy, co ograniczyło podaż na rynkach eksportowych (USDA, 2024)⁶⁹.

Pandemia COVID-19 dodatkowo zaostrzyła problemy logistyczne, powodując niedobory siły roboczej i zakłócenia w transporcie. Zmiany we wzorcach konsumpcji, takie jak paniczne zakupy żywności w 2020 r., tymczasowo zwiększyły popyt na pszenicę i cukier, ale jednocześnie obnażyły kruchość globalnych łańcuchów dostaw (Komisja Europejska, 2021). Te wydarzenia podkreśliły znaczenie bezpieczeństwa żywnościowego, które stało się priorytetem politycznym UE. Pandemia COVID-19 tymczasowo zwiększyła wykorzystanie etanolu w sektorze medycznym, co w 2020 r. przekierowało 10% produkcji bioetanolu, tj. ok. 500 mln litrów, na cele pozapaliwowe (Komisja Europejska, 2021).

Konflikt w Ukrainie od 2022 r. wywołał poważne zakłócenia na globalnych rynkach zbóż, szczególnie pszenicy i kukurydzy. Blokady portów czarnomorskich oraz problemy logistyczne ograniczyły eksport ukraińskiej pszenicy o blisko 40% w 2022 r., co wywołało kryzys na światowych rynkach zbóż, a ceny pszenicy gwałtownie wzrosły (World Bank, 2023). UE, częściowo zależna od importu z regionu Morza Czarnego, musiała szukać alternatywnych dostawców, takich jak Kanada czy Australia, co zwiększyło koszty i skomplikowało łańcuchy dostaw. Na rynku kukurydzy, będącej surowcem do produkcji biopaliw i pasz, również wystąpiły niedobory, które przełożyły się na wyższe ceny w UE (FAO, 2023).

⁶⁹ Rynki jęczmienia, napędzane popytem ze strony przemysłu piwowarskiego, odczuły skutki pandemii, która ograniczyła konsumpcję piwa w 2020 r. Mimo to, długoterminowy trend wzrostu konsumpcji piwa w UE wspierał stabilny popyt (USDA, 2024). Z kolei produkcja żyta, jako uprawy niszowej, wpisała się w trend rosnącego zainteresowania żywnością ekologiczną i regionalną, szczególnie w Niemczech i Polsce. Jego znaczenie globalne pozostało jednak ograniczone.

Żyto jest towarem, którego obrót nie odbywa się ani na giełdzie Euronext, ani CBOT. Choć są dostępne historyczne notowania, ostatnim kontraktem w obrocie na giełdzie CBOT były *futures* z dostawą w maju 1971 r. Wycofanie kontraktów terminowych na żyto z obrotu w latach 1970–1971 wynikało z niewielkiego wolumenu obrotów i braku płynności tego rynku. Ten przejaw definsyzacji należy jednak rozpatrywać raczej jako skutek dążenia do zwiększenia efektywności operacyjnej giełdy CBOT, niż kontrargument negujący ogólne zjawisko postępującej finansyzacji. Zaprzestanie obrotu *futures* na żyto odzwierciedlało również szersze zjawisko reorientacji giełd towarowych na bardziej aktywne i płynne instrumenty finansowe, które odzwierciedlały zmieniającą się strukturę amerykańskiego rolnictwa oraz ewolucję potrzeb hedgingowych uczestników rynku, podobnie jak w przypadku rezygnacji giełdy Euronext z prowadzenia notowań ciągłych jęczmienia.

Z punktu widzenia ekonomii rolnictwa oraz mechanizmów rynków finansowych, podstawową przyczyną spadku obrotu *futures* na żyto była malejąca rola tego zboża w amerykańskim sektorze rolnym. W drugiej połowie XX w. znaczenie żyta jako zboża konsumpcyjnego i paszowego systematycznie malało, ustępując pszenicy, kukurydzy oraz soi. W Europie zachodniej, poza krajami niemieckojęzycznymi, lub na obszarach górskich krajów południowoeuropejskich, producenci zazwyczaj wykorzystują grunty nadające się na uprawę żyta jako pastwiska bądź decydują się na produkcję owsa lub upraw paszowych. Nie są to jednak istotne źródła surowca do produkcji biopaliw, w tym bioetanolu. Warunki sprzyjające uprawie żyta, to chłodny klimat, który charakteryzują krótki okres wegetacyjny i możliwość wystąpienia silnego mrozu (do -25°C), oraz gleby lekkie, piaszczyste i kwaśne (pH 5,0–6,5), w tym ubogie w składniki odżywcze. Zboże to toleruje suszę i dobrze znosi okresowy niedobór wody. W takich warunkach jest możliwa produkcja owsa, stanowiącego towar w obrocie na rynkach finansowych, a także m.in. łubinu, gryki, prosa i niektórych roślin włóknistych, np. konopii.

Tabela 6: Zestawienie głównych tendencji i uwarunkowań funkcjonowania badanych rynków surowców wykorzystywanych do produkcji bioetanolu pierwszej generacji w latach 2010–2024.

Towar	Główne trendy	Uwarunkowania funkcjonowania rynku w Europie
Cukier	- Zniesienie kontyngentów na produkcję cukru w UE w 2017 r. spowodowało nadwyżkę podaży i załamanie cen oraz uruchomiło mechanizmy adaptacyjne. - Wzrost wykorzystania trzciny i buraków w produkcji etanolu w ujęciu bezwzględnym. - Spadek, szczególnie w ujęciu względnym, udziału przemysłu spożywczego w zużyciu surowca.	- Presja konkurencyjna wobec producentów, spowodowana importem i relatywnie niskimi cenami na rynkach światowych. - Pandemia COVID-19 zakłóciła łańcuchy dostaw, ale przyczyniła się do wzrostu popytu na etanol. - Polityka zrównoważonego rozwoju wspiera produkcję bioetanolu. - Czynniki pogodowe i klimatyczne, np. susze w 2018 i 2022 r. utrudniały planowanie produkcji.
Pszenica	- Słabnąca pozycja na rynku światowym, choć jest to kluczowy produkt rolny UE i jeden z głównych towarów eksportowych sektora rolno-spożywczego. - Ograniczanie stosowania pestycydów i wzrost upraw rolnictwa ekologicznego z przeznaczeniem na konsumpcję. - Rosnące obawy dotyczące bezpieczeństwa żywnościowego w warunkach zrównoważonej produkcji.	- Wysoka zmienność ceny pszenicy na rynkach lokalnych w wyniku wahań podaży i tymczasowych zakłóceń w globalnych łańcuchach dostaw, choć nie w pełni przekładająca się na ceny produktów konsumenckich. - Wzrost kosztów produkcji z powodu drożejących nawozów i energii. - Wzmoczone działania władz wspólnotowych na rzecz stabilizacji rynku, będącego kluczowym elementem systemu żywnościowego UE.

Ciąg dalszy tabeli na kolejnej stronie.

Tabela 6 – kontynuacja.

Towar	Główne trendy	Uwarunkowania funkcjonowania rynku w Europie
Kukurydza	- Europa środkowa (i po 2022 r. Ukraina) stawiała się kluczowym eksporterem. - Rosnąca elastyczność łańcuchów dostaw. - Wzrost popytu spoza przemysłu spożywczego.	- Okresowe wzrosty cen w wyniku zakłóceń w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw. - Polityka implikowana przez RED II zwiększyła popyt na kukurydzę do produkcji etanolu. - Wahania pogodowe w Europie wpływały na plony, np. susza w 2022 r.
Jęczmień	- Produkcja piwa: wzrost popytu związanego z przemysłem piwowarskim, szczególnie do 2019 r. - Zmiany klimatyczne prowadziły do spadku produkcji. - Rosnące znaczenie rynków poza UE.	- Popyt jest w głównej mierze funkcją kondycji przemysłu piwowarskiego. - Konkurencja z innymi zbożami (np. kukurydzą) w paszach. - Wysokie koszty energii i nawozów zwiększyły koszty produkcji.
Żyto	- Stabilny, ale ograniczony rynek zbytu. - Rosnące zainteresowanie żywnością regionalną i ekologiczną wspiera popyt.	- Towar wyłączony lub nie włączony do obrotu na giełdach, brak właściwych instrumentów pochodnych. - Odporność klimatyczna: żyto lepiej, niż inne zboża, radzi sobie w trudnych warunkach glebowych. - Niskie marże z powodu małej skali produkcji. - Koncentracja produkcji w Niemczech i Polsce. - Popyt na produkty niszowe przekłada się na warunki funkcjonowania całego rynku.

Źródło: Opracowanie własne.

2.6 Określenie zakresu badań oryginalnych

Badania dotyczące finansyzacji rynków rolnych prowadzone były szczególnie intensywnie pod koniec pierwszego i na początku drugiego dziesięciolecia XXI w⁷⁰. Badania te dokumentują ówczesne zjawiska rosnącej digitalizacji rynków towarowych, rozwoju obrotu elektronicznego handlu i wzrostu zainteresowania tymi rynkami ze strony inwestorów instytucjonalnych. Publikacje datowane od połowy drugiej dekady XXI w. coraz mniej systematycznie kontynuowały jednak analizy tych zjawisk. Brak źródeł naukowych dotyczy szczególnie rynków europejskich, podlegających odmiennym warunkom regulacyjnym i strukturalnym niż w USA.

W kontekście UE istnieje jednak pewna ograniczona liczba prac empirycznych analizujących sposób, w jaki zmiany instytucjonalne, algorytmizacja handlu, czy integracja międzynarodowa wpływają na efektywność rynków. O ile problematyka finansyzacji agrobiznesu doczekała się, także w Europie, stosunkowo obszernych opracowań, przełożenie mechanizmów działania rynków finansowych na rynki towarów rolnych, ewolucji tych ostatnich w odpowiedzi na digitalizację i algorytmizację, oraz zmian regulacyjnych i kulturowych uznaje się za obszerną lukę badawczą. Potrzebę badań w tym zakresie motywuje zaś konieczność właściwej oceny roli finansyzacji w przemianach w rolnictwie. Co więcej, istniejące publikacje dotyczące finansyzacji w sektorze rolnym są w dużej mierze skoncentrowane na krótkookresowych efektach cenowych. Finansyzacja bywa traktowana jako zjawisko jednorodne, oderwane od specyfiki rolnictwa, w tym od sezonowości na rynkach. Brakuje zatem pogłębionej oceny długoterminowych, makroekonomicznych konsekwencji finansyzacji, charakterystycznych dla sektora rolnego, które wykraczałyby poza standardowe miary efektywności rynku i integracji finansowej. Jednocześnie dotychczasowe podejścia rzadko podejmują próbę wyjaśnienia, w jaki sposób finansyzacja wpływa na ewolucję łańcucha wartości w rolnictwie, w tym na relacje między uczestnikami rynków towarowych, zajmującymi się obrotem komercyjnym towarami lub tylko działalnością finansową.

W literaturze poświęconej finansyzacji rolnictwa oraz jej skutkom w obszarze biogospodarki, można wyszczególnić sześć głównych obszarów tematycznych. Obszary te zostały opisane w Tabeli 7. Badania zdecydowano się zatem ukierunkować, zgodnie

⁷⁰ Wiodącymi ośrodkami były wówczas University of Illinois w Urbana-Champaign (UIUC) oraz powiązane z nim jednostki, takie jak Office for Futures and Options Research (OFOR). Kluczowe tematy badań stanowiły w tamtym czasie dynamika cen, efektywność odkrywania cen oraz struktura uczestników rynków towarowych, w tym rynków produktów rolnych.

z przedstawioną typologią, przede wszystkim na obszar trzeci („Integracja rynków finansowych i towarowych”). Zakres przedmiotowy badań koncentruje się więc na sferze finansowej gospodarki. Przegląd literatury pozwolił zarazem zidentyfikować cztery wymiary finansyzacji badanych rynków, tj.: (i) strukturalne uwarunkowania działania rynków, (ii) wykorzystywane instrumenty finansowe i mechanizmy działania rynków, (iii) przepływy kapitału i czynniki ryzyka oraz (iv) uwarunkowania instytucjonalne, prawne i regulacyjne, przede wszystkim dotyczące podmiotów sektora finansowego. Stosunkowo najmniej satysfakcjonujące okazały się być dotychczasowe badania dotyczące uwarunkowań strukturalnych. Dlatego też, temu właśnie wymiarowi finansyzacji postanowiono poświęcić szczególną uwagę. W stopniu drugorzędnym uwzględniono jednak także wymiary drugi, w zakresie mechanizmów działania tych rynków, oraz trzeci, w zakresie przepływów kapitału, co miało na celu kontekstualizację wniosków z badań.

Tabela 7: Typologia zakresów tematycznych w badaniach finansyzacji rolnictwa i biogospodarki.

L.p.	Obszar tematyczny	Przedmiot badań ekonomicznych
1	Uwarunkowania prawne i regulacyjne	Instytucje
2	Inwestycje i przepływy kapitałowe	Sfera finansowa gospodarki
3	Integracja rynków finansowych i towarowych	
4	Zmiany w strukturze produkcji i skutki mikroekonomiczne	Sfera pozafinansowa gospodarki
5	Efekty społeczne i makroekonomiczne	
6	Wpływ środowiskowy i koszty zewnętrzne	

Źródło: Opracowanie własne.

Jako podstawę teoretyczną badań przyjęto nową syntezę neoklasyczną. Jako szkoła ekonomii, spełnia ona trzy warunki, które uznano za odpowiadające celom badań: (i) charakter pozytywny (ang. *non-normative approach*), (ii) dążenie do neutralności politycznej i (iii) integrację narzędzi ilościowych. Oprócz tego, posługuje się ona językiem formalnym i terminologią powszechnie znaną w środowisku naukowym. Do podstawowych aksjomatów nowej syntezy neoklasycznej należy

występowanie cech frykcyjnych w gospodarce, np. sztywności oraz szoków, przy jednoczesnym dążeniu do równowagi w duchu neoklasycznym, zakładając, że polityka pieniężna stabilizuje oczekiwania inflacyjne.

Nowa synteza neoklasyczna jest w znacznej mierze kontynuacją syntezy neoklasycznej, która ukształtowała się w poł. XX w. jako próba pogodzenia neoklasycznego podejścia, podkreślającego efektywność rynków i racjonalność jednostek, z keynesowskim ujęciem czynników makroekonomicznych. Ograniczając elementy normatywne, zastosowanie syntezy neoklasycznej umożliwia modelowanie gospodarki na podstawie danych empirycznych, z pozycji stosunkowo neutralnych światopoglądowo, oraz opisową analizę zjawisk makroekonomicznych. Do charakterystycznych elementów nowej syntezy neoklasycznej należy wykorzystanie podstaw mikroekonomicznych w celu konstruowania modeli makroekonomicznych⁷¹. W przeciwieństwie do wcześniejszych ujęć makroekonomicznych, np. keynesizmu w ujęciu Hicksa, które często traktowały gospodarkę jako jednorodny organizm, synteza neoklasyczna uwzględnia różnorodność motywacji i ograniczeń poszczególnych podmiotów gospodarczych.

Nowa synteza neoklasyczna (NNS) przyjmuje założenie racjonalności działań, które maksymalizują użyteczność lub zysk w warunkach doskonałej informacji bądź jej racjonalnego oczekiwania (Mankiw, 2006). Jednak badania z zakresu ekonomii behawioralnej⁷² podważają to założenie. Tversky i Kahneman (1979) stwierdzili, że decyzje jednostek są często obciążone systematycznymi błędami poznawczymi, jak efekt zakotwiczenia czy awersja do straty. Na rynkach towarowych, gdzie informacje są asymetryczne, a decyzje podejmowane w warunkach niepewności (Deaton & Muellbauer, 2020), klasyczne założenie racjonalności może prowadzić do zbyt uproszczonego obrazu mechanizmów decyzyjnych. Modele NNS zakładają pełną elastyczność cen i płynne dostosowanie rynku do nowych warunków. Jednakże literatura empiryczna wskazuje, że rynki towarowe często cechują się lepkością cen

⁷¹ Przejawia się to szczególnie w konstruowaniu dynamicznych-stochastycznych modeli równowagi ogólnej (DSGE). Uwzględniają one reakcje podmiotów na zmiany egzogeniczne, np. dotyczące wpływu uwarunkowań politycznych, technicznych (Lucas, 1976; Blanchard & Fischer, 1989) na decyzje operacyjne.

⁷² Prace Gabaix (2014) poświęcone ograniczonej racjonalności i modelowaniu z rzadką reprezentacją parametrów (ang. *sparse modeling*; Hastie, Tibshirani, Bühlmann) pokazują, że agenci ekonomiczni nie przetwarzają pełnej informacji, co znajduje bezpośrednie zastosowanie w analizie zachowań producentów i spekulantów na rynkach towarowych. Podobnie badania Kahnemana, Thaler, oraz badania eksperymentalne w agrobiznesie (np. Hertwig i Gigerenzer, 2009) ukazują, w jaki sposób heurystyki, awersja do ryzyka, błędy poznawcze i zakotwiczenia wpływają na decyzje rynkowe, szczególnie w warunkach zmienności cen i asymetrii informacji. Wnioski z tych prac uwzględniono w interpretacji wyników badań.

(ang. *sticky prices*) oraz niedoskonałą konkurencją (Blanchard & Gali, 2007). Istnienie oligopolu czy struktur monopsonicznych skutkuje zaś sztywnością cen i niemożnością natychmiastowej alokacji zasobów. Taki stan rzeczy może prowadzić do powstawania chronicznych nierównowag, których klasyczne modele nie potrafią adekwatnie wyjaśnić.

Trzeci fundament syntezy zakłada, że makroekonomia jest sumą mikroekonomicznych działań. Jest to tzw. zasada mikrofundamentów. Jednak złożoność procesów rynkowych, ich wzajemne sprzężenia i efekty sieciowe powodują, że prosta agregacja prowadzi do utraty istotnych informacji (Farmer, 2010). Zjawiska takie jak bańki spekulacyjne czy nieracjonalne cykle inwestycyjne trudno jednak wyprowadzić z prostych modeli mikroekonomicznych. Ekonomia ewolucyjna i modelowanie agentowe (ang. *agent-based modelling*) dostarczają narzędzi lepiej dostosowanych do analizy tego typu zjawisk (Dosi et al., 2023).

Na poziomie epistemologicznym nowa synteza neoklasyczna przyjmuje kompromis pomiędzy realizmem empirycznym a skutecznością predykcyjną. W duchu Friedmana (1953) modele są oceniane na podstawie ich zdolności do przewidywania, nie zaś realizmu założeń. Krytycy, jak Lawson (2019) czy Rodrik (2015), wskazują jednak, że taka postawa ogranicza możliwości korekty modeli w obliczu nowych faktów. Modele NNS okazują się epistemologicznie mniej podatne na adaptację wobec nowych danych, w szczególności związanych ze zmianami strukturalnymi lub z czynnikami wcześniej nieuwzględnionymi.

Modele tworzone w tradycji syntezy neoklasycznej są jednak formalnie testowalne, co pozwala na weryfikację ich właściwości na podstawie rzeczywistych danych ekonomicznych. Ekonometria służy tu zarówno do estymacji parametrów, jak i do testowania hipotez oraz przeprowadzania analiz kontrfaktycznych. Możliwe jest zatem, na podstawie przesłanek obiektywnych, identyfikowanie szoków i ocenianie ich skutków w czasie (Stock i Watson, 2001; Smets i Wouters, 2007).

Rozdział 3 Projektowanie badań i wstępna analiza danych

3.1 Przedmiot, cele i zakres badania

Studium poświęcone mechanizmom finansyzacji rynków surowcowych w kontekście produkcji bioetanolu pierwszej generacji, uwzględnia sposób działania europejskich rynków finansowych oraz łańcuchów tworzenia wartości w sektorze przetwórstwa rolnego. Tematyka badań dotyka zatem problemów ekonomii realnej, finansów i polityk publicznych. Badane zależności odpowiadają specyfice produkcji biopaliw pierwszej generacji. Kluczowe aspekty tej produkcji to wysoka kapitałochłonność w długim okresie i wysoka podatność na szoki cenowe w krótkim okresie.

Do głównych determinant łańcucha wartości obejmującego europejskich producentów rolnych oraz wytwórców i dystrybutorów biopaliw pierwszej generacji należą także uwarunkowania regulacyjne. Pomiędzy logiką regulacji sektora finansowego⁷³ oraz tych dotyczących produkcji i przetwórstwa rolnego⁷⁴ występują istotne różnice zarówno co do ich funkcji, jak i charakteru. Jednocześnie, w zakresie przedmiotowym, regulacje dotyczące sfery realnej gospodarki odnoszą się przede wszystkim do aspektów mikroekonomicznych badanego zjawiska. Badania przeprowadzono jednak przyjmując perspektywę makroekonomiczną i poświęcono je funkcjonowaniu rynków finansowych. Uwarunkowania prawne i regulacyjne, zarówno produkcji rolnej w ujęciu ogólnym, jak i biopaliw w szczególności, nie stanowią zatem właściwego przedmiotu badań.

W ciągu ostatnich dwóch dekad, akcent w dyskursie naukowym przesunął się z badania równowagi rynkowej ku badaniu dynamiki rynków, współzależności między

⁷³ W sektorze finansowym regulacje pozytywne, tj. zachęcające do określonych działań, koncentrują się na tworzeniu ram dla płynności rynku i bezpieczeństwa transakcji. Dyrektywy MiFID I i II ułatwiają dostęp do giełd i platform obrotu, a standaryzacja kontraktów pochodnych i *futures* zmniejsza ryzyko kontrahenta. Ma to zachęcać inwestorów do aktywnego uczestnictwa w rynku. Regulacje restryktywne, w zamierzeniach, ograniczają natomiast przede wszystkim ryzyko systemowe. W efekcie sektor finansowy funkcjonuje w systemie, który łączy wsparcie dla aktywności rynkowej z hamowaniem działań mogących destabilizować rynki (por. Partnoy, 2015; Mühlbert, 2015; Armour i in., 2016).

⁷⁴ W przypadku produkcji i przetwórstwa rolnego regulacje również przyjmują charakter pozytywny oraz restrykcyjny, choć ich funkcje są często bardziej bezpośrednio związane ze stabilnością produkcji lub bezpieczeństwem konsumentów. Regulacje pozytywne obejmują wsparcie dla innowacji, modernizacji gospodarstw i zwiększenia wydajności produkcji. Restrykcje dotyczą natomiast przede wszystkim ograniczeń stosowania określonych środków chemicznych, przestrzegania standardów higieny i kontroli jakości produktów rolno-spożywczych, normowania wielkości i struktury produkcji oraz regulowania relacji między producentami a przetwórstwem. Ich celem jest ochrona konsumenta, środowiska oraz stabilności rynku rolnego, co w praktyce ogranicza nadmierną eksploatację i nieuczciwe praktyki, ale może też spowalniać innowacje (por. Donley, 2019; Vranken i in., 2021; Fayet i in., 2022; Doukas i in., 2023).

rynkami oraz ról interesariuszy. W tym samym okresie innowacje w zakresie technologii energii odnawialnej, wdrażane w ciągu ostatnich piętnastu lat, oraz zmiany w strukturze i dynamice globalnych rynków towarowych, spowodowały stopniowy spadek zainteresowania tematyką produkcji biopaliw pierwszej generacji. Choć cele poznawcze badań zdefiniowano w odniesieniu do konkretnych zidentyfikowanych luk empirycznych w literaturze przedmiotu, zamierzeniem autora jest także wkład w zagospodarowanie ukształtowanej w I dekadzie XXI w. niszy badawczej w ekonomice rolnictwa.

Wnioski zawarte w kluczowych dla literatury przedmiotu pozycjach, powstałych przede wszystkim w okresie digitalizacji obrotu giełdowego oraz boomu towarowego, a zatem do połowy drugiej dekady XXI w., ulegają coraz wyraźniejszej dezaktualizacji. W późniejszym okresie można było zaobserwować ustabilizowanie się sposobów wykorzystania technik informatycznych i telekomunikacyjnych (ICT, ang. *Information and Communication Technologies*) oraz początki posługiwania się przez uczestników rynku technikami sztucznej inteligencji. Znaczenie poznawcze pracy polega przy tym na systematycznym powiązaniu dynamiki rynków finansowych z decyzjami dotyczącymi potencjału produkcyjnego.

W badaniach skupiono się na rynkach pszenicy, kukurydzy i cukru⁷⁵ oraz na dwóch kluczowych giełdach zlokalizowanych w Europie, tj. Euronext⁷⁶ i ICE, choć uwzględniono także szereg zmiennych pozyskanych z innych rynków, a wymienionych w Aneksie 3. Zakres badania określono na dwa sposoby: w odniesieniu do cen analiza dotyczy piętnastolecia 2010–2024; natomiast w badaniach nad strukturą rynku, w celu zastosowania spójnej metody, podporządkowano się dostępności jednorodnych danych,

⁷⁵ Wytwarzanie bioetanolu jako produktu pochodnego cukru jest możliwe zarówno w przypadku wykorzystania surowca pochodzącego z trzciny cukrowej, jak i z buraków cukrowych. Szacuje się, że ok. 70% (Dohm i in., 2013) do 80% (Lange i in., 1987; Tayyab i in., 2023) cukru wytwarzanego na świecie pochodzi z cukrowców. Pomimo możliwości wytwarzania cukru także z innych surowców (Halford i in., 2011; Thawaro i in., 2017), w warunkach komercyjnych takie przedsięwzięcia zazwyczaj nie znajdowały dotychczas uzasadnienia ekonomicznego. Do potencjalnych alternatywnych surowców cukrowniczych zalicza się przede wszystkim zboża, takie jak ryż, sorgo (Hunsigi i in., 2010), pszenicę (Chotěborská i in., 2004) i kukurydzę (Leach i Brown, 2016); oraz ziemniaki (Sriroth i Piyachomkwan, 2013). Ewentualna produkcja cukru z tych surowców wiąże się z dodatkowymi wyzwaniami natury technicznej, wynikającymi z konieczności przemiany zawartych w surowcu polisacharydów w cukry proste. Różnice w procesie produkcji cukru wymagają dostosowania infrastruktury produkcyjnej do specyfiki konkretnych surowców, co stanowi dodatkową barierę w rozwoju produkcji cukru z alternatywnych surowców.

⁷⁶ MATIF stanowi część tego europejskiego systemu obrotu od przejścia Giełdy Paryskiej we wrześniu 2000 r. przez Euronext. W ramach Euronext poddano analizie rynki pszenicy konsumpcyjnej i kukurydzy; w ramach Intercontinental Exchange uwzględniono rynki cukru surowego (według standardu nr 11) oraz pszenicy paszowej z dostawami na rynek brytyjski.

a zatem okres badania rynków na giełdzie Euronext zawiera się między kwietniem 2018 r. a końcem 2025 r., a na ICE – między wrześniem 2014 r. a końcem 2025 r.

W perspektywie teorii cykli koniunkturalnych piętnastoletni horyzont analityczny może być interpretowany jako fragment różnych, nakładających się na siebie cykli o odmiennej długości i mechanizmach⁷⁷. Końcowa interpretacja wniosków odnosi się do teorii cykli koniunkturalnych, jednak teoria ta nie przyczyniła się do określenia założeń badań. Z perspektywy analizowanych rynków, najbardziej intuicyjny byłby podział na trzy pięcioletnie okresy: boomu towarowego obejmującego lata 2010–2014, okresu dekonunktury⁷⁸ w latach 2015–2019 oraz okresu podwyższonej zmienności cen od roku 2020; okresy te niekoniecznie odpowiadają etapom wieloletnich cykli koniunkturalnych, jednak można argumentować, że pod pewnymi względami ich wyszczególnienie byłoby zgodne z teorią Juglara.

Badanie trwałych relacji między cenami surowców a uwarunkowaniami produkcji pozwala na ocenę ekonomicznej racjonalności działań w długim okresie. Jest to zgodne z kierunkiem rozwoju głównego nurtu literatury empirycznej po globalnym kryzysie finansowym lat 2007–2009, a szczególnie od czasu, gdy europejskie banki centralne – motywowane wzrostem inflacji po pandemii COVID-19 – zakończyły ponad dziesięcioletni okres niskich poziomów stóp procentowych. Hipoteza główna badań, odpowiadająca nadrzędnemu celowi poznawczemu, wpisuje się w ten nurt. Zakłada ona erozję ekonomicznej racjonalności produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie, co wynika z czynników związanych z kosztami produkcji, lecz także m.in. z kwestii technicznych oraz regulacyjnych. W ramach badań sformułowano także dwie hipotezy pomocnicze. Ich rolą jest sprawdzenie przebiegu integracji rynków towarowych i finansowych metodami ilościowymi. Weryfikacja hipotezy głównej bazuje na wnioskach wyciągniętych przy okazji sprawdzania prawdziwości tych hipotez pomocniczych. Wszystkie hipotezy i cele pracy przedstawia Tabela 8.

Płynność rynku, zachowania odpowiadające interpretacji czynników ryzyka, oraz dynamika cen, to trzy wymiary, które razem tworzą spójne i wzajemnie rozłączne

⁷⁷ W ujęciu Juglara, okres 15 lat obejmuje zazwyczaj dwa cykle inwestycyjne związane z fluktuacjami akumulacji kapitału trwałego i kredytu bankowego, trwające 7–11 lat. W ramach wahań Kitchina, trwających 3–4 lat, okres ten może zawierać od 3 do 5 cykli zapasów, wynikających z opóźnień informacyjnych i dostosowań produkcji do popytu. Z kolei w teorii cykli Kuzneta, obejmujących okresy o długości trwania od 15 do 25 lat, obserwowany okres może być zbliżony do pełnej fazy ekspansji i spowolnienia, ukazując sekwencję zmian demograficznych i inwestycji infrastrukturalnych.

⁷⁸ Dekoniunktura dotyczyła zarówno rynków zbóż, jak i wielu towarów, które nie stanowią bezpośredniego przedmiotu badań, w tym paliw kopalnych. Należy jednak zaznaczyć, że spośród badanych rynków, w 2016 r. rynek cukru charakteryzował wzrost cen; trend ten jednak silnie odwrócił się w roku kolejnym.

ramy oceny stopnia integracji rynków finansowych. Obejmują one odpowiednio: warunki transakcyjne i ograniczenia arbitrażu, strukturę premii za ryzyko, oraz empiryczną współzależność i mechanikę dostosowań cenowych. Uwzględnione razem, tworzą one spójne i wzajemnie rozłączne ramy oceny stopnia integracji rynków finansowych⁷⁹.

Ryzyko stanowi fundamentalny wymiar integracji rynków finansowych. Na w pełni zintegrowanym rynku premia za ryzyko jest funkcją globalnych, a nie lokalnych czynników (Merton, 1973). Empiryczne testy integracji opierają się na analizie konwergencji miar β względem wspólnych regresorów⁸⁰ (Bekaert i Harvey, 1995) oraz na modelach segmentacji lub integracji (Errunza i Losq, 1985). Jeżeli aktywa na różnych rynkach reagują na te same systematyczne szoki, oznacza to wysoki stopień integracji pod względem wyceny ryzyka.

Tabela 8: Hipotezy i cele badań.

L.p.	Cel	Hipoteza
Cele i hipotezy pomocnicze		
1.	Ocena wpływu zmian w strukturze rynków oraz ich przełożenia na płynność rynku i wycenę ryzyka.	Wzrost płynności kontraktów <i>futures</i> pozwala utrzymać równowagę na badanych rynkach.
2.	Ocena zjawisk dynamicznych, ich synchronizacji i odzwierciedlających je danych.	Dynamika cen surowców rolnych wskazuje na postępującą harmonizację procesów ustalania cen między badanymi rynkami towarowymi a finansowymi.
Cel główny i hipoteza główna		
3.	Ocena przełożenia integracji rynków finansowych i towarowych na zjawiska w sferze rzeczywistej gospodarki.	Integracja rynków surowcowych i finansowych przyczyniła się do spadku ekonomicznej racjonalności działań w zakresie produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024.

Źródło: Opracowanie własne.

⁷⁹ Identyfikację tych wymiarów oparto na teorii wyceny aktywów (ang. *asset pricing*) oraz na tzw. prawie jednej ceny (Stulz, 1981; Adler i Dumas, 1983).

⁸⁰ Beta (β) to miara wrażliwości stopy zwrotu danego aktywa na zmiany stopy zwrotu portfela rynkowego – czyli ilościowy wskaźnik ryzyka systematycznego w modelach wyceny aktywów w klasycznym modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM, ang. *Capital Asset Pricing Model*; Sharpe, 1964; Lintner, 1965).

Płynność rynku wynika z jego mikrostruktury⁸¹ i może być analizowana w charakterze czynnika cenotwórczego (Amihud i Mendelson, 1986; Pastor i Stambaugh, 2003). Od stopnia płynności danego rynku zależą w szczególności koszty transakcyjne i ograniczenia w stosowaniu strategii arbitrażu. Nawet przy wspólnych czynnikach ryzyka, rynki mogą pozostawać niejednorodne, szczególnie jeżeli występują bariery instytucjonalne, informacyjne lub regulacyjne (Shleifer i Vishny, 1997). Integracja implikuje konwergencję miar płynności, w tym spreadów i głębokości rynku, oraz synchronizację premii za płynność na różnych rynkach. W tym sensie płynność stanowi odrębny, niepokrywający się z ryzykiem wymiar integracji, ponieważ dotyczy warunków obrotu. W niniejszym badaniu te dwa czynniki uwzględniono jednak łącznie, skupiając się na skutkach zmian w strukturze rynków.

Uwzględnienie dynamiki cen jest odniesieniem do teorii rynku efektywnego (Fama, 1970) oraz badań nad współzależnością i transmisją szoków (Engle i Granger, 1987; Forbes i Rigobon, 2002). Wymiar ten dotyczy kowariancji, kointegracji i szybkości dostosowań cen. W zintegrowanych rynkach obserwujemy silniejszą kointegrację indeksów, krótsze opóźnienia w transmisji informacji oraz wyższą korelację warunkową.

Zasadność celów badań nie ogranicza się do ujęcia finansyzacji w charakterze procesu kształtującego zjawiska makroekonomiczne. Ocena wpływu rozwoju i integracji wybranych rynków towarowych finansowych na ekonomiczną zasadność intensyfikacji produkcji bioetanolu pierwszej generacji wykracza poza typowe podejście do analizy skutków finansyzacji w biogospodarce. Tak określony cel badań wręcz skłania do zakwestionowania bezpośredniego charakteru wpływu rynków finansowych na uwarunkowania produkcji biopaliw. Nie umniejsza to jednak istotności powszechnie stosowanych pojęć i teorii finansowych, które mogą kształtować te uwarunkowania w sposób pośredni, np. jako determinanty polityk publicznych lub dominujące podejście do oceny efektywności działań gospodarczych.

Sposób sformułowania hipotez badawczych wynikał z wniosków płynących z przeglądu literatury. Ich treść i zakres są zatem odbiciem uprzednio skonstruowanych modeli teoretycznych oraz wyników innych empirycznych badań, opartych na innych

⁸¹ Mikrostruktura rynku (ang. *market microstructure*) odpowiada sposobowi, w jaki konkretne mechanizmy obrotu wpływają na proces kształtowania cen, płynność i koszty transakcyjne. Do mechanizmów tych zalicza się np. reguły składania zleceń, strukturę rynku (np. *order-driven* albo *dealer market*), asymetrię informacji i zachowanie uczestników. W przeciwieństwie do klasycznych modeli, w tym CAPM, które zakładają warunki dla istnienia rynków doskonałych i pomijają frykcje, mikrostruktura dotyczy rzeczywistych procesów wymiany.

zbiorach danych. Oznacza to, że ewentualne rozbieżności między charakterystyką wykorzystanych danych a założeniami przyjętymi w hipotezach należy interpretować nie tyle jako błędy logiczne w sformułowanych hipotezach, lecz raczej jako wskaźnik różnic między badanymi rynkami a zakresem badań uwzględnionych w przeglądzie literatury. W kontekście zastosowania metody badawczej, sytuacja ta odpowiada rozróżnieniu między językiem opisu a strukturą świata⁸². Jeżeli dane empiryczne ujawniają własności nieprzewidziane w modelach dominujących w literaturze, świadczy to raczej o ograniczeniach wcześniejszych uogólnień niż o czysto logicznej sprzeczności⁸³. Pozorna niezgodność wyników analizy z oczekiwaniami nie jest w tym przypadku skutkiem niezgodności, lecz odzwierciedleniem różnic ontologicznych między przedmiotem badania a przedmiotem badań opublikowanych w wykorzystanych źródłach naukowych.

Hipoteza może stanowić skrót złożonego twierdzenia teoretycznego, obejmującego zestaw założeń pomocniczych i warunków brzegowych. W tym przypadku, nawet jeśli przyjmuje ona postać ilościową, nie należy sprowadzać hipotezy badawczej do pojedynczego testu statystycznego. Ten bowiem weryfikuje jedynie zgodność analizowanych danych z pewnym wycinkiem całej struktury teoretycznej. Hipoteza ilościowa należąca do modelu ekonometrycznego może więc badać tylko jedną z możliwych konkretyzacji twierdzenia teoretycznego. Odrzucenie hipotezy nie musi zatem implikować odrzucenia całej konstrukcji teoretycznej, choć może wskazywać na niedopasowanie założeń pomocniczych.

⁸² Rozróżnienie nawiązuje do tezy Ludwiga Wittgensteina (Thyssen, 1966) w zakresie filozofii języka, jakoby twierdzenia naukowe funkcjonowały w określonej „grze językowej” (niem. *Sprachspiel*), której reguły wyznacza przyjęty aparat pojęciowy i kontekst badawczy. Stanowi to zmianę względem wcześniejszych poglądów Wittgensteina, przedstawionych w „Traktacie Logiczno-Filozoficznym” zgodnie z którymi należy traktować język jako system nazw odnoszących się do rzeczy

⁸³ Analiza deskrypcji bazuje na argumentacji Russella (1905) w zakresie klasycznej teorii deskrypcji określonych. Russell wykazywał, że ich sens i wartość logiczna zdań nie zależą wyłącznie od powierzchniowej formy językowej, lecz od ukrytej struktury logicznej. Analogicznie w metodyce nauk ekonomicznych, hipoteza może zawierać określone warunki egzystencjalne, np. przyjmując za naturalny określony sposób organizacji rynku. Jeżeli empiryczne badanie dotyczy rynku o odmiennej strukturze instytucjonalnej lub behawioralnej, to pozorna niezgodność wyników z hipotezą może nie oznaczać jej logicznej falsyfikacji, lecz niespełnienie ukrytych warunków odniesienia.

Ryzyko metodyczne stanowi wnioskowanie w obliczu braku możliwości weryfikacji hipotez w sensie silnym⁸⁴. Weryfikacja w sensie słabym polega na uzyskaniu wyników zgodnych z przewidywaniami hipotezy w określonym zakresie warunków⁸⁵, przy świadomości, że alternatywne wyjaśnienia nie zostały całkowicie wykluczone. W badaniach rynków finansowych oraz w makroekonomii, kontekst obserwacji często utrudnia weryfikację hipotez w sensie silnym, ponieważ nie istnieje możliwość pełnej kontroli wszystkich zmiennych ani powtórzenia eksperymentu w identycznych warunkach. Weryfikacja hipotezy, zwłaszcza o charakterze jakościowym, w sensie słabym może być wartościowa poznawczo pod warunkiem zachowania odpowiednich zastrzeżeń metodycznych. Argument, którego ona dostarcza ma jednak charakter koherencyjny, tj. opiera się na spójności wewnętrznej danego systemu przekonań lub teorii, a nie operuje kwantyfikatorami ogólnymi. Jeżeli hipoteza okazuje się zgodna z obserwowanymi danymi oraz z innymi elementami teorii naukowej, wzmacnia to jej status w ramach danego zbioru pojęć i teorii.

Istotne znaczenie ma również charakter zastosowanej procedury dowodowej. Weryfikacja oparta na przesłankach pośrednich, analogiach empirycznych oraz zgodności obserwowanych danych z założeniami hipotezy pozwala wnioskować, że zgromadzony materiał empiryczny nie dostarcza podstaw do odrzucenia hipotezy, a przynajmniej uprawdopodobnia ją, pozostając w stopniu większym w spójności z hipotezą, niż z wyjaśnieniami alternatywnymi. Tego rodzaju procedura posiada jednak charakter probabilistyczny, nie zaś deterministyczny. Jej funkcją nie jest wykazanie konieczności badanego związku, lecz określenie stopnia racjonalności przyjęcia określonej interpretacji danych. Co więcej, weryfikacja w sensie słabym umożliwia stopniowe doprecyzowywanie pojęć i zakresu obowiązywania twierdzeń.

Dodatkowo, weryfikacja w sensie słabym pozwala zidentyfikować warunki, w których zależność ujawnia się z większą lub mniejszą intensywnością. Ma to

⁸⁴ Weryfikacja w sensie silnym zakłada, że hipotezę naukową można ostatecznie i definitywnie udowodnić jako prawdziwą na podstawie faktów empirycznych. Stanowisko to jest bliskie wczesnym neopozytywistom, przede wszystkim tzw. Kołu Wiedeńskiemu, którzy opierali się na założeniu, że zdanie ma sens tylko wtedy, gdy można je zweryfikować przez doświadczenie. Weryfikacja polegałaby na przełożeniu zdań teoretycznych na zdania obserwacyjne i sprawdzeniu ich w bezpośrednim doświadczeniu. Jeśli wszystkie konsekwencje hipotezy zgadzałyby się z rzeczywistością, uznawano by ją za prawdziwą. Poza matematyką i logiką, jest to jednak zasadniczo niemożliwe do osiągnięcia. Weryfikacja silna wymagałaby sprawdzenia wszystkich możliwych przypadków i uwzględnienia wszystkich zmiennych, co bywa niewykonalne.

⁸⁵ Rozumowanie takie zakłada, że hipotezy naukowej nie da się definitywnie udowodnić, ale można ją stopniowo uprawdopodobniać poprzez gromadzenie pozytywnych świadectw empirycznych. Jest to proces stopniowalny. Hipoteza, sformułowana jako twierdzenie pozytywne, może być zatem potwierdzona lub nie uznana za potwierdzoną z uwzględnieniem określonego progu zaufania oraz w zależności od liczby i jakości testów, którym ją poddano.

zastosowanie szczególnie w przypadku proponowanych pojęć dotychczas niewystępujących w literaturze przedmiotu. Zastrzeżeniem pozostaje jednak w tym przypadku konieczność jawnego wskazania ograniczeń interpretacyjnych. Brak rozstrzygającego testu oznacza, że hipoteza pozostaje podatna na rewizję wraz z pojawieniem się nowych danych lub alternatywnych modeli.

W szeroko definiowanych badaniach nad finansyzacją, szczególnie gdy badanie dotyczy sfery finansowej gospodarki, relatywnie często przyjmowana jest perspektywa makroekonomiczna. Przedmiotem tego rodzaju badań jest jednak zazwyczaj systemowe podejście do badania działań podmiotów sektora finansowego. Opracowania naukowe dotyczące finansyzacji podmiotów reprezentujących sektory I i II⁸⁶, a zatem tematycznie spójne z niniejszymi badaniami, które analizowano na etapie wstępnego przeglądu literatury, zawierały w przeważającej ilości analizy mikroekonomiczne. Stosunkowo niewielka popularność badań poświęconych konsekwencjom finansyzacji w biogospodarce, szczególnie w ujęciu makroekonomicznym, stwarza okazję zaprezentowania w rozprawie oryginalnego podejścia metodycznego.

Ocena wpływu rozwoju i integracji rynków finansowych na uwarunkowania produkcji bioetanolu pierwszej generacji, wymaga uwzględnienia kwestii związanych z przepływami kapitałowymi i otoczeniem makroekonomicznym oraz prawnoregulacyjnym, a także odniesienia się do ewolucji polityk UE: energetycznej, środowiskowej i rolnej. Uwarunkowania te wpływają zarówno na rozmiar rynku bioetanolu pierwszej generacji, jak i na rentowność produkcji tego paliwa. Poruszana w badaniach problematyka konwergencji rynków finansowych i towarowych służy przede wszystkim analizie powiązań między badanymi rynkami towarów rolnych i rynkami innych walorów (Kim i in., 2011; Palanska, 2018; Faye i in., 2024). Nawiązuje tym samym do istniejącej literatury przedmiotu i pozwala odnieść ocenę ewolucji badanych rynków do wcześniejszych studiów nad finansyzacją rynków towarowych (Brooks i Prokopczuk, 2013; Silvennoinen i Throp, 2013; Zaremba, 2015; Seddon, 2020; Baker, 2021).

Jednocześnie pominięto te spośród zagadnień związanych z finansyzacją, które były już tematem licznych publikacji, lub których istotność z perspektywy celów badań wydawała się drugorzędna. Do tych pierwszych należą np. wpływ spekulacji na rynkach towarowych na zmienność cen produktów rolnych, w tym zwłaszcza

⁸⁶ Stosuje się tutaj pojęcie sektora nawiązujące do teorii zmiany strukturalnej, na podstawie podziału wprowadzonego przez Fischera (1935) i Clarka (1940).

w odniesieniu do pszenicy, kukurydzy i cukru, tj. surowców wykorzystywanych w produkcji bioetanolu. Także wpływ przepływów kapitałowych pomiędzy rynkami finansowymi i towarowymi na ich konwergencję lub na funkcjonowanie mechanizmów kształtowania się równowagi cenowej, choć w mniejszym stopniu obecny w badaniach, jest w literaturze przedmiotu oceniany wyjątkowo zgodnie. Można zatem spodziewać się, że przeprowadzone zgodnie z metodyką naukową badania prowadziłyby jedynie do potwierdzenia silnie ugruntowanego konsensusu. Dlatego cel badań dotyczy nie tyle integracji właściwych rynków finansowych, co jej skutków dla dynamiki sektora produkcji bioetanolu. W tym kontekście temat badań wzbudzał dotychczas skromne zainteresowanie badaczy.

Do kwestii mniej jednoznacznie odpowiadających celowi badań należą przede wszystkim problematyka wpływu finansyzacji na mikroekonomiczny wymiar prowadzenia działalności rolniczej oraz wpływ finansyzacji na kształtowanie struktury sektora rolnego z perspektywy producentów. Cel porównania kilku różnorodnych rynków skłonił także do wyłączenia z zakresu badań problematyki komodyfikacji rolnictwa. Zważywszy na charakterystykę poszczególnych rynków, określenie zakresu badań szerokiego pod względem analizowanych przejawów lub skutków finansyzacji wymagałoby zawężenia przedmiotu badań do jednego lub paru ściśle powiązanych rynków. To zaś nie pozwoliłoby na przeprowadzenie analizy porównawczej w zakresie takim, jak zamierzony.

W odniesieniu do uwarunkowań produkcji biopaliw pierwszej generacji, przeprowadzane oceny skutków finansyzacji dotyczą przede wszystkim wpływu mechanizmów finansowych na alokację zasobów, którymi dysponują podmioty gospodarcze. W literaturze przedmiotu wpływ ten zazwyczaj analizowany jest w jednym z dwóch wcześniej wspomnianych kontekstów: alternatywnego wykorzystania plonów w przemyśle spożywczym i paszowym w stosunku do produkcji biopaliw, a więc debaty *food versus fuel*, lub pośredniego wpływu na zmiany w wykorzystaniu gruntów, tj. ILUC. W debacie publicznej relatywnie częściej podejmowaną jest przy tym problematyka wykorzystania plonów niż zagadnienia dotyczące zmian zagospodarowania lub powiększania areału gruntów ornych. Zarówno tematyka *food versus fuel* jak i ILUC wykształciły odrębne aparaty pojęciowe i zaplecze teoretyczne. Jednocześnie wpływ finansyzacji na zasadność prowadzenia określonego rodzaju produkcji w biogospodarce nie zawiera się całkowicie w żadnym z tych obszarów.

Elementem luki badawczej jest ocena potencjału finansyzacji sektorów, których racja bytu zależy od kierunku polityk publicznych. Głównym motorem rozwoju produkcji bioetanolu w Europie, szczególnie na początku okresu poddanego analizie, były subsydia i dopłaty ze środków publicznych. Rozmiar rynku biopaliw zależał przy tym w dużej mierze od rozwiązań zawartych w dyrektywach RED I i RED II oraz w innych regulacjach. Stąd też działania podejmowane przez instytucje unijne lub władze krajowe albo samorządowe kształtowały realia ekonomiczne niekoniecznie zgodnie z organicznymi procesami rynkowymi.

Badania konwergencji rynków finansowych i towarowych, w odniesieniu do rynków obsługiwanych przez podmioty sektora finansowego, doprowadziły do krystalizacji konsensusu naukowego. Dominująca w literaturze perspektywa badawcza nie sprzyja jednak poświęcaniu szczególnej uwagi specyfice rynków towarów rolnych, których skala ustępuje przede wszystkim rynkom instrumentów dłużnych oraz udziałów w przedsiębiorstwach. Co więcej, wpływ finansyzacji na funkcjonowanie rynków niezintegrowanych z systemami transakcyjnymi głównych giełd towarowych, a stanowiących możliwe substytuty surowcowe, np. jęczmienia i żyta, jest problemem zazwyczaj nie poruszonym w badaniach dotyczących finansyzacji. Ze względu na rodzaje i jakość dostępnych danych, nie odpowiadających charakterystyce danych wykorzystywanych w badaniu rynków finansowych, badanie skoncentrowane na tych niezintegrowanych rynkach wymagałoby zastosowania odmiennego podejścia metodycznego.

Wyniki badań mają wielowymiarowe znaczenie aplikacyjne. Dostarczają narzędzi do projektowania i oceny długookresowej skuteczności polityk wsparcia, w tym reform WPR, implementacji dyrektyw RED, oraz zmian zasad pomocy publicznej w Europie po 2010 r. Uzyskane wyniki pozwalają ocenić, czy instrumenty interwencyjne kompensują presję rynków finansowych, czy jedynie ją amortyzują. Dla producentów bioetanolu analiza konkurencyjności w perspektywie rynków finansowych stanowi narzędzie oceny ryzyka strategicznego w warunkach wysokiej zmienności i niskiej przewidywalności cen surowców. Wnioski płynące z badań stanowią przyczynek do dyskusji nad granicami interwencji publicznej w warunkach finansyzacji, wskazując na możliwe obniżenie efektywności tradycyjnych instrumentów wsparcia oraz otwierając pole do analiz porównawczych obejmujących inne segmenty biopaliw i regiony pozaeuropejskie.

Finansyzacja bywa intuicyjnie utożsamiana z rosnącą aktywnością podmiotów sektora realnego na rynkach finansowych, również z wykorzystaniem kapitału obcego. Zakres pracy nie obejmuje jednak szczegółowej analizy wpływu finansyzacji na ryzyko systemowe związane z korzystaniem przez producentów bioetanolu z usług sektora finansowego, a w szczególności finansowania działalności z pożyczek lub instrumentów dłużnych. Problematyka ta jest, w porównaniu z innymi branżami, względnie rzadko podejmowana w badaniach sektora rolnego i powiązanych gałęzi przetwórstwa, a zatem można uznać ją za pełnoprawną lukę badawczą. Dotyczy ona jednak obszaru zarządzania finansami przedsiębiorstw, wykraczającego poza przyjęty zakres badań. Ponadto wyłączono z badania kwestie postępującej koncentracji kapitału wśród producentów bioetanolu oraz konsekwencje rosnącej dominacji dużych podmiotów dla struktury i dynamiki rozwoju branży.

3.2 Wkład w rozwój dyscypliny „Ekonomia i finanse”

Oryginalny wkład przedstawionych badań ma dwojaki charakter. W wymiarze poznawczym praca wnosi nowe ustalenia empiryczne odpowiadające sformułowanym celom badawczym, w szczególności poprzez określenie mechanizmów oddziaływania finansyzacji na otoczenie makroekonomiczne produkcji bioetanolu. Uzyskane wyniki dostarczają argumentów do reinterpretacji relacji między polityką publiczną a presją rynków finansowych oraz wskazują na odmienną specyfikę rynków europejskich, niż amerykańskie lub chiński. Wiąże się to z ograniczeniami dotyczącymi wnioskowania na podstawie badań skupionych na analizie rynków pozaeuropejskich.

Wartość poznawcza pracy wyraża się przede wszystkim w wykorzystaniu zbiorów danych, które dotychczas nie były przedmiotem analiz z przyjęciem podobnej perspektywy badawczej. Mimo że zastosowany tok rozumowania jest zasadniczo zbieżny z tym stosowanym przez badaczy z Uniwersytetu Illinois i Uniwersytetu w Toronto (por. Irwin i Sanders, 2012; Clapp i Helleiner, 2012), podobne badania (i) nie dotyczyły w szczególności rynków europejskich; (ii) zawierały analizy i wnioski istotne przede wszystkim dla podmiotów sektora finansowego, a nie kupców; oraz (iii) nie skupiały się na rynkach zbóż i cukru. Pod względem ilości publikacji, od połowy drugiej dekady XXI w. intensywność badań w obszarze szeroko rozumianej finansyzacji rynków towarów rolnych spadła. Wznowienie badań dotyczących tej tematyki umożliwia zatem odkrycie nowych zależności lub wzorców, które wcześniej nie występowały lub mogły nie być wyraźne. Przeprowadzenie analizy danych w kontekście, który nie był wcześniej rozważany

w dostępnych publikacjach pozwala ponadto na wzbogacenie istniejącego stanu wiedzy i wniesienie nowych wartościowych informacji do danej dziedziny, co przyczynia się do dalszego rozwoju badań w tej materii.

W wymiarze metodycznym rozprawa zawiera dwa elementy oryginalne. Pierwszy z nich, to zarys określenia równowagi rynkowej jako koncepcji odpowiadającej innym parametrom, niż współzależność ilości i ceny, pozostając w nurcie nowej syntezy neoklasycznej; wynika to z analizowania w badaniach rynków, na których występują procesy kształtowania się cen, jednak w ścisłej zależności od czynników egzogenicznych, a zmiany poziomów cen mają ograniczone przełożenie na poziomy podaży dóbr, których te ceny dotyczą. Drugim elementem oryginalnego wkładu w rozwój metodyki jest zaproponowanie wykorzystania pojęcia „harmonizacji szeregów czasowych” w naukach ekonomicznych. Pojęcie to oznacza postępującą konwergencję finansowych szeregów czasowych pochodzących z rynków o odmiennych charakterystykach, zarówno pod względem wartości, jak i formalnego sposobu ich przedstawienia.

Koncepcja harmonizacji ułatwia także integrację metod empirycznych z teorią procesów stochastycznych. W szczególności wykorzystanie analizy spektralnej⁸⁷ sprzyja stosowaniu metod nieparametrycznych. Punkt ciężkości w analizie szeregów czasowych przesuwają się w ten sposób z właściwej estymacji konkretnego modelu generującego dane na identyfikację regularności obecnych w samej strukturze obserwacji. W ekonometrycznej analizie szeregów czasowych podejście parametryczne zakłada zwykle określenie postaci procesu stochastycznego, np. poprzez wybór modelu rodzaju modelu oraz estymację skończonego zbioru parametrów. Analiza spektralna może natomiast funkcjonować bardziej eksploracyjnie. Model optymalizuje się pod kątem objaśnienia dynamiki zmian w czasie, nie zaś specyfikacji mechanizmu generującego określone wartości zmiennych.

To przesunięcie ma istotne konsekwencje metodyczne. W podejściu nieparametrycznym nie zakłada się apriorycznie konkretnej postaci zależności zmiennych w czasie. Estymacji podlega sama funkcja spektralna lub jej lokalne własności. Oznacza to, że regularności okresowe, quasi-okresowe albo wieloskalowe mogą zostać wykryte bez wcześniejszego przyjęcia restrykcyjnego modelu dynamiki. Analiza spektralna działa zatem jako forma empirycznej dekompozycji procesu, a znaczenie ma przede wszystkim zmiana perspektywy z objaśniania zmian w czasie na identyfikację przyczyn determinujących zmiany w częstotliwości. W domenie czasowej

⁸⁷ Analiza spektralna szeregu czasowego należy do metod badania struktury procesu stochastycznego w dziedzinie częstotliwości i polegając na dekompozycji wariancji szeregu czasowego na składowe odpowiadające różnym częstotliwościom.

zależności mogą być złożone, niestacjonarne lub trudne do parametryzacji; w domenie częstotliwości część tych struktur ulega uproszczeniu: cykliczności stają się lokalnymi maksimami widma, a długookresowe zależności odpowiadają koncentracji mocy przy niskich częstotliwościach. Dzięki temu możliwe staje się badanie własności procesu bez pełnej rekonstrukcji jego mechanizmu probabilistycznego.

Nieparametryczny charakter wielu metod spektralnych wynika również z samego sposobu estymacji widma. Klasyczny periodogram stanowi estymator oparty bezpośrednio na danych obserwacyjnych i nie wymaga wcześniejszej specyfikacji rodziny modeli. Podobnie, metody wygładzania widma opierają się raczej na lokalnej agregacji informacji niż na estymacji ograniczonego zbioru parametrów strukturalnych. Parametrem pozostaje zwykle jedynie stopień wygładzania, nie zaś postać procesu jako takiego.

Techniki uczenia maszynowego⁸⁸ są pożytecznym narzędziem służącym do identyfikacji złożonych, nieregularnych i wieloskalowych struktur danych. Dokładnie te własności procesów ekonomicznych, analiza spektralna próbuje uchwycić poza klasycznym aparatem liniowych modeli czasowych. Uczenie maszynowe wzmacnia właśnie tę logikę analizy szeregów czasowych zakładającą, że istotna informacja o procesie może być rozłożona między różnymi częstotliwościami, a relacje ekonomiczne mogą działać odmiennie w różnych skalach czasu, ponieważ pozwala wykrywać wzorce bez konieczności wcześniejszego pełnego opisu mechanizmu generującego dane.

⁸⁸ Kluczowym wyzwaniem w przypadku metod uczenia maszynowego lub technik nieparametrycznych jest różnorodność domen, z których pochodzą obserwacje. Przedstawienie we wspólnej przestrzeni wektorowej nieliniowych układów dynamicznych (ang. *shared-embedding*), np. wykorzystując operator Koopmana ze współdzieloną estymacją, pozwala na odwzorowanie danych z wielu źródeł poprzez dopasowanie widmowych podstaw ich dynamiki (ang. *spectral alignment*). Dzięki temu harmonizacja umożliwia algorytmom uczenie się fundamentalnych praw rządzących procesem, a nie artefaktów specyficznych dla danej domeny, co znacząco podnosi skuteczność wykorzystania wiedzy zdobytej podczas rozwiązywania jednego problemu do poprawy efektywności i skuteczności uczenia maszynowego w innym, pokrewnym problemie (ang. *transfer learning*) i generalizację modeli nieparametrycznych.

Istotna jest również rola harmonizacji w umożliwianiu analizy spektralnej dla danych, które ze swej natury są nieregularne lub niestacjonarne. Klasyczne metody, takie jak dyskretna transformata Fouriera, wymagają równomiernego próbkowania, co stanowi utrudnienie w przypadku danych uzyskiwanych w warunkach innych niż eksperymentalne, w tym danych finansowych. Dla procesów niestacjonarnych, których widmo zmienia się w czasie, fundament teoretyczny stanowią procesy harmonizowalne (ang. *harmonizable processes*), które rozszerzają analizę spektralną na tę klasę zjawisk.

W statystyce bayesowskiej harmonizacja przyjmuje postać zaawansowanych modeli umożliwiających łączną analizę paneli niestacjonarnych szeregów. Przykładem jest AdaptSPEC-X (Bertolacci i in., 2022), który wykorzystuje nieskończoną mieszkankę składników do nieparametrycznej estymacji lokalnych widm za pomocą splajnów wygładzających. Model ten radzi sobie z brakującymi danymi i pozwala na wnioskowanie o widmie w kontekście współzmiennych, co pokazuje, że ujednolicona struktura danych w ramach jednego modelu otwiera drzwi do wyrafinowanych metod nieparametrycznych. Ostatecznie, harmonizacja szeregów czasowych jest aktem poznawczym, który poprzez ujednolicenie języka opisu danych umożliwia wydobywanie głębszych prawidłowości przy użyciu dostępnych narzędzi analitycznych.

W naukach technicznych, przede wszystkim w elektronice i telekomunikacji, harmonizacja szeregów czasowych jest pojęciem utrwalonym i ściśle zdefiniowanym. Oznacza ono proces transformacji i wyrównania ciągów sygnałów pochodzących z różnych źródeł, tak aby były one współmierne pod względem fazy, częstotliwości, amplitudy oraz struktury widmowej⁸⁹. Istotne prace w tym zakresie opracowali m.in. Andriej Kołmogorow⁹⁰, Norbert Wiener⁹¹, oraz Claude Shannon⁹². Harmonizacja nie ogranicza się do technicznej synchronizacji danych, lecz obejmuje także ujednolicenie ich zakresu interpretacyjnego. Jako proces przygotowania danych, harmonizacja wiąże się m.in. z synchronizacją pomiarów, normalizacją amplitudy, ujednoliceniem rozdzielczości próbkowania⁹³ oraz standaryzacją charakterystyk częstotliwościowych sygnałów. Umożliwia to integrację danych z heterogenicznych źródeł i poprawia jakość analizy systemów telekomunikacyjnych lub sieci sensorycznych.

Przeniesienie koncepcji harmonizacji do ekonometrii pozwoliłoby wprowadzić formalne ramy dla działań łączących różnorodne procedury analizy szeregów czasowych. W tym kontekście, identyfikacja zjawiska harmonizacji umożliwia poprawę specyfikacji modeli dynamicznych i ich interpretowalności. Wykorzystanie harmonizacji w analizie szeregów czasowych, przede wszystkim w zakresie identyfikacji czynników oddziałujących na różne szeregi czasowe w ramach ich analizowanego zbioru, lub rozróżniania czynników charakterystycznych dla poszczególnych elementów tego zbioru. Zasadniczą różnicą między

⁸⁹ Harmonizację szeregów czasowych wykorzystuje się m.in. w systemach multisensorowych i w cyfrowych sieciach komunikacyjnych. Pozwala to na: synchronizację i scalanie danych z różnych czujników, eliminację zakłóceń wynikających z różnej częstotliwości próbkowania, analizę korelacji między kanałami i wykrywanie przesunięć fazowych oraz na optymalizację algorytmów filtrowania i prognozowania. Procedury harmonizacji stosowane zarówno w czasie rzeczywistym, jak i a posteriori, co zapewnia spójność informacji w systemach monitorujących lub sterujących.

⁹⁰ W latach 30. XX w. Kołmogorow sformułował matematyczne podstawy teorii prawdopodobieństwa i wprowadził formalizm do opisu procesów stochastycznych. Jego aksjomaty pozwoliły traktować losowe zjawiska, w tym m.in. łańcuchy Markowa czy procesy Wienera, w sposób ścisły matematycznie. Umożliwiło to modelowanie dynamicznych systemów losowych z wykorzystaniem teorii prawdopodobieństwa.

⁹¹ Teoria sygnałów stochastycznych, stworzona w latach 40. XX w. dotyczy przewidywania i filtrowania procesów losowych w czasie rzeczywistym. Wiener zaproponował m.in. filtr Wienera, który optymalnie estymuje sygnał zaszumiony na podstawie jego statystyki. Fundament tej teorii leży w analizie procesów losowych i minimalizacji średniego błędu kwadratowego w prognozach.

⁹² Shannon (Guizzo, 2003) sformułował teorię pozwalającą zdefiniować ilość informacji w komunikacji i opisywać zasady jej przesyłania przez kanały transmisyjne. Jego prace położyły podwaliny pod cyfrową transmisję danych, kodowanie, kompresję i teorię sygnału, w tym koncepcję przepustowości kanału i pojęcie entropii informacji, mierzącej niepewność zawartą w źródle informacji.

⁹³ Termin „próbkowanie” oznacza proces zamiany sygnału ciągłego (np. dźwięku, temperatury, napięcia) na sygnał dyskretny poprzez mierzenie jego wartości w określonych, regularnych odstępach czasu. Przez ujednolicenie rozdzielczości rozumie się dostosowanie częstotliwości próbkowania, np. metodą interpolacji lub określania hipotetycznych wartości dla dodatkowych próbek na podstawie istniejącego zbioru danych (ang. *resampling*), aby wszystkie analizowane sygnały miały tę samą gęstość próbek w czasie.

zastosowaniem pojęcia „harmonizacja” w naukach technicznych, a tym proponowanym w obszarze finansów, jest charakter szeregów czasowych. W naukach technicznych mają one charakter danych pierwotnych, są uzyskiwane jako element procesu badawczego i przedstawiają mierzalne wartości odzwierciedlające zjawisko egzogeniczne względem badanego procesu. W kontekście rynków finansowych bezpośrednim źródłem danych jest podmiot koordynujący działanie rynku, a zatem dane mają charakter wtórny.

Zważywszy na normatywny charakter informacji przedstawianych przez podmiot organizujący działania rynku w warunkach zautomatyzowanego obrotu giełdowego instrumentami finansowymi, prowadzenie pomiarów nie stanowi elementu badań. Zarówno istnienie, jak i możliwość rejestracji wartości bieżącej⁹⁴ lub pozyskiwania wartości historycznych notowań giełdowych bądź innych informacji rynkowych jest zatem właściwością nie procesu badawczego, a samego przedmiotu badań. Stopień harmonizacji mógłby zatem pełnić funkcję meta-kryterium, integrującego charakter danych rynkowych i determinującego podejście do specyfikacji modeli.

⁹⁴ Częstotliwość aktualizacji notowań giełdowych jest ściśle uzależniona od przyjętego modelu organizacji rynku oraz architektury systemu transakcyjnego. Rozróżnić należy przede wszystkim systemy notowań ciągłych (ang. *continuous trading*) oraz systemy aukcyjne (ang. *call auction*), które implikują odmienne właściwości czasowe obserwowanych szeregów cenowych. W systemach notowań ciągłych aktualizacja notowań następuje każdorazowo w reakcji na zdarzenie rynkowe, takie jak zawarcie transakcji bądź modyfikacja arkusza zleceń. Dane mają charakter jednostkowy (ang. *tick-by-tick*), a ich częstotliwość nie jest stała, lecz zależy od intensywności napływu zleceń.

W przypadku instrumentów o wysokiej płynności odstępy między kolejnymi aktualizacjami mogą wynosić mili- a nawet mikrosekundy, szczególnie w warunkach handlu algorytmicznego. Dla instrumentów mniej płynnych interwały te wydłużają się do sekund lub minut. Tym samym proces obserwacji ceny w systemie ciągłym ma charakter zdarzeniowy (ang. *event-driven*), a nie jest próbkowany równomiernie w czasie. Równolegle funkcjonują dane agregowane w stałych interwałach czasowych. W praktyce analitycznej powszechnie stosuje się przedziały jednodominutowe, pięciominutowe, piętnastominutowe, godzinowe, oraz dzienne. Agregacja polega na konstrukcji wartości otwarcia, maksimum, minimum i zamknięcia (OHLC, ang. *Open-High-Low-Close*) w określonym przedziale czasu. W tym sensie pierwotny, nieregularny proces zdarzeniowy zostaje przekształcony w szereg dyskretny o stałej częstotliwości próbkowania.

Odminną strukturę czasową mają rynki o charakterze aukcyjnym. Cena na tych rynkach nie jest ustalana w sposób ciągły, lecz wyznaczana w określonych momentach poprzez mechanizm maksymalizacji wolumenu obrotu przy danej cenie równowagi. Mechanizmem wyznaczania jednolitej ceny instrumentu finansowego w określonym momencie poprzez jednoczesne zestawienie wszystkich zleceń kupna i sprzedaży zgromadzonych w arkuszu, tak aby zmaksymalizować wolumen obrotu przy zachowaniu zasad równowagi rynkowej, jest *fixing*. W zależności od regulacji rynku, *fixing* może odbywać się jednokrotnie w ciągu dnia, parokrotnie, np. w fazie otwarcia oraz na zamknięciu, bądź stanowić jedyny mechanizm ustalania ceny dla instrumentów o niskiej płynności. W takim systemie obserwowany szereg cen ma charakter wyraźnie dyskretny, choć odstępy między kolejnymi obserwacjami są z góry określone harmonogramem sesji i niekoniecznie wiążą się z wystąpieniem jakichkolwiek transakcji.

Niezależnie od modelu notowań, w praktyce funkcjonują również ceny referencyjne publikowane w sposób dyskretny, takie jak kurs zamknięcia czy kurs odniesienia, wyznaczone zwykle jednokrotnie w ciągu dnia sesyjnego. W konsekwencji częstotliwość aktualizacji notowań giełdowych może być rozpatrywana na trzech poziomach: (i) strumienia zdarzeń rynkowych o nieregularnej, potencjalnie bardzo wysokiej intensywności, (ii) danych zagregowanych w stałych interwałach czasowych, oraz (iii) cen wyznaczanych w określonych momentach aukcyjnych. Z perspektywy prowadzenia analizy ilościowej wybór poziomu obserwacji determinuje własności statystyczne szeregu czasowego, w szczególności jego zmienność i autokorelację.

Harmonizacja w ekonometrii dotyczyłaby zatem nie tyle sposobu przekształcania danych przez badacza, co określałaby możliwe podejścia interpretacyjne do pozyskanych danych. Obejmuje ona trzy rodzaje cech, którymi mogą charakteryzować się dane rynkowe. Pierwszym z nich jest istnienie szeregów porównywalnych danych, które będą jednorodne między różnymi rynkami⁹⁵. Jednorodność ta przejawia się przede wszystkim jednolitą organizacją obrotu określonymi instrumentami finansowymi i jednakową częstotliwością aktualizacji ich wartości. Drugi rodzaj cech dotyczy sposobu przedstawiania szeregów czasowych, tj. przede wszystkim przyjęcie wspólnej metody i standardów przekazywania informacji rynkowych tak, aby były one porównywalne⁹⁶. W badaniach skupiono się na trzecim rodzaju, który w porównaniu do dwóch poprzednich ma większe przełożenie na warunki funkcjonowania rynków towarowych z perspektywy kupców. Ten trzeci rodzaj dotyczy cech statystycznych, którymi charakteryzują się analizowane szeregi czasowe. W kontekście stosunkowo szerokiego pojęcia, w ramach weryfikacji drugiej hipotezy pomocniczej, badania dotyczą zatem bezpośrednio zaledwie jednego z elementów. Wynik pozytywny sprawdzenia tej hipotezy jest jednak przyczynkiem do twierdzenia o zasadności rozważań nad harmonizacją w ekonometrii finansowej.

Wprowadzenie pojęcia harmonizacji pozwala powiązać analizę właściwości statystycznych szeregów czasowych z oceną otoczenia regulacyjnego rynków, wykorzystywanej infrastruktury oraz ich pozycji w systemie światowych rynków finansowych. Badanie cech statystycznych szeregów czasowych, np. ich kointegracji, sezonowości oraz reakcji na szoki umożliwia identyfikację konkretnych mechanizmów transmisji. Harmonizacja ma jednak szerszy zakres. Służy ona systematycznemu rozwiązywaniu problemów porównywalności danych oraz ocenie stopnia integracji rynków w ramach jednego systemu finansowego.

Na poziomie teoretycznym przejawy harmonizacji w danych empirycznych można określić poprzez dekompozycję szeregu czasowego na trend (składową długookresową), sezonowość lub cykliczność, składową losową (szum) oraz zmiany

⁹⁵ Różnice w uwarunkowaniach instytucjonalnych i organizacyjnych między giełdami Euronext a ICE nie są na tyle znaczące, aby porównywalność danych uzyskiwanych z tych giełd budziła zastrzeżenia. Co więcej, funkcjonowanie systemów transakcyjnych nie zawiera się w przedmiocie niniejszych badań. Pierwszy rodzaj cech determinujących stopień harmonizacji rynków Euronext i ICE nie został zatem włączony do zakresu badań.

⁹⁶ W prezentowanych tu badaniach wykorzystano dane agregowane do wartości dziennych. W zakresie istotnym dla przeprowadzenia badań jest zatem spełnione kryterium jednorodności pod względem drugiego rodzaju cech. Kwestię porównywalności danych dla uczestników rynków finansowych, w szczególności wykorzystujących trading wysokich częstotliwości, uznano za wykraczającą poza zakres analizy koniecznej dla osiągnięcia celów badań.

strukturalne (reżim). Proces ten obejmuje określenie wspólnych trendów między rynkami lub odtrendowanie szeregu. Harmonizacja obejmuje także odsezonowanie oraz, w przypadku wykorzystania danych wysokiej częstotliwości, filtrowanie odpowiednich składowych, co pozwala zidentyfikować transmisję krótkookresowych wahań między rynkami lub ograniczyć wpływ tych wahań we wnioskowaniu, gdyby niewyróżnione stanowiły one element szumu. W praktyce, badanie dotyczy kwestii, czy zmienne dążą do odzwierciedlania tego samego komponentu długookresowego.

Istotne są także właściwości czasowe procesu. Analizuje się stacjonarność, autokorelację oraz pamięć długookresową. Modele autoregresyjne (AR) służą do opisu zależności bieżącej wartości od jej przeszłych realizacji. Modele ze zmienną ruchomą (MA) ujmują wpływ przeszłych zaburzeń losowych. Modele ARMA łączą oba mechanizmy i pozwalają modelować krótkookresową dynamikę w sposób spójny. W analizie wielowymiarowej wykorzystuje się także eliminację wspólnego trendu, wyrównanie faz cykli oraz modele korekty błędem (ECM, ang. *Error Correction Models*), które opisują mechanizm dostosowania do relacji długookresowej po krótkookresowych odchyleniach. Do technik komplementarnych można zaliczyć: filtry statystyczne⁹⁷, realizujące elementarną harmonizację widmową poprzez separację składowych cyklicznych; korekty sezonowe i kalendarzowe harmonizujące strukturę okresową⁹⁸; oraz modele czynnikowe, tworzące wspólną reprezentację latentną dla wielu procesów. Harmonizacja pozwalałaby zatem na zapewnienie współmiernej struktury dynamicznej dla analizowanych zmiennych.

Istotną konsekwencją takiego podejścia byłoby silniejsze włączenie analizy częstotliwościowej do głównego nurtu badań empirycznych. Miary koherencji, przesunięcia fazowe czy analiza widmowa mogłyby pełnić funkcję diagnostyczną, wskazując, czy

⁹⁷ Filtrowanie szeregów czasowych modyfikuje strukturę spektralną danych w sposób systematyczny i nieodwracalny. Operacja ta nie sprowadza się do technicznego usunięcia komponentu losowego z szeregu czasowego, lecz stanowi interwencję w rozkład energii procesu między różnymi pasmami częstotliwości. Analiza filtrów takich jak Hodricka–Prescotta (HP), Baxtera–Kinga (BK), czy Christiano–Fitzgeralda wymaga zatem perspektywy częstotliwościowej. W tej reprezentacji widoczny staje się sposób, w jaki filtr rekonfiguruje relację między trendem, cyklem i zakłóceniem.

⁹⁸ Podstawową kategorię stanowi funkcja przenoszenia (ang. *transfer function*), określająca skalę transmisji poszczególnych komponentów częstotliwościowych. Jej interpretacja jest bezpośrednia: wartość jednostkowa oznacza pełne przepuszczenie sygnału, wartości pośrednie wyznaczają stopień tłumienia amplitudy, a zerowa – całkowitą eliminację. Z tej perspektywy filtr, w sensie ontologicznym, nie usuwa trendu ani nie wydziela elementu cyklicznego. Waży on widmo procesu zgodnie z określoną regułą częstotliwościową. Wynika stąd podstawowe ograniczenie, polegające na generowaniu deformacji względem idealnej separacji spektralnej przez każdy filtr skończonej długości. Dwa rodzaje deformacji są szczególnie istotne: *leakage* oznacza transmisję częstotliwości, które miały zostać stłumione, zaś kompresja – niezamierzone osłabienie komponentów należących do pasma przepustowego. Oba te efekty wyznaczają granice identyfikowalności cyklu.

wartości zmieniają się jednorodnie w tych samych przedziałach czasowych i czy relacje wyprzedzania lub opóźniania są stabilne. W ujęciu bardziej formalnym harmonizacja znajduje częściowe uzasadnienie w teorii procesów harmonizowalnych⁹⁹, rozwijanej w analizie procesów stochastycznych. Pokazuje ona, że nawet niestacjonarne szeregi mogą być reprezentowane w uogólnionej przestrzeni spektralnej, co dostarcza teoretycznej podstawy dla integracji domeny czasu i częstotliwości. Koncepcja harmonizacji mogłaby również podnieść jakość badań porównawczych. W analizach różnice dynamiczne często traktowane są jako zakłócenie wynikające z różnic strukturalnych lub instytucjonalnych. Można jednak interpretować je jako brak pełnej harmonizacji. Takie ujęcie pozwalałoby bezpośrednio modelować stopień zgodności dynamicznej zamiast zakładać jej istnienie, zwiększając refleksyjność badań empirycznych bez konieczności rewolucyjnej zmiany aparatu formalnego.

Własnościami spektralnym, analizowanym w naukach technicznych, w ekonometrii finansowej odpowiadają struktura cykliczna i dominujące częstotliwości wahań. Analiza w dziedzinie częstotliwości pozwala identyfikować cykle o różnej długości, oddzielać wahania krótkookresowe od średnio- i długookresowych oraz badać synchronizację rynków w określonych pasmach częstotliwości. Jest to adaptacja narzędzi przekształcania sygnałów do badania zmienności i współzależności cen aktywów. Harmonizacja obejmuje również przekształcenia algebraiczne, takie jak standaryzacja (np. Z-score), normalizacja i skalowanie. Umożliwiają one porównywanie zmiennych o różnych poziomach i wariancjach, w szczególności jeżeli porównywane są wartości nominalne wyrażane w różnych walutach. Aspekty harmonizacji niezależne od technik pomiaru obejmują strukturę deterministyczną (np. trend, sezonowość), własności stochastyczne (np. stacjonarność, autokorelację), strukturę cykliczną w dziedzinie częstotliwości, skalę i rozkład zmiennej, relacje między sygnałami oraz dynamikę długookresową. Są to cechy matematyczne i probabilistyczne, determinujące możliwość oceny spójności systemu finansowego oraz rozróżnienia wpływu czynników egzogenicznych i endogenicznych, działających na pojedyncze rynki i na ich układy w ramach całego systemu.

Zastosowanie pojęcia harmonizacji szeregów czasowych w ekonomii nadaje spójne ramy analityczne badaniom rynków finansowych, podczas gdy obecnie badania polegają na rozumowaniu indukcyjnym w oparciu o dane fragmentaryczne. Harmonizacja pozwala

⁹⁹ Proces harmonizowalny (ang. *harmonizable process*) jest uogólnieniem klasycznych procesów stacjonarnych w sensie widmowym. Jego funkcja kowariancji może być przedstawiona jako podwójna transformacja Fouriera względem czasu, co umożliwia analizę sygnałów niestacjonarnych zachowujących pewną strukturę harmoniczną. Koncepcję tę rozwijano m.in. w oparciu o teorię łańcuchów Markowa (Blume i in., 2025).

rozróżniać między analizą efektów przejawiających się we właściwościach statystycznych szeregów czasowych notowań giełdowych, a integracją systemową rynków. Obecnie brakuje w literaturze powszechnie przyjętej koncepcji, która pozwoliłoby ocenić, czy współzależności dynamiki cen lub innych parametrów statystycznych świadczą o rzeczywistej integracji rynków. Harmonizacja mogłaby pełnić funkcję takiego pojęcia nadrzędnego, integrując w spójne ramy metodyczne przygotowanie danych, ich modelowanie i interpretację.

3.3 Ramy koncepcyjne i założenia badawcze

Analiza interakcji między rynkiem fizycznym a rynkiem instrumentów pochodnych na rynkach zbóż i cukru wskazuje, że dynamika cen kontraktów terminowych wyprzedza analogiczne zmiany cen w transakcjach kupna. Mechanizmy powiązań między tymi rynkami obejmują przede wszystkim *hedging* przez kupców i dostawców, a ze strony podmiotów niekomercyjnych – spekulację oraz arbitraż. Literatura przedmiotu wskazuje, że proces finansyzacji rynków towarowych w ostatnich dekadach zwiększył siłę powiązań między rynkami fizycznym i finansowym, przez co decyzje inwestorów finansowych wywierają istotny wpływ na kształtowanie się cen towarów fizycznych poprzez pozycje na kontraktach terminowych. W literaturze dotyczącej arbitrażu na rynkach towarowych podkreśla się rolę tzw. „dynamiki przechowywania” (ang. *storage dynamics*), która pozwala na łączenie cen kontraktów *futures* i *spot* poprzez mechanizmy czasowego przesunięcia podaży. Konsekwencją tego zjawiska jest stopniowe upodabnianie się dynamiki cen między rynkami, co w kontekście globalnych zakłóceń uwidacznia wrażliwość rynków towarowych na szoki zewnętrzne.

W celu testowania hipotez empirycznych dotyczących rynków towarowych wykorzystuje się modele, które pozwalają uchwycić zarówno współzależności między rynkami, jak i dynamikę zmienności cen. Modele neoklasyczne oraz ich adaptacje w ramach syntezy neoklasycznej zakładają względną stabilność rynków i dążenie do stanu równowagi. Modele te zakładają istnienie warunków, w których uczestnicy wykazują racjonalność zachowań i dysponują informacjami odzwierciedlającymi bieżący stan determinant rynku. Empiryczne badania potwierdzają istotność zjawiska finansyzacji, m.in. poprzez analizę płynności rynków i wpływu inwestorów finansowych na segment fizyczny. Wyniki te często ujawniają odchylenia od założeń teorii neoklasycznej, dotyczących zachowań uczestników rynku i efektywności mechanizmów ustalania cen. W związku z tym, aprioryczne

oczekiwania dotyczące badań interakcji między rynkami fizycznymi a finansowymi implikują następujące założenia: (i) wpływ finansyzacji na mechanizmy cenowe jest istotny, (ii) powiązania cen umożliwiające arbitraż między rynkami utrzymują się, (iii) wrażliwość cen na globalne szoki jest statystycznie istotna oraz (iv) zbadanie dynamiki niestabilnych i ewoluujących rynków wymaga stosowania narzędzi ekonometrycznych.

W badaniach nad finansyzacją rynków rolnych z wykorzystaniem szeregów czasowych dominują modele ilościowe, przede wszystkim z korzystającą z uogólnionej autoregresyjnej heteroskedastyczności warunkowej¹⁰⁰ (GARCH, ang. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) lub autoregresji wektorowej (VAR, ang. *Vector Autoregression*). Modele te pozwalają na analizę zmienności cen oraz zależności między rynkami towarów rolnych a instrumentami finansowymi (por. Büyükaşahin i Robe, 2014; Chang i in., 2024). Ich siła tkwi w testowaniu falsyfikowalnych hipotez, co wpisuje się w metodologię Poppera. W polskim kontekście modele te są rzadziej stosowane, szczególnie do analizy mniej popularnych towarów, takich jak jęczmień czy żyto, co wskazuje na lukę badawczą (Żelazny, 2019).

Badania Engle'a (2004) pokazują, że GARCH dobrze oddaje efekty klastrowania zmienności na rynkach towarowych. Hansen i Lunde (2005) wskazują, że wariant GJR-GARCH jest skuteczny w analizie rynków finansowych zdominowanych przez spekulację. Z kolei EGARCH dobrze oddaje dynamikę cen na zintegrowanych rynkach (Bollerslev et al., 2018). Modele VAR, umożliwiają analizę współzależności między wieloma szeregami czasowymi (Zivot i Wang, 2006), co jest istotne w badaniu złożonych relacji między rynkami finansowymi, towarowymi i zmiennymi makroekonomicznymi. Model VAR może być rozszerzony o zmienność oszacowaną przez GARCH, co pozwala analizować, jak zmienność cen kukurydzy wpływa na inne zmienne, np. inwestycje w bioetanol. Takie podejście może poprawiać dokładność prognoz na rynkach finansowych (Bollerslev et al., 2018).

U podstaw hipotezy głównej leży założenie, że produkcja bioetanolu pierwszej generacji powinna być motywowana mechanizmami rynkowymi i efektywnością ekonomiczną. Nie wyklucza to podejmowania działalności z przyczyn politycznych lub strategicznych, jednak w ujęciu makroekonomicznym to racjonalność ekonomiczna powinna decydować o jej utrzymaniu i rozwoju. Weryfikacja tej hipotezy ma charakter

¹⁰⁰ Warianty GARCH są szczególnie przydatne w modelowaniu wpływu identyfikowalnych zdarzeń na wartości zmiennej objaśnianej w szeregu czasowym, umożliwiając także różne podejścia do modelowania asymetrii i efektów dźwigni finansowej, efektów pozytywnych i negatywnych szoków na zmienność (GJR-GARCH), albo określania, czy dany szok jest powyżej czy poniżej określonego poziomu (Zakoian, 1994) używając parametru progowego w wariancie T-GARCH.

jakościowy przy wykorzystaniu wniosków z badań ilościowych odnoszących się do hipotez pomocniczych, co nadaje analizie zasadniczo teoretyczny charakter. Pierwsze zadanie badawcze dotyczy określenia długookresowej relacji między cenami surowców a opłacalnością produkcji bioetanolu w latach 2010–2024. Ceny towarów rolnych, stanowiących ponad 60–70% kosztów całkowitych (OECD-FAO, 2022), istotnie wpływały na rentowność instalacji, a ich wysoka zmienność prowadziła do dekompresji marż i wzrostu ryzyka nieefektywnej alokacji kapitału.

W świetle teorii efektywności informacyjnej rynku (Fama, 1970) oraz modeli równowagi międzyokresowej, napływ kapitału spekulacyjnego może prowadzić do przejściowego odchylenia cen od poziomów wynikających z czynników fundamentalnych. W ujęciu postkeynesowskim oraz w literaturze dotyczącej niestabilności finansowej (Minsky, 1977) zjawisko to interpretowane jest jako przejaw endogenicznej niestabilności systemu, w którym oczekiwania i strategie portfelowe wzmacniają zmienność cen oraz osłabiają ich funkcję informacyjną. Pierwsza hipoteza pomocnicza służy empirycznej weryfikacji zmian w strukturze rynku, w szczególności wzrostu udziału podmiotów sektora finansowego, i współzależności między strukturą rynku a dynamiką cen. W weryfikacji pierwszej hipotezy pomocniczej sformułowano i wykorzystano siedem założeń:

(i) **Komponenty ceny kontraktów *futures***

Cenę kontraktu *futures* na towar rolny, w ujęciu modelowym, można wyznaczyć na podstawie sumy (i) komponentu fundamentalnego, odzwierciedlającego oczekiwaną przyszłą cenę towaru, uwarunkowaną determinantami podaży, popytu i kosztów magazynowania, (ii) premii za ryzyko (ang. *risk premium*), kompensującej ekspozycję na systematyczne czynniki ryzyka oraz (iii) komponentu stochastycznego, obejmującego nieprzewidywalne szoki informacyjne i mikrostrukturalne. Formalnie, w ujęciu zgodnym z teorią kosztu przeniesienia oraz wyceną aktywów w warunkach niepełnych rynków, np. zgodnie z teorią Mertona o kształtowaniu się równowagi międzyokresowej, cena *futures* P spełnia warunek:

$$P(t, T) = E_t(S_T) + \pi_t + \varepsilon_t \quad [1]$$

gdzie S_T jest ceną instrumentu bazowego (np. surowca) w przyszłym momencie T ; π_t oznacza premię za ryzyko; a ε_t – składnik losowy. Składnik

$$E_t(S_T) = \mathbf{E}(S_T | F_t) \quad [2]$$

oznacza warunkową wartość oczekiwaną ceny instrumentu bazowego w tym samym terminie T , obliczoną na moment t , w którym F_t oznacza zbiór wszystkich informacji

znanych w momencie t . $E_t(\cdot)$ jest operatorem wartości oczekiwanej, zależnej od informacji dostępnej w momencie t . Filtracja F wykazuje własność:

$$F_t \subset F_{t+1} \quad [3]$$

oznaczającą nieujemny przyrost zasobu informacji w czasie.

W dalszej analizie kluczowa jest endogeniczna wycena ryzyka w funkcji płynności rynku, zgodnie z literaturą mikrostrukturalną (Amihud i in., 1997; Lou i Shu, 2017) oraz teorią presji hedgingowej (ang. *hedging pressure*; De Roon i in., 2000; Bosch i Smimou, 2022). Premia za ryzyko na rynkach towarowych jest zmienna w czasie i dodatnio skorelowana z nierównowagą pozycji netto uczestników komercyjnych i niekomercyjnych, zgodnie z teorią dyskonta terminowego (ang. *normal backwardation*; Carter i Revoredo-Giha, 2022).

(ii) **Równowaga na rynku *futures***

Równowaga na rynku kontraktów *futures* na dany towar rolny zachodzi wtedy, gdy (i) bieżąca realizacja ryzyka jest zgodna z rozkładem aktywnych czynników ryzyka systematycznego oraz (ii) relacja między ceną *futures* a ceną *spot* nie generuje trwałych możliwości arbitrażowych, przy jednoczesnej zgodności z czynnikami fundamentalnymi dotyczącymi rynku fizycznego. Warunek ten odpowiada koncepcji braku arbitrażu oraz modelom równowagi między rynkiem fizycznym a terminowym Workinga. Założenie to przekłada się we wnioskowaniu dwojako:

(ii.a) **Stochastyczność czynników fundamentalnych i ryzyka**

Procesy fundamentalne oraz endogeniczne procesy rynkowe determinujące wycenę ryzyka, np. zmienność implikowana czy premia za ryzyko płynności, podlegają oddzielnym, lecz współzależnym procesom stochastycznym. Oznacza to, że zmienność ceny *futures* nie jest wyłącznie funkcją niepewności fundamentalnej, lecz także niepewności dotyczącej struktury rynku i apetytu na ryzyko. Odpowiada to modelom z dwoma źródłami ryzyka, fundamentalnym i finansowym, opisywanymi w literaturze przedmiotu.

(ii.b) **Rozdzielenie mechanizmów wyceny wraz ze wzrostem płynności**

Wraz ze wzrostem płynności rynku *futures* możliwe jest instytucjonalne i cenowe rozdzielenie mechanizmów wyceny czynników fundamentalnych od mechanizmów wyceny ryzyka. W warunkach wysokiej płynności cena ryzyka może być kształtowana głównie przez czynniki portfelowe i międzyrynkowe, niezależnie od bieżących fundamentów towaru. Jest to zgodne z teorią segmentacji rynku i z modelami płynności jako czynnika wyceny aktywów (Amihud i Mendelson, 1997).

(iii) **Heterogeniczność celów uczestników rynku**

Uczestnicy rynku *futures* dzielą się na komercyjnych, tj. *hedgerów*¹⁰¹, kupców i dostawców, oraz niekomercyjnych, czyli głównie spekulantów finansowych. Funkcje celu każdej z tych grup są odmienne. Uczestnicy komercyjni maksymalizują użyteczność związaną z dochodem z działalności operacyjnej oraz minimalizują wariację przepływów pieniężnych. Ich popyt na kontrakty *futures* jest funkcją ekspozycji fundamentalnej oraz kosztu zabezpieczenia ryzyka. Uczestnicy niekomercyjni maksymalizują oczekiwaną stopę zwrotu skorygowaną o ryzyko portfela finansowego. Ich decyzje są zasadniczo niezależne od bieżących fundamentów danego towaru, a zależne od relacji międzyklasowych aktywów, zmienności i strategii alokacyjnych. Rozróżnienie to jest zgodne z teorią presji hedgingowej (ang. *hedging pressure*) oraz, w ujęciu równowagi częściowej, z analizą pozycji w raportach *Commitments of Traders* (CoT).

Z tego założenia płynie wniosek o braku silnych empirycznych przesłanek wskazujących na dominującą rolę strategii opartych wyłącznie na analizie formacji cenowych, poziomach wsparcia i oporu jako samodzielnych determinant cen w długim okresie. W ujęciu efektywności rynku, trwałe ponadnormatywne zyski z prostych reguł technicznych są trudne do utrzymania. Wybrane narzędzia analizy technicznej mogą być z kolei interpretowane jako przybliżenia procesów ryzyka. Składają się na nie analiza cykli, odzwierciedlająca sezonowość fundamentalną; analiza zmienności i wolumenu, określająca endogeniczne ryzyko mikrostrukturalne; oraz analiza odchyleń od trendu, badająca czasową premię za ryzyko i proces powrotu do średniej.

(iv) **Determinanty wzrostu płynności**

Wzrost płynności na rynku instrumentów pochodnych jest funkcją: (a) wzrostu liczby uczestników rynku, (b) wzrostu udziału uczestników niekomercyjnych oraz (c) wzrostu intensywności obrotu obecnych uczestników. W modelach mikrostrukturalnych płynność jest funkcją głębokości rynku i kosztów transakcyjnych. Jej wzrost obniża premię za ryzyko płynności, lecz jednocześnie może zwiększać amplitudę przepływów portfelowych i zmienność krótkookresową. W konsekwencji

¹⁰¹ Terminem „*hedger*” oznacza się uczestnika rynku finansowego, który zawiera transakcje, najczęściej na instrumentach pochodnych, w celu ograniczenia lub neutralizacji ryzyka cenowego wynikającego z prowadzonej działalności gospodarczej, w odróżnieniu od celu osiągnięcia zysku spekulacyjnego. Wykorzystanie słowa *hedger* w języku polskim jest zgodne z uzusem, choć niepotwierdzone uwzględnieniem tego słowa w dostępnych słownikach.

płynność pełni podwójną rolę: stabilizuje proces arbitrażu fundamentalnego, lecz może amplifikować wahania wynikające z alokacji kapitału finansowego.

(v) Płynność jako warunek konieczny równowagi

Płynność rynku jest warunkiem koniecznym kształtowania się równowagi rynkowej na rynku instrumentów pochodnych. W sensie mikrostrukturalnym równowaga wymaga, aby ceny mogły dostosowywać się do napływu informacji przy ograniczonych kosztach transakcyjnych i wystarczającej głębokości księgi zleceń. W ujęciu teoretycznym zgodnym z modelami mikrostruktury (Kyle i Obizhaeva, 2016) brak płynności prowadzi do nadmiernego wpływu pojedynczych zleceń na cenę (*ang. price impact*), co zaburza mechanizm odkrywania cen. Równowaga przejawia się zatem sprawnością mechanizmu odkrywania cen. W związku z tym ceny *futures* odzwierciedlają zarówno wpływ bieżących czynników fundamentalnych, jak i oczekiwania co do przyszłych warunków rynkowych, przy jednoczesnej stabilnej aktualizacji informacji. Jest to zgodne z koncepcją efektywności informacyjnej rynku. Brak płynności nie musi eliminować całkowicie relacji między ceną a fundamentami, lecz uniemożliwia ich systematyczne i efektywne odzwierciedlenie w cenie.

(vi) Równoważenie działań grup uczestników

Działania jednej grupy uczestników rynku mogą być równoważone przez działania innych grup, co oznacza, że trwała asymetria pozycji netto (np. dodatnia przewaga jednej strony rynku) nie jest wystarczającym warunkiem destabilizacji rynku. W modelach heterogenicznych uczestników, wywodzących się z teorii presji hedgingowej, równowaga cenowa może utrzymywać się przy trwałej nierównowadze ilościowej, o ile istnieje kompensująca premia za ryzyko. Duża amplituda wahań cen nie wyklucza zatem działania mechanizmu odkrywania cen. Oznacza natomiast, że proces dochodzenia do wartości równowagi ma charakter niestabilny i wymaga analizy w wyższej częstotliwości danych, np. danych dziennych lub dotyczących przepływów finansowych w okresie pomiędzy momentami raportowania w raportach CoT¹⁰². W sensie dynamicznym odpowiada to procesowi dostosowawczemu o wysokiej zmienności warunkowej.

¹⁰² Dodatkowym ograniczeniem jest zatem sposób agregacji danych w raportach CoT. Pozycje krótkie i długie publikowane w raportach nie zawsze bilansują się arytmetycznie, a obserwowane rozbieżności mają charakter niestacjonarny. Ich skala może zmieniać się w czasie zarówno wskutek modyfikacji metodycznych, jak i zmian aktywności określonych kategorii uczestników. Oznacza to, że raportów CoT nie należy traktować jako doskonałego odwzorowania rzeczywistej struktury rynku. Niestacjonarność ta ogranicza również użyteczność klasycznych procedur statystycznych. Modele zakładające stabilność parametrów lub trwałość relacji między kategoriami uczestników okazują się częściowo nieadekwatne, zwłaszcza gdy opierają się na założeniu stałej zależności między pozycjami netto a mechanizmem równowagi rynkowej. Problem ten nie wynika wyłącznie z niedoskonałości danych, lecz także z tego, że raporty CoT nie dostarczają kompleksowych informacji dotyczących procesów funkcjonowania rynku terminowego.

W obecności podmiotów komercyjnych, utrzymująca się przez dłuższy okres różnica między bieżącą wartością relacji pozycji krótkich do długich ($S:L$) a poziomem równym 1, może wskazywać na trwałą wycenę kontraktów odbiegającą od poziomu równowagi rynkowej. Przewaga pozycji krótkich (S) implikuje oczekiwania spadku ceny lub presję hedgingową po stronie producentów, a przewaga pozycji długich (L) – oczekiwania wzrostu ceny lub presję hedgingową po stronie przetwórców. Jednocześnie brak podmiotów niekomercyjnych może prowadzić do utrzymywania się tej relacji z przyczyn czysto operacyjnych, związanych z zarządzaniem ryzykiem operacyjnym, a nie z powodu nieefektywności rynku. W takim przypadku relacja $S:L$ nie jest czystą miarą oczekiwań cenowych, lecz strukturalnej ekspozycji sektora realnego.

(vii) Oddziaływanie czynników fundamentalnych na ryzyko

Czynniki fundamentalne mogą oddziaływać na miary ryzyka w krótkim okresie poprzez kanał informacji (np. raporty o zapasach, prognozy plonów), powodując wzrost zmienności implikowanej i premii za ryzyko. W długim okresie zmiany fundamentalne (np. trwała zmiana technologii produkcji, struktury handlu międzynarodowego) prowadzą do zmiany struktury rynku, tj. udziału poszczególnych grup uczestników, głębokości rynku oraz charakteru dominujących strategii. Odpowiada to rozróżnieniu między szokiem przejściowym a zmianą reżimu strukturalnego w ekonomii dynamicznej.

Wymienionych siedem założeń metodycznych wynika z zakresu i celów badania. Uzupełnione o następujące trzy zastrzeżenia, założenia te tworzą spójny aparat pojęciowy.

(i) Płynność jest warunkiem funkcjonowania mechanizmu odkrywania cen. Równowaga cenowa nie implikuje stabilności dynamicznej, a zakres badania ograniczono do wpływu płynności na komponent wyceny instrumentów zabezpieczających, bez analizy pełnej współzależności systemowej. Badanie dotyczy bowiem wpływu płynności na wycenę instrumentów zabezpieczających, a nie wzajemnego związku między płynnością a ryzykiem. Zakres badania jest więc jednokierunkowy: analizowany jest wpływ płynności na komponent wyceny (w szczególności premię za ryzyko), nie zaś endogeniczna współzależność płynności i ryzyka w sensie ogólnej równowagi. Ograniczenie to zapobiega problemowi identyfikacji przyczynowości oraz konieczności estymacji modelu sprzężonego.

(ii) Równowaga rynku nie jest tożsama z jego stabilnością, choć stanowi warunek konieczny. W warunkach rynku efektywnego, równowaga oznaczałaby brak systematycznych możliwości arbitrażu cenowego oraz zgodność poziomów cen z czynnikami fundamentalnymi i wyceną ryzyka. Stabilność dotyczy charakterystyki procesu dochodzenia do równowagi (np. szybkości i amplitudy odchyień). Rynek może być w równowadze w sensie statycznym, lecz niestabilny w sensie dynamicznym, tj. wykazywać wysoką zmienność wokół punktu równowagi.

(iii) Wskaźniki takie jak indeks spekulacyjny T Workinga (1960) służą ocenie relacji między pozycjami hedgingowymi i spekulacyjnymi. Hipoteza badawcza nie dotyczy jednak skali spekulacji jako takiej, lecz wpływu płynności na wycenę instrumentów zabezpieczających. Włączenie tych miar zmieniłoby zakres badania z analizy cenowej na analizę strukturalną i ilościową rynku, co wykracza poza przyjętą ramę teoretyczną.

Druga hipoteza pomocnicza dotyczy zjawiska harmonizacji cen między rynkami towarowymi a finansowymi, analizowanego w kontekście integracji rynków. W perspektywie neoklasycznej długookresowa kointegracja cen powinna odzwierciedlać wspólne fundamenty i arbitraż eliminujący trwałe rozbieżności, natomiast w warunkach segmentacji rynków lub dominacji czynników spekulacyjnych możliwe są trwałe odchylenia od relacji równowagi. Analiza mechanizmów cenotwórczych pozwoli ocenić, czy obserwowane poziomy cen odpowiadają oczekiwaniom dotyczącym harmonizacji tych rynków. W przypadku zauważenia rozbieżności, nastąpi identyfikacja ich przyczyn.

Pominięcie w badaniach tematyki obejmującej indywidualne strategie hedgingowe producentów bioetanolu czy behawioralne reakcje inwestorów, uzasadnia przede wszystkim dążenie do zachowania spójności stosowanych metod i podejść. Rezygnacja z poświęcenia większej uwagi kwestiom mikroekonomicznym lub wiążącym się z uwzględnieniem w większym stopniu alternatywnych podstaw teoretycznych prowadzi jednak do pewnych ograniczeń dotyczących możliwości pełnej oceny skutków finansyzacji.

3.4 Wykorzystane dane ilościowe

W celu weryfikacji hipotez badawczych wykorzystano trzy rodzaje danych: (i) dane jakościowe, (ii) dane ilościowe poddane modelowaniu ekonometrycznemu, wykorzystane w hipotezach pomocniczych, oraz (iii) dane ilościowe o charakterze

statystycznym. Taka struktura materiału badawczego odpowiada przyjętej logice badawczej.

(i) Pierwszą kategorię stanowią dane jakościowe, obejmujące publikacje naukowe, raporty instytucjonalne, opracowania branżowe oraz dokumenty organizacji międzynarodowych i pozarządowych. Materiał ten został poddany systematycznej analizie równoległe z literaturą przedmiotu, co umożliwiło osadzenie badania w szerszym kontekście teoretycznym i regulacyjnym. Dane jakościowe pełnią funkcję interpretacyjną: pozwalają zidentyfikować mechanizmy instytucjonalne, praktyki rynkowe oraz zmiany strukturalne, których nie obejmują dane wykorzystane w modelach ilościowych.

(ii) Drugą kategorię danych, najważniejszą ze względu na element oryginalny w badaniach, stanowią dane ilościowe poddane modelowaniu. Wyróżniono dwa ich typy: (1) dzienne notowania cen kontraktów *futures* na analizowanych rynkach oraz (2) raporty zobowiązań traderów, tj. CoT, publikowane przez giełdy towarowe, w szczególności Euronext oraz Intercontinental Exchange. Dane te umożliwiają analizę dynamiki cen oraz struktury pozycji rynkowych uczestników komercyjnych i niekomercyjnych¹⁰³.

Wykorzystane notowania nie obejmują danych o wysokiej częstotliwości, co zdeterminowało metodę weryfikacji hipotezy badawczej dotyczącej wpływu integracji rynków na dynamikę cen. W kontekście długookresowej analizy rynków towarowych wykorzystanie danych dziennych stanowi kompromis między wysoką granularnością danych¹⁰⁴ a wykonalnością obliczeniową w warunkach badań ujętych w tej dysertacji. Dzienna obserwacja cen pozwala wnioskować o krótkookresowych ruchach cenowych poprzez analizę zmienności mierzonej różnicą między ceną maksymalną a minimalną w danym dniu, tj. dziennym zakresem wartości ceny. Jest to w praktyce jedyna możliwość systematycznego uchwycenia ruchów cenowych odpowiadających szeregom czasowym o wysokiej częstotliwości w badaniu obejmującym wieloletni horyzont czasowy.

¹⁰³ Analiza raportów CoT ma więc charakter pośredni i rekonstrukcyjny. Przedmiotem badania nie jest sama równowaga rynku, lecz konfiguracja relacji umożliwiających jej utrzymanie. Transfer ryzyka i zmiany płynności pełnią funkcję zmiennych pośredniczących między strukturą pozycji a pojęciem równowagi rynkowej. Dopiero analiza tych procesów pozwala formułować ostrożne wnioski dotyczące stabilności rynku terminowego oraz stopnia jego funkcjonalnej integracji.

¹⁰⁴ Granularność danych (ang. *data granularity*) odpowiada stopniowi szczegółowości danych, które są przechowywane, analizowane lub prezentowane w systemie informacyjnym. Często odpowiada on częstotliwości obserwacji dostarczających wartości dla szeregu czasowego.

Zastosowanie danych o wyższej częstotliwości (ang. *intra-day*) mogłoby zwiększyć precyzję estymacji modeli zmienności, w szczególności w ramach specyfikacji typu GARCH, jednak wiązałoby się z istotnymi ograniczeniami. Po pierwsze, zasadniczym celem badania jest analiza ewolucji rynków towarowych w długim okresie, a nie szczegółowa mikrostrukturalna analiza systemów transakcyjnych czy epizodycznych zdarzeń o charakterze szokowym. Po drugie, objęcie całego badanego okresu danymi wysokiej częstotliwości prowadziłoby do zbioru danych przekraczającego dostępne możliwości obliczeniowe oraz komplikującego procedury estymacyjne bez proporcjonalnego wzrostu wartości poznawczej w kontekście przyjętych pytań badawczych. W konsekwencji przyjęto, że dzienne notowania zapewniają wystarczającą rozdzielczość czasową do identyfikacji procesów zmienności i tendencji cenowych, przy jednoczesnym zachowaniu spójności metodycznej i operacyjnej wykonalności badania.

(iii) Trzecią kategorię stanowią dane ilościowe o charakterze makroekonomicznym i sektorowym, wykorzystywane przede wszystkim jako wsparcie dla hipotezy głównej. Obejmują one statystyki produkcji, konsumpcji, handlu zagranicznego oraz zapasów publikowane przez instytucje takie jak Eurostat oraz Ministerstwo rolnictwa USA (*United States Department of Agriculture*), a także przez wybrane organizacje branżowe i pozarządowe. Dane te służą do rekonstrukcji tła fundamentalnego analizowanych rynków towarowych oraz do weryfikacji spójności wniosków wyprowadzanych z modeli opartych na danych giełdowych. Nie są one jednak bezpośrednio estymowane w ramach przyjętych specyfikacji ekonometrycznych.

Analiza raportów CoT publikowanych przez giełdy wymaga uwzględnienia szeregu ograniczeń strukturalnych i metodycznych. Dane zawarte w tych raportach odpowiadają stanowi na dzień datowania raportu i nie odzwierciedlają pełnej mikrostruktury rynku. Nieuwzględnienie wskazanych ograniczeń danych prowadzi do przeszacowania mocy predykcyjnej pozycji inwestorów finansowych oraz do błędnej atrybucji procesów cenowych określonym grupom uczestników.

Pierwszym problemem jest niejednoznaczność klasyfikacji uczestników. Podmioty samodzielnie deklarują swój główny profil działalności. Klasyfikacja (np. *commercial* albo *non-commercial*, a w ramach kategorii *non-commercial* w raportach z ICE: *producer/merchant*, *swap dealer*, *money manager*) podlega weryfikacji, jednak zawiera element uznaniowy, a motywacja otwierania pozycji handlowej nie jest raportowana. W efekcie dochodzi do pokrywania się kategorii. Pozycje uczestników zajmujących się

komercyjnym obrotem towarami obejmują *hedging* w sensie ścisłym razem z innymi operacjami rynkowymi. Co więcej, niektórzy dealerzy swapów¹⁰⁵ bywają ujmowani jako podmioty komercyjne, mimo że realizują strategie o charakterze spekulacyjnym. Utrudnia to interpretację danych w celu określania transferu ryzyka i sentymentu rynkowego.

Drugim ograniczeniem jest opóźnienie publikacyjne. Raporty ICE, publikowane w piątki, odzwierciedlają stan pozycji z poprzedzającego wtorku. Dla giełdy Euronext dniami raportowania i publikacji raportu są odpowiednio piątek i środa. W warunkach wysokiej zmienności struktura pozycji może istotnie zmienić się w ciągu kilku dni następujących pomiędzy pojedynczym odczytem stanu rynku a publikacją danych. Co więcej, poszczególne raporty mają ograniczoną wartość analityczną, ponieważ nie obejmują one zmian w liczbach pozycji pomiędzy momentami odczytu. Wnioskowanie powinno opierać się na analizie sekwencji raportów, która w perspektywie odpowiednio długiego okresu pozwala na wnioskowanie o stanie rynków.

Trzecia kwestia dotyczy zakresu pokrycia rynku. Szczegółowo raportowane są jedynie pozycje dużych uczestników przekraczających progi sprawozdawcze. Mniejsze podmioty ujmowane są przez ICE w kategorii „*non-reportable*”¹⁰⁶, wyliczanej jako różnica między sumą pozycji na rynku a sumą pozycji dla kategorii podlegających raportowaniu. Raporty Euronext nie wymieniają tej kategorii. Dane prezentowane są w ujęciu zagregowanym, zaś brak informacji o koncentracji ryzyka oraz transakcjach OTC ogranicza możliwość oceny pełnej struktury rynku.

Raporty CoT wykazują wysoką wartość jako źródło danych w celu analizy struktury rynku. Ich interpretacja wymaga jednak ostrożności oraz zastosowania adekwatnej metody analitycznej. Niezbędne jest również pogłębione zrozumienie procesu kompilacji danych w raportach CoT. Jako informacja publiczna, treść raportów CoT jest na ogół uwzględniana w wycenie instrumentów pochodnych, obrót którymi następuje na właściwych rynkach, w momencie publikacji. Z perspektywy uczestników rynku, ogranicza to użyteczność CoT jako źródła sygnałów transakcyjnych. Część badań łączy dane z raportów CoT z analizą *open interest*, tj. badaniem łącznej liczby niewygasłych i nierozliczonych kontraktów *futures*

¹⁰⁵ Dealerzy swapów (ang. *swap dealers*), to wyspecjalizowane instytucje finansowe działające jako animatorzy i pośrednicy na rynku instrumentów pochodnych, w szczególności swapów (np. stopy procentowej, walutowych czy towarowych). Najczęściej kategoria ta obejmuje banki inwestycyjne lub podmioty zależne dużych grup bankowych. Podmioty te zawierają transakcje swapowe zarówno z klientami instytucjonalnymi (np. funduszami inwestycyjnymi, przedsiębiorstwami zabezpieczającymi ryzyko), jak i na własny rachunek, przejmując tymczasowo ekspozycję rynkową oraz zarządzając nią poprzez dalsze transakcje zabezpieczające (ang. *hedging*).

¹⁰⁶ Na podstawie federalnej ustawy USA *Commodity Exchange Act* (CEA) oraz regulacji wykonawczych regulujących działanie amerykańskiej Komisji ds. Obrotu Kontraktami Terminowymi (CFTC), wymóg raportowania obejmuje rynki, w których 20 lub więcej uczestników rynku posiada pozycje równe lub powyżej poziomów raportowania ustalanych na bieżąco przez CFTC.

lub opcji na dany instrument, w celu zwiększenia ich zdolności predykcyjnej (Hong i Yogo, 2010). Autorzy ci wskazują jednak na ograniczenia miar netto. Interpretację dynamiki *open interest* w zmiennych warunkach cenowych przedstawia Rysunek 3.

Rysunek 3: Interpretacja *open interest* w raportach CoT.

Scenariusz		Open interest	
		Wzrost	Spadek
Cena	Wzrost	Napływ kapitału na rynek. Oczekiwania kontynuacji trendu.	Pozycje <i>short</i> są zamykane (ang. <i>short covering</i>). Wzrost może być słaby, tymczasowy.
	Spadek	Otwieranie nowych pozycji <i>short</i> . Trend spadkowy może się wzmacniać.	Zamykane są pozycje <i>long</i> . Oczekiwanie wygaszania trendu.

Źródło: Opracowanie własne.

W sektorze energetycznym Sanders i in. (2004) nie stwierdzili stabilnych zależności wyprzedzających między aktywnością poszczególnych kategorii uczestników rynku a poziomem cen. Tym niemniej, strategie operacyjne uczestników rynku zajmujących się komercyjnym obrotem towarami determinują przyjmowane przez nich pozycje. Dla dostawców towarów, którzy zabezpieczają się przed ryzykiem spadku ceny, dominująca strategia¹⁰⁷ polega na otwieraniu pozycji krótkich na rynku *futures*. Z drugiej strony, głównymi pozycjami otwieranymi przez kupców są pozycje długie, pozwalające na zabezpieczenie dostaw po cenie obecnej. Dodatkową kwestią są

¹⁰⁷ Możliwe jest także stosowanie szeregu alternatywnych strategii, w tym z wykorzystaniem innych niż *futures* instrumentów pochodnych. Strategia krótkiej pozycji w kontraktach *futures* może nie być dominująca w sytuacji ograniczeń płynnościowych lub wymogów depozytowych (ang. *margin requirements*). Zabezpieczenie poprzez krótkie *futures* wiąże się z koniecznością utrzymywania depozytu zabezpieczającego oraz potencjalnych dopłat (ang. *margin calls*) w przypadku niekorzystnych zmian ceny. Dla podmiotów o ograniczonej płynności finansowej zmienność przepływów pieniężnych wynikająca z codziennego rozliczania pozycji (ang. *mark-to-market*) może być istotnym kosztem, co skłania je do wyboru instrumentów niewymagających bieżących rozliczeń, takich jak kontrakty forward OTC lub opcje opłacane z góry premią.

W warunkach istotnego ryzyka bazowego (ang. *basis risk*) skuteczność krótkiej pozycji *futures* jako instrumentu zabezpieczającego może być ograniczona. Jeżeli cena towaru sprzedawanego przez producenta odbiega jakościowo, lokalizacyjnie lub czasowo od instrumentu bazowego kontraktu *futures*, zmienność relacji między ceną *spot* a ceną *futures* może prowadzić do niedoskonałego zabezpieczenia. W takich przypadkach przedsiębiorstwo może ograniczyć skalę *hedge*'u lub zastosować instrumenty alternatywne

Strategia zabezpieczenia przy użyciu opcji zamiast krótkiej pozycji w kontraktach *futures* może być preferowana przez producenta, gdy celem jest ochrona minimalnej ceny sprzedaży przy jednoczesnym zachowaniu potencjału wzrostowego. Zakup opcji sprzedaży (*put*) ustanawia cenę minimalną (ang. *price floor*), ale pozwala uczestniczyć w ewentualnym wzroście ceny instrumentu bazowego. W przeciwnieństwie do klasycznego *hedge*'u z wykorzystaniem krótkich *futures*, który symetrycznie eliminuje zarówno ryzyko spadku, jak i korzyści ze wzrostu ceny, strategie opcyjne (np. *protective put*, *collar*) mają asymetryczny profil wypłaty i mogą być bardziej adekwatne przy niepewności co do kierunku zmian na rynku lub przy oczekiwaniu wzrostów cen.

zmiany w metodyce tworzenia raportów. Zmiany progów raportowych i formatów utrudniają porównania międzyokresowe, stąd wykorzystany szereg czasowy dla giełdy ICE obejmuje okres od września 2014 do końca 2025 r., a pomija lata 2010–2014. Raporty CoT z giełdy Euronext nie były dostępne przed wdrożeniem dyrektywy MiFID II, stąd cezurą otwierającą analizowany okres jest koniec kwietnia 2018 r.

W procesie weryfikacji drugiej hipotezy pomocniczej wykorzystano dzienne szeregi czasowe obejmujące standardowy zestaw zmiennych rynkowych charakterystycznych dla obrotu kontraktami terminowymi. Dla każdego instrumentu pozyskano ceny rozliczeniowe (ang. *settlement price*) oraz rekordy dzienne, ukazujące wartości odpowiadające wartościom cen otwarcia, maksymalną, minimalną, oraz zamknięcia; uzupełnione o wolumen obrotu. Taki układ informacji stanowi powszechnie przyjęty standard raportowania danych giełdowych i umożliwia jednoczesną analizę dynamiki cen, zmienności oraz aktywności uczestników rynku. Cena rozliczeniowa została potraktowana jako podstawowa zmienna cenowa w analizach ilościowych

Etap planowania badań obejmował identyfikację potencjalnych zmiennych objaśniających, dostępnych w bazie Reuters Refinitiv (LSEG), która stanowiła podstawowe źródło danych historycznych. Na tym etapie dokonano przeglądu dostępnych szeregów czasowych. Ostateczny dobór zmiennych oraz weryfikacja poprawności notowań zostały przeprowadzone z wykorzystaniem dodatkowych źródeł, w szczególności bazy Bloomberg. Zakres badania objął podstawowe kontrakty terminowe na surowce rolne o istotnym znaczeniu gospodarczym. Analizie poddano notowania pszenicy i kukurydzy na rynku Euronext oraz kontrakty na cukier i pszenicę notowane na rynku ICE Futures Europe. Kontrakty na pszenicę notowane na ICE uwzględniono, pomimo relatywnie mniejszej płynności tego segmentu rynku i stosunkowo niewielkiego wolumenu obrotów, w celu rozszerzenia perspektywy porównawczej i zwiększenia zakresu analizy międzyrynkowej.

Modelowanie cen źródeł sacharydów wymagało wyboru zmiennej referencyjnej, która odzwierciedlała globalne uwarunkowania podaży-popytu oraz proces odkrywania cen. W badaniach empirycznych funkcję tę najczęściej pełni kontrakt terminowy na cukier surowy w standardzie *Sugar No. 11*. Także w tych badaniach przyjęto taką zmienną, według notowań na giełdzie ICE. Mimo że przedmiotem obrotu jest standaryzowany półprodukt, tj. cukier surowy o określonych parametrach jakościowych, a nie surowiec pierwotny w sensie agronomicznym, kontrakt ten pełni rolę globalnego wyznacznika, stanowiący punkt odniesienia dla cen szerokiej kategorii sacharydów. Rynek terminowy cukru surowego typu 11 pełni przy tym tę funkcję referencyjną pomimo wysokich kosztów magazynowania oraz znacznego zróżnicowania struktury produkcji.

W badaniach (Covindassamy i in., 2017) podkreślono także znaczenie powiązań między rynkiem cukru a rynkiem energii. Integracja kanału energetycznego potwierdza zasadność stosowania tego kontraktu jako zmiennej zastępczej w modelach obejmujących determinanty makroekonomiczne i energetyczne¹⁰⁸.

Zastosowanie cukru surowego typu 11 jako zmiennej zastępczej znajduje uzasadnienie w kilku komplementarnych przesłankach. Po pierwsze, kontrakt ten agreguje globalne oczekiwania dotyczące podaży, popytu, kursów walutowych oraz polityki handlowej, pełniąc funkcję scentralizowanego mechanizmu przetwarzania informacji. Co więcej, empirycznie potwierdzona kointegracja z cenami kasowymi umożliwia zastosowanie modeli korekty błędem, pozwalających na rozróżnienie relacji krótkookresowych i długookresowych. Trzecią przesłanką jest szerokie wykorzystanie kontraktu w praktyce hedgingowej przez eksporterów i importerów potwierdza jego ekonomiczną reprezentatywność. Po czwarte, wysoka płynność rynku sprzyja efektywnemu odkrywaniu cen nawet w okresach podwyższonej zmienności¹⁰⁹.

Procedura przygotowania danych obejmowała pięć etapów. W pierwszej kolejności pobrane pliki źródłowe zostały scalone w jednym zbiorze głównym. Następnie uporządkowano szeregi czasowe w porządku chronologicznym rosnącym. W celu zapewnienia spójności obserwacji, jako punkt odniesienia wykorzystano listę dni roboczych, uwzględniającą specyfikę funkcjonowania poszczególnych rynków finansowych. Rynki walutowe, niezależne od organizacji pracy na poszczególnych giełdach, dostarczały danych dla pięciu dni roboczych w każdym tygodniu (od poniedziałku do piątku, przeciętnie blisko 261 obserwacji rocznie), co przyjęto za punkt odniesienia. Szeregi czasowe dla zmiennych innych niż kursy walut zazwyczaj zawierały kilka brakujących obserwacji w każdym roku¹¹⁰.

¹⁰⁸ Należy jednak uwzględnić ograniczenia związane z wykorzystaniem standaryzowanego półproduktu jako reprezentatywnego dla heterogenicznych źródeł sacharydów. Kluczowe znaczenie ma ryzyko bazowe wynikające z różnic jakościowych, logistycznych i regulacyjnych między kontraktem a fizycznym surowcem. Wzrost aktywności spekulacyjnej od połowy lat dziewięćdziesiątych XX w. zwiększył zmienność cen oraz w pewnym stopniu ograniczył skuteczność zabezpieczeń. Niemniej jednak konwergencja cen w momencie wygaśnięcia kontraktów oraz utrzymujące się przywództwo informacyjne rynku *futures* ograniczają trwałość tych odchyleń.

¹⁰⁹ Poimo okresowych epizodów nadmiernej zmienności, kontrakt ICE No. 11 pozostaje uzasadnioną, w kontekście zastosowania metody badawczej, zmienną zastępczą w modelowaniu cen źródeł sacharydów, pod warunkiem jawnego uwzględnienia ryzyka bazowego oraz potencjalnych efektów spekulacyjnych w specyfikacji modelu.

¹¹⁰ Systemy transakcyjne giełd, integrujące operacje zlokalizowane w różnych jurysdykcjach dostarczają przeciętnie 258–259 obserwacji rocznie. Liczba rocznych obserwacji dla walorów, którymi obrót jest ograniczony do poszczególnych giełd lub prowadzony na giełdach niezintegrowanych w ramach międzynarodowych systemów transakcyjnych wynosi zazwyczaj ok. 255. Dodatkowe dni nietransakcyjne wynikają z lokalnego kalendarza świąt.

Szeregi czasowe tworzone na podstawie raportów CoT zawierały dane z obserwacji prowadzonych z częstotliwością tygodniową. Ich uzupełnienie o wartości notowań polegało na dodaniu wartości z obserwacji datowanych na wtorek, którego dotyczył dany raport z ICE, lub poprzedzający publikację raportu z Euronext. Synchronizacja raportów z ICE i Euronext polegała na zestawieniu wartości publikowanych przez Euronext w środy z informacjami dotyczącymi dnia poprzedzającego, uzyskanymi z ICE. Występujące braki danych uzupełniano zgodnie z przyjętymi regułami metodologicznymi. W przypadku zmiennych cenowych (ceny rozliczeniowe uzupełnione o dane w układzie OHLC) zastosowano metodę przeniesienia ostatniej dostępnej obserwacji (ang. *forward fill*), przyjmując założenie, że w dniu bez sesji nie ustalono nowej ceny rozliczeniowej. Luki w szeregach czasowych wartości odpowiadających wolumenowi obrotu oraz zakresom wahań cenowych interpretowano natomiast jako brak transakcji i brak zmienności cen w danym dniu, więc uzupełniano je wartościami zerowymi. Przyjęta procedura pozwoliła zapewnić ciągłość szeregów czasowych, stanowiącą niezbędny warunek w celu wykonalności arytmetycznej niektórych obliczeń. Ostatnim etapem przygotowania danych była standaryzacja walutowa. Zmienne notowane w walutach innych niż euro zostały przeliczone na EUR według odpowiednich kursów referencyjnych z danego dnia. Zabieg ten miał na celu zapewnienie porównywalności między analizowanymi rynkami oraz ograniczenie wpływu wahań kursowych jako czynnika zakłócającego w estymowanych modelach.

Selekcja zmiennych objaśniających została przeprowadzona w dwóch etapach, w celu zapewnienia zarówno rzetelności empirycznej, jak i prostoty konstrukcji modeli ekonometrycznych. W pierwszym etapie dokonano wstępnej analizy korelacji pomiędzy potencjalnymi zmiennymi a badanymi wynikami rynkowymi. Etap ten pozwolił zidentyfikować zestawy zmiennych wykazujących istotne współzależności oraz wyeliminować te, które wprowadzały nadmierną redundancję lub mogły prowadzić do problemów współliniowości w modelach regresyjnych.

W drugim etapie dokonano selekcji zmiennych w celu zapewnienia miarodajności i interpretowalności modeli. Z każdej kategorii zmiennych, obejmującej między innymi wskaźniki zmienności, płynności i rentowności, wybrano szeregi reprezentatywne, które najlepiej odzwierciedlały dynamikę danej grupy czynników. Posługiwanie się ograniczonym zestawem zmiennych objaśniających umożliwiło konstrukcję przejrzystych modeli, zwiększyło ich stabilność estymacji oraz ułatwiło interpretację wyników, zachowując jednocześnie pełnię informacji niezbędnej do analizy integracji rynków finansowych.

Struktura danych posiada bezpośrednie implikacje analityczne. Częstotliwość dzienna determinowała poziom agregacji zmiennych i w konsekwencji została uwzględniona przy ocenie wykrywalności krótkoterminowych zależności pomiędzy rynkami. Zestawy OHLC umożliwiły obliczanie miar zmienności. Pomimo wysokiej jakości, dane wykazały określone ograniczenia informacyjne. Dane zagregowane w skali dziennej nie odzwierciedlały w pełni zmian cen podczas trwania sesji handlowych, co skutkowało potencjalnym niedoszacowaniem krótkoterminowych powiązań między rynkami. Trwające piętnaście lat okno obserwacji pozwala jednak interpretować obliczenia z perspektywy długookresowej, dzięki czemu wnioski są miarodajne.

Rozważono potencjalne nieprawidłowości w zbiorach danych, w tym brakujące wartości, anomalie wynikające z błędów raportowania, zerowe lub ujemne wolumeny transakcji oraz wpływ rzadkich, ekstremalnych wydarzeń rynkowych, które mogłyby zaburzać działanie klasycznych modeli ekonometrycznych. Wszystkie te czynniki zostały uwzględnione w analizach wrażliwości, aby zminimalizować ryzyko wypaczenia wyników. Prawdopodobieństwo wystąpienia błędów w pobranych danych nie zostało jednak uznane za wysokie na tyle, aby uzasadniało dodatkowe czynności z zakresu czyszczenia danych.

Reprezentatywność danych zapewniono poprzez selekcję głównych instrumentów finansowych, obejmujących największe spółki i kontrakty *futures* o największej płynności. Wyeliminowało to ryzyko błędnych wniosków wynikających z niedoboru transakcji. Adekwatność danych do badania integracji rynków zapewniło szerokie pokrycie geograficzne oraz zróżnicowanie klas aktywów na wstępnych etapach analiz, co umożliwiło rzetelną ocenę zależności między rynkami.

3.5 Realizacja i ograniczenia badań

W badaniu empirycznym poddano analizie cztery rynki kontraktów terminowych na produkty rolne. Są to dwa rynki pszenicy (konsumpcyjnej, notowanej na Euronext oraz paszowej na ICE), jeden rynek kukurydzy (Euronext), oraz jeden rynek cukru surowego (*No. 11*, notowanego na ICE w Londynie). Kontrakty na Euronext opiewają na 50 ton metrycznych, natomiast pszenica paszowa notowana w Londynie na ICE posiada specyfikację 100 ton metrycznych, podczas gdy kontrakt na cukier surowy notowany na ICE opiewa na 112 tys. funtów¹¹¹. Dobór tych rynków umożliwia jednocześnie uchwycenie powiązań wewnątrz segmentu zbóż oraz relacji między rynkami zbóż a rynkiem tzw. *soft*

¹¹¹ Odpowiada to, zgodnie z brytyjskim systemem wag, 1000 *long hundredweights* czyli 50,80235 tony metrycznej.

commodities, a także analizę wpływu zróżnicowanej skali i struktury instytucjonalnej rynku na dynamikę cen. Rysunek 4 ukazuje ceny kontraktów na zboża na badanych rynkach.

Zróżnicowanie specyfikacji kontraktów ma istotne znaczenie metodyczne i implikacje dla możliwości stosowania arbitrażu cenowego. Kontrakty różnią się pod względem wielkości, waluty notowań (EUR w przypadku Euronext; USD dla cukru lub GBP dla pszenicy w przypadku ICE), standardów jakościowych oraz lokalizacji punktów dostawy. W przypadku pszenicy różnice obejmują m.in. minimalną zawartość białka, liczbę opadania czy parametry wilgotności, co przekłada się na odmienną użyteczność w przetwórstwie. Dodatkowo, odmienne miesiące dostawy i cykle wygasania kontraktów ograniczają bezpośrednią porównywalność cen w ujęciu krótkookresowym.

W warunkach doskonałej konkurencji i braku barier transakcyjnych ceny identycznych dóbr powinny spełniać warunek tzw. prawa jednej ceny, stanowiący mikroekonomiczny fundament teorii integracji rynków (Stigler, 1969; Fama, 1970). W ujęciu rynków terminowych oznacza to, że po uwzględnieniu kosztów transportu, magazynowania, finansowania zapasów (ang. *cost-of-carry*), różnic jakościowych oraz kursowych, ceny kontraktów powinny wykazywać relację długookresowej równowagi. W praktyce bariery logistyczne, regulacyjne, ograniczenia infrastrukturalne oraz ryzyko kursowe powodują jednak, że arbitraż na towarach w formie fizycznej jest kosztowny i nie zawsze możliwy do przeprowadzenia w horyzoncie krótkookresowym.

W konsekwencji obserwowane współzależności cenowe mogą odzwierciedlać nie tylko przepływy fizyczne towarów, lecz również integrację finansową, związaną z aktywnością inwestorów instytucjonalnych i funduszy indeksowych działających równolegle na wielu rynkach surowcowych (Tang i Xiong, 2012). Z uwagi na różnice walutowe, ceny kontraktów notowanych na ICE zostały przeliczone na euro według bieżących kursów wymiany. Transformacja ta pozwoliła ograniczyć wpływ nominalnych wahań kursowych na poziomy cen i skoncentrować analizę na realnych relacjach między rynkami towarowymi. Jednocześnie kursy walut zostały uwzględnione jako odrębne zmienne objaśniające, co umożliwia identyfikację bezpośredniego wpływu kanału kursowego na kształtowanie się cen kontraktów terminowych.

Jako potencjalne regresory wykorzystano zmienne uzyskane na podstawie 57 szeregów czasowych, reprezentujących sześć kategorii, wymienionych w Aneksie 3. Uwzględniono przede wszystkim kontrakty terminowe odpowiadające notowaniom analizowanych towarów na rynku amerykańskim (3 szeregi czasowe), co umożliwia ocenę transatlantyckiej integracji cenowej oraz kierunku transmisji impulsów cenowych między

rynkami. Po drugie, włączono notowania akcji wybranych spółek zaangażowanych w międzynarodowy obrót zbożami i cukrem (3 szeregi czasowe), uznając je za fundamentalnie najbliższe badanym rynkom zmienne na rynku akcji. Uwzględniono także ceny kontraktów terminowych na inne *soft commodities*¹¹² (10 szeregów czasowych), w tym surowce wykorzystywane w produkcji biopaliw pierwszej generacji; pozwala to analizować efekty substytucyjności w produkcji rolnej oraz powiązania popytowe poprzez kanał energetyczny.

Czwartą kategorię stanowiły surowce kopalne (7 szeregów czasowych), w tym ropa naftowa i gaz ziemny, których ceny wpływają na koszty produkcji rolnej oraz na opłacalność produkcji biopaliw. Piątą grupę zmiennych tworzyło 16 indeksów giełdowych reprezentujących główne rynki kapitałowe w Ameryce Północnej, Europie i Azji, traktowanych jako miara globalnej koniunktury finansowej oraz poziomu awersji do ryzyka. Szóstą kategorię stanowiło 18 kursów walutowych, obejmujących główne pary istotne dla handlu surowcami (m.in. EUR/USD, GBP/USD, USD/BRL). Kursy te wpływają zarówno na konkurencyjność eksportową producentów, jak i na wycenę kontraktów denominowanych w dolarze amerykańskim, zgodnie z literaturą dotyczącą tzw. „*commodity–currency nexus*”. Ze względu na istotne różnice w wielkości, płynności oraz strukturze uczestników analizowanych rynków zrezygnowano z konstrukcji syntetycznych indeksów agregujących zmienne w obrębie poszczególnych kategorii. Agregacja mogłaby prowadzić do utraty informacji o heterogeniczności reakcji cenowych i maskować asymetrie transmisji impulsów. Zamiast tego zastosowano podejście selektywne, polegające na wyborze reprezentatywnych szeregów czasowych dla każdej kategorii, co pozwala zachować większą rozdzielczość informacyjną i lepiej identyfikować specyficzne kanały powiązań między segmentami globalnych rynków rolnych i finansowych.

¹¹² Termin *soft commodities* odnosi się do dóbr pierwotnych, wytwarzanych przez rolnictwo lub leśnictwo, które cechują się odnawialnością w sensie biologicznym, sezonowością podaży oraz wysoką wrażliwością na czynniki klimatyczne i fitosanitarne. W odróżnieniu od surowców mineralnych, ich produkcja jest cykliczna i zależna od biologicznych procesów wzrostu, a wielkość podaży podlega silnym wahaniom wynikającym z warunków pogodowych i zmian strukturalnych w rolnictwie.

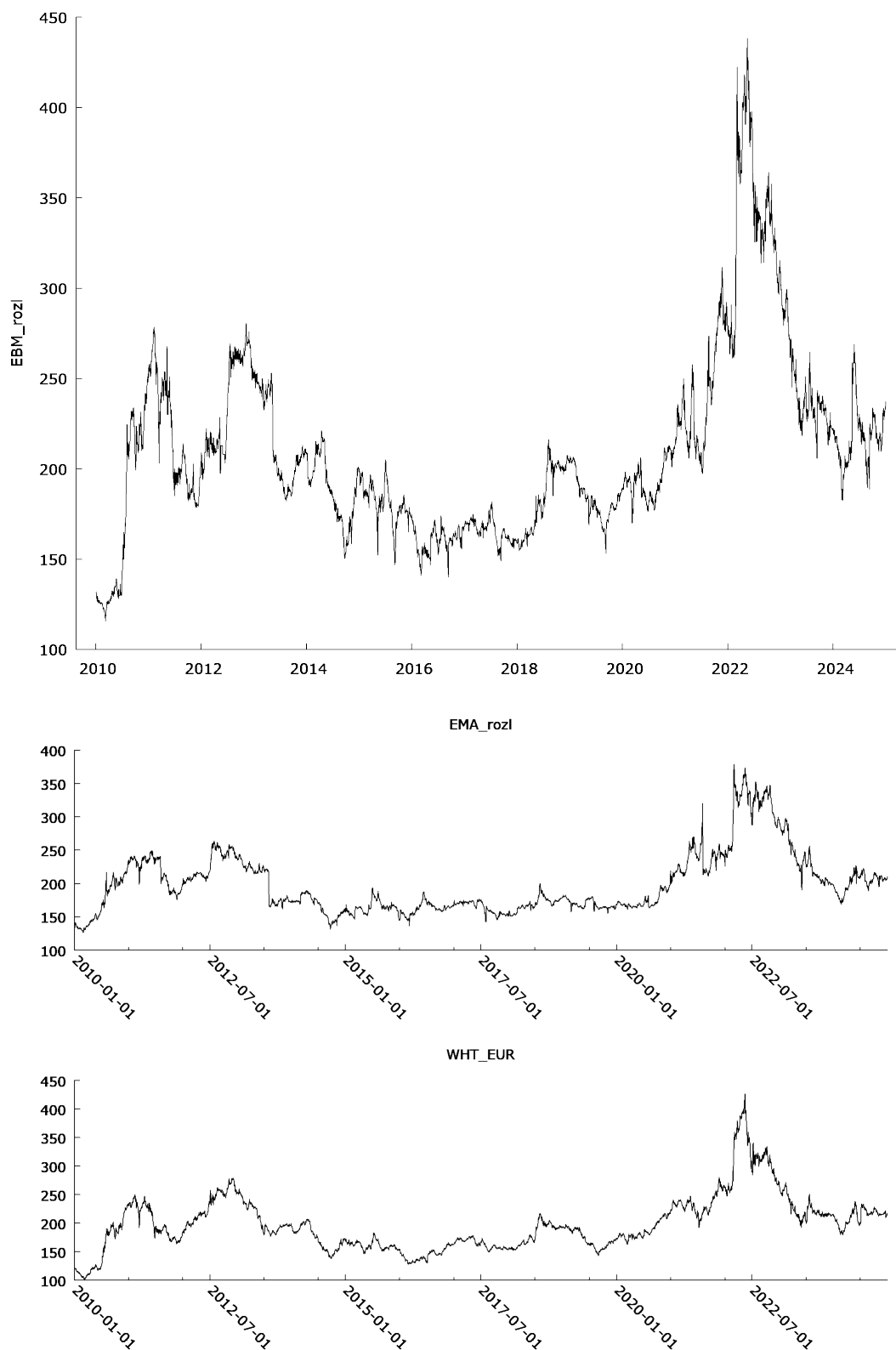
Ziarna (ang. *grains*), obejmujące zboża i ziarna oleiste lub półprodukty z nich uzyskiwane, w ujęciu szerokim zalicza się do *soft commodities*, ze względu na kryteria biologicznego pochodzenia i sezonowości. W niektórych klasyfikacjach rynkowych wyodrębnia się je jednak jako odrębną kategorię, co jest motywowane ich strategicznym znaczeniem dla bezpieczeństwa żywnościowego, relatywnie większą trwałością magazynową oraz skalą globalnego handlu. Podział na *soft* i *hard commodities* opiera się przede wszystkim na kryterium genezy surowca: do drugiej grupy należą kopaliny, nieodnawialne w horyzoncie ekonomicznym, w tym paliwa kopalne oraz metale szlachetne. Kryterium to ma znaczenie nie tylko klasyfikacyjne, lecz także analityczne, gdyż determinuje odmienną strukturę kosztów, ryzyka oraz mechanizmy kształtowania cen na rynkach towarowych.

Rysunek 4: Ceny kontraktów na zboża w badanym okresie.

EBM_rozl – Ceny rozliczeniowe pszenicy konsumpcyjnej (Euronext)

EMA_rozl – Ceny rozliczeniowe kukurydzy (Euronext)

WHT_EUR – Ceny rozliczeniowe pszenicy paszowej przeliczone na EUR (ICE)



Źródło: Euronext, ICE.

Dane giełdowe mają charakter danych wtórnych i cechują się wysoką dostępnością. Umożliwia to kalibrację doboru zmiennych objaśniających nawet na etapie wstępnej analizy danych, a nie wiąże się ze ścisłym rozgraniczeniem etapów projektowania badań, pozyskiwania danych i analiz. Ostateczny dobór danych powinien jednak ściśle odpowiadać profilowi prowadzonych badań, ponieważ od tego w dużej mierze zależy wartość uzyskiwanych wniosków w kontekście określonym konkretnymi celami badań. Metodyka powinna zarazem prowadzić do wniosków spójnych, a przynajmniej nie sprzecznych, z rezultatami prawidłowo przeprowadzonych badań dotyczących tego samego przedmiotu, lecz przyjmujących inną perspektywę badawczą. Taka spójność umożliwia właściwą interpretację zjawisk rynkowych oraz pozwala na ich prezentację w kontekście porównawczym, ukazując to samo zjawisko z różnych perspektyw.

Badania wykorzystujące dane wtórne są powszechne w zakresie tematycznym obejmującej rynki finansowe i makroekonomię. Podejście metodyczne w nich stosowane musi jednak uwzględniać brak wpływu na techniki gromadzenia i agregowania danych lub ewentualne korekty techniczne wprowadzane przez dostawców danych, kompensując to odpowiednim sposobem czyszczenia danych. Wiąże się to jednak z koniecznością akceptacji przyjętych standardów raportowania, w tym zasad dotyczących rolowania kontraktów terminowych, agregacji notowań czy sposobu uwzględniania dni wolnych od handlu. Co więcej, dane historyczne mogą podlegać rewizjom, zwłaszcza w przypadku zmiennych makroekonomicznych i niektórych wskaźników finansowych. Rewizje te mogą zaś wpływać na stabilność estymowanych parametrów oraz na wyniki testów statystycznych, szczególnie w analizach wrażliwych na niewielkie zmiany wartości obserwacji.

Mniej istotnym problemem, z perspektywy metodyki tych badań, jest asynchroniczność notowań wynikająca z różnic w godzinach handlu między giełdami europejskimi, azjatyckimi i amerykańskimi. Zjawisko to może wpływać na dynamikę cen, którą ukazują dane dzienne, jednak jest istotne przede wszystkim w analizach wykorzystujących dane wysokiej częstotliwości. Zastosowanie danych zagregowanych może jednak maskować mechanizmy transmisji informacji widoczne w danych wysokiej częstotliwości. Przyjęta strategia badawcza implikuje określone założenia dotyczące stacjonarności procesów, liniowości zależności oraz stabilności parametrów w czasie. Naruszenie tych założeń może prowadzić do obciążenia estymatorów oraz błędnej interpretacji wyników. W szczególności niestabilność strukturalna, wynikająca z kryzysów finansowych, zmian regulacyjnych czy szoków geopolitycznych, może powodować zmianę

relacji między rynkami w czasie, co nie jest w pełni uchwytne w modelach o stałych parametrach.

Przyjęta tutaj konstrukcja badań zakłada przynajmniej częściową efektywność rynków w sensie hipotezy efektywnego rynku (Malkiel, 2003) oraz możliwość transmisji impulsów cenowych poprzez kanały finansowe, w tym poprzez aktywność inwestorów portfelowych i funduszy indeksowych. Założenie to implikuje, że ceny kontraktów terminowych w znacznym stopniu inkorporują dostępne informacje, a obserwowane współzależności między rynkami odzwierciedlają stopień ich integracji. Nawet w warunkach wysokiej korelacji cenowej nie jest jednak możliwe jednoznaczne utożsamienie tej współzależności z integracją finansową. Przede wszystkim, zależności cenowe nie muszą wynikać z mechanizmów finansowych. Korelacje między rynkami towarowymi mogą być efektem wspólnych szoków fundamentalnych, takich jak zmiany warunków pogodowych, globalne zaburzenia podaży, decyzje polityki handlowej czy wahania cen energii. W takim ujęciu obserwowana synchronizacja cen może być rezultatem oddziaływania wspólnego czynnika egzogenicznego, a nie bezpośredniej transmisji impulsów między rynkami. Oznacza to, że empiryczne potwierdzenie współzależności nie rozstrzyga jednoznacznie o naturze mechanizmu stojącego za tą współzależnością.

Co więcej, zastosowane modele ekonometryczne, w szczególności testy kointegracji, modele VAR, oraz analiza przyczynowości w sensie Grangera, pozwalają identyfikować zależności dynamiczne i relacje długookresowej równowagi, lecz nie umożliwiają jednoznacznej identyfikacji przyczynowości w sensie strukturalnym. Przyczynowość Grangera ma charakter predykcyjny i nie musi odzwierciedlać rzeczywistych relacji ekonomicznych w sensie kauzalnym. Bez wprowadzenia silnych założeń identyfikacyjnych niemożliwe jest zatem pełne odróżnienie efektów popytowych, podaźowych i finansowych. Wyniki weryfikacji istnienia długookresowych zależności pomiędzy cenami zbóż z zastosowaniem testu kointegracji Johansena (w Aneksie 5) wskazują, że w przypadku cen pszenicy i kukurydzy istnieje co najmniej jedna relacja długookresowej równowagi, co uzasadnia zastosowanie modelu VECM zamiast klasycznego VAR w różnicach.

Wstępną analizę właściwości stochastycznych czterech analizowanych szeregów cen przedstawiono w Aneksie 4. Dla cen pszenicy konsumpcyjnej notowanej na giełdzie Euronext (EBM_rozl), testy rozszerzone Dickey-Fullera (ADF) nie pozwoliły na odrzucenie hipotezy zerowej o występowaniu pierwiastka jednostkowego. W wariancie z wyrazem wolnym uzyskano statystykę $\tau = -2,647$ przy $p = 0,083$, natomiast po uwzględnieniu trendu liniowego i kwadratowego wartości p wzrosły odpowiednio do 0,236 oraz 0,292. Oznacza to

brak podstaw do uznania szeregu za stacjonarny nawet po eliminacji komponentów deterministycznych. Oszacowany parametr autoregresyjny ($a-I$) przyjmował wartości bliskie zeru (od około $-0,0033$ do $-0,0043$), co wskazuje na bardzo dużą trwałość procesu oraz zachowanie charakterystyczne dla procesów typu near-unit-root. Innymi słowy, szoki cenowe wygasają bardzo wolno, a poziom cen wykazuje silną zależność od wcześniejszych obserwacji.

Wyniki testu KPSS z trendem potwierdzają tę diagnozę. Dla szeregu EBM_rozl uzyskano statystykę równą 2,974, znacząco przekraczającą wszystkie wartości krytyczne (0,119 dla 10%, 0,148 dla 5% oraz 0,218 dla 1%), co prowadzi do jednoznacznego odrzucenia hipotezy o trendostacjonarności ($p < 0,01$). Oznacza to, że niestacjonarność szeregu nie wynika wyłącznie z obecności trendu deterministycznego, lecz ma charakter stochastyczny. W konsekwencji ceny pszenicy konsumpcyjnej należy traktować jako proces zintegrowany rzędu pierwszego $I(1)$, wymagający różniczkowania lub zastosowania modeli kointegracyjnych.

Analogiczne wnioski uzyskano dla cen pszenicy paszowej z rynku ICE przeliczonych na euro (WHT_EUR). W teście ADF nie stwierdzono podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o pierwiastku jednostkowym: dla modelu z wyrazem wolnym uzyskano $\tau = -2,734$ przy $p = 0,068$, natomiast po uwzględnieniu trendu liniowego i kwadratowego wartości p wyniosły odpowiednio 0,220 oraz 0,261. Współczynnik ($a-I$) pozostawał bardzo bliski zeru (około $-0,003$), co sugeruje bardzo powolny mechanizm powrotu do trendu i utrzymywanie się skutków szoków cenowych w długim okresie. Test KPSS również jednoznacznie odrzucił hipotezę o stacjonarności wokół trendu (statystyka = 2,836; $p < 0,01$). Oznacza to, że również ceny pszenicy ICE mają charakter procesu $I(1)$.

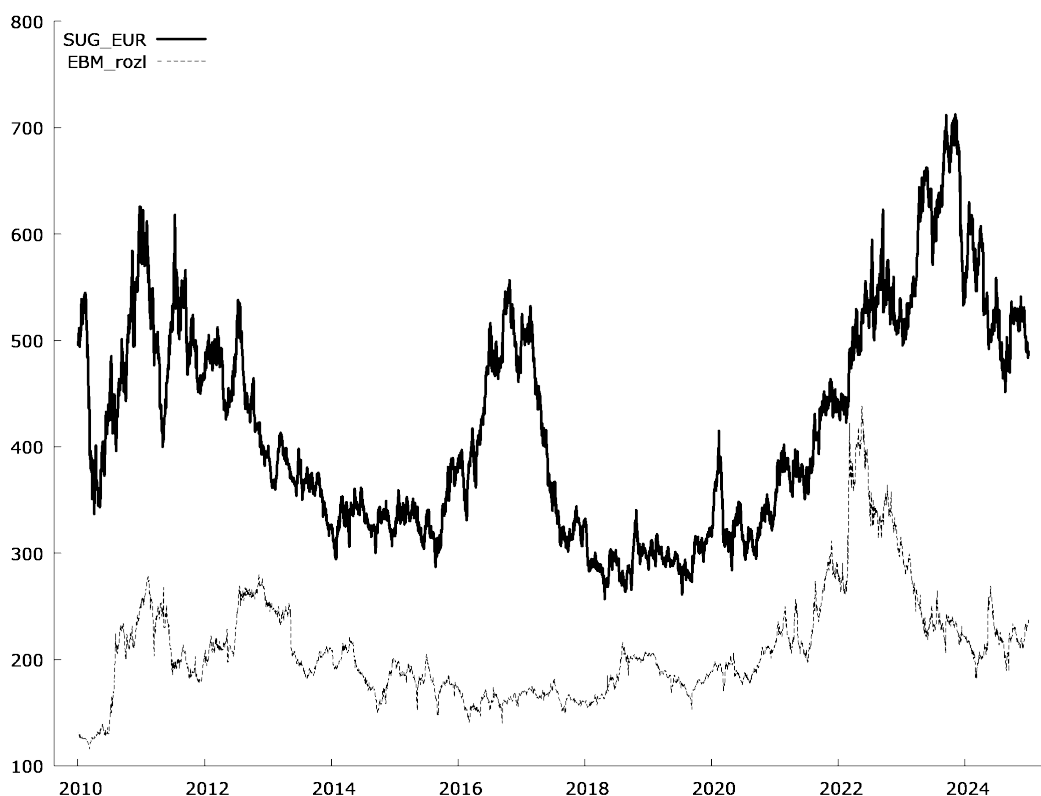
Podobny obraz uzyskano dla cen kukurydzy na rynku Euronext (EMA_rozl). Wyniki testu ADF nie pozwalają na odrzucenie hipotezy o pierwiastku jednostkowym niezależnie od specyfikacji modelu. Wariant z wyrazem wolnym dał statystykę $\tau = -2,475$ przy $p = 0,122$, natomiast po dodaniu trendu liniowego i kwadratowego wartości p wzrosły odpowiednio do 0,339 i 0,405. Parametr autoregresyjny pozostawał bardzo niski (około $-0,003$ do $-0,004$), co wskazuje na wysoką trwałość zmian cen kukurydzy. Test KPSS z trendem prowadzi do odrzucenia hipotezy o stacjonarności (statystyka = 3,392; $p < 0,01$), potwierdzając integrację szeregu w stopniu pierwszym. Oznacza to, że ceny kukurydzy nie powracają do stałej średniej, a wpływ szoków cenowych utrzymuje się przez długi czas. Jednocześnie proces zmian pozostaje relatywnie uporządkowany, co uzasadnia modelowanie dynamiki krótkookresowej na pierwszych różnicach.

Najsilniejszą niestacjonarność zaobserwowano dla cen kontraktów na cukier nr 11 na rynku ICE w Londynie, przeliczonych na euro (SUG_EUR). W teście ADF uzyskano najniższe wartości statystyk testowych spośród analizowanych szeregów: $\tau = 2,275$ ($p = 0,180$) dla modelu z wyrazem wolnym, $\tau = -2,473$ ($p = 0,342$) dla modelu z trendem liniowym oraz $\tau = -2,934$ ($p = 0,328$) po dodaniu trendu kwadratowego. Współczynnik $(a-1)$ pozostawał niewielki i ujemny, co wskazuje na bardzo trwały charakter zmian cen cukru i silną zależność od wcześniejszych poziomów cenowych. Test KPSS przyniósł zdecydowanie najwyższą wartość statystyki spośród wszystkich analizowanych rynków (5,188; $p < 0,01$), co oznacza wyjątkowo silne odrzucenie hipotezy o trendostacjonarności. Wyniki te sugerują, że rynek cukru cechuje się największą trwałością szoków oraz najwyższą inercją cenową. Dynamikę cen kontraktów na cukier, zestawioną z rynkiem pszenicy konsumpcyjnej, ukazuje Rysunek 5.

Rysunek 5: Ceny rozliczeniowe kontraktów *futures* na cukier typu 11 na londyńskiej giełdzie ICE (porównanie z cenami pszenicy konsumpcyjnej na Euronext).

SUG_EUR – Ceny rozliczeniowe kontraktów na cukier typu 11 przeliczone na EUR (ICE London Futures)

EBM_rozl – Ceny rozliczeniowe pszenicy konsumpcyjnej (Euronext)



Źródło: ICE, Euronext.

W tym przypadku zastosowanie testu ADF-GLS nie było konieczne. Test ten jest szczególnie użyteczny w sytuacjach granicznych, gdy klasyczny test ADF daje niejednoznaczne wyniki lub gdy istnieje podejrzenie niskiej mocy testu przy krótkich próbach. W analizowanych szeregach uzyskano jednak bardzo spójny obraz statystyczny: klasyczny test ADF konsekwentnie nie pozwalał na odrzucenie hipotezy o pierwiastku jednostkowym, natomiast test KPSS jednoznacznie odrzucał stacjonarność wokół trendu dla wszystkich zmiennych. Dodatkowo analiza parametrów autoregresyjnych wskazywała na procesy typu near-unit-root, a bardzo duża liczba obserwacji (około 3900) ograniczała problem niskiej mocy testu ADF. Oznacza to, że dodatkowa procedura ADF-GLS nie wnosiłaby istotnie nowych informacji interpretacyjnych i prowadziłaby najprawdopodobniej do identycznych wniosków o integracji szeregów w stopniu pierwszym. Uzyskane wyniki wskazują więc jednoznacznie, że ceny pszenicy, kukurydzy oraz cukru są procesami $I(1)$, a szoki cenowe mają trwały charakter. W konsekwencji poprawna specyfikacja modeli empirycznych wymaga zastosowania pierwszych różnic lub, w przypadku potwierdzenia relacji długookresowych, wykorzystania modeli kointegracyjnych VECM.

W warunkach fragmentaryzacji procesów produkcyjnych, heterogenicznych standardów jakościowych oraz złożonych powiązań logistycznych, relacje cenowe wykazują cechy nieliniowości, asymetrii oraz silnej zależności od specyfiki reżimu rynkowego. W takich okolicznościach integracja cenowa rynków nie implikuje automatycznie ich rzeczywistej integracji na poziomie fundamentalnym. Dodatkowo, różnorodne ramy instytucjonalne i regulacyjne, w których funkcjonują analizowane rynki, wprowadzają kolejne źródła heterogeniczności, które bywają trudne do uchwycenia w standardowych modelach ilościowych. W konsekwencji, klasyczne koncepcje integracji rynków wymagają rozszerzenia o uwzględnienie wielowymiarowych zależności, obejmujących zarówno aspekty cenowe, logistyczne, jak i instytucjonalno-regulacyjne, aby adekwatnie odzwierciedlać dynamikę współczesnych globalnych łańcuchów dostaw.

Replikowalność stanowi jeden z podstawowych standardów metodycznych w ekonomii empirycznej. W niniejszym badaniu zapewniono ją poprzez jednoznaczne określenie źródeł danych, częstotliwości obserwacji, sposobu transformacji zmiennych oraz zastosowanych procedur estymacyjnych. Ograniczeniem replikowalności może być jednak dostęp do komercyjnych baz danych oraz potencjalne rewizje danych

historycznych. Ponadto, różnice w sposobie uzupełniania danych lub zastosowaniu innej metody eliminacji nieciągłości szeregów czasowych mogą prowadzić do nieznacznie odmiennych wyników testów statystycznych, zwłaszcza w analizach wrażliwych na strukturę wariancji i kowariancji.

Z perspektywy etyki badań naukowych, wykorzystano głównie dane rynkowe i makroekonomiczne. Ogranicza to ryzyko naruszenia tajemnicy gospodarczej lub dóbr osobistych podmiotów gospodarczych, jednostek organizacyjnych, lub osób fizycznych; oraz eliminuje konieczność przetwarzania danych wrażliwych. Wciąż jednak etyka badań wymaga zapewnienia transparentności zastosowanej metody badawczej, unikania stronniczości w sposobie interpretacji, oraz rzetelności w prezentowaniu wyników. Szczególną uwagę poświęcono unikaniu spływania badanych zjawisk, co mogłoby prowadzić do wniosków normatywnych o ograniczonej trafności. W związku z tym wyniki postarano się przedstawiać w sposób wyważony, uwzględniając alternatywne wyjaśnienia teoretyczne, które mogą współkształtować obserwowane zjawiska.

3.6 Zastosowanie metod ilościowych

W dysertacji zastosowano rozbudowany aparat metod ilościowych, obejmujący zarówno konstrukcję modeli ekonometrycznych, jak i wykorzystanie testów statystycznych służących weryfikacji hipotez badawczych. Podejście to wpisuje się w nurt empirycznych badań ekonomicznych, w których analiza danych ilościowych stanowi podstawę formułowania i weryfikacji twierdzeń dotyczących mechanizmów rynkowych. Zastosowane metody umożliwiają zarówno identyfikację zależności przyczynowo-skutkowych, jak i ocenę własności statystycznych analizowanych szeregów czasowych, co ma kluczowe znaczenie dla poprawności wnioskowania ekonometrycznego.

W pracy skoncentrowano się na prezentacji tych modeli oraz testów statystycznych, które mają bezpośrednie znaczenie dla weryfikacji hipotezy głównej oraz hipotez pomocniczych. Selekcja narzędzi analitycznych została podporządkowana zasadzie istotności metodycznej, zgodnie z którą w części zasadniczej dysertacji uwzględniono jedynie te procedury, które w sposób bezpośredni wpływają na tok rozumowania prowadzący do rozstrzygnięcia problemu badawczego. Testy o charakterze pomocniczym, przeprowadzane na etapie eksploracyjnej analizy danych lub weryfikacji założeń formalnych modeli, takich jak normalność rozkładu składnika

losowego, brak autokorelacji czy homoskedastyczność, zostały przeniesione do aneksów bądź pominięte w treści dysertacji, w przypadku, gdy ich wyniki nie miały wpływu na końcowe wnioski. Takie podejście zakłada transparentność procedury analitycznej przy jednoczesnym zachowaniu przejrzystości narracji naukowej.

Istotną rolę w konstrukcji metodyki badawczej odegrały modele i testy omówione w Aneksach 4 i 5. Modele te posłużyły w szczególności do wstępnej identyfikacji struktury danych, oceny potencjalnych zależności między zmiennymi oraz weryfikacji założeń dotyczących ich własności statystycznych. Testy stacjonarności pozwoliły na rozstrzygnięcie, czy dany proces ma charakter stacjonarny. Kwestia ta jest istotna dla dalszego modelowania, ponieważ zastosowanie klasycznych metod regresji do niestacjonarnych szeregów czasowych mogłoby prowadzić do tzw. regresji pozorowej.

W weryfikacji pierwszej hipotezy pomocniczej szczególny nacisk położono na zapewnienie zgodności własności analizowanych zmiennych z założeniami stosowanych metod estymacji. Warunkuje to bowiem wiarygodność uzyskanych wyników. Analiza ta obejmowała zarówno badanie integracji szeregów czasowych, jak i ocenę ich ewentualnych przekształceń w celu uzyskania stacjonarności.

Kolejny etap badań, przedstawiony w rozdziale piątym oraz odpowiadających mu aneksach, koncentrował się na analizie długookresowych zależności między zmiennymi oraz charakterystyce ich wspólnych wahań cyklicznych. Wstęp tej części analizy stanowi test Bai–Perrona (Aneks 7), służący do identyfikacji wielokrotnych punktów zmiany strukturalnej w szeregach czasowych. W Aneksie 8 zaprezentowano wyniki analizy kointegracji, która – zgodnie z teorią Engle’a i Grangera – umożliwia identyfikację stabilnych relacji równowagi długookresowej pomiędzy niestacjonarnymi szeregami czasowymi. Z kolei ocena synchronizacji wahań cyklicznych pozwala na określenie stopnia współzmienności badanych procesów w krótkim i średnim okresie. Wykrycie takich zmian jest istotne z punktu widzenia stabilności parametrów modeli oraz poprawnej interpretacji wyników estymacji.

Ściśle ilościowy komponent weryfikacji hipotezy głównej dotyczył oceny braku postępu zjawiska *financial deepening*, przynajmniej w odniesieniu do analizowanego okresu. W literaturze przedmiotu zjawisko to interpretowane jest jako wzrost znaczenia sektora finansowego w gospodarce, mierzony m.in. przez rozwój rynków finansowych, wzrost liczby uczestników czy zwiększenie dostępności instrumentów finansowych. W celu empirycznej weryfikacji tej hipotezy zastosowano model regresji liniowej, w którym zmienną objaśnianą była liczba kupców posiadających pozycje na

analizowanych rynkach, natomiast zmienną objaśniającą – czas. Przyjęcie takiej specyfikacji modelu pozwala na bezpośrednią ocenę trendu czasowego badanego zjawiska. Brak istotności tego parametru lub jego wartość bliska zeru interpretowane są jako brak systematycznego postępu analizowanego zjawiska w czasie.

Całość zastosowanej procedury badawczej ma charakter spójny i hierarchiczny: od wstępnej eksploracji danych i weryfikacji ich własności statystycznych, poprzez estymację modeli odpowiadających hipotezom pomocniczym, aż po końcową weryfikację hipotezy głównej. Takie uporządkowanie zapewnia zarówno poprawność zastosowanej metodyki, jak i przejrzystość procesu wnioskowania, co jest niezbędne w badaniach o charakterze ilościowym. Zastosowane w dysertacji podejście metodyczne zostało podporządkowane zasadzie wewnętrznej spójności między warstwą teoretyczną a empiryczną, co odpowiada współczesnym standardom badań ilościowych w ekonomii. W szczególności przyjęto architekturę warstwową analizy, odchodząc od tradycyjnego, liniowego opisu narzędzi na rzecz struktury, w której poszczególne metody pełnią komplementarne, jasno zdefiniowane funkcje analityczne. Takie ujęcie wpisuje się w rozwijany w ostatnich dekadach nurt tzw. modelowania strukturalno-empirycznego, w którym procedura badawcza odzwierciedla logiczny ciąg implikacji wynikających z teorii ekonomicznej, nawet jeśli nie jest ona w pełni sformalizowana na poziomie matematycznym.

Punktem wyjścia przyjętej logiki wywodu jest założenie, że własności statystyczne danych determinują dopuszczalny zbiór metod analitycznych. W tym sensie analiza stacjonarności, integracji oraz obecności zmian strukturalnych nie stanowi jedynie etapu przygotowawczego. Pełni on funkcję epistemologiczną, wyznaczając granice poprawnego wnioskowania. Współczesna ekonometria szeregów czasowych, rozwijana m.in. w nurcie *post-Engle-Granger* oraz Johansenowskim, podkreśla, że nieuwzględnienie własności stochastycznych procesów prowadzi do błędów identyfikacyjnych, takich jak regresja pozorna czy niepoprawna estymacja relacji długookresowych. Tym samym wybór modeli nie ma charakteru arbitralnego, lecz jest bezpośrednio implikowany przez wyniki testów diagnostycznych.

Kolejnym poziomem analizy jest identyfikacja struktury stochastycznej badanych procesów, która warunkuje możliwość istnienia relacji równowagi długookresowej. W ujęciu współczesnej teorii ekonomii finansowej i towarowej integracja rynków przejawia się poprzez istnienie wspólnych trendów stochastycznych, co formalnie odpowiada koncepcji kointegracji. Zgodnie z tym podejściem, nawet jeśli

poszczególne szeregi czasowe są niestacjonarne, ich odpowiednia kombinacja liniowa może być stacjonarna, co interpretowane jest jako empiryczny odpowiednik równowagi ekonomicznej. W tym sensie zastosowanie testów kointegracji oraz modeli wektorowej korekty błędem (VECM) stanowi bezpośrednią operacjonalizację hipotez dotyczących integracji rynków.

Model VECM pełni w tej architekturze funkcję kluczową, gdyż umożliwia jednocześnie uchwycenie dwóch komplementarnych wymiarów dynamiki ekonomicznej: długookresowej równowagi oraz krótkookresowych mechanizmów dostosowawczych. Parametry przy składniku korekty błędem odzwierciedlają szybkość powrotu do równowagi po wystąpieniu szoku, co znajduje bezpośrednią interpretację ekonomiczną w kategoriach efektywności arbitrażu oraz stopnia integracji rynków. Jednocześnie krótkookresowe składniki modelu pozwalają na identyfikację opóźnień informacyjnych, kosztów transakcyjnych czy ograniczeń instytucjonalnych, które w literaturze uznawane są za główne źródła odchyleń od prawa jednej ceny.

W tym kontekście przyjęta sekwencja zależności między integracją rynków, kointegracją oraz modelowaniem w ramach VECM ma charakter nie tylko metodyczny, lecz także teoretyczny. Odzwierciedla ona przejście od abstrakcyjnych kategorii ekonomicznych do ich empirycznych reprezentacji. Analogicznie, identyfikacja niedoskonałości rynku poprzez analizę dynamiki krótkookresowej wpisuje się w nurt badań nad mikrostrukturą rynków, w którym opóźnienia w procesach dostosowawczych cen interpretuje się jako konsekwencję ograniczonej płynności, asymetrii informacji bądź uwarunkowań instytucjonalnych.

Trzeci poziom analizy dotyczy zmienności reżimów oraz niestabilności parametrów w czasie, co odpowiada współczesnemu podejściu do modelowania procesów ekonomicznych jako systemów podlegających ewolucji strukturalnej. W tym ujęciu zmiany instytucjonalne, regulacyjne lub technologiczne prowadzą do przełomów strukturalnych, które mogą istotnie modyfikować relacje między zmiennymi. Zastosowanie testów wielokrotnych zmian strukturalnych, takich jak procedura Bai–Perrona, umożliwia endogeniczną identyfikację punktów przełomowych bez konieczności ich wcześniejszego założenia. Jest to podejście zgodne z najnowszymi tendencjami w ekonomii empirycznej, gdzie podkreśla się znaczenie niestabilności modeli oraz konieczność uwzględniania heterogeniczności czasowej.

Istotnym elementem przyjętej metody jest również rozróżnienie komponentów trendu i cyklu¹¹³. Stanowi to bezpośrednie odwołanie do klasycznych i współczesnych teorii wahań gospodarczych. Trend interpretowany jest jako odzwierciedlenie czynników fundamentalnych, takich jak zmiany technologiczne, instytucjonalne czy inne o charakterze fundamentalnym, natomiast komponent cykliczny odpowiada za krótkookresowe fluktuacje wynikające z szoków popytowych, podaży czy aktywności spekulacyjnej. Taki podział znajduje odzwierciedlenie w konstrukcji modeli empirycznych, które pozwalają na separację tych dwóch wymiarów oraz ich odrębną analizę.

Dekompozycja szeregu czasowego na komponent trendowy i cykliczny generuje informacje jakościowo odmienne od tych, które dostarczają np. modele rodzaju ARMA¹¹⁴. Różnica ta nie ogranicza się wyłącznie do odmiennych procedur estymacyjnych, lecz dotyczy fundamentalnie samej logiki modelowania procesu stochastycznego. Modele autoregresyjne koncentrują się na empirycznej aproksymacji mechanizmu generującego dane poprzez relacje między bieżącą obserwacją, jej opóźnieniami oraz przeszłymi składnikami losowymi¹¹⁵. Analiza komponentowa

¹¹³ Komponent cykliczny organizuje odmienny typ informacji, izolując odchylenia względem trajektorii trendowej i umożliwiając rekonstrukcję dynamiki cykli koniunkturalnych, zapasowych oraz finansowych. W przeciwieństwie do sezonowości nie chodzi tutaj o deterministyczną regularność kalendarzową, lecz o quasi-periodyczne oscylacje wynikające z mechanizmów akumulacji i korekty nierównowag rynkowych. Dekompozycja wielu szeregów czasowych umożliwia dodatkowo analizę współruchów cyklicznych. Po eliminacji komponentu trendowego możliwe staje się badanie synchronizacji fluktuacji między rynkami surowcowymi, identyfikacja wspólnych źródeł szoków oraz kanałów transmisji napięć popytowo-popytowych. Analiza tego typu ma charakter strukturalny, ponieważ nie ogranicza się do badania korelacji poziomów cen, lecz koncentruje się na współzależnościach pomiędzy ich komponentami dynamicznymi. Po oddzieleniu trendu, komponent cykliczny przyjmuje zazwyczaj postać procesu stacjonarnego, co umożliwia analizę jego persystencji, amplitudy oraz przeciętnego czasu powrotu do równowagi. Parametry te posiadają bezpośrednią interpretację ekonomiczną. Wysoka trwałość cyklu może wskazywać na powolny mechanizm absorpcji szoków magazynowych, natomiast asymetria amplitudy może sugerować odmienną dynamikę faz wzrostowych i spadkowych rynku.

¹¹⁴ W modelach ARMA struktura wag wynika endogenicznie z procedury minimalizacji błędów prognozy, co oznacza, że badacz nie kontroluje częstotliwości wzmacnianych i tłumionych przez model. Mechanizm filtracji jest konsekwencją procedury estymacyjnej. W przypadku dekompozycji sytuacja jest odmienna, ponieważ filtr zostaje narzucony jawnie. Wybór parametru wygładzania λ , szerokości pasma lub długości okna oznacza uprzednie określenie, które komponenty procesu mają zostać zaklasyfikowane jako trend, a które jako cykl. Analiza staje się dzięki temu bardziej transparentna metodologicznie, lecz jednocześnie bardziej podatna na arbitralność interpretacyjną. W konsekwencji zastosowany filtr może generować cykle zgodne z oczekiwaniami badacza właśnie dlatego, że został skonstruowany w celu ich identyfikacji.

¹¹⁵ Charakter tego rodzaju modeli można zatem uznać za redukujący nie tylko entropię, lecz także wartość informacyjną. Nie rekonstruują one bowiem ukrytej struktury procesu, lecz tylko aproksymują obserwowalną dynamikę za pomocą opóźnionych wartości zmiennej i składników losowych. Ich celem pozostaje jednak skuteczność prognostyczna, a nie interpretowalność strukturalna. Rozkład szeregu czasowego na komponenty przyjmuje natomiast odwrotną hierarchię celów: priorytetem jest identyfikacja ekonomicznie interpretowalnych komponentów procesu, natomiast zastosowania prognostyczne mają charakter wtórny. Różnicę tę można również przedstawić w kategoriach filtracji sygnału.

operuje natomiast na wyższym poziomie abstrakcji, rekonstruuje latentną strukturę procesu oraz nadając jej interpretację ekonomiczną. Podejmuje się więc próbę identyfikacji struktury tej dynamiki. Rozdzielenie trendu i cyklu umożliwia wyodrębnienie dwóch odmiennych porządków informacyjnych. Komponent trendowy identyfikuje determinanty kształtujące długookresową trajektorię szeregu czasowego. W przypadku rynków surowcowych mogą to być m.in. zmiany technologiczne, ewolucja krańcowych kosztów produkcji, trwałe przesunięcia globalnego popytu czy skutki przemian gospodarczych. Trend nie opisuje zatem jedynie kierunku zmian cen, lecz odzwierciedla proces długookresowej akumulacji presji ekonomicznych.

Dekompozycja trendu ułatwia ponadto identyfikację zmian reżimowych oraz punktów strukturalnych załamań. Szczególnie istotne znaczenie ma rozróżnienie pomiędzy efektami trwałymi i przejściowymi. Dekompozycja implikuje podział procesu na komponent permanentny oraz komponent przejściowy. Szoki przypisane trendowi oddziałują na długookresowy poziom procesu, natomiast zaburzenia zaklasyfikowane do komponentu cyklicznego podlegają stopniowemu wygaszeniu. W analizie rynków surowcowych rozróżnienie to ma znaczenie strategiczne, gdyż decyzje inwestycyjne oparte na trwałych zmianach fundamentów podaży wymagają odmiennej struktury reakcji niż działania podejmowane w odpowiedzi na krótkookresowe nierównowagi zapasów lub przejściowe impulsy geopolityczne.

Zakorzenie teoretyczne przyjętej procedury ma charakter implikacyjny, a nie jest przedstawione bezpośrednio. Oznacza to, że teoria ekonomiczna nie jest każdorazowo formalizowana w postaci ścisłych modeli matematycznych, lecz stanowi zbiór przesłanek interpretacyjnych, które kierują doбором narzędzi ekonometrycznych. Przykładowo, brak bezpośredniego odwołania do prawa jednej ceny czy teorii kosztów transakcyjnych nie oznacza ich pominięcia, lecz raczej ich ukryte założenie w strukturze modeli oraz interpretacji wyników. Takie podejście jest charakterystyczne dla współczesnych badań empirycznych, w których nacisk kładzie się na identyfikację relacji w danych przy jednoczesnym zachowaniu spójności z ogólnymi ramami teoretycznymi. Zastosowany zestaw narzędzi ekonometrycznych nie stanowi zatem zbioru odrębnych technik, lecz elementy spójnego schematu analitycznego, w którym każda metoda pełni określoną funkcję w procesie wnioskowania. Sekwencyjno-przyczynowa logika wyvodu, od własności danych, przez strukturę stochastyczną, aż po mechanizmy dostosowawcze, zapewnia zarówno poprawność metodyczną, jak i zgodność z podstawami teoretycznymi badań.

Konstrukcja układu modeli odpowiada hierarchii funkcjonalnej, której logika odzwierciedla zarówno własności matematyczne analizowanych procesów, jak i ich interpretację ekonomiczną. Hierarchia ta obejmuje kolejno: dekompozycję szeregu czasowego, identyfikację jego własności stochastycznych, modelowanie relacji równowagi, analizę dynamiki krótkookresowej oraz identyfikację zmian strukturalnych. Tak zdefiniowany układ nie ma charakteru liniowego, lecz tworzy zamknięty cykl analityczny, w którym każdy etap generuje warunki konieczne dla kolejnego, a jednocześnie jego wyniki podlegają reinterpretacji w kontekście dalszych analiz. W szczególności oznacza to, że własności takie jak kointegracja mogą być warunkowe względem reżimu strukturalnego, co implikuje konieczność iteracyjnego podejścia do estymacji i testowania hipotez.

Istotnym elementem na etapie wstępnej analizy danych było badanie przyczynowości relacji między analizowanymi szeregami czasowymi w sensie Grangera. Współzależność ta opiera się na własnościach warunkowych rozkładów procesów stochastycznych. Formalnie dynamika zmiennej x_t odpowiada przyczynie w sensie Grangera dynamiki zmiennej y_t , jeśli wcześniej odnotowane wartości zmiennej x_t poprawiają szacowanie późniejszych wartości y_t ponad informację zawartą w przeszłych wartościach y_t . Test ten ma charakter probabilistyczny i nie implikuje przyczynowości strukturalnej, lecz pozwala na identyfikację kierunków transmisji impulsów w systemie dynamicznym.

Dla drugiej hipotezy pomocniczej, wstępnym etapem analizy jest identyfikacja zmian strukturalnych, realizowana za pomocą testu Bai–Perrona. Metoda ta polega na estymacji modeli z wieloma punktami przełomowymi, przy czym liczba i lokalizacja tych punktów są wyznaczane endogenicznie poprzez minimalizację funkcji sumy kwadratów reszt. Z matematycznego punktu widzenia problem ten ma charakter optymalizacji kombinatorycznej, a jego rozwiązanie prowadzi do podziału próby na podokresy, w których parametry modelu są stabilne. Własność ta ma kluczowe znaczenie dla poprawności wnioskowania, gdyż obecność nieujętych zmian strukturalnych prowadzi do niespójności estymatorów oraz błędnej identyfikacji relacji kointegracyjnych.

Pierwszy poziom właściwej analizy szeregów czasowych stanowi dekompozycja szeregu czasowego na komponent trendu oraz składniki niezawierające się w trendzie, realizowana przy użyciu metod filtracji. W ujęciu formalnym obserwowany proces y_t można zapisać jako sumę komponentu deterministycznego lub stochastycznego trendu

τ_t oraz składnika cyklicznego c_t , tj. $y_t = \tau_t + c_t$. Zastosowany filtr Hodricka–Prescotta (HP) polega na rozwiązaniu problemu optymalizacyjnego minimalizującego funkcję:

$$\min_{\{\tau_t\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^T (\tau_{t+1} - 2\tau_t + \tau_{t-1})^2 \right\} \quad [4]$$

gdzie parametr wygładzania λ kontroluje kompromis między dopasowaniem do danych a gładkością trendu. Matematycznie filtr HP działa jako operator liniowy o własnościach wygładzających, jednak nie wynika z modelu strukturalnego, przez co jego interpretacja ekonomiczna jest ograniczona. Wrażliwość wyników na dobór parametru λ oraz problem efektów brzegowych powodują, że filtracja pełni w pracy funkcję pomocniczą: służy eksploracji danych i identyfikacji potencjalnych wzorców, lecz nie stanowi podstawy wnioskowania przyczynowego.

Drugim etapem jest identyfikacja własności stochastycznych szeregu, w szczególności jego stopnia integracji. W tym celu zastosowano test rozszerzony Dickeya–Fullera (ADF), którego formalna postać opiera się na estymacji równania:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [5]$$

Hipoteza zerowa testu ADF ($H_0: \gamma=0$) odpowiada obecności pierwiastka jednostkowego, natomiast jej odrzucenie implikuje stacjonarność procesu. Z matematycznego punktu widzenia test ADF bada położenie pierwiastków wielomianu charakterystycznego operatora opóźnień; obecność pierwiastka jednostkowego oznacza, że proces jest niestacjonarny i jego wariancja rośnie w czasie. Własność ta ma fundamentalne znaczenie, ponieważ determinuje asymptotyczne własności estymatorów oraz rozkłady statystyk testowych. Niestacjonarność wskazuje na dominację komponentu stochastycznego typu *random walk*, co z kolei uzasadnia poszukiwanie relacji kointegracyjnych.

Kolejny poziom analizy dotyczy modelowania równowagi długookresowej poprzez identyfikację kointegracji. Formalnie, wektor procesów y_t jest kointegrowany rzędu $CI(1,1)$, o ile istnieje niezerowy wektor β , taki że kombinacja liniowa $\beta'y_t$ jest procesem stacjonarnym. Oznacza to, że mimo niestacjonarności poszczególnych zmiennych, ich pewna relacja pozostaje stabilna w czasie. Własność ta jest ściśle związana z redukcją rzędu układu oraz istnieniem wspólnych trendów stochastycznych. W praktyce empirycznej prowadzi to do estymacji modeli wektorowej korekty błędem (VECM), które można zapisać w postaci:

$$\Delta x_t = \Pi x_{t-1} + \sum_{l=1}^{p-1} \Gamma_l \Delta x_{t-l} + C d_t + \varepsilon_t \quad [6]$$

gdzie macierz $\Pi = \alpha \beta'$ zawiera informacje o relacjach długookresowych opisanych przez macierz β oraz o szybkości dostosowań określonej przez macierz α . Rząd macierzy Π determinuje liczbę wektorów kointegrujących, co ma bezpośrednią interpretację ekonomiczną jako liczba niezależnych relacji równowagi.

Analiza dynamiki krótkookresowej jest bezpośrednio powiązana z powyższą strukturą poprzez składnik korekty błędem $\beta'y_{t-1}$. Jego współczynniki w macierzy α określają szybkość powrotu do równowagi po wystąpieniu odchylenia. Matematycznie oznacza to, że układ ma własności stabilizujące, o ile wartości własne macierzy przejścia leżą wewnątrz koła jednostkowego. Jednocześnie opóźnienia w modelu (parametry γ_i) pozwalają uchwycić inercję procesów oraz efekty dynamiczne, które w interpretacji ekonomicznej odpowiadają niedoskonałościom rynku.

Całość procedury można zatem ująć jako spójny ciąg implikacji. Niestacjonarność danych, identyfikowana poprzez analizę pierwiastków charakterystycznych, wskazuje na dominację procesów stochastycznych i uzasadnia zastosowanie aparatu kointegracyjnego. Kointegracja, jako własność przestrzeni liniowej generowanej przez szeregi czasowe, potwierdza istnienie relacji równowagi. Mechanizm korekty błędem, wynikający z faktoryzacji macierzy długookresowej, identyfikuje sposób powrotu układu do tej równowagi. Przyczynowość w sensie Grangera określa kierunki przepływu informacji w systemie dynamicznym, natomiast zmiany strukturalne modyfikują parametry wszystkich powyższych relacji, wprowadzając ich czasową heterogeniczność. Tak skonstruowany układ modeli zapewnia wysoką koherencję interpretacyjną, gdyż umożliwia przejście od formalnych własności procesów stochastycznych, takich jak stacjonarność, rząd integracji czy ranga macierzy, do wniosków ekonomicznych dotyczących równowagi rynkowej, dynamiki oraz stabilności analizowanego zjawiska.

Strategia estymacji przyjęta w pracy ma charakter warunkowy i sekwencyjny, co oznacza, że poprawność każdego etapu analizy jest uzależniona od spełnienia założeń na etapie poprzednim. Takie podejście minimalizuje ryzyko błędów specyfikacji i pozostaje zgodne z rygorem metodycznym właściwym analizie szeregów czasowych, w której własności danych determinują dopuszczalne procedury estymacyjne. Proces weryfikacji ma charakter wielopoziomowy i obejmuje zarówno diagnostykę warstwową, analizę spójności między różnymi modelami, jak i testy odporności wyników. Szczególne znaczenie ma tu powiązanie identyfikowanych punktów zmian strukturalnych z dekompozycją na trend i cykl oraz z relacjami kointegracyjnymi, co

umożliwia przeprowadzenie walidacji krzyżowej w sensie strukturalnym, polegającej na wzajemnym potwierdzaniu się wyników uzyskanych różnymi metodami.

Całość podejścia ma charakter zintegrowany i stanowi odejście od analiz fragmentarycznych na rzecz wielowarstwowego systemu wyjaśniającego. Kluczową innowacją jest równoczesne wykorzystanie metod dekompozycji, analizy kointegracyjnej oraz identyfikacji reżimów, przy jednoczesnym traktowaniu narzędzi pomocniczych jako pełnoprawnych elementów procesu badawczego. W efekcie wyłania się spójny „profil ekonometryczny” analizowanego zjawiska, łączący różne wymiary jego dynamiki i umożliwiający bardziej kompleksową interpretację wyników.

Rozdział 4 Kształtowanie się płynności i ryzyka na analizowanych rynkach

4.1 Hipoteza badawcza dotycząca równowagi rynkowej

Ryzyko na rynkach towarowych interpretuje się tradycyjnie przede wszystkim w kontekście zapewnienia ciągłości dostaw i popytu w obrocie towarowym. Rynki finansowe tworzą, w ujęciu zgodnym z założeniami syntezy neoklasycznej, warunki dla takiego sposobu alokacji kapitału, że ceny aktywów odzwierciedlają zarówno czynniki mikro-¹¹⁶ jak i makroekonomiczne¹¹⁷. Utrzymanie równowagi wynika zaś, szczególnie w warunkach podwyższonego ryzyka, z działania mechanizmów dostosowawczych.

W warunkach rynku doskonałego i przy założeniu neutralności podmiotów rynkowych względem ryzyka cenę F_t dla kontraktów *futures* na rynkach towarowych, model *cost-of-carry* ujmuje wzorem:

$$F_t = S_t \cdot e^{(r+c-y)T} \quad [7]$$

gdzie S_t odpowiada cenie towaru w obrocie bieżącym, r – stopie oprocentowania wolnej od ryzyka, c – kosztom przechowywania, y – premii z tytułu fizycznego posiadania dobra (ang. *convenience yield*)¹¹⁸, a T – czasowi do wygaśnięcia kontraktu.

Pojęciami kluczowymi dla oceny wpływu zmian w strukturze rynków oraz ich przełożenia na wycenę ryzyka są płynność danego rynku oraz panująca na nim równowaga. Równowaga na rynkach finansowych instrumentów pochodnych odnosi się do stanu, w którym zmiany w poziomach popytu na dane instrumenty lub ich podaży nie powodują niewspółmiernej zmiany w poziomach cen tych instrumentów. Może ona zostać zakłócona przez szereg czynników, wynikających zarówno z funkcjonowania danego rynku finansowego, zjawisk fundamentalnych lub czynników egzogenicznych, w tym makroekonomicznych. W tym kontekście, ryzyko systemowe należy interpretować jako wrażliwość rynku na zakłócenia równowagi ogólnej. Nie obejmuje ono czynników ryzyka o charakterze idiosynkratycznym lub podlegających dywersyfikacji, z perspektywy uczestników, w warunkach istnienia różnych rynków, funkcjonujących równolegle. Ryzyko na rynkach towarowych kształtują zatem czynniki heterogeniczne, odpowiadające zarówno funkcjonowaniu łańcuchów dostaw, jak i organizacji rynków finansowych. Jest to szczególnie istotne w przypadku rynków towarów substytucyjnych.

¹¹⁶ Do tej kategorii czynników ryzyka zaliczyć należy np. te związane z niedoskonałością informacji oraz asymetrią warunków zawierania umów, ryzyko operacyjne, czy wynikające ze sztywności cen i niedostosowania oczekiwań adaptacyjnych.

¹¹⁷ W tym ryzyko inflacyjne, walutowe, poziom referencyjnych stóp procentowych, ale także ryzyko regulacyjne i operacyjne, w tym efekt mnożnika akceleratora.

¹¹⁸ Gdy premia ta jest niska, a koszty przechowywania wysokie, zachodzi *contango*, czyli sytuacja, w której ceny *futures* są wyższe od cen danego towaru w obrocie bieżącym. W przeciwnym razie, np. w warunkach niedoboru surowca w formie fizycznej, może wystąpić zjawisko *backwardation*.

Pierwsza z przedstawionych hipotez pomocniczych, zgodnie z którą „wzrost płynności pozwala utrzymać równowagę na badanych rynkach kontraktów *futures*”, dotyczy związku pomiędzy płynnością na rynku instrumentów pochodnych a równowagą na rynkach towarowych. W kontekście rynków standaryzowanych instrumentów pochodnych, płynność można interpretować jako istnienie warunków umożliwiających obrót tymi instrumentami, przy czym przeprowadzenie pojedynczej transakcji nie powoduje istotnych zmian w poziomie ceny rynkowej danego instrumentu. „Wysoka”¹¹⁹ płynność oznacza, że transakcje mogą być realizowane w „dużych” wolumenach przy „niskim” wpływie na rynkowe ceny tych instrumentów, w ujęciu modelowym sprzyjając stabilności rynku i efektywności procesów odkrywania cen.

Zgodnie z hipotezą poddaną weryfikacji, wyższa płynność danego rynku *futures* powinna zatem przekładać się na większą stabilność cen tych instrumentów. Podwyższona zmienność cen stanowi jednak jeden z symptomów finansyzacji rynków, kojarzony w literaturze przedmiotu z aktywnością podmiotów sektora finansowego. Prawdziwość postawionej hipotezy, zawierającej oryginalną definicję równowagi (D), opiera się zatem na jednoczesnej weryfikacji następujących zdań¹²⁰, stanowiących warunki konieczne¹²¹ (N_1 , N_2) i warunek wystarczający¹²² (S) dla uznania prawdziwości zdania zawierającego tę hipotezę,

¹¹⁹ Ze względu na różne rozmiary i struktury czterech porównywanych rynków, a w szczególności dwóch rynków pszenicy, ewentualne wskaźniki płynności obliczone według jednego wzoru nie byłyby porównywalne. Z perspektywy badania nie jest zatem celowym tworzenie syntetycznego indeksu płynności dla , a bardziej miarodajne jest posługiwanie się określeniami względnych relacji między rynkami lub odzwierciedlających zmiany zachodzące w ramach jednego rynku w czasie.

¹²⁰ Struktura ta odpowiada tzw. schematowi nomologiczno-dedukcyjnemu, który rozwijał m.in. Carl Gustav Hempel. Hipotezę H wyjaśnia lub uzasadnia prawo ogólne A , interpretowane jako warunki obowiązywania, oraz fakt szczegółowy B . Jeżeli model teoretyczny jest poprawny, a warunki graniczne spełnione, wniosek ma charakter dedukcyjny. Weryfikacja hipotezy H na podstawie przesłanki B pod warunkiem A oznacza strukturę logiczną typu: $(A \rightarrow B) \rightarrow H$. W sensie logicznym A pełni funkcję warunku kontekstowego (ang. *background condition*), który ogranicza zakres obowiązywania implikacji. Oznacza to, że sama prawdziwość B nie wystarcza do wnioskowania o H . Dopiero koniunkcja A i B stanowi warunek wystarczający. Jeśli A nie zachodzi, implikacja nie stanowi podstawy, aby przyjąć lub odrzucić H na podstawie B . A odpowiada zatem zestawowi założeń identyfikacyjnych. Jeżeli A byłoby niesprawdzałne empirycznie, wówczas wnioskowanie miałoby charakter warunkowy, a nie kategoriyczny.

¹²¹ W ujęciu logicznym warunek konieczny to taki, bez którego hipoteza nie może być prawdziwa. Formalnie: $A \rightarrow H$, zatem $\neg A \rightarrow \neg H$. Sprawdzenie warunku koniecznego ma charakter testu falsyfikacyjnego. Jeżeli empirycznie stwierdzi się brak A , hipoteza zostaje logicznie obalona. Taki sposób rozumowania jest zgodny z koncepcją krytycznego racjonalizmu rozwijaną przez Karla Poppera, w której centralne znaczenie ma możliwość obalenia hipotezy poprzez wykazanie niespełnienia jej implikacji.

¹²² Warunek wystarczający ma odmienny status logiczny. Jeżeli zachodzi B , to H musi być prawdziwe zdanie $B \rightarrow H$. W praktyce empirycznej identyfikacja warunków wystarczających jest trudniejsza, ponieważ wymaga wykazania, że dany zestaw przesłanek wyczerpuje wszystkie alternatywne wyjaśnienia. Oznacza to konieczność kontroli zmiennych zakłócających oraz zapewnienia adekwatności modelu przyczynowego. W tym kontekście istotne są koncepcje przyczynowości Davida Hume’a oraz współcześnie formalizowane w ramach modeli kontrfaktycznych.

przy hipotezie alternatywnej stanowiącej, że warunki konieczne nie zachodzą, lub nie zachodzą jednocześnie warunki konieczne i wystarczające:

(D) *Równowagę rynku definiuje się jako taki stan systemu rynkowego, w którym układ pozycji rynkowych i ekspozycji heterogenicznych uczestników rynku na ryzyko jest wewnątrznie spójny, zamknięty i stabilny względem zaburzeń, a zatem:*

- *suma zagregowanych pozycji netto oscyluje w pobliżu zera,*
- *uczestnicy należący do każdej kategorii utrzymują optymalną względem swojej funkcji użyteczności ekspozycję na ryzyko, oraz*
- *brak jest systematycznych przepływów kapitału wymuszających dalsze dostosowania.*

Przedstawiona definicja równowagi rynku stanowi próbę odejścia od klasycznego, cenowego ujęcia równowagi na rzecz opisu strukturalnego, opartego na konfiguracji pozycji i ekspozycji na ryzyko w całym systemie rynkowym. W tym sensie wpisuje się ona w tradycję neoklasyczną, jednak dokonuje przesunięcia punktu ciężkości z wektora cen na strukturę pozycji rynkowych oraz rozkład ryzyka między heterogenicznymi uczestnikami rynku.

Kluczowym elementem definicji jest określenie układu pozycji jako „wewnątrznie spójnego” i „zamkniętego”. W interpretacji formalnej odnosi się to do dwóch warunków konstytutywnych równowagi ogólnej. Po pierwsze, chodzi o spełnienie warunku tożsamości księgowej: każdej pozycji długiej odpowiada pozycja krótka, a suma pozycji netto w systemie jest rachunkowo zgodna. Po drugie, równowaga implikuje efektywność układu pozycji w sensie Pareto, tj. brak możliwości takiej realokacji pozycji i ekspozycji, która poprawiłaby sytuację przynajmniej jednego uczestnika bez pogorszenia sytuacji innego. Tym samym równowaga zostaje zdefiniowana jako stan, w którym struktura kontraktów jest spójna, kompletna i efektywna alokacyjnie.

Stwierdzenie, że „suma zagregowanych pozycji netto oscyluje w pobliżu zera”, należy rozumieć nie jako odejście od warunku spójności, lecz jako jego dynamiczną reinterpretację. Działanie rynku jest procesem ciągłym, w którym transakcje zachodzą asynchronicznie. W dowolnie wybranym momencie obserwacji, mogą występować przejściowe odchylenia od stanu pełnego domknięcia pozycji, wynikające z technicznych opóźnień w rejestrowaniu zawieranych transakcji i bieżących przepływów. Oscylacja wokół zera oznacza zatem lokalną stabilność dynamiczną: małe zaburzenia nie prowadzą do narastającej nierównowagi, lecz są endogenicznie wygaszane.

Równowaga ma więc charakter nie statycznej konfiguracji, ale układu dążącego samodzielnie do stabilizacji.

Warunek optymalności ekspozycji względem funkcji użyteczności zapewnia mikroekonomiczne uzasadnienie całej struktury rynku. Każda kategoria uczestników utrzymuje takie poziom i spodziewany rozkład ryzyka, które są dla niej optymalne przy danych ograniczeniach. Oznacza to brak jednostronnych bodźców do zmiany pozycji przy założeniu niezmienności otoczenia. Struktura agregatowa jest więc wynikiem wzajemnie zgodnych decyzji optymalizacyjnych podmiotów heterogenicznych. Istotne jest także rozróżnienie między przepływami wynikającymi z egzogenicznych zmian a systematycznymi przepływami kapitału o charakterze dostosowawczym. Przepływy mogą występować jako reakcja na nowe informacje, szoki technologiczne czy zmiany preferencji, lecz nie pełnią funkcji kompensacyjnej wobec strukturalnej niespójności układu. Dlatego też stan równowagi jest sam w sobie dynamiczny, dostosowujący się do zewnętrznych uwarunkowań.

Brak przepływów wynikających z niespójności układu oznacza jednak brak endogenicznej presji na rekonfigurację systemu. W takiej sytuacji, na rynku nie istnieje trwała możliwość osiągania ponadprzeciętnych zysków bez ponoszenia odpowiedniego ryzyka. Rynek w stanie równowagi jest zarazem efektywny¹²³ – ceny reagują na nadwyżki popytu lub podaży, uczestnicy rynku dostosowują swoje decyzje do bieżących okoliczności, a jednocześnie nie powstają trwałe, samonapędzające się nierównowagi. W szczególności, przepływy kapitału nie mogą być trwale jednostronne, ponieważ świadczyłoby to o nieefektywnym mechanizmie wyceny ryzyka na przynajmniej jednym z analizowanych rynków¹²⁴. Ponadto, w strukturze rynkowej charakteryzującej się efektywnością, ceny aktywów odzwierciedlają wszystkie dostępne informacje. Oznacza to, że na rynku nie istnieją trwałe możliwości osiągania ponadprzeciętnych zysków bez dodatkowego ryzyka, co uniemożliwia powstawanie jednokierunkowych przepływów kapitału w dłuższym okresie. Ceny nie stanowią

¹²³ Efektywność nie musi to oznaczać sprawnego obiegu, powszechnej dostępności, czy nawet pełnej zgodności informacji z rzeczywistością, ale tylko uwzględnienie tej pierwszej w decyzjach uczestników rynku.

¹²⁴ W stanie równowagi, ceny aktywów odzwierciedlają dostępne informacje i ryzyko, co eliminuje możliwość trwałych, jednokierunkowych przepływów kapitału. Mechanizm wyceny ryzyka sprawia, że inwestorzy dokonują wyboru aktywów w sposób optymalny, biorąc pod uwagę zarówno stopę zwrotu, jak i ryzyko związane z daną inwestycją. Jeżeli różnice w stopach zwrotu między aktywami na różnych rynkach utrzymują się przez dłuższy czas, napływ kapitału prowadzi do wzrostu cen aktywów o wyższej stopie zwrotu i, w efekcie, arbitraż eliminuje nadzwyczajne zyski prowadząc do obniżenia oczekiwanej stopy zwrotu. W wyniku tego procesu różnice w rentowności znikają, a przepływ kapitału zostaje zatrzymany.

w tym ujęciu pierwotnej kategorii analitycznej, lecz są implicytnym elementem mechanizmu koordynacji, którego rezultat wyraża się w spójnej strukturze pozycji. Równowaga jest zatem interpretowana jako stabilny układ relacji bilansowych i ryzyk, a nie wyłącznie jako rozwiązanie układu równań cenowych.

(N₁) Ze względu na wysoką zależność cen towarów od czynników fundamentalnych oraz poziomów cen towarów substytucyjnych, poziom cen danego towaru nie przesądza o równowadze na danym rynku.

W klasycznej teorii równowagi rynku, od modelu walrasowskiego po formalizację w neoklasycznym modelu Arrowa i Debreu¹²⁵, równowaga oznacza taki wektor cen, przy którym zagregowany popyt jest równy zagregowanej podaży na wszystkich rynkach jednocześnie. Kryterium to ma charakter cenowo-ilościowy (ang. *clearing condition*). W szerszym sensie analitycznym równowagę można jednak zdefiniować bez bezpośredniego odwołania do cen, np. jako stan kompatybilności planów, jeżeli rozpatruje się modele ilościowe bez jawnego mechanizmu cenowego, albo analizuje się równowagę strategiczną, np. w rozumieniu Nasha (Vives, 1990).

W tym ujęciu ceny nie są elementem definicyjnym, lecz jednym z możliwych mechanizmów koordynacji. Jest to model koncepcyjnie spójny z teorią Arrowa i Debreu, jednak odchodzi od ujęcia walrasowskiego, ponieważ nie wymaga istnienia jednego wektora cen równoważącego wszystkie rynki jednocześnie; dopuszcza procesowe i instytucjonalne formy koordynacji. W modelu Nasha, rynek może zaś znajdować się w równowadze nawet wtedy, gdy ceny nie równoważą go w sensie walrasowskim. W praktyce współczesnych rynków towarowych koncepcja walrasowskiej równowagi ulega jednak systematycznemu osłabieniu. Wynika to przede wszystkim ze zjawiska kointegracji cen towarów, substytucyjności towarów oraz jest uwarunkowane finansyzacją rynków. W tak przeprowadzanej analizie rynków należy zatem mówić nie o „procesach cenotwórczych” zachodzących na danym rynku, lecz raczej o kształtowaniu się cen w odpowiedzi na uwarunkowania egzogeniczne.

W wielu segmentach rynku towarowego obserwuje się kointegrację cen, czyli istnienie długookresowych relacji równowagi statystycznej między procesami cenowymi różnych dóbr, w szczególności w obrębie towarów energetycznych i zbóż. W ujęciu Engle’a i Grangera, oznacza to istnienie wspólnej relacji długookresowej, do której ceny konwergują

¹²⁵ Model Arrowa–Debreu (Geanakoplos, 2008), stanowi formalny fundament teorii równowagi ogólnej. Zakłada on, że przy spełnieniu określonych warunków, takich jak doskonała konkurencja, kompletność rynków oraz wypukłe preferencje, istnieje wektor cen równoważący podaż i popyt na wszystkie dobra, co prowadzi do efektywnej alokacji zasobów w gospodarce.

poprzez mechanizm korekty błędu. W takim układzie cena danego towaru nie jest autonomicznym rozwiązaniem lokalnego równania popytu i podaży, lecz elementem wektora cen określanych systemowo. Równowaga nie przyjmuje więc postaci punktu przecięcia krzywych na pojedynczym rynku, lecz raczej stabilnej relacji między zmiennymi w układzie dynamicznym. Dostosowanie się rynku ma zaś charakter procesowy, a nie jednorazowy, co podważa statyczny charakter walrasowskiego poziomu ceny równoważącego popyt i podaż towaru.

Drugim zjawiskiem jest silna substytucyjność między towarami. W warunkach wysokiej elastyczności krzyżowej popytu cena danego dobra może być w istotnym stopniu determinowana przez cenę zamiennika. Oznacza to, że funkcja popytu na dobro nie jest strukturalnie niezależna, a warunek równowagi na tym rynku nie wystarcza do wyznaczenia ceny bez uwzględnienia relacji między rynkami. Równowaga ma wówczas charakter układu sprzężonych ograniczeń, a nie izolowanego mechanizmu cenowego. W konsekwencji cena nie jest wyłącznie wynikiem lokalnego bilansu, lecz elementem struktury relacyjnej.

Finansyzacja rynków towarowych powoduje, że ceny kontraktów *futures* i oczekiwania inwestorów wpływają na ceny *spot* poprzez arbitraż i decyzje magazynowe. Zgodnie z hipotezą efektywności rynku Fama'y, ceny odzwierciedlają zatem nie tylko bieżące podaż i popyt, lecz także oczekiwania dotyczące przyszłości. W efekcie cena równowagi zależy od zdyskontowanych oczekiwań i struktury terminowej cen, a nie wyłącznie od aktualnych ilości odpowiadających równowadze rynkowej.

(N₂) Wzrost płynności na rynkach instrumentów pochodnych wiąże się z jakościową zmianą funkcjonowania danego rynku.

Instrumenty pochodne pełnią w tej perspektywie szczególną rolę, umożliwiając separację i transfer wyodrębnionych komponentów ryzyka bez konieczności zmiany pozycji w aktywach bazowych. Wraz ze wzrostem płynności, rozumianej jako zdolność do zawierania transakcji szybko, przy niskich kosztach i bez istotnego wpływu na ceny, rośnie gęstość sieci powiązań kontraktowych oraz dostępność stanów, w których uczestnicy mogą precyzyjnie dostosować swoje ekspozycje. Wzrost płynności zmienia zatem przestrzeń dopuszczalnych konfiguracji równowagi. Im bardziej płynny jest rynek instrumentów pochodnych, tym większa liczba kombinacji pozycji pozwala osiągnąć stan równowagi przy jednoczesnej optymalności indywidualnych pozycji. Równowaga przestaje być ograniczona przez niedoskonałość narzędzi transferu ryzyka, stając się wynikiem bardziej precyzyjnej segmentacji i redystrybucji niepewności. Rośnie zatem zbiór alokacji potencjalnie efektywnych w sensie Pareto.

Modyfikacji ulega także mechanizm dynamicznej stabilizacji. W warunkach niskiej płynności dostosowania wymagają zmian w pozycjach w aktywach bazowych, co generuje większe i wolniejsze przepływy dostosowawcze. Wysoka płynność instrumentów pochodnych umożliwia natomiast absorpcję małych zaburzeń poprzez szybkie, lokalne korekty ekspozycji na ryzyko. Oscylacje wokół stanu równowagi rynkowej mogą być wygaszane sprawniej i przy niższym koszcie. Zmienia się więc charakter stabilności dynamicznej, ze względu na większą elastyczność i reaktywność rynku.

Wzrost płynności prowadzi do przekształcenia struktury przepływów. W stanie równowagi brak jest również systematycznych przepływów kompensacyjnych wynikających z niespójności strukturalnej. Rozwinięty rynek instrumentów pochodnych redukuje prawdopodobieństwo powstawania takich przepływów, ponieważ umożliwia bieżące, zdecentralizowane bilansowanie ekspozycji. Przepływy mają wówczas w większym stopniu charakter informacyjny, jako reakcja na szoki egzogeniczne, a w mniejszym naprawczy.

(S) Zmiana jakościowa w funkcjonowaniu danego rynku umożliwia przyjmowanie przez poszczególne kategorie uczestników bardziej jednostronnych pozycji bez naruszania stabilności systemu jako całości. Ekspozycję ekonomiczną na ryzyko, wynikającą z działalności w sferze realnej, można równoważyć ekspozycją na rynkach finansowych, odwrotną względem ekonomicznej i zarządzaną w sposób selektywny.

Na rynku towarowym dostawcy posiadają naturalną ekspozycję na ryzyko cenowe, strukturalnie odpowiadającą posiadaniu pozycji długich. Analogicznie kupcy i odbiorcy przemysłowi mają strukturalną ekspozycję względem kosztu zakupu odpowiadającą posiadaniu pozycji krótkich. W warunkach niskiej płynności instrumentów pochodnych uczestnicy muszą częściowo kompensować te ryzyka poprzez modyfikację działalności realnej, np. zmniejszanie skali produkcji lub posiadanych zapasów, co ogranicza efektywność alokacyjną kapitału.

Wysoka płynność kontraktów terminowych czy opcji umożliwia natomiast precyzyjne zabezpieczenie tej naturalnej ekspozycji. Kupcy mogą systematycznie zajmować pozycje długie w kontraktach terminowych, kompensując swoją strukturalną pozycję krótką w towarze. Dzięki temu zarządzanie ryzykiem operacyjnym zostaje przeniesione do sfery finansowej, a struktura rynku staje się bardziej przejrzysta i lepiej odzwierciedlona przez dane rynkowe. Jednostronność pozycji danej kategorii uczestników rynku nie oznacza tu nierównowagi, lecz specjalizację funkcjonalną.

Wraz ze wzrostem płynności rośnie udział podmiotów, których główną funkcją jest absorpcja i transformacja ryzyka. Nie są oni powiązani z fizycznym obrotem towarem, lecz z zarządzaniem portfelem ryzyka. W efekcie system może tolerować większą asymetrię pozycji wśród podmiotów zajmujących się obrotem towarowym, ponieważ istnieje grupa podmiotów gotowych przejąć przeciwną ekspozycję na ryzyko. Z perspektywy równowagi strukturalnej oznacza to, że pozycje krótkie dostawców i długie odbiorców nie muszą się bezpośrednio kompensować, a domknięcie systemu następuje poprzez sieć pośredników finansowych. Zagregowana suma pozycji netto pozostaje bliska zeru, mimo silnej jednostronności na poziomie grup: małe odchylenia są wygaszane, a system nie generuje trwałej presji dostosowawczej.

Płynność na rynku instrumentów pochodnych sprawia, że jeżeli kupcy zwiększają zabezpieczenia długie wskutek wzrostu niepewności, po drugiej stronie mogą szybko pojawić się podmioty o wyższej tolerancji ryzyka. Transakcja następuje bez konieczności zmian w realnej podaży lub popycie na towar. W ten sposób jednostronne zwiększenie ekspozycji przez jedną grupę nie prowadzi do destabilizujących przepływów w rynku fizycznym, a dostosowanie odbywa się w warstwie finansowej. Jednocześnie, oscylacje wokół stanu równowagi mają mniejszą amplitudę i krótszy czas trwania.

Możliwość przyjmowania bardziej jednostronnych pozycji zwiększa zatem zbiór osiągalnych alokacji efektywnych w sensie Pareto. Instrumenty *futures* stają się narzędziem umożliwiającym przenoszenie ryzyka do tych podmiotów, które wyceniają je najniżej, np. ze względu na najwyższą tolerancję lub stosowane modele wyceny. W rezultacie struktura równowagi jest bardziej wyspecjalizowana, a więc jakościowo odmienna od tej obserwowanej w warunkach ograniczonej płynności. Większa jednostronność pozycji na poziomie poszczególnych kategorii uczestników nie implikuje większej nierównowagi systemowej. Dzięki płynnym rynkom instrumentów pochodnych, zapewnianie równowagi na rynku staje się skutkiem działania wielopodmiotowego procesu bilansowania ryzyka, a jego wewnętrzna struktura staje się bardziej spolaryzowana i wyspecjalizowana.

W odniesieniu do teorii ekonomii, wzrost płynności na rynku instrumentów pochodnych należy interpretować jako zjawisko o podwójnym charakterze: stabilizującym na poziomie mikrostruktury rynku, oraz potencjalnie destabilizującym na poziomie makrodynamiki systemu. W zaproponowanym modelu proces ten można opisać poprzez zmianę relacji między dostarczaniem płynności przez podmioty

zabezpieczające się przed ryzykiem H_t oraz motywowanymi możliwościami spekulacji lub wykorzystania dźwigni finansowej L_t . Wśród zmiennych należy uwzględnić także dynamikę zmienności σ_t , parametr ograniczenia płynności λ oraz składnik odpowiadający nastrojom rynkowym ψ_t .

W ujęciu hipotezy niestabilności finansowej Minsky'ego, napływ kapitału w fazie wzrostu prowadzi do wzrostu udziału L_t względem H_t . W krótkim okresie, zwiększenie L_t obniża λ , rozumianą jako koszt płynności, pogłębiając rynek kontraktów *futures* i ułatwiając *hedging* pozycji fizycznych¹²⁶. Równowaga w sensie strukturalnym wydaje się więc bardziej stabilna. Rosnące wykorzystanie dźwigni finansowej oraz wrażliwość spekulantów na ewentualne informacje świadczące o niestabilności rynku powodują jednak wzrost zmienności σ_t . Wzrost zmienności skutkuje wymuszonymi przepływami kapitału, które mogą destabilizować ceny na rynku bieżącym. W rezultacie równowaga pozostaje formalnie spójna, lecz traci własność dynamicznej stabilności: płynność stabilizuje proces transakcyjny, ale zwiększa kruchość systemową.

¹²⁶ W sytuacji braku wystandaryzowanego kontraktu *futures* na dany towar możliwe jest zastosowanie tzw. *hedgingu krzyżowego* (ang. *cross-hedging*), polegającego na zajęciu pozycji w kontrakcie na instrument silnie skorelowany z ceną towaru bazowego. W takim przypadku struktura zabezpieczenia może odbiegać od prostej krótkiej pozycji w kontrakcie na ten sam towar, a efektywność *hedge'u* zależy od stabilności korelacji oraz relacji między cenami (ang. *basis risk*). W konsekwencji nie zawsze można mówić o dominacji klasycznej pozycji krótkiej w odpowiadającym jej kontrakcie *futures*.

Krótką pozycją w kontraktach *futures* może nie być optymalna, gdy struktura terminowa cen implikuje systematyczne koszty rolowania pozycji. Jeżeli kontrakty z dalszym terminem wygasania notowane są poniżej ceny *spot*, rolowanie krótkiej pozycji może generować ujemny efekt ekonomiczny względem alternatywnych instrumentów zabezpieczających (np. opcji lub kontraktów *forward* zawieranych bilateralnie). W takich warunkach decyzja o zastosowaniu *short futures* zależy nie tylko od ekspozycji cenowej, lecz także od struktury terminowej rynku. W przypadku istnienia długoterminowych kontraktów sprzedaży o stałej cenie (ang. *fixed-price contracts*) producent może być już ekonomicznie zabezpieczony przed spadkiem ceny rynkowej. Zajęcie dodatkowej krótkiej pozycji *futures* prowadziłoby do podwójnej ekspozycji na spadek ceny (ang. *over-hedging*), zwiększając ryzyko finansowe zamiast je redukować. W takiej strukturze przychodów brak aktywnego *hedge'u* giełdowego może być racjonalny.

Krótką pozycją *futures* może nie być preferowana w sytuacji asymetrii informacyjnej lub oczekiwań co do istotnego wzrostu cen. Jeżeli producent posiada przewagę informacyjną dotyczącą przyszłej podaży lub popytu i racjonalnie oczekuje wzrostu cen, może świadomie ograniczyć skalę zabezpieczenia (ang. *selective hedging*) albo całkowicie z niego zrezygnować. W przypadku przedsiębiorstw zdywersyfikowanych pionowo ekspozycja cenowa może być częściowo kompensowana na różnych etapach łańcucha wartości. Producent surowca posiadający również działalność przetwórczą może doświadczać przeciwnych efektów cenowych (np. spadek ceny surowca obniża przychody segmentu wydobywczego, ale poprawia marżę segmentu przetwórczego). W takiej sytuacji całkowita ekspozycja netto może być ograniczona, a strategia krótkiej pozycji *futures* nie musi stanowić dominującego narzędzia zarządzania ryzykiem.

Także występowanie naturalnego *hedge'u* (ang. *natural hedging*) ogranicza potrzebę stosowania krótkich pozycji *futures*. Jeżeli struktura kosztów przedsiębiorstwa jest dodatnio skorelowana z ceną sprzedawanego towaru (np. koszty surowca, energii, transportu), lub gdy sprzedaż odbywa się w oparciu o długoterminowe kontrakty z klauzulami indeksacyjnymi (*cost-plus*, *price pass-through*), wówczas część ryzyka cenowego jest endogenicznie neutralizowana. W takim przypadku otwieranie krótkich pozycji w *futures* mogłoby prowadzić do nadmiernego zabezpieczenia (ang. *over-hedging*) i zwiększenia zmienności wyniku finansowego

Z perspektywy finansów behawioralnych Shillera, wprowadzenie składnika nastrojów rynkowych ψ_t , posiadającego własną dynamikę autoregresyjną, implikuje możliwość trwałych odchyłeń cen od czynników fundamentalnych. Wysoka płynność redukuje koszty wejścia na rynek oraz zwiększa elastyczność popytu portfelowego D_t^L , wzmacniając transmisję zmian ψ_t do cen *futures*, tj. F_t . Poprzez mechanizm arbitrażu, impuls sentymentowy przenosi się następnie na rynek bieżący towarów. Płynność pełni zatem funkcję wzmacniacza nastrojów, zwiększając amplitudę i szybkość krótkookresowych odchyłeń, mimo że jednocześnie poprawia efektywność operacyjną rynku.

W ujęciu fraktalnej teorii rynków Mandelbrota, zmienność σ_t ma charakter skalowalny i wykazuje grube ogony rozkładu. Oznacza to, że ryzyko ekstremalne nie zanika wraz z agregacją czasową. Wysoka płynność może redukować drobne, krótkookresowe fluktuacje cen, lecz w warunkach globalnych przepływów kapitału sprzyja wzrostowi korelacji ogonowych między rynkami. Tym samym zmniejszeniu lokalnej wariancji może towarzyszyć wzrost ryzyka systemowego.

Jeżeli surowce są traktowane jako klasa aktywów, popyt portfelowy D_t^L zależy od uwarunkowań finansowych, np. poziomu stóp procentowych lub globalnej awersji do ryzyka. Zmiany tych parametrów wpływają bezpośrednio na F_t , generując efekt przenoszenia się szoków na rynek towarów w obrocie bieżącym. Wysoka płynność przyspiesza transmisję impulsów z rynków finansowych do towarowych, zwiększając korelację między nimi i osłabiając autonomię cen względem fundamentów realnych.

Płynność oddziałuje zatem na równowagę w sposób nieliniowy. W umiarkowanym zakresie wzrost L_t i spadek λ poprawiają możliwości hedgingu i stabilizują mikrostrukturę rynku. Jednak dalszy wzrost dźwigni finansowej zwiększa σ_t , wzmacnia transmisję nastrojów ψ_t oraz podnosi ryzyko systemowe, co prowadzi do endogenicznej niestabilności makrodynamicznej. Równowaga rynkowa pozostaje stabilna i efektywna w sensie Pareto, lecz stabilność dynamiczna w wymiarze cenowym staje się warunkowa i zależna od struktury kapitału oraz stopnia integracji finansowej systemu.

Punktem wyjścia w analizie z wykorzystaniem raportów CoT jest rozróżnienie między równowagą rynku jako układu ekonomicznego a bieżącą strukturą pozycji. Choć każdy kontrakt terminowy implikuje bowiem jednocześnie istnienie strony długiej i krótkiej, co oznacza, że całkowita liczba pozycji na rynku jest definicyjnie zbilansowana, nie oznacza automatycznie bilansowania pozycji w obrębie poszczególnych kategorii uczestników rynku. Równowaga rynku w sensie

agregatowym nie musi więc znajdować odzwierciedlenia w rozkładzie pozycji między grupami klasyfikowanymi według funkcji ekonomicznej lub statusu regulacyjnego.

Trwała nadwyżka pozycji długich w jednej grupie, np. kupców towarowych, może zatem współistnieć z nadwyżką pozycji krótkich w innej, np. dostawców, przy jednoczesnym udziale podmiotów przejmujących część ekspozycji w sposób pośredni lub niejednoznaczny klasyfikacyjnie. Struktura raportów CoT odzwierciedla więc raczej proces rekonfiguracji transferu ryzyka niż prostą relację bilateralną między producentem a odbiorcą towaru. Rozbieżność ta stanowi podstawową przesłankę rezygnacji z weryfikacji hipotezy badawczej za pomocą testów statystycznych opartych na oczekiwaniu bilansowania się pozycji. Pozycja netto nie odzwierciedla bezpośrednio oczekiwań cenowych uczestników rynku, lecz stanowi rezultat agregacji heterogenicznych strategii zabezpieczających, spekulacyjnych i arbitrażowych. W konsekwencji identyczna wartość pozycji netto może wynikać z odmiennych konfiguracji ekonomicznych i nie posiadać jednoznacznej interpretacji funkcjonalnej. Jednocześnie brak uzgodnienia wartości stron długiej i krótkiej danej klasy kontraktów nie implikuje anomalii strukturalnej rynku, lecz może wynikać ze wzrostu aktywności innych grup przejmujących przeciwstawne ekspozycje w sposób niesymetryczny.

Pojawienie się uczestników niezaangażowanych w fizyczny obrót towarami sklasyfikowanych jako lub nieobjętych obowiązkiem raportowania (odpowiednio, ang. *non-commercial traders* lub *non-reportable traders*) prowadzi do częściowej rekonfiguracji relacji między dynamiką pozycji długich i krótkich. Podmioty te mogą jednocześnie zwiększać zarówno stronę długą, jak i krótką rynku, przy czym skala ich aktywności nie musi pozostawać proporcjonalna względem pozycji grup interpretowanych jako hedgingowe. W rezultacie nadwyżki pozycji netto mogą się intensyfikować mimo zachowania formalnej równowagi rynku. Dane raportowe nie stanowią także bezpośredniej miary dla określania oczekiwań cenowych uczestników, poziomu ryzyka ekonomicznego, czy efektywności procesów odkrywania ceny. Dane te ujawniają jedynie rozkład nominalnych ekspozycji kontraktowych między wyodrębnionymi grupami uczestników. Ich interpretacja ekonomiczna wymaga natomiast dodatkowych założeń dotyczących motywacji podmiotów, struktury rynku kasowego oraz funkcji zabezpieczających instrumentów pochodnych.

W konsekwencji celem analizy nie jest wykazanie pełnej zgodności między strukturą raportów CoT a abstrakcyjnym modelem równowagi rynkowej, lecz ustalenie, czy brak zbilansowania w obrębie określonych kategorii uczestników pozostaje

logicznie i ekonomicznie możliwy w warunkach wzmożonej aktywności innych grup. Oznacza to przesunięcie akcentu interpretacyjnego z równowagi statycznej ku analizie dynamicznych procesów redystrybucji ekspozycji na ryzyko. Raporty CoT należy więc traktować nie jako bezpośredni zapis równowagi rynku, lecz jako pośredni wskaźnik zmian w strukturze transferu ryzyka. Interpretacja danych wymaga ponadto uwzględnienia specyfiki metodologii raportowania. Kategorie uczestników definiowane są według kryteriów regulacyjnych i deklaracyjnych, przez co klasyfikacja pozycji nie zawsze odpowiada rzeczywistym funkcjom ekonomicznym podmiotów. Szczególnie istotne jest to w przypadku uczestników prowadzących działalność wielosegmentową, którzy mogą jednocześnie realizować strategie zabezpieczające i spekulacyjne, mimo iż raport ujmuje ich w ramach jednej dominującej kategorii. Powoduje to częściową utratę informacji o rzeczywistej strukturze motywacji transakcyjnych.

Raporty CoT dostarczają zatem przede wszystkim informacji w celu analizy transferu ryzyka i zmian płynności rynku. Transfer ryzyka oznacza proces przenoszenia ekspozycji cenowej między podmiotami posiadającymi naturalne ryzyko ekonomiczne a uczestnikami gotowymi do jego absorpcji w zamian za oczekiwaną premię. Płynność rynku odnosi się natomiast do zdolności zawierania transakcji bez istotnego wpływu na poziom cen. Oba procesy znajdują częściowe odzwierciedlenie w strukturze pozycji raportowanych przez poszczególne grupy uczestników. Nie oznacza to jednak możliwości bezpośredniego pomiaru transferu ryzyka lub płynności. Dane z raportów CoT dostarczają jedynie przesłanek inferencyjnych umożliwiających rekonstrukcję zmian zachodzących na rynku, np. wzrost udziału uczestników niekomercyjnych może sugerować intensyfikację funkcji spekulacyjnej i zwiększenie zdolności rynku do absorpcji ryzyka hedgingowego, natomiast trwała przewaga pozycji jednej kategorii może wskazywać na asymetryczne zapotrzebowanie na zabezpieczenie cenowe. Każda z tych interpretacji pozostaje jednak zależna od dodatkowego kontekstu ekonomicznego.

Raporty CoT ujawniają jedynie powierzchniowy układ ekspozycji kontraktowych, podczas gdy mechanizmy ekonomiczne odpowiedzialne za ich powstawanie pozostają częściowo ukryte. Analiza tych danych wymaga więc szczególnej ostrożności inferencyjnej oraz rezygnacji z nadmiernie uproszczonych modeli równowagi. Brak bezpośredniego przełożenia równowagi rynkowej na strukturę wynikającą z raportów CoT jest zatem konsekwencją wielowarstwowej organizacji rynku terminowego, w którym funkcje zabezpieczające, spekulacyjne i płynnościowe

pozostają wzajemnie powiązane, lecz nie są tożsame z formalnymi kategoriami raportowymi.

4.2 Równowaga rynkowa jako funkcja płynności i ryzyka

Pojęcie równowagi rynkowej stanowi podstawową kategorię analityczną w ekonomii, jednak jego interpretacja różni się w ramach poszczególnych nurtów teoretycznych. W kontekście nurtów stanowiących podstawę syntezy neoklasycznej (Blanchard, 2018), istnieje rozbieżność między ujęciem walrasowskim a keynesowskim, wynikająca z odmiennego pojmowania mechanizmów koordynacji gospodarczej (Hands, 2012). Problem ten staje się wyraźny w analizach ilościowych, które nie pozwalają na określenie walrasowskiego wektora cen równowagi¹²⁷. Ponieważ w tym ujęciu często modeluje się rynek jako zamkniętą całość, mechanizm równoważenia się rynku metodą prób i błędów (fr. *tâtonnement*) implikuje, że proces dostosowawczy odbywa się poprzez dopasowywanie się poziomów cen, definiujących wartości, a prowadzących do osiągnięcia jednakowych wielkości, popytu i podaży.

W przeciwieństwie do stabilności rynku (ang. *market stability*), interpretowanej jako własność empiryczna, przejawiająca się w ograniczonej zmienności zmiennych makroekonomicznych lub szybkim wygaszaniu szoków, pojęcie równowagi stanowi konstrukcję formalną o charakterze normatywno-analitycznym (Harris, 1991; Denis, 2008). Równowagę rynkową można nawet uznawać za stan pozbawiony bezpośredniego odpowiednika empirycznego (ang. *counterfactual state*). Na rynkach dóbr oznacza to, że ceny i ilości nie podążają deterministycznie w kierunku równowagi, a procesy dostosowawcze mają często charakter nieciągły (ang. *discontinuous adjustments*)¹²⁸.

¹²⁷ W ujęciu walrasowskim, funkcję nadwyżki rynkowej $Z(p)$ definiuje się jako wektorową różnicę między łącznym popytem na dobra a ich łączną podażą, oferowaną przez producentów dóbr oraz właścicieli zasobów początkowych (ang. *endowment*). Oznacza to, że dla danego wektora cen p , funkcja $Z(p)$ przyporządkowuje każdemu dobru wielkość różnicy między wielkościami popytu i podaży. Wektor cen p stanowi równowagę walrasowską wtedy, gdy $Z(p)=0$, czyli funkcja nadwyżki rynkowej przyjmuje postać wektora zerowego. W tym przypadku, zgłaszany popyt jest równy oferowanej podaży dla wszystkich dóbr.

¹²⁸ Na rynkach finansowych, gdzie brak jest jednoznacznie określonej fundamentalnej równowagi (ang. *fundamental equilibrium*), a ceny aktywów zależą od oczekiwań drugiego rzędu (ang. *higher-order expectations*), czyli przekonań o przekonaniach innych uczestników rynku problem ten ujawnia się jeszcze wyraźniej. Na rynkach tych zachodzą mechanizmy sprzężeń zwrotnych (ang. *feedback loops*), takie jak cykle dźwigni finansowej (ang. *leverage cycles*), nagłe zmiany płynności (ang. *liquidity shocks*) oraz epizody nagłego załamania cen aktywów, określane jako „momenty Minsky’ego” (ang. *Minsky moments*). W tych warunkach dynamika systemu nie prowadzi do równowagi, lecz generuje trwałe odchylenia (ang. *persistent disequilibria*). Analizowane rynki mają charakter rynków finansowych, jednak ściśle powiązanych i zależnych od rynków dóbr.

Ekonomia neoklasyczna bazuje na hipotezie racjonalnych oczekiwań (ang. *rational expectations*), zgodnie z którą podmioty gospodarcze powinny potrafić poprawnie przewidywać dynamikę zjawisk gospodarczych. Rzeczywiste oczekiwania mają jednak charakter adaptacyjny (ang. *adaptive expectations*) i heterogeniczny, a przede wszystkim nie wynikają z jednakowego i kompletnego dostępu uczestników rynku do informacji. W badaniach empirycznych obserwuje się również systematyczne błędy prognozowania (ang. *forecast errors*), co podważa założenie pełnej racjonalności nawet w ramach teorii neoklasycznej. Na rynkach finansowych szczególne znaczenie ma zjawisko oddziaływania zwrotnego (ang. *reflexivity*; Citera i Sau, 2021), polegające na współzależności oczekiwań podmiotów gospodarczych i realizacji tych oczekiwań jako elementów wpływających na dynamikę cen. Mechanizm ten może prowadzić do zjawiska niestabilności endogenicznej (ang. *endogenous instability*; Wray, 2015).

Stabilność można zatem uznać nie tyle za wynik immanentnego dążenia do osiągnięcia stanu równowagi rynkowej (ang. *convergence to equilibrium*), co za pojęcie analityczne, wynikające z oceny konkretnych okoliczności przez badacza, lub cechę kształtującą się (ang. *emergent property*) w wyniku interakcji wielu heterogenicznych agentów, a nie dążenia do określonego stanu równowagi. Co więcej, na decyzje uczestników rynków finansowych wpływają niestabilność strukturalna (ang. *structural instability*) tych rynków, związana ze zmiennością parametrów i niestacjonarnością procesów, niepewność radykalna (ang. *Knightian uncertainty*; Townsend i in., 2024), która uniemożliwia przypisanie rozkładów prawdopodobieństwa zdarzeniom przyszłym, oraz ryzyko o charakterze endogenicznym (ang. *endogenous risk*). Działania podmiotów sektora publicznego, w tym regulatorów rynku, mogą dodatkowo przyczyniać się do generowania niestabilności zamiast ją ograniczać, wzmacniając skłonność podmiotów do podejmowania ryzyka (ang. *risk-taking channel*) w określonych warunkach. Krytyka założeń neoklasycznych znajduje rozwinięcie w alternatywnych nurtach teorii ekonomii, spośród których jak modele nierównowagi (ang. *disequilibrium models*; zob. Quandt, 1982), modele agentowe (ang. *agent-based models*) oraz teoria złożoności (ang. *complexity theory*) można uwzględnić w sposób spójny, włączając je do podstaw teoretycznych badań prowadzonych w ramach nurtu syntezy neoklasycznej.

Utożsamianie stabilności rynkowej ze stanem równowagi w ramach teorii neoklasycznej jest zatem problematyczne na kilku poziomach. Ontologicznie równowaga nie ma charakteru empirycznego, epistemologicznie założenia racjonalnych

oczekiwań są nierealistyczne, w ujęciu dynamicznym gospodarka generuje niestabilność endogeniczną, a strukturalnie uproszczenia modelowe zniekształcają obraz rzeczywistości. W kontekście rynków dóbr i finansowych stabilność okazuje się stanem przejściowym (ang. *transitory state*; por. Urlichs, 2018); procesy rynkowe nie konwergują do jednego punktu równowagi, lecz oscylują pomiędzy wieloma możliwymi stanami.

Teoria ekonomii rozwinęła szereg kanonicznych modeli równowagi (ang. *equilibrium models*), które uwzględniają jakościowe różnice pomiędzy kategoriami kupujących i sprzedających lub wielorakie zastosowania danego dobra. Modele te stanowią fundament analizy rynków rzeczywistych, gdzie heterogeniczność uczestników rynku (ang. *agents' heterogeneity*) oraz złożoność dóbr odgrywają kluczową rolę. Do najważniejszych rodzajów modeli teoretycznych, wyróżnionych w toku badań, należą: modele segmentacji rynku (ang. *market segmentation*; Zervou, 2013), modele poszukiwań i dopasowań (ang. *search-and-matching models*; Yashiv, 2006), modele uwzględniające zróżnicowanie produktu (ang. *product differentiation*), modele wielorakiego użycia jednego dobra (ang. *multi-use single-good models*; zob. Lee, 1999:29), modele negatywnej selekcji (ang. *adverse selection and signaling*; Wilson, 1979; Esponda, 2008), a także modele rynków dwustronnych (ang. *two-sided markets*; Rochet i Tirole, 2004; Rysman, 2009). Pięć spośród nich ma potencjalne zastosowanie w analizach odpowiadających badaniu dotyczącemu struktur analizowanych rynków, a pominięcie modeli zróżnicowania produktu w warunkach rynków *futures* wynika ze standaryzacji warunków kontraktów i jakości towarów.

(i) **Modele segmentacji rynku** zakładają istnienie odrębnych segmentów, w których dochodzi do transakcji pomiędzy różnymi kategoriami agentów. Segmentacja może wynikać z jakości dóbr, lokalizacji geograficznej lub cech uczestników rynku. W typowej konstrukcji występuje kontinuum kupujących i sprzedających, przy czym sprzedający różnią się, w tym cechami jakościowymi, a kupujący wybierają segment, w którym prowadzą poszukiwania. Równowaga definiowana jest przez alokację kupujących pomiędzy segmentami, tak aby maksymalizowali oni oczekiwaną nadwyżkę (ang. *expected surplus*) przy uwzględnieniu efektów zatłoczenia (ang. *congestion*). Efektywność rynku w tych modelach jest zazwyczaj zaburzona przez efekty zewnętrzne, w szczególności związane z zatłoczeniem i „grubością rynku” (ang. *thick-market externalities*; Starr i Spini, 2022). Kluczowym warunkiem

efektywności jest tzw. warunek Hosiosa (Julien i Mangin, 2016), który wiąże siłę przetargową z elastycznością funkcji dopasowań (ang. *matching elasticity*).

(ii) **Modele poszukiwań i dopasowań** rozszerzają klasyczne ramy poszukiwań i dopasowań poprzez wprowadzenie zróżnicowania agentów. Każdy uczestnik rynku posiada określony typ, a dopasowania zachodzą losowo, zgodnie z właściwą dla danego rynku techniką dopasowań (ang. *matching technology*). Równowaga obejmuje decyzje dotyczące intensywności poszukiwań (ang. *search intensity*) oraz akceptacji dopasowań. Wprowadzenie heterogeniczności uczestników rynku prowadzi do ogólnej nieefektywności rynku, ponieważ pełna realizacja nadwyżki (ang. *full surplus extraction*) jest niemożliwa ze względu na asymetryczne efekty zewnętrzne.

(iii) W ujęciu **modeli wielorakiego użycia dobra** (ang. *multi-use single-good models*) pozwalają na wuzględnienie wykorzystywania danego dobra w różnych celach. Równowaga rynkowa w tym ujęciu często przyjmuje formę równowagi Lindahla¹²⁹. Warunkiem efektywności jest spełnienie warunku Samuelsona, zgodnie z którym suma krańcowych stóp substytucji jest równa się krańcowej stopie transformacji. Brak odpowiednich mechanizmów cenowych może prowadzić do niedostatecznej podaży dóbr dla tych segmentów rynku, gdzie płacone ceny są stosunkowo niższe.

(iv) **Modele zróżnicowanej jakości i negatywnej selekcji** (ang. *quality tiers and adverse selection*) analizują rynki, na których jakość dobra jest prywatną informacją sprzedawcy. Kluczowym problemem jest negatywna selekcja, prowadząca do zawodności rynku (ang. *market failure*). Równowagi mogą mieć charakter dzielący (ang. *separating equilibrium*) lub łączny (ang. *pooling equilibrium*), przy czym często nie są one jednoznaczne.

(v) **Rynki dwustronne** obejmują interakcje pomiędzy dwiema grupami użytkowników za pośrednictwem platformy transakcyjnej. Kluczową rolę odgrywają efekty sieciowe (ang. *network externalities*), gdzie wartość dla jednej strony zależy od liczebności drugiej. Za pośrednictwem platformy kształtuje się struktura cen (ang. *price structure*), prowadząca do maksymalizacji zysku przy uwzględnieniu wzajemnych zależności popytu. Równowaga może być analizowana jako gra strategiczna pomiędzy platformami (ang. *platform competition*). Istotnym warunkiem determinującym przebieg gry jest brak neutralności podziału opłat (ang. *non-neutrality of price split*) polegający

¹²⁹ Oznacza to taki stan alokacji zasobów i systemu cen, w którym każdy uczestnik gospodarki płaci za dobro cenę indywidualną (ang. *personalized price*), odpowiadającą jego krańcowej skłonności do płacenia, a łączna podaż dobra jest efektywna w sensie Pareto (zob. Roberts, 1989).

na subsydiowaniu jednej strony rynku w celu zwiększenia całkowitej aktywności. Efektywne ceny często odbiegają w tym modelu od kosztów krańcowych, co odzwierciedla konieczność internalizacji efektów sieciowych.

Fundamentalna nieprzystawalność istniejących modeli równowagi do rynków finansowych instrumentów pochodnych wynika z głębokiej rozbieżności pomiędzy założeniami teoretycznymi a rzeczywistą naturą tych rynków. Modele równowagi rynkowej, stanowiące fundament neoklasycznej teorii ekonomii, opierają się na zestawie silnych założeń upraszczających, które pozwalają na analityczne uchwycenie mechanizmu kształtowania się cen i alokacji zasobów. Rozbieżności te można przeanalizować na trzech poziomach: ontologicznym, epistemologicznym oraz instytucjonalnym.

Na płaszczyźnie ontologicznej modele równowagi rynkowej zakładają istnienie stabilnych bytów ekonomicznych: jednorodnych dóbr, racjonalnych podmiotów oraz jasno określonych stanów równowagi. Rynki instrumentów pochodnych na towary cechują się jednak głęboką heterogenicznością i dynamiką. Modele ekonomiczne operują pojęciem dóbr, przy założeniu ich względnie stabilnych właściwości i egzogenicznie określonych funkcji użyteczności, podczas gdy instrumenty pochodne mają charakter kontraktów warunkowych (ang. *state-contingent contracts*), których wartość i funkcja zmieniają się endogenicznie wraz z ewolucją systemu finansowego. Ich wartość jest zależna nie tylko od bieżących fundamentów podaży i popytu na dane dobro, lecz także od oczekiwań, zmienności, struktury terminowej oraz czynników finansowych, takich jak płynność czy koszt kapitału. Co więcej, uczestnicy rynku nie stanowią spójnych kategorii, lecz raczej zbiór różnorodnych podmiotów, których cele i horyzonty działania są niejednorodne. W rezultacie sama idea jednoznacznie określonej równowagi traci ontologiczną spójność. Oznacza to, że przedmiot analizy nie jest określony *ex ante*, lecz współtworzony przez interakcje uczestników rynku. Kluczową rolę odgrywa tu endogeniczność podstawowych zmiennych, takich jak ryzyko, płynność czy zmienność, przy jednoczesnej egzogeniczności czynników fundamentalnych, które determinują przebieg krzywych podaży i popytu na dobra. Na rynkach instrumentów pochodnych mechanizmy działania rynku są współdeterminowane przez strategie uczestników, regulacje oraz strukturę instytucjonalną. W efekcie system transakcyjny generuje własną dynamikę poprzez sprzężenia zwrotne (ang. *feedback loops*).

Na poziomie epistemologicznym modele równowagi opierają się na założeniu pełnej lub przynajmniej wystarczającej informacji oraz zdolności podmiotów do jej racjonalnego przetwarzania. W praktyce rynków instrumentów pochodnych od towarów należy przyjąć raczej założenie głębokiej niepewności w sensie Knighta (zob. Langlois i Cosgel, 1993), a nie tylko odnosić się do ryzyka mierzalnego probabilistycznie. Ceny kontraktów odzwierciedlają niekoniecznie rzeczywiste oczekiwania poszczególnych podmiotów co do przyszłych cen towarów, ale raczej zagregowaną wartość wynikającą z przekonań, strategii i ograniczeń uczestników rynku. Informacja jest rozproszona, asymetryczna i często endogeniczna, a działania uczestników wpływają na samą strukturę informacji dostępnej na rynku. Dodatkowo znaczącą rolę odgrywają mechanizmy spekulacyjne, które mogą wzmacniać krótkookresowe fluktuacje cen, oddalając je od poziomów uzasadnianych przez czynniki fundamentalne. W konsekwencji epistemologiczne podstawy modeli równowagi, zakładające możliwość poznania i ujęcia rzeczywistości w stabilnych relacjach funkcyjnych, ulegają erozji.

Najbardziej wyraźne odstępstwa ujawniają się jednak na poziomie instytucjonalnym. Modele równowagi rynkowej abstrahują od konkretnych ram instytucjonalnych, traktując rynek jako anonimowy mechanizm koordynacji. Rynki instrumentów pochodnych są jednak głęboko osadzone w strukturach instytucjonalnych: giełdach towarowych, izbach rozliczeniowych, regulacjach prawnych oraz systemach nadzoru. Rozwiązania wynikające z infrastruktury operacyjnej, regulacje prawne i kultura organizacyjna mają bezpośredni wpływ na zachowania uczestników i kształtowanie się dynamiki cen, płynność, oraz strukturę ryzyka. Ponadto, przepływy kapitału portfelowego nie muszą być skorelowane z przepływami kapitału wynikającymi z fizycznego obrotu towarami lub *hedgingu*.

Co więcej, rynki instrumentów pochodnych mają charakter sieciowy, a którym powiązania kontraktowe między podmiotami tworzą kanały transmisji szoków. Ryzyko nie jest zatem przypisane pojedynczym agentom, lecz rozprzestrzenia się w systemie poprzez zależności bilansowe i zobowiązania kontraktowe. Modele oparte na reprezentatywnym uczestniku rynku (ang. *representative agent*) lub anonimowych interakcjach rynkowych nie są w stanie uchwycić tej struktury, a tym samym pomijają kluczowe mechanizmy niestabilności. Istotnym źródłem nieprzystawalności jest również charakter informacji i oczekiwań. Na rynkach instrumentów pochodnych informacja ma charakter endogeniczny (ang. *endogenous information*), a uczestnicy rynku nie tylko reagują na dane, lecz także na modele i strategie innych uczestników.

Powoduje to powstawanie oczekiwań wyższego rzędu (ang. *higher-order expectations*), które generują złożoną dynamikę strategiczną, wykraczającą poza standardowe ujęcia racjonalnych oczekiwań. W rezultacie ceny nie odzwierciedlają jedynie fundamentów, lecz także przekonania o oczekiwaniach innych podmiotów. W konsekwencji rynki instrumentów pochodnych należy postrzegać jako systemy adaptacyjne (ang. *complex adaptive systems*), w których stabilność ma charakter lokalny i przejściowy, a dynamika wynika z interakcji heterogenicznych agentów, instytucji oraz endogenicznie kształtowanych oczekiwań. Nieprzystawalność modeli równowagi wynika zatem z ich fundamentalnych założeń, które abstrahują od tych kluczowych właściwości rzeczywistego systemu finansowego.

Szczególny charakter rynków finansowych instrumentów pochodnych tworzonych w odniesieniu do towarów rolnych wynika z ich zakotwiczenia w realnej sferze produkcji, gdzie czynniki fundamentalne zachowują dominującą rolę w procesie kształtowania się cen. O ile krytyka wcześniejszych założeń dotyczyła przede wszystkim przecenienia autonomii rynków pochodnych względem ich bazowych fundamentów, to w przypadku instrumentów opartych na towarach rolnych ceny kontraktów pochodnych pozostają w długim okresie silnie powiązane z fizycznymi przepływami dóbr, kosztami magazynowania, sezonowością podaży oraz ograniczeniami logistycznymi. Oznacza to, że choć czynniki związane z działaniem rynków finansowych wpływają na krótkookresową dynamikę cen instrumentów pochodnych, to nie determinują one poziomu cen w sposób autonomiczny, lecz raczej transmitują informacje o zmianach w czynnikach fundamentalnych charakteryzujących rynki właściwych towarów.

W tym kontekście kluczowe znaczenie ma niedoszacowana w poprzednim ujęciu rola rynku pozagiełdowego. W przeciwieństwie do rynków giełdowych, gdzie dominują strategie spekulacyjne i arbitrażowe, rynek pozagiełdowy dostarcza bardziej bezpośredniej informacji o równowadze rynków towarowych, ponieważ integruje decyzje oparte na wolumenach ich rzeczywistych podaży i popytu. Proponowana reinterpretacja pojęcia równowagi na rynkach instrumentów pochodnych od towarów rolnych powinna zatem opierać się na dwóch współzależnych wymiarach: płynności rynku oraz wyceny ryzyka. Równowaga nie jest zatem w proponowanym ujęciu punktem przecięcia się krzywych podaży i popytu, przekładającym się na określone wartości ceny i wolumenu towaru. Równowagę rynku w tym kontekście należałoby rozumieć raczej jako relację między zdolnością rynku do absorpcji transakcji a premią

za ryzyko wymaganą przez uczestników. W warunkach wysokiej płynności nawet istotne szoki podażowe mogą być amortyzowane bez gwałtownych zmian cen, natomiast przy ograniczonej płynności niewielkie zaburzenia mogą prowadzić do dysproporcjonalnych reakcji cenowych. Istotnym elementem proponowanej teorii jest również uznanie, że rynki instrumentów pochodnych pełnią w tym kontekście funkcję wtórną (ang. *price-taking*), reagując na sygnały generowane poza nimi. Endogeniczne mechanizmy tych rynków, takie jak zmiany płynności czy strategie uczestników, wpływają na proces odkrywania cen głównie poprzez wzmacnianie lub tłumienie sygnałów egzogenicznych. Oznacza to, że występujące na rynkach instrumentów pochodnych od towarów rolnych sprzężenia zwrotne mają ograniczone zasięg i siłę oddziaływania, w przeciwieństwie do wielu rynków finansowych o charakterze czysto nominalnym.

Wycena ryzyka pełni w tym ujęciu rolę mechanizmu transmisyjnego pomiędzy czynnikami egzogenicznymi a cenami instrumentów pochodnych. Do kluczowych determinant należą m.in. warunki pogodowe; czynniki geopolityczne i zmiany w polityce handlowej oraz czynniki logistyczne; regulacje środowiskowe, koszty energii; a także wahania kursów walutowych. Czynniki te oddziałują bezpośrednio na rynek fizyczny, a następnie są odzwierciedlane w strukturze terminowej cen. W rezultacie równowagę na rynkach rolnych instrumentów pochodnych można interpretować jako dynamiczny stan zgodności pomiędzy oczekiwaniami co do przyszłych warunków fizycznych a bieżącą zdolnością rynku do ich wyceny i absorpcji. Jest to równowaga warunkowa (ang. *conditional equilibrium*), zależna od płynności oraz struktury ryzyka, ale zakotwiczona w realnych procesach gospodarczych. Taka perspektywa pozwala pogodzić elementy klasycznej teorii równowagi z empiryczną obserwacją niestabilności, wskazując, że w przypadku rynków rolnych instrumentów pochodnych ograniczenia standardowych modeli mają charakter względny, a nie absolutny.

4.3 Weryfikacja hipotezy badawczej

Badanie prawdziwości hipotezy badawczej składa się z dwóch części. Pierwsza z nich polega na uzasadnieniu wykorzystania definicji równowagi rynkowej, która abstrahuje od posługiwania się ceną, oraz określenia możliwego zakresu zastosowania tej definicji. Drugą część stanowi próba jednoczesnej weryfikacji, na podstawie

wykorzystywanych danych, trzech stwierdzeń przedstawionych jako warunki prawdziwości hipotezy badawczej.

(D) Równowagę rynku definiuje się jako taki stan systemu rynkowego, w którym układ pozycji rynkowych i ekspozycji heterogenicznych uczestników rynku na ryzyko jest wewnętrznie spójny, zamknięty i stabilny względem zaburzeń, a zatem:

- suma zagregowanych pozycji netto oscyluje w pobliżu zera,
- uczestnicy należący do każdej kategorii utrzymują optymalną względem swojej funkcji użyteczności ekspozycję na ryzyko oraz
- brak jest systematycznych przepływów kapitału wymuszających dalsze dostosowania.

Ceny instrumentów finansowych charakteryzuje kointegracja, co oznacza, że nie są one zmiennymi autonomicznymi, lecz wynikają ze wspólnych czynników ryzyka, płynności i oczekiwań. Co więcej, uczestnicy reprezentujący sektor finansowy stosują arbitraż, przez co relacje cenowe pomiędzy rynkami towarowymi, aktywów finansowych, instrumentów pochodnych i in. są powiązane poprzez strategie zabezpieczające i bilansowe. Struktury tych rynków są krańcowo odmienne. W każdej z tych przestrzeni cena jest funkcją relacji ryzyka, ograniczeń bilansowych oraz regulacyjnych, a nie zmienną pierwotną w sensie ontologicznym. Takie zależności są jeszcze wyraźniejsze w przypadku należących do jednej kategorii i wykorzystujących jednorodną infrastrukturę transakcyjną rynków towarowych.

Mimo że liczba uczestników rynku *futures* na pszenicę paszową notowaną na ICE w latach 2014–2025 zawierała się w przedziale 25–40 i była zdominowana przez dostawców i kupców, a liczba uczestników rynku *futures* na pszenicę konsumpcyjną na Euronext była ok. 50 razy większa, a podmioty sektora finansowego odpowiadały za znaczny udział rynku, dane wskazują na jednoznaczną, jednokierunkową zależność przyczynową w sensie Grangera cen kontraktu na pszenicę konsumpcyjną¹³⁰ (Euronext Milling Wheat Futures, EBM) od kontraktu na pszenicę paszową (ICE London Feed Wheat Futures, WHT); obliczenia przedstawiono w Aneksie 9. Oznacza to, że impulsy cenowe pojawiające się na rynku londyńskim systematycznie wyprzedzają dostosowania cen na rynku paryskim, przy braku istotnej transmisji w kierunku przeciwnym. Wynik ten jest szczególnie interesujący w świetle strukturalnych różnic między analizowanymi rynkami.

¹³⁰ Stosowane w dalszej części pracy pojęcia rynków pszenicy konsumpcyjnej, pszenicy paszowej, kukurydzy i cukru dotyczą, o ile w danym fragmencie nie sprecyzowano inaczej, wyłącznie czterech analizowanych rynków instrumentów pochodnych. Interpretacja odpowiada zatem zakresowi badania, lecz jest zasadniczo ograniczona do analizowanych instrumentów pochodnych, mimo że interpretacja poszczególnych sformułowań poza kontekstem dysertacji mogłaby sugerować szersze odniesienia.

Rynek pszenicy paszowej jest wyraźnie mniejszy pod względem wolumenu obrotu i liczby uczestników, a jego strukturę podmiotową dominują uczestnicy silnie powiązani z fizycznym rynkiem zbóż. Z kolei rynek pszenicy konsumpcyjnej charakteryzuje się większą płynnością oraz wyższym udziałem podmiotów finansowych. W klasycznym ujęciu mikrostruktury rynku można byłoby oczekiwać, że to rynek większy i bardziej ufinansowany będzie pełnił funkcję lidera informacyjnego. Otrzymane wyniki empiryczne wskazują jednak na odmienny mechanizm. Asymetria transmisji cen sugeruje, że proces *price discovery* w europejskim segmencie kontraktów terminowych na pszenicę ma charakter fundamentalny, a nie czysto finansowy. Rynek pszenicy paszowej wydaje się szybciej przyswajać egzogeniczne szoki podażowe i popytowe. Dominacja uczestników komercyjnych może sprzyjać szybszemu przetwarzaniu informacji bezpośrednio związanych z fizycznym bilansem rynku. W konsekwencji kontrakt londyński pełni funkcję mechanizmu wczesnej agregacji informacji fundamentalnej. Rynek pszenicy konsumpcyjnej, mimo większej głębokości i udziału inwestorów finansowych, wykazuje większą inercję cenową. Może to wynikać z dwóch czynników. Po pierwsze, segment pszenicy konsumpcyjnej dotyczy produktu o wyższej jakości, co oznacza, że cena uwzględnia marżę, nieujęta w produkcie bazowym, tj. pszenicy paszowej. Po drugie, większy udział kapitału finansowego może zwiększać krótkookresową zmienność, lecz niekoniecznie przyspieszać reakcję na szoki fundamentalne, zwłaszcza gdy strategie inwestycyjne mają charakter indeksowy lub portfelowy.

W tym kontekście wyniki nie wskazują na brak integracji rynków. Przeciwnie, istnienie stabilnej i systematycznej transmisji cen świadczy o ich funkcjonalnym powiązaniu. Integracja ma jednak charakter hierarchiczny. Analiza statystyczna wskazuje, że rynek londyński pełni rolę rynku wiodącego, natomiast rynek paryski dostosowuje się do impulsów generowanych w segmencie paszowym. Oznacza to, że integracja cenowa nie jest symetryczna i nie wynika wyłącznie z przepływów finansowych między rynkami, lecz odzwierciedla strukturę realnych zależności w łańcuchu wartości zbóż. Implikacją szerszą jest podważenie uproszczonej tezy, zgodnie z którą wyższy poziom finansyzacji automatycznie implikuje dominację w procesie odkrywania cen. W analizowanym przypadku rynek mniej ufinansowany okazuje się rynkiem-liderem informacyjnym. Sugeruje to, że w segmentach towarowych silnie zakorzenionych w fizycznej podaży i popycie proces *price discovery* może być determinowany przede wszystkim przez czynniki fundamentalne, a rola uczestników finansowych polega raczej na zapewnianiu płynności i absorpcji ryzyka niż na generowaniu pierwotnych impulsów cenowych. Oznacza to, że

klasyczna definicja równowagi cenowej może nie odpowiadać warunkom środowiska, w którym podstawową rolę odgrywają czynniki ryzyka oraz przepływy kapitałowe. Kształtowanie się poziomów cen instrumentu finansowego w luźnym powiązaniu ze zmiennymi rynków finansowych rynku nie musi być jednoznaczne z brakiem równowagi na tym rynku.

Uzyskane wyniki empiryczne wskazują, że proces *price discovery* zachodzi bardziej efektywnie na rynku bliższym obrotowi towarowemu, a nie na rynku większym i silniej ufinansowanym. Wyniki te podważają zatem wystarczalność ujęcia równowagi, w którym cena stanowi pełny i centralny nośnik informacji. W modelu walrasowskim oraz w hipotezie rynku efektywnego cena agreguje rozproszoną informację i odzwierciedla warunki równowagi. Wyniki empiryczne sugerują jednak, że transmisja cen odzwierciedla hierarchię przepływów kapitałowych i ekspozycji na ryzyko, a nie wyłącznie relację popytu i podaży. Ogranicza to opisową moc definicji równowagi skoncentrowanej na pojęciu ceny i implikuje konieczność redefinicji równowagi w kategoriach bilansowych i przepływowych. Cena pozostaje istotną zmienną endogeniczną, lecz nie jest już warunkiem determinującym równowagę rynkową.

Na poziomie mikroekonomicznym równowaga oznacza zatem strukturę portfela zgodną z preferencjami względem ryzyka, ograniczeniami płynności i wymogami kapitałowymi. Ujęcie to koresponduje z teorią wyboru portfelowego (ang. *Modern Portfolio Theory*) oraz z modelem wyceny aktywów kapitałowych, lecz przesuwając akcent z relacji między ceną a oczekiwaną stopą zwrotu na strukturę zagregowanych pozycji netto. Równowaga zachodzi wtedy, gdy ekspozycje netto są wzajemnie kompensowane, a struktura ryzyka odpowiada awersji uczestników do ryzyka. Cena jest rezultatem dostosowań bilansowych, a nie ich pierwotną determinantą. Na poziomie makroekonomicznym równowaga oznacza stabilizację przepływów międzysektorowych. System pozostaje w stanie równowagi, gdy nie występuje trwała, asymetryczna kumulacja ekspozycji netto w określonych segmentach rynku. Ujęcie to jest zbieżne z podejściem niestabilności finansowej, w którym kluczowa jest dynamika bilansów i dźwigni finansowej. Stabilność nie oznacza stałości cen. Oznacza ergodyczność procesów przepływów kapitałowych skorygowanych o ryzyko oraz brak trendu destabilizującego strukturę bilansów.

Przyjęte podejście ma charakter nieparametryczny i integruje analizę bilansową z teorią wyboru pod ryzykiem. Zachowuje założenie racjonalności i maksymalizacji użyteczności, lecz redefiniuje warunki równowagi. Równowaga rynkowa spełnia trzy

kryteria: (i) zagregowane pozycje netto sumują się do zera w sensie systemowym, (ii) struktura ryzyka jest zgodna z preferencjami i ograniczeniami uczestników, (iii) przepływy kapitałowe są stochastycznie stabilne po uwzględnieniu premii za ryzyko. W takim ujęciu cena jest nie tyle pierwotnym nośnikiem informacji, co wskaźnikiem stanu bilansów i rozkładu ryzyka. Definicja ta lepiej opisuje rynki z ograniczeniami płynności, segmentacją uczestników i dominacją podmiotów komercyjnych. Umożliwia analizę gospodarki zglobalizowanej finansowo, w której zmienność ryzyka jest endogeniczna, a stabilność systemu zależy przede wszystkim od spójności struktury bilansowej, nie zaś od poziomu cen.

(N₁) Ze względu na wysoką zależność cen towarów od czynników fundamentalnych oraz poziomów cen towarów substytucyjnych, poziom cen danego towaru nie przesądza o równowadze na danym rynku.

W tradycyjnej analizie mikroekonomicznej poziom ceny traktuje się jako syntetyczny wskaźnik stanu rynku. W ujęciu równowagi częściowej cena równowagi wyznaczana jest przez przecięcie krzywych popytu i podaży, a jej obserwacja ma sugerować brak nadwyżki lub niedoboru. W warunkach współczesnej gospodarki, charakteryzującej się silnymi powiązaniem między rynkami, wysoką zmiennością czynników fundamentalnych oraz rozbudowaną strukturą substytucyjności dóbr, takie utożsamienie ceny z równowagą wymaga jednak rewizji.

W modelu równowagi ogólnej, zapoczątkowanym przez Walrasa, ceny dóbr tworzą wektor, który musi jednocześnie równoważyć wszystkie rynki. Cena pojedynczego dobra P_i jest w tym ujęciu funkcją całego wektora cen oraz parametrów strukturalnych gospodarki. W obecności dóbr substytucyjnych elastyczności krzyżowe są dodatnie. Oznacza to, że wzrost ceny dobra j może prowadzić do wzrostu ceny dobra i , nawet jeśli na rynku dobra i nie występuje lokalna nierównowaga ilościowa. Cena jest wówczas wynikiem dostosowania systemowego, a nie odzwierciedleniem napięcia między popytem a podażą na danym rynku. Równowaga ma zatem charakter wektorowy, a nie własności skalarnej pojedynczej ceny. Także w ujęciu sieciowym, macierz elastyczności popytu na dane dobro względem cen innych dóbr może być silnie sprzężona. Wysokie wartości elastyczności krzyżowych powodują, że szok cenowy w jednym segmencie generuje dostosowania cenowe w innych, bez konieczności powstania lokalnych nadwyżek czy niedoborów. Cena dobra jest więc funkcją struktury powiązań, a nie wyłącznie jego własnego rynku.

Bliższym teorii rynków finansowych jest ujęcie dynamiczne, zgodnie z którym zmiany ceny są reakcją na napływ nowych informacji. Jeżeli zapasy, produkcja i sprzedaż nie wykazują systematycznego trendu, rynek może pozostawać w równowadze stochastycznej mimo istotnej zmienności ceny. Oznacza to, że brak zmienności cen nie jest wyznacznikiem równowagi. W literaturze przedmiotu standardowe podejście do wyceny instrumentów pochodnych opiera się na koncepcjach braku arbitrażu i cenie neutralnej względem ryzyka zgodnej z teorią Martingale'a. Model Blacka–Scholesa, a w jego adaptacji do kontraktów terminowych – model Black-76, zakłada, że cena instrumentu bazowego podlega rozkładowi logarytmicznie normalnemu, oraz że portfel zabezpieczający można replikować w sposób nieograniczony, co pozwala na wyprowadzenie analitycznych formuł wyceny opcji i kontraktów *futures*. W modelu Black-76 cena *futures* funkcjonuje jako proces log-normalny, a opcje na *futures* są wyceniane przy stałej stopie wolnej od ryzyka i stałego poziomu zmienności w czasie.

W teorii aktywów finansowych, modele CAPM i teorii wyceny arbitrażu (ang. *Arbitrage Pricing Theory*, APT) formułują wycenę ryzyka jako liniową funkcję wspólnych czynników rynkowych. W ujęciu APT ceny aktywów są determinowane przez ich ekspozycję na kilka czynników ryzyka, co w warunkach aktywów finansowych może dostatecznie opisywać relacje między ryzykiem a zwrotem. W obu podejściach rynek jest traktowany jako ciągły, z wysoką płynnością i możliwością arbitrażu, a ceny są funkcją portfela ryzyka podmiotów uczestniczących w tym rynku.

Praktyczne ograniczenia klasycznych modeli jednokrokových, szczególnie w kontekście rynków surowców, doprowadziły do rozwoju wieloczynnikowych modeli stochastycznych. Integrują one dynamikę ceny *spot*, zmienność oraz premię związaną z posiadaniem fizycznego towaru jako procesy stochastyczne o własnej dynamice. Ich podstawowym celem jest uchwycenie cech struktury *futures*, których klasyczne modele nie są w stanie w pełni opisać. W literaturze proponowane są modele typu *regime-switching*, w których parametry procesu (np. średnia *convenience yield*, zmienność) zależą od ukrytych stanów rynkowych, co pozwala na rozróżnienie poszczególnych faz rynku, takich jak wysoki i niski popyt czy *backwardation* i *contango*. Takie podejście generuje bardziej realistyczne przebiegi krzywych terminowych kontraktów *futures* niż modele z jednolitą, stałą *convenience yield* powracającą do wartości średnich, a przejścia między reżimami często odzwierciedlają fundamentalne zmiany w warunkach podaży i popytu.

Tradycyjne modele wyceny instrumentów pochodnych, takie jak Black-Scholes/Black-76 czy APT, opierają się na założeniach log-normalnej ewolucji cen, stacjonarnej zmienności i możliwości nieograniczonej replikacji portfela zabezpieczającego. Na rynkach rolnych te założenia są w praktyce naruszone. Ceny wykazują niestacjonarność wynikającą z fundamentalnych determinant: sezonowej podaży, zmiennych zapasów, uwarunkowań pogodowych czy polityki rolnej. Ponadto *convenience yield* oraz premia za przechowywanie zmieniają się w czasie i w zależności od fazy cyklu produkcyjnego, co wymusza stosowanie modeli wieloczynnikowych oraz procesów reżimowych, które mogą uchwycić przejścia między stanami rynku, np. *backwardation* i *contango*. W rezultacie klasyczne modele finansowe nie odzwierciedlają w pełni dynamiki cen *futures* na towary rolne i mogą prowadzić do błędnych wniosków przy próbie analizy równowagi rynkowej jedynie na podstawie poziomu cen.

Analiza ujęcia dynamicznego wskazuje, że równowaga na rynkach towarowych nie jest zdeterminowana jedynie przez bieżące poziomy cen danego surowca. Równowaga wynika w rzeczywistości z wzajemnej interakcji czynników fizycznych, sezonowych i struktury zapasów, która wpływa na dostępność towaru, premii za wygodę oraz przepływów kapitałowych między uczestnikami rynku. Modele klasyczne, oparte wyłącznie na log-normalnych procesach cenowych i arbitrażu finansowym, są w tym kontekście niewystarczające, ponieważ abstrahują od kluczowych determinant fundamentalnych i sezonowych. Dopiero włączenie do modelowania elementów takich jak zmienność sezonowa, *convenience yield* i stany reżimowe pozwala na realistyczne uchwycenie dynamiki kontraktów *futures* i adekwatne odzwierciedlenie mechanizmów prowadzących do równowagi rynkowej.

(N₂) Wzrost płynności na rynkach instrumentów pochodnych wiąże się z jakościową zmianą w sposobie funkcjonowania danego rynku.

Relacja liczby pozycji utrzymywanych przez podmioty sektora finansowego do pozycji uczestników rynku zaangażowanych w obrót towarowy jest miarą pogłębiania się integracji danego rynku instrumentów pochodnych z systemem rynków finansowych. Wzrost tego wskaźnika oznacza nie tylko zmianę struktury uczestników, lecz przede wszystkim zwiększenie zdolności rynku do absorpcji ryzyka oraz wzrost skali otwartego zainteresowania generowanego przez kapitał niezwiązany z fizycznym obrotem towarem. Rysunek 6 pokazuje relację liczby pozycji utrzymywanych przez podmioty sektora finansowego do pozycji należących do podmiotów, które zajmują się

fizycznym obrotem towarami. Wskaźnik ten pozwala ocenić stopień finansyzacji poszczególnych rynków towarowych. Ukazana zależność wskazuje, w jakim zakresie funkcja transferu ryzyka cenowego z uczestników fizycznych na inwestorów finansowych ulegała w czasie wzmocnienia.

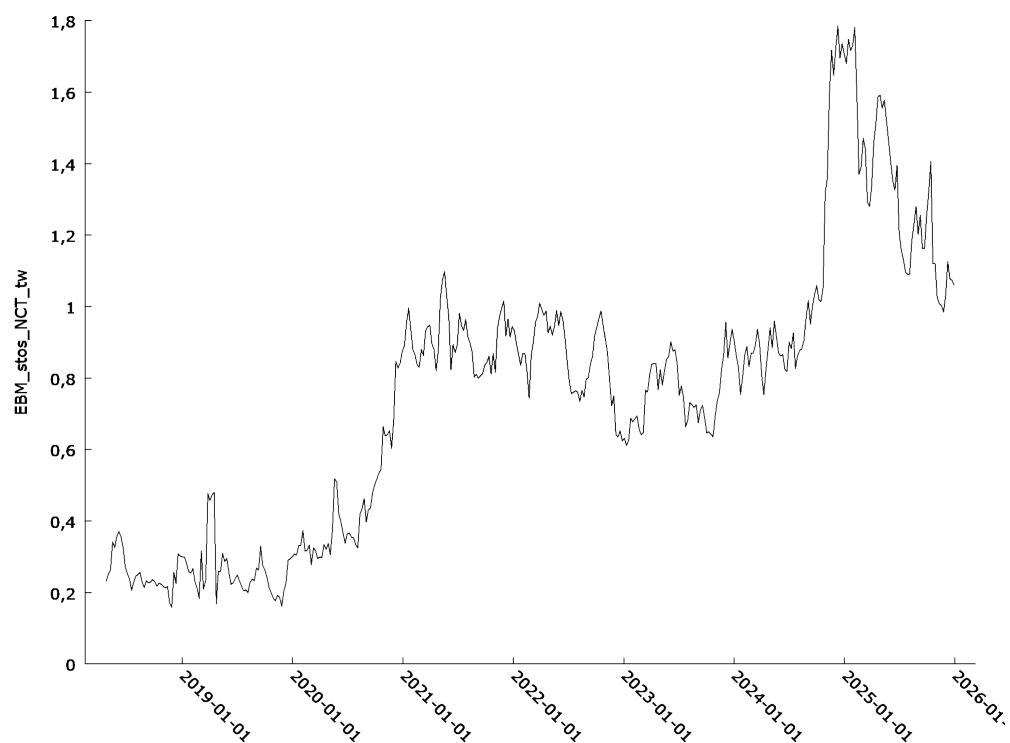
Od 2020 r. rynek pszenicy konsumpcyjnej¹³¹ na Euronext wykazuje najwyższy poziom integracji z rynkami finansowymi według omawianego kryterium, co potwierdza także wykres przedstawiony na Rysunku 7. Relacja pozycji podmiotów sektora finansowego do pozycji dostawców i kupców osiąga tam relatywnie najwyższe wartości w porównaniu z pozostałymi rynkami. Oznacza to, że segment ten stał się szczególnie atrakcyjny dla kapitału finansowego, a jego struktura uczestników upodobniła się do bardziej dojrzałych rynków terminowych o silnym udziale inwestorów portfelowych. Jednocześnie w 2025 r. odnotowano spadek zaangażowania podmiotów finansowych, co może wskazywać na częściowe wycofywanie się kapitału spekulacyjnego bądź zmianę globalnych preferencji inwestycyjnych.

Mimo że do połowy 2020 r. rynek ten wykazywał cechy podobne do rynków pszenicy paszowej i kukurydzy, polegające na równoległym funkcjonowaniu podmiotów sektora towarowego i finansowego, wzrost udziału tych ostatnich spowodował transformację, na skutek której dość wyraźnie podmioty sektorów towarowego i finansowego wzajemnie dopełniają swoje pozycje. Na tym rynku, w latach 2023–2024, miało także miejsce odwrócenie dominujących strategii: dawniej najważniejszy instrument stanowiły *futures* krótkie posiadane przez podmioty zajmujące się obrotem towarowym, a od 2024 r. instrumentem tym są kontrakty należące do podmiotów sektora finansowego i równoważące pozycje długie podmiotów sektora towarowego.

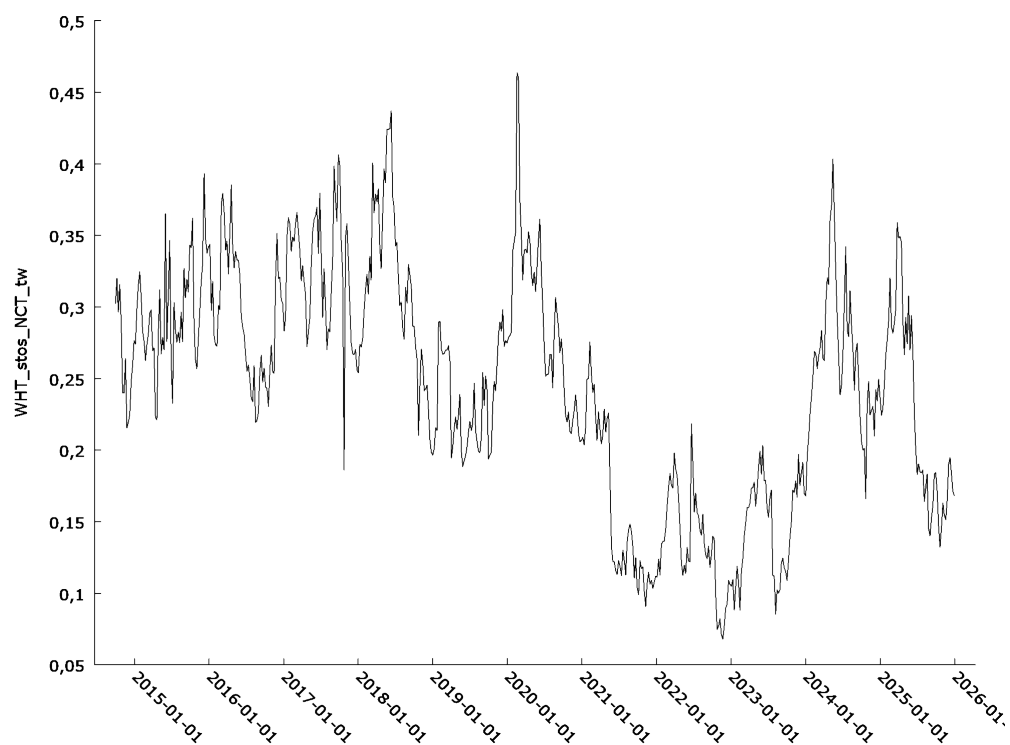
¹³¹ Notowania kontraktów futures na pszenicę konsumpcyjną (np. na Euronext) mogą stanowić użyteczny wskaźnik ogólnej presji kosztowej w sektorze bioetanolu I generacji. W praktyce, ich zdolność predykcyjna względem faktycznej struktury kosztów operacyjnych pozostaje jednak ograniczona. Wynika to z faktu, że europejscy producenci bioetanolu wykorzystują przede wszystkim zboża paszowe lub techniczne, których ceny, choć silnie skorelowane z *benchmarkami* pszenicy konsumpcyjnej, podlegają odmiennym premiom jakościowym, kosztom logistycznym oraz regionalnym ograniczeniom podaży. Kontrakty *futures* na pszenicę notowane na Euronext odzwierciedlają cenę standaryzowanej pszenicy konsumpcyjnej o ściśle określonych parametrach jakościowych, z dostawą do certyfikowanych magazynów i terminali eksportowych we Francji (głównie Rouen, Dunkierka i La Pallice) lub Belgii (Antwerpia). *Benchmark* ten determinuje zatem przede wszystkim funkcję ceny dla wysokiej jakości pszenicy w części Europy zachodniej. Producenci bioetanolu generacji wykorzystują zazwyczaj pszenicę w standardzie jakościowym odpowiadającym paszowej. Surowiec ten jest najczęściej pozyskiwany lokalnie, co redukuje koszty transportu, a jego cena kształtowana jest względem benchmarku giełdowego lokalnie i z uwzględnieniem dyskonta jakościowego wynikające z niższej zawartości białka, gorszych parametrów glutenu lub nadwyżek regionalnej podaży. Decyzje o substytucji wykorzystywanego surowca między pszenicą, kukurydzą i innymi źródłami skrobi determinują raczej relatywne marże przetwórcze (ang. *ethanol crush margins*), ceny produktów ubocznych oraz koszty energii niż notowania pszenicy.

Rysunek 6: Stosunek liczby pozycji należących do podmiotów sektora finansowego względem pozycji kupców i dostawców na badanych rynkach.

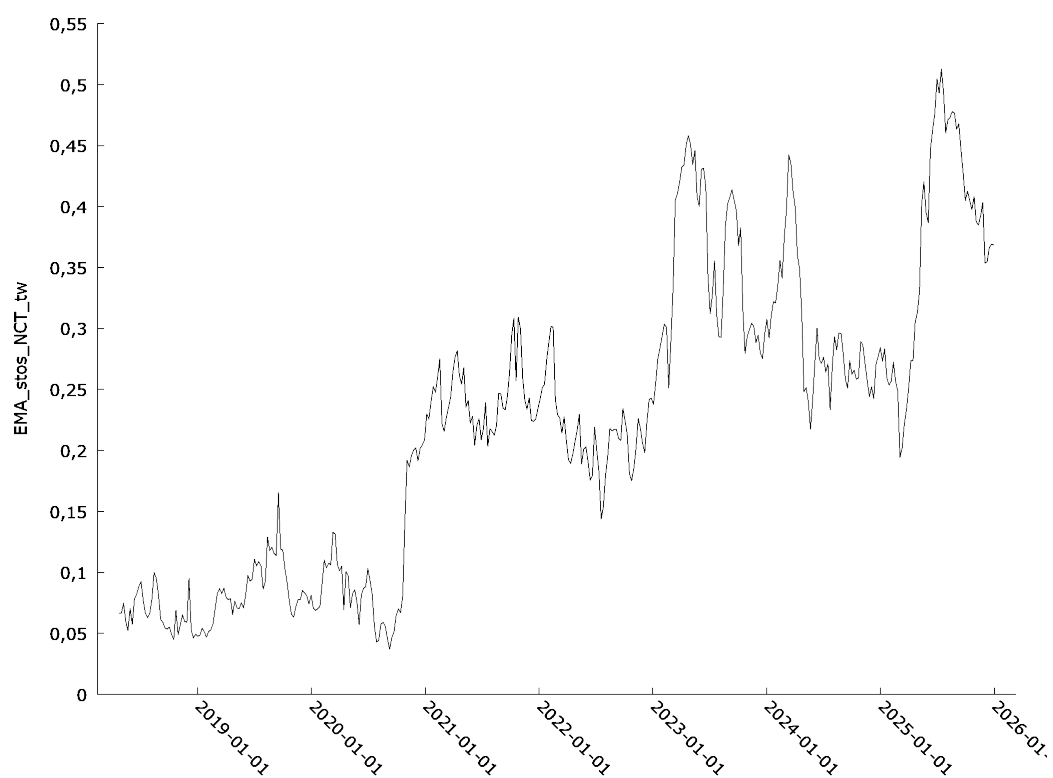
a) Rynek pszenicy konsumpcyjnej (Euronext)



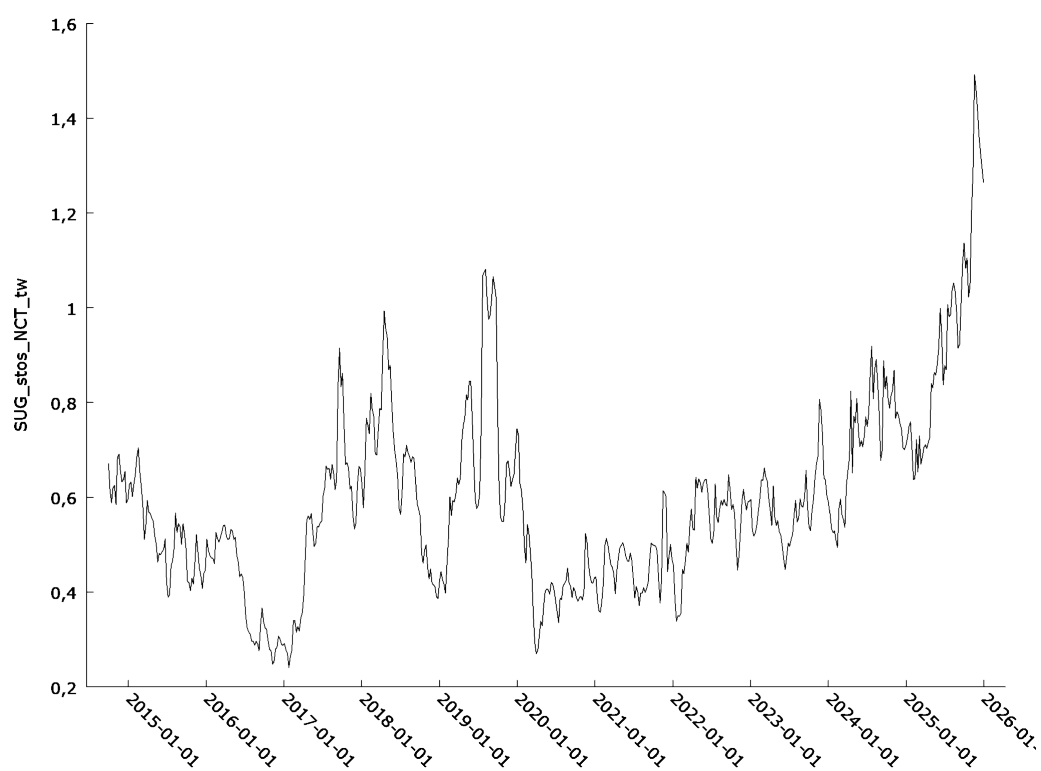
b) Rynek pszenicy paszowej (ICE Futures London)



c) Rynek kukurydzy (Euronext)



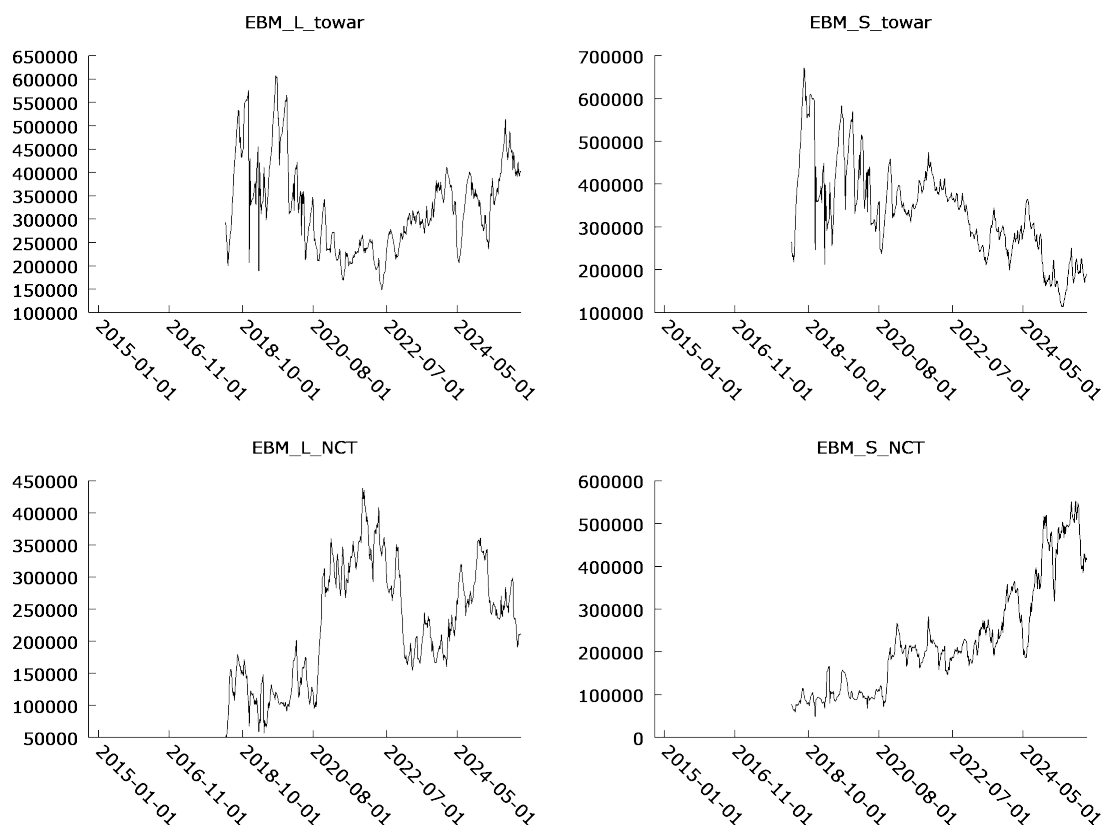
d) Rynek cukru (ICE Futures London)



Źródło: Euronext, ICE.

Rysunek 7: Liczba otwartych pozycji na rynku pszenicy konsumpcyjnej.

EBM_L_towar – Kupcy i dostawcy towarowi, pozycje długie; *EBM_S_towar* – pozycje krótkie
EBM_L_NCT – NCT, pozycje długie; *EBM_S_NCT* – pozycje krótkie



Źródło: Euronext.

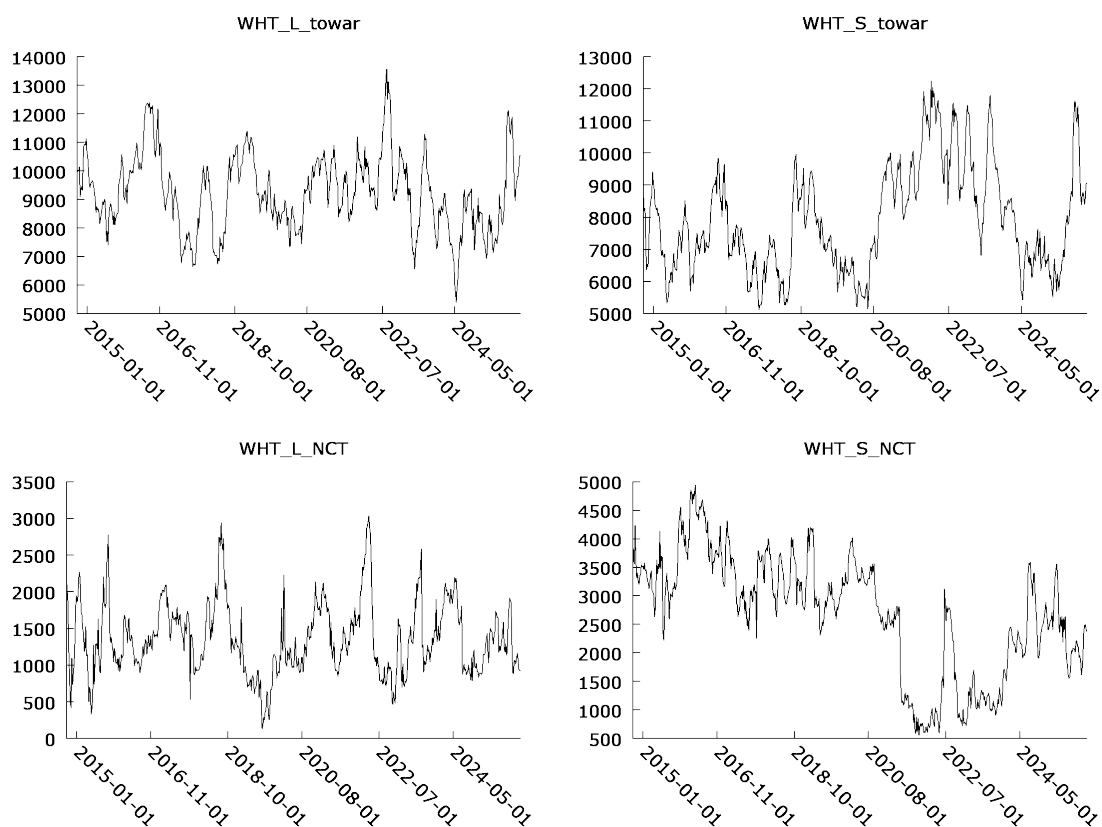
W przypadku pszenicy paszowej relacja liczby pozycji utrzymywanych przez podmioty sektora finansowego do pozycji należących do podmiotów, które zajmują się fizycznym obrotem towarami utrzymuje się na stosunkowo niskim poziomie przez cały analizowany okres i nie wykazuje wyraźnego trendu wzrostowego. Wartość wskaźnika nie przekracza poziomu 0,5. Oznacza to, że liczba pozycji utrzymywanych przez uczestników finansowych pozostaje istotnie niższa niż liczba pozycji podmiotów komercyjnych. Struktura ta wskazuje na ograniczony stopień integracji tego segmentu rynku z kapitałem finansowym oraz na dominującą rolę podmiotów zaangażowanych w *hedging* w kształtowaniu liczby otwartych i nierozliczonych kontraktów, które pozostają aktywne na koniec danej sesji (ang. *open interest*).

Przedstawiona na Rysunku 8 liczba pozycji krótkich i długich na tym rynku pokazuje, że podmioty sektora finansowego nie pełnią na nim funkcji uzupełniającej działania kupców i dostawców w celu wyceny ryzyka. Te dwie kategorie uczestników rynku działają w dużej mierze równolegle, a pozycje krótkie i długie każdej z nich

w dużej mierze bilansują się. Co więcej, ich współzależność nasila się od połowy 2022 r., przy jednoczesnym spadku aktywności podmiotów sektora finansowego. Rynek ten jest także nietypowy ze względu na tradycyjną, a utrzymującą się zasadniczo przez cały okres do 2021 r., przewagę pozycji długich nad krótkimi wśród podmiotów zaangażowanych w obrót towarowy.

Rysunek 8: Liczba otwartych pozycji na rynku pszenicy paszowej.

WHT_L_towar – Kupcy i dostawcy towarowi, pozycje długie; *WHT_S_towar* – pozycje krótkie
WHT_L_NCT – NCT, pozycje długie; *WHT_S_NCT* – pozycje krótkie



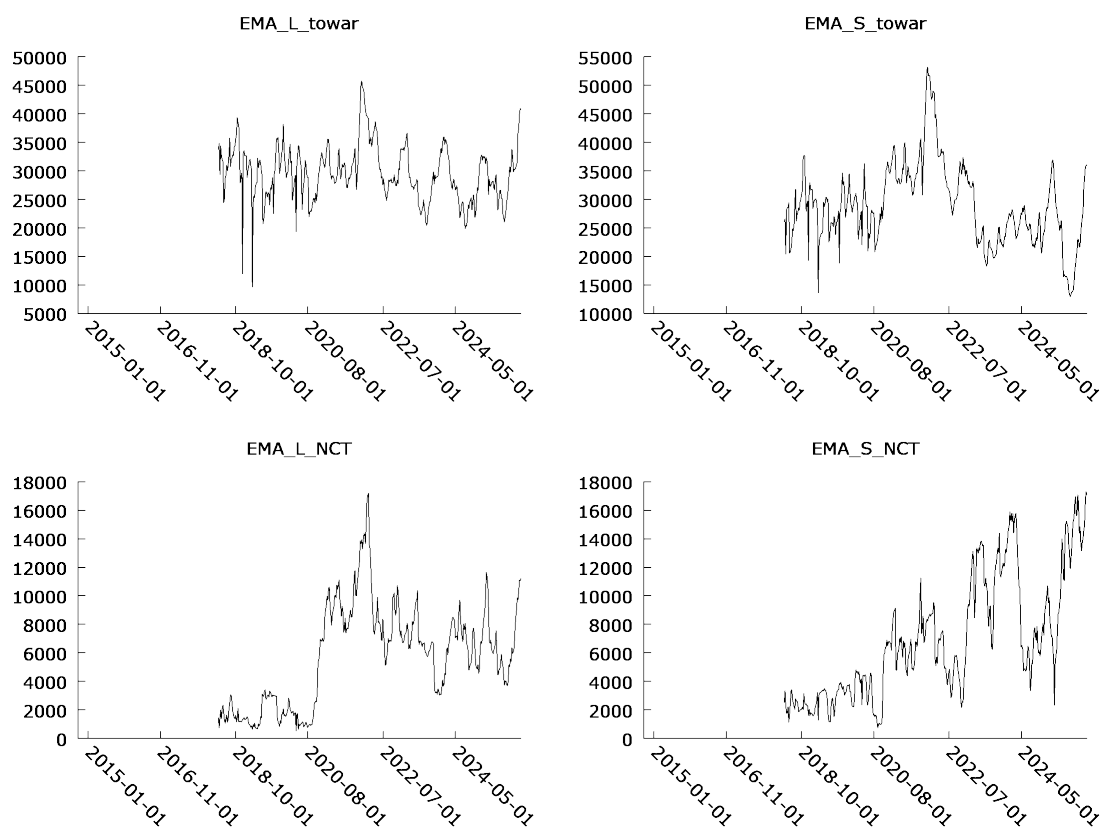
Źródło: ICE.

Rynek kukurydzy charakteryzuje się odmienną dynamiką, szczególnie od połowy 2022 r. Obserwowany jest tu powolny, lecz relatywnie stabilny wzrost analizowanego wskaźnika, co sugeruje stopniowe zwiększanie udziału inwestorów finansowych w strukturze pozycji, jak pokazano na Rysunku 9. Proces ten ma charakter ewolucyjny, a nie skokowy, i nie prowadzi do gwałtownych zmian relacji między kategoriami uczestników, lecz wskazuje na rosnącą zdolność rynku do absorpcji ekspozycji spekulacyjnych. Mimo to, podobnie jak na rynku pszenicy paszowej, pozycje podmiotów sektora finansowego i tych zajmujących się obrotem towarowym

bilansują się w dużej mierze w ramach tych dwóch kategorii uczestników rynku. Spośród analizowanych rynków, to właśnie dynamika rynku kukurydzy w największym stopniu odpowiada modelowi finansyzacji rynku rolnego, który wyłania się z literatury przedmiotu. Tym niemniej, jest to rynek stosunkowo niewielki i, nawet w kontekście funkcjonowania giełdy Euronext, drugorzędny względem rynku pszenicy.

Rysunek 9: Liczba otwartych pozycji na rynku kukurydzy.

EMA_L_towar – Kupcy i dostawcy towarowi, pozycje długie; *EMA_S_towar* – pozycje krótkie
EMA_L_NCT – NCT, pozycje długie; *EMA_S_NCT* – pozycje krótkie



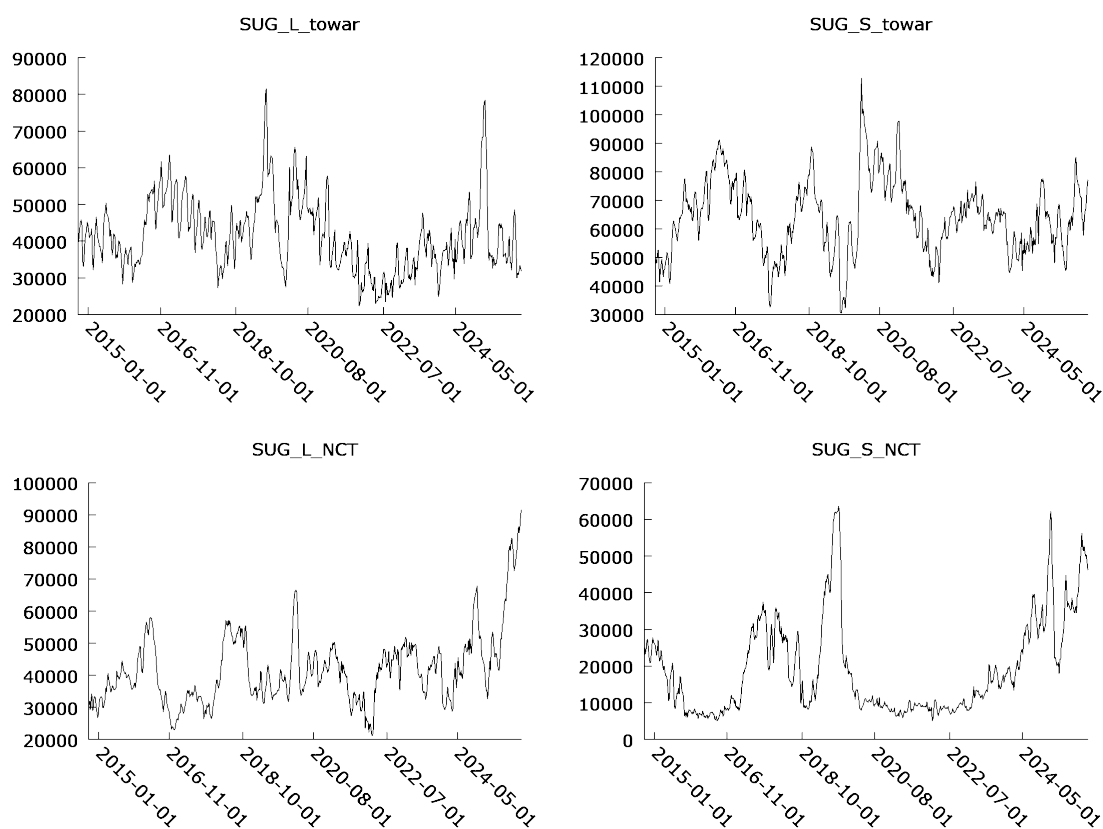
Źródło: Euronext.

Rynek cukru przed 2020 r. był najbardziej ufinansowanym spośród analizowanych segmentów. Wskaźnik relacji pozycji podmiotów sektora finansowego do zaangażowanych w obrót towarowy osiągał tam najwyższe wartości, co świadczyło o znaczącym udziale kapitału finansowego w strukturze otwartego zainteresowania. Rysunek 10 pokazuje, że podmioty zaangażowane w obrót towarowy i te należące do sektora finansowego pełniły funkcje komplementarne w zakresie wspólnej wyceny ryzyka, ponieważ utrzymywała się trwała nadwyżka pozycji krótkich posiadanych przez dostawców, którą domykały pozycje długie należące do obu kategorii uczestników rynku.

W 2019 r. odnotowano jednak przejściowy spadek udziału podmiotów sektora finansowego na rynku cukru, po czym od 2020 r. nastąpił stabilny i coraz szybszy wzrost. Cukier był pierwszym rynkiem, na którym już w 2019 r. relacja ta przekroczyła poziom 1,0, co oznaczało, że liczba pozycji utrzymywanych przez podmioty finansowe przewyższyła liczbę pozycji podmiotów komercyjnych. Sytuacja taka stanowi wyraźny wskaźnik wysokiego stopnia integracji z rynkami finansowymi i przesunięcia ciężaru otwartego zainteresowania w stronę inwestorów niepowiązanych z fizycznym obrotem towarem.

Rysunek 10: Liczba otwartych pozycji na rynku cukru.

SUG_L_towar – Kupcy i dostawcy towarowi, pozycje długie; *SUG_S_towar* – pozycje krótkie
SUG_L_NCT – NCT, pozycje długie; *SUG_S_NCT* – pozycje krótkie



Źródło: ICE.

Rynki prowadzone przez ICE nie odnotowały po 2020 r. podobnej, jak rynki Euronex, dynamiki wzrostu stopnia finansyzacji. O ile na Euronext widoczny jest wyraźny wzrost relacji pozycji finansowych do komercyjnych, o tyle na ICE zmiany w tym zakresie miały charakter bardziej umiarkowany. Sugeruje to zróżnicowanie instytucjonalne i strukturalne pomiędzy platformami obrotu, a także odmienne tempo integracji poszczególnych segmentów rynku towarowego z globalnym systemem finansowym.

(S) Zmiana jakościowa w funkcjonowaniu danego rynku umożliwia przyjmowanie przez poszczególne kategorie uczestników bardziej jednostronnych pozycji bez naruszania stabilności systemu jako całości. Ekspozycję ekonomiczną na ryzyko, wynikającą z działalności w sferze realnej, można równoważyć ekspozycją na rynkach finansowych, odwrotną względem ekonomicznej i zarządzaną w sposób selektywny.

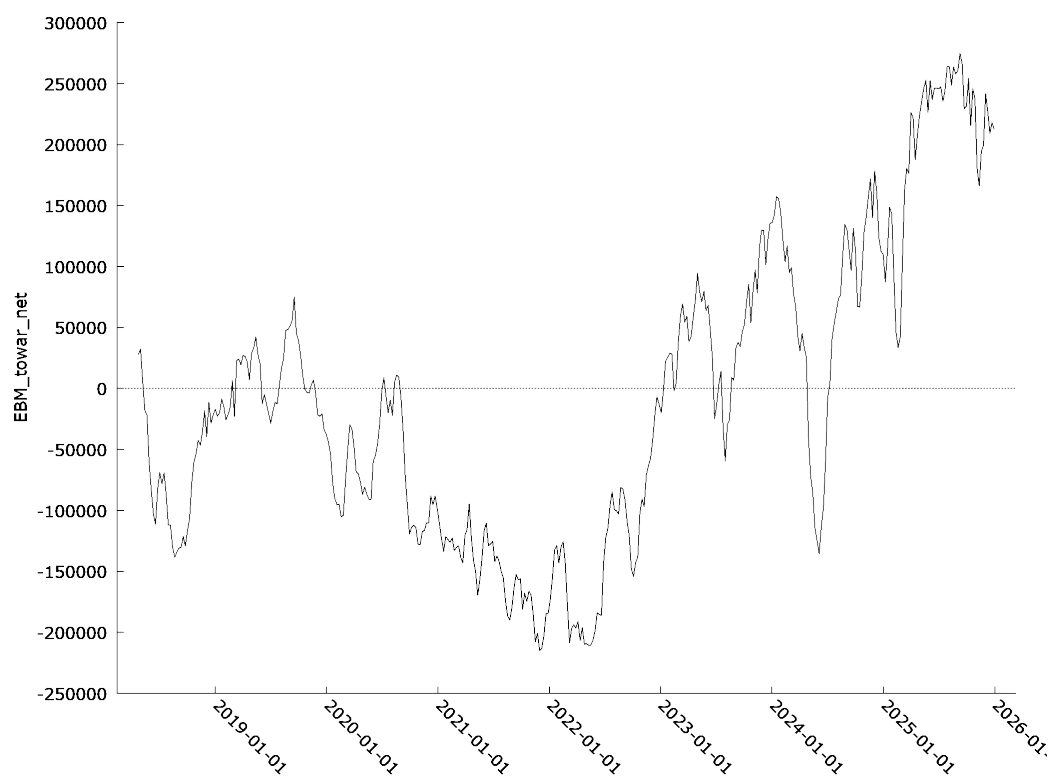
Kluczowym przejawem zmiany jakościowej wynikającej z integracji rynków towarowych i finansowych jest możliwość przyjmowania przez grupy podmiotów zaangażowanych w obrót towarowy, tj. dostawców i kupców, pozycji trwale odbiegających, w ujęciu zagregowanym, od poziomów równowagi. Rysunek 11 przedstawia kształtowanie się pozycji netto (pozycje długie minus krótkie) według danych z raportów CoT publikowanych przez Euronext (od kwietnia 2018 r. do końca 2025 r.) oraz Intercontinental Exchange (od września 2014 r. do końca 2025 r.). Widać na nim różnicę między ilością pozycji długich i krótkich posiadanych przez tę kategorię uczestników rynków cukru i pszenicy paszowej na ICE oraz kukurydzy i pszenicy konsumpcyjnej na Euronext.

Na rynkach o mniejszej skali oraz wyższym stopniu koncentracji uczestników pozycja netto utrzymuje się relatywnie blisko poziomu zerowego. Dotyczy to w szczególności pszenicy paszowej. Różnica między liczbą kontraktów długich i krótkich jest na tym rynku ograniczona, co sugeruje konieczność utrzymywania bardziej zrównoważonej struktury pozycji uczestników. Większe wahania pozycji netto obserwowane są w przypadku cukru, natomiast największe amplitudy występują na rynku pszenicy konsumpcyjnej. Świadczy to o silniejszych i bardziej jednostronnych ekspozycjach określonych grup uczestników, a także o większej zmienności strategii zabezpieczających.

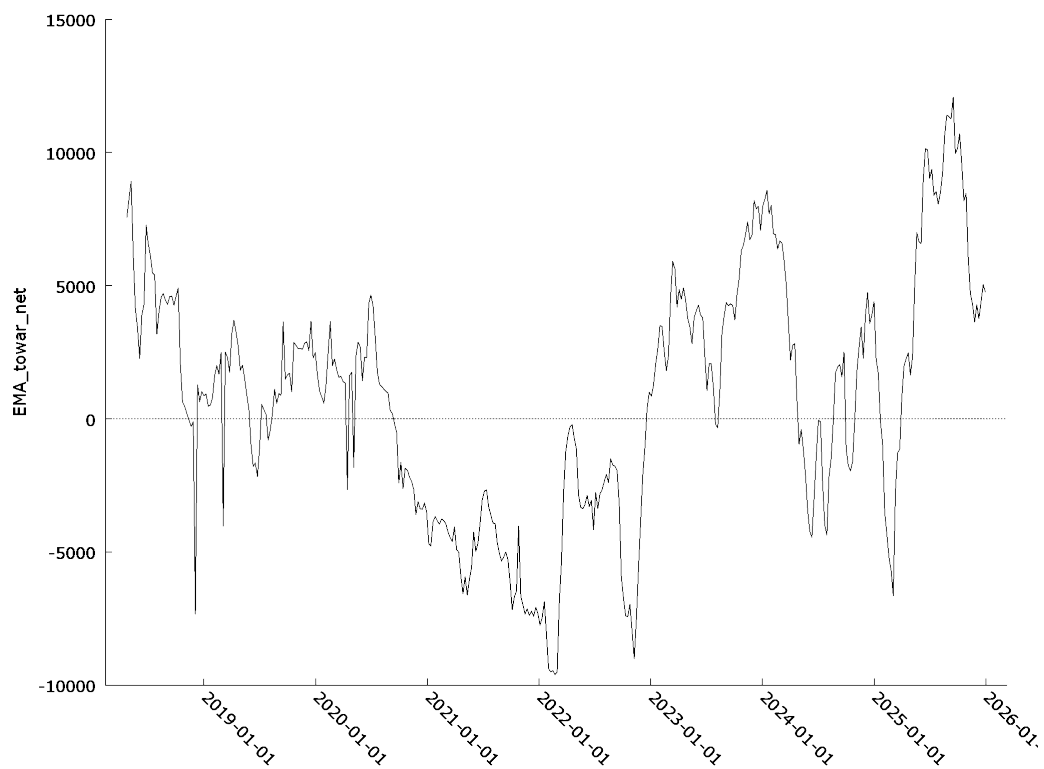
W warunkach ograniczonej płynności i niewielkiej liczby uczestników, silna koncentracja pozycji w ramach poszczególnych kategorii uczestników rynku po jednej stronie rynku prowadziła by do napięć cenowych lub konieczności szybkiej redukcji ekspozycji w celu przywrócenia równowagi. Fakt, że na rynkach cukru i pszenicy konsumpcyjnej utrzymywanie znaczących, jednostronnych pozycji przez kategorię uczestników fizycznych nie skutkuje destabilizacją systemu, wskazuje na zwiększoną zdolność rynku do absorpcji ryzyka. Zdolność ta jest konsekwencją obecności podmiotów finansowych, które – nie będąc związane z fizycznym przepływem towaru – pełnią funkcję strony przeciwnej dla *hedgerów*, przejmując przenoszone przez nich ryzyko cenowe.

Rysunek 11: Pozycje netto dostawców i kupców na badanych rynkach.

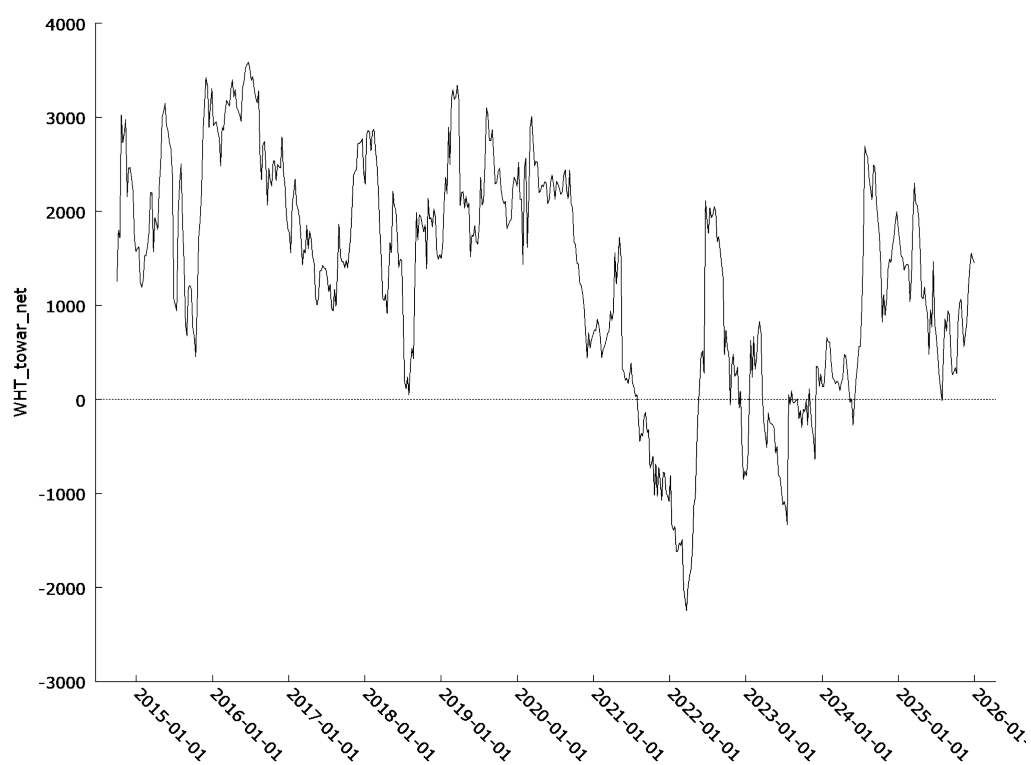
a) Rynek pszenicy konsumpcyjnej (Euronext)



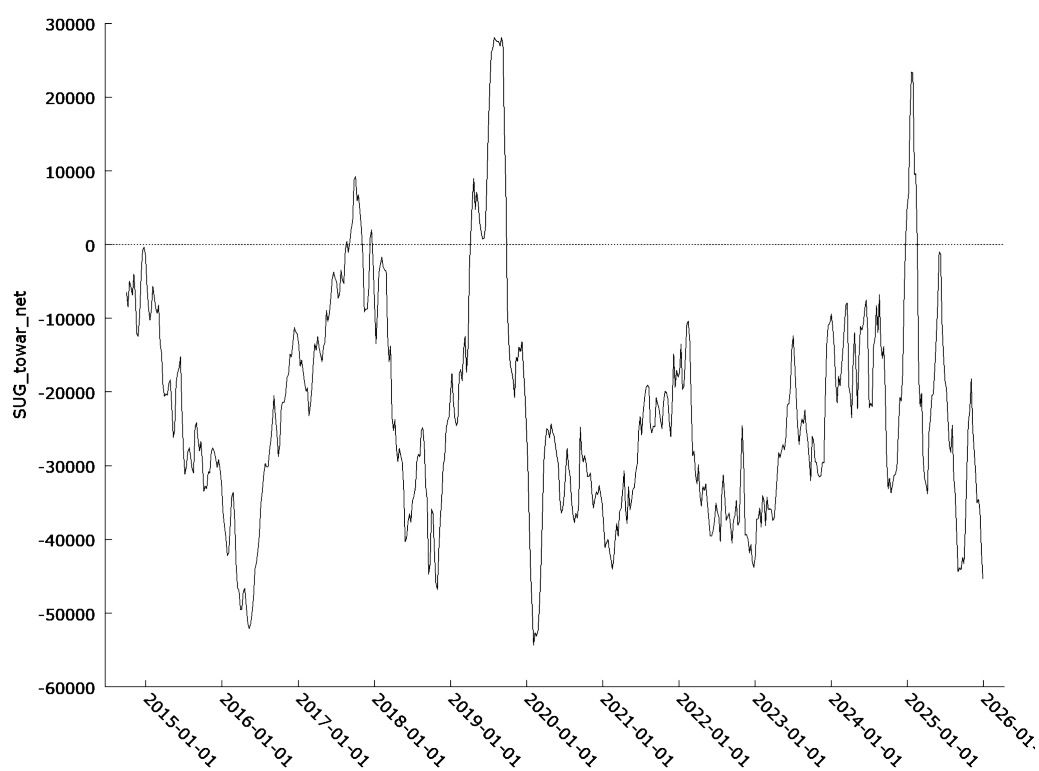
b) Rynek kukurydzy (Euronext)



c) Rynek pszenicy paszowej (ICE)



d) Rynek cukru (ICE)



Źródło: Opracowanie własne na podst. danych Euronext i ICE.

Możliwość utrzymywania przez podmioty zajmujące się fizycznym obrotem towarami wyraźnie jednostronnych pozycji netto, szczególnie widoczna na rynkach cukru surowego (SUG) oraz pszenicy konsumpcyjnej (WHT), stanowi istotny argument na rzecz twierdzenia o jakościowej zmianie w funkcjonowaniu tych rynków, związanej z ich postępującą integracją z rynkami finansowymi. Sugeruje to bowiem, że drugą stroną kontraktu typu *futures* są NCT, których aktywność na rynku jest motywowana możliwością osiągnięcia zysku dzięki niezrealizowaniu się scenariusza, który skłania dostawców do podjęcia się *hedgingu*. W analizowanym okresie relatywnie największe amplitudy pozycji netto oraz dłuższe epizody utrzymywania się wyraźnie ujemnych wartości obserwowane są na rynkach cukru surowego oraz pszenicy konsumpcyjnej. Oznacza to trwałą przewagę pozycji krótkich posiadanych, w ujęciu netto, przez przedstawicieli kategorii kupców towarowych i dostawców. Struktura ta odpowiada zachowaniom typowym dla producentów i eksporterów, którzy wykorzystują rynek terminowy do zabezpieczania przyszłej sprzedaży przed ryzykiem spadku cen.

Ujemna wartość pozycji netto, oznaczająca przewagę pozycji krótkich nad długimi. Taka struktura wskazuje na dominację strategii zabezpieczających przed spadkiem cen (ang. *short hedging*), typową dla podmiotów podażowych, tzn. dostawców towaru, którzy zabezpieczają przyszłą sprzedaż. Sugeruje to, że w analizowanych okresach, na części rynków dominującą rolę odgrywały raczej podmioty sprzedające fizyczny towar niż podmioty zgłaszające popyt. Zakładając, że podstawową motywacją podmiotów zajmujących się komercyjnym obrotem towarami jest *hedging*, świadczy to o większym zaangażowaniu przedstawicieli strony podażowej, a więc producentów rolnych, niż popytowej, do których to zaliczają się przetwórcy produkujący bioetanol pierwszej generacji.

Integracja z rynkami finansowymi prowadzi zatem do funkcjonalnego rozdzielenia ról uczestników. Podmioty fizyczne koncentrują się na transferze ryzyka poprzez zajmowanie pozycji zabezpieczających, natomiast uczestnicy finansowi specjalizują się w jego wycenie i alokacji, wykorzystując strategie spekulacyjne bądź arbitrażowe. Wzrost płynności, głębokości rynku oraz dywersyfikacja bazy uczestników umożliwiają utrzymywanie bardziej skrajnych ekspozycji przez poszczególne kategorie podmiotów bez naruszania stabilności całego systemu. W tym ujęciu obserwowana struktura pozycji netto na rynkach cukru i pszenicy konsumpcyjnej nie jest przejawem nierównowagi, lecz dowodem dojrzałości instytucjonalnej i finansowej tych segmentów rynku. Oznacza ona, że integracja z globalnym systemem finansowym doprowadziła do

jakościowej transformacji mechanizmu funkcjonowania rynku towarowego: od struktury opartej głównie na równoważeniu pozycji między uczestnikami fizycznymi, do modelu, w którym ryzyko cenowe może być efektywnie transferowane i absorbowane przez wyspecjalizowane podmioty finansowe. W konsekwencji możliwe staje się przyjmowanie przez określone kategorie uczestników bardziej jednostronnych pozycji bez zagrożenia dla stabilności systemu jako całości.

Pierwsze zdanie warunku wystarczającego S mówi, że zmiana jakościowa funkcjonowania rynku umożliwia uczestnikom przyjmowanie bardziej jednostronnych pozycji bez naruszania stabilności systemu. Jest to stwierdzenie stosunkowo nieostre i trudne do zmierzenia na podstawie bezpośrednich danych empirycznych¹³². Mimo tych ograniczeń, nieostrość pojęć daje jednak możliwość dostosowania ich w zależności od potrzeb analitycznych w badaniach porównawczych lub eksploracyjnych. Drugim wyzwaniem jest złożoność i wielowymiarowość warunku, łączącego w jednym zdaniu zmianę jakościową rynku, możliwość przyjmowania jednostronnych pozycji, równoważenie ekspozycji ekonomicznej i finansowej oraz utrzymanie stabilności systemu. W sensie metodycznym utrudnia to izolowanie wpływu poszczególnych składników, zwiększając ryzyko błędnego wnioskowania w modelach empirycznych lub symulacyjnych. Jednocześnie można traktować samą zmianę jakościową funkcjonowania rynku jako autonomiczny przedmiot badań, niezależnie od pełnej weryfikacji równowagi w sensie definicji D . W takim ujęciu zmiana jakościowa staje się punktem wyjścia dla badań przekrojowych i porównawczych, pozwalając oceniać, jak nowe możliwości zachowań uczestników wpływają na zmienność cen, korelacje między kontraktami, reakcje na ryzyko czy adaptację strategii tradingowych.

¹³² Pojęcia takie jak „zmiana jakościowa” czy „bardziej jednostronne pozycje” pozostawiają pole interpretacyjne, co utrudnia ścisłą weryfikację hipotez wykorzystujących tak sformułowany warunek w odniesieniu do konkretnych uwarunkowań poszczególnych rynków. Ze względu na uniwersalny charakter, warunek ten może jednak stanowić punkt wyjścia do analizy wpływu innowacji instytucjonalnych, technologicznych lub regulacyjnych na dynamikę rynku, zmienność cen, płynność w krótkim horyzoncie czy reakcje uczestników na szoki rynkowe. W przypadku hipotezy nie uwzględniającej zestawu warunków koniecznych należałoby zastosować operacjonalizację S , zachowującą sens pierwszego zdania definicji, ale umożliwiającą empiryczne badania np. „zmiana jakościowa rynku jest uznawana za spełnioną, gdy wzrost płynności instrumentów pochodnych pozwala uczestnikom przyjmować jednostronne pozycje powyżej określonego progu” bez naruszania kryteriów stabilności systemu; przy czym stabilność może być mierzona poprzez ograniczoną zmienność cen, np. wskaźniki mierzące zakres, w jakim poruszają się ceny instrumentu (ATR, ang. *average true range*) lub odchylenie standardowe, brak systematycznych przepływów kapitału wymuszających korekty pozycji oraz możliwość kompensacji ekspozycji ekonomicznej ekspozycją finansową odwrotną, np. za pomocą *hedgingu* lub skorelowanych kontraktów zabezpieczających. Taka operacjonalizacja pozwala badać wpływ jakościowych zmian rynku nie tylko na równowagę w sensie definicji D , lecz także na inne wymiary funkcjonowania rynku, w tym płynność krótkoterminową i reakcje uczestników na szoki, umożliwiając traktowanie S jako hipotezy roboczej lub koncepcyjnej w badaniach empirycznych i symulacyjnych.

4.4 Analiza odporności wyników

Ocena, czy uzyskane wyniki są stabilne, wiarygodne i niezależne od przyjętych założeń modelowych pozwala sprawdzić, czy trafność hipotezy nie jest przypadkowa albo czy pierwotny wynik nie był artefaktem błędnej specyfikacji. Analiza odporności hipotezy H wymaga zatem zbadania skutków usunięcia lub modyfikacji warunków koniecznych N_1 i N_2 w relacji do warunku wystarczającego S oraz definicji równowagi (D). Celem analizy odporności hipotezy jest także zadośćuczynienie popperowskiemu postulatowi falsyfikowalności hipotezy naukowej. W przypadku badanej hipotezy, jest ona przeprowadzona na fundamencie logiki klasycznej i obejmuje trzy etapy¹³³:

1. **Testowanie odporności warunków koniecznych:** Analiza pojedynczego warunku koniecznego pozwala na ocenę spójności hipotezy w sytuacjach, gdy definicja lub założenia dotyczące N_1 lub N_2 są zmieniane lub usuwane. Takie podejście umożliwia identyfikację elementów krytycznych dla funkcjonowania modelu oraz określenie, które warunki są absolutnie niezbędne do weryfikacji hipotezy. Równocześnie ważne jest badanie wzajemnych relacji między warunkami koniecznymi a ich definicjami. Analiza ta pozwala określić, czy modyfikacja jednego warunku nie zaburza spójności pozostałych oraz sposób, w jaki interakcje między warunkami koniecznymi wpływają na całościową stabilność hipotezy. Dzięki temu możliwe jest lepsze zrozumienie struktury modelu oraz potencjalnych punktów wrażliwych na błędy w danych lub założeniach.

2. **Testowanie odporności warunku wystarczającego:** Weryfikacja warunku wystarczającego S wymaga badania ekstremalnych przypadków jego spełnienia, tak aby sprawdzić, czy hipoteza pozostaje prawdziwa przy spełnionych warunkach

¹³³ Warunek konieczny rozumiany jest jako taki, który występuje we wszystkich najbliższych światach możliwych (Lewis, 1979), w których hipoteza H jest prawdziwa; jego testowanie polega na analizie kontrfaktycznej: *gdyby N_i nie zachodziło, czy H nadal byłaby prawdziwa. Struktura ta koresponduje z dedukcyjno-nomologicznym modelem wyjaśnienia Hempela (1967), w którym H wynika logicznie z praw ogólnych oraz zbioru warunków początkowych, a odporność można badać poprzez kontrolowaną modyfikację przesłanek i ocenę stabilności wnioskowania. Na poziomie przyczynowym formalizacja relacji między N_i , S i H znajduje rozwinięcie w modelach strukturalnych i grafach przyczynowych (Pearl, 1998), gdzie interwencja typu $do(N_i=0)$ umożliwia ocenę, czy eliminacja danego warunku systematycznie redukuje prawdopodobieństwo H , a tym samym czy posiada on status przyczynowo konieczny. Jednocześnie, zgodnie z interwencyjnym ujęciem przyczynowości rozwijanym przez Woodwarda (2005) oraz kontekstualną analizą praw i mechanizmów Cartwright (2004), rozróżnienie między warunkami koniecznymi i wystarczającymi ma charakter zależny od tła i konfiguracji czynników, co wymaga badania interakcji oraz efektów kontekstowych. Pojęcie odporności (ang. *robustness*) w sensie metodologicznym, odnosi się do stabilności wniosków w wielu modelach i przy różnych założeniach teoretycznych, natomiast analiza wrażliwości pozwala ilościowo ocenić wpływ perturbacji poszczególnych parametrów na wynik H . W ujęciu probabilistycznym i bayesowskim odporność oznacza niską czułość rozkładu posteriori na zmiany w założeniach lub błędy pomiarowe. Łącznie perspektywy te umożliwiają przejście od czysto logicznej charakterystyki warunków koniecznych i wystarczających do wielopoziomowej oceny stabilności hipotezy: logicznej, przyczynowej, modelowej i empirycznej.

koniecznych. Takie podejście pozwala wykryć sytuacje, w których nawet skrajna realizacja S nie jest w stanie zagwarantować przewidywanego rezultatu, co podkreśla granice elastyczności hipotezy. Analiza graniczna koncentruje się na określeniu minimalnych i maksymalnych progów intensywności lub jakości S , które nadal zapewniają weryfikację hipotezy. Pozwala to nie tylko na identyfikację wartości krytycznych, ale również na lepsze zrozumienie zakresu, w jakim zmienność warunku wystarczającego wpływa na odporność całego modelu.

3. **Analiza synergii i redundancji:** Ocena synergii między warunkami koniecznymi polega na sprawdzeniu, czy częściowe spełnienie jednego warunku może kompensować brak innego, czyli na analizie warunków quasi-koniecznych. Takie badanie pozwala określić elastyczność systemu oraz zrozumieć, w jakim stopniu hipoteza może zachować prawdziwość w warunkach niepełnej informacji lub częściowego spełnienia wymagań. Równocześnie istotna jest analiza redundancji w warunku wystarczającym S , czyli weryfikacja, czy istnieją warianty S prowadzące do H mimo niepełnego spełnienia warunków koniecznych. Takie podejście ujawnia potencjalne nadmiary strukturalne w modelu oraz wskazuje mechanizmy, które zwiększają odporność hipotezy na niepewność danych empirycznych. W konsekwencji możliwe jest bardziej precyzyjne określenie granic stosowalności hipotezy oraz przygotowanie jej do analizy w warunkach realnych, obarczonych szumem i ograniczeniami pomiarowymi.

W przypadku N_I („ze względu na wysoką zależność cen towarów od czynników fundamentalnych oraz poziomów cen towarów substytucyjnych, poziom cen danego towaru nie przesądza o równowadze na danym rynku”) eliminacja tego warunku prowadzi do istotnego przesunięcia ciężaru wyjaśnienia: jeżeli przyjąć, że poziom cen bezpośrednio determinuje równowagę, wówczas mechanizm oparty na wzroście płynności traci charakter strukturalny i staje się wtórny wobec cen. W sensie logicznym brak N_I oznacza brak gwarancji, że spełnienie S , tj. zmiana jakościowa funkcjonowania rynku, wystarczy do utrzymania równowagi, ponieważ równowaga mogłaby być wówczas funkcją głównie poziomu cen. Hipoteza traci więc odporność wobec scenariuszy, w których ceny stają się dominującym czynnikiem determinującym stan systemu. Modyfikacja N_I , polegająca na osłabieniu tezy („nie przesądza” $\rightarrow$ „może w pewnych warunkach przesądzać”), nie znosi całkowicie spójności konstrukcji, lecz czyni ją warunkową: odporność hipotezy przestaje mieć charakter uniwersalny i zależy od zakresu sytuacji, w których ceny przejmują funkcję determinującą.

Analogicznie, usunięcie N_2 („wzrost płynności na rynkach instrumentów pochodnych wiąże się z jakościową zmianą funkcjonowania danego rynku”) podważa mechanizm aktywujący S . Jeżeli wzrost płynności nie generuje zmiany jakościowej, wówczas warunek wystarczający nie zostaje uruchomiony, a hipoteza głosząca, że wzrost płynności utrzymuje równowagę, może okazać się fałszywa nawet przy empirycznie obserwowanym wzroście płynności. W logice klasycznej brak N_2 implikuje brak przesłanki koniecznej dla zajścia S , co osłabia całą strukturę dedukcyjną. Oznacza to, że N_2 ma charakter krytyczny dla spójności hipotezy; jej odporność jest niska w tych modelach lub danych empirycznych, w których wzrost płynności nie pociąga za sobą transformacji jakościowej rynku. Osłabienie N_2 („wiąże się” $\rightarrow$ „często wiąże się”) przesuwają konstrukcję w stronę ujęcia probabilistycznego: hipoteza zachowuje sens, lecz jej odporność maleje w scenariuszach, gdzie korelacja między płynnością a zmianą jakościową nie zachodzi.

Relacja między definicją równowagi (D) a warunkami koniecznymi wskazuje na ich formalną kompatybilność, przy jednoczesnej empirycznej warunkowości odporności. Definicja D zakłada oscylację sumy pozycji netto wokół zera oraz brak systematycznych przepływów kapitału wymuszających dalsze dostosowania. N_1 jest z nią zgodne, ponieważ wyklucza redukcję równowagi do prostego poziomu cen i implikuje konieczność istnienia mechanizmów stabilizacyjnych innych, niż cenowe. N_2 dostarcza natomiast potencjalnego mechanizmu takiej stabilizacji, wskazując, że wzrost płynności może wywoływać zmianę jakościową umożliwiającą utrzymanie spójności pozycji i ekspozycji ryzyka. Spójność logiczna między D , N_1 i N_2 jest zatem zachowana, lecz odporność hipotezy zależy od tego, czy w danych empirycznych wzrost płynności rzeczywiście generuje efekt jakościowy oraz czy ceny nie przejmują funkcji dominującej.

Wzajemna relacja N_1 i N_2 ma charakter funkcjonalnej współzależności przy formalnej niezależności. N_1 wskazuje na niedeterministyczny charakter cen jako mechanizmu równoważącego, otwierając przestrzeń dla alternatywnych mechanizmów stabilizacji; N_2 identyfikuje wzrost płynności jako potencjalne źródło takiego mechanizmu poprzez zmianę jakościową rynku. W sensie logicznym brak któregokolwiek z tych warunków osłabia możliwość uznania S za wystarczający dla H , jednak ich współwystępowanie generuje efekt synergii: N_2 wzmacnia odporność hipotezy przy zachowaniu N_1 , ponieważ dostarcza operacyjnego mechanizmu stabilizacji zgodnego z definicją równowagi D . Odporność hipotezy ma zatem charakter strukturalny i zależy od integralności całego układu warunków koniecznych oraz ich empirycznej realizacji.

Analiza odporności hipotezy H w kontekście warunku wystarczającego S („zmiana jakościowa w funkcjonowaniu danego rynku umożliwia przyjmowanie przez poszczególne kategorie uczestników bardziej jednostronnych pozycji bez naruszania stabilności systemu jako całości; ekspozycję ekonomiczną na ryzyko, wynikającą z działalności w sferze realnej, można równoważyć ekspozycją na rynkach finansowych, odwrotną względem ekonomicznej i zarządzaną w sposób selektywny”) ujawnia, że jej stabilność jest silnie zależna od intensywności zmian jakościowych rynku. Warunek S definiuje mechanizm umożliwiający uczestnikom przyjmowanie jednostronnych pozycji bez naruszania wewnętrznej spójności systemu, zgodnie z definicją równowagi D , obejmującą zarówno oscylację zagregowanych pozycji netto wokół zera, jak i brak systematycznych przepływów kapitału wymuszających dalsze dostosowania. Brak zmiany jakościowej ($S=0$) prowadzi natomiast do falsyfikacji hipotezy mimo spełnienia warunków koniecznych N_1 i N_2 , wskazując granice odporności. Odporność hipotezy w praktyce zależy nie tylko od spełnienia warunków koniecznych, lecz także od jakościowej intensywności warunku wystarczającego S , co umożliwia wyznaczenie granic stabilności hipotezy i sformalizowanie wymagań wobec polityk płynności i zarządzania ekspozycjami finansowymi.

Odporność hipotezy H , która zakłada, że wzrost płynności pozwala utrzymać równowagę na rynkach kontraktów *futures*, zależy od współdziałania warunków koniecznych oraz jakościowej zmiany funkcjonowania rynku. Warunek N_1 wskazuje, że poziom cen nie determinuje samodzielnie równowagi. Umożliwia to działanie endogenicznych mechanizmów stabilizujących rynek po wystąpieniu zdarzenia zakłócającego stan równowagi w ujęciu cenowym, natomiast N_2 podkreśla, że wzrost płynności musi wywoływać zmianę jakościową w strukturze rynku, umożliwiającą uczestnikom elastyczne przyjmowanie pozycji. Warunek wystarczający S definiuje tę zmianę jakościową jako zdolność uczestników do przyjmowania jednostronnych pozycji bez naruszenia stabilności systemu, przy równoważeniu ekspozycji ekonomicznej ekspozycją finansową w sposób selektywny i zgodny z funkcją użyteczności uczestników.

Wnioski z tych analiz wskazują, że odporność hipotezy H jest warunkowa i zależna od intensywności warunku S . Warunki konieczne N_1 i N_2 pozostają krytyczne: brak N_2 nie może być kompensowany nawet przez ekstremalną zmianę jakościową, a N_1 zapewnia częściową elastyczność, którą S może w pewnym zakresie wzmacniać. W logice klasycznej obserwuje się synergię między warunkami: S może częściowo

zastąpić N_1 , ale nie N_2 , natomiast pełne spełnienie N_2 jest niezbędne dla stabilności hipotezy. Niepewność empiryczna wymaga zachowania minimalnych progów S wraz z obecnością warunków koniecznych. W rezultacie hipoteza H jest odporna w ograniczonym zakresie, głównie dzięki synergii i częściowej redundancji S , ale jej praktyczna stabilność pozostaje zależna od zdolności rynku do jakościowej adaptacji w odpowiedzi na wzrost płynności.

4.5 Interpretacja wyników i wnioski

Równowaga rynkowa w zaprezentowanym ujęciu zależy od szeregu czynników innych niż wyłącznie poziom lub zmienność cen danego surowca. Należą do nich przede wszystkim struktura rynku pochodnych, wynikająca z niej płynność, a także specyficzny dla danego rynku profil ekspozycji na ryzyko. Co więcej, mechanizm wyceny ryzyka przez kupców działa niezależnie od tego, czy oczekują na dostawców: kontrakty *futures* umożliwiają natychmiastową redukcję ryzyka cenowego, co stabilizuje decyzje operacyjne i finansowe.

Przeanalizowano rynki, których rozmiar i struktura różniły się w ujęciu przekrojowym oraz ewoluowały w czasie. Analiza procesów finansyzacji rolnych rynków terminowych w latach 2010–2025 wskazuje na istotne zróżnicowanie zarówno tempa, jak i charakteru integracji poszczególnych rynków towarowych z globalnym systemem finansowym. Uzyskane wyniki pozwalają sformułować wnioski o znaczeniu nie tylko mikrostrukturalnym, lecz również makroekonomicznym i polityczno-instytucjonalnym.

Jedynie w przypadku rynku pszenicy konsumpcyjnej zaobserwowano trwałe i istotne wzmocnienie roli podmiotów sektora finansowego oraz ich zgodne z modelowym ujęciem zaangażowanie w procesie stabilizacji cen oraz wyceny ryzyka. Co więcej, taka dynamika rynku wyłoniła się dopiero od 2020 r. Oznacza to, że funkcjonalna integracja tego rynku z globalnymi rynkami finansowymi nastąpiła relatywnie późno, mimo wcześniejszej formalnej i instytucjonalnej, oraz dostępności instrumentów pochodnych. Wcześniejszy okres charakteryzowały przewagą funkcji hedgingowej realizowanej przez podmioty komercyjne, przy ograniczonym znaczeniu kapitału portfelowego w procesie *price discovery*. Dopiero w warunkach nasilonej zmienności po 2020 r., związanej z pandemią COVID-19, zakłóceniami łańcuchów dostaw oraz późniejszym szokiem geopolitycznym, inwestorzy finansowi zaczęli pełnić

rolę dostawców płynności i mechanizmu absorpcji ryzyka systemowego. W tym sensie finansyzacja miała charakter reaktywny, a nie endogeniczny.

Porównanie rynków pszenicy konsumpcyjnej i paszowej pokazuje, że wyższy poziom formalnej finansyzacji nie implikuje automatycznie szybszej internalizacji czynników zewnętrznych w cenach kontraktów *futures*. Rynek bardziej ufinansowany niekoniecznie efektywniej przyswaja informacje o charakterze fundamentalnym ani szybciej dyskontuje szoki makroekonomiczne. Wskazuje to na ograniczenia uproszczonej tezy, zgodnie z którą wzrost udziału inwestorów finansowych zwiększa efektywność informacyjną rynku. W praktyce obserwuje się raczej złożoną interakcję między strukturą uczestników, płynnością, regulacjami oraz globalnymi przepływami kapitału portfelowego. Oznacza to, że finansyzacja może zmieniać strukturę korelacji między aktywami oraz kanały transmisji szoków, niekoniecznie przyspieszając proces fundamentalnej wyceny.

Rynki tradycyjnie silniej zintegrowane z globalnym kapitałem finansowym, takie jak cukier surowy i pszenica paszowa notowane w ramach ICE London, wykazały w analizowanym okresie relatywnie mniejszą dynamikę dalszej finansyzacji niż rynki europejskie. Z kolei te działające w ramach Euronext charakteryzowały się bardziej wyraźną ewolucją struktury uczestników i wzrostem znaczenia kapitału niekomercyjnego. Możliwym kontekstem instytucjonalnym jest proces relokacji aktywności finansowej po opuszczeniu przez Wielką Brytanię struktur Unii Europejskiej, który przyczynił się do wzmocnienia roli Paryża jako kontynentalnego centrum obrotu instrumentami pochodnymi. Oznacza to, że dynamika finansyzacji nie jest wyłącznie funkcją struktury rynku towarowego, lecz również wynikiem zmian geopolitycznych, regulacyjnych i konkurencji między ośrodkami finansowymi. Nawet w obrębie jednej platformy obrotu widoczna jest znacząca heterogeniczność dynamiki restrukturyzacji rynków, co szczególnie uwidacznia porównanie rynków pszenicy konsumpcyjnej i kukurydzy w ramach Euronext. Świadczy to o tym, że proces finansyzacji ma charakter sektorowy i zależy od specyfiki danego instrumentu: jego płynności, stopnia standaryzacji, powiązań z rynkiem fizycznym, znaczenia eksportowego oraz podatności na globalne przepływy kapitału indeksowego. W ujęciu mikrostrukturalnym oznacza to, że *price discovery* i *risk transfer* mogą ewoluować odmiennie nawet przy wspólnym otoczeniu regulacyjnym i technologicznej infrastrukturze obrotu.

Z perspektywy makroekonomicznej wyniki te wskazują, że finansyzacja rolnych rynków terminowych nie przebiega liniowo ani jednokierunkowo. W latach 2010–2025 obserwowano przejście od trwającej do 2014 r. fazy relatywnej stabilizacji, przez okres rosnącej korelacji między aktywami w warunkach ekspansywnej polityki monetarnej głównych banków centralnych, aż po fazę wysokiej zmienności i wzrostu premii za ryzyko od końca 2019 r. W ostatnim podokresie wzrosło znaczenie kontraktów *futures* jako instrumentów zabezpieczania nie tylko ryzyka cenowego, lecz także ryzyka systemowego i geopolitycznego. Tym samym rynki rolne stały się elementem szerszego ekosystemu alokacji kapitału, reagującego na globalną płynność, zmiany stóp procentowych oraz napięcia handlowe.

W wymiarze politycznym implikacje są dwojakie. Z jednej strony wzrost udziału inwestorów finansowych może zwiększać płynność i zdolność absorpcji szoków. Z drugiej strony rosnąca integracja z globalnym systemem finansowym zwiększa podatność cen żywności na czynniki egzogeniczne wobec lokalnych fundamentów podaży i popytu. Powoduje to napięcie między logiką rynków kapitałowych a imperatywem bezpieczeństwa żywnościowego. W rezultacie polityka regulacyjna, zarówno na poziomie krajowym, jak i unijnym, musi równoważyć cele efektywności alokacyjnej z celami stabilności społecznej.

Płynność odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu rynków finansowych i towarowych. Umożliwia uczestnikom rynku łatwe zawieranie i zamykanie pozycji, co w praktyce pozwala na sprawniejsze reagowanie na zmiany cen i ryzyka. Wzrost płynności zwiększa zdolność rynku do absorbowania jednostronnych pozycji bez natychmiastowego zaburzenia cen oraz ekspozycji uczestników. Jednak sama płynność nie gwarantuje stabilności; istotna są również zmiany w sposobie funkcjonowania rynku, obejmujące m.in. elastyczniejsze reguły rozliczeń, skuteczniejsze mechanizmy *hedgingu* oraz lepszą dystrybucję ryzyka między uczestników.

Granice odporności rynku ujawniają się w sytuacjach nagłych wahań cen lub skoków wolumenu transakcji. Jeśli zmiana jakościowa rynku jest minimalna, rynek może utrzymać równowagę jedynie w krótkim okresie, stając się jednocześnie wrażliwym na wstrząsy zewnętrzne. Przy intensywnej zmianie jakościowej uczestnicy mogą przyjmować bardzo jednostronne pozycje, jednak rynek staje się bardziej elastyczny i podatny na krótkoterminowe fluktuacje cen, przy zachowaniu równowagi w sensie agregatów pozycji netto. Brak jakiegokolwiek zmiany jakościowej sprawia, że nawet wysoka płynność nie zabezpiecza przed zaburzeniami: rynek staje się mniej

odporny na koncentrację ryzyka i wahania cenowe. W praktyce, dla rynków kontraktów terminowych na towary oznacza to, że nie każdy rodzaj płynności prowadzi do ukształtowania się bardziej efektywnych mechanizmów wyceny ryzyka. Płynność musi być wspierana przez mechanizmy umożliwiające równoważenie ekspozycji, takie jak efektywny clearing, limity pozycji czy różnorodność uczestników rynku. Dla koordynatorów działania rynku kluczowe jest zatem wprowadzanie zmian strukturalnych, a nie wyłącznie stymulowanie większego wolumenu transakcji.

Z perspektywy formalnej, dowód hipotezy wskazuje, że wzrost płynności L_t zwiększa optymalny poziom *hedgingu* h_L^* , redukuje koszt transakcyjny i stabilizuje premię zabezpieczeniową π_t , jednocześnie pozostawiając część niepewności strukturalnej (u_t) niezmienną. Wysoka płynność oraz wysoki współczynnik kowariancji między rynkami *spot* i *futures* minimalizują ryzyko realizacji, umożliwiając efektywne planowanie operacyjne i produkcyjne. W praktyce równowaga rynkowa jest funkcją zbioru czynników ryzyka, ekspozycji portfela, płynności rynku i sentymentu uczestników, a nie tylko aktualnego poziomu cen *spot*. Weryfikacja empiryczna sugeruje, że pomimo wysokiej zależności cen *futures* od cen *spot*, to dynamika ryzyka i premia hedgingowa determinują rzeczywistą równowagę rynkową. Hipotezę można zatem uznać za potwierdzoną.

Rozdział 5 Harmonizacja cen na rynkach towarowych i finansowych

5.1 Hipoteza badawcza dotycząca wpływu integracji rynków na dynamikę cen

Przyspieszenie procesów integracji¹³⁴ rynków towarowych i finansowych w drugiej dekadzie XXI w. wynikało z liberalizacji przepływów kapitału, popularyzacji wykorzystania instrumentów pochodnych oraz ze wzrostu aktywności inwestorów instytucjonalnych na rynkach surowcowych. Jednocześnie obrót kontraktami terminowymi sprzyjał koordynacji wyceny aktywów finansowych i towarów między poszczególnymi rynkami. Szczególnie zaś dynamikę cen instrumentów pochodnych interpretowano jako element globalnego systemu informacji rynkowej.

Przeprowadzone badania przyjmują perspektywę analityczną, traktującą szeregi cenowe jako uporządkowane sygnały informacyjne¹³⁵. W tym ujęciu „harmonizacja procesów ustalania cen” oznacza stopień spójności między dynamiką tych procesów na różnych rynkach. Na płaszczyźnie infrastruktury i organizacji systemów transakcyjnych odpowiadają harmonizacji: wprowadzenie ustandaryzowanych metod realizacji

¹³⁴ W rozdziale termin *integracja* jest używany w dwóch różnych, lecz kontekstowo uzasadnionych znaczeniach. W sensie społeczno-instytucjonalnym, oznacza on proces łączenia odrębnych podmiotów, struktur lub grup w większą całość i odnosi się do rynków finansowych. Termin *integracja* stosowany jest jednak także w znaczeniu właściwym dla analizy szeregów czasowych i ekonometrii, gdzie oznacza własność procesów stochastycznych określaną tzw. stopniem integracji. W tym ujęciu integracja opisuje relację między poziomem zmiennej a jej różnicami oraz stanowi podstawę badania stacjonarności i kointegracji szeregów czasowych. W obu przypadkach termin *integracja* jest standardowo przyjętym określeniem odpowiedniego desygnatu. Problem semantyczny wynikający z homonimicznego określenia przedmiotu i metody badań bez ich bezpośredniego związku etymologicznego jest przesłanką, by sądzić, że zastosowanie tej metody w analizach uwzględnionego obszaru badań nie stanowi powszechnego podejścia. W celu możliwego uniknięcia wieloznaczności sformułowań, konkretne realizacje zjawiska integracji szeregów czasowych zapisuje się następująco: proces zintegrowany stopnia n , to $I(n)$.

¹³⁵ W analizie relacji między rynkami towarowymi kluczowe jest zachowanie informacji o absolutnych różnicach cen, ponieważ mają one bezpośrednie konsekwencje finansowe, np. w kontekście arbitrażu lub oceny ekspozycji rynkowej. W tym ujęciu celem analizy nie jest modelowanie stóp zwrotu ani relacji proporcjonalnych, lecz odzwierciedlenie rzeczywistych skutków zmian cen w nominalnych jednostkach. Dlatego w niektórych przypadkach stosowanie surowych wartości cen jest uzasadnione i pożądane. Jednocześnie występuje problem niestabilności wariancji, wynikający z rosnących poziomów cen i zmienności charakterystycznej dla poszczególnych kontraktów. Zastosowanie logarytmów naturalnych pozwala częściowo zniwelować ten efekt, prowadząc do bardziej jednorodnej wariancji w czasie i zwiększając stabilność estymacji modeli ekonometrycznych, takich jak VECM. Tym niemniej, w kontekście badanych rynków surowcowych zastosowanie logarytmów ma również istotne ograniczenia. Przede wszystkim transformacja logarytmiczna tłumi skalę nominalnych zmian, co może zaniżać realny wpływ dużych wahań cen na pozycje rynkowe i ekspozycję finansową. Ponadto, analiza logarytmiczna zmienia interpretację parametrów, zarówno w analizie krótkookresowej jak i w mechanizmach korekty błędem z jednostek nominalnych na zmiany procentowe, co w przypadku badania różnic między rynkami może utrudniać praktyczną interpretację wyników. Zdecydowano się więc zastosować, w charakterze zmiennych, surowe wartości, dla porównywanych rynków przeliczone na wspólną walutę (EUR). Taka decyzja pozwala zachować pełną skalę różnic cen między rynkami i umożliwia realistyczną ocenę konsekwencji finansowych obserwowanych zmian. Jednocześnie świadomość potencjalnych problemów ze stabilnością wariancji została uwzględniona przy doborze opóźnień w modelach VAR oraz przy interpretacji wyników testów kointegracji i parametrów VECM.

transakcji, lub przynajmniej wdrożenie analogicznych, tj. opartych na jednakowych mechanizmach, procesów operacyjnych na światowych giełdach, a także ujednolicenie i synchronizacja obrotu instrumentami finansowymi.

Punktem wyjścia dla badania jest hipoteza: „Dynamika cen surowców rolnych wskazuje na postępującą harmonizację procesów ustalania cen między badanymi rynkami towarowymi a finansowymi”. Weryfikacja tej hipotezy opiera się na analizie dwóch wymiarów harmonizacji, którymi są:

- Zbieżność trendów długookresowych (ang. *common or converging long-run trends*), oraz
- Synchronizacja wahań cyklicznych (ang. *cyclical synchronization*).

Badanie nie obejmuje natomiast niektórych innych zjawisk, w tym: synchronizacji okresów podwyższonej zmienności, ukierunkowania zależności, konwergencji poziomów cen, zmienności korelacji w czasie ani asymetrii cykli, mimo że elementy te mieszczą się w szerokiej definicji harmonizacji. Ograniczenie to pozwala skoncentrować się na dynamicznej spójności procesów kształtowania cen, choć pomija m.in. strukturę przyczynową czy ewentualną konwergencję absolutnych poziomów cen.

Uwzględnienie w analizie tylko dwóch wymiarów harmonizacji wynika zarówno z charakterystyki wykorzystanych danych, jak i z przyjętej konstrukcji argumentu hipotezy. Badanie zbieżności trendów długookresowych oraz synchronizacji wahań cyklicznych jest możliwe przy wykorzystaniu obserwacji dziennych, które zapewniają wystarczającą rozdzielczość do identyfikacji komponentów niskoczęstotliwościowych oraz średniookresowych fluktuacji. Uchwycenie bardziej subtelnych aspektów współzależności dynamicznych wymagałoby danych o wyższej częstotliwości, ponieważ dopiero takie szeregi pozwalają na precyzyjne odwzorowanie krótkookresowych reakcji rynku, efektów mikrostrukturalnych oraz przejściowych zaburzeń, które ulegają agregacji lub wygładzeniu w danych dziennych. Wykorzystanie danych o wyższej częstotliwości przy piętnastoletnim okresie obserwacji wiązałoby się jednak z koniecznością wygenerowania znacznie obszerniejszej bazy danych i wykorzystania przekraczających możliwe do zaangażowania w tych badaniach możliwości obliczeniowe. W przypadku, gdyby analiza miała obejmować nie cały okres obserwacji, lecz ograniczała do wybranych przedziałów czasu, badanie wymagałoby odmiennej metody i konstrukcji hipotez.

Argument hipotezy badawczej opiera się na założeniu komplementarności analizowanych wymiarów harmonizacji, a jej przyjęcie wymaga jednoczesnego

potwierdzenia zgodności na wszystkich rozpatrywanych poziomach. W konsekwencji brak podstaw do stwierdzenia synchronizacji wahań cyklicznych implikuje brak podstaw do przyjęcia hipotezy jako całości, pomimo potwierdzenia przesłanek hipotezy w odniesieniu do trendów długookresowych. Co więcej, przeprowadzone badanie potwierdza wnioski obecne w literaturze przedmiotu dotyczące zbieżności trendów długookresowych, jednak to właśnie brak empirycznego potwierdzenia synchronizacji wahań cyklicznych stanowi kluczowy element oryginalny analizy oraz stanowi w większym stopniu o wartości poznawczej tej części badań.

Z perspektywy kupców działających na rynkach towarowych, proces harmonizacji mechanizmów cenotwórczych posiada istotne konsekwencje praktyczne w kilku obszarach. Po pierwsze, efektywność *hedgingu* może ulec zwiększeniu, ponieważ silniejsza synchronizacja cen surowców z rynkami finansowymi sprzyja skuteczniejszemu wykorzystaniu instrumentów pochodnych notowanych na giełdach światowych. Po drugie, rosnąca współmienność zmienności oznacza wyższe ryzyko systemowe, gdyż ceny surowców stają się bardziej podatne na globalne wstrząsy finansowe. Po trzecie, wzrost korelacji cen surowców z aktywami finansowymi może prowadzić do utraty efektu dywersyfikacji, ograniczając tym samym korzyści wynikające z alokacji kapitału w surowce. Wreszcie, lepsza predykcyjność cen staje się możliwa dzięki zbieżności trendów i synchronizacji cyklicznej, co pozwala na wykorzystanie sygnałów z rynków finansowych do prognozowania zmian cen towarów. W tym sensie harmonizacja stanowi nie tylko kategorię analityczną, lecz również praktyczne narzędzie oceny stopnia integracji informacyjnej rynków oraz skuteczności strategii zarządzania ryzykiem cenowym.

Klasyczne podejście do integracji rynków opiera się na analizie kointegracji i wspólnych trendów stochastycznych. W tym ujęciu długookresowa harmonizacja przejawia się istnieniem relacji równowagi między cenami różnych aktywów, nawet jeśli w krótkim okresie podlegają one odmiennym szokom. W kontekście finansyzacji rynków towarowych pionierskie badania wykonali Tang i Xiong (2012). Wykazali oni, że napływ kapitału funduszy indeksowych prowadzi do wzrostu korelacji między surowcami wchodzącymi w skład indeksów towarowych oraz między tymi surowcami a rynkiem akcji. Autorzy interpretują to jako efekt wspólnego czynnika finansowego, który modyfikuje strukturę współzależności cenowych niezależnie od powiązań o charakterze fundamentalnym. Oznacza to wzrost synchronizacji zarówno trendów, jak i komponentów cyklicznych.

Ujęcie teoretyczne tego mechanizmu rozwijają Basak i Pavlova (2016), pokazując, że obecność inwestorów finansowych może prowadzić do transmisji szoków z rynku kapitałowego na rynek towarowy poprzez kanał portfelowy. W modelu równowagi ogólnej ceny surowców stają się funkcją nie tylko fundamentów realnych, lecz również struktury portfeli inwestorów i ich ograniczeń płynnościowych. W konsekwencji integracja finansowa generuje endogeniczną harmonizację procesów cenotwórczych. W szczególności zjawisko *volatility spillovers* można interpretować jako krótkookresowy wymiar harmonizacji komponentów stochastycznych i ryzyka (Chevallier i Ielpo, 2013). W tym nurcie metodycznym istotny wkład w analizę dynamicznej korelacji zmienności wniósł Bollerslev (zob. Bollerslev i Wooldridge, 1992; Bollerslev i in., 2013).

Synchronizacja cykli cenowych jest spójna z teorią wspólnych czynników globalnych (por. Grinold i in., 1989). Integracja finansowa oraz liberalizacja przepływów kapitałowych sprzyjają powstawaniu globalnych impulsów cenowych, które oddziałują jednocześnie na rynki towarowe i finansowe. Teoretyczne podstawy takiej współzależności można odnaleźć w koncepcjach równowagi ogólnej rozwijanych przez Johna Hicksa, według którego rynki dóbr i aktywów finansowych tworzą spójny system. W tym ujęciu zmiany stóp procentowych, oczekiwań inflacyjnych czy podaży pieniądza wpływają jednocześnie na wycenę aktywów finansowych i surowców, prowadząc do synchronizacji cyklicznej. Z kolei Tirole (2015) wskazuje, że liberalizacja i rozwój rynków finansowych zwiększają ich zdolność do alokacji ryzyka, ale jednocześnie sprzyjają transmisji szoków między segmentami rynku. Integracja finansowa może więc wzmacniać wspólne komponenty cykliczne, szczególnie w warunkach globalnych szoków popytowych lub podaźowych.

Integracja rynków towarowych i finansowych bywa postrzegana jako konsekwencja globalizacji. Stiglitz (2010) wskazuje, że liberalizacja handlu i przepływów kapitałowych prowadzi do rosnącej współzależności gospodarek, co znajduje odzwierciedlenie w konwergencji cen i synchronizacji cykli koniunkturalnych. Analizę współzależności sektorowych w ujęciu strukturalnym umożliwia podejście przepływów międzygałęziowych Leontiewa. Stanowi ono inspirację do analizy powiązań między sektorem realnym sektorem finansowym. W takim ujęciu harmonizacja cen może być interpretowana jako przejaw rosnącej gęstości macierzy powiązań między sektorami gospodarki globalnej.

Pojęcie harmonizacji można również osadzić w szerszych ramach metodycznych. Frege (1948), analizując logiczną strukturę relacji i spójności pojęciowej, stworzył podstawy formalnej analizy zależności między zmiennymi. Z kolei Whitehead (zob. Mesle, 2009), rozwijając koncepcję relacyjnej struktury rzeczywistości, podkreślał, że systemy złożone cechują się spójnością wynikającą z sieci relacji między ich elementami. W analogii do rynków finansowych harmonizacja nie musi być rezultatem centralnej koordynacji, lecz może wyłaniać się jako efekt zagęszczającej się sieci powiązań informacyjnych i kapitałowych. W kontekście ekonomii podejście to inspirowane do precyzyjnego definiowania relacji między szeregami czasowymi i unikania utożsamiania korelacji z pełną integracją strukturalną.

5.2 Metoda badawcza i wykorzystane dane

Harmonizacja procesów cenotwórczych między rynkami surowcowymi a finansowymi jest zjawiskiem wielowymiarowym. Obejmuje ono zarówno zbieżność trendów długookresowych, synchronizację wahań cyklicznych, jak i współwystępowanie okresów podwyższonej zmienności. Tabela 9 przedstawia syntetyczny przegląd metod analitycznych właściwych do badania poszczególnych wymiarów harmonizacji.

Przyjęta w tej pracy metodyka łączy analizę długookresową, cykliczną i ryzyka krótkookresowego, umożliwiając wielowymiarową ocenę harmonizacji procesów cenotwórczych na rynkach rolnych i finansowych. Dobór zmiennych według kategorii pozwala jednocześnie zachować spójność analityczną i uwzględnić ograniczenia wynikające z niskiej częstotliwości danych dziennych. Takie podejście umożliwia nie tylko weryfikację hipotezy o postępującej harmonizacji cen, ale także wnioskowanie na temat mechanizmów stojących za synchronizacją trendów, cykli i komponentów ryzyka. Analizę oparto na dziennych notowaniach kontraktów *futures* dla pszenicy, kukurydzy i cukru. Wybór częstotliwości dziennej stanowi kompromisem między dostępnością danych a potrzebą uchwycenia krótkookresowych komponentów zmienności, przy jednoczesnym umożliwieniu analizy trendów i cykli.

Tabela 9: Zakres proponowanych metod, możliwych do wykorzystania w badaniu poszczególnych wymiarów harmonizacji

Wymiar harmonizacji	Metody ekonometryczne	Cel / interpretacja	Uwagi praktyczne
Współzależność rynków towarowych i finansowych	• Modele kointegracji (Johansen, VECM) • Modele VAR i IRF • Analiza współzmienności zmienności (GARCH, DCC-GARCH)	Identyfikacja długookresowych powiązań cenowych i dynamicznych reakcji na szoki rynkowe	Wybór zmiennych: ceny <i>spot</i> , <i>futures</i> , indeksy finansowe; analiza krótkookresowych i długookresowych mechanizmów
Zbieżność trendów długookresowych	• Testy kointegracji Johansena • Filtracja trendu (HP, Baxter-King)	Ocena wspólnych trendów długookresowych między rynkami; wskaźnik harmonizacji długookresowej	Porównanie wizualne i korelacyjne trendów; wspólne trendy → silna harmonizacja
Synchronizacja wahań cyklicznych	• Filtry pasmowe (Baxter-King) • Testy współzmienności sezonowej	Identyfikacja wspólnych cykli koniunkturalnych i sezonowych między rynkami	Wysoka korelacja cykli → spójna reakcja cen na globalne lub sezonowe szoki
Inne wymiary harmonizacji	• Kierunkowość zależności: testy Grangera • Poziomowa integracja: analiza stacjonarności różnic poziomów cen • Zmienność korelacji w czasie: rolling correlation / DCC • Asymetria cykli: EGARCH lub analiza cykli fazowych	Analiza dodatkowych aspektów harmonizacji: przyczynowość, konwergencja poziomowa, zmienność integracji w czasie, asymetria reakcji	Pomocne dla pełnego obrazu harmonizacji, choć nie główny przedmiot badania

Źródło: opracowanie własne.

Niska częstotliwość danych, tj. wykorzystanie danych dziennych, ogranicza możliwość stosowania metod, takich jak *tick-by-tick* lub modele *intra-day* GARCH. Stanowiło to przesłankę do ograniczenia zakresu analiz w obszarze zmienności korelacji w czasie oraz kierunkowości zależności. Z drugiej strony, posługiwanie się w badaniach cenami rozliczeniowymi z kolejnych dni roboczych jest bliskie metodom i danym dostępnym dla kupców towarowych nie wykorzystujących danych wysokich częstotliwości w prowadzeniu obrotu instrumentami finansowymi. Dane wykorzystane w badaniu są zatem bliskie perspektywie tej kategorii uczestników rynku, których te badania dotyczą. Wstępna analiza zmiennych objaśniających skłoniła do stworzenia siedmiu kategorii surowców lub instrumentów powiązanych: 1) towary, których rynki stanowią przedmiot niniejszych badań: a) ziarna¹³⁶, b) cukier; 2) etanol, 3) inne towary, 4) surowce energetyczne, 5) indeksy rynku europejskiego, 6) indeksy rynku USA, 7) waluty.

Tabela 10 syntetyzuje zastosowane w toku weryfikacji drugiej hipotezy pomocniczej metody analityczne, ich cel oraz główne zalety i ograniczenia. Przedstawione w niej zestawienie ukazuje sposób, w jaki połączono analizę długookresową, cykliczną i krótkookresową, zapewniając spójność interpretacyjną wyników. Każda metoda jest stosowana w kontekście konkretnego wymiaru harmonizacji, co umożliwia zarówno ocenę zbieżności trendów, spójności cyklicznej, jak i współwystępowania ryzyka. Jednocześnie tabela wskazuje na ograniczenia poszczególnych podejść metodycznych, np. ustalenie wartości parametr λ filtra HP wpływa na wyodrębnienie trendu. To pozwala badaczowi świadomie dobierać narzędzia analityczne i interpretować wyniki w kontekście specyfiki badanych rynków.

Analizę trendów długookresowych przeprowadzono przy użyciu filtra Hodricka-Prescotta (HP), oraz modeli kointegracji Johansena. Filtr HP pozwala wyodrębnić dominujący kierunek zmian cen, oddzielając komponent trendowy od cyklicznego, co ułatwia intuicyjną interpretację długookresowej spójności cen. W reprezentacji spektralnej filtr HP funkcjonuje jako aproksymacyjny filtr górnoprzepustowy. Jego celem nie jest identyfikacja konkretnego pasma cyklicznego, lecz eliminacja wolnozmiennych komponentów niskoczęstotliwościowych. Charakter tej operacji ma

¹³⁶ Jako „ziarna“ rozumie się w tym kontekście zarówno nasiona roślin zbożowych, jak i pozostające poza głównym obszarem niniejszych badań nasiona roślin oleistych, przede wszystkim soi i rzepaku. Odpowiada to organizacji działań niektórych podmiotów rynkowych. Na poziomie terminologii, termin „ziarno“ w języku polskim odnosi się zazwyczaj do nasion roślin zbożowych; w kontekście innych rodzajów roślin bywa on używany, choć nie zawsze jest to właściwe zastosowanie tego określenia.

jednak naturę przybliżoną. Filtr HP nie generuje ostrego odcięcia częstotliwości, lecz płynne przejście między pasmem tłumienia a pasmem przepustowym. Tym samym część trendu przedostaje się do komponentu cyklicznego, podczas gdy część fluktuacji średniczęstotliwościowych ulega nadmiernemu wygładzeniu¹³⁷.

Tabela 10: Przedstawienie wykorzystanych metod analitycznych

Wymiar harmonizacji	Metoda / model	Cel / interpretacja	Zalety i uwagi praktyczne
Trend długookresowy	• Filtr Hodricka-Prescotta (HP) • Modele kointegracji Johansena	Identyfikacja wspólnych trendów długookresowych między rynkami i testowanie integracji cen.	HP: intuicyjna separacja trendu i cyklu; kointegracja: formalny dowód współzależności; umożliwia analizę mechanizmów korekcyjnych.
Synchronizacja cykliczna	• Filtr pasmowy (Baxter-King) • Testy współzmienności sezonowej	Ocena spójności wahań cyklicznych i sezonowych między rynkami.	Umożliwia wyodrębnienie cykli koniunkturalnych i sezonowych; testy współzmienności pozwalają identyfikować jednoczesne szoki krótkookresowe.

Źródło: Opracowanie własne.

Modele kointegracji natomiast dostarczają formalnego dowodu na istnienie wspólnych trendów między rynkami oraz umożliwiają analizę mechanizmów korekcyjnych przywracających równowagę, co jest istotne dla oceny integracji cen w długim okresie. Do oceny synchronizacji wahań cyklicznych zastosowano filtr

¹³⁷ Wadą filtru HP jest możliwość wystąpienia tzw. efektu Slutsky'ego. Polega on na generowaniu pozornych cykli poprzez redystrybucję energii między pasmami częstotliwości. Filtr może także indukować pozorną periodyczność, mimo że nie była ona własnością procesu generującego dane. Cykle obserwowane po filtracji nie zawsze stanowią reprezentację autonomicznej dynamiki gospodarczej, bywają zaś artefaktem operatora filtrującego. Należy zatem odróżnić cykliczność empirycznie zaobserwowaną od cykliczności konstrukcyjnie wyprodukowanej przez procedurę estymacyjną. W praktyce oznacza to, że interpretacja komponentu cyklicznego po filtracji HP wymaga analizy właściwości transferowych samego filtru, nie jedynie obserwacji przebiegu czasowego.

pasmowy Baxtera-Kinga¹³⁸ oraz testy współzmienności sezonowej. Filtry pasmowe umożliwiają wyodrębnienie cykli koniunkturalnych i sezonowych w szeregach czasowych, co pozwala analizować ich amplitudę i fazę w różnych segmentach rynku. Testy współzmienności sezonowej pozwalają natomiast określić, czy krótkookresowe wahania cen występują jednocześnie na wielu rynkach, identyfikując wspólne reakcje na globalne lub lokalne czynniki sezonowe. Dzięki temu możliwe jest uchwycenie okresów podwyższonego ryzyka i transmisji krótkookresowych szoków, co stanowi istotny wymiar harmonizacji krótkookresowej.

Krytyka regresji, w których filtrowany komponent trendowy stanowi zmienną objaśnianą, a regresory pozostają w postaci surowej, wskazuje na problemy inferencyjne związane z ryzykiem regresji pozornych oraz niejawnego narzucania struktury częstotliwościowej przez filtr. Argument ten jest jednak przekonujący raczej w kontekście modelowania predykcyjnego, szczególnie w krótkim okresie, niż lub analizach ukierunkowanych na identyfikację determinant długookresowej trajektorii cen. W takim ujęciu asymetria filtracyjna może stanowić świadomy wybór wynikającym z przyjętej definicji badanego procesu ekonomicznego.

Surowe szeregi czasowe cen surowców są superpozycją procesów działających w różnych skalach czasowych: trwałych zmian równowagi, krótkookresowych zaburzeń przepływowych, szoków geopolitycznych, zmian zapasów, komponentów spekulacyjnych i mikrostrukturalnego noise. Traktowanie całego szeregu jako jednorodnej realizacji

¹³⁸ Filtr Baxtera-Kinga przyjmuje odmienną, niż filtr HP, logikę konstrukcyjną. Nie eliminuje on trendu, lecz próbuje wyizolować określony przedział częstotliwości odpowiadający definicyjnie rozumianemu cyklowi koniunkturalnemu, np. wahaniom o określonej długości. Strukturalnie jest on więc aproksymacją filtru pasmowoprzepustowego. Idealny filtr tego typu posiadałby funkcję przenoszenia równą jeden w obrębie pożądanego pasma i zero poza nim. Konstrukcja BK realizuje tę ideę jedynie asymptotycznie. Ograniczenie długości okna powoduje oscylacje funkcji gain wokół wartości idealnych, co prowadzi do klasycznego zjawiska Gibbsa. W konsekwencji pojawiają się zarówno przecieki częstotliwościowe na granicach pasma cyklu, jak i kompresja części sygnału, który powinien zostać zachowany bez deformacji. Jakość aproksymacji zależy bezpośrednio od długości okna filtrującego. Większa liczba obserwacji poprawia własności spektralne operatora, redukując amplitudę deformacji i przybliżając filtr do ideału pasmowoprzepustowego. Koszt tej poprawy jest jednak natychmiastowy i polega na utracie obserwacji na krańcach szeregu. Filtr BK ujawnia tym samym fundamentalny kompromis między dokładnością spektralną a retencją danych. W krótkich szeregach makroekonomicznych kompromis ten ma znaczenie nie techniczne, lecz identyfikacyjne, determinując zakres inferencji możliwej do przeprowadzenia. Deformacja spektralna może, w przypadku błędnego zastosowania filtra i interpretacji wyników, zostać błędnie zinterpretowana jako realna regularność ekonomiczna, a następnie wejść do obiegu wyjaśnień teoretycznych lub decyzji polityki gospodarczej. Analiza funkcji zysku [w znaczeniu inżynierii sygnałów] pełni zatem funkcję krytyczną, pozwalając określić, które własności szeregu są relacją empiryczną procesu, a które konsekwencją operatora filtrującego. Filtracja nigdy nie odsłania „prawdziwego” cyklu w sensie neutralnej ekstrakcji ukrytej struktury. Każdy filtr implementuje określoną teorię częstotliwości ekonomicznie relevantnych oraz określony wzorec deformacji akceptowanych poznawczo. Wybór filtru nie stanowi więc decyzji czysto technicznej. Jest decyzją inferencyjną, która określa granice interpretowalności obserwowanej dynamiki.

pojedynczego procesu stochastycznego zaciera różnicę między zmianami permanentnymi i przejściowymi. Tymczasem modele tworzone w celu dekompozycji elementów trwałych i przejściowych (por. Eichler i in., 2011; West i Wong, 2014; Casoli i Lucchetti, 2022) zakładają, że komponent trwały i komponent cykliczny podlegają odmiennym mechanizmom generującym oraz różnym kanałom transmisji szoków. Z tej perspektywy trend nie jest jedynie wygładzoną wersją danych, lecz aproksymacją latentnego procesu fundamentalnego. Zależność między aktywnością globalną a cenami surowców bywa silna w niskich częstotliwościach, lecz słaba lub niestabilna w krótkim okresie.

Regresja na danych nieodfiltrowanych miesza te zależności w jednym parametrze, który staje się średnią efektów działających w różnych horyzontach czasowych, często o przeciwstawnych interpretacjach ekonomicznych. Filtracja zmiennej zależnej może więc być interpretowana jako selekcja pasma identyfikacyjnego: model nie wyjaśnia całkowitej zmienności cen, lecz wyłącznie ich komponent trwały. Pozostawienie regresorów w postaci surowej może zaś być ekonomicznie uzasadnione. Symetryczna filtracja obu stron równania nie jest konieczna, jeśli model bada, czy pełne spektrum zmian warunków egzogenicznych kumuluje się w trwałych przesunięciach równowagi cenowej. Literatura dotycząca regresji długookresowej (Wang i in., 2022; Zhu i in., 2023; Kolambe i in., 2024) pokazuje, że krótkookresowa zmienność zmiennych finansowych i makroekonomicznych może zawierać informacje o przyszłych komponentach trwałych innych procesów. Usunięcie tej zmienności po stronie regresorów mogłoby ograniczyć zdolność identyfikacji mechanizmu transmisji do komponentu permanentnego.

Przyjęta strategia empiryczna ma charakter sekwencyjny i wieloetapowy. Takie podejście odpowiada standardom metodycznym współczesnej ekonometrii szeregów czasowych. Próba badawcza obejmuje 3913 obserwacji. Zapewnia to wysoką moc testów asymptotycznych oraz umożliwia stabilną estymację modeli dynamicznych o umiarkowanej liczbie parametrów. Duża liczebność próby stanowi istotną przesłankę dla zastosowania procedur opartych na własnościach granicznych, takich jak testy kointegracji czy modele zmienności warunkowej. Punktem wyjścia było zestawienie szeregów czasowych cen towarów i innych zmiennych rynków finansowych w siedmiu kategoriach obejmujących szeregi powiązane i selekcja szeregów reprezentatywnych.

W obrębie każdej z siedmiu kategorii przeprowadzono redukcję wymiaru. Ostatecznie z każdej kategorii wybrano jeden reprezentatywny regresor. Decyzja ta była motywowana trzema przesłankami związanymi z metodyką badań: po pierwsze, dążeniem do zachowania czytelności interpretacyjnej wyników; po drugie, realizacją zasady parsymonii; po trzecie, ograniczeniem ryzyka współliniowości i uwzględnienia nadmiernej liczby parametrów w modelach. Mimo dużej

liczby obserwacji, nadmierna liczba regresorów mogłaby utrudniać jednoznaczną interpretację ekonomiczną oraz destabilizować estymację w modelach wielorównaniowych.

W doborze zmiennych objaśniających posłużono się metodą ekspercką, a nie zastosowano spójnej metody bazującej na ilościowej analizie danych. Dobór zmiennych wynikał, co do zasady, ze spójności dynamicznej szeregów w ramach kategorii określonej z wykorzystaniem analizy głównych składowych. Preferowano jednak zmienne istotniejsze ze względu na skalę rynków lub wolumeny obrotu, albo bardziej związane z działalnością europejskiego sektora biopaliwowego lub rynków towarów rolnych. Tym niemniej, jedyną zmienną wybraną *a priori*, niezależnie od właściwości statystycznych, był kurs franka szwajcarskiego (EUR/CHF)¹³⁹. Stacjonarność wybranych szeregów zweryfikowano przy użyciu testów ADF i KPSS. Komplementarne zastosowanie obu testów pozwala ograniczyć ryzyko błędnej klasyfikacji procesu (jako stacjonarnego lub niestacjonarnego). Identyfikacja rzędu integracji była warunkiem koniecznym dla poprawnego zastosowania procedury kointegracyjnej. Zmienne o rzędzie integracji wyższym niż $I(1)$ wyłączono z dalszej analizy, aby zachować spójność metodyczną. Odrzucono na podstawie właściwości statystycznych¹⁴⁰ jedną spośród wstępnie wybranych zmiennych objaśniających: DAX – Deutscher Aktienindex.

¹³⁹ Genewa stanowi jedno z kluczowych europejskich centrów zarządzania handlem towarami rolnymi w modelu *merchantingu*. Lannen i in. (2016) szacują, że z regionu Genewa-Vaud koordynowana jest istotna część światowego obrotu zbożami i nasionami oleistymi, w tym ok. 30–40% globalnego handlu w przypadku głównych zbóż i soi, choć fizyczne przepływy odbywają się poza terytorium Szwajcarii. Operacyjnie i finansowo handel ten prowadzony jest przez podmioty posiadające w regionie swoje centrale lub kluczowe biura handlowe. Koncentracja kontraktów denominowanych w USD oraz istotny udział finansowania transakcji przez szwajcarskie banki powodują, że kurs EUR/CHF ma znaczenie analityczne, ponieważ wpływa on na koszty operacyjne, efektywne marże w przeliczeniu na waluty rozliczeniowe UE oraz konkurencyjność podmiotów zarządzających handlem z terytorium Szwajcarii względem firm operujących w strefie euro.

¹⁴⁰ Dla szeregu odpowiadającego wartości zmiennej DAX_zakr (zakres dzienny różnic maksymalnej i minimalnej wartości indeksu) wyniki testów sugerują brak pierwiastka jednostkowego i stacjonarność w poziomie. Rozszerzony test Dickey-Fullera (ADF) odrzuca hipotezę zerową o obecności pierwiastka jednostkowego przy poziomie istotności $p < 0,0001$ zarówno w modelu z wyrazem wolnym, jak i z trendem. Pomimo że test KPSS wskazuje statystykę powyżej wartości krytycznych, jednoznaczne odrzucenie H_0 w teście ADF pozwala uznać szereg za stacjonarny, a zatem nie $I(1)$. W przypadku szeregów odpowiadających zakresom dziennym różnic maksymalnych i minimalnych wartości niektórych indeksów giełdowych (EuroStoxx50_zakr, CAC40_zakr, SP500_zakr, FTSE_glob_xUS) inotowaniom franka szwajcarskiego (CHF_FX) wyniki testów są sprzeczne – ADF nie odrzuca hipotezy o pierwiastku jednostkowym, lub nie odrzuca jej w jednym z ujęć: z trendem albo bez trendu, natomiast KPSS odrzuca stacjonarność. W takich przypadkach stosuje się praktyczne podejście, uznając szeregi za procesy $I(1)$, wymagające różnicowania w celu stacjonarności. W konsekwencji DAX pozostaje wyjątkiem w analizowanej grupie indeksów giełdowych, natomiast pozostałe wymienione szeregi traktuje się jako $I(1)$.

Tabela 11: Badanie kointegracji szeregów reprezentujących poszczególne kategorii zmiennych objaśnianych

Wyniki właściwych testów przedstawiono w Aneksie 4.3.

Kategoria	Zmienne objaśniane	Rząd integracji ¹⁴¹	
		ADF $H_0 = I(1)$	KPSS $H_0 = I(0)$
Zmienne objaśniane	<i>EBM_rozl</i> – Pszenica konsumpcyjna (Euronext)	TAK	NIE
	<i>hpt_EBM_rozl</i> – trend HP dla EBM	TAK	NIE
	<i>WHT_EUR</i> – Pszenica paszowa (ICE)	TAK	NIE
	<i>hpt_WHT_EUR</i> – trend HP dla WHT	TAK	NIE
	<i>EMA_rozl</i> – Kukurydza (Euronext)	TAK	NIE
	<i>hpt_EMA_rozl</i> – trend HP dla EMA	TAK	NIE
	<i>SUG_EUR</i> – Cukier surowy (ICE, Londyn)	TAK	NIE
	<i>hpt_SUG_EUR</i> – trend HP dla SUG	TAK	NIE

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 12: Wybór szeregów reprezentujących poszczególne kategorie zmiennych objaśniających dla rynków towarowych

Przyporządkowanie zmiennych do kategorii zgodna z klasyfikacją z Aneksu 3.

Wyniki właściwych testów przedstawiono w Aneksie 4 (część 4.3).

Kategoria i jej liczebność		Wybrane zmienne	Rząd integracji	
			ADF $H_0 = I(1)$	KPSS $H_0 = I(0)$
1a. Ziarna	7	<i>Canola_EUR</i> – Rzepak (ziarno, CME)	TAK	NIE
		<i>Pszen_USA_EUR</i> – Pszenica (CME)	TAK	NIE
1b. Cukier	1	<i>Cuk_11_EUR_rozl</i> – Cukier surowy (ICE, Nowy Jork)	TAK (wynik graniczny)	NIE
2. Etanol	1	<i>Etanol_EUR</i> – Etanol	NIE	NIE (silnie)
3. Inne towary	5	<i>Kakao_rozl</i> – Kakao	TAK	NIE
		<i>Miedz_rozl</i> – Miedź	TAK	NIE
4. Surowce energetyczne	6	<i>Ropa_Brent_rozl</i> – Ropa naftowa typu Brent	TAK	NIE

Źródło: Opracowanie własne.

¹⁴¹ Jeżeli rozważane zmienne są procesami $I(1)$, tzn. są zintegrowane w stopniu pierwszym, czyli niestacjonarnymi w poziomach, lecz stacjonarnymi po jednokrotnym zróżnicowaniu, możliwe jest badanie ich kointegracji w sensie zaproponowanym przez Engle'a i Grangera. Kointegracja procesów $I(1)$ oznacza istnienie ich niezerowej kombinacji liniowej, która jest procesem stacjonarnym, a zatem długookresowej relacji równowagi między zmiennymi.

Tabela 13: Wybór szeregów reprezentatywnych dla poszczególnych kategorii zmiennych objaśniających dla rynków kapitałowych i walutowych
Wyniki właściwych testów przedstawiono w Aneksie 4.3.

Kategoria i jej liczebność		Wybrane zmienne	Rząd integracji	
			ADF $H_0 = I(1)$	KPSS $H_0 = I(0)$
5. Indeksy rynku europejskiego	9	<i>FTSE100</i> – Financial Times Stock Exchange 100 Index	TAK (bez trendu)	NIE
		<i>CAC40</i> – Cotation Assistée en Continu 40	NIE	NIE
6a. Indeksy rynku USA	2	<i>SP500</i> – Standard & Poor's 500 Index	NIE	NIE
6b. Inne indeksy giełdowe i spółki	8	<i>FTSE_glob_xUS</i> – FTSE Global All Cap Index ex United States	TAK (bez trendu)	NIE
		<i>ShanghaiComp</i> – Shanghai Stock Exchange Composite Index	TAK	NIE
7. Waluty	18	<i>EURUSD</i> – dolar amerykański	TAK	NIE
		<i>EURCHF</i> – frank szwajcarski	TAK (bez trendu)	NIE

Źródło: Opracowanie własne.

Dobór zmiennych został podporządkowany celowi identyfikacji stopnia integracji europejskich rynków towarów rolnych z globalnym systemem towarowym oraz finansowym. Konstrukcja empiryczna ma charakter sekwencyjny. W pierwszym etapie analizowana jest współzależność europejskich cen z globalnym rynkiem towarowym w celu określenia zakresu ich komponentu wspólnego oraz idiosynkratycznego. W drugim etapie badana jest ekspozycja tych rynków na czynniki finansowe. Zmienne objaśniane stanowią ceny kontraktów terminowych na kluczowe produkty rolne notowane na głównych europejskich platformach obrotu, tj. Euronext oraz ICE. Wybrane instrumenty pełnią funkcję cen referencyjnych dla rynku Unii Europejskiej, cechują się wysoką płynnością oraz znaczeniem dla wyceny kontraktów fizycznych. Reprezentują podstawowe segmenty produkcji rolnej, w szczególności zboża oraz cukier. Ich dobór umożliwia analizę transmisji cen z rynków globalnych do rynku europejskiego oraz identyfikację zmian w długookresowych relacjach cenowych.

W pierwszym etapie modelowania, jako zmienne objaśniające uwzględniono wybrane globalne towary rolne oraz surowce powiązane międzysektorowo. Uwzględnienie zmiennych stanowiących punkty odniesienia (tzw. *benchmarków*), tj. notowań z giełdy Chicago Mercantile Exchange (CME), pozwala uchwycić wpływ dominującego ośrodka cenotwórczego w światowym handlu zbożami i roślinami oleistymi. Rynek amerykański stanowi punkt odniesienia dla wyceny kontraktów międzynarodowych, a jego oddziaływanie umożliwia ocenę stopnia integracji transatlantyckiej. Zmienne energetyczne i przemysłowe pełnią funkcję kanałów transmisji między sektorami, presję kosztową w rolnictwie oraz koszty transportu. Ceny etanolu reprezentują mechanizm powiązania rynku zbóż z rynkiem biopaliw. Miedź została wykorzystana jako szczególny wskaźnik globalnego cyklu koniunkturalnego. Taki dobór zmiennych umożliwia określenie, jaka część zmienności europejskich cen wynika z globalnych czynników towarowych, a jaka ma charakter specyficzny dla rynku UE.

W drugim etapie, analizie poddano zależność europejskich cen rolnych od czynników finansowych. Uwzględniono główne indeksy giełdowe reprezentujące rynek europejski, amerykański oraz globalny. Indeksy te odzwierciedlają odpowiednio regionalny sentyment inwestycyjny w Europie, globalny czynnik płynności i apetytu na ryzyko generowany przez rynek amerykański, szeroki komponent światowy oraz znaczenie popytu azjatyckiego dla rynków surowcowych. Pozwala to ocenić, czy zmienność cen rolnych współwystępuje z wahaniami globalnych rynków kapitałowych. Dodatkowo uwzględniono kursy walutowe, wpływające na konkurencyjność eksportową producentów unijnych oraz na wycenę towarów denominowanych, a także odzwierciedlające przepływy kapitałowe w okresach podwyższonej niepewności. Przyjęta konstrukcja modelu umożliwia rozdzielenie wpływu fundamentów towarowych od wpływu czynników finansowych. Najpierw identyfikowana jest współzmienność wynikająca z globalnych powiązań w obrębie rynku surowców. Następnie analizowana jest dodatkowa ekspozycja na czynniki rynków kapitałowych. Takie podejście pozwala ocenić, czy zmiany strukturalne w relacjach cenowych mają charakter realny, związany z integracją handlową i kosztową, czy też wynikają z rosnącej roli globalnych przepływów portfelowych.

Analizę rozpoczęto od dekompozycji szeregów czasowych zmiennych objaśnianych z wykorzystaniem filtru Hodricka–Prescotta (HP). Procedura ta pozwoliła wyodrębnić komponent trendowy oraz cykliczny. Filtr HP zastosowano w celu

identyfikacji długookresowych zmian poziomu cen oraz ich stabilności w czasie. Komponent cykliczny interpretowano jako wahania wysokiej częstotliwości. Celem badania była identyfikacja zmian w parametrach długookresowej relacji ekonomicznej, a nie analiza krótkookresowej dynamiki cen. W modelach wielowymiarowych komponenty cykliczne zmiennych objaśniających wykazywały ograniczoną synchronizację. W konsekwencji ich wpływ częściowo się znosił, lecz jednocześnie zwiększał wariancję estymatorów. Obecność składnika cyklicznego mogła także prowadzić do identyfikacji pozornych punktów załamania. Z tego względu dalsze analizy przeprowadzono dla komponentu trendowego zmiennych objaśnianych.

Ze względu na długi horyzont czasowy próby oraz możliwość niestabilności parametrów zastosowano test wielokrotnych punktów załamania Bai–Perrona, co przedstawiono w Aneksie 7. Metoda ta pozwala na endogeniczną identyfikację momentów zmiany struktury modelu bez konieczności uprzedniego wskazywania ich dat. Test identyfikuje zmiany parametrów relacji ekonomicznej, a nie punkty zwrotne cen w sensie analizy technicznej. Założono analizę liczby do pięciu punktów zmiany strukturalnej. Zmienną objaśnianą w modelach stanowił komponent trendu każdej z czterech analizowanych zmiennych określony filtrem HP. Zmiennymi objaśniającymi były szeregi czasowe odpowiadające zmiennym wybranym spośród zbóż i cukru (kategoria 1). Takie podejście umożliwiło identyfikację zmian strukturalnych w długookresowych zależnościach między rynkami. Uwzględniono ograniczenia zastosowanego filtru HP, które jednak były kompensowane właściwościami testu Bai–Perrona. Po pierwsze, filtr HP ma charakter czysto statystyczny, co jednak uzupełnia charakter testu Bai–Perrona bliższy właściwościom danych empirycznych: procedury te nie modelują dwukrotnie właściwości szeregu czasowego interpretowanych w tym samym zakresie. Po drugie, filtr HP może generować zniekształcenia na krańcach próby, co w pewnym stopniu kompensuje zastosowanie kryterium minimalnych odstępów między punktami zmiany strukturalnej.

W obliczeniach ustalono liczbę zmian strukturalnych na 5, zakładając wybór 3 lub 4 punktów zmiany strukturalnej, w zależności od odległości między nimi oraz ich stabilności, tj. powtarzania się w wynikach zakładających większą liczbę zmian strukturalnych. podstawowymi narzędziami w ocenie dopasowania modelu do danych są kryteria informacyjne bayesowskie (BIC) i Liu, Wu i Zideka (LWZ). Ze względu na typową dla finansowych szeregów czasowych zmienność i występowanie wyraźnych trendów krótkookresowych, kryteria te zazwyczaj sugerują dobór więcej niż

4 zmiennych na szeregach o podobnej co analizowane długości. Ze względu na praktyczny aspekt operacjonalizacji wyników zdecydowano się jednak wybrać mniejszą liczbę. Zredukowanie liczby punktów zmiany do 3 lub 4 pozwala na uzyskanie bardziej czytelnych modeli, a dalsze rozdzielanie szeregu na mniejsze segmenty prowadzi do nadmiernej złożoności analizy.

Wygładzanie szeregu wpływa na własności dynamiczne danych i może modyfikować moment identyfikowanych załamań strukturalnych. Krzywa trendu uzyskana w wyniku zastosowania filtru HP posiada zatem inne właściwości, niż oryginalny szereg czasowy. Celem wyłączenia nieregularności ujętych w komponencie cyklicznym jest jednak właśnie wyłączenie wpływu zakłóceń o charakterze stochastycznym na dalszą interpretację danych¹⁴². Uzyskane wyniki należy zatem interpretować jako odnoszące się do długookresowego komponentu cen, a nie do pełnej dynamiki procesów rynkowych. Analiza kointegracji z wykorzystaniem procedury Johansena, oparta na estymacji systemu VAR w poziomach, pozwoliła na jednoczesne testowanie liczby relacji równowagi długookresowej w systemie wielowymiarowym. Jej wybór uzasadnia możliwość analizy więcej niż jednej relacji kointegracyjnej oraz uwzględnienia wzajemnych zależności między zmiennymi, co jest zgodne z teoretycznym ujęciem integracji cen jako procesu systemowego.

W celu analizy współzależności krótkookresowych zastosowano filtr pasmowy Baxtera–Kinga. Metody te umożliwiają izolację wahań w określonym paśmie częstotliwości, typowym dla cykli koniunkturalnych. Ich zastosowanie pozwala oddzielić komponent trwały od przejściowych wahań oraz ocenić stopień synchronizacji cyklicznej między rynkami. Przeanalizowano korelacje komponentów cyklicznych, przesunięcia fazowe oraz zgodność punktów zwrotnych. Uzupełniając przeprowadzono testy współzmienności sezonowej, aby ocenić jednoczesność reakcji cen na powtarzalne czynniki sezonowe. Badanie synchronizacji w podokresach umożliwiło ocenę zmian stopnia powiązań krótkookresowych między reżimami. Ostatni wymiar analizy dotyczył współwystępowania zmienności. W pierwszym etapie oszacowano jednowymiarowe modele GARCH, co pozwoliło uwzględnić zjawisko skupisk zmienności charakterystyczne dla danych finansowych i surowcowych.

¹⁴² W kontekście badań, gdzie hipoteza badawcza nie dotyczy istnienia punktu zmiany strukturalnej w konkretnym punkcie, ale porównania dynamiki długookresowej różnych szeregów czasowych, ewentualne i relatywnie niewielkie różnice nie powinny znacząco przekładać się na określenie punktów zmiany strukturalnej metodą Bai-Perrona. Tym niemniej, wstępne nieoczyszczenie badanego szeregu czasowego mogłoby utrudnić wykrycie wspólnych cech dynamicznych w szeregach czasowych, realizacja których nie musi podlegać jednakowym zniekształceniom w czasie.

Zastosowana procedura łączy podejście systemowe, analizę w dziedzinie częstotliwości (filtry pasmowe) oraz modelowanie wariancji warunkowej). Uwzględnienie wielokrotnych zmian strukturalnych pozwala odróżnić integrację trwałą od integracji warunkowej, zależnej od reżimu gospodarczego. Całość badania spełnia kryteria rygoru metodycznego właściwe dla nauk ekonomicznych: opiera się na jasno określonych przesłankach teoretycznych, stosuje komplementarne metody empiryczne, zachowuje zasadę parsymonii oraz zapewnia replikowalność wyników. Duża liczebność próby oraz kontrola minimalnej długości segmentów wzmacniają wiarygodność estymacji i wnioskowania statystycznego.

5.3 Wyniki empiryczne i ich interpretacja

Wyniki testu Bai-Perrona zaprezentowano w Aneksie 7. Dla każdego analizowanego szeregu czasowego wybrano na ich podstawie po trzy punkty, które przedstawiono w Tabeli 14. Wybór zmiennych objaśniających¹⁴³ pozwolił uzyskać wyniki regresji, stanowiące punkt wyjścia do punktów zmiany strukturalnej dla jednolitej analizy badanych rynków. Wykorzystując analizę techniczną można ustalić, że:

- zbieżność punktów zmian strukturalnych drugiego i trzeciego dla kukurydzy i pszenicy na giełdzie Euronext, oraz
- trzeciego dla pszenicy i cukru na ICE,

wskazują na silny wpływ warunków handlowych panujących na danej giełdzie w kontekście działania rynków finansowych. Ponadto, pokrywanie się pierwszej zmiany dla kukurydzy z pierwszą zmianą dla pszenicy notowanej na giełdzie ICE Londyn, a także niewielka odległość od drugiej zmiany dla cukru, sugeruje znaczący wpływ różnic w dynamice rynku amerykańskiego z jednej i europejskiego (przed Brexitem) z drugiej strony. Większa niż dla towarów z ICE, spójność wyników dla towarów notowanych na Euronext może wynikać zarówno z charakterystyki rynku w mniejszym stopniu zintegrowanego z rynkami amerykańskimi, jak i z klasyfikacji obu towarów z giełdy Euronext jako zboża, co nie ma miejsca w przypadku ICE.

W celu wspólnej analizy przyjęto segmenty:

1. od początku okresu obserwacji do pierwszej zmiany strukturalnej dla cukru w 2011 r. (obserwacja nr 512), $t=512$
2. od pierwszej zmiany strukturalnej dla cukru do zmiany dla pszenicy i kukurydzy w 2014 r. (obserwacja nr 1253), $t=741$;

¹⁴³ Wykorzystano w tym charakterze przeliczone na EUR ceny: ziarna rzepakowego (notowania na CME), pszenicy (CME), i cukru surowego (nr 11, ICE–Nowy Jork).

3. od zmiany dla pszenicy i kukurydzy w 2014 r. (obserwacja nr 1253) do zmiany na rynkach Euronext w 2020 r. (obserwacja nr 2861 dla pszenicy), $t=1608$;
4. od zmiany na rynkach Euronext w 2020 r. (obserwacja nr 2861 dla pszenicy) do zmiany na rynkach Euronext w 2022 r. (obserwacja nr 3252 dla pszenicy), $t=391$; oraz
5. od zmiany na rynkach Euronext w 2022 r. (obserwacja nr 3252 dla pszenicy) do końca okresu obserwacji, $t=661$.

Tabela 14: Punkty zmian strukturalnych na badanych rynkach

Numery obserwacji są zgodne z liczbami porządkowymi obserwacji w zbiorze danych; daty pochodzą z programu Gretl

Towar	Początek okresu	Zmiana 1. (obserwacja)	Zmiana 2. (obserwacja)	Zmiana 3. (obserwacja)	Koniec okresu
Pszenica (Euronext)	01.01.2010	09.07.2018 (2222)	18.12.2020 (2861)	20.06.2022 (3252)	31.12. 2024
Pszenica (ICE)	01.01.2010	21.10.2014 (1253)	25.07.2016 (1712)	13.04.2021 (2943)	31.12. 2024
Kukurydza (Euronext)	01.01.2010	21.10.2014 (1253)	21.12.2020 (2862)	21.06.2022 (3253)	31.12. 2024
Cukier (ICE)	01.01.2010	19.12.2011 (512)	28.10.2014 (1258)	14.04.2021 (2944)	31.12. 2024

Źródło: opracowanie własne.

Taka segmentacja okresu obserwacji pozwoliła na stosunkowo równomierne, wykorzystując metodę podziału na podstawie wyników testu Bai–Perrona, rozproszenie punktów zmian strukturalnych. W zamierzeniu powinno to umożliwić triangulację wyników w celu uzyskania obiektywnych wniosków. Preferencja dla rynków Euronext jest możliwa do uzasadnienia ich większym rozmiarem, niż badanych rynków ICE, oraz silniejszym oddziaływaniem na rynki Europy kontynentalnej, choć nie była początkową intencją. Z drugiej strony, wśród objaśniających zmiennych finansowych, indeksy giełdowe rynków europejskich, po odrzuceniu ze względu na niejednoznaczność wyników potwierdzających I(1) EuroStoxx50 i DAX, reprezentuje jedynie CAC40, a jako drugi indeks europejski wybrano brytyjski FTSE100. Wykorzystanie indeksu brytyjskiego przy nieuznaniu zmian na rynku ICE za determinanty segmentacji okresu obserwacji stanowi element równoważenia przyjętej perspektywy względem przedmiotu badań.

Wyniki testów kointegracji Johansena zamieszczono w Aneksie 8. W badanym okresie układ szeregów czasowych stawał się bardziej zintegrowany, z wyraźnym spadkiem liczby długoterminowych relacji kointegracyjnych i osłabieniem wpływów poszczególnych zmiennych. Współzależności te stawały się bardziej jednolite, co może sugerować, że różne zmienne wpływały na siebie w sposób coraz mniej zróżnicowany. Zatem, w miarę jak system przechodził w stan bardziej zrównoważony, dynamika interakcji pomiędzy zmiennymi malała. Wskazuje to na kształtowanie się coraz bardziej stabilnej struktury współzależności. Proces ten można interpretować jako integrację szeregów czasowych. Zmienne w ramach układu stają się coraz bardziej zharmonizowane i synchronizowane w swoim zachowaniu.

Wyniki testu Johansena przeprowadzonego na danych z okresu od 2010 do końca 2024 r. wskazują na znaczną zmienność liczby relacji kointegracyjnych. Odzwierciedla to ewolucję współzależności długoterminowych między zmiennymi w systemie. W ciągu analizowanych podokresów liczba istotnych relacji kointegracyjnych systematycznie malała¹⁴⁴, co świadczy o ewolucji struktury współzależności między zmiennymi. Najwięcej relacji kointegracyjnych zaobserwowano w pierwszym okresie (2010–2011), podczas gdy w ostatnich latach (2020–2024) system wykazywał większą stabilność, lecz z mniejszą liczbą istotnych relacji kointegracyjnych.

- W segmencie 2010–2011 ($T = 507$) test *Trace*, pozwalający określić liczbę długookresowych relacji równowagi – tj. wektorów kointegrujących – między zmiennymi niestacjonarnymi, ujawnił istotność pierwszej relacji kointegracyjnej ($p < 0,05$) oraz drugiego rzędu kointegracji ($p = 0,0005$), natomiast trzecia relacja wykazywała bliską istotność statystyczną ($p = 0,0926$). Dynamika kointegracji była silna, a obecność wielu istotnych relacji sugerowała istnienie kilku długoterminowych współzależności.
- Segment 2011–2014 ($T = 741$) charakteryzował się nadal silną dynamiką kointegracji. Test *Trace* wskazał na co najmniej dwie istotne relacje kointegracyjne

¹⁴⁴ Interpretacja wyników testów kointegracji nie ogranicza się wyłącznie do określenia liczby wektorów kointegrujących. Konieczna analiza dotyczy również parametrów długookresowych relacji kointegracyjnych β , parametrów dostosowawczych α opisujących mechanizm korekty odchyłeń od równowagi, a także stabilności uzyskanych zależności w czasie. Istotne znaczenie mają ponadto poprawność specyfikacji modelu, dobór długości opóźnień, obecność składników deterministycznych, tj. wartości stałej i trendu, oraz diagnostyka reszt modelu, obejmująca m.in. testy autokorelacji, heteroskedastyczności i normalności rozkładu. Zgodnie z ujęciem Jamesa Hamiltona oraz Waltera Endersa, poprawna interpretacja relacji kointegracyjnych wymaga równoczesnej oceny własności statystycznych modelu i zgodności uzyskanych zależności z teorią ekonomii.

($p < 0.05$), a test maksymalnej wartości własnej ($L_{\max}$) potwierdził obecność co najmniej dwóch takich relacji ($p < 0.05$). W porównaniu do poprzedniego segmentu, liczba istotnych relacji nie uległa znaczącej zmianie, jednak zauważono osłabienie relacji kointegracyjnych na poziomie trzeciego rzędu ($p = 0.0932$).

- W segmencie 2014–2020 ($T = 1608$) liczba istotnych relacji kointegracyjnych wyraźnie spadła. Test *Trace* wykazał jedynie dwie istotne relacje kointegracyjne ($p < 0.05$), a trzecia relacja stała się marginalna ($p = 0.1952$), wskazując na znaczące osłabienie współzależności. P-value testu $L_{\max}$ dla rangi 3 ($p = 0.1952$) potwierdziło brak istotności tej relacji w długim okresie.
- Segment 2020–2024 ($T = 661$) wskazuje na stabilizację liczby relacji kointegracyjnych. Test *Trace* potwierdził co najmniej dwie istotne relacje kointegracyjne ($p < 0.05$), a test $L_{\max}$ również wskazał na istotność do drugiego rzędu. Trzecia relacja kointegracyjna stała się marginalna ($p = 0.0169$), co sugeruje stopniowe wygaszanie kointegracji na wyższych rzędach.

Analiza wektorów kointegracyjnych (β) pozwala ocenić strukturę długoterminowych zależności między zmiennymi w systemie. Wyniki testu wskazują na różnice w sile interakcji w analizowanych segmentach. W segmencie 2010–2011 wektory kointegracyjne wskazywały na silne powiązania między zmiennymi, szczególnie pomiędzy trendem dla cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczonym za pomocą filtru HP i trendem dla cen rozliczeniowych kukurydzy wyznaczonym za pomocą filtru HP oraz trendem dla cen rozliczeniowych cukru wyznaczonym za pomocą filtru HP. Interakcje były zróżnicowane, co sugerowało obecność kilku silnych współzależności długoterminowych. W szczególności, wartość β dla trendu cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczonego za pomocą filtru HP wyniosła 3.9254 w pierwszym wektorze, co sugeruje dominujący wpływ tej zmiennej na pozostałe. W segmencie 2011–2014 wektory β wskazały na osłabienie interakcji długoterminowych, zwłaszcza pomiędzy trendem dla cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczonym za pomocą filtru HP a trendem dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonym za pomocą filtru HP. Zmienne stały się bardziej skorelowane z trendem dla cen rozliczeniowych cukru wyznaczonym za pomocą filtru HP. Na przykład, β dla trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonym za pomocą filtru HP wyniosło -9.7402, co wskazywało na silny wpływ tej zmiennej na inne w systemie. W segmencie 2014–2020 wektory β wskazywały na słabsze zależności w porównaniu do wcześniejszych segmentów.

Spadek wartości β sugerował mniejszy wpływ zmiennych na siebie. Przykładem tego jest wartość β dla trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonym za pomocą filtru HP, która spadła do -10.415, co może wskazywać na osłabienie wpływu tej zmiennej na inne w długim okresie. W segmencie 2020–2024 interakcje długoterminowe były nadal istotne, ale o mniejszej sile niż w poprzednich latach. Wartość β dla trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonym za pomocą filtru HP wyniosła -0.73429, co wskazywało na mniejszą siłę interakcji w porównaniu do wcześniejszych lat. System stał się mniej zróżnicowany, a współzależności długoterminowe bardziej stabilne, lecz osłabione.

W latach 2010–2011 zmienne w systemie wykazywały silne i zróżnicowane interakcje długoterminowe, z wyraźnym wpływem trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczonego za pomocą filtru HP oraz trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonego za pomocą filtru HP. W późniejszych latach (2011–2024) nastąpiło stopniowe osłabienie tych interakcji, co może wskazywać na większą stabilność systemu, ale także na mniejszą dynamikę między zmiennymi. Wektory korekty błędów (α) odzwierciedlają szybkość, z jaką system powraca do równowagi po zakłóceniach, wskazując na dynamikę dostosowań w systemie kointegracyjnym. Wyniki testu Johansena wykazały znaczną różnicę w dynamice korekty błędów między poszczególnymi segmentami. W segmencie 2010–2011 korekta błędów była szybka, zwłaszcza w przypadku zmiennej reprezentującej trend dla cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczony za pomocą filtru HP (-7.7254e-007), co wskazywało na wysoką elastyczność systemu w odpowiedzi na szoki.

W segmencie 2011–2014 korekta błędów stała się wolniejsza (np. dla trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonego za pomocą filtru HP: 4.9876e-008), co sugerowało pewną stagnację w dynamice dostosowań. W segmencie 2014–2020 korekta błędów była jeszcze wolniejsza, szczególnie dla zmiennych takich jak trend dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczony za pomocą filtru HP (1.5979e-006), co wskazywało na zmniejszoną dynamikę systemu i wolniejsze dostosowanie się do długoterminowej równowagi. W segmencie 2020–2024, korekta błędów stała się marginalnie szybsza w przypadku trendu dla cen rozliczeniowych cukru wyznaczonego za pomocą filtru HP (5.7262e-007), ale ogólnie system wykazywał wolniejsze reakcje na szoki w porównaniu do wcześniejszych segmentów. Z biegiem lat system stawał się coraz mniej wrażliwy na krótkoterminowe zakłócenia.

Wzrost wartości wektorów korekty błędów sugerował, że system stawał się bardziej stabilny, ale jego reakcje na zmiany stawały się mniej dynamiczne.

Macierz długoterminowa ($\alpha * \beta'$) opisuje współzależności między zmiennymi w systemie kointegracyjnym w długim okresie. Analiza wyników testu Johansena wykazała zmiany w tych współzależnościach. W segmencie 2010–2011 macierz długoterminowa wskazywała na silne interakcje między zmiennymi, szczególnie między trendem dla cen rozliczeniowych pszenicy konsumpcyjnej wyznaczonym za pomocą filtru HP i trendem dla cen rozliczeniowych cukru wyznaczonym za pomocą filtru HP (wartości macierzy długoterminowej rzędu 3.0110e-006). Takie interakcje sugerowały silne powiązania w długim okresie. W segmencie 2011–2014 macierz długoterminowa wskazywała na stabilizację współzależności między zmiennymi, jednak ich wpływ na siebie był mniejszy. Interakcje nadal istniały, ale były słabsze, zwłaszcza w przypadku zmiennej trendu dla cen rozliczeniowych pszenicy paszowej wyznaczonego za pomocą filtru HP. W segmencie 2014–2020 wartości macierzy długoterminowej wskazały na dalsze osłabienie siły powiązań między zmiennymi. W segmencie 2020–2024 odnotowano wzrost znaczenia trendu dla cen rozliczeniowych cukru w długoterminowej dynamice systemu, jednak ogólne osłabienie siły współzależności w porównaniu do wcześniejszych lat pozostało widoczne. Macierz długoterminowa wykazała, że w pierwszych latach (2010–2011) system był bardziej dynamiczny, z silnymi interakcjami między zmiennymi. Z biegiem czasu interakcje te osłabiały się, a system stawał się bardziej stabilny, choć mniej podatny na zmiany w krótkim okresie. W analizowanych segmentach, system kointegracyjny wykazywał zmiany w dynamice współzależności między zmiennymi. W latach 2010–2011 dominowały silne i zróżnicowane relacje kointegracyjne, z wyraźną dynamiką dostosowań. W późniejszych segmentach (2011–2024) nastąpiło stopniowe osłabienie tych relacji, co wskazuje na większą stabilność systemu, ale także na spadek jego dynamiki.

Następnie zmienne objaśniane i finansowe zostały poddane filtracji Baxtera–Kinga, co pozwoliło na wyodrębnienie cyklicznych komponentów, eliminując wpływ długoterminowych trendów. Analiza objęła dynamiczne współzależności między komponentami cyklicznymi surowców rolnych: pszenicy konsumpcyjnej, pszenicy paszowej, cukru surowego oraz kukurydzy, a rynkami walutowymi (USD, CHF) oraz wybranymi indeksami giełdowymi (FTSE100, CAC40, FTSE Global All Cap ex US Index, SP500, Shanghai Composite). Współczynniki korelacji obliczono dla

komponentów cyklicznych wyodrębnionych filtrem Baxtera–Kinga, co oznacza, że interpretowane zależności dotyczą średniookresowych wahań koniunkturalnych. Segmentacja próby na pięć podokresów pozwala uchwycić zmiany strukturalne w czasie, w tym potencjalne efekty finansyzacji, globalnych szoków makroekonomicznych oraz zaburzeń podażowych.

W pierwszym segmencie (2010–2011) obserwuje się relatywnie najwyższy poziom dodatnich korelacji między surowcami a rynkami kapitałowymi w całej badanej próbie. Dotyczy to szczególnie cukru surowego, którego korelacje z indeksami europejskimi i amerykańskimi przekraczały 0,20, a także kukurydzy (EMA), dla której współczynniki względem indeksów głównych oscylowały w przedziale 0,19–0,23. Pszenica paszowa również wykazywała umiarkowaną dodatnią współzależność z rynkami akcji (około 0,18–0,25). Pszenica konsumpcyjna cechowała się słabszą, lecz wciąż dodatnią korelacją z indeksami. W tym okresie można mówić o relatywnie wysokim stopniu synchronizacji cyklicznej między rynkami rolnymi a finansowymi. Zjawisko to wpisuje się w literaturę dotyczącą finansyzacji rynków towarowych po globalnym kryzysie finansowym, kiedy to przepływy kapitałowe do funduszy indeksowych i instrumentów powiązanych z surowcami zwiększały ich korelację z aktywami finansowymi.

Drugi segment (2011–2014) przynosi wyraźne osłabienie tych zależności. W przypadku pszenicy paszowej i kukurydzy, korelacje z indeksami spadają do poziomów bliskich zeru. SUG, który wcześniej był najbardziej zintegrowany finansowo, również doświadcza istotnego spadku współczynników korelacji. Korelacja cen pszenicy konsumpcyjnej przyjmuje w niektórych relacjach wartości ujemne lub statystycznie nieistotne. Oznacza to zmniejszenie synchronizacji cyklicznej między rynkami rolnymi a rynkami kapitałowymi. Zjawisko to może być interpretowane jako początek procesu definansyzacji, czyli ograniczenia wpływu czynników finansowych na zmienność cen surowców rolnych. W tym okresie większą rolę mogły odgrywać czynniki fundamentalne, niż globalne nastroje inwestycyjne.

Trzeci segment (2014–2020) utrwała obraz niskiej integracji finansowej. Korelacje między surowcami a indeksami pozostają słabe, często bliskie zeru. W przypadku niektórych par (np. relacje z USD) pojawiają się wartości ujemne, szczególnie dla korelacji cen pszenicy konsumpcyjnej i kukurydzy. Oznacza to, że wahania cykliczne cen zbóż i rynków akcji przestają być zsynchronizowane, a momentami nawet poruszają się w przeciwnych kierunkach. Z perspektywy teorii

portfelowej sugeruje to wzrost potencjału dywersyfikacyjnego surowców rolnych względem aktywów finansowych. Warto podkreślić, że okres ten obejmuje zarówno fazę względną stabilizacji globalnej gospodarki, jak i pierwsze lata nasilających się napięć handlowych (np. USA–Chiny), co mogło zwiększać znaczenie czynników sektorowych kosztem globalnego cyklu finansowego.

Czwarty segment (2020–2022), obejmujący okres pandemii COVID-19 oraz początek kryzysu energetyczno-żywnościowego, przynosi istotne, lecz przejściowe zaburzenia struktury korelacji. W przypadku pszenicy konsumpcyjnej obserwuje się wyraźne ujemne korelacje z USD oraz indeksami giełdowymi, silniejsze niż w poprzednich segmentach. Ceny pszenicy paszowej i kukurydzy również wykazują tendencję do ujemnych lub bardzo niskich korelacji z rynkami akcji. Oznacza to fazę wyraźnego rozdzielenia (ang. *decoupling*) rynków rolnych od finansowych. W warunkach pandemii oraz zakłóceń łańcuchów dostaw ceny zbóż reagowały głównie na czynniki podażowe i logistyczne, a nie na sentyment inwestorów giełdowych. Jednocześnie silne wahania kursów walut i programy stymulacyjne banków centralnych mogły zaburzać tradycyjne mechanizmy transmisji między rynkami.

W piątym segmencie (2022–2024), obejmującym okres postpandemiczny, korelacje pozostają na niskich poziomach i nie powracają do wartości obserwowanych na początku dekad. W przypadku cen pszenicy paszowej i kukurydzy, współczynniki względem indeksów są bliskie zeru. Ceny cukru odnotowują niewielkie dodatnie odbicie, lecz nie osiąga wcześniejszych poziomów integracji. Ceny pszenicy konsumpcyjnej również wykazują korelacje niskie i niestabilne. Oznacza to, że mimo globalnego charakteru szoku podażowego, nie doszło do trwałej reintegracji cyklicznej z rynkami kapitałowymi. Rynki rolne pozostają w dużej mierze determinowane przez czynniki specyficzne dla sektora.

Analizując zmienność komponentów cyklicznych z rynkiem walutowym, szczególnie z dolarem amerykańskim (USD), można zauważyć brak jednolitego trendu wzrostowego korelacji. W pierwszym segmencie zależności były umiarkowanie dodatnie, co mogło odzwierciedlać wspólną reakcję na globalny cykl płynności. W segmentach kolejnych korelacje słabną, a w niektórych okresach (szczególnie 2014–2022) przyjmują wartości ujemne. Wskazuje to na okresowe odwrócenie tradycyjnej relacji między cenami surowców a dolarem. Frank szwajcarski (CHF) przez cały okres wykazuje bardzo niskie współczynniki korelacji z surowcami rolnymi, co

sugeruje marginalne znaczenie tego kursu walutowego dla cyklicznych wahań analizowanych cen.

Z przekrojowego punktu widzenia można stwierdzić, że najwyższy poziom integracji finansowej rynków rolnych występował na początku badanej dekady. Następnie obserwujemy systematyczne osłabienie współzależności, które utrzymuje się do końca próby. W żadnym z późniejszych segmentów nie następuje trwały powrót do poziomów korelacji z lat 2010–2011. Oznacza to, że ewentualny epizod finansyzacji miał charakter przejściowy. Z ekonomicznego punktu widzenia sugeruje to, że czynniki fundamentalne odzyskały dominującą rolę w kształtowaniu średniookresowych wahań cen surowców rolnych.

Różnice między poszczególnymi surowcami są jednak istotne. Cukier surowy wykazuje najbardziej wyraźny trend malejący, co wskazuje na początkowo silniejszą integrację finansową, która z czasem uległa wygaszeniu. Kukurydza również doświadcza trwałego spadku korelacji z rynkami akcji. Pszenica paszowa charakteryzuje się stopniowym obniżaniem współczynników w czasie. Pszenica konsumpcyjna wykazuje większą niestabilność i epizodyczne zmiany znaku, lecz bez trwałej tendencji wzrostowej. Wspólnym mianownikiem jest brak dowodów na narastającą synchronizację cykliczną z rynkami finansowymi w okresie 2010–2024.

Podsumowując, analiza korelacji komponentów cyklicznych wskazuje na proces stopniowej dezintegracji rynków rolnych od rynków kapitałowych po 2011 r. Początkowy okres umiarkowanej finansyzacji ustępuje miejsca dominacji czynników sektorowych. Epizody szoków globalnych – pandemia COVID-19 oraz kryzys żywnościowy i energetyczny – nie prowadzą do trwałego zwiększenia korelacji, lecz raczej do przejściowego rozdzielenia dynamiki cen. W rezultacie w latach 2022–2024 rynki zbóż i cukru wykazują niską, często statystycznie nieistotną współzależność z głównymi indeksami giełdowymi i kursami walutowymi. Z perspektywy teorii integracji rynków oznacza to osłabienie mechanizmów transmisji finansowej oraz wzrost autonomii cen surowców rolnych w badanym okresie.

5.4 Krytyczna ocena i ograniczenia metody przyjętej w badaniu

Podstawowym ograniczeniem badania jest wykorzystanie danych dziennych, jako podstawy analiz. Choć taka częstotliwość pozwala uchwycić podstawowe zmiany cen i krótkookresowe fluktuacje, dane te wiążą się z istotnymi ograniczeniami w kontekście badania harmonizacji rynków. Przede wszystkim, nie umożliwiają one

analizy zjawisk na poziomie odpowiadającym generowaniu danych przez operatorów platform transakcyjnych lub dostawców informacji gospodarczych (ang. *business intelligence*). Dane dzienne zasadniczo maskują mikrostrukturalne efekty rynkowe, takie jak wąskie okienka płynności, asymetrie spreadów pomiędzy ofertami kupna i sprzedaży, czy natychmiastowe reakcje uczestników rynku portfelowego. Dane wysokoczęstotliwościowe pozwoliłyby zidentyfikować czas i skalę zjawisk endogenicznych takich jak *flash crash*¹⁴⁵ albo natychmiastowe reakcje na informacje, podczas gdy na podstawie danych dziennych można jedynie wnioskować co do zajścia takich zjawisk. Niska częstotliwość danych wpływa też na interpretację komponentów cyklicznych i krótkookresowych. Metody filtracji pasmowej i testy współzmienności sezonowej pozwalają uchwycić ogólne wahania, ale drobne, krótkoterminowe odchylenia mogą zostać niewidoczne, co prowadzi do błędów w oszacowaniu parametrów synchronizacji cyklicznej i współwystępowania zmienności.

Dzienne notowania są także ograniczone kalendarzowo. Brak spójności między rynkami działającymi bez przerw, np. walutowymi, a giełdami oraz okazjonalne i niesynchronizowane dni wolne od pracy na poszczególnych giełdach powodują fragmentaryczność informacji oraz może prowadzić do zniekształceń w analizie krótkookresowej zmienności. Przy wykorzystaniu metod, które modelują współzmiennność zmienności w czasie, takich jak DCC-GARCH, brak pełnej ciągłości danych może skutkować niepełnym odzwierciedleniem dynamiki współzależności, zwłaszcza w okresach nagłych wahań cen.

Sama obserwacja współzmienności, podobnie jak nie stanowi dowodu przyczynowości, nie pozwala także jednoznacznie stwierdzić, że rynki są zharmonizowane. W tym kontekście istnieje kilka potencjalnych źródeł błędnej interpretacji wyników, które mogą wpływać na wnioski badawcze. Istotnym zagrożeniem jest przede wszystkim efekt współoddziaływania czynników zewnętrznych, które mogą generować pozorną synchronizację między rynkami, niezależnie od faktycznej harmonizacji szeregów czasowych cen. W przypadku reakcji na jednakowe czynniki fundamentalne, wysoka korelacja cen niekoniecznie oznacza harmonizację mechanizmów cenotwórczych między rynkami, lecz raczej wspólną odpowiedź na zewnętrzny impuls. Bez uwzględnienia tych czynników wynik analizy

¹⁴⁵ *Flash crash* to gwałtowny, nagły i krótkotrwały spadek ceny aktywów finansowych, który zazwyczaj następuje w ciągu minut lub nawet sekund, a następnie częściowo lub całkowicie się odwraca. Zjawisko to jest często związane z wykorzystaniem przez uczestników rynku technik handlu algorytmicznego i niską płynnością rynku w danym momencie.

współzależności może prowadzić do nadinterpretacji harmonizacji trendów lub synchronizacji cyklicznej. Istotnym źródłem potencjalnej błędnej interpretacji wyników jest wpływ rynków finansowych i inwestorów portfelowych. Część obserwowanej współzależności cenowej może wynikać z jednolitego zachowania inwestorów instytucjonalnych i spekulacyjnych. W praktyce wysoka współzależność może być więc efektem zwiększonego udziału kapitału finansowego w kształtowaniu cen, powodującego występowanie czynników nie wynikających bezpośrednio z integracji tych rynków.

Kolejnym czynnikiem utrudniającym interpretację wyników jest ryzyko błędów wynikających z metod filtracji i modelowania szeregów czasowych. Filtr Hodricka-Prescotta, filtry pasmowe czy modele GARCH, choć użyteczne, posiadają parametry subiektywne, które wpływają na wyodrębniane komponenty trendu, cykli czy zmienności. Wybór parametru λ w filtrze HP determinuje stopień wygładzenia trendu; zbyt niski parametr może pozostawić zbyt wiele krótkookresowych wahań w komponencie trendowym, natomiast zbyt wysoki parametr może „wygładzić” istotne zmiany cen, które w rzeczywistości są znaczącym elementem synchronizacji. Podobnie w przypadku filtrów pasmowych zakres częstotliwości wyodrębnionych jako cykl może znacząco wpływać na ocenę synchronizacji cyklicznej. W modelach DCC-GARCH błędna specyfikacja modelu lub niewłaściwe założenia dotyczące dystrybucji reszt mogą prowadzić do zawyżenia lub zaniżenia estymowanej współzależności zmienności między rynkami. W efekcie obserwowana wysoka współzależność może być częściowo artefaktem metodycznym, a nie rzeczywistą właściwością rynków.

Ważnym źródłem nieporozumień jest również nierozróżnianie współzależności stabilnej od przejściowej. W badaniu przyjęto uśrednioną analizę współzależności w całym okresie próby, co nie pozwalało odróżnić okresów stabilnej harmonizacji od okresów krótkotrwałych, wysokich korelacji wynikających z kryzysów lub nagłych szoków globalnych. Bez dynamicznych modeli integracji istnieje ryzyko błędnego odczytania tymczasowych wzrostów współzależności jako trwałej harmonizacji rynków. W praktyce, okresy kryzysowe mogą znacząco podnieść współzależność zmienności, co może być interpretowane jako wzrost harmonizacji, podczas gdy w normalnych warunkach rynki pozostają w dużym stopniu niezależne. Dodatkowo, interpretacja współzależności cenowych może być myląca w przypadku nierównych reakcji rynków na różne typy szoków. Na przykład rynki rolnicze mogą reagować silniej na negatywne szoki podażowe, takie jak susze czy powodzie, niż na pozytywne

czynniki wzrostu podaży. W przypadku gdy analiza nie uwzględnia asymetrii cykli, współzależność może być zawyżona w okresach negatywnych szoków i zaniżona w okresach pozytywnych zmian, co prowadzi do mylnych wniosków o spójności zachowań rynków.

Również potencjalnym źródłem błędu jest wstępna agregacja zmiennych objaśniających. Chociaż grupowanie pozwala kontrolować redundancję i ułatwia interpretację wyników, może jednocześnie maskować lokalne różnice między poszczególnymi instrumentami w obrębie grupy. Wysoka współzmiennność w obrębie grupy może wynikać z dominacji jednego surowca, a nie ze spójności wszystkich rynków w grupie. W efekcie interpretacja współzależności na poziomie grup może prowadzić do generalizacji, która nie odzwierciedla pełnej dynamiki poszczególnych rynków.

Błędna interpretacja współzależności może także wynikać z niewłaściwego uwzględnienia kontekstu instytucjonalnego i regulacyjnego. Rynki rolne są podatne na zmiany regulacyjne i polityczne, które mogą powodować epizody pozornej synchronizacji cen niezwiązane z naturalnymi mechanizmami podaży i popytu. Interpretacja współzależności bez uwzględnienia tego kontekstu może prowadzić do przeszacowania skali rzeczywistej harmonizacji procesów cenotwórczych.

Pomimo wskazanych ograniczeń, badanie otwiera perspektywy dalszych analiz i rozszerzeń metodologicznych. Jednym z głównych kierunków jest wykorzystanie danych wysokoczęstotliwościowych. Tego rodzaju dane umożliwiłyby uchwycenie natychmiastowych reakcji rynków na informacje oraz dokładniejsze modelowanie krótkookresowej zmienności i jej transmisji między rynkami. Dane wysokiej częstotliwości pozwalają również na ocenę mikrostrukturalnych efektów płynności i asymetrii spreadów, które mogą wpływać na procesy harmonizacji. Kolejnym kierunkiem jest rozwinięcie analizy dynamicznej integracji rynków (ang. *time-varying integration*). Modele niewykorzystane w przeprowadzonych badaniach, takie jak BEKK-GARCH, wprowadzające macierzowe podejście do analizy zmienności, które pozwala modelować zmienność dla kilku zmiennych w tym samym czasie, lub modele adaptacyjne pozwalają badać zmienność współzależności w czasie, co umożliwia identyfikację okresów wzrostu i spadku harmonizacji oraz wpływu kryzysów finansowych i szoków globalnych na synchronizację rynków. Wprowadzenie zmienności korelacji w czasie zwiększa wierność interpretacji i pozwala rozróżnić stabilne i przejściowe współzależności. Analiza asymetrii cykli stanowi kolejny obszar

rozszerzenia badań. Modele EGARCH (GARCH wykładniczy, ang. *Exponential GARCH*) lub TGARCH (GARCH z progiem, ang. *Threshold GARCH*) umożliwiają uchwycenie nierównomiernych reakcji rynków na szoki pozytywne i negatywne, co jest istotne zwłaszcza w kontekście ekstremalnych wahań cen surowców i ich wpływu na rynek finansowy. Uwzględnienie asymetrii pozwala lepiej zrozumieć mechanizmy ryzyka i transmisji szoków między rynkami.

5.5 Wyniki i ich interpretacja

Analiza współzależności między cenami kontraktów *futures* na surowce rolne a zmiennymi rynków finansowych w latach 2010–2024 prowadzi do wniosku pozornie paradoksalnego: w badanym okresie postępuje integracja długookresowa rynków, w sensie kointegracji badanych zmiennych, lecz nie następuje ich harmonizacja dynamiczna. Ceny wykazują coraz silniejsze powiązania w wymiarze równowagi długookresowej, natomiast ich komponenty cykliczne, w badaniu wyodrębnione filtrem Baxtera–Kinga, nie wykazują trwałej tendencji do rosnącej korelacji z rynkami walutowymi i giełdowymi. Zestawienie wyników testu Johansena dla kolejnych segmentów próby z analizą korelacji komponentów cyklicznych pozwala uchwycić złożoną dynamikę procesu integracji finansowej rynków towarowych, wpisującą się w debatę nad finansyzacji rynków surowcowych.

Punktem wyjścia dla interpretacji uzyskanych wyników jest literatura dotycząca finansyzacji rynków towarowych, która od początku XXI wieku akcentuje rosnącą rolę inwestorów finansowych w kształtowaniu cen surowców. W klasycznym ujęciu zaproponowanym przez Gortona i Rouwenhorsta (2006) surowce stały się odrębną klasą aktywów w portfelach inwestorów instytucjonalnych, oferując korzyści dywersyfikacyjne oraz zabezpieczenie przed inflacją. Z kolei Hamilton i Wu (2014) wskazują, że rosnąca obecność inwestorów indeksowych zmieniła strukturę popytu na kontrakty terminowe, prowadząc do większej synchronizacji cen surowców z globalnymi czynnikami makroekonomicznymi. W podobnym duchu, Singleton (2014) argumentuje, że napływ kapitału finansowego wpływał na poziom i zmienność cen kontraktów na ropę naftową, a mechanizm ten może być analogiczny w przypadku surowców rolnych.

W kontekście rynków rolnych finansyzacja jest często interpretowana jako proces stopniowego włączania kontraktów *futures* na produkty rolne w globalny system finansowy, w którym dominują strategie portfelowe, handel algorytmiczny i transakcje

wysokiej częstotliwości. Postęp technologiczny: elektronizacja obrotu, automatyzacja systemów kojarzenia zleceń oraz skrócenie cyklu rozliczeniowego powinien zwiększać płynność rynku i obniżać koszty transakcyjne, co sprzyjałoby napływowi podmiotów sektora finansowego.

Wyniki testów kointegracji Johansena wskazują, że w kolejnych podokresach próby 2010–2024 rośnie siła statystycznie istotnych relacji długookresowych między cenami *futures* na surowce rolne a indeksami giełdowymi oraz kursami walutowymi. Oznacza to, że zmienne te wykazują wspólne trendy stochastyczne, co można interpretować jako przejaw integracji strukturalnej. W tym sensie, obserwowany wzrost liczby relacji kointegracyjnych wpisuje się w argumentację, którą przedstawili Tang i Xiong (2012). Wykazali, że napływ kapitału indeksowego prowadzi do wzrostu współzmienności cen różnych surowców poprzez mechanizm wspólnego czynnika finansowego.

Jednocześnie brak wyraźnej tendencji wzrostowej w korelacji komponentów cyklicznych wyodrębnionych filtrem Baxtera–Kinga sugeruje, że integracja ta ma charakter przede wszystkim długookresowy, a nie krótkookresowy. O ile trendy cenowe podlegają wspólnym impulsom makroekonomicznym, to wahania o charakterze cyklicznym pozostają w znacznym stopniu zdeterminowane przez czynniki specyficzne dla poszczególnych rynków rolnych, takie jak warunki pogodowe, szoki podażowe, zmiany w polityce handlowej czy lokalne struktury magazynowe. W rezultacie dynamiczna synchronizacja krótkookresowych fluktuacji z rynkami walutowymi i giełdowymi jest ograniczona.

Dualny obraz integracji, polegający na rosnąca kointegracji przy względnej stabilności korelacji cyklicznych, można interpretować jako przejaw powierzchownego charakteru przemian rynków towarów rolnych. Rynki te zostają włączone w globalny system finansowy na poziomie długookresowych determinant cen, lecz zachowują autonomię w krótkim okresie i grupują inny rodzaj uczestników. Finansyzacja nie musi jednak oznaczać pełnej homogenizacji dynamiki cen, lecz może ograniczać się do wzrostu znaczenia wspólnych czynników finansowych w kształtowaniu trendów.

Wyniki badań mają również implikacje metodyczne. Analiza wyłącznie korelacji krótkookresowych mogłaby prowadzić do wniosku o ograniczonej integracji rynków, podczas gdy testy kointegracji ujawniają istnienie stabilnych relacji równowagi długookresowej. Zastosowanie podejścia wielowymiarowego, łączącego test Johansena z dekompozycją cykliczną, pozwala uniknąć uproszczonych interpretacji. Co więcej,

rosnąca liczba relacji kointegracyjnych w późniejszych segmentach próby może wskazywać na efekt fal przyspieszania finansyzacji rynków towarowych w okresach niepewności i spowalniania podczas okresów większej stabilności makroekonomicznej i geopolitycznej.

Analiza empiryczna dla lat 2010–2024 wskazuje na postępującą integrację strukturalną rynków *futures* na surowce rolne z rynkami finansowymi, przejawiającą się w rosnącej sile relacji kointegracyjnych. Jednocześnie brak trwałej synchronizacji komponentów cyklicznych sugeruje, że finansyzacja nie prowadzi do pełnej harmonizacji dynamiki cen. Rynki rolne pozostają hybrydowe: zakotwiczone w globalnych trendach finansowych, lecz nadal podatne na specyficzne, sektorowe źródła zmienności. Taki obraz jest spójny z dominującym w literaturze poglądem, że finansyzacja zmienia architekturę powiązań między rynkami, lecz nie eliminuje fundamentalnych determinant charakterystycznych dla poszczególnych klas aktywów.

Wyniki testu Johansena, przeprowadzonego osobno dla kolejnych segmentów próby (2010–2024), wskazują na zwiększającą się liczbę wektorów kointegrujących w późniejszych okresach. Oznacza to, że ceny kontraktów *futures* na surowce rolne oraz wybrane zmienne finansowe wykazują coraz więcej wspólnych trendów stochastycznych. Mechanizm ten można wiązać z rozwojem globalnych przepływów kapitałowych, rosnącą rolą inwestorów instytucjonalnych oraz większą obecnością surowców w strategiach alokacji aktywów. Nawet jeśli krótkookresowe wahania cen nie są zsynchronizowane, długookresowa trajektoria cen wydaje się podlegać wspólnym determinantom – takim jak globalna płynność, cykl koniunkturalny czy zmiany w polityce pieniężnej głównych banków centralnych.

Jednocześnie analiza korelacji komponentów cyklicznych nie potwierdza hipotezy o rosnącej harmonizacji krótkookresowych fluktuacji. W pierwszym segmencie próby (2010–2011) obserwowano umiarkowanie dodatnie korelacje między surowcami a indeksami giełdowymi. Dotyczyło to zwłaszcza cukru i kukurydzy, których cykliczne wahania były relatywnie silnie zsynchronizowane z rynkami akcji. Okres ten można interpretować jako końcową fazę boomu towarowego, kiedy zainteresowanie inwestorów finansowych rynkami surowcowymi było wysokie. Towarzyszyła temu silna obecność funduszy indeksowych i strategii inwestycyjnych skupionych na indeksach rynków towarowych (ang. *commodity-index investing*), co sprzyjało wzrostowi współzależności.

Po 2014 r., wraz z wygaśnięciem boomu surowcowego i spadkiem cen wielu towarów, nastąpiło wyraźne obniżenie korelacji cyklicznych. W segmentach obejmujących lata 2014–2020 współczynniki korelacji między komponentami cyklicznymi cen zbóż i indeksów giełdowych były niskie, często bliskie zeru. W niektórych relacjach pojawiały się wartości ujemne, zwłaszcza w powiązaniu z dolarem amerykańskim. Oznacza to, że mimo rosnącej integracji długookresowej nie dochodziło do synchronizacji krótkookresowych wahań. Rynki rolne w większym stopniu reagowały na czynniki fundamentalne – warunki pogodowe, wielkość zbiorów, politykę handlową – niż na sentyment inwestorów giełdowych.

Spadek zainteresowania rynkami towarowymi po 2014 r. znajduje potwierdzenie w danych dotyczących przepływów kapitałowych i aktywów pod zarządzaniem w funduszach surowcowych. Wyczerpanie się impulsu popytowego ze strony gospodarek wschodzących oraz relatywna stabilizacja globalnego systemu finansowego ograniczyły atrakcyjność towarów jako klasy aktywów. W rezultacie finansyzacja rynków rolnych uległa osłabieniu, co odzwierciedla spadek korelacji komponentów cyklicznych.

Sytuacja uległa częściowej zmianie po 2020 r., kiedy pandemia COVID-19, a następnie napięcia geopolityczne doprowadziły do wzrostu zmienności na rynkach surowcowych. Wzrost niepewności, spadek zaufania do stabilności światowego systemu finansowego oraz obawy o bezpieczeństwo żywnościowe i energetyczne ponownie zwiększyły zainteresowanie inwestorów rynkami towarowymi. Jednak analiza korelacji cyklicznych wskazuje, że wzrost ten nie przełożył się na trwałą harmonizację z rynkami kapitałowymi. W segmentach obejmujących lata 2020–2024 korelacje pozostają niskie, a w niektórych przypadkach ujemne. Oznacza to, że choć surowce odzyskały znaczenie jako element strategii zabezpieczających przed inflacją i ryzykiem geopolitycznym, ich krótkookresowa dynamika nie została w pełni zsynchronizowana z rynkami akcji.

W przypadku surowców wykorzystywanych do produkcji bioetanolu, takie jak kukurydza czy pszenica paszowa. Mimo ich strategicznego znaczenia dla sektora energetycznego oraz powiązań z rynkiem paliw, nie przyciągnęły one trwale podmiotów sektora finansowego w analizowanym okresie. Korelacje cykliczne z indeksami giełdowymi po 2014 r. pozostają niskie, a epizody wzrostu zmienności nie prowadzą do trwałego wzrostu synchronizacji. Można to interpretować jako dowód na

ograniczoną skalę finansyzacji tych rynków oraz dominację czynników realnych nad finansowymi w kształtowaniu ich wahań.

Zestawienie wyników kointegracji i korelacji prowadzi do wniosku, że proces integracji ma charakter asymetryczny w wymiarze czasowym. Długookresowa integracja postępuje, co oznacza, że ceny surowców rolnych i zmienne finansowe podlegają wspólnym trendom i mechanizmom równowagi. Jednocześnie brak harmonizacji cyklicznej wskazuje, że krótkookresowe fluktuacje pozostają w dużej mierze autonomiczne. Z punktu widzenia teorii rynków zintegrowanych oznacza to współlistnienie wspólnego komponentu permanentnego oraz zróżnicowanych komponentów przejściowych.

Interpretacja ta jest spójna z obserwacjami dotyczącymi ewolucji infrastruktury transakcyjnej i kultury organizacyjnej rynków finansowych. Globalne sieci handlu elektronicznego i standaryzacja kontraktów sprzyjają długookresowej integracji cen. Jednocześnie rosnąca specjalizacja uczestników rynku, rozwój strategii ilościowych oraz segmentacja klas aktywów mogą ograniczać krótkookresową synchronizację. Inwestorzy traktują surowce rolne jako odrębną klasę aktywów, często wykorzystywaną do dywersyfikacji portfela, co redukuje ich bieżącą współzmienność z rynkami akcji.

Rozdział 6 Wpływ integracji rynków na ekonomikę produkcji bioetanolu I generacji

6.1 Przedstawienie i interpretacja hipotezy badawczej

Główną hipotezę badawczą sformułowano następująco: „Integracja rynków surowcowych i finansowych przyczyniła się do spadku ekonomicznej racjonalności działań w zakresie produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024”. Hipoteza ta dotyczy relacji pomiędzy procesem makrostrukturalnym, tj. integracją rynków surowcowych i finansowych, oraz kategorią normatywno-analityczną¹⁴⁶, jaką jest ekonomiczna racjonalność określonych działań w kontekście ich czasu i miejsca. Sprawdzeniu możliwości weryfikacji tej hipotezy służy analiza pojęciowa; kryteriami są (i) sensowność zdań empirycznych, (ii) ich rozstrzygalność, oraz (iii) zakres intersubiektywnej weryfikacji.

W nurcie nowej syntezy neoklasycznej, przedstawioną hipotezę można interpretować jako łączącą makroekonomiczną analizę działania rynków towarowych z mikroekonomicznymi podstawami racjonalności działań. Na etapie projektowania badań zdecydowano się jednak na przyjęcie perspektywy makroekonomicznej. Analizowane są zatem uwarunkowania systemowe, a niekoniecznie ich wpływ na konkretne działania podejmowane przez poszczególne podmioty gospodarcze.

Integracji rynków finansowych i towarowych nie traktuje się jako zjawiska zewnętrznego względem działań uczestników rynków, lecz endogeniczny skutek przemian kulturowych i instytucjonalnych. W tym sensie hipoteza nie przeciwstawia sektorowi finansowemu sfery rzeczywistej gospodarki. Bada się raczej, czy zmiana architektury rynków zmodyfikowała warunki inwestycji w produkcję bioetanolu I generacji, istotne dla oceny racjonalności ekonomicznej.

Struktura hipotezy przedstawia się następująco:

- (i) Niech zdanie elementarne *A* oznacza: „w badanym okresie nastąpiła integracja rynków surowców, istotnych z perspektywy produkcji bioetanolu pierwszej generacji

¹⁴⁶ *Kategoria normatywno-analityczna* jest pojęciem metodologicznym, stosowanym w opisie sformułowań pełniących jednocześnie funkcję deskryptywną, tj. analityczną, oraz normatywną. Nie są one czysto opisowe w sensie empiryzmu logicznego (Feigl, 1943), lecz nie redukują się także do sądów aksjologicznych. Sformułowanie *racjonalność ekonomiczna* można zoperacjonalizować i badać empirycznie, jednak jego znaczenie wynika z określonego szablonu *poprawnego działania*. Kategorie normatywno-analityczne są obecne pośrednio u Maxa Webera (rozdzielenie między *Sein* i *Sollen*, przy jednoczesnym użyciu *typów idealnych*; Weber i Topitsch, 1951), a explicite w pracach u Kazimierza Ajdukiewicza i Tadeusza Kotarbińskiego (Ajdukiewicz, 1958; Grabowski, 2003). W tym ujęciu wiele pojęć naukowych ma charakter mieszany, opisując fakty, ale uwzględniając reguły ich wartościowania.

w Europie, i finansowych”, a zdanie **B** oznacza: „ekonomiczna racjonalność działań w zakresie produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie spadła”. „Racjonalność” rozumie się tu w sensie instrumentalnym i alokacyjnym, jako „zgodność decyzji produkcyjnych z zakładanymi celami przy uwzględnieniu oczekiwanych relacji kosztów krańcowych, relatywnych poziomów cen oraz alternatywnych zastosowań zasobów”. Przy wykazaniu istnienia relacji przyczynowo-skutkowej, określonej jako „przyczyniła się”, lub przesłanek dla jej uznania, hipoteza przyjmuje postać implikacji materialnej¹⁴⁷. Teza badawcza brzmi zatem:

$$A \rightarrow B \quad [8]$$

zaś jest negowana implikacja:

$$\neg A \rightarrow B \quad [9]$$

W kategoriach rachunku zdań hipoteza ma więc strukturę zdania warunkowego, którego falsyfikacja następuje poprzez wykazanie koniunkcji $A \wedge \neg B$, natomiast potwierdzenie wymaga empirycznego uprawdopodobnienia koniunkcji $A \wedge B$.

(ii) Zgodnie z rozróżnieniem Ajdukiewicza między znaczeniem a zakresem stosowalności pojęć (Cekiera, 2025), kluczowe jest tu operacyjne doprecyzowanie możliwości oceny zarówno A , jak i B . Integracja rynków jest zjawiskiem złożonym, którego ocenie posłużyły hipotezy pomocnicze o charakterze ilościowym. Jednocześnie, w celu oceny zajścia „spadku racjonalności” oraz relacji między badanymi zjawiskami, należy wykazać systematyczne różnice między podejmowanymi ewentualnie decyzjami a schematami działań uzasadnionych ekonomicznie w warunkach ograniczonej niepewności, determinowanej przez czynniki zawierające się w A . Weryfikacja hipotezy nie polega zatem na pojedynczym teście statystycznym, lecz na rekonstrukcji reguł, według których aktorzy sektora produkcji bioetanolu pierwszej generacji reagowali na sygnały cenowe lub związane z możliwością podejmowania działań na ufinansowanych rynkach towarowych. Oznacza to następującą sekwencję kroków:

1. Identyfikacja empirycznych wskaźników integracji rynków towarowych i finansowych.
2. Formalizacja kryteriów oceny racjonalności ekonomicznej, opartych na relacjach między cenami surowców, kosztami produkcji, marżami i decyzjami inwestycyjnymi.

¹⁴⁷ Implikacja materialna jest pojęciem użytym w sensie logiki klasycznej, a zatem opisuje relację między dwoma zdaniami, oznaczanymi standardowo jako $p \rightarrow q$. Zdanie to jest fałszywe wyłącznie w jednym przypadku: gdy poprzednik (p) jest prawdziwy, a następnik (q) fałszywy. Nie wyraża ona związku przyczynowego ani czasowego, lecz czysto formalną relację logiczną.

3. Sprawdzenie stabilności tych relacji w warunkach rosnącej presji finansowej.

Istotne jest przy tym zachowanie rozdziału między elementami empirycznymi a teoretycznymi oraz wskazanie przesłanek pomocniczych, bez których implikacja $A \rightarrow \neg B$ byłaby logicznie niedookreślona.

Realizacja kroku pierwszego polega na operacjonalizacji pojęcia integracji rynków w odniesieniu do sektora produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Zgodnie z przyjętym stanowiskiem metodycznym, przejawami integracji rynków mogły być: zmiany wolumenu lub struktury obrotu instrumentami pochodnymi powiązanymi z surowcami rolnymi i energią, wzrost harmonizacji cen surowców i zmiennych sektora finansowego, oraz wzrost uczestnictwa producentów w obrocie instrumentami pochodnymi od surowców na rynkach finansowych. Pierwszym dwóm przejawom integracji rynków poświęcono hipotezy pomocnicze; trzeci zaś, tj. *financial deepening*, związany jest ze zwiększaniem się zakresu i dostępności usług finansowych, a nie bezpośrednio z integracją rynków finansowych i towarowych.

O ile zarówno dynamika struktury obrotu, jak i harmonizacja cen surowców uzasadniają uznanie integracji rynków surowcowych i finansowych za zjawiska empirycznie zauważalne, to *financial deepening* w sposób bardziej zróżnicowany przekłada się na zjawiska widoczne na poszczególnych rynkach. Trend czasowy, przedstawiony w Aneksie 10 okazał się zmienną nieistotną ($p \approx 0,18$) dla objaśniania wariancji liczby kupców aktywnych na rynku pszenicy w ramach Euronext, a na rynkach ICE wskazywał na lekki spadek tej liczby w czasie¹⁴⁸; zwiększanie się liczby kupców, w obserwowanym okresie, miało miejsce jedynie na rynku kukurydzy, choć i tu od poł. 2022 r. następował spadek. Jedynym, spośród badanych, rynkiem, na którym nastąpił wzrost liczby pozycji posiadanych przez kupców był rynek pozycji krótkich na pszenicę na giełdzie ICE. Pod względem zachodzenia *financial deepening* nie jest zatem możliwe wykazanie ogólnej finansyzacji kupców, jeśli przyjmuje się kryterium ich powszechnego uczestnictwa w badanych rynkach. Zważywszy na to, że głównymi nabywcami pozycji krótkich są producenci, zabezpieczający się przed możliwym w przyszłości spadkiem cen ich towarów, a nie nabywcy, wniosek ten tym bardziej dotyczy producentów bioetanolu I generacji.

¹⁴⁸ Największy spadek odnotowano dla pozycji krótkich na rynku cukru, gdzie nie przekroczył on średnio 0,027 uczestnika tygodniowo. Ze względu na małą skalę rynku pszenicy na giełdzie ICE, spadek w tempie 0,012 kupca posiadającego pozycje krótkie tygodniowo przełożył się jednak na zmniejszenie liczby tej grupy kupców o ok. 1/3 między październikiem 2014 a końcem 2024 r.

Charakterystyka funkcjonowania badanych rynków, raczej reaktywnego względem czynników egzogenicznych, niż stanowiącego źródło impulsów w mechanizmach cenotwórczych, sprawia, że w kolejnych krokach modelowano by zmienne makroekonomiczne i finansowe determinowane przez inne czynniki, niż integracja rynków. Wniosek ten potwierdza także niewielki udział producentów bioetanolu w tych rynkach. Pozwala to wątpić w istnienie bezpośredniej relacji między integracją rynków finansowych i towarowych a warunkami produkcji bioetanolu pierwszej generacji w badanym okresie w Europie. Odróżnia to rynki europejskie od USA lub, choć w mniejszym stopniu, Brazylii. Różnica ta pozwala stwierdzić, że wnioski zawarte w publikacjach badających rynki głównych światowych producentów bioetanolu nie przystają do warunków panujących w Europie.

W przypadku przesłanek uzasadniających istnienie takiej bezpośredniej relacji, drugi etap dotyczyłby konstrukcji operacyjnej miar ekonomicznej racjonalności działań produkcyjnych. Racjonalność ujmuje się tu w sensie instrumentalnym jako względną zgodność decyzji produkcyjnych i inwestycyjnych z informacją płynącą z relacji cenowych i kosztowych. W praktyce oznacza to analizę trwałości relacji między cenami surowców rolnych, kosztami energii, marżami producentów bioetanolu oraz decyzjami o utrzymaniu lub rozszerzaniu mocy wytwórczych.

Relacje te mają charakter względny: kluczowym czynnikiem jest niekoniecznie poziom opłacalności przedstawiany konkretnymi wartościami, co raczej zasadnicza spójność decyzji podmiotów gospodarczych z kryteriami definiującymi racjonalność. Określenie właściwych kryteriów jest szczególnie istotne w przypadku podmiotów funkcjonujących w różnych warunkach gospodarczych. Takie ujęcie pozwoliłoby zatem uniknąć rygorystycznego normatywizmu, przy jednoczesnym zachowaniu analitycznej treści pojęcia racjonalności.

Trzeci krok polegałby na empirycznym testowaniu stabilności zidentyfikowanych relacji racjonalności w okresach nasilonej integracji rynków. Analiza ta ma charakter dynamiczny i porównawczy. Sprawdza ona zmienność parametrów relacji między czynnikami kosztowym, cenowym i decyzyjnym w czasie, oraz podatność tych czynników na szoki o charakterze finansowym. W zakresie zastosowania metody badawczej, istotnym jest tu rozróżnienie między tymczasowym zaburzeniem relacji a jej trwałym zerwaniem. Spadek ekonomicznej racjonalności interpretowany jest nie jako incydentalna anomalia, lecz systematyczne osłabienie mechanizmu koordynacyjnego cen. W sensie logicznym odpowiada to empirycznemu

poszukiwaniu koniunkcji $A \rightarrow B$. Zgodnie z wcześniejszą rekonstrukcją, koniunkcja ta stanowi warunek potwierdzenia hipotezy w sensie silnym.

(iii) Intersubiektywna weryfikacja (por. Jeszka i Maryniak, 2014) oznacza możliwość sprawdzenia, kontroli i ewentualnego zakwestionowania danego twierdzenia, na zasadach spójnych z replikowalnością wyników badań. Logiczny rozbiór hipotezy ujawnia, że jej wartość poznawcza nie zależy od retorycznej siły pojęć, lecz od precyzji struktury implikacyjnej i sensu używanych terminów. Weryfikacja przyjmuje postać procedury stopniowej, opartej na klasycznej logice zdań, lecz zakorzenionej w empirycznych praktykach badawczych. Tak rozumiana ścieżka badawcza nie przesądza o normatywnej ocenie finansyzacji, lecz umożliwia ocenę, czy i w jakim zakresie wpłynęła ona na warunki ekonomicznej racjonalności w sektorze bioetanolu I generacji w Europie w latach 2010–2024.

Niewykrycie bezpośredniej relacji między integracją rynków towarów stanowiących surowce do produkcji bioetanolu pierwszej generacji i finansowych niekoniecznie oznacza brak takiej relacji. Skutki integracji rynków mogą bowiem być przenoszone pośrednio, wpływając na uwarunkowania i zmienne makroekonomiczne. Ich identyfikacja pozwoliłaby na weryfikację hipotezy w sensie słabym. Ocenę tych uwarunkowań, determinujących racjonalność ekonomiczną produkcji bioetanolu pierwszej generacji, podzielono na trzy wymiary: (i) kosztów zewnętrznych, oraz czynników związanych szczególnie z politykami ochrony środowiska, klimatyczną i energetyczną UE, (ii) przepływów finansowych oraz czynników wynikających z wdrażania WPR oraz (iii) czynników instytucjonalnych i transakcyjnych, w szczególności związanych z funkcjonowaniem rynków zbóż i cukru.

Przeprowadzona analiza empiryczna, zmierzająca do weryfikacji hipotezy badawczej w sensie słabym, nie prowadzi do ustanowienia ogólnego mechanizmu wyjaśniającego relacje między integracją rynków surowcowych a uwarunkowaniami działania producentów. Wnioski ogranicza się raczej do identyfikacji przesłanek wskazujących na wystąpienie określonej zależności w zakresie przedmiotu badań i w odniesieniu do literatury przedmiotu. Rozróżnienie między możliwością interpretacji wyników badań i wnioskowania na ich podstawie ma zasadnicze znaczenie z perspektywy poprawności formułowanych wniosków. W konsekwencji należy odróżnić dwa poziomy rozumowania badawczego. Pierwszy dotyczy identyfikacji przesłanek empirycznych pozwalających uznać badaną hipotezę za bardziej prawdopodobną niż jej negację w ramach

analizowanego zbioru przypadków. Drugi odnosi się do wykazania mechanizmu o charakterze ogólnym, umożliwiającego wyprowadzanie wniosków wykraczających poza zakres bezpośrednio obserwowanych danych.

Uprawdopodobnienie relacji empirycznej między zjawiskami zachodzącymi w określonych warunkach nie jest bowiem tożsame z wykazaniem konieczności jej istnienia ani uniwersalności tej relacji. Stwierdzenie występowania określonych współzależności może oznaczać jedynie, że zaobserwowane dane pozostają zgodne z przyjętym modelem interpretacyjnym, nie przesądzając zarazem o jego wyłącznym lub pełnym charakterze eksplanacyjnym. Tym samym uzyskane rezultaty nie mogą stanowić podstawy do nieograniczonej ekstrapolacji. Sama zgodność materiału empirycznego z hipotezą nie może także zostać utożsamiona z pełnym potwierdzeniem relacji przyczynowej. Dane mogą pozostawać zgodne z wieloma konkurencyjnymi modelami interpretacyjnymi, zwłaszcza w przypadku zjawisk gospodarczych charakteryzujących się wysokim poziomem złożoności oraz znaczną podatnością na oddziaływanie zmiennych kontekstowych. Tym samym brak sprzeczności między obserwacją a hipotezą stanowi warunek konieczny jej utrzymania, lecz nie jest warunkiem wystarczającym dla ustanowienia jej powszechnej ważności. Uzyskane wyniki należy zatem interpretować jako skutek procesu logicznego, nie zaś jako stwierdzenie rozstrzygające.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera kwestia zakresu obowiązywania formułowanych wniosków. Wykazanie mechanizmu ogólnego umożliwiałoby bowiem przenoszenie rezultatów badań na odmienne konfiguracje czasowe, przestrzenne oraz strukturalne. Tego rodzaju operacja wymagałaby jednak uprzedniego ustalenia stabilności relacji między analizowanymi zmiennymi, niezależnie od zmieniających się warunków otoczenia gospodarczego. W przeprowadzonym badaniu nie dokonano podobnego ustalenia. Analiza dotyczyła określonych okoliczności empirycznych, zdefiniowanych przez dostępność danych, przyjęte ramy czasowe oraz charakter badanych rynków. Wynika stąd, że zakres obowiązywania wniosków pozostaje ograniczony do warunków objętych procedurą analityczną.

6.2 Wdrożenie założeń metodycznych

Badania koncentrują się zatem na utowarowieniu produkcji rolnej w kontekście integracji rynków surowcowych z finansowymi oraz mechanizmach przenoszenia

szoków cenowych. W tym ujęciu, stając się nośnikami informacji i ryzyka systemowego, rynki towarowe przestają pełnić wyłącznie funkcję alokacyjną. Zmiany w uwarunkowaniach makroekonomicznych wpływają na strukturę cen względnych oraz na rozkład ryzyka, co ma bezpośrednie implikacje dla sektorów opartych na długookresowych inwestycjach kapitałowych, takich jak produkcja bioetanolu pierwszej generacji.

W kontekście podstaw teoretycznych badań, problem ten należy analizować warunkowo, a nie normatywnie. Przy danych preferencjach, technologiach i instytucjach kluczową kwestię stanowi to, czy finansyzacja doprowadziła do trwałej i niekorzystnej zmiany relacji cen i ryzyk¹⁴⁹. Blanchard (2000; Blanchard i Quah, 1993) wskazuje, że w warunkach globalnych wahań cen surowców polityka makroekonomiczna musi uwzględniać transmisję szoków z rynków towarowych do realnej gospodarki. Zastosowanie takich ram teoretycznych pozwala badać racjonalność produkcji bioetanolu w warunkach zmian w politykach: rolnej, środowiskowej, fiskalnej i monetarnej.

W ujęciu teoretycznym, wysoka zmienność cen zbóż, silna korelacja z rynkami energii oraz niestabilność instrumentów wsparcia publicznego zwiększają premię za ryzyko i obniżają oczekiwaną stopę zwrotu. W konsekwencji, nawet technologicznie efektywne instalacje mogą tracić uzasadnienie ekonomiczne w sensie neoklasycznym. Teoria racjonalności ekonomicznej dostarcza dodatkowych narzędzi interpretacyjnych. Simon (1978) podkreśla ograniczoną racjonalność decydentów, którzy funkcjonują w warunkach niepełnej informacji i zmiennych reguł politycznych. Producenci bioetanolu mogą więc podejmować decyzje suboptymalne, reagując krótkookresowo na sygnały cenowe. Z drugiej strony, Becker (1962) argumentuje, że nawet takie decyzje można interpretować jako racjonalne, jeśli uwzględni się koszty alternatywne kapitału i pracy w zmieniającym się otoczeniu rynkowym.

Z perspektywy producentów bioetanolu, potencjał produkcyjny ma charakter relatywnie sztywny kapitałowo, natomiast jego rentowność podlega gwałtownym fluktuacjom wywoływanym przez zmiany cen zbóż, energii i produktów ubocznych. W okresach wzrostu cen surowców marża przetwórcza ulega kompresji szybciej, niż producenci są w stanie przenieść koszty na rynek paliwowy, szczególnie w sytuacji, gdy

¹⁴⁹ W literaturze oraz praktyce legislacyjnej (np. w Ustawie z dnia 11 września 2015 r. o działalności ubezpieczeniowej i reasekuracyjnej) spotyka się użycie formy „ryzyka” w liczbie mnogiej. Konstrukcja ta bywa jednak uznawana za nieprecyzyjną lub językowo problematyczną.

ceny bioetanolu pozostają pośrednio związane z cenami benzyny oraz regulacjami blendingowymi. Tym samym sama techniczna zdolność produkcyjna przestaje być wystarczającą kategorią oceny aktywów; znaczenia nabiera elastyczność kosztowa i zdolność absorpcji szoków cenowych.

W ekonomicznym rozrachunku, zmienność cen surowców może wpływać dwojako na ocenę utrzymywania istniejącego potencjału produkcyjnego. Z jednej strony, przyczynia się ona do wzrostu ryzyka okresowej destrukcji marży producentów, co z kolei obniża zdolność instalacji do samofinansowania odtwarzania majątku trwałego; z drugiej zaś, wysoka zmienność cen surowców podnosi premię za płynność. Badania Marii Sierpińskiej (2023, 2025) dotyczące zarządzania finansowego w sektorze energetycznym i amortyzacji jako wewnętrznego źródła finansowania wskazują, że trwałość modelu biznesowego zależy przede wszystkim od stabilności przepływów operacyjnych umożliwiających reprodukcję kapitału. W sektorze bioetanolu zależność ta staje się ostrzejsza, ponieważ aktywa są wysoko kapitałochłonne, lecz jednocześnie funkcjonują przy relatywnie niskich marżach jednostkowych. Wzrost cen wynikający z koniunktury na rynkach zbóż prowadzi więc, w ujęciu modelowym, nie tylko do spadku bieżącej rentowności, ale również do erozji ekonomicznego uzasadnienia utrzymywania mocy produkcyjnych. Przedsiębiorstwa działające w takich warunkach utrzymują większe bufory gotówkowe, skracają horyzont planowania inwestycyjnego i preferują strategie ograniczające ekspozycję na rynek *spot*.

Wysokie ceny surowców rolnych nie eliminują całkowicie zachęt do inwestycji w produkcję bioetanolu, które ze względu na relatywnie niską zyskowność na tle branży energetycznej należy łączyć z innymi czynnikami, lecz warunkują ich racjonalność. Produkcja rozwija się przede wszystkim tam, gdzie przedsiębiorstwa dysponują przewagą integracyjną, w tym polegającą na kontroli nad bazą surowcową, logistyką lub na sprzedaży produktów ubocznych. Zarazem wzrost cen paliw kopalnych może częściowo neutralizować negatywny wpływ drożejących zbóż. Relacja ta nie ma jednak charakteru liniowego. Przy umiarkowanym wzroście cen innych paliw, bioetanol zyskuje atrakcyjność substytucyjną; przy wzroście gwałtownym sektor doświadcza równoczesnej presji kosztowej powodowanej wzrostem cen energii, nawozów i transportu. Rentowność zależy więc od konfiguracji cen względnych, nie od pojedynczego parametru rynkowego. Wynika stąd fundamentalna cecha sektora: decyzje inwestycyjne są w większym stopniu funkcją oczekiwanej stabilności spreadów surowcowo-paliwowych niż poziomu cen absolutnych.

Dlatego też rozwój bioetanolu pierwszej generacji w gospodarkach rozwiniętych coraz rzadziej opiera się wyłącznie na kalkulacji rynkowej. Decydujące znaczenie uzyskują instrumenty redukujące niepewność, np. obowiązki blendingowe, gwarancje popytu, systemy ulg podatkowych i regulacyjna przewidywalność polityki klimatycznej. Bez tych mechanizmów zmienność cen surowców osłabia skłonność do utrzymywania i rozwijania potencjału produkcyjnego, ponieważ zwiększa ryzyko nieodzyskania kapitału w horyzoncie życia instalacji. Sektor bioetanolu pierwszej generacji funkcjonuje więc w warunkach z jednej strony wyznaczanych przez rachunek ekonomiczny, zaś z drugiej – czynniki polityczne i regulacyjne stabilizujące oczekiwaną rentowność produkcji bioetanolu.

Już na początku badanego okresu (Kuhn i in., 2013) obserwuje się zmianę perspektywy w podejściu do produkcji i wykorzystania biopaliw w Europie. Polega ona na przesunięciu akcentu z pierwszej generacji biopaliw w stronę drugiej lub innych odnawialnych nośników energii. W tym kontekście, spadku racjonalności ekonomicznej bioetanolu pierwszej generacji nie należy uznawać za anomalię, lecz raczej konsekwencję głębszych zmian, w tym dotyczących stanu wiedzy i poziomu rozwoju technicznego, funkcjonowania instytucji i rynków. W ten sposób finansyzacja, ryzyko cenowe i zrównoważony rozwój sprowadza się do kategorii analitycznych.

Jakościowa ocena zjawisk na podstawie danych empirycznych w duchu syntezy neoklasycznej nie wiąże się z zastosowaniem szczególnie określonych technik empirycznych. Istotnie, o ile zachowana jest spójność logiczna między założeniami a wnioskami, dopuszcza się pluralizm metodyczny. W odniesieniu do danych jakościowych można zatem wyróżnić kilka podejść o wysokim potencjale zastosowania, tj. przede wszystkim analizę porównawczą, badanie procesów decyzyjnych (ang. *process tracing*), studia przypadku, oraz triangulację aktów normatywnych, opinii i wniosków zaczerpniętych ze źródeł eksperckich.

Analiza porównawcza instytucji pozwala zestawić reżimy rynkowe: rynki rolne, rynki instrumentów pochodnych oraz rynki energetyczne; tak w ujęciu przekrojowym, jak i ewolucji poszczególnych spośród nich w czasie. Zaletą tej metody jest zdolność uchwycenia różnic regulacyjnych i dotyczących warunków zawierania transakcji. Z kolei badanie procesów decyzyjnych umożliwia rekonstrukcję sekwencji zdarzeń, przede wszystkim dotyczących zmian regulacyjnych i w prowadzonej polityce. Metoda ta jest zgodna z obecnym w tworzonych w nawiązaniu do teorii ekonomicznej politykach, zakładających możliwość modelowania reakcji podmiotów (zob. Chetty,

2015). Zastosowanie triangulacji źródeł, obejmującej przede wszystkim dokumenty regulacyjne UE, raporty branżowe, wywiady eksperckie oraz dane rynkowe, pozwala z kolei na systematyczną weryfikację spójności ustaleń i redukcję błędów interpretacyjnych.

Studia przypadku, w szczególności oparte na selektywnie dobranych jednostkach obserwacji, stanowią istotne narzędzie jakościowych badań empirycznych. Metoda ta umożliwia bowiem pogłębioną rekonstrukcję konkretnych mechanizmów instytucjonalnych, procesów decyzyjnych oraz kontekstowych uwarunkowań badanego zjawiska. Czynniki te bywają trudne do identyfikacji i specyfikacji w analizach danych zagregowanych. Zasadniczą zaletą studiów przypadku jest zdolność uchwycenia sekwencji przyczynowo-skutkowych oraz interakcji między regulacjami, strukturą rynku i zachowaniami podmiotów. Jednocześnie podejście to obarczone jest ryzykiem ograniczonej możliwości uogólniania wniosków oraz potencjalnej stronniczości doboru przypadków, zwłaszcza gdy selekcja przedmiotu analizy opiera się na obserwowanych rezultatach.

Jednocześnie nie różnicowano wyników między rynkami poszczególnych surowców, ponieważ analiza nie wykazała podstaw do uznania, że relacja przybiera odmienny charakter zależnie od specyfiki właściwej danym rynkom. Zrezygnowano zatem z pojęcia „częściowej weryfikacji”, mogącego sugerować istnienie wyraźnie wyodrębnionych segmentów empirycznych o różnym statusie inferencyjnym. Przyjęto bardziej jednolite ujęcie, zgodnie z którym zakres potwierdzenia odnosi się do całości przedmiotu badań, choć jego siła pozostaje ograniczona.

Zasadniczym punktem odniesienia w empirycznej analizie racjonalności ekonomicznej produkcji bioetanolu pierwszej generacji jest rynek Unii Europejskiej. Stanowi on jednolity ale różnorodny obszar gospodarczy, będąc złożonym z powiązanych rynków krajowych. Rynki te, pomimo różnic funkcjonują w ramach wspólnego reżimu regulacyjnego. Uwzględniono również obszar EFTA i nienależących do UE państw Europy zachodniej i południowo-wschodniej, których znaczenie polega jednak nie tyle na skali produkcji bioetanolu, co na odmiennym osadzeniu instytucjonalnym i regulacyjnym, a w przypadku Szwajcarii i Wielkiej Brytanii – także na istotnej roli podmiotów tam ulokowanych w obrocie towarami rolnymi.

W kontekście produkcji i obrotu zbożami oraz cukrem w Unii Europejskiej, poszczególne państwa członkowskie pełnią zróżnicowane, strukturalnie uwarunkowane funkcje w łańcuchu wartości. W obrębie UE, na podstawie trzech kryteriów: (i) znaczenia

w produkcji zbóż i surowców cukrowych, (ii) obecności mocy produkcyjnych bioetanolu I generacji, oraz (iii) roli w europejskich łańcuchach handlowych i logistycznych, wyszczególniono pięć państw członkowskich. Do pogłębionej analizy włączono Niemcy, Francję i Niderlandy jako państwa stanowiące trzon UE, a także Polskę i Hiszpanię jako przypadki ilustrujące zróżnicowanie struktur rolnych, popytu paliwowego i trajektorii regulacyjnych. Produkcja biopaliw ogółem w UE jest w tych państwach największa.

Pomimo znaczącego udziału Węgier w produkcji bioetanolu pierwszej generacji w UE, bazującego na lokalnym przetwórstwie krajowej kukurydzy, nie poświęcono im oddzielnej analizy. Ze względu na czynniki strukturalne i organizacyjne, produkcję bioetanolu na Węgrzech charakteryzuje niska wrażliwość na funkcjonowanie giełd towarowych w ramach systemu rynków finansowych. Co więcej, w ujęciu ogólnej produkcji biopaliw, Węgry plasują się poza europejską czołówką.

Niemcy i Francja funkcjonują jako kluczowe węzły produkcyjne i konsumpcyjne, łącząc wysoką skalę i intensywność produkcji rolnej. Są to także państwa kluczowe dla przebiegu procesów politycznych i gospodarczych w UE, wywierając istotny wpływ na kształtowanie ram instytucjonalnych i polityk sektorowych. Niderlandy pełnią przede wszystkim istotną rolę węzła logistycznego i ośrodka handlowego, wynikającą zarówno z korzystnych rozwiązań fiskalnych i tradycji instytucjonalnej, jak i z rozwiniętej infrastruktury portowej, magazynowej i transportowej, która umożliwia agregację, przetwarzanie i redystrybucję surowców rolnych na rynkach międzynarodowych.

Polska zajmuje pozycję zaplecza surowcowego, charakteryzującego się relatywnie dużą podażą zbóż i buraków cukrowych oraz konkurencyjnymi kosztami produkcji pierwotnej. Z kolei Hiszpania, tradycyjnie będąca importerem cukru i zbóż, pełni funkcję rynku konsumpcyjnego. Uwzględnienie Hiszpanii wynikało także z oryginalnego sposobu wdrożenia dyrektywy¹⁵⁰ dotyczącej zwalczania nieuczciwych praktyk handlowych¹⁵¹.

¹⁵⁰ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/633 z dnia 17 kwietnia 2019 r. w sprawie nieuczciwych praktyk handlowych w relacjach między przedsiębiorcami w łańcuchu dostaw produktów rolnych i spożywczych, Dz.U. UE L 111 z 25.04.2019.

¹⁵¹ Mechanizm gwarantujący pokrycie rzeczywistych kosztów produkcji w przypadku sprzedaży produktów rolnych stanowi szczególną formę implementacji Dyrektywy 2019/633. Hiszpania, dokonując transpozycji tej dyrektywy do prawa krajowego, przyjęła rozwiązanie wykraczające poza jej minimalne wymogi harmonizacyjne. W ramach ustawy o poprawie funkcjonowania łańcucha żywnościowego (*Ley 12/2013, de medidas para mejorar el funcionamiento de la cadena alimentaria*), zmienionej ustawą *Real Decreto-ley 5/2020* oraz ustawą *Ley 16/2021*, wprowadzono normę zakazującą zawierania umów, w których cena płacona producentowi pierwotnemu byłaby niższa niż jego rzeczywiste koszty produkcji. Rozwiązanie to polega na kwalifikowaniu sprzedaży poniżej kosztów produkcji jako nieuczciwej praktyki handlowej naruszającej równowagę kontraktową w łańcuchu rolno-spożywczym. Większość państw członkowskich Unii Europejskiej ograniczyła się do implementacji ogólnych zakazów określonych praktyk handlowych bez wprowadzania mechanizmu bezpośredniego odniesienia do struktury kosztowej producenta.

Zważywszy na relatywnie niską wartość dodaną dla producentów rolnych dostarczających surowca do produkcji bioetanolu, pozwoliło to spodziewać się odmiennych niż w pozostałych krajach, warunków funkcjonowania producentów bioetanolu.

Jako metodę wiodącą obrano triangulację jakościową z elementami porównawczej analizy instytucjonalnej. Jest ona najlepiej zgodna z celem badania, ponieważ nie testuje mechanicznie zależności przyczynowych, lecz ocenia, czy przesłanki racjonalności ekonomicznej uległy erozji w zmienionym otoczeniu makroekonomicznym i finansowym. Metoda ta respektuje neoklasyczne założenie o intencjonalności działań, a zarazem uwzględnia ograniczenia strukturalne i instytucjonalne. Zastosowana metoda prowadzi do wniosku, że bezpośredni wpływ integracji rynków finansowych i rolnych na europejską produkcję bioetanolu pierwszej generacji był w badanym okresie nieznaczny. Skala produkcji w UE pozostawała relatywnie mała w porównaniu z rynkami zbóż i paliw kopalnych, a łańcuchy wartości opierały się w znacznym stopniu na kontraktach bilateralnych i rynkach pozagiełdowych. Niemniej jednak trzy przesłanki hipotezy znajdują potwierdzenie:

(i) Zintegrowane rynki wykazują podatność na wystąpienie epizodów podwyższonej zmienności cen. Powiązanie cen zbóż z rynkami energii oraz zmiennymi rynków finansowych zwiększa potencjalną amplitudę wahań cen surowców, oraz ułatwia wejście na rynki zbóż spekulantom zainteresowanym możliwościami zysku w sytuacjach kryzysowych. Dla producentów bioetanolu oznacza to wzrost niepewności marż, szczególnie gdy ceny surowców rosną szybciej niż ceny paliw odnawialnych, rynek których jest częściowo regulowany. Zmienność ta nie wynika wyłącznie z podaży i popytu fizycznego, lecz z transmisji szoków finansowych.

(ii) Mechanizmy rynkowe sprzyjają sprzedaży zbóż raczej na rynki żywności i pasz, niż w celu produkcji bioetanolu. Europejskie standardy jakościowe oraz polityki rolne wzmacniają ten efekt. Zboża spełniające kryteria żywnościowe osiągają premie cenowe, a normy jakościowe¹⁵² sprzedawanego przez producentów z UE zboża egzekwuje się w ramach jednolitego rynku. Ponadto dyrektywy UE dotyczące energii odnawialnej (RED I i RED II) wprowadziły kryteria zrównoważonego rozwoju, które ograniczyły elastyczność surowcową bioetanolu pierwszej generacji, co zwiększa koszty zapewnienia zgodności operacyjnej z przepisami.

¹⁵² Szczegółowe normy dotyczą zarówno właściwości inherentnych produktu, jak i wynikających z warunków jego zbioru, przechowywania i transportu. Do tych pierwszych należy np. zgodność z deklarowaną zawartością białka, podczas gdy do tych ostatnich – spełnienie norm fitosanitarnych. Niektóre cechy podlegające kontroli, np. wilgotność, wymagają spełnienia określonych standardów jakościowych na wszystkich etapach łańcucha logistycznego.

(iii) Niewielka liczba podmiotów wyspecjalizowanych w obrocie towarowym¹⁵³ sprawia, że producenci bioetanolu, nienależący do tej grupy, rzadko uczestniczą jako aktywni *hedgerzy* na rynkach kontraktów terminowych. W konsekwencji korzyści potencjalnie płynące z finansyzacji tego obszaru działalności, w tym dywersyfikacja ryzyka i możliwość korzystania z wahań cen, są ograniczone. Ryzyko cenowe pozostaje zatem w dużej mierze nieubezpieczone, co także obniża atrakcyjność inwestycji długoterminowych.

Integracja danych została przeprowadzona w trzech etapach. W początkowym, dokonano analizy danych statystycznych pochodzących ze źródeł oficjalnych, w tym z baz Eurostat oraz krajowych urzędów statystycznych, z uwzględnieniem różnic definicyjnych i metodycznych, w szczególności rozróżnienia między nominalną zdolnością produkcyjną a faktycznym poziomem produkcji. W kolejnym etapie zestawiono dane ilościowe z informacjami pochodzącymi z dokumentów regulacyjnych, takich jak ustawy, dekrety i dyrektywy krajowe oraz unijne, co umożliwiło identyfikację zależności między zmianami prawnymi a dynamiką wskaźników ekonomicznych. Ostatni etap obejmował triangulację danych z raportami branżowymi publikowanymi przez organizacje sektorowe oraz analizami eksperckimi, co pozwoliło osadzić obserwowane tendencje liczbowe w kontekście decyzji przedsiębiorstw i oczekiwań rynkowych.

Poszczególne źródła danych cechują się specyficznymi ograniczeniami poznawczymi. Dane z Eurostatu i krajowych urzędów statystycznych zapewniają wysoki poziom spójności i porównywalności, jednak niekompletność, opóźnienia w publikacji, wysoki poziom agregacji mogą ograniczać zdolność do uchwycenia krótkookresowych wahań rynku. Co więcej, prezentacja danych Eurostat skupia się na ukazywaniu raczej podobieństw i różnic pomiędzy poszczególnymi państwami członkowskimi lub obszarami statystycznymi, niż przedstawianiu rynków rolnych i ich dynamiki z perspektywy całej UE.

Dokumenty regulacyjne dostarczają wiarygodnych informacji o intencjach prawodawcy, nie zawsze jednak pozwalając na ocenę rzeczywistego wpływu regulacji na rynek. Raporty branżowe i analizy eksperckie oferują aktualny kontekst sektorowy,

¹⁵³ Wysoki stopień koncentracji globalnego obrotu zbożami wiązany jest z dominującą rolą kilku transnarodowych przedsiębiorstw handlowych, w szczególności Archer Daniels Midland, Bunge, Cargill oraz Louis Dreyfus Company (tzw. „ABCD”). Dzięki integracji pionowej i kontroli nad infrastrukturą logistyczną zajmują one kluczową pozycję w międzynarodowym łańcuchu dostaw zbóż. W ostatnich latach, oprócz tych czterech przedsiębiorstw, coraz częściej wymieniana się także chińskie COFCO (chiń. 中粮; ang. *China Oil and Foodstuffs Corporation*).

mogą jednak zawierać elementy postulatywne lub przedstawiać zjawiska w sposób nieobiektywny i trudny do weryfikacji. Świadome uwzględnienie tych ograniczeń stanowi warunek zachowania ostrożności interpretacyjnej przy wnioskowaniu na podstawie zintegrowanych danych.

6.3 Wspólne tendencje w Europie i różnice między regionami

Analiza danych dotyczących produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024 ujawnia wyraźny wzorzec stabilizacji strukturalnej, której towarzyszyło ograniczenie wzrostu wolumenu produkcji. W ujęciu zagregowanym, pomimo utrzymującego się zapotrzebowania regulacyjnego na biokomponenty, moce produkcyjne wykazały stagnację lub umiarkowaną tendencję spadkową. Zjawisko to wskazuje na przejście sektora z fazy wzrostu do fazy konsolidacji. Tendencja ta jest zgodna z obserwacjami dotyczącymi dojrzałości rynków biopaliw konwencjonalnych po 2010 r. (Suurs i Hekkert, 2009; Takács-György i in., 2020).

Jednocześnie, dane wskazują na systematyczny wzrost efektywności technicznej istniejących instalacji produkcyjnych. Poprawa wskaźników wydajności była osiągana głównie poprzez modernizację procesów fermentacyjnych, optymalizację zużycia energii oraz lepszą integrację z rynkami produktów ubocznych. Oznacza to, że strategie przedsiębiorstw koncentrowały się na maksymalizacji rentowności istniejących aktywów kapitałowych, a nie na zwiększaniu zdolności produkcyjnych. Wnioski te znajdują potwierdzenie w literaturze dotyczącej dojrzałych sektorów energetyki odnawialnej (Aghion i in., 2019). W modelu biznesowym producentów bioetanolu dodatkowo zawiera się konieczność uwzględnienia czynnika koniunkturalnego. Sierpińska (2023) badając przedsiębiorstwa sektora energetycznego stwierdza, że nadwyżki gotówkowe pełnią funkcję ochronną wobec niestabilności otoczenia kosztowego, choć równocześnie zwiększają koszt kapitału i ograniczają skalę nowych inwestycji.

Zmienność wykorzystania mocy produkcyjnych pozostawała tym niemniej wysoka i silnie skorelowana z wahaniami cen surowców rolnych. Szczególne znaczenie miały ceny zbóż oraz buraków cukrowych. Okresy podwyższonej zmienności, np. w latach 2012–2013 czy 2022–2023, przekładały się bezpośrednio na decyzje operacyjne producentów bioetanolu. Mechanizm ten potwierdza tezę o silnym sprzężeniu sektora bioetanolu pierwszej generacji z rynkami rolnymi (Hertel i Beckman, 2011).

Istotnym czynnikiem determinującym zmienność produkcji były również zmiany w polityce wsparcia na poziomie unijnym i krajowym. Reformy dyrektywy RED, w tym

wprowadzenie limitów udziału biopaliw konwencjonalnych oraz preferencji dla biopaliw zaawansowanych, zwiększyły niepewność regulacyjną producentów biopaliw pierwszej generacji, która wpływała na krótkookresowe decyzje dotyczące intensywności produkcji oraz długookresowe strategie inwestycyjne. Zjawisko to było szeroko dyskutowane w literaturze po przyjęciu RED II w 2018 r. (Ma i in., 2025).

W całej Europie obserwuje się stopniowe przesunięcie narracyjne w kierunku biopaliw drugiej i trzeciej generacji. Ze względu na niską skalę produkcji bioetanolu I generacji w Europie, uwzględnienie poszczególnych przedsięwzięć, nawet o charakterze eksperymentalnym, może sprawiać wrażenie przesunięcia inwestycyjnego. Biopaliwa zaawansowane zaczęły pełnić rolę technologicznego punktu odniesienia w debacie o dekarbonizacji transportu. W konsekwencji sektor bioetanolu I generacji znalazł się w defensywnej pozycji, pomimo utrzymywania się sprzyjających regulacji prawnych. Z literatury wynika, że takie przesunięcie preferencji politycznych często prowadzi do efektu wypychania inwestycji w technologie starsze, nawet jeśli pozostają one ekonomicznie konkurencyjne (Acemoglu, 2023).

Pomimo tej presji nie doszło do masowego wygaszania instalacji bioetanolu I generacji. Dominowała tendencja do utrzymywania zdolności produkcyjnych przy ograniczonych nakładach rozwojowych. Odnosne decyzje były racjonalne z punktu widzenia teorii opcji realnych (Bonaldo, 2020) w warunkach wysokiej niepewności regulacyjnej. Podobne zachowania inwestycyjne obserwowano wcześniej w sektorze energetyki konwencjonalnej w okresach transformacji regulacyjnej (Dixit i Pindyck, 1994).

Krytyka wykorzystania bioetanolu pierwszej generacji, która nasiliła się podczas kryzysu cen żywności w latach 2007–2008, pozostała obecna w dyskursie publicznym także w kolejnej dekadzie. Nawet w okresie stosunkowo niskich cen na badanych rynkach, debata społeczna nad problemem *food versus fuel* była kontynuowana. Choć badania empiryczne wskazują na bardziej złożone mechanizmy wpływu biopaliw na ceny żywności, percepcja społeczna pozostawała czynnikiem ograniczającym wsparcie polityczne.

Empiryczny obraz europejskiego sektora bioetanolu pierwszej generacji w latach 2010–2024 charakteryzował się ograniczoną skalą, silnym osadzeniem regulacyjnym oraz znaczną heterogenicznością przestrzenną. W ujęciu zagregowanym Unia Europejska pozostawała producentem wtórnym względem rynków globalnych, a wolumeny wytwarzania bioetanolu pierwszej generacji były relatywnie stabilne, z okresami stagnacji oraz przejściowych spadków, szczególnie po połowie drugiej dekady badanego okresu. Zmiany te nie przybrały jednak charakteru gwałtownej

dezinwestycji; dominującą strategią było utrzymywanie istniejących mocy produkcyjnych przy ograniczonym rozwoju nowych instalacji.

W skali europejskiej kluczowym faktem jest silna zależność sektora od ram polityki publicznej. Produkcja bioetanolu pierwszej generacji była pochodną zobowiązań w zakresie odnawialnych źródeł energii w transporcie, systemów obowiązkowego stosowania domieszek biokomponentów w paliwie oraz krajowych instrumentów wsparcia. Wraz z kolejnymi nowelizacjami unijnych dyrektyw energetycznych wzrastała niepewność regulacyjna dotycząca długookresowej roli biopaliw konwencjonalnych, co miało bezpośredni wpływ na decyzje inwestycyjne przedsiębiorstw. Empirycznie obserwowano, że nawet w okresach relatywnie korzystnych cen surowców, brak stabilnych sygnałów regulacyjnych ograniczał skłonność do rozbudowy mocy.

Analiza porównawcza uwarunkowań produkcji bioetanolu pierwszej generacji w wybranych państwach członkowskich Unii Europejskiej ujawnia, że ogólne tendencje instytucjonalne i rynkowe wynikające z unijnych ram regulacyjnych, w szczególności z przepisów dyrektyw dotyczących energii odnawialnej, państwa członkowskie realizują różnorako. Przekłada się to na odmienne konfiguracje efektywności ekonomicznej, stabilności produkcji i podatności na wstrząsy regulacyjne.

Na poziomie państwowym zarysowują się wyraźne różnice, podsumowane w Tabeli 15. Niemcy cechowały się relatywną stabilnością sektora, wynikającą z dojrzałej infrastruktury przemysłowej oraz przewidywalności polityki energetycznej. Jednocześnie po 2015 r. widoczny był spadek dynamiki produkcji, związany zarówno z debatą publiczną nad biopaliwami pierwszej generacji, jak i z rosnącą konkurencją o surowce rolne. Francja, dysponująca silnym zapleczem rolnym i przetwórczym, utrzymywała znaczący sektor bioetanolu, lecz również tam dominowały strategie optymalizacji istniejących instalacji, a nie ekspansji.

Relatywnie stabilne funkcjonowanie sektora bioetanolu pierwszej generacji w pierwszej połowie badanego okresu w Niemczech wynikało z synergii między krajowymi instrumentami wsparcia inwestycyjnego i rynkowego a szerszymi celami *Energiewende*, tj. długoterminowej transformacji energetycznej kraju, ukierunkowanej na redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w miksie energetycznym. Stabilność ta była wspierana przez mechanizmy prawne takie jak

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)¹⁵⁴. W ten sposób niemiecki prawodawca promuje odnawialne źródła energii oraz, w praktyce, wpływa pośrednio na popyt na biomasę i biopaliwa jako elementy zrównoważonego miksu energii odnawialnych. W kontekście Niemiec, w debacie publicznej pojawiał się argument, że polityka klimatyczna państwa, zwłaszcza w kontekście ambitnych celów redukcji emisji i transformacji sektora transportowego w kierunku mobilności elektrycznej, zmniejszyła atrakcyjność produkcji bioetanolu I generacji. Jest to spójne z ogólną tendencją przesunięcia inwestycji w stronę technologii i niskoemisyjnych rozwiązań transportowych.

Model francuski wykazuje z kolei wysoki stopień integracji sektora bioetanolu z polityką rolną i energetyczną, wynikający z historycznej struktury francuskiego *Code de l'énergie*¹⁵⁵ oraz strategicznych planów rozwoju odnawialnych źródeł energii. Pozycjonowanie bioetanolu jako integralnej części krajowego sektora rolno-energetycznego sprzyjało utrzymaniu mocy produkcyjnych oraz odporności na krótkookresowe wahania rynkowe, choć brak zdecydowanych impulsów rozwojowych implikuje ograniczoną dynamikę produkcji. Taki model¹⁵⁶ jest przykładem instytucjonalnego umocowania zastosowań biopaliw w krajowym systemie. W literaturze z zakresu polityki publicznej i instytucjonalnej ekonomii sektora energetycznego (Aguilar-Rivera i in., 2021; Eicke i Weko, 2022), rozwiązanie to

¹⁵⁴ EEG, a właściwie *Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien* było wielokrotnie nowelizowane (pierwsza wersja od 2000 r., ze zmianami, np. EEG 2014, EEG 2021. Do jego najważniejszych postanowień należą: wprowadzenie systemu *feed-in tariffs*, gwarantującego cenę nie niższą od rynkowej dla energii ze źródeł odnawialnych, co pośrednio zwiększa popyt na biomasę i paliwa odnawialne; priorytetowe włączanie energii z OZE do sieci i korzystne warunki rozliczeń; wsparcie realizacji krajowych celów redukcji emisji gazów cieplarnianych i transformacji energetycznej; oraz stworzenie ram dla bardziej stabilnej polityki inwestycyjnej w sektorach związanych z OZE.

¹⁵⁵ *Code de l'énergie* to spójny kodeks prawny regulujący sektor energetyczny we Francji, uchwalony na podstawie ordynacji i nowelizowany w kolejnych latach, integrujący tradycyjne regulacje energetyczne z nowymi ramami dotyczącymi odnawialnych źródeł energii i biopaliw. Do najważniejszych postanowień należą: określenie kryteriów zrównoważenia i redukcji emisji gazów cieplarnianych dla biopaliw, biopłynów oraz paliw z biomasy, uznanych za warunek ich wliczania do celów krajowych i unijnych (art. L.281-1 – L.281-13); ustanowienie minimalnych udziałów zaawansowanych biopaliw i biogazu w finalnym zużyciu energii w transporcie zgodnie z dyrektywami UE; określenie ram prawnych dla obowiązków administratorów oraz sankcji za niespełnienie tych kryteriów; oraz stworzenie ogólnokrajowych zasad polityki energetycznej, które integrują cele redukcji emisji, bezpieczeństwa dostaw, efektywności energetycznej i rozwoju OZE w szersze priorytety planowania polityki energetycznej.

¹⁵⁶ Oprócz *Code de l'énergie*, wśród istotnych aktów prawnych obowiązujących we Francji należy wymienić *Décret n° 2022-1282 relatif aux énergies renouvelables dans le secteur des transports* (z 2022 r.), transponujący cele dyrektywy RED w sektorze transportu. Do jego najważniejszych postanowień należą m.in.: określenie metod obliczania udziału OZE i biopaliw, w tym bioetanolu i biogazu, w paliwach transportowych; wprowadzenie obowiązku stosowania paliw spełniających kryteria zrównoważoności i redukcji emisji gazów cieplarnianych; umożliwienie stosowania mechanizmów dublowania dla bardziej zaawansowanych paliw; oraz wsparcie realizacji celów klimatycznych Francji w transporcie. Innym istotnym dokumentem jest ustawa *Loi n°2015-992* i system ulg podatkowych TIRIB (*Taxe Intérieure de Reposition des Biocarburants*), wprowadzone w celu promocji zastosowania biokomponentów w paliwach.

przedstawia się jako sposób budowania związku między długotrwałymi instrumentami wsparcia a trwałością lokalnych łańcuchów wartości.

Polski sektor bioetanolu pierwszej generacji charakteryzuje się znacznie większą wrażliwością na fluktuacje cen surowców i zmienność regulacyjną. Znajduje to odzwierciedlenie w aparacie prawnym dotyczącym biokomponentów i biopaliw ciekłych¹⁵⁷. Dotychczasowa niestabilność polityki biopaliwowej podważa przewidywalność inwestycyjną oraz ogranicza modernizację zdolności produkcyjnych. Analizy ekonomiczne transformacji energetycznej w krajach Europy środkowo-wschodniej wskazują (Mignona i in., 2024), że niestabilność instytucjonalna jest czynnikiem systemowym ograniczającym rozwój lokalnych rynków biopaliw.

Hiszpania¹⁵⁸ stanowi przykład państwa, w którym napięcia między rosnącym popytem na paliwa a ograniczoną dostępnością krajowych surowców rolnych oraz presją na osiągnięcie celów klimatycznych doprowadziły do zwiększonej zależności od importu komponentów i surowców, a także podwyższonej zmienności produkcji. Restrykcyjne przepisy klimatyczne, w tym cele strategii *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima* (PNIEC) na lata 2021–2030, w połączeniu ze specyficzną strukturą rolnictwa, ograniczały krajową dostępność surowców do produkcji bioetanolu. Czynniki te wpisują się w szeroką debatę naukową i polityczną na temat geograficznych ograniczeń produkcji biopaliw w południowej Europie, w tym kwestii konkurencji użytkowania gruntów rolnych między produkcją żywności i paliw w obliczu zmian klimatycznych i pustynnienia.

¹⁵⁷ W polskim prawodawstwie najistotniejszymi aktami normatywnymi w tej dziedzinie są *Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych* (Dz. U. 2006 nr 169 poz. 1199) regulująca krajowy rynek biopaliw i biokomponentów oraz *Ustawa z dnia 21 lutego 2025 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw* (Dz. U. 2025 poz. 303) nowelizująca ustawę z 2006 r. w celu implementacji wymogów dyrektyw UE RED II/RED III.. Do najważniejszych postanowień pierwszej z nich należą: ustanowienie obowiązkowego minimalnego udziału biokomponentów w paliwach transportowych; określenie wymagań dotyczących jakości, certyfikacji i rejestracji producentów oraz importerów biokomponentów; wprowadzenie kryteriów zrównoważonego rozwoju i redukcji emisji gazów cieplarnianych dla biopaliw wliczanych do realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego; oraz stworzenie ram prawnych dla monitoringu i kontroli rynku biopaliw w Polsce. Ustawa z 2025 r. ustala poziomy Narodowego Celu Wskaźnikowego na lata 2025–2030; rozszerza katalog paliw kwalifikowanych do realizacji celów; wprowadza mechanizmy sankcyjne i nadzoru dla podmiotów nie dostosowujących się do obowiązków; oraz wzmacnia ramy dla stabilizacji polityki biopaliwowej w Polsce.

¹⁵⁸ W Hiszpanii sektor bioetanolu funkcjonuje w ramach ram prawnych *Ley 34/1998, del Sector de Hidrocarburos*, która ustanawia obowiązkowe mieszanie paliw z biokomponentami, określa wymogi jakościowe i certyfikacyjne dla paliw transportowych, nadaje kompetencje państwowe do monitoringu rynku oraz stanowi podstawę prawną dla późniejszych regulacji, w tym *Real Decreto 1597/2011*, wprowadzającego krajowy system weryfikacji zrównoważonego charakteru gospodarowania, metody obliczania udziału biopaliw w transporcie i obowiązki raportowe, oraz *Real Decreto 376/2022*, który ustala minimalne poziomy udziału biopaliw, nakłada obowiązki na dostawców paliw, wzmacnia system monitoringu zgodności z kryteriami ESG i przygotowuje podstawy prawne do implementacji RED III.

Tabela 15: Zestawienie uwarunkowań produkcji bioetanolu pierwszej generacji w wybranych państwach Unii Europejskiej

Państwo	Najważniejsze surowce	Charakterystyka rynku surowców i bioetanolu	Prywatny koszt krańcowy	Koszt alternatywny zasobów	Wrażliwość na ceny globalne
Francja	Pszenica, buraki cukrowe	Silna integracja rolnictwa i paliw, duża skala produkcji (2'450 mln l w 2022 r., tj. 45% produkcji UE)	Niski, przewidywalny	Umiarkowany	Niska – umiarkowana
Węgry	Kukurydza	Kluczowy eksporter, drugi producent w UE (820 mln l w 2022 r., tj. 15%)	Niski, przewidywalny	Niski	Niska
Niemcy	Pszenica, kukurydza	Wysoka wydajność, intensywne rolnictwo, stabilna lecz malejąca podaż (650 mln l w 2022 r.)	Relatywnie niski i stabilny	Umiarkowany (konkurencja z żywnością)	Umiarkowana
Polska	Zboża (pszenica, żyto)	Heterogeniczna struktura agrarna, zmienna wydajność	Wyższy i zmienny	Wysoki	Wysoka
Niderlandy	Surowce importowane	Niewielka krajowa baza surowcowa, rynek uzależniony od importu	Zależny od cen importu	Niski lokalnie	Bardzo wysoka
Hiszpania	Zboża (regionalnie)	Ograniczenia klimatyczne i wodne w produkcji surowca	Zmienny, lokalnie wysoki	Bardzo wysoki	Wysoka

Źródło: ePURE Key Figures 2023 i Eurostat.

Zróźnicowanie trajektorii krajowych wskazuje, że rozwój bioetanolu pierwszej generacji w Europie nie podlegał jednolitej logice rynkowej. Kluczowe znaczenie miały czynniki instytucjonalne, strukturalne oraz polityczne, które modyfikowały bodźce ekonomiczne. W efekcie sektor funkcjonował jako mozaika krajowych modeli, a nie jednolity rynek. Wnioski te są spójne z podejściem instytucjonalnym do analizy rynków energii.

Bioetanol pierwszej generacji pełnił w badanym okresie rolę technologii przejściowej (ang. *transitional technology*), której znaczenie było podtrzymywane przez istniejące inwestycje, infrastrukturę oraz stabilne regulacje prawne, a jednocześnie ograniczane przez ewoluujące priorytety polityki klimatycznej i przesunięcie akcentów w stronę elektromobilności i biopaliw zaawansowanych. Taka sytuacja sprzyjała zachowaniom defensywnym przedsiębiorstw i ograniczonej innowacyjności, co można interpretować w kontekście teorii *technological lock-in* (Foxon, 2014). Dotyczy ona mechanizmu, w którym wcześniejsze decyzje inwestycyjne i infrastrukturalne prowadzą do utrwalenia się określonego rozwiązania technologicznego, nawet jeśli dostępne są bardziej efektywne lub ekologiczne alternatywy.

Z perspektywy zarządzania innowacjami, zjawisko to można również opisać w kategoriach organizacyjnej inercji (Moradi i in., 2021), czyli tendencji instytucji i przedsiębiorstw do kontynuowania istniejących procesów i modeli biznesowych pomimo zmian w otoczeniu regulacyjnym lub rynkowym. W kontekście bioetanolu pierwszej generacji, technologiczny *lock-in* manifestował się m.in. w utrzymywaniu mocy produkcyjnych w oparciu o konwencjonalne surowce rolne, ograniczonej dywersyfikacji produktów oraz niskiej dynamice innowacji procesowych. Jednocześnie literatura dotycząca ścieżek technologicznych (ang. *path dependency*) wskazuje, że istniejące systemy wsparcia, subsydia i regulacje podatkowe mogą zarówno stabilizować sektor, jak i hamować adaptację do nowych warunków, prowadząc do strategicznej niepewności i zwiększonego ryzyka inwestycyjnego dla podmiotów działających w obszarze biopaliw.

Produkcja bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024 charakteryzowała się stabilnością ilościową przy rosnącej presji strukturalnej. Wspólne tendencje maskują jednak istotne różnice krajowe, wynikające z odmiennego układu czynników instytucjonalnych i rynkowych. Wyniki te podkreślają konieczność analizy sektorów energetycznych w ujęciu zróżnicowanym przestrzennie i instytucjonalnie.

Jednocześnie wskazują na ograniczoną zdolność bioetanolu pierwszej generacji do odgrywania roli motoru dalszej dekarbonizacji transportu w Europie.

Zebrane dane pozwalają sformułować wniosek, że pojęcie „rynku europejskiego” bioetanolu pierwszej generacji ma charakter analitycznie użyteczny, lecz empirycznie ograniczony. W sensie regulacyjnym istnieje wspólna rama prawna, a handel wewnątrzunijny umożliwia arbitraż cenowy. Jednakże struktura produkcji, dostępność surowców, krajowe systemy wsparcia oraz preferencje konsumentów różnicują warunki funkcjonowania sektora. Efekty finansyzacji, zmienności cen oraz zmian regulacyjnych nie są rozłożone równomiernie. Państwa o silnych rynkach kapitałowych i rozwiniętej infrastrukturze handlowej absorbują szoki inaczej niż gospodarki o bardziej rolniczym profilu. W rezultacie racjonalność ekonomiczna utrzymywania lub rozwijania mocy produkcyjnych bioetanolu pierwszej generacji przyjmuje różne postacie: od defensywnej stabilizacji po stopniową marginalizację.

Wrażliwość uzyskanych wniosków na zastosowaną metodę pozostaje istotna, lecz nie podważa głównej konkluzji. Alternatywne podejścia, takie jak modele ilościowe czy pogłębione studia przypadków, mogłyby uwypuklić specyficzne mechanizmy krajowe lub krótkookresowe zależności cenowe. Jednak badanie oparte na integracji danych ilościowych i jakościowych pozwala uchwycić strukturę i trwałość procesów, które determinowały trajektorię sektora w latach 2010–2024. W tym sensie rozdział ten dostarcza empirycznego fundamentu dla dalszej analizy relacji między finansyzacją rynków a racjonalnością ekonomiczną bioetanolu pierwszej generacji w Europie.

W kontekście hipotezy kluczowym faktem pozostaje brak jednoznacznej korelacji między pogłębiającą się integracją rynków finansowych i rolnych a trwałym spadkiem wolumenów produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Zamiast tego obserwuje się pośrednie mechanizmy: wzrost zmienności cen surowców, presję na marże oraz wzrost ryzyka regulacyjnego, które łącznie osłabiały racjonalność inwestycyjną, nie prowadząc jednak do istotnych dezinwestycji w tym sektorze.

Analiza porównawcza rynków surowców do produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Niemczech, Francji, Polsce, Niderlandach i Hiszpanii wskazuje, że zgodność decyzji produkcyjnych z zakładanymi celami gospodarczymi była w znacznym stopniu uwarunkowana lokalną strukturą kosztów zewnętrznych oraz relacją między prywatnym a społecznym kosztem krańcowym. Różnice te miały

charakter systemowy i nie były w pełni niwelowane przez integrację rynków towarowych i finansowych w UE.

W Niemczech i Francji, wysoka wydajność rolnictwa oraz stabilność podaży surowców skutkowały relatywnie niskim i przewidywalnym prywatnym kosztem krańcowym bioetanolu pierwszej generacji. W tych warunkach decyzje produkcyjne były zasadniczo zgodne z krótkookresową racjonalnością ekonomiczną oraz celami polityki publicznej, choć ich długookresowa efektywność pozostawała ograniczona przez konkurencję o zasoby z sektorem żywnościowym. Odmienny obraz wyłania się w Polsce i Hiszpanii, gdzie większa heterogeniczność struktur agrarnych, niższa średnia wydajność oraz wysoki koszt alternatywny kluczowych zasobów prowadziły do istotnego wzrostu społecznego kosztu krańcowego produkcji bioetanolu pierwszej generacji. W tych państwach koszty zewnętrzne częściej przekraczały poziom możliwy do efektywnej internalizacji, co skutkowało mniejszą spójnością decyzji produkcyjnych z długookresowymi celami gospodarczymi i klimatycznymi.

Niderlandy stanowią przypadek specyficzny, w którym decyzje dotyczące bioetanolu pierwszej generacji determinowały przede wszystkim globalne relacje cenowe i infrastruktura logistyczna. Stwarzało to najbardziej korzystne warunki dla uwidocznienia wpływu integracji rynków towarowych i finansowych na uwarunkowania produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Zmienna koniunktura na rynkach towarowych oraz, wynikające ze stosunkowo niskiej zyskowności produkcji bioetanolu, wysokie ryzyko i ograniczone zachęty do tworzenia infrastruktury produkcyjnej, tworzyły względnie niesprzyjające warunki dla produkcji bioetanolu. Istotnie, w Europie kluczowym czynnikiem uzasadniającym produkcję jest raczej stały dostęp do lokalnego surowca, co tłumaczy pozycję Węgier jako drugiego producenta bioetanolu w UE (Tabela 15).

Integracja rynków finansowych i towarowych w UE przyczyniła się do konwergencji sygnałów cenowych, lecz nie zlikwidowała strukturalnych różnic między regionami. W praktyce sprzyjała ona szybszej transmisji wahań cen surowców, co zwiększało ekspozycję krajów peryferyjnych na ryzyka kosztowe i pogłębiało rozbieżności w efektywności społecznej produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Badania wskazują zatem, że bioetanol pierwszej generacji tylko warunkowo spełniał kryteria racjonalności gospodarczej w skali UE. W długim okresie rosnące znaczenie kosztów zewnętrznych oraz relacji kosztów alternatywnych zasobów uzasadnia

przesunięcie wsparcia regulacyjnego w stronę technologii o niższym społecznym koszcie krańcowym.

6.4 Aspekty środowiskowe i związane z polityką zrównoważonego rozwoju

Pełne zrozumienie racjonalności ekonomicznej przedsiębiorstw wymaga uwzględnienia efektów środowiskowych, które wpływają na koszty produkcji, decyzje inwestycyjne oraz strategię przedsiębiorstw. Racjonalność ekonomiczna podmiotów w sektorze bioetanolu pierwszej generacji pozostaje w ścisłym związku z działaniami z zakresu gospodarki zrównoważonej, przede wszystkim ze względu na koszty przestrzegania kryteriów środowiskowych, które bezpośrednio obciążają rentowność produkcji. Z drugiej strony, ryzyko reputacyjne i regulacyjne ogranicza dostęp do rynków oraz możliwości uzyskania subsydiów.

Produkcja bioetanolu pierwszej generacji w Europie rozwijała się w badanym okresie w warunkach silnej regulacji prawnej, w szczególności w ramach Dyrektywy 2009/28/WE (RED I), a od 2018 – Dyrektywy 2018/2001/UE (RED II). W zakresie redukcji emisji CO₂, dyrektywy RED wymagały, aby bioetanol wytwarzany w UE osiągał znaczące ograniczenie emisji w porównaniu z paliwami kopalnymi. Dane z lat 2010-2024 wskazują, że bioetanol pierwszej generacji wytwarzany z pszenicy, kukurydzy czy buraka cukrowego umożliwiał redukcję emisji CO₂ w przedziale 35–50% w stosunku do konwencjonalnej benzyny (Komisja Europejska, 2020; FAO, 2018), natomiast bioetanol drugiej generacji, produkowany z odpadów rolniczych i resztek lignocelulozowych, pozwalał na ograniczenie emisji rzędu 60–85%, przy minimalnym wpływie na rynki żywności i paszy. Efektywność środowiskowa bioetanolu pierwszej generacji była silnie uzależniona od źródła surowca, technologii produkcji, logistyki transportowej oraz intensywności użytkowania i nawożenia gruntów.

Produkcja bioetanolu pierwszej generacji wiąże się również z występowaniem pośrednich zmian w użytkowaniu gruntów, gdy surowce rolne przeznaczone na paliwa wypierały produkcję żywności. Skutkowało to przekształcaniem lasów i pastwisk w pola uprawne, zwiększeniem emisji CO₂ z gleby i biomasy w wyniku konwersji gruntów oraz presją na bioróżnorodność i zasoby wodne. Szacunki FAO (2018) oraz Komisja Europejska (2020) wskazują, że w latach 2010–2024 ILUC mogło zmniejszać netto korzyści klimatyczne bioetanolu pierwszej generacji o 5–15%, szczególnie w krajach peryferyjnych UE, gdzie dostępność gruntów rolnych była ograniczona. Literatura dotycząca WPR (Czyżewski i in., 2019) wskazuje jednak, że wyższe ceny

surowców nie oznaczały proporcjonalnego wzrostu dochodów gospodarstw. Intensyfikacji produkcji towarzyszył bowiem wzrost kosztów ziemi, nawozów i energii, co ograniczało realną poprawę sytuacji ekonomicznej części producentów. Mechanizm ten był szczególnie dotkliwy dla gospodarstw mniejszych, słabiej wyposażonych kapitałowo i mniej zdolnych do osiągnięcia efektów skali.

Analiza kosztów zewnętrznych w tym kontekście wskazuje, że emisje związane z ILUC, utrata bioróżnorodności i presja na wodne zasoby naturalne generują realne obciążenia społeczne i ekonomiczne, które nie są uwzględniane w cenie rynkowej bioetanolu pierwszej generacji. Wykorzystanie bioetanolu drugiej generacji w znacznym stopniu ogranicza te negatywne skutki, ponieważ wykorzystuje odpady rolnicze i lignocelulozę, nie konkurując bezpośrednio z produkcją żywności, co minimalizuje presję na ekosystemy, redukuje koszty zewnętrzne i zwiększa wartość społeczną produkcji.

Różnice w charakterystyce bioetanolu pierwszej i drugiej generacji mają bezpośrednie konsekwencje dla decyzji inwestycyjnych oraz racjonalności ekonomicznej przedsiębiorstw. W przypadku bioetanolu pierwszej generacji podmioty gospodarcze muszą balansować między rentownością a wymogami dyrektyw RED I i RED II oraz ograniczeniami wynikającymi z mechanizmu zapobiegania pośrednim zmianom użytkowania gruntów. Bioetanol drugiej generacji, choć charakteryzuje się większą przewidywalnością środowiskową i niższym ryzykiem związanym z ILUC, wymaga znaczących nakładów technologicznych oraz inwestycji w nowoczesne procesy produkcyjne i logistyczne, co w krótkim okresie zwiększa obciążenia kapitałowe przedsiębiorstw.

Z perspektywy integracji aspektów środowiskowych z racjonalnością ekonomiczną, zrównoważone praktyki odgrywają kluczową rolę w opłacalności inwestycji w bioetanol. Mechanizmy subsydiów oraz systemy certyfikacyjne, takie jak ISCC czy RSB¹⁵⁹, umożliwiają przedsiębiorstwom uzyskanie premii cenowej za bioetanol spełniający kryteria zrównoważonego rozwoju, co może częściowo kompensować wyższe koszty produkcji zarówno I jak i drugiej generacji. Jednocześnie

¹⁵⁹ ISCC (*International Sustainability and Carbon Certification*) to międzynarodowy system certyfikacji, który ocenia zrównoważone pochodzenie surowców oraz redukcję emisji gazów cieplarnianych w całym łańcuchu dostaw biopaliw. Certyfikat RSB (*Roundtable on Sustainable Biomaterials*) obejmuje natomiast nie tylko emisję CO₂, ale również kwestie społeczne, ekologiczne i etyczne, w tym ochronę bioróżnorodności, prawa pracowników i wpływ na lokalne społeczności. Oba systemy umożliwiają przedsiębiorstwom uzyskanie premii cenowej oraz dostęp do rynków, dla których zgodność z kryteriami zrównoważenia jest warunkiem dopuszczenia produktu.

regulacje RED I i II wymuszają inwestycje w technologie ograniczające emisję gazów cieplarnianych oraz minimalizujące skutki ILUC, co oddziałuje na decyzje strategiczne przedsiębiorstw dotyczące utrzymania lub rozbudowy mocy produkcyjnych.

W krajach peryferyjnych UE, w których koszty przestrzegania wymogów zrównoważonego rozwoju są relatywnie wyższe, ekonomiczna racjonalność produkcji bioetanolu pierwszej generacji jest szczególnie wątpliwa. Sprzyja przyjęciu strategii defensywnych i opóźnianiu ekspansji sektora. Analiza integrująca aspekty środowiskowe z ekonomicznymi sugeruje natomiast, że zrównoważone inwestycje w bioetanol II generacji mogą być w długiej perspektywie bardziej opłacalne, szczególnie w obliczu rosnącej niepewności regulacyjnej oraz globalnych wahań cen surowców.

W kontekście transformacji sektora paliw transportowych, w tym bioetanolu, Europejski Zielony Ład (ang. *European Green Deal*) i pakiet legislacyjny „*Fit for 55*” stanowią fundamentalne ramy polityki publicznej, które zakotwiczą cele klimatyczne UE w prawie pierwotnym i wtórnym oraz redefiniują racjonalność ekonomiczną przedsiębiorstw energetycznych i paliwowych. Europejski Zielony Ład, ogłoszony przez Komisję Europejską jako strategiczna wizja osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r., określa szeroki katalog instrumentów, od zwiększenia udziału OZE w miksie energetycznym, poprzez modernizację infrastruktury, aż po mechanizmy wsparcia innowacji i sprawiedliwej transformacji. Są one źródłem wielu późniejszych regulacji zawartych w „*Fit for 55*”. Pakiet ten jest z kolei zestawem powiązanych aktów prawnych mających na celu osiągnięcie redukcji netto emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55 % do 2030 r. względem poziomów z 1990 r., co stanowi prawnie wiążący cel UE w ramach Rewizji Europejskiego Prawa Klimatycznego. W dziedzinie polityki energetycznej i paliwowej pakiet ten wpływa na sektor bioetanolu na kilku poziomach.

Przede wszystkim Dyrektywa o odnawialnych źródłach energii (RED III), będąca częścią „*Fit for 55*”, podnosi cele udziału OZE w energetyce i transporcie oraz wprowadza bardziej ambitne cele szczegółowe dla paliw odnawialnych i niskoemisyjnych, w tym bioetanolu i jego alternatyw. W ramach RED III przewidziano możliwość wyboru przez państwa członkowskie między celem redukcji intensywności emisji gazów cieplarnianych w transporcie a udziałem energii odnawialnej w zużyciu energii transportowej, przy ustanowieniu wiążących minimalnych poziomów dla zaawansowanych biopaliw oraz paliw odnawialnych pochodzenia niebiologicznego (np. wodór odnawialny). Stymuluje to popyt na technologie biopaliw drugiej generacji i inne niskoemisyjne rozwiązania. Po drugie,

pakiet „Fit for 55” rozszerza zakres regulacji sektorowych, co ma bezpośrednie konsekwencje także dla producentów biopaliw. Przykładem są przepisy *FuelEU Maritime* i *ReFuelEU Aviation*¹⁶⁰, które nakładają obowiązki zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w sektorach transportu morskiego i lotniczego poprzez rosnące wymagania dotyczące udziału paliw odnawialnych i niskoemisyjnych.

Co więcej, „Fit for 55” proponuje i wdraża instrumenty systemowe o dużym wpływie makroekonomicznym, takie jak reforma systemu handlu uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla w ramach EU ETS. Pakiet Fit for 55 obejmuje reformę systemu EU ETS. Reforma ta przewiduje rozszerzenie jego zakresu o dodatkowe sektory, w tym transport drogowy i budownictwo. W praktyce oznacza to utworzenie odrębnego systemu handlu uprawnieniami do emisji dla tych sektorów. Ponadto pakiet zakłada bardziej ambitne cele w zakresie pochłaniania CO₂, wynikające ze zmian w sposobie użytkowania gruntów oraz prowadzenia gospodarki leśnej (LULUCF, ang. *Land Use, Land Use Change and Forestry*). Zwiększenie obciążeń emisjami CO₂ poprzez EU ETS oraz wiążące cele LULUCF wpływają na koszty przedsiębiorstw (Czyżewski i Matuszczak, 2016), w tym reprezentujących sektor biopaliw, i tworzą silne sygnały cenowe, które internalizują wagę kosztów środowiskowych w ich modelach biznesowych. W efekcie, rozwiązania „Fit for 55” i Europejskiego Zielonego Ładu nie tylko zwiększają formalne wymagania dotyczące dekarbonizacji paliw transportowych, ale również konstruktywnie redefiniują ramy racjonalności ekonomicznej przedsiębiorstw sektora biopaliw.

Dane z lat 2010–2024 wskazują, że produkcja bioetanolu pierwszej generacji w Europie przynosiła umiarkowane korzyści klimatyczne w postaci redukcji emisji CO₂, jednak efekty te były ograniczone przez mechanizm ILUC oraz konkurencję o surowce rolne i wpływ na rynki żywności. Bioetanol drugiej generacji zapewnia większą przewidywalność środowiskową, zmniejsza ryzyko pośrednich zmian

¹⁶⁰ *FuelEU Maritime* wprowadza obowiązek stopniowej redukcji intensywności emisji paliw stosowanych na statkach pływających w portach UE, począwszy od minimalnej redukcji 2% w 2025 r., osiągając do 2050 r. poziom ograniczenia emisji o 80% w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi, przy jednoczesnym promowaniu wykorzystania biopaliw i alternatywnych paliw niskoemisyjnych (*Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport*, COM(2021) 561 final, z 14 lipca 2021 r.). Analogicznie, *ReFuelEU Aviation* ustanawia minimalny udział zrównoważonych paliw lotniczych (SAF) w całkowitym zużyciu paliw lotniczych na terytorium UE, począwszy od 2% w 2025 r., z docelowym poziomem do 70% w 2050 r., co ma stymulować rozwój zaawansowanych biopaliw i technologii niskoemisyjnych w sektorze lotniczym (*Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for sustainable air transport*, COM(2021) 562 final, z 14 lipca 2021 r.). Obie regulacje wprowadzają mechanizmy monitoringu, raportowania i weryfikacji emisji, mając na celu internalizację kosztów zewnętrznych związanych z emisjami gazów cieplarnianych oraz wspieranie transformacji sektora transportu zgodnie z celami Europejskiego Zielonego Ładu.

użytkowania gruntów oraz ogranicza negatywne skutki dla ekosystemów, lecz wymaga istotnych nakładów technologicznych i inwestycyjnych. W tym kontekście systemy subsydiów i certyfikacji pełnią funkcję integrującą cele klimatyczne z racjonalnością ekonomiczną przedsiębiorstw, umożliwiając opłacalną produkcję przy jednoczesnym zachowaniu standardów zrównoważonego rozwoju. W krajach rdzenia UE, efekty zrównoważenia były lepiej kontrolowane niż w krajach peryferyjnych, co przekładało się na większą stabilność wykorzystania mocy produkcyjnych i bardziej przewidywalne decyzje inwestycyjne.

Decyzje produkcyjne dotyczące bioetanolu pierwszej generacji w badanym okresie były uwarunkowane w istotnym stopniu przez strukturę i stopień internalizacji kosztów zewnętrznych, co bezpośrednio wpływało na ich zgodność z deklarowanymi celami gospodarczymi i klimatycznymi UE. Bioetanol pierwszej generacji generował zarówno pozytywne efekty zewnętrzne, w postaci redukcji emisji CO₂ względem paliw kopalnych, jak i negatywne, wynikające przede wszystkim z pośrednich zmian użytkowania gruntów, degradacji bioróżnorodności oraz wzrostu obciążeń środowiskowych w zakresie gospodarki wodnej i glebowej, oraz konkurencji o surowce z konsumentami żywności. W warunkach niepełnej internalizacji tych kosztów decyzje przedsiębiorstw były ekonomicznie racjonalne z punktu widzenia mikroekonomicznego rachunku kosztów i przychodów, lecz jednocześnie wykazywały ograniczoną spójność z długookresowymi celami alokacyjnymi i klimatycznymi polityki publicznej.

Analiza relacji kosztów krańcowych w ujęciu finansowym wskazuje, że w krótkim i średnim okresie krańcowy koszt produkcji bioetanolu pierwszej generacji był niski w porównaniu z alternatywnymi technologiami niskoemisyjnymi, w szczególności bioetanołem drugiej generacji. Sprzyjało to utrzymywaniu i eksploatacji istniejących mocy produkcyjnych. Po uwzględnieniu kosztów zewnętrznych, społeczny koszt krańcowy bioetanolu pierwszej generacji był porównywalny z technologiami alternatywnymi. Oznacza to, że obserwowana struktura produkcji była w znacznej mierze efektem rozbieżności pomiędzy prywatnym a społecznym kosztem krańcowym, a nie wynikiem alokacji zasobów efektywnej w sensie Pareto.

Integracja rynków finansowych i towarowych miała jedynie pośredni wpływ na omawiane decyzje produkcyjne. W warunkach europejskich rzeczywiste przełożenie było zdecydowanie mniej wyraźne, niż sugerowałyby to modele teoretyczne stworzone na podstawie literatury przedmiotu. Postępująca finansyzacja rynków surowców

rolnych podnosiła ryzyko kosztowe. Jednocześnie integracja rynków finansowych sprzyjała szybszej transmisji sygnałów regulacyjnych i klimatycznych do wyceny aktywów i kosztu kapitału. W tym sensie integracja rynków towarowych i finansowych wzmacniała presję na rewizję modeli biznesowych. Zgodność decyzji produkcyjnych dotyczących bioetanolu pierwszej generacji z zakładanymi celami gospodarczymi determinował zatem raczej stopień internalizacji kosztów zewnętrznych, niż zmieniające się relacje cenowe na zintegrowanych rynkach towarowych i finansowych.

6.5 Interpretacja wyników i wnioski

Interpretacja wyników badań empirycznych o charakterze jakościowym, dotyczących wpływu integracji rynków finansowych i towarowych na producentów bioetanolu, wskazuje na charakter zróżnicowany i pośredni tego oddziaływania. Finansyzacja rynków surowcowych niekoniecznie wiąże się z trwałą zmianą trendów długookresowych w zakresie profilu działalności gospodarczej. Elementami zasadniczymi, przejawiającym się także w wynikach niniejszych badań, są: modyfikacja struktury ryzyka oraz wykształcenie się lub zmiana mechanizmów transmisji szoków i schematów powstawania oczekiwań rynkowych.

Taka charakterystyka ogólna skutków finansyzacji jest zgodna zarówno z neoklasycznymi koncepcjami równowagi częściowej, jak i z założeniami ekonomii instytucjonalnej oraz finansów behawioralnych. Ze względu na charakterystykę warunków prowadzenia działalności gospodarczej przez producentów bioetanolu, wnioski z badań nie potwierdzają ani nie zaprzeczają wprost założeniom neoklasycznym. Wyraźnie zauważalne w sektorze rolnym asymetrie informacyjne, oraz zależność warunków produkcji i zbytu bioetanolu od decyzji regulatorów sprawiają, że o ograniczonej racjonalności podmiotów można mówić nie tylko jako o tendencji do podejmowania suboptymalnych decyzji przez te podmioty, ale wręcz o systemowych ograniczeniach, które uniemożliwiają podejmowanie decyzji racjonalnych lub zmieniają warunki funkcjonowania rynku w sposób premiujący niepełne wykorzystanie posiadanego potencjału.

Teoretyczne ujęcie finansyzacji rynków towarowych sugeruje rosnącą rolę inwestorów finansowych oraz instrumentów pochodnych w kształtowaniu dynamiki cen surowców, bez bezpośredniego związku z fundamentami podaży i popytu w krótkim okresie. Finansyzacja prowadzi w tym ujęciu przede wszystkim do zmiany charakteru

mechanizmów cenotwórczych. Jej wpływ na poziomy cen w długim okresie pozostaje natomiast niejednoznaczny; z perspektywy producentów rolnych oznacza to przesunięcie ciężaru oddziaływania z kanału cenowego na kanał ryzyka. Europejskie rynki towarów rolnych są jednak zasadniczo nieufinansowane, a jak wykazano podczas weryfikacji hipotez pomocniczych, specyfiki tych rynków przeważają nad regułami łączonymi z finansyzacją rynków amerykańskich.

Sektory o niewielkiej skali względnej, ograniczonej sile rynkowej oraz niskiej zdolności do aktywnego zarządzania ryzykiem finansowym rzadko odnoszą istotne korzyści z rozwoju złożonych rynków instrumentów finansowych. Organizacja rynków finansowych sprawia, że efektywne wykorzystanie instrumentów pochodnych wymaga odpowiedniej skali działalności oraz posiadania właściwych kompetencji finansowych i zasobów umożliwiających zaangażowanie w obrót instrumentami pochodnymi. W praktyce oznacza to, że korzyści z finansyzacji są silnie asymetryczne i koncentrują się po stronie dużych podmiotów handlowych, przetwórców lub inwestorów instytucjonalnych.

Produkcja bioetanolu pierwszej generacji w Europie wpisuje się w opisany w dysertacji schemat. Przedsiębiorstwa działające w tym sektorze funkcjonują na styku rynków rolnych i energetycznych, jednak zazwyczaj nie pełnią roli aktywnych uczestników rynków instrumentów pochodnych. Ich pozycja odpowiada roli podmiotów biernych, zależnych od zmiennych cen surowców, a nie podejmujących się arbitrażu lub spekulacji. W takich warunkach finansyzacja rynków surowcowych zwiększa ekspozycję na zmienność cen zbóż i energii, nie oferując jednocześnie proporcjonalnych narzędzi jej redukcji. W konsekwencji ryzyko rynkowe ulega redystrybucji, a nie neutralizacji.

Istotne znaczenie ma sprzężenie wyników finansowych producentów bioetanolu z dwoma rynkami o odmiennych determinantach cenowych: towarowym i energetycznym. Integracja rynków finansowych zwiększa współzależność tych rynków, ograniczając potencjalne korzyści dywersyfikacyjne, które w warunkach niskiej korelacji mogłyby łagodzić wahania dochodów. W okresach podwyższonej niepewności finansowej korelacje między rynkami mają tendencję do wzrostu, co dodatkowo pogarsza sytuację podmiotów o ograniczonym dostępie do instrumentów zabezpieczających.

Istotnym elementem analizy jest również zależność warunków produkcji bioetanolu od standardów jakościowych, środowiskowych i regulacji w zakresie

bezpieczeństwa żywności. W przeciwieństwie do produkcji subsydiowanej lub silnie regulowanej cenowo, decyzje produkcyjne w tym sektorze są wrażliwe na relatywne sygnały cenowe płynące z rynków alternatywnych zastosowań surowców. Teoria alokacji zasobów w warunkach konkurujących rynków wskazuje, że nawet niewielkie różnice cenowe mogą prowadzić do istotnych przesunięć strumieni podaży, zwłaszcza gdy koszty zmiany zastosowania surowca są relatywnie niskie.

Konkurencja między zastosowaniami żywnościowymi i energetycznymi surowców rolnych ma charakter nieliniowy i silnie zależy od kontekstu instytucjonalnego. W regionach o rozwiniętych rynkach, wysokich standardach bezpieczeństwa żywności oraz restrykcyjnych regulacjach środowiskowych, takich jak Unia Europejska, nawet niewielkie premie cenowe na rynku żywności mogą skutecznie przekierowywać surowce z produkcji bioetanolu do zastosowań spożywczych. Zjawisko to jest zgodne z teorią preferencyjnej alokacji w warunkach ograniczeń instytucjonalnych, gdzie ceny nie są jedynym, lecz nadal kluczowym mechanizmem koordynującym.

Finansyzacja rynków pośrednio wzmacnia te procesy. Mechanizmem transmisji jest zwiększenie krótkookresowej zmienności cen i niepewności co do przyszłych relacji cenowych. Z perspektywy producentów bioetanolu oznacza to wzrost ryzyka podejmowania decyzji inwestycyjnych oraz skracanie horyzontu planowania, co literatura ekonomiczna wiąże z tendencją do *underinvestment* w sektorach kapitałochłonnych i regulowanych. Teoria opcji realnych sugeruje, że w warunkach wysokiej niepewności przedsiębiorstwa mają skłonność do odkładania inwestycji, co może ograniczać długookresowy rozwój sektora niezależnie od formalnych celów polityki energetycznej. Różnice między państwami, widoczne w skali produkcji, reakcjach na zmiany cen, czy strukturze kosztów, nie podważają przedstawionych uogólnień, lecz wskazują na ich modulowanie przez lokalne instytucje, ramy regulacyjne oraz struktury gospodarcze.

W tym sensie finansyzacja nie stanowi autonomicznego czynnika determinującego trajektorię rozwoju sektora bioetanolu, lecz działa jako mechanizm wzmacniający istniejące asymetrie i ograniczenia strukturalne. Jej wpływ ujawnia się przede wszystkim poprzez zmiany w rozkładzie ryzyka, oczekiwań i zdolności adaptacyjnych poszczególnych podmiotów, a nie poprzez bezpośrednie oddziaływanie na poziomy produkcji czy ceny w długim okresie. Takie ujęcie pozwala lepiej zrozumieć obserwowane napięcia między celami polityki klimatycznej, logiką rynków

finansowych oraz realnymi warunkami funkcjonowania producentów bioetanolu w Europie.

Podmioty wyspecjalizowane w zakupie surowców rolnych, ich przetwórstwie oraz odsprzedaży produktów pochodnych operują w obrębie złożonych systemów rynkowych, energetycznych i regulacyjnych. Ich kondycja ekonomiczna nie zależy od absolutnego poziomu cen, lecz od stabilności i przewidywalności marż przetwórczych, rozumianych jako różnica między cenami wejścia i wyjścia oraz kosztami operacyjnymi. W sektorze biopaliw pierwszej generacji marże zależą ponadto od polityk publicznych, w tym: rolnej, fiskalnej, energetyczno-paliwowej i środowiskowej, określających obowiązki stosowania domieszek biokomponentów w paliwie i zasady subsydiowania produkcji lub nabywania bioetanolu.

Debata z przełomu I i II dekady XXI w. dotycząca konfliktu *food versus fuel*, a definiująca pierwsze pięciolecie w ramach badanego okresu, była w mniejszym stopniu problemem fizycznych niedoborów, niż efektem konfliktu między celami politycznymi. Popyt na biopaliwa był nieelastyczny ze względu na mandaty i subsydia, podczas gdy popyt na żywność był politycznie wrażliwy i częściowo regulowany cenowo. W rezultacie wzrost cen surowców obciążał segment żywnościowy, a nie przetwórców bioenergii, mimo że ci ostatni często doświadczali ograniczeń marżowych wynikających z opóźnienia transmisji cen i kosztów zgodności regulacyjnej (ang. *compliance*). Asymetria transmisji cenowej była kluczowym czynnikiem napięć społecznych i gospodarczych.

Podczas drugiego pięciolecia, od 2015 r., ekspansja areału, poprawa wydajności i odbudowa zapasów doprowadziły do spadku cen. Produkcja biopaliw przestała stanowić impuls inflacyjny. Dla przetwórców niższe ceny surowca oznaczały mniejsze koszty produkcji, ale niskie ceny produktów końcowych oraz spadek cen paliw kopalnych ograniczały marże. Zmniejszyła się zmienność rynkowa, natomiast ryzyko regulacyjne wzrosło. W UE znaczenie uzyskały kryteria zrównoważonego rozwoju, regulacje ILUC, obowiązki raportowe oraz ograniczenia dotyczące biopaliw pierwszej generacji. W tym okresie decyzje inwestycyjne były coraz silniej zależne od ram prawnych, a nie od czystych sygnałów rynkowych.

W trzecim pięcioleciu badanego okresu, począwszy od roku 2020, ceny surowców rolnych pozostają stosunkowo stabilne, jednak wykazują wyraźną wrażliwość na impulsy egzogeniczne, takie jak wydarzenia geopolityczne czy kryzysy sanitarne. Mimo to, wskaźniki inflacji cen konsumpcyjnych, obejmujące zarówno

paliwa, jak i żywność, utrzymują się na wysokim poziomie. Dla podmiotów przetwarzających biopaliwa nominalnie korzystne ceny surowców nie zapewniają jednak stabilności marż operacyjnych. Zdominowane przez czynniki zewnętrzne, rynki surowców rolnych podlegają licznym szokom, takim jak wojna na Ukrainie, zakłócenia w łańcuchach dostaw spowodowane pandemią COVID-19, napięcia handlowe między USA a Chinami, sankcje gospodarcze, a także zmiany regulacyjne na poziomie Unii Europejskiej. W kontekście tych szoków, dostępne instrumenty hedgingowe często nie obejmują czynników ryzyka związanych z polityką, zmianami w logistyce czy regulacjach, co skutkuje zwiększoną niepewnością operacyjną.

Analizy współzależności między produkcją żywności, pasz i biopaliw napotykać ograniczenia empiryczne: dane cenowe nie uwzględniają kosztów regulacyjnych, ryzyka politycznego ani ograniczeń logistycznych. Modele równowagi cząstkowej upraszczają transmisję cen i ignorują asymetrię siły negocjacyjnej w łańcuchu wartości. Z tego powodu konieczne jest podejście systemowe, integrujące ekonomię, prawo, geopolitykę oraz zarządzanie ryzykiem.

Uwarunkowania wewnętrzne Unii Europejskiej dodatkowo komplikują koszty związane z przestrzeganiem regulacji, szczególnie w zakresie certyfikacji zrównoważonego rozwoju, obowiązków raportowych, logistyki oraz certyfikacji emisji CO₂. Jednocześnie biopaliwa zyskują na znaczeniu w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, co tworzy napięcie między celami klimatycznymi, inflacyjnymi a geopolitycznymi. W rezultacie, przedsiębiorstwa zajmujące się produkcją biopaliw muszą zmierzyć się z wyzwaniem związanym nie tylko z kosztami operacyjnymi, ale także z niepewnością wynikającą z nieprzewidywalnych zmian na poziomie globalnym i krajowym, co w dłuższym okresie wpływa na stabilność całego sektora. Konflikty wokół biopaliw wynikają głównie z nakładania się celów publicznych i asymetrii transmisji cen. Dla przetwórców kluczowe nie jest absolutne poziomowanie cen, lecz spójność instytucjonalna i możliwość zarządzania przewidywalnymi marżami. W obecnym kontekście napięcia przybrały formę konkurencji między politykami: bezpieczeństwo energetyczne, stabilność cen żywności, cele klimatyczne i geopolityczne napięcia. Analiza systemowa uwzględniająca instrumenty finansowe, strukturę rynku, regulacje oraz szoki egzogeniczne jest niezbędna dla praktycznych decyzji inwestycyjnych i operacyjnych.

W kontekście badań nad bioetanołem pierwszej generacji oraz finansyzacją rynków surowców, można zastanawiać się nad zakresem koniecznej oryginalności

wniosków empirycznych. Z jednej strony, literatura przedmiotu dostarcza bogatego aparatu teoretycznego oraz licznych uogólnień empirycznych, które umożliwiają wyjaśnienie obserwowanych zjawisk bez konieczności formułowania radykalnie nowych tez. Wykorzystanie tych zasobów jest nie tylko uzasadnione, lecz wręcz niezbędne, aby zapewnić spójność analizy oraz jej powiązanie z istniejącą debatą naukową. Z drugiej strony, specyfika sektora bioetanolu pierwszej generacji w Europie sprawia, że proste przeniesienie wniosków z literatury globalnej nie byłoby wystarczające. Oryginalność w tym kontekście nie polega na odkrywaniu nowych mechanizmów ekonomicznych, lecz na precyzyjnym zestawieniu istniejących faktów stylizowanych z konkretnym kontekstem instytucjonalnym i czasowym. Wartością dodaną jest w tym przypadku rekonstrukcja empirycznych przesłanek racjonalności lub jej erozji, w warunkach europejskich, a nie kwestionowanie ustalonych teorii.

Analiza zachowań przedsiębiorstw w sektorze bioetanolu pierwszej generacji w Europie pokazuje, że kluczowym czynnikiem kształtującym decyzje inwestycyjne była niepewność regulacyjna, a nie sama zmienność cen surowców. W latach 2010–2024 przedsiębiorstwa funkcjonowały w silnie instytucjonalnie uwarunkowanym środowisku, gdzie dyrektywy RED I (2009) i RED II (2018) ustanawiały cele OZE w transporcie, jednocześnie wprowadzając kryteria zrównoważonego rozwoju oraz limity emisji gazów cieplarnianych. Zmieniające się definicje „zrównoważonego bioetanolu” w ramach tych regulacji generowały istotną niepewność co do przyszłych przychodów i rentowności przedsiębiorstw produkujących bioetanol.

Z punktu widzenia mikroekonomicznej racjonalności, przedsiębiorstwa oceniały opcje strategiczne na podstawie przewidywanej stopy zwrotu w warunkach niepewności regulacyjnej i cenowej. W obliczu wysokiej zmienności cen zbóż i cukru, lecz przy niepewności co do przyszłych wymogów administracyjnych, przedsiębiorstwa preferowały strategie minimalizujące ryzyko kapitałowe, stawiając na stabilizację istniejących mocy produkcyjnych zamiast ich ekspansji. W szczególności w Niemczech i Francji, gdzie regulacje były bardziej przewidywalne, a procesy legislacyjne długoterminowo konsultowane, przedsiębiorstwa wykazywały większą gotowość do utrzymania wysokiej efektywności instalacji. W Polsce i w Hiszpanii niestabilność krajowych subsydiów oraz częste zmiany regulacji prowadziły do wzrostu ostrożności inwestycyjnej, co ograniczało decyzje o rozwoju sektora.

Sektor produkcji bioetanolu pierwszej generacji w całej Europie znajdował się głównie w fazie stabilizacji, a decyzje przedsiębiorstw koncentrowały się na

optymalizacji istniejących instalacji poprzez poprawę efektywności operacyjnej i technologicznej. Nowe inwestycje w instalacje były sporadyczne, a głównym przedmiotem decyzji było zwiększenie wydajności dotychczasowych zakładów.

W Niemczech, dzięki systematycznemu wsparciu krajowego systemu dotacji i mechanizmów rynku mocy, utrzymanie istniejących instalacji okazało się rentowne mimo zmienności cen surowców. Francja i Niderlandy skupiały się na modernizacji technologicznej, natomiast ekspansja mocy produkcyjnych była ograniczana przez wysokie koszty wejścia oraz regulacyjne limity emisji. W krajach peryferyjnych, takich jak Polska i Hiszpania, strategie utrzymania mocy produkcyjnych były uzależnione od bieżących cen surowców oraz dostępności subsydiów publicznych. To prowadziło do cyklicznych wahań wykorzystania mocy produkcyjnych, a nie do trwałej ekspansji sektora.

Mimo teoretycznej dostępności instrumentów hedgingowych na rynkach terminowych i pochodnych, większość przedsiębiorstw w Europie nie korzystała aktywnie z tych narzędzi. Potwierdzają to raporty branżowe (European Biofuels Technology Platform, 2015; ePURE, 2021). Główne przyczyny takiego stanu rzeczy, to mała skala działalności oraz brak wyspecjalizowanych zespołów finansowych w przedsiębiorstwach produkujących bioetanol, co podnosiło koszty i ryzyko związane z zarządzaniem instrumentami pochodnymi.

Zamiast uczestniczenia w rynkach *futures* i opcji, przedsiębiorstwa preferowały strategie defensywne, ograniczając ekspozycję na ryzyko cenowe poprzez elastyczne wykorzystanie surowców lub zawieranie kontraktów *spot* i *forward* z dostawcami. Awersja do ryzyka była szczególnie widoczna w krajach peryferyjnych, gdzie niestabilność cen surowców oraz subsydiów publicznych prowadziła do preferencji minimalizowania strat zamiast angażowania się w długoterminowe inwestycje.

Analiza porównawcza przedsiębiorstw z rynków stanowiących trzon UE (Niemcy, Francja, Niderlandy) oraz peryferyjnych (Polska, Hiszpania) ujawnia wyraźne różnice w przyjętych strategiach. Na rynkach rdzeniowych przedsiębiorstwa dążyły do stabilizacji produkcji oraz zwiększenia wydajności, korzystając z przewidywalnego otoczenia regulacyjnego i dostępu do finansowania bankowego. Modernizacja instalacji oraz optymalizacja technologii były preferowaną strategią, szczególnie w warunkach umiarkowanej zmienności cen surowców.

Na rynkach peryferyjnych, przedsiębiorstwa wykazywały bardziej procykliczną reakcję na zmiany cen surowców i wysokości subsydiów, co prowadziło do

niestabilności w wykorzystywaniu mocy produkcyjnych. W okresach niskich cen lub niepewnych dotacji nastąpiło ograniczenie produkcji, podczas gdy w okresach wyższych cen – krótkookresowe zwiększenie produkcji. Brak dostępu do efektywnych narzędzi hedgingowych zwiększał awersję do ryzyka i ograniczał inwestycje w rozwój nowych mocy produkcyjnych.

Obserwacje sektora bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024 wskazują, że:

- Decyzje inwestycyjne były w dużym stopniu determinowane przez niepewność regulacyjną, a nie przez zmienność cen surowców.
- Utrzymanie mocy produkcyjnych dominowało nad ich ekspansją, szczególnie w krajach rdzeniowych.
- *Hedging* oraz instrumenty finansowe odgrywały ograniczoną rolę, co sprzyjało strategiom defensywnym.
- Istniały wyraźne różnice strategiczne pomiędzy rynkami rdzeniowymi a peryferyjnymi, a stabilność instytucjonalna w krajach rdzeniowych okazała się kluczowa dla podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Makroekonomiczne warunki finansowe miały pośredni wpływ na decyzje strategiczne przedsiębiorstw, a finansyzacja rynków była bardziej czynnikiem kondycjonującym ryzyko, niż bezpośrednio determinującym decyzje produkcyjne. Wyniki te potwierdzają tezę, że finansyzacja sektora bioetanolu pierwszej generacji nie prowadziła do spadku produkcji, ale raczej zwiększała ekspozycję na ryzyko związane z zmiennością cen surowców i niepewnością regulacyjną. W kontekście decyzji inwestycyjnych, przedsiębiorstwa w Europie kierowały się raczej przewidywalnością regulacji oraz możliwościami adaptacji do zmieniającego się otoczenia cenowego, niż próbą wykorzystania narzędzi finansowych do zabezpieczenia przed ryzykiem rynkowym.

Wnioski te potwierdzają, że kluczowe dla sektora bioetanolu pierwszej generacji było nie tylko dostosowanie się do zmieniającego się środowiska regulacyjnego, ale także zdolność do zarządzania ryzykiem związanym z kosztami zewnętrznymi, takimi jak zmienność cen surowców oraz koszty zgodności z regulacjami dotyczącymi zrównoważonego rozwoju. Przewidywalność i stabilność regulacji okazały się kluczowe dla podejmowania decyzji inwestycyjnych, co miało znaczący wpływ na rentowność i przyszłą dynamikę rozwoju sektora.

Na podstawie analizy zachowań przedsiębiorstw w sektorze bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024, można zatem stwierdzić, że decyzje inwestycyjne w dużej mierze były determinowane przez instytucjonalną stabilność regulacyjną oraz zmienność cen surowców. Z kolei instrumenty finansowe, w tym *hedging*, nie odegrały istotnej roli w procesie podejmowania decyzji. Zmienność cen, szczególnie w krajach peryferyjnych, oraz niepewność w zakresie subsydiów i polityki regulacyjnej prowadziły do większej ostrożności w podejmowaniu decyzji o ekspansji mocy produkcyjnych. Z kolei w krajach rdzeniowych, gdzie otoczenie regulacyjne było bardziej przewidywalne, przedsiębiorstwa miały większą skłonność do inwestycji w poprawę efektywności operacyjnej.

Rynki finansowe i towarowe miały wpływ na decyzje w sensie kondycjonującym ryzyko, ale nie były decydujące dla produkcji. Ostatecznie, większa stabilność regulacyjna, a także przewidywalność w zakresie polityki klimatycznej, okazały się kluczowymi czynnikami wpływającymi na racjonalność decyzji produkcyjnych w sektorze bioetanolu w Europie.

Postawiona hipoteza, jakoby integracja rynków finansowych i rolnych, rozumiana jako element finansyzacji rynków towarowych, przyczyniła się do spadku racjonalności ekonomicznej utrzymywania i rozwoju mocy produkcyjnych bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024 znajduje w świetle przeprowadzonych analiz potwierdzenie. Jest ono jednak zaledwie pośrednie i dotyczy jedynie niektórych aspektów działalności. Zastosowane podejście nie dostarczyło dowodów na istnienie silnego, bezpośredniego kanału oddziaływania integracji rynków finansowych i towarowych na uwarunkowania produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie.

Jednocześnie analiza potwierdza, że finansyzacja zmodyfikowała warunki brzegowe racjonalności ekonomicznej tego sektora. Integracja rynków przyczyniła się do wzrostu zmienności cen surowców rolnych, wzmocnienia transmisji szoków makrofinansowych oraz zwiększenia niepewności co do przyszłych relacji cenowych. W konsekwencji pogorszeniu uległ profil ryzyka inwestycji w bioetanol pierwszej generacji, zwłaszcza w warunkach jednoczesnej presji regulacyjnej i narracyjnego przesunięcia polityki publicznej w stronę biopaliw zaawansowanych.

Hipoteza zostaje zatem zweryfikowana w sensie słabym: finansyzacja nie była czynnikiem sprawczym marginalizacji bioetanolu pierwszej generacji, lecz można uznać ją za istotny czynnik wzmacniający i stabilizujący procesy, które już wcześniej

ograniczały ekonomiczną racjonalność rozwoju produkcji tego rodzaju biopaliwa. Taki wynik pozostaje spójny z podstawami teoretycznymi badań. Zgodnie z koncepcją przyjętą w ramach syntezy neoklasycznej, zmiany instytucjonalne i finansowe oddziałują na zachowania podmiotów poprzez ceny względne, oczekiwania i ryzyko, a nie poprzez mechaniczne wypieranie sektorów.

Uzyskane wyniki pozostają zgodne z dominującym konsensusem obecnym w literaturze przedmiotu. Konsensus ten opiera się nie tylko na bezpośrednich dowodach ilościowych, lecz także na zgodności częściowych obserwacji, analogiach międzyrynkowych oraz modelach teoretycznych wskazujących na prawdopodobieństwo określonych mechanizmów transmisyjnych. W tym sensie przeprowadzone badanie nie ustanawia nowej teorii relacji gospodarczych, lecz wzmacnia istniejący układ przekonań naukowych poprzez dostarczenie kolejnych danych niesprzecznych z dominującym kierunkiem interpretacji.

Nowy wkład poznawczy badań polega przede wszystkim na stwierdzeniu braku jednoznacznego i bezpośredniego związku między integracją rynków surowcowych a uwarunkowaniami działania producentów. Ustalenie to wskazuje na ograniczony stopień transmisji efektów integracji rynków finansowych i towarowych na zachowania podmiotów produkcyjnych, prowadząc do rewizji uproszczonych modeli interpretacyjnych. Nie oznacza to jednak zanegowania istnienia relacji między badanymi zjawiskami. Literatura przedmiotu i dominujące konstrukcje teoretyczne sugerują bowiem, że integracja rynków może wiązać się z rekonfiguracją warunków działania producentów poprzez mechanizmy transmisji cenowej, zmiany struktury ryzyka lub intensyfikację zależności konkurencyjnych. Hipoteza ta pozostaje więc uzasadniona teoretycznie i stwierdzono istnienie empirycznych przesłanek do przyjęcia wniosków zawartych w dostępnej literaturze przedmiotu, lecz nie wykazano w sposób jednoznaczny i ilościowo mierzalny badanej zależności.

Ujęcie wyników w kategoriach słabej weryfikacji hipotezy oznacza, że zgromadzone dane pozostają zgodne z przewidywaniami modelu teoretycznego i nie dostarczają argumentów przeciwko jego utrzymaniu. W sensie epistemicznym słaba weryfikacja stanowi ograniczone wsparcie inferencyjne, którego siła zależy od zakresu danych, jakości operacjonalizacji oraz stopnia wykluczenia interpretacji alternatywnych. W konsekwencji stwierdza się brak podstaw do formułowania silnych twierdzeń zawierających ekstrapolację wniosków zawartych w weryfikacji hipotezy głównej na okoliczności nieobjęte zakresem badań. W badaniach nad złożonymi

zjawiskami gospodarczymi, stosowanie metod jakościowych powoduje, że łatwiej jest zasadniczo wykazać niespójność modelu z obserwacją niż dowieść jego pełnej adekwatności.

Należy przy tym stwierdzić, że brak mierzalnych i jednoznacznych współzależności ilościowych nie przesądza o nieistnieniu relacji między analizowanymi zjawiskami. Zależności gospodarcze często ujawniają się pośrednio, kontekstowo lub niestabilnie temporalnie, co utrudnia ich uchwycenie za pomocą standardowych narzędzi ilościowych. Ograniczona obserwowalność mechanizmów nie może więc zostać utożsamiona z ich ontologiczną nieobecnością, lecz wskazuje raczej na ograniczenia procedur pomiarowych i wysoki stopień złożoności badanego układu zależności.

Uzyskane wyniki badań niosą ze sobą implikacje dla teorii ekonomicznej, w szczególności w obszarze ekonomii rolnictwa, ekonomii energii oraz badań nad finansyzacją. Po pierwsze, potwierdzają użyteczność syntezy neoklasycznej jako ramy analitycznej do badania sektorów silnie regulowanych i osadzonych instytucjonalnie. Wyniki wskazują, że nawet w warunkach pogłębiającej się finansyzacji podstawowe mechanizmy decyzyjne przedsiębiorstw pozostają zakorzenione w mikroekonomicznej kalkulacji kosztów, przychodów i ryzyka, modyfikowanej przez bodźce regulacyjne.

Po drugie, badanie to wzmacnia tezę, że finansyzacja rynków towarowych nie jest zjawiskiem jednorodnym w swoich skutkach sektorowych. Teoria ekonomiczna często operuje uogólnionymi modelami, w których wzrost roli rynków finansowych prowadzi do zwiększenia płynności i poprawy możliwości zarządzania ryzykiem. W przypadku bioetanolu pierwszej generacji w Europie mechanizm ten nie zadziałał w pełni, co wskazuje na potrzebę teoretycznego rozróżnienia między sektorami aktywnie ufinansowanymi a sektorami peryferyjnymi wobec rynków finansowych.

Po trzecie, wyniki sugerują konieczność silniejszego uwzględnienia w teorii ekonomicznej interakcji między finansyzacją a polityką publiczną. W klasycznych ujęciach finansyzacja bywa analizowana jako proces rynkowy, tymczasem w przypadku bioetanolu pierwszej generacji jej skutki były w dużej mierze filtrowane przez regulacje dotyczące energii odnawialnej, standardów jakościowych oraz bezpieczeństwa żywności. Teoria zyskuje więc na adekwatności, gdy traktuje finansyzację jako proces współzależny z reżimami regulacyjnymi, a nie jako autonomiczny trend.

Jednocześnie pojawiają się istotne rozbieżności w porównaniu z częścią badań, które przypisują finansyzacji bardziej bezpośrednią rolę w kształtowaniu wolumenów

produkcji lub inwestycji w sektorach surowcowych. W badaniach nie znaleziono empirycznych podstaw do tak silnych twierdzeń. Rozbieżność ta może wynikać zarówno z różnic sektorowych, jak i z odmiennych uwarunkowań kulturowych i instytucjonalnych Europy, USA i Brazylii. Interpretacja uzyskanych wyników napotyka na istotne ograniczenia, które należy zaznaczyć. Po pierwsze, analiza opiera się w dużej mierze na danych wtórnych oraz metodach jakościowo-syntetycznych. Ogranicza to możliwość testowania silnych zależności przyczynowych i wymaga ostrożności w formułowaniu wniosków o charakterze ogólnym. Po drugie, badany okres 2010–2024 obejmuje kilka epizodów kryzysowych, np. kryzys zadłużeniowy w Strefie euro, pandemia COVID-19, kryzys energetyczny 2022 r., które nakładały się na procesy finansyzacji, utrudniając ich jednoznaczne rozdzielenie analityczne.

Oceny uwarunkowań determinujących racjonalność ekonomiczną produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie dokonano w trzech kluczowych wymiarach. Odzwierciedlają one złożoność interakcji pomiędzy czynnikami rynkowymi, regulacyjnymi oraz instytucjonalnymi. Pierwszy wymiar odnosi się do kosztów zewnętrznych i czynników związanych z politykami ochrony środowiska, klimatyczną oraz energetyczną UE. Z perspektywy ekonomicznej, koszty zewnętrzne związane z emisją gazów cieplarnianych, degradacją środowiska oraz zmianą sposobu użytkowania gruntów mają istotny wpływ na rentowność produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Regulacje Unii Europejskiej, takie jak dyrektywy RED I i RED II, wprowadzają limity emisji CO₂ oraz kryteria zrównoważonego rozwoju, które nie tylko zmieniają strukturę kosztów, ale również determinują dalszy rozwój sektora. Drugi wymiar dotyczy przepływów finansowych oraz czynników wynikających z wdrażania WPR. W ramach WPR, subsydia i wsparcie finansowe dla produkcji bioetanolu są kluczowe dla stabilności sektora. Jednakże, niestabilność krajowych systemów subsydiów i zmienność polityki rolniczej w poszczególnych państwach członkowskich mogą znacząco wpłynąć na decyzje inwestycyjne przedsiębiorstw, zwłaszcza w kontekście ryzyka finansowego. Ponadto, zmiany w krajowych rynkach rolnych, takich jak fluktuacje cen surowców rolnych, w połączeniu z wymogami regulacyjnymi dotyczącymi zrównoważonego rozwoju, wprowadzają dodatkową niepewność i mogą skutkować zmiennością rentowności produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Ostatni wymiar dotyczy czynników instytucjonalnych i transakcyjnych, w szczególności związanych z funkcjonowaniem rynków zbóż i cukru. Struktura tych rynków oraz ich integracja z rynkami biopaliw ma kluczowe znaczenie dla konkurencyjności

i stabilności sektora bioetanolu. W krajach o silnej tradycji rolniczej, takich jak Francja czy Niemcy, stabilność rynku surowców rolnych wspiera długoterminowe inwestycje w technologie bioenergetyczne, podczas gdy w krajach peryferyjnych, takich jak Polska czy Hiszpania, większa zmienność cen oraz nierównomierna dostępność surowców mogą prowadzić do mniej przewidywalnych wyników finansowych. Dodatkowo, rosnące zróżnicowanie norm instytucjonalnych, zarówno w odniesieniu do polityk krajowych, jak i regulacji UE, wpływa na transakcje oraz koszty prowadzenia działalności, utrudniając harmonizację produkcji bioetanolu na rynku europejskim.

Decyzje produkcyjne w sektorze bioetanolu pierwszej generacji w Europie powinny być analizowane w kontekście złożonego oddziaływania polityk publicznych, kosztów zewnętrznych oraz czynników instytucjonalnych, które w różny sposób wpływają na racjonalność ekonomiczną przedsiębiorstw. Optimalizacja strategii inwestycyjnych wymaga uwzględnienia zarówno długoterminowej stabilności regulacji, jak i dynamiki zmian na rynkach rolnych oraz energii.

Rozdział 7 Podsumowanie i wnioski

7.1 Syntetyczne podsumowanie badań

Przedmiotem badań była integracja europejskich rynków towarów rolnych w latach 2010–2024 ze światowymi rynkami finansowymi, w warunkach postępującej finansyzacji, oraz konsekwencje tych procesów dla produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Badaniami objęto zatem większą część okresu następującego po globalnym kryzysie finansowym lat 2007–2009, który zredefiniował architekturę regulacyjną i strukturę uczestników rynków towarowych. Dane empiryczne objęły notowania giełdowe z lat 2010–2024 oraz raporty pozycyjne typu *Commitments of Traders* publikowane przez Euronext i ICE. Analiza koncentruje się na dwóch surowcach wykorzystywanych w produkcji bioetanolu pierwszej generacji, tj. pszenicy i kukurydzy, oraz na rynku cukru jako zmiennej przybliżającej uwarunkowania sektora cukrowego.

Badanie osadzono w nurcie syntezy neoklasycznej i w kontekście teoretycznym finansyzacji gospodarki, rozumianej jako wzrost znaczenia motywów, rynków i instytucji finansowych w alokacji zasobów realnych. W literaturze nurt ten rozwijali m.in. Gerald Epstein oraz Greta Krippner, wskazując na zmianę mechanizmów koordynacji między sferą finansową a realną. W odniesieniu do towarów rolnych finansyzacja wiązana jest z ekspansją funduszy indeksowych oraz rosnącą rolą uczestników reprezentujących sektor finansowy. Analiza obejmuje zatem zarówno wymiar cenowy, jak i strukturalny.

Celem pracy była ocena, czy funkcjonowanie rynków finansowych wpływa na ekonomiczną zasadność utrzymywania lub zwiększania mocy produkcyjnych bioetanolu pierwszej generacji w Europie. Zasadność ta zależy od relacji między zmiennością cen surowców a stabilnością marż przetwórczych w długim okresie. W warunkach wysokiej korelacji między rynkami oraz podwyższonej zmienności, ryzyko inwestycyjne rośnie. Analiza koncentruje się zatem na integracji cenowej oraz strukturze rynków. Problem naukowy dotyczy ustalenia, w jaki sposób finansyzacja oddziałuje na fizyczną i cenową dostępność surowców żywnościowych dla sektorów innych, niż spożywczy. W tym ujęciu bioetanol pierwszej generacji stanowi sektor modelowy. Jest on umiarkowanie rozwinięty w Europie, lecz relatywnie istotny w skali całego świata. Umożliwiło to zaprojektowanie badań w odniesieniu do istniejącej

literatury przedmiotu. Badania postanowiono podporządkować analizie porównawczej między rynkami surowców o zbliżonych funkcjach technologicznych, lecz odmiennych uwarunkowaniach instytucjonalnych.

Motywacja badawcza wynika z ewolucji debaty „*food versus fuel*”. Spór ten był intensywny po kryzysie cen żywności z lat 2007–2008 oraz podczas globalnych wzrostów cen w latach 2010–2012. W kolejnych latach zainteresowanie tematem osłabło. Jednocześnie w Europie, pomimo priorytetowego traktowania kwestii środowiskowych i zrównoważonego rozwoju zarówno przez władze poszczególnych państw jak i przez Komisję Europejską, nie doszło do ekspansji sektora produkcji biopaliw skalę obserwowaną w USA czy Brazylii. Okres 2010–2024 obejmuje zdarzenia istotnie kształtujące funkcję europejskich rynków rolnych zarówno w kontekście gospodarki obszarów wiejskich, jak i celów społecznych i środowiskowych polityk prowadzonych przez poszczególne państwa oraz przez UE. W szczególności reforma WPR po 2013 r. zmieniła strukturę wsparcia dochodów z produkcji. Zniesienie w 2017 r. kwot produkcyjnych dla cukru stanowiło głęboką zmianę o charakterze indykatywnym dla długoterminowej ewolucji polityk UE. Mimo że dotyczyło to wyłącznie rynku cukru, liberalizacja rynku cukru wiązała się ze zwiększeniem ekspozycji producentów na wahania cen światowych. W latach 2020–2022 także pandemia COVID-19 oraz zjawiska geopolityczne wywołały silne szoki podażowe i logistyczne.

Luka badawcza dotyczy aktualizacji analiz finansyzacji w warunkach rosnącej automatyzacji handlu. W pierwszej dekadzie XXI w. skutki integracji platform transakcyjnych i rozwoju handlu algorytmicznego dla funkcjonowania rynków rolnych były przedmiotem intensywnych badań. W ostatnich latach, pomimo wzrostu roli systemów opartych na sztucznej inteligencji w zarządzaniu portfelami towarowymi, uwaga poświęcana w literaturze naukowej ewolucji rynków towarowych jest niewspółmiernie mniejsza, pomimo możliwych istotnych zmian mikrostruktury rynku oraz dynamiki płynności. Konieczna jest zatem ponowna weryfikacja hipotez dotyczących wpływu inwestorów finansowych na zmienność i korelacje cen.

Podstawą teoretyczną badań jest synteza neoklasyczna. Zapewnia ona spójny aparat pojęciowy do analizy równowagi rynkowej, oczekiwań oraz arbitrażu. Wykorzystuje modele równowagi cząstkowej i ogólnej, a także narzędzia ekonometrii szeregów czasowych. Podejście to jest metodologicznie transparentne i umożliwia operacjonalizację pojęć takich jak integracja, efektywność informacyjna i premia za

ryzyko. Empirycznie wykorzystano dane wtórne o strukturze pozycji rynkowych oraz cenach kontraktów terminowych i *spot*. Analiza ilościowa obejmuje testy kointegracji, modele VAR, VECM, oraz miary zmienności warunkowej. Struktura rynku oceniana jest poprzez relację pozycji komercyjnych i niekomercyjnych. Ograniczeniem jest agregacyjny charakter danych z raportów CoT oraz brak pełnej identyfikowalności strategii inwestorów.

Pierwsza hipoteza pomocnicza dotyczy struktury rynku. Zakłada ona, że wzrost udziału podmiotów finansowych zmienia parametry stabilności cen. Stabilność rozumiana jest jako utrzymywanie równowagi przy ograniczonej zmienności oraz niskim ryzyku skoków cenowych. W literaturze ekonomicznej podejmowano już wcześniej próby definiowania równowagi rynkowej w sposób abstrahujący od mechanizmu kształtowania się poziomów cen, prowadzących do oczyszczania rynku¹⁶¹. Nowe spojrzenie na teorię równowagi, logicznie spójne i znajdujące potwierdzenie empiryczne na analizowanych rynkach, jednak stanowi wkład oryginalny w rozwój nauki o finansach. O ile klasyczne modele koncentrują się na mechanizmie cenowym lub bilansowym w ujęciu makroekonomicznym, proponowane ujęcie identyfikuje specyficzny mechanizm dostosowawczy właściwy dla rynków towarowych, w którym dominują czynniki egzogeniczne oraz relacje między rynkiem fizycznym a terminowym.

W modelach z asymetrią informacji, zapoczątkowanych przez Akerlofa (zob. Löfgren i in., 2002) pokazano, że cena może nie prowadzić do efektywnej alokacji, lecz zmieniać strukturę jakościową rynku. W tym kontekście nowej syntezy neoklasycznej nurty szczególnie istotne dla redefinicji równowagi to modele *search and matching* (Chade i in., 2017) oraz modele z ograniczeniami finansowymi typu *collateral constraint* (Geanakoplos i Zame, 2014). Żadna z tych teorii nie okazuje się jednak w pełni adekwatna do specyfiki rynków towarowych, w szczególności rynków surowców rolnych. W przeciwieństwie do rynku pracy czy kredytu, ceny kontraktów terminowych na pszenicę, kukurydzę czy cukier są w przeważającej mierze determinowane przez czynniki egzogeniczne, np. warunki pogodowe, koszty transportu, politykę handlową oraz stan zapasów. W tych segmentach rynku nie zachodzi

¹⁶¹ Literatura ekonomiczna zawiera także przykłady prób przedstawienia równowagi rynkowej jako zjawiska zasadniczo nie wynikającego z dynamiki cen. Przedstawiciele nurtu tzw. ekonomii nierównowagi (ang. *disequilibrium economics*); np. Clower (zob. Barro i Grossman, 1971) oraz Leijonhufvud (2000, 2004) wskazują, że decyzje podmiotów są determinowane nie tylko przez ceny równowagi walrasowskiej, lecz także przez ograniczenia ilościowe i niedoskonałości procesu dostosowawczego.

„tworzenie ceny” w sensie ścisłym, tj. *price-making* rozumiana jako wynik lokalnej interakcji podaży i popytu przy danych preferencjach i technologii, lecz raczej dostosowywanie się notowań instrumentów finansowych do równowag cenowo-ilościowych wyznaczanych w sferze realnej poza rynkiem finansowym. Rola podmiotów sektora finansowego jest ograniczona w porównaniu z determinantami fundamentalnymi, a płynność ma znaczenie wtórne wobec czynników podażowych i popytowych o charakterze realnym.

W tym sensie założenia dotyczące endogenicznego kształtowania cen w ramach modelu równowagi nie przystają w pełni do rynków towarowych, na których ceny kontraktów *futures* w dużym stopniu odzwierciedlają oczekiwania wobec przyszłych niedoborów lub nadwyżek realnych dóbr, a nie równowagę międzyokresowej substytucji konsumpcji reprezentatywnego gospodarstwa domowego. Jednocześnie, proponowana teoria równowagi może mieć charakter sytuacyjny, dotyczący rynków finansowych o stosunkowo niewielkim udziale podmiotów sektora finansowego. Oznaczałoby to, że proponowana teoria może trafnie opisywać określony etap rozwoju rynków towarowych, lecz jej zakres obowiązywania zależy od stopnia integracji tych rynków z globalnym systemem finansowym.

Druga hipoteza pomocnicza odnosi się do integracji cenowej między rynkami pszenicy, kukurydzy i cukru. Integracja zoperacjonalizowana jest jako istnienie relacji kointegracyjnych oraz wysoki stopień transmisji szoków. Stwierdzono, że wysoki poziom integracji może implikować większą podatność na globalne impulsy finansowe. Ograniczeniem jest jednocześnie oddziaływanie czynników fundamentalnych, w tym warunków pogodowych i polityki handlowej.

Badania jakościowe, przeprowadzone w celu weryfikacji hipotezy głównej, koncentrują się na zróżnicowaniu instytucjonalnym rynków europejskich. Analizie poddano dokumenty strategiczne, akty prawne oraz dyskurs polityczny. Studium przypadków wybranych państw pełni funkcję porządkującą wywód, lecz nie stanowi w ścisłym sensie nadrzędnej metody badawczej. Dominującą, ze względu na konieczność zachowania porównywalności w heterogenicznych warunkach regulacyjnych, pozostaje analiza aktów normatywnych. Drugi komponent jakościowy dotyczy polityki środowiskowej. Kluczowe znaczenie ma Europejski Zielony Ład oraz pakiet „*Fit for 55*”. Polityka ta definiuje cele redukcji emisji oraz kryteria zrównoważoności biopaliw. Jednocześnie zaostrzenie kryteriów może ograniczać opłacalność bioetanolu pierwszej generacji i przesunąć wsparcie w kierunku biopaliw

zaawansowanych. Zastosowania tej części wniosków odnoszą się głównie do projektowania polityk publicznych. Wyniki mogą informować decyzje o utrzymaniu wsparcia dla bioetanolu pierwszej generacji oraz o regulacji rynków terminowych. Konieczne jest uwzględnienie ograniczeń prawnych wynikających z prawa unijnego oraz zobowiązań klimatycznych. Analiza ma charakter diagnostyczny i nie przesądza o normatywnej ocenie finansyzacji.

Przeprowadzone badania łączą perspektywę ekonomii politycznej z podejściem systemowym. Rynki surowców traktowane są jako element większego układu obejmującego rolnictwo, energetykę i finanse. Finansyzacja może wzmacniać transmisję szoków, ale również zwiększać płynność i możliwości *hedgingu*. Ostateczna ocena skutków finansyzacji dla bioetanolu pierwszej generacji zależy jednak od struktury instytucjonalnej i regulacyjnej. Wyniki wskazują, że integracja badanych rynków oddziaływała na sektor bioetanolu I generacji przede wszystkim w sposób pośredni. Zależność ta ujawnia się poprzez strukturę uczestników oraz charakter mechanizmu odkrywania cen, a nie poprzez bezpośrednie przełożenie zmian na giełdach na decyzje produkcyjne. Skala zaangażowania podmiotów komercyjnych pozostawała ograniczona. Liczba aktywnych uczestników była niewielka w relacji do wielkości sektora rolno-spożywczego, a dynamika otwartych pozycji nie wykazywała trendu wzrostowego.

Relacja między rynkami terminowymi a sektorem przetwórstwa była asymetryczna. Producenci bioetanolu stanowili marginalną grupę w strukturze pozycji raportowanych na Euronext i ICE. Dominującą rolę zachowywały podmioty związane z sektorem spożywczym oraz inwestorzy finansowi. Oznacza to, że decyzje dotyczące alokacji surowca do celów energetycznych nie były istotnym czynnikiem kształtującym ceny referencyjne. Mechanizm *price discovery* funkcjonował zatem w sposób reaktywny. Ceny kontraktów *futures* zawierały informacje o oczekiwaniach uczestników rynku co do przyszłych warunków podaży-popytowych. Nie stanowiły jednak autonomicznego czynnika determinującego przyszłe wartości cen *spot*. Relacja miała charakter informacyjny, a nie sprawczy. *Futures* odzwierciedlały percepcję ryzyka, lecz nie kreowały jej w sposób niezależny od fundamentów rynków towarów, którymi obrót następuje w formie fizycznej.

Integracja rynków zbóż i cukru postępowała równolegle z innymi procesami stanowiącymi tematy badań poświęconych finansyzacji, a nieuwjętymi w zakresie tematycznym dysertacji. Jednocześnie racjonalność ekonomiczna produkcji bioetanolu

pierwszej generacji w Europie ulegała osłabieniu, częściowo z przyczyn niezwiązanych z finansyzacją. Silniejsze oddziaływanie wywierały czynniki regulacyjne, kosztowe i logistyczne, w tym zmiany w ramach dyrektywy RED oraz reformy WPR. Co więcej, nawet w przypadku czynników istotnych z perspektywy prezentowanych tutaj badań, zależność ta miała przede wszystkim charakter współwystępowania, a nie bezpośredniej kauzalności.

Znaczenie teoretyczne wyników polega na ich niepełnej zgodności z dominującą literaturą dotyczącą finansyzacji towarów. Badanie obejmowało szeroki horyzont czasowy i zasięg geograficzny. Zauważono, świadczące o finansyzacji i integracji rynków mechanizmy postulowane w literaturze, m.in. wzrost korelacji cen, zwiększoną zmienność, czy wzrost roli inwestorów finansowych. Nie przełożyły się one jednak na przewidywane skutki w sektorze przetwórstwa rolnego. Rozbieżność ta wymaga wyjaśnienia strukturalnego.

Część dotychczasowych badań koncentruje się na rynkach finansowych funkcjonujących jako zamknięte środowisko, abstrahując od perspektywy przetwórstwa surowców. Inne analizy dotyczą rynków północnoamerykańskich lub brazylijskiego, gdzie historycznie ukształtowana była gospodarka plantacyjna i produkcja rolna zorientowana na rynki towarowe. W Europie proces komodyfikacji rolnictwa miał jednak inny przebieg. Był on późniejszy i silniej regulowany. Zależności między rynkami finansowymi a realnymi są zatem strukturalnie odmienne. Interpretacja wyników uwzględnia także ograniczoną reprezentatywność giełd jako miejsca zawierania transakcji fizycznych. Euronext i ICE pełnią funkcję punktu odniesienia dla innych platform transakcyjnych, lecz w skali europejskiego obszaru gospodarczego są jedynie niewielkim elementem systemu obrotu towarowego. Znaczna część handlu odbywa się poza giełdami towarowymi, a w szczególności za pośrednictwem przedsiębiorstw handlowych o globalnym zasięgu. Oznacza to, że ceny giełdowe są osadzone w szerszej sieci relacji kontraktowych.

W historii powojennej, rozwój funkcji cenotwórczej rynków towarów rolnych był w Europie ograniczany przez instrumenty WPR. System kwot produkcyjnych, interwencje cenowe oraz dopłaty bezpośrednie zmniejszały istotność rynków jako mechanizmu alokacji zasobów w gospodarce rolnej UE. Choć reformy WPR po 2013 r. przesunęły akcent w kierunku płatności oddzielonych od produkcji oraz warunkowości środowiskowej, nie doprowadziło to do wzmocnienia roli rynków terminowych. Siła lokalnych łańcuchów logistycznych oraz trwałe relacje kontraktowe ograniczały

znaczenie giełd jako centralnego węzła koordynacyjnego. Europejskie rynki towarowe równocześnie nabierały charakteru peryferyjnego wobec globalnych centrów obrotu. Wzrost znaczenia giełd pozaeuropejskich, w tym Dubai Multi Commodities Centre, zmienił kierunki przepływów handlowych między Europą a Azją i Afryką. Sankcje nałożone na Rosję przez władze państw Zachodu oraz Unię Europejską po 2022 r. dodatkowo wywołały presję na reorganizację globalnych łańcuchów dostaw. Część transakcji została przekierowana poza tradycyjne europejskie platformy, co oznacza, że integracja systemów transakcyjnych nie przekładała się na centralizację obrotu w Europie.

Badane rynki można określić jako peryferyjne względem globalnego systemu finansowego, przy pełnej integracji w zakresie wykorzystywanej infrastruktury obrotu i współdzielonych systemach transakcyjnych. Niska kapitalizacja w porównaniu z rynkami kapitałowymi, kluczowymi dla systemu rynków finansowych, czy nawet z rynkami surowców energetycznych, zwiększa wrażliwość cen towarów rolnych na przepływy portfelowe, jednak ryzyko to nie przekłada się bezpośrednio na zagrożenie dla bezpieczeństwa żywnościowego. Istotny wolumen transakcji pozagiełdowych sprawia, że kształtowanie się równowagi rynkowej ma miejsce w dużej mierze poza systemem obrotu zintegrowanym z rynkami finansowymi.

Rozbieżności między wynikami analizy a częścią literatury empirycznej wynikają również z przyjętego założenia, że obrót koncentruje się na giełdach. Założenie to jest trafniejsze w przypadku gospodarek o długiej tradycji rynkowej produkcji towarowej, jak na przykład w Stanach Zjednoczonych. W Europie struktura agrarna pozostaje bardziej rozdrobniona i silniej powiązana z politykami publicznymi, dlatego giełdy pełniły funkcję uzupełniającą, a nie dominującą. W sytuacji, gdy ceny kontraktów *futures* znacząco odbiegają od oczekiwań uczestników rynku fizycznego, tracą one funkcję referencyjną. Wówczas podmioty mogą ograniczyć wykorzystanie kontraktów giełdowych w strategiach zabezpieczania się podmiotów rynkowych przed ryzykiem. Mechanizm ten działa dyscyplinująco, a rynki dążą do samoregulacji poprzez selekcję instytucjonalną. Trwała nieefektywność prowadziłaby zaś do utraty znaczenia danej platformy transakcyjnej.

W praktyce gospodarczej nie obserwuje się dynamicznej intensyfikacji finansyzacji europejskich rynków rolnych. Wpływ na decyzje przetwórców, w tym producentów bioetanolu, pozostaje ograniczony. Alokacja plonów między sektorem spożywczym a energetycznym dokonuje się głównie w ramach kontraktów

bilateralnych oraz decyzji regulacyjnych. Rynki finansowe nie są głównym kanałem rozstrzygania dylematu *food versus fuel*. Brak silnego mechanizmu antycypacyjnego zwiększa jednak wrażliwość systemu na szoki podażowe. W warunkach nadpodaży spadki cen nie są w pełni amortyzowane przez wcześniejsze sygnały z rynku terminowego. W przypadku negatywnych szoków dostosowania również mogą być opóźnione. Skutkiem jest większa zmienność cen na poziomie lokalnym, przy ograniczonej roli instrumentów zabezpieczających.

Produkcja bioetanolu mogłaby pełnić funkcję bufora popytowego. W warunkach dodatnich szoków podażowych sektor ten mógłby absorbować nadwyżki zbóż. Wymaga to jednak stabilnych wolumenów surowca i przewidywalnych marż. Brak efektywnego mechanizmu cenowego utrudnia utrzymanie infrastruktury produkcyjnej. W tym sensie bardziej rozwinięta funkcja koordynacyjna rynków terminowych mogłaby sprzyjać stabilizacji oraz racjonalnej alokacji zasobów między sektorem żywnościowym a energetycznym.

7.2 Ocena realizacji celów badawczych

W badaniu planowano zrealizować określone cele analityczne. Jednocześnie uzyskane wyniki wymusiły rewizję części założeń wyprowadzonych z literatury przedmiotu, w szczególności w zakresie ich zastosowania do rynków europejskich. Empiryczna obserwacja procesów integracji oraz zmian w racjonalności ekonomicznej produkcji bioetanolu pierwszej generacji nie potwierdziła prostego związku deterministycznego między tymi zjawiskami. Wymaga to doprecyzowania relacji przyczynowych oraz warunków brzegowych ich występowania.

Twierdzenie, zgodnie z którym integracja rynków finansowych i towarowych w Europie w latach 2010–2024 przyczyniła się do spadku ekonomicznej racjonalności produkcji bioetanolu pierwszej generacji, jest prawdziwe na poziomie deskryptywnym. Integracja rynków postępowała. Jednocześnie wskaźniki opłacalności produkcji bioetanolu ulegały pogorszeniu. Relacja między tymi elementami nie miała jednak charakteru sprawczego w sensie bezpośrednim.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera zakres obowiązywania formułowanych wniosków. Wykazanie mechanizmu ogólnego umożliwiłoby przenoszenie rezultatów badań na odmienne konfiguracje czasowe, przestrzenne i strukturalne. Wymagałoby to jednak uprzedniego ustalenia stabilności relacji między analizowanymi zmiennymi niezależnie od zmieniających się warunków gospodarczych.

Przeprowadzone badanie dotyczyło zaś jedynie określonych okoliczności empirycznych wyznaczonych przez dostępność danych, przyjęte ramy czasowe oraz charakter badanych rynków. Zakres obowiązywania wniosków pozostaje zatem ograniczony do warunków objętych procedurą analityczną.

Brak deterministycznego przełożenia zjawisk zachodzących na rynkach finansowych na opłacalność produkcji bioetanolu można wytłumaczyć funkcją informacyjną rynków i dostępnością mechanizmów zabezpieczania się przed ryzykiem cenowym. Rynki terminowe umożliwiały antycypację dynamiki cen oraz działania hedgingowe lub zawieranie transakcji na rynkach pozagiełdowych, które pełniły funkcję zabezpieczania przed ryzykiem cenowym. Nawet w tym przypadku, informacje pochodzące z rynków *futures* pozwalały jednak ograniczać skalę niepewności operacyjnej producentów bioetanolu. W ujęciu teorii efektywności informacyjnej, rozwiniętej przez Eugene Fama, ceny odzwierciedlają dostępne informacje, co pozwala uczestnikom podejmować decyzje w warunkach niepełnej wiedzy.

Stabilność równoległych systemów logistyczno-handlowych była w istotnym stopniu uzależniona od istnienia referencyjnych cen giełdowych. W literaturze instytucjonalnej wskazuje się, że rynki zorganizowane pełnią funkcję infrastruktury koordynacyjnej, nawet jeżeli fizyczny obrót odbywa się poza nimi. Koncepcje kosztów transakcyjnych Williamsona oraz teoria instytucji, którą rozpowszechnił Douglass North, podkreślają znaczenie stabilnych punktów odniesienia dla ograniczania niepewności kontraktowej. W warunkach gospodarki otwartej, obejmującej handel z państwami trzecimi, trudno oczekiwać, aby podmiot administracyjny lub nierynkowy był w stanie równie efektywnie agregować rozproszone oczekiwania.

Ocena wpływu zmian w strukturze rynków na płynność i wycenę ryzyka wskazuje na istotną rolę podmiotów finansowych. Wzrost płynności na rynkach instrumentów pochodnych umożliwiał utrzymywanie równowagi między pozycjami krótkimi i długimi. Podmioty zaangażowane w obrót fizyczny towarami nie musiały bilansować się wzajemnie w każdym okresie. Obecność inwestorów finansowych zapewniała absorpcję nadwyżek ryzyka i umożliwiała jego wycenę w długim horyzoncie czasowym. W tym sensie częściowa finansyzacja sprzyjała stabilności systemowej. Nie doprowadziła do dominacji motywów spekulacyjnych nad fundamentalnymi; raczej umożliwiała funkcjonowanie rynku w warunkach strukturalnej nierównowagi między podażą a popytem fizycznym. Relacja ta miała charakter komplementarny, a nie substytucyjny.

Analiza dynamiki cen nie potwierdziła tezy o postępującej harmonizacji między rynkami towarowymi a finansowymi. Korelacje i współzależności były zmienne w czasie. Synchronizacja występowała epizodycznie, zwłaszcza w okresach silnych szoków podażyowych lub geopolitycznych. Sama kategoria „harmonizacji”, choć wykracza poza klasyczny warsztat ekonomii finansowej, umożliwiła jednak pogłębioną charakterystykę relacji między segmentami rynku.

Rynek pszenicy notowanej na Euronext stanowił główny punkt odniesienia dla Europy. W badanym okresie przeszedł on transformację strukturalną. Udział podmiotów finansowych wzrósł do poziomu porównywalnego z uczestnikami komercyjnymi. Jednocześnie reakcje cenowe były silniej skorelowane z czynnikami realnymi, takimi jak susze, napięcia geopolityczne czy zakłócenia eksportowe, niż z wydarzeniami na rynkach finansowych. Rynek pszenicy na ICE miał mniejsze znaczenie wolumenowe. Ceny wykazywały tendencję do podążania za notowaniami z Euronext. Analiza dynamiki pozycji krótkich sugeruje, że rynek ten pełnił funkcję narzędzia wyceny ryzyka dla dostawców. Jego rola była uzupełniająca, a nie kreacyjna.

Rynek kukurydzy na ICE w największym stopniu zbliżał się do modelowego ujęcia finansyzacji. Udział inwestorów finansowych był relatywnie wyższy niż w przypadku innych analizowanych rynków. Mimo to, stopień ufinansowania pozostawał umiarkowany i rósł stopniowo. Mechanizmy obserwowane w literaturze amerykańskiej były widoczne jedynie w ograniczonym zakresie.

Rynek cukru na ICE charakteryzował się stosunkowo niską korelacją z cenami zbóż. Reakcje cenowe były w większym stopniu determinowane przez fundamenty sektora cukrowego, w tym warunki produkcyjne i regulacyjne. Analogicznie do pszenicy na Euronext, dominowały impulsy pochodzące ze sfery realnej. Integracja finansowa nie zmieniła zasadniczo tej struktury zależności.

Główny cel badania, polegający na ocenie wpływu finansyzacji przejawiającej się integracją rynków, został osiągnięty. Wyniki wskazują jednak, że oddziaływanie to miało charakter pośredni. Rynki finansowe wpływały na warunki funkcjonowania sektora poprzez mechanizmy informacyjne i zabezpieczające, a nie poprzez bezpośrednie kształtowanie opłacalności produkcji bioetanolu. Relacja była mediowana przez instytucje, regulacje i strukturę łańcuchów dostaw.

Weryfikacji hipotezy głównej dokonano z wynikiem pozytywnym, lecz zastrzeżeniami co do możliwości ekstrapolacji wniosków. W badaniach jakościowych oznacza to potwierdzenie zgodności kierunkowej przy jednoczesnym braku

jednoznacznej identyfikacji silnej relacji kauzalnej. Miarodajność takiej weryfikacji zależy od spójności triangulacji źródeł oraz transparentności procedur interpretacyjnych. Hipotezy pomocnicze zostały zweryfikowane asymetrycznie: pierwsza, dotycząca struktury rynku i płynności, znalazła potwierdzenie; druga, odnosząca się do harmonizacji dynamiki cen, została odrzucona w świetle danych empirycznych.

Integracja rynków surowcowych i finansowych doprowadziła do ewolucji struktury uczestników rynku, lecz nie do proporcjonalnego wzrostu aktywności podmiotów komercyjnych. Udział podmiotów zaangażowanych w obrót fizyczny towarami pozostawał relatywnie stabilny w całym badanym okresie. Zwiększeniu uległa natomiast aktywność podmiotów sektora finansowego. Skutkiem była poprawa płynności oraz większa reprezentatywność cen giełdowych jako punktów odniesienia dla transakcji fizycznych.

Wynikająca z integracji rynków towarowych i finansowych zmiana mikrostrukturalna na rynkach kontraktów *futures* nie oznaczała marginalizacji sektora realnego. Przeciwnie, obecność inwestorów finansowych umożliwiała utrzymywanie otwartych pozycji przez podmioty zaangażowane w obrót fizyczny bez konieczności ich natychmiastowego bilansowania. Mechanizm ten zwiększał zdolność rynku do absorpcji szoków popytowych i podażowych. W konsekwencji ceny kontraktów terminowych zyskiwały większą funkcję informacyjną i hedgingową.

Spadek ekonomicznej racjonalności produkcji bioetanolu pierwszej generacji w Europie w latach 2010–2024 był zdeterminowany przede wszystkim przez czynniki techniczne, regulacyjne i strukturalne. Ograniczone wsparcie publiczne w ramach kolejnych nowelizacji RED oraz przesunięcie akcentu na biopaliwa zaawansowane zmniejszały przewidywalność otoczenia inwestycyjnego. Jednocześnie brak trwałych nadwyżek produkcyjnych zbóż ograniczał możliwość utrzymywania stabilnych marż przetwórczych. Integracja rynków nie była czynnikiem sprawczym tego procesu.

Funkcjonowanie rynków towarowych zapewniało przy tym działanie rzeczywistego mechanizmu wyceny stanowiącego punkt odniesienia dla uczestników rynku kontraktów terminowych. Nawet przy ograniczonej skali wykorzystania instrumentów pochodnych przez producentów bioetanolu, ceny giełdowe stanowiły punkt odniesienia dla kontraktów bilateralnych. W ujęciu teorii cen referencyjnych oraz koncepcji kosztów transakcyjnych, istnienie publicznie obserwowalnych notowań

redukuje asymetrię informacji i koszty negocjacyjne. Tym samym rynki finansowe pośrednio umożliwiały ocenę racjonalności ekonomicznej projektów biopaliwowych.

Wzrost płynności na rynkach instrumentów pochodnych sprzyjał utrzymaniu równowagi systemowej. Obecność inwestorów finansowych zwiększała głębokość rynku i zmniejszała koszty zawierania transakcji zabezpieczających. W długim okresie umożliwiało to bardziej efektywną wycenę premii za ryzyko. Równowaga ta miała charakter dynamiczny i zależała od stabilności instytucjonalnej oraz przejrzystości regulacyjnej.

Hipoteza o postępującej harmonizacji cen między rynkami towarowymi a finansowymi nie została jednoznacznie potwierdzona. W okresie do 2022 r. obserwowano rosnącą współzależność i częściową konwergencję dynamiki cen. Po 2022 r., w warunkach silnych szoków geopolitycznych i podażyowych, relacje te uległy osłabieniu. Wahania cen na rynkach zbóż miały odmienny przebieg niż na wielu innych rynkach finansowych. Jednocześnie samo pojęcie harmonizacji okazało się jednak użyteczne analitycznie. W warunkach względnej stabilności fundamentów rynkowych konwergencja dynamiki cen była obserwowalna. W momentach wystąpienia szoków fundamentalnych następowało jej przerwanie. Tym samym analiza stopnia harmonizacji stanowiła narzędzie identyfikacji epizodów stresu rynkowego, także w oparciu o wskaźniki wykorzystywane w analizie technicznej.

Struktura interesariuszy miała istotne znaczenie dla odporności wyników. Na badanych rynkach funkcjonowali producenci rolni, handlowcy, hurtownicy, globalne przedsiębiorstwa zaangażowane w obrót zbożem, energetyczne oraz agencje rządowe. Każda z tych grup realizowała odmienne strategie zarządzania ryzykiem i zapasami. Zróżnicowanie to ograniczało możliwość jednolitego przełożenia impulsów finansowych na sferę realną.

W perspektywie ekonomii behawioralnej decyzje uczestników rynku nie były wyłącznie funkcją racjonalnych oczekiwań. Zjawiska takie jak awersja do straty, efekt zakotwiczenia czy nadmierna reakcja na informacje mogły wzmacniać krótkookresową zmienność. Jednocześnie obecność zróżnicowanych typów inwestorów sprzyjała częściowej kompensacji błędów poznawczych. Mechanizm ten zwiększał odporność cen na trwałe odchylenia od fundamentów działania badanych rynków.

Szczególne rolę odgrywały przedsiębiorstwa pionowo zintegrowane, które produkowały bioetanol w ramach szerszych struktur korporacyjnych. Podmioty te często dysponowały własną bazą surowcową oraz rozwiniętymi sieciami dystrybucji.

Ich strategie zakupowe i sprzedażowe mogły odbiegać od zachowań podmiotów niezależnych. W konsekwencji ich aktywność mogła ograniczać widoczność sygnałów cenowych w danych giełdowych. Działające w skali globalnej przedsiębiorstwa pośredniczące w handlu wpływały na transmisję zmienności między rynkami. Poprzez arbitraż przestrzenny i czasowy przenosiły impulsy cenowe między regionami. Ich działalność zwiększała płynność, lecz jednocześnie mogła wprowadzać dodatkową zmienność w okresach napięć logistycznych. Efekt netto zależał od warunków makroekonomicznych oraz dostępności finansowania.

Równowaga siły przetargowej i jej rozkład między producentami bioetanolu a nabywcami, w tym rafineriami i dystrybutorami paliw, kształtowała relacje cenowe niezależnie od notowań giełdowych. W warunkach koncentracji po stronie odbiorców presja na marże była wyraźna. Mechanizmy kontraktowe oraz regulacyjne, w tym obowiązek stosowania domieszek biokomponentów w paliwie, wpływały na strukturę cen bardziej bezpośrednio niż integracja rynków finansowych. Wyniki analizy pozostają również relatywnie odporne na zmiany założeń modelowych, w tym dotyczące długości opóźnień w modelach dynamicznych czy doboru zmiennych kontrolnych. Ograniczenia wynikają przede wszystkim z dostępności danych o transakcjach OTC oraz z agregacyjnego charakteru raportów pozycyjnych. Mimo to spójność rezultatów w różnych konfiguracjach analitycznych pozwala uznać je za solidne pod kątem zastosowanej metody badawczej.

Integracja rynków surowcowych i finansowych w Europie miała zatem znaczenie strukturalne i informacyjne, lecz nie determinowała bezpośrednio opłacalności produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Wpływ ten był mediowany przez regulacje, strukturę łańcuchów dostaw oraz siłę przetargową uczestników rynku. Rynki finansowe stanowiły infrastrukturę koordynacyjną, a nie autonomiczny czynnik kształtujący decyzje produkcyjne.

7.3 Interpretacja działania rynków

W analizowanym okresie 2010–2024, cztery badane rynki, pszenica konsumpcyjna i kukurydza notowane na Euronext oraz pszenica paszowa i cukier surowy typu 11 notowane na ICE Futures Europe, wykazywały zarówno wspólne mechanizmy cykliczne, jak i specyficzne determinanty strukturalne. Ich zachowanie odzwierciedla globalne szoki podażowe, zmiany w polityce handlowej, przepływy kapitału finansowego oraz ewolucję regulacyjną rynków instrumentów pochodnych.

Szczególnie w latach 2010–2012 dominującym czynnikiem były napięcia podażowe i wysoka zmienność związana z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi. Susza w regionie Morza Czarnego w 2010 r. oraz ograniczenia eksportowe w Rosji wywołały silne wzrosty cen pszenicy konsumpcyjnej na Euronext, które przeniosły się również na segment paszowy na ICE London. W 2012 r. susza w Stanach Zjednoczonych przełożyła się na globalny wzrost cen kukurydzy, co pośrednio wpływało na relacje cenowe między zbożami paszowymi i konsumpcyjnymi w Europie. Rynki te charakteryzowały się podwyższonym poziomem zmienności implikowanej i rosnącym udziałem kapitału spekulacyjnego.

Okres od 2014 r. przyniósł fazę korekcyjną i stabilizacyjną na rynkach zbóż, wynikającą z poprawy globalnych zbiorów oraz odbudowy zapasów. Ceny pszenicy i kukurydzy stopniowo obniżały się pod presją nadpodaży oraz silnej konkurencji eksportowej z regionu Morza Czarnego. W tym samym czasie rynek cukru surowego No. 11 doświadczył cyklu od nadwyżki do deficytu. Po latach nadprodukcji nastąpiło ograniczenie arealów i spadek inwestycji, a w sezonie 2015/2016 silne zjawisko El Niño ograniczyło zbiory w Azji i Ameryce Południowej. Ceny cukru wzrosły dynamicznie, a struktura rynku przeszła z *contango* w kierunku *backwardation*, sygnalizując napięty bilans fizyczny.

Lata 2017–2019 charakteryzowały się względną stabilizacją na rynku zbóż przy umiarkowanej zmienności. W Europie zniesienie kwot produkcyjnych w sektorze cukru w 2017 r. zwiększyło podaż wewnętrzną, co wpłynęło na relacje cenowe między rynkiem londyńskim a notowaniami globalnymi. W segmencie zbóż utrzymywała się rosnąca rola eksporterów z Ukrainy i Rosji, co zwiększało presję konkurencyjną wobec kontraktów europejskich.

Punkt zwrotny nastąpił w latach 2020–2022. Pandemia COVID-19 wywołała gwałtowny wzrost niepewności, zakłócenia logistyczne oraz zmiany w strukturze popytu. Na Euronext odnotowano silny wzrost otwartego zainteresowania i aktywności podmiotów finansowych w kontraktach na pszenicę konsumpcyjną i kukurydzę. Jednocześnie w 2022 r. agresja Rosji na Ukrainę spowodowała szok podażowy w regionie Morza Czarnego, który istotnie wpłynął na globalne ceny zbóż. Kontrakty terminowe osiągały historyczne maksima, a zmienność przekraczała poziomy obserwowane w poprzednich cyklach. Rynek cukru reagował w sposób bardziej złożony: początkowo spadkiem popytu przemysłowego, a następnie wzrostem cen w warunkach ograniczonej podaży i wysokich kosztów energii.

W latach 2023–2024 widoczna była częściowa normalizacja na rynku zbóż, choć poziom cen pozostawał wyższy niż w okresie przed pandemią. Wzrost produkcji w niektórych regionach kompensował wcześniejsze niedobory, jednak utrzymywała się podwyższona wrażliwość na czynniki geopolityczne i klimatyczne. Rynek cukru ponownie wszedł w fazę napiętego bilansu wskutek ograniczeń produkcyjnych w Indiach i Tajlandii oraz niepewności dotyczącej brazylijskiej struktury przetwórstwa trzciny cukrowej. Skutkowało to budowaniem dużych pozycji netto długich przez fundusze oraz okresowymi epizodami wysokich różnic między cenami kontraktów terminowych na dany surowiec na rynku krótkoterminowym i długoterminowym (tj. *backwardation*).

W kontekście interpretacji uzyskanych wyników należy wskazać dwa szczególne zjawiska, które – choć nie stanowiły przedmiotu weryfikacji hipotez badawczych ani nie były kluczowe na etapie projektowania badań – istotnie wpływają na rozumienie obserwowanych zależności. Pierwszym zjawiskiem jest gwałtowny wzrost aktywności podmiotów niekomercyjnych na rynku kontraktów zbożowych Euronext w 2020 r., szczególnie w okresie od stycznia 2020 do stycznia 2021, a więc w fazie największej niepewności związanej z pandemią COVID-19. Na rynku kontraktów na pszenicę konsumpcyjną i kukurydzę nastąpiła silna ekspansja pozycji spekulacyjnych. Przedsiębiorstwa inwestycyjne zwiększyły skalę zakupów o kilkaset procent, fundusze inwestycyjne niemal podwoiły zaangażowanie, a pozostałe instytucje finansowe istotnie rozszerzyły ekspozycję netto długą. W efekcie udział podmiotów finansowych w całkowitej liczbie otwartych pozycji wzrósł z około jednej czwartej do poziomów zbliżonych do połowy rynku w kolejnych kwartałach.

Charakterystyczne jest jednak to, że ów wzrost nie przełożył się na proporcjonalne zwiększenie liczby uczestników rynku. Dane raportowe w ramach reżimu MiFID II wskazują, że liczba raportujących podmiotów pozostawała relatywnie stabilna. Ekspansja miała jednak charakter intensywny, a nie ekstensywny: dominujący gracze zwiększali rozmiary pojedynczych pozycji, wykorzystując wyższe limity kapitałowe, dostęp do dźwigni finansowej oraz strategię *momentum* typowe dla funduszy inwestycyjnych lub hedgingowych, które stosują strategię handlu kontraktami terminowymi. Struktura rynku, wysokie bariery regulacyjne oraz koncentracja kompetencji w zakresie instrumentów pochodnych ograniczały napływ nowych uczestników. W konsekwencji średnia wielkość pozycji przypadająca na jednego

niekomercyjnego uczestnika znacząco wzrosła, co podniosło poziom otwartego zainteresowania bez wyraźnego wzrostu liczby podmiotów.

Drugim zjawiskiem o analogicznym charakterze są powtarzalne fale koncentracji pozycji spekulacyjnych na rynku cukru surowego na ICE. Dane z raportów CoT pokazują, że liczba dużych raportowanych podmiotów sektora finansowego aktywnych na badanych rynkach pozostaje względnie stała, natomiast łączna liczba utrzymywanych przez nie kontraktów podlega silnym wahaniom cyklicznym. W latach 2010–2011, 2015–2016, 2019–2021 oraz ponownie w 2023–2024 obserwowano gwałtowne budowanie pozycji netto długich przez fundusze zarządzające w reakcji na zmiany bilansu globalnej podaży i popytu. Szczególnie wyraźny przykład stanowi wzrost cen w 2016 r., kiedy rynek przeszedł z wieloletniej nadwyżki do deficytu produkcyjnego. Silne zjawisko klimatyczne El Niño ograniczyło zbiory w Indiach i Tajlandii, a w Brazylii część trzciny cukrowej została przekierowana do produkcji etanolu. W miarę materializacji deficytu fundusze zwiększały zaangażowanie w pozycje długie, wzmacniając trend wzrostowy. Liczba uczestników nie rosła istotnie, natomiast przeciętna wielkość pozycji znacząco się zwiększyła, co przełożyło się na dynamiczny wzrost cen kontraktów.

W przypadku obu rynków kluczowe jest rozróżnienie między liczbą podmiotów a skalą ich ekspozycji. Koncentracja pozycji w rękach ograniczonej grupy dużych uczestników prowadzi do wzrostu zmienności oraz potencjalnego oddzielenia notowań terminowych od krótkookresowych fundamentów podaży i popytu. Dla podmiotów komercyjnych, takich jak młyny, producenci pasz czy rafinerie cukru, oznacza to wyższe koszty zabezpieczania ryzyka cenowego, większe ryzyko bazowe oraz mniejszą przewidywalność warunków *hedgingu*. Zjawiska te, choć nieobjęte bezpośrednią analizą hipotez, mają istotne znaczenie interpretacyjne i powinny być uwzględnione przy formułowaniu wniosków dotyczących funkcjonowania rynków terminowych w okresach podwyższonej niepewności.

Z perspektywy całego okresu 2010–2024 można wskazać kilka wspólnych cech dla wszystkich czterech rynków. Po pierwsze, cykliczność cen była ściśle związana z globalnym bilansem podaży i popytu oraz warunkami pogodowymi. Po drugie, wzrastała rola kapitału finansowego, co zwiększało amplitudę krótkookresowych wahań. Po trzecie, czynniki geopolityczne i regulacyjne, w tym liberalizacja rynku cukru w UE, konflikty handlowe, oraz sytuacja geopolityczna od 2022 r., wyraźnie zmodyfikowały tradycyjne relacje cenowe.

Kompleksowa ocena działania tych rynków wskazuje, że choć pełnią one funkcję mechanizmu odkrywania cen i narzędzia zabezpieczania ryzyka dla podmiotów komercyjnych, ich zachowanie w analizowanym okresie było silnie podatne na zewnętrzne szoki oraz koncentrację kapitału finansowego. W rezultacie obserwowano naprzemienne fazy stabilizacji i gwałtownych korekt, co stanowi istotny kontekst interpretacyjny dla analiz empirycznych obejmujących ten horyzont czasowy.

7.4 Dyskusja nad wynikami badań

Interpretacja wyników dla europejskich rynków pszenicy, kukurydzy i cukru w latach 2010–2024 wymaga osadzenia empirycznych obserwacji w ramach konkurencyjnych paradygmatów teoretycznych. W perspektywie syntezy neoklasycznej rynki terminowe pełnią funkcję efektywnego mechanizmu odkrywania cen. Ceny *futures* odzwierciedlają oczekiwania co do przyszłych podaży i popytu na towary, przy założeniu racjonalnych oczekiwań i arbitrażu eliminującego trwałe odchylenia. Wyniki badań potwierdzają częściową zgodność z tym ujęciem. Reakcje cen na szoki pogodowe, wojnę na Ukrainie w 2022 r. oraz zaburzenia logistyczne w okresie COVID-19 były szybkie i silnie skorelowane z informacją fundamentalną. Mechanizm transmisji informacji działał relatywnie sprawnie.

Jednocześnie obserwowany wzrost udziału funduszy indeksowych i pasywnych, szczególnie na Euronext, komplikuje czysto neoklasyczną interpretację. Fundusze te nie reagują bezpośrednio na krótkookresowe fundamenty, lecz realizują strategię alokacyjną opartą na replikacji indeksów towarowych. W efekcie popyt na kontrakty *futures* może być częściowo niezależny od bieżących relacji zapasów do konsumpcji. To prowadzi do okresowych odchylenia cen od poziomów implikowanych przez modele równowagi zapasowej.

Ekonomia behawioralna dostarcza alternatywnego wyjaśnienia dla epizodów nadmiernej zmienności. Strategie *momentum* stosowane przez fundusze inwestycyjne oraz hedgingowe zwiększają procykliczność przepływów kapitału. Zjawiska takie jak

¹⁶² *Herding*, to zjawisko polegające na masowym podejmowaniu decyzji nie na podstawie własnej analizy, ale naśladować działania innych uczestników rynku. Często jest to wynikiem tendencji do podążania za tłumem, szczególnie w sytuacjach niepewności inwestorów co do słuszności swojej decyzji i decydują się na nią na podstawie tego, co robią inni. W konsekwencji na rynkach mogą wystąpić nagłe wzrosty lub spadki cen, które są wynikiem masowego działania inwestorów pod wpływem emocji, a nie obiektywnej analizy.

*herding*¹⁶², *overreaction*¹⁶³ oraz *bias* dostępności informacji¹⁶⁴ przyczyniają się do nasilenia krótkoterminowych wahań cenowych, potęgując ich amplitudę. Empirycznie widoczne jest to w okresach 2016, 2020–2022 oraz 2023–2024 na rynku cukru. Jednak podejście behawioralne nie wyjaśnia w pełni długookresowej korelacji cen z bilansami globalnymi. Jego przystawalność jest wyższa w analizie horyzontów krótkich niż strukturalnych.

Perspektywa ekonomii instytucjonalnej pozwala lepiej uchwycić rolę otoczenia regulacyjnego. Implementacja MiFID II od 2018 r. oraz rozporządzenia EMIR zmieniła raportowanie pozycji i limity koncentracji. Reformy te były odpowiedzią na doświadczenia kryzysu finansowego oraz debatę o finansyzacji rynków surowcowych. W praktyce reformy te zwiększyły przejrzystość, lecz nie ograniczyły koncentracji kapitału w rękach największych podmiotów. Ograniczenia metodologiczne danych pozycyjnych utrudniają pełną identyfikację beneficjentów końcowych, zwłaszcza przy wykorzystaniu podmiotów z państw trzecich.

Literatura po 2015 r. wskazuje na znaczenie teorii finansyzacji surowców oraz koncepcji „*commodity-as-an-asset class*”. Integracja towarów z rynkami finansowymi zwiększyła ich korelację z aktywami ryzykownymi. W badanym okresie korelacje zbóż z indeksami akcji rosły w fazach globalnej ekspansji monetarnej. To zjawisko jest trudne do pogodzenia z klasycznym założeniem segmentacji rynków.

Istotnym czynnikiem systemowym była polityka monetarna po kryzysie 2008 r. Programy luzowania ilościowego prowadzone przez Europejski Bank Centralny w latach 2015–2018 oraz ponownie w ramach PEPP w 2020 r. zwiększyły płynność w systemie finansowym. Równoległe polityka zerowych (ZIRP, ang. *zero-interest rate policy*) lub ujemnych stóp procentowych (NIRP, ang. *negative-interest rate policy*) obniżyła koszt finansowania pozycji lewarowanych. W takich warunkach alokacja kapitału do towarów jako aktywów realnych stała się relatywnie atrakcyjna. Wpływ ten

¹⁶³ *Overreaction* dotyczy przesadzonych reakcji rynku na informacje. W tej sytuacji zmiany cen są zbyt duże w stosunku do rzeczywistego wpływu tych informacji na wartość aktywów. Inwestorzy mogą reagować zbyt gwałtownie na pozytywne lub negatywne wiadomości, co prowadzi do krótkoterminowych wahań cenowych, które nie są uzasadnione fundamentami rynkowymi. Takie przesadzone reakcje mogą być spowodowane emocjami, nadmierną pewnością siebie lub błędnym interpretowaniem informacji.

¹⁶⁴ Bias dostępności informacji (ang. *Availability Bias*) oznacza tendencyjność w procesie podejmowania decyzji, która polega na posługiwaniu się łatwo dostępnymi lub najlepiej zapamiętanymi informacjami, nawet jeśli są one niewystarczające lub nieodpowiednie do podjęcia racjonalnej decyzji. Na przykład, jeśli w mediach często pojawiają się informacje o kryzysie finansowym, inwestorzy mogą nadmiernie obawiać się ryzyka, mimo że długoterminowe dane wskazują na stabilność rynku. W kontekście rynków finansowych, bias ten może prowadzić do nadmiernych reakcji na informacje, które są bardziej dostępne w pamięci, ale niekoniecznie są reprezentatywne dla całego obrazu sytuacji rynkowej.

był pośredni, lecz obserwowalny w rosnącym udziale funduszy pasywnych i indeksowych. Dodatkowo działania Rezerwy Federalnej USA oraz ekspansja bilansu w 2020 r., oddziaływały globalnie poprzez kanał dolara i przepływy portfelowe. Wśród działań tych do najbardziej symptomatycznych należały kolejne rundy luzowania ilościowego¹⁶⁵. Rynki cukru notowane na ICE wykazywały większą wrażliwość na zmiany stóp w USA, co wynika z charakteru kontraktu na cukier surowy uznawanego za globalny punkt odniesienia. Deprecjacja lub aprecjacja dolara modyfikowała relacje cenowe i przepływy kapitałowe.

Teorie struktury rynku, w tym hipoteza *adaptive markets* (Lo, 2005), wskazują na ewolucyjny charakter efektywności. W badanym okresie obserwuje się wzrost znaczenia algorytmów i handlu wysokiej częstotliwości. Zwiększyło to głębokość rynku i skróciło czas reakcji na informacje. Jednocześnie podniosło podatność na epizody nagłych skoków cenowych. Zjawisko to jest zgodne z koncepcją endogenicznej zmienności generowanej przez interakcję strategii. Na Euronext dominacja podmiotów związanych z fizycznym obrotem utrzymywała funkcję hedgingową rynku. Jednak wzrost funduszy indeksowych zmienił strukturę terminową cen. W niektórych okresach obserwowano utrzymujące się premie terminowe, które trudno wyjaśnić wyłącznie kosztami magazynowania. Na ICE stosunkowo istotniejszy udział funduszy hedgingowych w rynku i aktywność doradców inwestycyjnych wyspecjalizowanych w obrocie towarowym (CTA) skutkował większą elastycznością cen w krótkim terminie. Strategie oparte na zmienności i trendach intensyfikowały reakcje na informacje o pogodzie i polityce eksportowej. Rola dealerów była kluczowa dla stabilności operacyjnej. Działali oni jako pośrednicy i animatorzy rynku. Zarządzali ryzykiem netto poprzez *hedging* prowadzony jednocześnie na więcej niż jednym rynku

¹⁶⁵ Banki centralne prowadziły programy luzowania ilościowego (QE, ang. *Quantitative Easing*) w różnych okresach i o różnej skali. W Stanach Zjednoczonych realizowano: QE1 (listopad 2008 – marzec 2010), obejmujący zakupy papierów wartościowych zabezpieczonych na hipotekach (MBS, ang. *Mortgage-Backed Securities*) za 600 mld USD i obligacji skarbowych na kwotę 100 mld USD; QE2 (listopad 2010 – czerwiec 2011), w ramach którego zakupiono obligacje skarbowe o wartości 600 mld USD; oraz QE3 (wrzesień 2012 – październik 2014), będący programem otwartym, obejmującym zakupy papierów wartościowych zabezpieczonych na hipotekach i obligacji skarbowych łącznej wartości od 40 mld do 85 mld USD miesięcznie. Europejski Bank Centralny rozpoczął luzowanie ilościowe później: w ramach Programu Skupu Aktywów (APP, ang. *Asset Purchase Programme*; marzec 2015 – grudzień 2018) nabywano przede wszystkim obligacje państw strefy euro, a w okresie pandemii COVID-19 uruchomiono *Pandemic Emergency Purchase Programme* (PEPP, marzec 2020 – marzec 2022) na łączną kwotę 1,85 bln euro. Bank Anglii uruchomił QE w marcu 2009, początkowo na łącznie 175 mld GBP, a w kolejnych latach program był stopniowo rozszerzany, osiągając w 2012 r. 375 mld GBP w ramach zakupu obligacji rządowych i aktywów sektora prywatnego. Różnice w czasie rozpoczęcia, skali, oraz strukturze zakupów wynikały zarówno z odmiennych doświadczeń kryzysowych oraz wyzwań makroekonomicznych, jak i z różnic w funkcjach poszczególnych banków centralnych.

oraz wykorzystanie instrumentów OTC. Wzrost wymogów kapitałowych po standardów regulacyjnych dla sektora bankowego Basel III¹⁶⁶ ograniczył jednak zdolność banków do utrzymywania dużych ekspozycji bilansowych. To mogło okresowo redukować płynność w fazach stresu.

Teoria syntezy neoklasycznej dobrze opisuje długookresowe relacje cen z fundamentami. Ekonomia behawioralna lepiej wyjaśnia krótkookresową zmienność i procykliczność. Ujęcia instytucjonalne oraz koncepcje finansyzacji pozwalają zrozumieć strukturalną transformację rynków po 2010 r. Oddziaływanie QE i ZIRP było pośrednie, lecz systemowo istotne. Rynki Euronext i ICE w badanym okresie funkcjonowały jako hybrydowe systemy łączące mechanizmy fizyczne i finansowe. Ich analiza wymaga podejścia interdyscyplinarnego, tj. integracji perspektywy ekonomicznej, regulacyjnej i operacyjnej.

Ewolucja polityk publicznych w latach 2010–2024 stanowi kluczowy kontekst interpretacyjny dla wyników dotyczących rynków pszenicy, kukurydzy i cukru. Szczególne znaczenie miały interakcje między regulacjami unijnymi, politykami krajowymi oraz instrumentami regionalnymi. Analiza wskazuje, że efekty finansyzacji były w dużej mierze pośrednie i mediowane przez otoczenie regulacyjne, a nie determinowane wyłącznie przez przepływy kapitału.

Dyrektywy RED w sprawie energii odnawialnej, ustanowiły obowiązkowe cele udziału OZE i dotyczące stosowania domieszek biokomponentów w paliwie wykorzystywanym w sektorze transportu. Mechanizm ten tworzył sztywny komponent popytu na surowce rolne wykorzystywane do produkcji biopaliw. W warunkach wysokich cen ropy oraz wsparcia fiskalnego popyt bioenergetyczny stabilizował przychody dużych, zintegrowanych podmiotów. Jednocześnie popyt generował presję cenową na rynkach zbóż, wzmacniając zależności między rynkami paszowym, żywności i biopaliw. Wzajemne zależności między politykami wdrażanymi na

¹⁶⁶ Basel III to zbiór międzynarodowych regulacji opracowanych przez Bazylejski Komitet Nadzoru Bankowego (BCBS), które mają na celu wzmocnienie stabilności globalnego systemu finansowego po kryzysie finansowym z lat 2007–2008. Reformy te obejmują szereg nowych wymagań dotyczących kapitału, płynności, dźwigni finansowej i przejrzystości w działalności banków. Wprowadzenie wyższych wymagań kapitałowych, takich jak *Tier 1 Capital*, ma zapewnić większą odporność banków na kryzysy, a dodatkowo wymagania dotyczące płynności (Liquidity Coverage Ratio - LCR oraz Net Stable Funding Ratio - NSFR) mają pomóc bankom w radzeniu sobie z sytuacjami kryzysowymi. Zostały również wprowadzone wymogi dotyczące buforów kapitałowych, w tym buforu antycyklicznego oraz dla banków systemowo ważnych, które muszą utrzymywać wyższy poziom kapitału, aby zapobiec destabilizacji systemu finansowego. Reformy te wprowadzają także ograniczenia w zakresie dźwigni finansowej, wymuszając na bankach bardziej ostrożne podejście do wykorzystania kapitału, oraz nakładają obowiązek większej przejrzystości i raportowania dotyczącego ryzyka i działalności banków. Działania te mają na celu poprawę stabilności całego systemu bankowego, minimalizowanie ryzyka systemowego i przygotowanie banków na przyszłe kryzysy finansowe.

szczeblach unijnym i krajowym były niejednorodne. Państwa członkowskie implementowały odmienne systemy subsydiów i certyfikacji biopaliw. W niektórych przypadkach wsparcie dla biopaliw pierwszej generacji było ograniczane przez kryteria ILUC i wymogi zrównoważonego rozwoju. Powstawały napięcia między celami klimatycznymi a ochroną środowiska i bezpieczeństwem żywnościowym.

W latach 2008–2010 wysoki poziom cen surowców był wspierany przez wprowadzanie obowiązku stosowania domieszek biokomponentów w paliwie oraz subsydiowanie produkcji biopaliw. Wzrost cen kukurydzy i rzepaku zwiększał koszty sektora paszowego. Producenci biopaliw działający na wielką skalę, zintegrowani wertykalnie, mogli transferować koszty w łańcuchu wartości. Mniejsze przetwórnice żywności doświadczały ryzyka *margin squeeze*. Ograniczona dostępność instrumentów hedgingowych dla drobnych podmiotów pogłębiała asymetrię.

W latach 2013–2016 zaobserwowano spadek cen surowców rolnych, będący wynikiem zarówno rozbudowy areału upraw, jak i poprawy plonów, które zwiększyły podaż na rynku. W tym samym okresie wprowadzano bardziej restrykcyjne kryteria zrównoważonego rozwoju oraz obowiązki raportowe, zwiększając ryzyko regulacyjne dla producentów bioenergii. Wzrost niepewności prawnej prowadził do odraczania decyzji inwestycyjnych, oczekując stabilizacji ram regulacyjnych. Ponadto mniejsza zmienność cen surowców ograniczała możliwości osiągania zysków arbitrażowych na rynkach terminowych, takich jak Euronext czy ICE Futures Europe.

Od roku 2023 obserwuje się relatywnie niskie poziomy cen surowców rolnych przy jednoczesnej wysokiej inflacji konsumenckiej. Rosnące koszty energii, logistyki oraz wymogi związane z *compliance*, w tym zgodnością z normami środowiskowymi, zwiększyły całkowite koszty produkcji. System handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych Unii Europejskiej (EU ETS, ang. *EU Emissions Trading System*) pośrednio wpływa na koszty przetwórstwa surowców rolnych. Jednocześnie bioenergia została włączona do strategii bezpieczeństwa energetycznego Europy po inwazji Rosji na Ukrainę w 2022 r. Znaczenie strategiczne sektora wzrosło, lecz niepewność regulacyjna utrzymuje się, co wciąż ogranicza podejmowanie decyzji inwestycyjnych. Egzogeniczne szoki, takie jak pandemia COVID-19, wojna w Ukrainie oraz napięcia handlowe między Stanami Zjednoczonymi a Chinami, zaburzyły globalne łańcuchy dostaw. Instrumenty hedgingowe notowane na rynkach terminowych Euronext i ICE Futures Europe pozwalały częściowo zabezpieczać ryzyko cenowe, jednak nie obejmowały w pełni ryzyk politycznych, logistycznych ani regulacyjnych. To

ograniczenie ma charakter strukturalny i wpływa na interpretację wyników, które w dużym stopniu zależą od czynników pozarynkowych.

Analiza zmian politycznych wskazuje na wyraźną cykliczność inwestycji w sektorze bioenergii. Okresy przejrzystych i stabilnych regulacji sprzyjały rozbudowie mocy produkcyjnych, natomiast fazy rewizji dyrektyw i zaostrzenia kryteriów środowiskowych prowadziły do wstrzymywania projektów. Rynki terminowe reagowały z opóźnieniem, co potwierdza pośredni charakter transmisji między decyzjami politycznymi a procesami finansyzacji sektora bioenergetycznego.

W odniesieniu do literatury przedmiotu wyniki pozostają zgodne z hipotezą o instytucjonalnym uwarunkowaniu rynków surowcowych. Potwierdzają też tezę o asymetrycznej transmisji cen z surowca na produkt w sektorach regulowanych. Rozbieżności pojawiają się względem badań postulujących bezpośredni wpływ napływu kapitału finansowego na trwałe wzrost cen. W analizowanym przypadku dominowały czynniki fundamentalne i regulacyjne. Do ograniczeń badania należy brak uwzględnienia w danych obejmują informacji o poziomie *hedgingu* ani o strukturze kontraktów zawieranych między poszczególnymi kategoriami uczestników rynku. Statystyki produkcyjne obarczone są opóźnieniami i rewizjami. Ceny referencyjne nie zawsze odzwierciedlają faktyczne warunki transakcyjne w regionach peryferyjnych. Może to generować błędy pomiaru.

Wnioski badania są wysoce wrażliwe na przyjęte założenia dotyczące egzekwowania polityk, dlatego konieczne jest uwzględnienie rzeczywistego stopnia ich wdrażania. Formalne przyjęcie regulacji nie zawsze przekłada się na jednolite stosowanie w poszczególnych państwach członkowskich, co wpływa na zróżnicowanie stopnia integracji rynku europejskiego, szczególnie między segmentami zbóż a cukru. Takie zróżnicowanie ogranicza możliwość generalizacji wyników. Ewolucja polityk unijnych i krajowych kształtowała warunki funkcjonowania badanych rynków w sposób systemowy, a współzależności między stosowaniem domieszek biokomponentów w paliwie, ustalaniem kryteriów środowiskowych i polityką klimatyczną generowały zarówno synergie, jak i konflikty w realizacji celów. Finansyzacja pełniła w tym kontekście funkcję wtórną wobec silnych impulsów regulacyjnych i geopolitycznych. Interpretacja wyników wymaga zatem uwzględnienia wielopoziomowej, dynamicznej architektury instytucjonalnej, w ramach której funkcjonują badane rynki.

7.5 Kierunki dalszych prac

Kierunki przyszłych badań powinny wykraczać poza analizę agregatów pozycyjnych i cenowych. Niezbędne jest uwzględnienie bardziej kompleksowego modelowania heterogenicznych zachowań uczestników rynku, co pozwoli na pełniejsze odwzorowanie ich zróżnicowanych strategii i reakcji. Dotyczy to zarówno rynków zbóż, jak i cukru notowanych na giełdach Euronext oraz ICE Futures Europe. Konieczne jest przejście od podejścia strukturalno-agregacyjnego do modeli uwzględniających interakcje między traderami, inwestorami instytucjonalnymi, agentami komercyjnymi oraz regulatorami. Takie ujęcie pozwoli uchwycić endogeniczne źródła zmienności cen i płynności rynkowej.

Pierwszym obszarem wymagającym pogłębienia jest integracja modeli behawioralnych z analizą rynków towarowych. Dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na racjonalnych oczekiwaniach i mechanizmach arbitrażu. Przyszłe prace powinny uwzględnić w modelach elementy teorii perspektywy (ang. *Prospect Theory*) Kahnemana i Tversky'ego, w tym mechanizmy związane z cechami indywidualnymi uczestników rynków, np. tendencją do unikania ryzyka lub nadmierną pewnością siebie przy podejmowaniu decyzji. Istotne jest także włączenie modeli zachowań stadnych oraz eskalujących w wyniku decyzji podejmowanych przez uczestników rynków, a opartych na wymianie informacji. W kontekście rynków o podwyższonej zmienności mechanizmy te mogą istotnie wzmacniać procykliczne przepływy kapitału, wpływając na dynamikę cen i ryzyko systemowe.

Drugim kierunkiem jest rozwój modeli agentowych (ABM, ang. *Agent-Based Models*), które pozwalają symulować interakcje między uczestnikami o różnych horyzontach inwestycyjnych. Modele takie umożliwiają testowanie wpływu strategii *momentum*, *hedgingu* komercyjnego oraz reakcji regulatorów na stabilność systemu. Integracja ABM z rzeczywistymi danymi z raportów pozycyjnych mogłaby zwiększyć trafność predykcyjną. Wymaga to jednak dostępu do bardziej granularnych danych transakcyjnych.

Istotne jest również uwzględnienie decyzji algorytmicznych jako odrębnej kategorii zachowań rynkowych. Handel wysokiej częstotliwości oraz strategie systematyczne funduszy inwestycyjnych generują zmienność o charakterze mikrostrukturalnym, często niezależną od tradycyjnych fundamentów ekonomicznych. W związku z tym konieczne jest badanie, w jakim stopniu algorytmy reagują na sygnały fundamentalne, a w jakim na wzorce cenowe, wolumenowe i inne parametry

wykorzystywane w analizie technicznej. Analiza ta pozwala ocenić wpływ automatycznych decyzji na dynamikę cen, płynność rynku oraz potencjalne amplifikacje krótkookresowych wahań, co jest kluczowe dla pełnego zrozumienia procesów kształtujących zmienność w nowoczesnych systemach handlu towarami.

Kolejnym kierunkiem jest analiza reakcji na bodźce zewnętrzne. Szoki geopolityczne, decyzje regulacyjne czy zmiany polityki monetarnej wywołują nieliniowe reakcje cenowe. Przyszłe badania mogą w szczególności stosować modele przełącznikowe (ang. *Markov-switching*) oraz reżimowe modele z rodziny GARCH. Pozwoli to ocenić, czy efektywność tradingu algorytmicznego zmienia się w zależności od fazy rynku. Wstępne próby przeprowadzenia testów odporności wskazują, że kluczowe zależności utrzymują się przy alternatywnych specyfikacjach modeli oraz przy uwzględnieniu opóźnień związanych z realizacją celów politycznych przez organy administracji UE lub władz krajowych, jednak skala efektów zmienia się. Tego typu badania wymagają jednak rozwinięcia właściwej metody badawczej, która wykraczała poza zakres wyznaczony celami niniejszej dysertacji.

Ocena efektywności różnych typów algorytmów powinna być prowadzona w warunkach symulowanych i rzeczywistych. Strategie podążania za trendami mogą osiągać ponadprzeciętne wyniki w fazach silnej zmienności kierunkowej, takich jak okres 2020–2022. Z kolei algorytmy *mean-reversion*, tj. oparte na założeniu, że ceny aktywów finansowych po okresowych odchyleniach wykazują tendencję do powracania do średnich wartości historycznych, mogą być bardziej efektywne w okresach stabilizacji cen. W warunkach kryzysowych przewagę mogą uzyskiwać strategie oparte na zarządzaniu ryzykiem wystąpienia skrajnych, rzadkich i trudnych do przewidzenia zdarzeń rynkowych, tj. *tail-risk*, i na dynamicznej alokacji zmienności.

W kontekście ekstremalnych sytuacji rynkowych konieczne jest badanie odporności algorytmów na zjawiska typu *flash crash* oraz gwałtowne zmiany płynności. Wymaga to testów warunków skrajnych (*stress testing*) oraz symulacji scenariuszy opartych na danych historycznych. Analiza powinna obejmować także interakcje między algorytmami konkurującymi o tę samą płynność. Może to ujawnić mechanizmy sprzężeń zwrotnych prowadzących do amplifikacji szoków.

Zastosowanie sztucznej inteligencji otwiera nowe możliwości w zakresie projektowania badań. Modele oparte na sieciach neuronowych, w tym rekurencyjne sieci neuronowe należące do kategorii LSTM (ang. *Long Short-Term Memory*), zaprojektowane do przetwarzania danych sekwencyjnych oraz modelowania zależności

długookresowych, oraz architektury transformerowe, umożliwiają analizę sekwencyjnych danych cenowych w czasie rzeczywistym. Rozwiązania integrujące elementy sztucznej inteligencji mogą integrować dane rynkowe z informacjami tekstowymi, takimi jak komunikaty regulatorów czy dane meteorologiczne. Pozwala to budować modele predykcyjne uwzględniające wielowymiarowe źródła informacji. Uczenie nienadzorowane (ang. *Unsupervised machine learning*) może pomóc identyfikować ukryte reżimy rynkowe i segmenty uczestników. Techniki klasteryzacji oraz redukcji wymiaru pomagają w analizie dużych zbiorów danych transakcyjnych. Jednocześnie należy uwzględnić ryzyko nadmiernego dopasowania modeli i brak interpretowalności modeli typu *black box*. Wymaga to rozwijania metod sztucznej inteligencji pozwalających wyjaśnić kolejne kroki wnioskowania (ang. *inference*) w kontekście badania rynków towarowych.

Przyszłe badania powinny także analizować rolę regulatorów jako aktywnych uczestników systemu. Interakcje między nadzorem rynkowym a algorytmicznym handlem mogą być modelowane w ramach teorii gier ewolucyjnych. Decyzje regulacyjne wpływają na parametry ryzyka i koszty transakcyjne. W efekcie zmieniają strukturę bodźców dla uczestników rynku. To podejście łączy analizę ekonomiczną z modelowaniem systemowym. Rozszerzenie badań na poziom przedsiębiorstw pozwoliłoby ocenić efektywność strategii hedgingowych w warunkach rosnącej zmienności. Dane panelowe dotyczące bilansów przedsiębiorstw mogłyby zostać połączone z informacjami o ekspozycji terminowej. Umożliwi to analizę relacji między strukturą finansowania a odpornością na szoki cenowe.

Połączenie ekonomii behawioralnej, modeli agentowych, analiz mikrostruktury rynku oraz wykorzystania metod uczenia maszynowego pozwoli lepiej zrozumieć mechanizmy zmienności i efektywności. W warunkach rosnącej cyfryzacji i automatyzacji rynków towarowych tradycyjne modele równowagi są niewystarczające. Konieczne jest podejście systemowe, łączące analizę danych wielkiej skali z refleksją instytucjonalną i regulacyjną.

7.6 Rekomendacje końcowe

Dalsze badania powinny konsekwentnie rozwijać wątki zidentyfikowane w analizie rynków pszenicy, kukurydzy i cukru w latach 2010–2024, integrując perspektywę finansową, produkcyjną oraz instytucjonalną. W szczególności zasadne jest przejście od danych dziennych i tygodniowych do danych wysokiej częstotliwości.

Pozwoli to na identyfikację mechanizmów transmisji szoków między rynkami towarowymi a finansowymi w ujęciu bazującym na dziennej zmienności cen (*intraday*). Integracja danych *tick-by-tick* z rynków notowanych na giełdach Euronext oraz ICE Futures Europe z przepływami funduszy typu ETF i indeksowych umożliwi analizę krótkookresowych sprzężeń zwrotnych.

W tym kontekście istotne jest zastosowanie modeli rozlewania się kryzysu opartych na dekompozycji wariancji¹⁶⁷ oraz analizie sieciowej. Umożliwią one pomiar kierunku i intensywności transmisji zmienności między segmentami rynku rolnego, energetycznego i finansowego. Badania powinny także uwzględniać rolę kursu walutowego EUR/USD jako kanału transmisji globalnych impulsów monetarnych. Takie podejście pozwoli lepiej zrozumieć, dlaczego finansyzacja miała charakter pośredni i zależny od warunków makroekonomicznych.

Drugim kierunkiem przyszłych badań jest pogłębiona analiza wpływu finansyzacji na mikroekonomiczne determinanty produkcji bioetanolu pierwszej generacji. Dotychczasowe ujęcia opierały się głównie na danych zagregowanych, co ograniczało możliwość wnioskowania o zachowaniach poszczególnych przedsiębiorstw. Konieczne jest wykorzystanie danych pierwotnych na poziomie firm, obejmujących koszty surowca, energii, finansowania oraz wymogi compliance regulacyjnego. Takie podejście pozwoli ocenić, w jakim stopniu zmienność kontraktów *futures* na kukurydzę wpływa na decyzje inwestycyjne i strategie zabezpieczające. Analiza powinna uwzględniać implementację dyrektyw RED oraz RED II, modelując interakcję między obowiązkiem stosowania domieszek biokomponentów w paliwie a zmiennością cen surowców. W tym kontekście użyteczne mogą być modele *real options*, które pozwalają wyjaśnić decyzje o wstrzymaniu lub przyspieszeniu inwestycji w warunkach niepewności regulacyjnej i cenowej.

Trzecim obszarem badań jest rozszerzenie analiz o biodiesel oraz rynki roślin olejowych. W Europie biodiesel odgrywa większą rolę niż bioetanol w strukturze biopaliw pierwszej generacji, dlatego włączenie kontraktów na rzepak oraz oleje

¹⁶⁷ Przykładem metody stosowanej w celu badania przenoszenia zmienności między rynkami jest analiza indeksu Diebolda–Yilmaza. *Diebold–Yilmaz spillover index* bazuje na dekompozycji wariancji błędu prognozy w modelach wektorowej autoregresji (VAR). W podejściu Diebolda–Yilmaza dekompozycja wariancji błędu prognozy pozwala określić, jaka część zmienności danej zmiennej wynika z jej własnych szoków, a jaka z oddziaływań innych zmiennych w systemie, co umożliwia ilościowy pomiar przenoszenia zmienności między rynkami lub aktywami. W praktyce wykorzystuje się model VAR dla zestawu zmiennych, dokonuje dekompozycji wariancji prognoz, a uzyskane wyniki interpretuje jako udziały wpływu poszczególnych zmiennych w generowaniu zmienności. Na tej podstawie konstruuje się całkowity *spillover index*, miary kierunkowe, określające źródła i odbiorców szoków, oraz sieci powiązań ryzyka w systemie finansowym.

roślinne umożliwi badanie korelacji między rynkami zbóż i roślin oleistych. Takie podejście pozwoli lepiej zrozumieć zależności między polityką klimatyczną, cenami energii a decyzjami produkcyjnymi w sektorze agro-energetycznym.

Z perspektywy metody badawczej wskazane jest łączenie modeli panelowych z analizą danych wysokiej częstotliwości oraz technikami *machine learning*. Integracja danych produkcyjnych, handlowych i finansowych pozwoli na budowę modeli wielopoziomowych, odzwierciedlających zarówno decyzje przedsiębiorstw, jak i dynamikę rynku. Wymaga to jednak poprawy dostępności danych przedsiębiorstw oraz zwiększenia przejrzystości raportowania pozycji hedgingowych, co stanowi istotne wyzwanie dla przyszłych badań empirycznych.

Rekomendacje dla decydentów wynikają bezpośrednio z ustaleń badania. Regulacje obowiązujące na rynkach towarowych pozostają strukturalnie niedostosowane do ich relatywnie niewielkiej skali w porównaniu z rynkami finansowymi. Jest to cecha trwała. Próby nadmiernej harmonizacji z regulacjami właściwymi dla dużych rynków kapitałowych mogą prowadzić do spadku płynności i wzrostu kosztów uczestnictwa. Polityka regulacyjna powinna uwzględniać specyfikę rynku rolnego jako rynku o ograniczonej głębokości.

Jednocześnie giełdy towarowe pełnią funkcję publicznego dobra informacyjnego. Ceny kontraktów *futures* stanowią punkt odniesienia dla podmiotów niezaangażowanych bezpośrednio w obrót giełdowy. Stabilność europejskich rynków pszenicy, kukurydzy i cukru zależy od jakości i wiarygodności tych sygnałów cenowych. Informacje generowane na giełdach stabilizują także relacje handlowe między UE a krajami sąsiednimi oraz partnerami pozaeuropejskimi. Dla regulatorów oznacza to konieczność utrzymania równowagi między nadzorem a płynnością. Transparentność raportowania powinna być rozwijana, lecz bez nadmiernego ograniczania aktywności podmiotów zapewniających płynność. W szczególności istotne jest monitorowanie koncentracji pozycji bez osłabiania mechanizmu odkrywania cen. Dla menedżerów i analityków rynkowych kluczowe jest zaś traktowanie cen giełdowych jako wskaźników systemowych, a nie wyłącznie narzędzi *hedgingu*. Integracja danych giełdowych z analizą kosztów energii, transportu i compliance pozwala lepiej ocenić ryzyko *margin squeeze*. W warunkach podwyższonej zmienności konieczne jest stosowanie dynamicznych strategii zabezpieczających, uwzględniających korelacje między rynkami.

Podsumowując, przyszłe badania powinny łączyć perspektywę mikroekonomiczną, makrofinansową i regulacyjną. Rozszerzenie zakresu empirycznego o biodiesel i rynki oleiste, zastosowanie danych wysokiej częstotliwości oraz analiza decyzji przedsiębiorstw produkcyjnych zwiększą trafność wniosków. Dla decydentów kluczowe jest uznanie roli giełd towarowych jako infrastruktury informacyjnej, od której zależy stabilność europejskiego systemu rolno-żywnościowego. Rozwój metodyki badawczej wymaga precyzyjnego rozróżnienia między harmonizacją rynków, ich integracją oraz klasycznymi miarami współzależności cenowych. W niniejszym ujęciu harmonizacja oznacza formalne ujednolicenie struktur danych, standardów raportowania, zasad notowań i architektury informacyjnej. Proces ten zachodzi równolegle na rynkach towarowych i finansowych, w tym na segmentach notowanych na Euronext oraz ICE Futures Europe. Harmonizacja nie jest tożsama z integracją instytucjonalną ani z kointegracją cen.

Integracja dotyczy głębszych poziomów systemu. Obejmuje zbieżność regulacyjną, interoperacyjność infrastruktury transakcyjnej, kompatybilność systemów rozliczeniowych oraz konwergencję kultury organizacyjnej uczestników rynku. Harmonizacja może poprzedzać integrację, lecz nie musi jej implikować. W analizowanym okresie 2010–2024 obserwowano postępującą formalną jednorodność danych rynkowych, przy utrzymujących się różnicach strukturalnych między segmentami zbóż i cukru. Zaproponowane pojęcie harmonizacji rynków okazało się przy tym użyteczne analitycznie. Umożliwiło identyfikację zmian strukturalnych niewidocznych w prostych analizach cenowych. Pozwoliło także wyjaśnić, dlaczego finansyzacja miała charakter pośredni i zależny od architektury informacyjnej. Jednocześnie przeprowadzone badania nie stanowią wystarczającej podstawy do sformułowania ogólnej teorii harmonizacji. Konieczne są dalsze analizy porównawcze obejmujące inne rynki towarowe i segmenty finansowe.

Zaletą przyjętej metodyki jest relatywna przejrzystość struktury modelowania, osiągnięta dzięki restrykcyjnej selekcji zmiennych objaśniających oraz ograniczeniu liczby interakcji między nimi. Takie podejście umożliwiło jednoznaczną interpretację parametrów i klarowną identyfikację mechanizmów kształtujących ceny. Jednocześnie ograniczyło ono możliwość pełnej eksploracji potencjalnych współzależności zarówno między rynkami towarowymi, jak i między segmentami finansowymi. Analiza nie obejmowała w pełni przepływów kapitałowych między klasami aktywów ani kwestii substytucyjności w wykorzystaniu surowców. Nie ma podstaw do przypuszczenia, że

alternatywny dobór zmiennych zasadniczo zmieniałby główne wnioski badania. Jednak brak pogłębionej analizy sieciowej ogranicza możliwość identyfikacji ukrytych kanałów transmisji. W przyszłych badaniach wskazane jest zastosowanie modeli wielowymiarowych, w tym dynamicznych modeli czynnikowych oraz metod analizy sieciowej przepływów kapitałowych. Takie podejście pozwoli lepiej uchwycić relacje między rynkami zbóż, cukru, oleistych oraz instrumentami finansowymi, uwzględniając zarówno zależności bezpośrednie, jak i pośrednie.

Harmonizacja rynków finansowych stanowi dodatkowy, istotny obszar badawczy. Konwergencja regulacyjna po kryzysie finansowym, w tym wdrożenie wspólnych standardów raportowania i wymogów kapitałowych, zmieniła strukturę bodźców dla uczestników rynku. Proces ten wpływa pośrednio na rynki towarowe poprzez koszt finansowania pozycji oraz dostęp do płynności, co wymaga systemowej analizy powiązań między rynkami finansowymi a towarowymi.

Z perspektywy rozwoju dyscypliny badania nad rynkami towarowymi wymagają coraz większej integracji ekonomii finansowej, ekonomii instytucjonalnej oraz podejścia systemowego. Harmonizacja, rozumiana jako odrębna kategoria badawcza, może pełnić funkcję mostu między tymi obszarami. Jej dalsza konceptualizacja wymaga pogłębionych badań empirycznych oraz porównań międzysektorowych. Dla badaczy kluczowe jest rozszerzenie zakresu empirycznego o dane wysokiej częstotliwości, analizę firmową oraz modele wielopoziomowe. Równocześnie konieczne jest rozwijanie koncepcji harmonizacji jako kategorii analitycznej odrębnej od integracji i korelacji cenowych. Dla decydentów istotne jest uznanie, że formalna jednorodność regulacyjna nie gwarantuje stabilności systemu. Regulacje powinny być projektowane z uwzględnieniem specyfiki rynków rolnych oraz ich roli informacyjnej, tak aby mechanizmy rynkowe mogły funkcjonować efektywnie i stabilnie.

Bibliografia

Publikacje naukowe cytowane w dysertacji

- Alalwan, H. A., Alminshid, A. H., i Aljaafari, H. A. (2019). Promising evolution of biofuel generations. Subject review. *Renewable Energy Focus*, 28, 127-139.
- Aldridge, I. (2013). *High-frequency trading: a practical guide to algorithmic strategies and trading systems*. John Wiley & Sons.
- Acemoglu, D. (2023, May). Distorted innovation: does the market get the direction of technology right?. W: *AEA Papers and Proceedings* (Vol. 113, pp. 1-28). American Economic Association.
- Adämmmer, P., i Bohl, M. T. (2015). Price discovery in European agricultural markets: when do futures contracts matter. *Center for Quantitative Economics (CQE), University of Muenster*, 4415.
- Adler, M., i Dumas, B. (1983). International portfolio choice and corporation finance: A synthesis. *The journal of finance*, 38(3), 925-984.
- Afzaal, A., Gilani, M. A., Petit, C., Huck, O., i Tabassum, S. (2026). Physicochemical and biological evaluation of Bioinspired Zea mays starch-derived self-healing composite hydrogels with dynamic boronate crosslinks for critical bone defects. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 109573.
- Aghion, P., Hepburn, C., Teytelboym, A., i Zenghelis, D. (2019). Path dependence, innovation and the economics of climate change. *Handbook on green growth*, 67-83.
- Aguilar-Rivera, N., Michel-Cuello, C., Cervantes-Niño, J. J., Gómez-Merino, F. C., i Olvera-Vargas, L. A. (2021). Effects of public policies on the sustainability of the biofuels value chain. W: *Sustainable Biofuels* (pp. 345-379). Academic Press.
- Ajdukiewicz, K. (1958). Zagadnienie uzasadnienia zdań analitycznych. *Studia Logica*, 8(1), 273-276.
- Amable, B. (2017). *Structural crisis and institutional change in modern capitalism: French capitalism in transition*. Oxford University Press.
- Amihud, Y., i Mendelson, H. (1986). Liquidity and stock returns. *Financial Analysts Journal*, 42(3), 43-48.
- Amihud, Y., Mendelson, H., i Lauterbach, B. (1997). Market microstructure and securities values: Evidence from the Tel Aviv Stock Exchange. *Journal of financial Economics*, 45(3), 365-390.
- Andreoni, L., Do Paço, D., Mocarelli, L., i Ongaro, G. (2024). The grain trade and minorities in the early modern Italian Peninsula and beyond: An introduction. *Business History*, 66(3), 535-550.
- Anseeuw, W., Roda, J. M., Ducastel, A., i Kamaruddin, N. (2017). Global strategies of firms and the financialization of agriculture. W: *Sustainable Development and Tropical Agri-chains* (pp. 321-337). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Anselmi, S. (1973). Commerci, porti e marine mediterranee fra medioevo ed età moderna. *Quaderni storici*, 8(22 (1), 223-237.
- Armour, J., Awrey, D., Davies, P. L., Enriques, L., Gordon, J. N., Mayer, C. P., i Payne, J. (2016). *Principles of financial regulation*. Oxford University Press.
- Arrighi, G. (1994). *The long twentieth century: Money, power, and the origins of our times*. Verso.
- Arrow, K. J., i Debreu, G. (1954). Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, 22(3), 265-290.
- Arzandeh, M., i Frank, J. (2019). Price discovery in agricultural futures markets: Should we look beyond the best bid-ask spread? *American Journal of Agricultural Economics*, 101(5), 1482-1498.
- Ayodele, B., Alsaffar, M., i Mustapa, S. (2020). An overview of integration opportunities for sustainable bioethanol production from first- and second-generation sugar-based feedstocks. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118857. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118857>.

- Bach, M. P. (2015). How to write and publish a scientific paper: A closer look to eastern European economics, business and management journals. *Business Systems Research: International journal of the Society for Advancing Innovation and Research in Economy*, 6(1), 93-103.
- Baker, S. D. (2021). The financialization of storable commodities. *Management Science*, 67(1), 471-499.
- Barberis, N., Shleifer, A., i Vishny, R. (1998). A model of investor sentiment. *Journal of financial economics*, 49(3), 307-343.
- Barro, R. J., i Grossman, H. I. (1971). A general disequilibrium model of income and employment. *The American Economic Review*, 61(1), 82-93.
- Basak, S., i Pavlova, A. (2016). A model of financialization of commodities. *The Journal of Finance*, 71(4), 1511-1556.
- Battiston, S. (2016). The Economics of Information and Financial Networks. W: *Toward a Just Society: Joseph Stiglitz and Twenty-First Century Economics*, 277-305.
- Bauer, L., i Sippel, S. R. (2022). *Finanzialisierung Von Landwirtschaft Sichtbar Machen?: Zum Reflexiven und Epistemischen Potential Experimenteller Visualisierung*. Leipziger Universitätsverlag.
- Becker, G. S. (1962). Irrational behavior and economic theory. *Journal of political economy*, 70(1), 1-13.
- Behringer, J., Belabed, C. A., Theobald, T., i Treeck, T. V. (2013). Einkommensverteilung, Finanzialisierung und makroökonomische Ungleichgewichte. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, (4), 203-221.
- Bekaert, G., i Harvey, C. R. (1995). Time-varying world market integration. *the Journal of Finance*, 50(2), 403-444.
- Benjamin, H. S. (1942). The Dow Theory of stock prices. *Social Research*, 204-224.
- Benquet, M., Bourgeron, T., i Reynaud, B. (2019). Économie politique de la financiarisation. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 229(4), 4-13.
- Bertolacci, M., Rosen, O., Cripps, E., i Cripps, S. (2022). Adaptspec-x: Covariate-dependent spectral modeling of multiple nonstationary time series. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 31(2), 436-454.
- Bertrand, E., i Dussap, C. G. (2022). First generation bioethanol: fundamentals—definition, history, global production, evolution. W: *Liquid Biofuels: Bioethanol* (str. 1-12). Cham: Springer International Publishing.
- Bjørkhaug, H., Magnan, A., i Lawrence, G. (2018). The Financialization of Agri-food Systems. *Contested Transformations*. Oxon: Routledge.
- Blanchard, O. (2000). What do we know about macroeconomics that Fisher and Wicksell did not?. *De Economist*, 148(5), 571-601.
- Blanchard, O. J. (2018). Neoclassical synthesis. W: *The new Palgrave dictionary of economics* (str. 9407-9412). Palgrave Macmillan, London.
- Blanchard, O., i Fischer, S. (1989). *Lectures on macroeconomics*. MIT press.
- Blanchard, O. J., i Gali, J. (2007). *The Macroeconomic Effects of Oil Shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?*. NBER Working Paper 13368.
- Blanchard, O. J., i Quah, D. (1993). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances: Reply. *The American Economic Review*, 83(3), 653-658.
- Blume, L. E., Cholli, N. A., Durlauf, S. N., i Lukina, A. (2025). Immobility as Memory: Some New Approaches to Characterizing Intergenerational Persistence via Markov Chains. *Sociological Methods & Research*, 54(4), 1396-1434.
- Bohl, M. T., Siklos, P. L., Stefan, M., i Wellenreuther, C. (2020). Price discovery in agricultural commodity markets: Do speculators contribute? *Journal of Commodity Markets*, 18, 100092.
- Bollerslev, T., i Wooldridge, J. M. (1992). Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariances. *Econometric reviews*, 11(2), 143-172.

- Bollerslev, T., Sizova, N., i Tauchen, G. (2012). Volatility in equilibrium: Asymmetries and dynamic dependencies. *Review of Finance*, 16(1), 31-80.
- Bollerslev, T., Osterrieder, D., Sizova, N., i Tauchen, G. (2013). Risk and return: Long-run relations, fractional cointegration, and return predictability. *Journal of Financial Economics*, 108(2), 409-424.
- Bollerslev, T., Hood, B., Huss, J., i Pedersen, L. H. (2018a). Risk everywhere: Modeling and managing volatility. *The Review of Financial Studies*, 31(7), 2729-2773.
- Bollerslev, T., Hood, B., Huss, J., o Pedersen, L. H. (2018b). Risk everywhere: Modeling and managing volatility. *The Review of Financial Studies*, 31(7), 2729-2773.
- Bona, L. M. (2024). Financiarización subordinada en Argentina: sus características en el siglo XXI. *Cuadernos de Economía Crítica*, 10(20), 17-41.
- Bonaldo, C. (2020, May). Benefits of blending mandate in sustainable economies. W: *INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives* (pp. 526-535). Cham: Springer International Publishing.
- Bortolotti, A. (2025). Finanziarizzazione delle trasformazioni urbane. Attori, strumenti, pratiche nei grandi progetti delle città italiane. *Rivista Geografica Italiana-Open Access*, (3).
- Bosch, D., i Smimou, K. (2022). Traders' motivation and hedging pressure in commodity futures markets. *Research in International Business and Finance*, 59, 101529.
- Braga, J. C., Oliveira, G. C. D., Wolf, P. J. W., Palludeto, A. W. A., i Deos, S. S. D. (2017). For a political economy of financialization: theory and evidence. *Economia e Sociedade*, 26(spe), 829-856.
- Brock, W., Lakonishok, J., i LeBaron, B. (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of finance*, 47(5), 1731-1764.
- Brooks, C., i Prokopczuk, M. (2013). The dynamics of commodity prices. *Quantitative Finance*, 13(4), 527-542.
- Bruno, V. G., Büyüksahin, B., i Robe, M. A. (2017). The financialization of food?. *American Journal of Agricultural Economics*, 99(1), 243-264.
- Buchspies, B., i Kaltschmitt, M. (2016). Life cycle assessment of bioethanol from wheat and sugar beet discussing environmental impacts of multiple concepts of co-product processing in the context of the European Renewable Energy Directive. *Biofuels*, 7(2), 141-153.
- Buffon, A. (1979). *Monnaie et crédit en économie coloniale: contribution à l'histoire économique de la Guadeloupe, 1635-1919*. FeniXX.
- Büyüksahin, B., i Robe, M. A. (2014). Speculators, commodities and cross-market linkages. *Journal of International Money and Finance*, 42, 38-70.
- Carter, C. A., i Revoredo-Giha, C. (2022). The theory of normal backwardation and financialization of the futures markets. W: *Modern agricultural and resource economics and policy: Essays in honor of Gordon Rausser* (pp. 391-414). Cham: Springer International Publishing.
- Cartwright, N. (2004). Causation: One word, many things. *Philosophy of Science*, 71(5), 805-819.
- Carvalho, H. J. M., Barcia, M. T., i Schmiele, M. (2024). Non-Conventional Starches: Properties and Potential Applications in Food and Non-Food Products. *Macromol*, 4(4), 886-909.
- Casoli, C., i Lucchetti, R. (2022). Permanent-transitory decomposition of cointegrated time series via dynamic factor models, with an application to commodity prices. *The Econometrics Journal*, 25(2), 494-514.
- Cauna, J. (2003). *Au temps des isles à sucre: histoire d'une plantation de Saint-Domingue au XVIIIe siècle* (Vol. 1). KARTHALA Editions.
- Cavelius P., Engelhart-Straub S., Mehlmer N., Lercher J., Awad D., et al. (2023) The potential of biofuels from first to fourth generation. *PLOS Biology*, 21(3): e3002063. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002063>.

- Cekiera, K. (2025). Dyrektywalna teoria znaczenia Ajdukiewicza a współczesne teorie semantyczne. W: *Logika–historia i przeszłość. Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Janowi Zygmuntowi*, 15-34. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.
- Chade, H., Eeckhout, J., i Smith, L. (2017). Sorting through search and matching models in economics. *Journal of Economic Literature*, 55(2), 493-544.
- Chang, E., Chou, R. Y., i Nelling, E. F. (2000). Market volatility and the demand for hedging in stock index futures. *Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products*, 20(2), 105-125.
- Cheng, I. H., Kirilenko, A., i Xiong, W. (2015). Convective risk flows in commodity futures markets. *Review of Finance*, 19(5), 1733-1781.
- Cheng, I. H., i Xiong, W. (2014). Financialization of commodity markets. *Annu. Rev. Financ. Econ.*, 6(1), 419-441.
- Chetty, R. (2015). Behavioral economics and public policy: A pragmatic perspective. *American Economic Review*, 105(5), 1-33.
- Chevallier, J., i Ielpo, F. (2013). Volatility spillovers in commodity markets. *Applied Economics Letters*, 20(13), 1211-1227.
- Chiapello, E. (2020). Financialization as a socio-technical process. W: *The Routledge international handbook of financialization* (pp. 81-91). Routledge.
- Chotěborská, P., Palmarola-Adrados, B., Galbe, M., Zacchi, G., Melzoch, K., & Rychtera, M. (2004). Processing of wheat bran to sugar solution. *Journal of Food Engineering*, 61(4), 561-565.
- Chow, Y. F., McAleer, M., i Sequeira, J. (2000). Pricing of forward and futures contracts. *Journal of Economic Surveys*, 14(2), 215-253.
- Cifarelli, G., i Paladino, G. (2015). A dynamic model of hedging and speculation in the commodity futures markets. *Journal of Financial Markets*, 25, 1-15.
- Citera, E., i Sau, L. (2021). Reflexivity, financial instability and monetary policy: A ‘convention-based’ approach. *Review of Political Economy*, 33(2), 327-343.
- Clapp, J., i Helleiner, E. (2012). Troubled futures? The global food crisis and the politics of agricultural derivatives regulation. *Review of international political economy*, 19(2), 181-207.
- Clapp, J., i Isakson, S. R. (2018). *Speculative harvests: Financialization, food, and agriculture*.
- Clark C.A. (1940) *The conditions of economic progress*, Macmillan, London 1940.
- Cortazar, G., Millard, C., Ortega, H., & Schwartz, E. S. (2019). Commodity price forecasts, futures prices, and pricing models. *Management science*, 65(9), 4141-4155.
- Covindassamy, G., Robe, M. A., i Wallen, J. (2017). Sugar with your coffee? Fundamentals, financials, and softs price uncertainty. *Journal of Futures Markets*, 37(8), 744-765.
- Czyżewski, B., i Matuszczak, A. (2016). A new land rent theory for sustainable agriculture. *Land Use Policy*, 55, 222-229.
- Czyżewski, B., Matuszczak, A., i Miśkiewicz, R. (2019). Public goods versus the farm price-cost squeeze: shaping the sustainability of the EU’s common agricultural policy. *Technological and Economic Development of Economy*, 25(1), 82-102.
- De Almeida, M. A., i Colombo, R. (2023). Production chain of first-generation sugarcane bioethanol: characterization and value-added application of wastes. *BioEnergy Research*, 16(2), 924-939.
- de Farias Silva, C. E., i Bertucco, A. (2016). Bioethanol from microalgae and cyanobacteria: a review and technological outlook. *Process Biochemistry*, 51(11), 1833-1842.
- Denis, A. (2008). The hypostatisation of the concept of equilibrium in neoclassical economics. W: *Equilibrium in Economics* (str. 287-305). Routledge.
- De Roon, F. A., Nijman, T. E., i Veld, C. (2000). Hedging pressure effects in futures markets. *The Journal of Finance*, 55(3), 1437-1456.
- Dixit, A. K. i Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University.

- Dohm, J., Minoche, A., Holtgräwe, D., Capella-Gutiérrez, S., Zakrzewski, F., Tafer, H., Rupp, O., Sörensen, T., Stracke, R., Reinhardt, R., Goesmann, A., Kraft, T., Schulz, B., Stadler, P., Schmidt, T., Gabaldón, T., Lehrach, H., Weisshaar, B., i Himmelbauer, H. (2013). The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature*, 505, 546-549. <https://doi.org/10.1038/nature12817>.
- Donley, N. (2019). The USA lags behind other agricultural nations in banning harmful pesticides. *Environmental Health*, 18(1), 44.
- Doukas, Y. E., Salvati, L., i Vardopoulos, I. (2023). Unraveling the European agricultural policy sustainable development trajectory. *Land*, 12(9), 1749.
- Dutta, K., Daverey, A., i Lin, J. G. (2014). Evolution retrospective for alternative fuels: First to fourth generation. *Renewable energy*, 69, 114-122.
- Easley, D., i O'Hara, M. (1995). Market microstructure. *Handbooks in operations research and management science*, 9, 357-383.
- Edwards, R. D., Magee, J., i Bassetti, W. C. (2018). *Technical analysis of stock trends*. CRC press.
- Eichler, M., Motta, G., i Von Sachs, R. (2011). Fitting dynamic factor models to non-stationary time series. *Journal of Econometrics*, 163(1), 51-70.
- Eicke, L., i Weko, S. (2022). Does green growth foster green policies? Value chain upgrading and feedback mechanisms on renewable energy policies. *Energy Policy*, 165, 112948.
- Enciso, S. R. A., Fellmann, T., Dominguez, I. P., i Santini, F. (2016). Abolishing biofuel policies: Possible impacts on agricultural price levels, price variability and global food security. *Food Policy*, 61, 9-26.
- Engle, R. F., i Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Epstein, G. A. (2025). *Financialization: New Palgrave dictionary* (No. 628).
- Epstein, G. A. (Red.). (2005). *Financialization and the world economy*. Edward Elgar Publishing.
- Errunza, V., i Losq, E. (1985). International asset pricing under mild segmentation: Theory and test. *The Journal of Finance*, 40(1), 105-124.
- Esponda, I. (2008). Behavioral equilibrium in economies with adverse selection. *American Economic Review*, 98(4), 1269-1291.
- Etula, E. (2013). Broker-dealer risk appetite and commodity returns. *Journal of Financial Econometrics*, 11(3), 486-521.
- Falua, K. J., Pokharel, A., Babaei-Ghazvini, A., Ai, Y., i Acharya, B. (2022). Valorization of starch to biobased materials: A review. *Polymers*, 14(11), 2215.
- Fama E.F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Fama, E. F. (1970). Session Topic: Stock Market Price Behavior Session Chairman: Burton G. Malkiel Efficient Capital Markets: A Review Of Theory And Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Fama, M., i Conti, M. (2022). Food security and agricultural crises in a financialized food regime. *Cambio: rivista sulle trasformazioni sociali*: 23, 1, 2022, 85-97.
- Faye, B., Le Fur, E., i Prat, S. (2024). Exogeneous shocks, risk, and market convergence of real alternative and financial assets: evidence from nonlinear dynamics. *Annals of Operations Research*, 334(1), 497-520.
- Fayet, C. M., Reilly, K. H., Van Ham, C., i Verburg, P. H. (2022). The potential of European abandoned agricultural lands to contribute to the Green Deal objectives: Policy perspectives. *Environmental Science & Policy*, 133, 44-53.
- Feigl, H. (1943). Logical empiricism. *Twentieth century philosophy*, 371-416.
- Feist, M., i Fuchs, D. (2013). Agrarpolitik und Ernährungssicherheit im Strudel der Finanzkrise. *Zeitschrift für Außen-und Sicherheitspolitik*, 6(Suppl 1), 197-209.

- Fisher A.G. (1935), *The clash of progress and security*, Macmillan, London 1935.
- Forbes, K. J., i Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223-2261.
- Foxon, T. J. (2014). Technological lock-in and the role of innovation. W: *Handbook of sustainable development* (pp. 304-316). Edward Elgar Publishing.
- Franc-Dąbrowska, J. (2018). Ufinansowanie gospodarki i finansowy wzrost wartości. *Ekonomista*, 6, 701-718.
- Franc-Dąbrowska, J. (2023). Ufinansowanie ziemi rolnej–współczesne przejawy finansjalizacji czy powrót do korzeni ludzkości?. *Finanse i Prawo Finansowe*, 2 (wyd. specjalne), 81-101.
- Frege, G. (1948). Sense and reference. *The philosophical review*, 57(3), 209-230.
- Fry-McKibbin, R., i McKinnon, K. (2023). The evolution of commodity market financialization: Implications for portfolio diversification. *Journal of Commodity Markets*, 32, 100360.
- Furuoka, F., Yaya, O. S., Ling, P. K., Al-Faryan, M. A. S., i Islam, M. N. (2023). Transmission of risks between energy and agricultural commodities: Frequency time-varying VAR, asymmetry and portfolio management. *Resources Policy*, 81, 103339.
- Gabaix, X. (2016). Power laws in economics: An introduction. *Journal of Economic Perspectives*, 30(1), 185-206.
- Garbade, K. D., i Silber, W. L. (1983). Price movements and price discovery in futures and cash markets. *The Review of Economics and Statistics*, 289-297.
- Geanakoplos, J. (2008). Arrow–Debreu model of general equilibrium. W: *The New Palgrave Dictionary of Economics* (pp. 1-15). Palgrave Macmillan, London.
- Geanakoplos, J., i Zame, W. R. (2014). Collateral equilibrium, I: a basic framework. *Economic Theory*, 56(3), 443-492.
- Glück, T., i Adams, Z. (2025). Systemic risk of commodity traders. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 105166.
- Goetz, C., Miljkovic, D., i Barabanov, N. (2021). New empirical evidence in support of the theory of price volatility of storable commodities under rational expectations in spot and futures markets. *Energy Economics*, 100, 105375.
- Gomez Palmero, M., Carrasco, A., de la Sen, P., Mainar-Toledo, M. D., Ascaso Malo, S., i Royo Herrer, F. J. (2025). Starch Valorisation as Biorefinery Concept Integrated by an Agro-Industry Case Study to Improve Sustainability. *Sustainability*, 17(15), 6808.
- Golebiowski, G., i Szczepankowski, P. (2015). Financialization in Central and Eastern European Countries. *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny*, 77, 197.
- Gopikrishnan, P., Plerou, V., Liu, Y., Amaral, L. N., Gabaix, X., i Stanley, H. E. (2000). Scaling and correlation in financial time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 287(3-4), 362-373.
- Górka, J., i Kuziak, K. (2022). Volatility modeling and dependence structure of ESG and conventional investments. *Risks*, 10(1), 20.
- Górka, J., i Kuziak, K. (2024). Dynamic connectedness among alternative and conventional energy ETFs based on the TVP-VAR approach. *Energies*, 17(23), 5929.
- Gorton, G., i Rouwenhorst, K. G. (2006). Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*, 62(2), 47-68.
- Goyal, R., Mensah, E., i Steinbach, S. (2024). The interplay of geopolitics and agricultural commodity prices. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 46(4), 1533-1562.
- Grabowski, A. (2003). Dyskurs prawniczy jako przypadek szczególny ogólnego dyskursu praktycznego.
- Graham, B., i Dodd, D. (2003 [1934]). *Security analysis: The classic 1934 edition*. McGraw Hill.
- Greene, M. (2014). The early modern Mediterranean. *A companion to Mediterranean history*, 91-106.

- Grinold, R., Rudd, A., i Stefek, D. (1989). Global factors: Fact or fiction?. *Journal of Portfolio management*, 16(1), 79-88.
- Guizzo, E. M. (2003). *The essential message: Claude Shannon and the making of information theory* (rozprawa doktorska, Massachusetts Institute of Technology).
- Haberzettl, J., Hilgert, P., i von Cossel, M. (2021). A critical review on lignocellulosic biomass yield modeling and the bioenergy potential from marginal land. *Agronomy*, 11(12), 2397.
- Halford, N., Curtis, T., Muttucumaru, N., Postles, J., i Mottram, D. (2011). Sugars in crop plants. *Annals of Applied Biology*, 158, 1-25. <https://doi.org/10.1111/J.1744-7348.2010.00443.X>.
- Hands, D. W. (2012). The rise and fall of Walrasian microeconomics: the Keynesian effect. W: *Microfoundations Reconsidered*. Edward Elgar Publishing.
- Hansen, P. R., i Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1, 1)?. *Journal of applied econometrics*, 20(7), 873-889.
- Harris, D. J. (1991). Equilibrium and stability in classical theory. W: *Nicholas Kaldor and Mainstream Economics: Confrontation or Convergence?* (pp. 88-100). London: Palgrave Macmillan UK.
- Harré, R., i Madden, E. H. (1973). Natural powers and powerful natures. *Philosophy*, 48(185), 209-230.
- Hastie, T., Tibshirani, R., i Wainwright, M. (2015). Statistical learning with sparsity. *Monographs on statistics and applied probability*, 143(143), 8.
- Hempel, G., H. Feigl, i G. Maxwell. "Deductive-Nomological vs. Statistical Explanation." *Critica* 1.3 (1967).
- Hertel, T. W., i Beckman, J. (2011). *Commodity price volatility in the biofuel era: an examination of the linkage between energy and agricultural markets* (No. w16824). National Bureau of Economic Research.
- Hirschman, D. (2016). Stylized facts in the social sciences. *Sociological Science*, 3, 604-626.
- Hunsigi, G., Yekkele, N. R., i Kongawad, B. Y. (2010). Sweet stalk sorghum: an alternative sugar crop for ethanol production. *Sugar Tech*, 12(1), 79-80.
- Ielpo, F. (2018). The economics of commodities and commodity markets. W: H. K. Baker, G. Filbeck, i J. H. Harris (Red.), *Commodities: Markets, performance, and strategies*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190656010.003.0002>.
- Inoua, S., i Smith, V. (2023). *The classical theory of supply and demand*. ESI Working Paper 20-11. https://digitalcommons.chapman.edu/esi_working_papers/305/.
- Iqbal, N., Bouri, E., Grebnevych, O., i Roubaud, D. (2023). Modelling extreme risk spillovers in the commodity markets around crisis periods including COVID19. *Annals of Operations Research*, 330(1), 305-334.
- Irwin, S. H., i Sanders, D. R. (2011). Index funds, financialization, and commodity futures markets. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 33(1), 1-31.
- Irwin, S. H., i Sanders, D. R. (2012). Financialization and structural change in commodity futuresmarkets. *Journal of agricultural and applied economics*, 44(3), 371-396.
- Isakson, S. R. (2015). Derivatives for development? Small-farmer vulnerability and the financialization of climate risk management. *Journal of Agrarian Change*, 15(4), 569-580.
- James, W. (2001). What pragmatism means. W: *Writing New England: An Anthology from the Puritans to the Present*. Harvard University Press.
- Jegadeesh, N., i Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of finance*, 48(1), 65-91.
- Jeszka, A. M., i Maryniak, A. (2014). Wybrane problemy kontekstu odkrycia i uzasadnienia. *Organization and Management*, (162).
- Jia, R. L., Wang, D. H., Tu, J. Q., & Li, S. P. (2016). Correlation between agricultural markets in dynamic perspective—Evidence from China and the US futures markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 464, 83-92.

- Julien, B., i Mangin, S. (2016). *Efficiency in Search and Matching Models: A Generalized Hosios Condition* (No. 28-16). Monash University, Department of Economics.
- Kahneman, D., i Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 363-391.
- Kaja, J. (1999) *Polityka gospodarcza. Wstęp do teorii*. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 1999.
- Kahneman, D., i Tversky, A. (1982). On the study of statistical intuitions. 333, 11(2), 123-141.
- Kaufmann, F. (1959). John Dewey's theory of inquiry. *The journal of philosophy*, 56(21), 826-836.
- Keynes, J. M. (2024 [1930]). A treatise on money: the pure theory of money. W: *The History of Banking II, 1844-1959 Vol 10* (pp. 86-104). Routledge.
- Kim, M. J., Kim, S., Jo, Y. H., i Kim, S. Y. (2011). Dependence structure of the commodity and stock markets, and relevant multi-spread strategy. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(21-22), 3842-3854.
- Kindleberger, C., i Aliber, R. (2005). *Manias, panics and crashes: a history of financial crises*. Springer.
- Kolambe, M., i Arora, S. (2024). Forecasting the future: A comprehensive review of time series prediction techniques. *Journal of Electrical Systems*, 20(2s), 575-586.
- Korzun, V., Ponomareva, M. L., i Sorrells, M. E. (2021). Economic and academic importance of rye. *The rye genome*, 1-12.
- Krippner, G. R. (2005). The financialization of the American economy. *Socio-economic review*, 3(2), 173-208.
- Kuhn, T., Pickhardt, M., i Voosholz, F. (2013). Energy Policy, Food, and Climate Change—A Numerical Simulation Approach. *Procedia Economics and Finance*, 5, 468-477.
- Kyle, A. S., & Obizhaeva, A. A. (2016). Market microstructure invariance: Empirical hypotheses. *Econometrica*, 84(4), 1345-1404.
- Lachman D., i Shaw, E.S. (1974). Financial Deepening in Economic Development, *The Economic Journal*, 84(333), 227–228, <https://doi.org/10.2307/2230515>.
- Lange, W. (1987). Insect Pests of Sugar Beet. *Annual Review of Entomology*, 32, 341-360. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.EN.32.010187.002013>.
- Langlois, R. N., i Cosgel, M. M. (1993). Frank Knight on risk, uncertainty, and the firm: a new interpretation. *Economic inquiry*, 31(3), 456-465.
- Lannen, A., Bürgi Bonanomi, E., Rist, S., i Schäli, J. (2016). Switzerland and the commodities trade: taking stock and looking ahead. *Available at SSRN 5286989*.
- Lawson, T. (2019). The nature of social reality: *Issues in social ontology*. Routledge.
- Leach, K. A., i Braun, D. M. (2016). Soluble sugar and starch extraction and quantification from maize (*Zea mays*) leaves. *Current Protocols in Plant Biology*, 1(1), 139-161.
- Lee, F. S. (1999). *Post Keynesian price theory*. Cambridge University Press.
- Leijonhufvud, A. (2000). Macroeconomic Instability and Coordination: Selected Essays of Axel Leijonhufvud. W: *Macroeconomic Instability and Coordination*. Edward Elgar Publishing.
- Leijonhufvud, A. (2004). The metamorphoses of neoclassical economics. W: *Evolution of the Market Process* (pp. 21-37). Routledge.
- Lewis, D. (1979). Possible worlds. *The possible and the actual: Readings in the metaphysics of modality*, 182-189.
- Liu, J., Wang, X., Fan, Z., Liu, Z., Xu, P., Huang, G., ... i Zhou, M. (2025). Valorization of Agricultural Residues: Challenges and Opportunities in the Production of Bio-Based Materials. *BioResources*, 20(2).
- Liu, Q., Feng, Y., i Xu, M. (2024). Will commodity futures reduce systemic risk in the spot market? Evidence from Chinese commodity market. *China Finance Review International*, 14(4), 791-812.

- Löfgren, K. G., Persson, T., i Weibull, J. W. (2002). Markets with asymmetric information: the contributions of George Akerlof, Michael Spence and Joseph Stiglitz. *The Scandinavian Journal of Economics*, 195-211.
- Lo, A. W. (2005). Reconciling efficient markets with behavioral finance: the adaptive markets hypothesis. *Journal of investment consulting*, 7(2), 21-44.
- Loretan, M., i Phillips, P. C. (1994). Testing the covariance stationarity of heavy-tailed time series: An overview of the theory with applications to several financial datasets. *Journal of empirical finance*, 1(2), 211-248.
- Lou, X., & Shu, T. (2017). Price impact or trading volume: Why is the Amihud (2002) measure priced?. *The Review of Financial Studies*, 30(12), 4481-4520.
- Ma, S., Schaub, S., i Enguer, J. (2025). Regulatory and policy stability for renewable energy investment: An interdisciplinary analysis of the investment disputes against Spain. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*.
- Main, S., Irwin, S. H., Sanders, D. R., i Smith, A. (2018). Financialization and the returns to commodity investments. *Journal of Commodity Markets*, 10, 22-28.
- Maître, E., Sena, G. R., Chemli, Z., Chevalier, M., Dousset, B., Gitto, J. P., i Teste, O. (2022). The investigation of an event-based approach to improve commodities supply chain management. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 19(2), 1-19.
- Malik, K., Capareda, S. C., Kamboj, B. R., Malik, S., Singh, K., Arya, S., i Bishnoi, D. K. (2024). Biofuels production: A review on sustainable alternatives to traditional fuels and energy sources. *Fuels*, 5(2), 157-175.
- Malkiel, B. G. (2003). The efficient market hypothesis and its critics. *Journal of economic perspectives*, 17(1), 59-82.
- Mankiw, N. G. (2006). The macroeconomist as scientist and engineer. *Journal of economic perspectives*, 20(4), 29-46.
- Manogna, R. L., i Kulkarni, N. (2024). Does the financialization of agricultural commodities impact food security? An empirical investigation. *Borsa Istanbul Review*, 24(2), 280-291.
- Matthews, A. (2021). Can the new CAP help EU agriculture to meet the targets in the European Green Deal?. *Journal of Criminal Law*. 2021, 13-19.
- Mączyńska, E. (2021). Kryzysy jako impulsy zmian systemów społeczno-gospodarczych. *MAZOWSZE Studia Regionalne*, (37), 11-32.
- McKinnon, R.I. (1973). *Money and Capital in Economic Development*. Brookings Institution Press.
- Menkhoff, L., i Taylor, M. P. (2007). The obstinate passion of foreign exchange professionals: technical analysis. *Journal of Economic Literature*, 45(4), 936-972.
- Merton, R. C. (1973). An intertemporal capital asset pricing model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 867-887.
- Mesle, C. R. (2009). *Process-relational philosophy: an introduction to Alfred North Whitehead*. Templeton Foundation Press.
- Mignogna, D., Szabó, M., Ceci, P., i Avino, P. (2024). Biomass energy and biofuels: perspective, potentials, and challenges in the energy transition. *Sustainability*, 16(16), 7036.
- Millinger, M., Reichenberg, L., Hedenus, F., Berndes, G., Zeyen, E., i Brown, T. (2022). Are biofuel mandates cost-effective?-An analysis of transport fuels and biomass usage to achieve emissions targets in the European energy system. *Applied Energy*, 326, 120016.
- Minsky, H. P. (1977). The financial instability hypothesis: An interpretation of Keynes and an alternative to "standard" theory. *Challenge*, 20(1), 20-27.
- Moradi, E., Jafari, S. M., Doorbash, Z. M., i Mirzaei, A. (2021). Impact of organizational inertia on business model innovation, open innovation and corporate performance. *Asia Pacific Management Review*, 26(4), 171-179.
- Morgan, M. S. (2014). What if? Models, fact and fiction in economics. *Journal of the British Academy*, 2, 231-268.

- Mülbert, P. O. (2015). Managing risk in the financial system. *The Oxford handbook of financial regulation*, 386, 364.
- Murphy, J. J. (1999). *Study guide to technical analysis of the financial Markets: a comprehensive guide to trading methods and applications*. Penguin.
- Mushtaq, Z., Maqbool, R., i Bhat, K. A. (2023). Genetic engineering and fifth-generation biofuels. W: *Environmental Sustainability of Biofuels* (pp. 237-251). Elsevier.
- Neal, R. S. (1987). *Three essays in market microstructure* (Doctoral dissertation, The University of Chicago). ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Negrete-Bolagay, D., i Guerrero, V. H. (2024). Opportunities and challenges in the application of bioplastics: Perspectives from formulation, processing, and performance. *Polymers*, 16(18), 2561.
- Norouzi, O., Hesami, M., Pepe, M., Dutta, A., & Jones, A. M. P. (2022). In vitro plant tissue culture as the fifth generation of bioenergy. *Nature – Scientific Reports*, 12(1), 5038.
- Palanska, T. (2018). *Measurement of volatility spillovers and asymmetric connectedness on commodity and equity markets* (No. 27/2018). IES Working Paper.
- Papagianni, S., Capellán-Pérez, I., Adam, A., i Pastor, A. (2024). Review and meta-analysis of Energy Return on Investment and environmental indicators of biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 203, 114737.
- Park, C. H., i Irwin, S. H. (2007). What do we know about the profitability of technical analysis?. *Journal of Economic surveys*, 21(4), 786-826.
- Partnoy, F. (2015). Financial systems, crises, and regulation. *The Oxford handbook of financial regulation*, 68, p. 80.
- Pástor, L., i Stambaugh, R. F. (2003). Liquidity risk and expected stock returns. *Journal of Political economy*, 111(3), 642-685.
- Patel, V., Putniņš, T. J., Michayluk, D., i Foley, S. (2020). Price discovery in stock and options markets. *Journal of Financial Markets*, 47, 100524.
- Pearl, J. (1998). Graphs, causality, and structural equation models. *Sociological Methods & Research*, 27(2), 226-284.
- Peirce, C. S. (1982). *Pragmatism, the Classic Writings: Charles Sanders Peirce, William James, Clarence Irving Lewis, John Dewey, George Herbert Mead*. Hackett Publishing.
- Peri, M., Baldi, L., i Vandone, D. (2013). Price discovery in commodity markets. *Applied Economics Letters*, 20(4), 397-403.
- Pernagallo, G. (2024). Overcoming asymmetric information: A data-driven approach. W: *The Elgar Companion to Information Economics* (pp. 135-153). Edward Elgar Publishing.
- Phillips, R. D. (1994). Financial pricing of insurance in the multiple-line insurance company. *University of Pennsylvania*.
- Pradyawong, S., Juneja, A., Sadiq, M., Noomhorm, A., i Singh, V. (2018). Comparison of Cassava Starch with Corn as a Feedstock for Bioethanol Production. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/EN11123476>.
- Pruchnicka-Grabias, I. (2017). Precious metals as alternative investments. *Universal Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, 10(2), 123-143.
- Pruchnicka-Grabias, I. (2021). The relationship between gold and Brent crude oil prices: an unrestricted vector autoregression approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(4), 276-282.
- Quack, A. (2025). How Narratives Can Deidealize Models. *Philosophy of Science*, 92(2), 239-258.
- Quandt, R. E. (1982). Econometric disequilibrium models. *Econometric Reviews*, 1(1), 1-63.
- Rahhou, W. M. (2024). *Financiarisation du système agroalimentaire mondial et restructuration des forces productives au sein des chaînes globales de valeurs agricoles* (No. hal-04879605).

- Rajesh, Y., Gautam, N., Saloni, P., Deore, V., Shivde, P., i Dabhade, G. (2024). Agricultural resources in focus: Eco-friendly bioplastic synthesis from corn starch. *Materials Today: Proceedings*, 111, 182-187.
- Rashwan, A. K., Younis, H. A., Abdelshafy, A. M., Osman, A. I., Eletmany, M. R., Hafouda, M. A., i Chen, W. (2024). Plant starch extraction, modification, and green applications: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 22(5), 2483-2530.
- Ratajczak, M. (2012). Finansyzacja gospodarki. *Ekonomista*, 2012(3), 281-302.
- Ratajczak, M. (2017). Finansjalizacja gospodarki: wymiary dyskusji. *Bezpieczny Bank*, 68(3), 7-22.
- Rathore, N., i Panwar, N. (2021). Bioethanol Production. *Biomass Production and Efficient Utilization for Energy Generation*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003245766-9>.
- Reinhart, C. M., i Rogoff, K. S. (2009). The aftermath of financial crises. *American Economic Review*, 99(2), 466-472.
- Rieländer, J. (2025). Biofuels and trade policies to mitigate food price shocks: Reinforcing global food markets (OECD Development Centre Working Paper No. 357). OECD. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/08/biofuels-and-trade-policies-to-mitigate-food-price-shocks_3dc68983/40c49187-en.pdf.
- Robak, K., i Balcerek, M. (2018). Review of Second Generation Bioethanol Production from Residual Biomass. *Food technology and biotechnology*, 56(2), 174-187. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.02.18.5428>.
- Roberts, J. (1989). Lindahl Equilibrium. W: *General Equilibrium* (str. 181-186). London: Palgrave Macmillan UK.
- Rochet, J. C., i Tirole, J. (2004). *Two-sided markets: An overview*. Institut d'Economie Industrielle working paper, 1-44.
- Rohringer, J., i Münnich, S. (2019). Finanzialisierung als Entdifferenzierung–Zur wachsenden Verschränkung von Finanzmarkt und Wohlfahrtsstaat in der deutschen Sozialpolitik. *Zeitschrift für Sozialreform*, 65(4), 427-458.
- Russell, B. (1905). On denoting. *Mind*, 14(56), 479-493.
- Russell, T., i Thaler, R. (1985). The relevance of quasi rationality in competitive markets. *The American Economic Review*, 75(5), 1071-1082.
- Rysman, M. (2009). The economics of two-sided markets. *Journal of economic perspectives*, 23(3), 125-143.
- Salazar-Ordóñez, M., Pérez-Hernández, P., i Martín-Lozano, J. (2013). Sugar beet for bioethanol production: An approach based on environmental agricultural outputs. *Energy Policy*, 55, 662-668. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2012.12.063>.
- Seddon, J. (2020). Merchants against the bankers: the financialization of a commodity market. *Review of international political economy*, 27(3), 525-555.
- Sestelo, J. A. D. F., Cardoso, A. M., Braga, I. F., Mattos, L. V., i Andrietta, L. S. (2017). A financeirização das políticas sociais e da saúde no Brasil do século XXI: elementos para uma aproximação inicial. *Economia e Sociedade*, 26, 1097-1126.
- Shiller, R. J. (2003). From efficient markets theory to behavioral finance. *Journal of economic perspectives*, 17(1), 83-104.
- Shiller, R. J. (2017). Economic risks associated with deep change in technology, and their mitigation. *Journal of Policy Modeling*, 39(4), 616-624.
- Shleifer, A., i Vishny, R. W. (1997). The limits of arbitrage. *The Journal of finance*, 52(1), 35-55.
- Sierpińska, M. (2023). Financial surplus as a source of financing in Polish and selected multinational energy companies. A comparison. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization i Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Organizacji i Zarządzanie*, (179).

- Sierpińska, M. (2025). The scope of EBITDA utilization in selected domains of corporate financial management. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization i Management/Zeszyty Naukowe Politechniki Slaskiej. Seria Organizacji i Zarzadzanie*, (231).
- Silvennoinen, A., i Thorp, S. (2013). Financialization, crisis and commodity correlation dynamics. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 24, 42-65.
- Simon, H. A. (1978). Rationality as process and as product of thought. *The American economic review*, 68(2), 1-16.
- Singh, A., Prajapati, P., Vyas, S., Gaur, V. K., Sindhu, R., Binod, P., ... i Varjani, S. (2023). A comprehensive review of feedstocks as sustainable substrates for next-generation biofuels. *BioEnergy Research*, 16(1), 105-122.
- Sollaci, L. B., i Pereira, M. G. (2004). The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *Journal of the medical library association*, 92(3), 364.
- Sraffa, P. (2016 [1960]). Production of commodities by means of commodities. W: *What are the Questions and Other Essays* (pp. 144-150). Routledge.
- Sriroth, K., i Piyachomkwan, K. (2013). The outlook of sugar and starch crops in biorefinery. *Bioprocessing Technologies in Biorefinery for Sustainable Production of Fuels, Chemicals, and Polymers*, 27-46.
- Starr, R., i Spini, P. E. (2022). *Thick Market Externality and Concentration of Money* (No. qt8qr0r0n7). Department of Economics, UC San Diego.
- Stigler, G. J. (1969). Does economics have a useful past?. *History of Political Economy*, 1(2), 217-230.
- Stiglitz, J. E. (2010). Contagion, Liberalization, and the Optimal Structure of Globalization. *Journal of Globalization and Development*, 1(2), 0000102202194818371149.
- Stulz, R. (1981). A model of international asset pricing. *Journal of financial economics*, 9(4), 383-406.
- Suurs, R. A., i Hekkert, M. P. (2009). Competition between first and second generation technologies: Lessons from the formation of a biofuels innovation system in the Netherlands. *Energy*, 34(5), 669-679.
- Szczepankowski, P. (2017). Financialisation of the non-financial corporations and enterprise value migration. Evidence from the polish stock market: 2000–2015. *Studia i Prace WNEiZ US*, (50/3), 155-172.
- Taghizadeh-Alisaraei, A., Tatari, A., Khanali, M., i Keshavarzi, M. (2023). Potential of biofuels production from wheat straw biomass, current achievements and perspectives: a review. *Biofuels*, 14(1), 79-92.
- Takács-György, K., Lászlók, A., i Takács, I. (2020). Examination of first generation biofuel production in some selected biofuel producing countries in Europe: A case study. *Agricultural Economics*, 66(10), 469-476.
- Tang, K., i Xiong, W. (2012). Index investment and the financialization of commodities. *Financial analysts journal*, 68(6), 54-74.
- Kang, W., Tang, K., i Wang, N. (2023). Financialization of commodity markets ten years later. *Journal of Commodity Markets*, 30, 100313.
- Tayyab, M., Wakeel, A., Mubarak, M., Artyszak, A., Ali, S., Hakki, E., Mahmood, K., Song, B., i Ishfaq, M. (2023). Sugar Beet Cultivation in the Tropics and Subtropics: Challenges and Opportunities. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051213>.
- Thawaro, N., Toomsan, B., i Kaewpradit, W. (2017). Sweet sorghum and upland rice: alternative preceding crops to ameliorate ethanol production and soil sustainability within the sugarcane cropping system. *Sugar Tech*, 19, 64-71.
- Thyssen, J. (1966). Sprachregelung und Sprachspiel. Kritische Bemerkungen zu Wittgensteins" Philosophischen Untersuchungen". *Zeitschrift für philosophische Forschung*, (H. 1), 3-22.
- Tirole, J. (2015). *Financial Crises, Liquidity, and the International Monetary System*. Princeton University Press.

- Tiwari, A. K., Khalfaoui, R., Solarin, S. A., i Shahbaz, M. (2018). Analyzing the time-frequency lead-lag relationship between oil and agricultural commodities. *Energy Economics*, 76, 470-494.
- Tiwari, A., Narayana, G. P., Dallagi, H., Kalakandan, S. K., Le Bail, A., i Jha, P. K. (2025). Sugar/starch-rich biomass. W: *Innovative Biorefinery Processes for Agri-Food Value Chains* (pp. 51-82). Elsevier.
- Tomaszewski, J. (2015). Finansjalizacja a zmiany strukturalne na rynku towarów rolnych w pierwszych latach XXI w. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia*, 49(4), 601-610.
- Tomek, W. G. (1997). Commodity futures prices as forecasts. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 19(1), 23-44.
- Tooze, A. (2018). The forgotten history of the financial crisis: what the world should have learned in 2008. *Foreign Affairs*, 97(5), 199-210.
- Townsend, D. M., Hunt, R. A., i Rady, J. (2024). Chance, probability, and uncertainty at the edge of human reasoning: What is Knightian uncertainty?. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 18(3), 451-474.
- Tsay, R. S. (2014). *An introduction to analysis of financial data with R*. John Wiley & Sons.
- Urlichs, M. (2018). Identification of financial and macroeconomic shocks in a VAR model of the Polish economy. A stability analysis. *Economics and Business Review*, 4(1), 29-43.
- Venegas, M. d. R., Feregrino, J., Lay, N., i Espinosa-Cristia, J. F. (2024). Food Financialization: Impact of Derivatives and Index Funds on Agri-Food Market Volatility. *International Journal of Financial Studies*, 12(4), 121. <https://doi.org/10.3390/ijfs12040121>
- Vives, X. (1990). Nash equilibrium with strategic complementarities. *Journal of Mathematical Economics*, 19(3), 305-321.
- Vranken, L., Tabeau, E., Roebeling, P., Ciaian, P., Sanjuán López, A. I., i Ferrer Pérez, H. (2021). Agricultural land market regulations in the EU Member States. *Luxembourg, Publication Office of the European Union*, 132.
- Wang, C., Zhang, L., Chang, Y., i Pang, M. (2021). Energy return on investment (EROI) of biomass conversion systems in China: Meta-analysis focused on system boundary unification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110652.
- Wang, M., Qiao, J., Sheng, Y., Wei, J., Cui, H., Li, X., i Yue, G. (2023). Bioconversion of corn fiber to bioethanol: Status and perspectives. *Waste Management*, 157, 256-268.
- Wang, Y., Yu, F., Homenda, W., Pedrycz, W., Tang, Y., Jastrzebska, A., i Li, F. (2022). The trend-fuzzy-granulation-based adaptive fuzzy cognitive map for long-term time series forecasting. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 30(12), 5166-5180.
- Watugala, S. W. (2019). Economic uncertainty, trading activity, and commodity futures volatility. *Journal of Futures Markets*, 39(8), 921-945.
- Weber, W., i Topitsch, E. (1951). Das Wertfreiheitsproblem seit Max Weber. *Zeitschrift für Nationalökonomie/Journal of Economics*, 158-201.
- Weller, B. M. (2018). Does algorithmic trading reduce information acquisition?. *The Review of Financial Studies*, 31(6), 2184-2226.
- West, K. D., i Wong, K. F. (2014). A factor model for co-movements of commodity prices. *Journal of International Money and Finance*, 42, 289-309.
- Westemeier, C. (2020). Money is data—the platformization of financial transactions. *Information, Communication & Society*, 23(14), 2047-2063.
- Wilson, C. A. (1979). Equilibrium and adverse selection. *The American Economic Review*, 69(2), 313-317.
- Woodward, J. (2005). *Making things happen: A theory of causal explanation*. Oxford university press.
- Working, H. (1960). Speculation on hedging markets. *Food Research Institute Studies*, 1(2), 185-220.

- Wray, L. R. (2015). Minsky's Financial Instability Hypothesis and the Endogeneity of Money. W: *Financial Conditions and Macroeconomic Performance* (str. 161-180). Routledge.
- Wu, J. (2011). Improving the writing of research papers: IMRAD and beyond. *Landscape Ecology*, 26, 1345-1349.
- Yadav, Y. (2015). How algorithmic trading undermines efficiency in capital markets. *Vand. L. Rev.*, 68, 1607.
- Yadava, A. (2024). The impact of AI-driven algorithmic trading on market efficiency and volatility: Evidence from global financial markets. *Information Sciences*, 36(3), 102015.
- Yan, B., i Zivot, E. (2010). A structural analysis of price discovery measures. *Journal of Financial Markets*, 13(1), 1-19.
- Yang, B., Xu, J., Dai, Y., Zhang, Y., i Geng, P. (2025). Commodity financialization and firm investment: Implications for market efficiency and economic stability in emerging markets. *International Review of Economics & Finance*, 99, 103957.
- Yang, J., Bessler, D. A., i Leatham, D. J. (2001). Asset storability and price discovery in commodity futures markets: A new look. *Journal of Futures Markets*, 21(3), 279–300.
- Yashiv, E. (2006). Evaluating the Performance of the Search and Matching Model. *Contributions to Economic Analysis*, 275, 509-550.
- Zakoian, J. M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and control*, 18(5), 931-955.
- Zarembo, A. (2015). Financialization of commodity markets. W: *The Financialization of Commodity Markets: Investing During Times of Transition* (pp. 101-157). New York: Palgrave Macmillan US.
- Zervou, A. S. (2013). Financial market segmentation, stock market volatility and the role of monetary policy. *European Economic Review*, 63, 256-272.
- Zhu, C., Ma, X., Ding, W., i Zhan, J. (2023). Long-term time series forecasting with multilinear trend fuzzy information granules for LSTM in a periodic framework. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 32(1), 322-336.
- Zivot, E., i Wang, J. (2006). Vector autoregressive models for multivariate time series. W: *Modeling financial time series with S-PLUS®* (pp. 369-413). New York, NY: Springer New York.
- Żelazny, R. i Pietrucha, J., (2020). TFP spillover effects via trade and FDI channels. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 33(1), 2509-2525.

Raporty instytucjonalne i branżowe (wybór)

ePURE

- ePURE. (2022). *Overview of biofuels policies and markets across the EU*. <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2022/10/221011-DEF-REP-Overview-of-biofuels-policies-and-markets-across-the-EU-October-2022.pdf>
- ePURE. (2024). *Food, Feed and Fuel for the EU: Realising the potential of renewable ethanol biorefineries for a more autonomous Europe (Manifesto)*. <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2024/03/240328-DEF-PR-ePURE-Manifesto-Food-Feed-Fuel-for-EU.pdf>
- ePURE. (2026). Position on CO₂ emissions standards for cars and vans. <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2026/03/260223-DEF-PP-ePURE-recommendations-on-the-CO2-emission-standards-review-.pdf>
- ePURE / E4tech. (2019/2020). E20 Supply and Demand Study. <https://www.epure.org/wp-content/uploads/2020/11/191128-def-rep-e4tech-e20-supply-and-demand-study-final-report.pdf> (potencjał wyższych domieszek etanolu).

Komisja Europejska

- European Commission. (różne lata). *Renewable energy progress report* (seria corocznych/sprawozdawczych). Dostępne na EUR-Lex.
- European Commission / JRC. (różne lata). Raporty techniczne do ILUC i zrównoważoności biopaliw (np. aktualizacje high ILUC-risk). Dostępne na https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels_en.
- European Commission. (2019a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The European Green Deal*. COM(2019) 640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- European Commission. (2019b). *Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the status of production expansion of relevant food and feed crops worldwide*. COM(2019) 142 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0142>.
- European Commission. (2020a). *Commission Staff Working Document accompanying Farm to Fork Strategy* (analizy wpływu na rolnictwo i bioenergie). Dostępne jako załączniki do COM(2020) 381. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf.
- European Commission. (2020b). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. COM(2020) 381 final. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- European Commission. (2020d). *EU Strategy on Offshore Renewable Energy*. COM(2020) 741 final. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/offshore-renewable-energy_en
- European Commission. (2021a). *Commission Staff Working Document: Analysis of links between CAP reform and Green Deal* (powiązane z Farm to Fork). SWD(2021) 108 final.
- European Commission. (2021b). *Commission Staff Working Document: Executive summary of the impact assessment... renewable energy sources*. SWD(2021) 622 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2021:622:FIN>.
- European Commission. (2021c). *Commission Staff Working Document: Impact assessment accompanying the document Proposal for a Directive... on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)*. SWD(2021) 621 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2021:621:FIN>
- European Commission. (2021d). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 'Fit for 55': Delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality*. COM(2021) 550 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0550>
- European Commission. (2021e). *Proposal for a Regulation on ensuring a level playing field for sustainable air transport (ReFuelEU Aviation)*. COM(2021) 561 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0561>
- European Commission. (2021f). *Proposal for a Regulation on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport (FuelEU Maritime)*. COM(2021) 562 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0562>
- European Commission. (2021g). *Updating the 2020 New Circular Economy Action Plan*. COM(2020) 98 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- European Commission. (2021–2024). *Renewable Energy Progress Reports* (seria corocznych raportów). Na EUR-Lex: „renewable energy progress report” po 2019. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/progress-reports_en.
- European Commission. (2022a). *Commission Staff Working Document: Implementing the REPowerEU Action Plan: investment needs, hydrogen accelerator and achieving the bio-methane targets*. SWD(2022) 230 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2022:230:FIN>

European Commission. (2022b). *REPowerEU Plan*. COM(2022) 230 final. https://commission.europa.eu/publications/repowereu-plan-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_en.

European Commission. (2024/2025). Staff Working Documents accompanying reports on progress (np. SWD do State of the Energy Union lub ILUC updates). Dostępne na EUR-Lex pod „renewable energy progress” lub „ILUC”.

European Commission. (2026). *Report with updated data on high ILUC-risk biofuels* (opublikowany 20 stycznia 2026) oraz projekt nowelizacji Regulation (EU) 2019/807. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels_en.

Parlament Europejski

European Parliament. (2021a). *Fit for 55 package: Energy from renewable sources* (Impact assessment briefing). [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/694248/EPRS_BRI\(2021\)694248_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/694248/EPRS_BRI(2021)694248_EN.pdf)

European Parliament. (2021b). *Revision of the Renewable Energy Directive: Fit for 55 package* (Briefing EPRS). [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI\(2021\)698781_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698781/EPRS_BRI(2021)698781_EN.pdf).

European Parliament / EPRS. Briefingi na temat *advanced biofuels* w RED III (np. 2021–2023). Dostępne na [europarl.europa.eu/thinktank](https://www.europarl.europa.eu/thinktank) (analizy sub-targetów dla Annex IX Part A).

European Parliament / EPRS. (2020–2026). Briefingi na temat Green Deal i powiązań z bioenergią/żywnością. Dostępne na [europarl.europa.eu/thinktank](https://www.europarl.europa.eu/thinktank).

Inne

ADEME. (2023). *Soil and biofuels - Final report*. <https://inis.iaea.org/records/60exx-rpg32>.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). (2025). *Oil, Natural Gas and Biofuels Statistical Yearbook 2025*. <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/oil-natural-gas-and-biofuels-statistical-yearbook-2025>

[Bank Światowy] World Bank. (różne lata). *Commodity markets: Evolution, challenges, and policies*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/research/publication/commodity-markets>

Bioenergy Europe. (2025). *Landscape Report 2025*. <https://bioenergyeurope.org/statistical-reports/>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). (2022–2025). *Evaluation and Progress Report for Biodiesel/Biofuels* (seria raportów). Dostępne poprzez <https://www.ufop.de/english/policy-sustainability/>

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt). (2025). *Report on Market Trends for Conventional Biofuels*. <https://www.dehst.de/SharedDocs/downloads/EN/nehs/nehs-ebv-report.pdf>

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) / Ministério de Minas e Energia. (2024). *Analysis of Current Biofuels Outlook – Year 2023*. https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-834/NT-EPE-DPG-SDB-2024-03_Biofuels%20Current%20Outlook_Year2023.pdf

European Biogas Association. (corocznie). *Statistical Report on European Biomethane and Biogas*. <https://www.europeanbiogas.eu>

European Court of Auditors. (2023). *Biofuels in transport: A policy framework that is not sufficiently ambitious or effective* (Special Report 29/2023). https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-29/SR-2023-29_EN.pdf

European Environment Agency (EEA). (2020+). *Renewable energy in Europe – Recent growth and knock-on effects* (seria raportów ETC/CME). <https://www.eea.europa.eu/publications>

- FAO. (różne, 2019–2025). Biofuels: Technical note oraz raporty o LUC/ILUC i food security. [https://assets.ctfassets.net/.../Biofuels - Technical note - 2026.pdf](https://assets.ctfassets.net/.../Biofuels_-_Technical_note_-_2026.pdf)
- Forum Energii. (2024/2025). *Transformacja energetyczna w Polsce* (raport coroczny).
- IEA Bioenergy. (2024). Compare-and-Contrast Transport Biofuels Policies (2021–...). <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2024/01/Implementation-Agendas-Compare-and-Contrast-Transport-Biofuels-Policies.pdf>
- IEA. (2025). Renewables 2025: Analysis and forecast to 2030. <https://www.iea.org/reports/renewables-2025>
- IRENA. (2022). *Bioenergy for the energy transition: Ensuring sustainability and overcoming barriers*. International Renewable Energy Agency. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Aug/IRENA_Bioenergy_for_the_transition_2022.pdf
- Joint Research Centre. (różne lata). Raporty JRC o emisjach GHG z bioetanolu i advanced biofuels (w tym aktualizacje ILUC). Dostępne poprzez: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biofuels_en oraz z publikacji JRC.
- Joint Research Centre (JRC). (2025a). *Clean Energy Technology Observatory: Advanced Biofuels in the European Union (CETO 2025)*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC144512> i <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC139335>.
- Joint Research Centre (JRC). (2025b). Advanced Biofuels in the European Union (CETO 2025 report). https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC144512/JRC144512_01.pdf
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) / ANP. (2024+). Raporty i panele dynamiczne dot. produkcji etanolu i biodiesel (w tym z kukurydzy i advanced). Dostępne na stronach ANP i MAPA (panele z danymi o feedstockach i geografii).
- Ministère de la Transition Écologique. (różne, 2020–2025). *Feuille de route biocarburants aériens / Biocarburants durables*. <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/biocarburants>
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2024/2025). *Krajowy Plan w dziedzinie Energii i Klimatu*. <https://www.gov.pl/web/klimat/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu>
- OECD-FAO. (2019–2026). Agricultural Outlook – Biofuels chapters (coroczne). <https://www.fao.org/documents/card/en/c/i9166e>
- Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (UFOP) / BMEL-supported. (różne, np. 2020–2025). Raporty o iLUC i zrównoważoności (np. Models to Assess Indirect Land Use Change). <https://www.ufop.de/english/policy-sustainability/>
- U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service (FAS). (2025). Biofuels Annual: European Union. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels+Annual_The+Hague_European+Union_E42025-0004.pdf
- U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service (ERS). (2026). U.S. Bioenergy Statistics. <https://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics>
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Renewable Fuel Standard (RFS) Program: Standards for 2023–2025 and Other Changes (Final Rule). <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard/final-renewable-fuels-standards-rule-2023-2024-and-2025>

Aneksy

Aneks 1. Naukowcy prowadzący powiązane badania wg wstępnie wyróżnionych zakresów tematycznych

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 1.: Produkcja bioetanolu (8)		
John Baffes (Worrrld Bank)	bioetanol, ceny surowców, polityka rolna, rynki globalne, wpływ energetyki	Bada wpływ rynków i polityki cenowej na globalną produkcję bioetanolu oraz zależności między surowcami energetycznymi a rolnymi.
Helena Chum (National Renewable Energy Laboratory)	biomasa lignocelulozowa, biopaliwa zaawansowane, inżynieria chemiczna, zrównoważony rozwój	Pionierka w dziedzinie wykorzystania biomasy lignocelulozowej do produkcji zaawansowanych biopaliw, w tym bioetanolu drugiej generacji.
Deepayan Debnath (University of Missouri)	analiza cyklu życia, bioenergia, modelowanie ekonomiczne, zasoby rolnicze	Analizuje efektywność ekonomiczną i środowiskową produkcji bioetanolu z różnych surowców rolnych w USA.
José M. Garcia-Alvarez-Coque (Universitat Politècnica de València)	polityka rolna, bioenergia, rolnictwo śródziemnomorskie, zrównoważony rozwój	Ocenia wpływ polityki UE na rozwój bioetanolu w regionach rolniczych, z uwzględnieniem aspektów społecznych i środowiskowych.
Bogdan Igliński (Uniwersytet Mikołaja Kopernika)	odnawialne źródła energii, bioetanol, biopaliwa, emisje CO ₂	Prowadzi badania nad rozwojem rynku bioetanolu w Polsce oraz jego rolę w redukcji emisji gazów cieplarnianych.

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 1.: Produkcja bioetanolu – <i>kontynuacja</i>		
Adam Kupczyk (SGGW)	agroenergetyka, bioetanol, surowce rolnicze, efektywność energetyczna	Zajmuje się optymalizacją produkcji bioetanolu z roślin energetycznych w warunkach polskiego rolnictwa.
Joanna Nowakowska-Grunt (Politechnika Częstochowska)	logistyka biomasy, bioetanol, zrównoważony łańcuch dostaw, innowacje technologiczne	Koncentruje się na logistyce produkcji bioetanolu oraz efektywności procesów transportu i dystrybucji surowców.
David Zilberman (UC Berkeley)	ekonomia środowiska, innowacje rolnicze, bioenergia	Analizuje makroekonomiczne skutki innowacji w sektorze bioenergii i rolnictwa.
Zakres 2.: Finansyzacja rynków towarowych (8)		
Bahattin Büyükkşahin (Bank of Canada)	rynki towarowe, inwestorzy finansowi, spekulacja, korelacje między rynkami	Bada wpływ finansyzacji na zmienność i strukturę rynków towarowych, zwłaszcza energii.
Ing-Haw Cheng (Dartmouth College)	rynki finansowe, spekulacja, stabilność cen, dane mikroekonomiczne	Analizuje mechanizmy spekulacyjne i ich wpływ na ceny towarów z perspektywy inwestorów instytucjonalnych.
Helyette Geman (Birkbeck, University of London)	instrumenty pochodne, surowce, rynek energii, zarządzanie ryzykiem	Specjalistka w dziedzinie matematyki finansowej, bada modelowanie cen i ryzyka na rynkach towarowych.
Jeffrey H. Harris (American University)	mikrostruktura rynku, towary, płynność, polityka regulacyjna	Prowadzi badania nad strukturą i przejrzystością rynku towarowego w kontekście roli inwestorów finansowych.

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 2.: Finansyzacja rynków towarowych – <i>kontynuacja</i>		
Scott H. Irwin (University of Illinois)	spekulacja, towary rolne, polityka rynkowa, analiza empiryczna	Znany z krytycznej analizy wpływu spekulacji na rynki rolne i rolę polityki w regulacji rynków.
Kenneth J. Singleton (Stanford University)	ceny towarów, modele stochastyczne, ryzyko systemowe, dane czasowe	Twórca zaawansowanych modeli wyceny aktywów towarowych i analiz ryzyka finansowego.
Hilary Sigman (Rutgers University)	polityka środowiskowa, ekonomia publiczna, efekty zewnętrzne	Specjalizuje się w analizie kosztów i skuteczności regulacji środowiskowych na poziomie systemowym.
Ke Tang (Tsinghua University)	chiński rynek towarowy, finansyzacja, handel algorytmiczny, ceny energii	Specjalizuje się w badaniu wpływu finansyzacji na azjatyckie rynki towarowe, szczególnie w kontekście Chin.
Zakres 3.: Zmienność cen i bańki spekulacyjne (8)		
Waqar Ahmed (State Bank of Pakistan)	bańki cenowe, towary, rynek rolny, polityka monetarna	Analizuje mechanizmy powstawania baniek cenowych na rynkach towarowych w gospodarkach rozwijających się.
Markus Brunnermeier (Princeton University)	ryzyko systemowe, polityka monetarna, stabilność finansowa	Znany z badań nad niestabilnością systemową i nowoczesnymi mechanizmami transmisji kryzysów.
Chia-Lin Chang (National Chung Hsing University)	zmienność cen, ekonometria, modele GARCH, towary	Rozwija zaawansowane modele ekonometryczne do analizy zmienności cen i identyfikacji baniek.

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 3.: Zmienność cen i bańki spekulacyjne – <i>kontynuacja</i>		
Mardi Dungey (University of Tasmania)	synchronizacja rynków, kryzysy finansowe, transmisja szoków	Bada mechanizmy przenoszenia szoków cenowych pomiędzy rynkami towarowymi i finansowymi.
Manuel Hernandez (International Food Policy Research Institute)	zmienność cen, bezpieczeństwo żywnościowe, kraje rozwijające się	Analizuje wpływ zmienności cen towarów rolnych na bezpieczeństwo żywnościowe w krajach Globalnego Południa.
Elżbieta Mączyńska (Szkola Główna Handlowa)	bańki spekulacyjne, kryzysy gospodarcze, niestabilność systemowa	Prowadzi badania nad systemową niestabilnością gospodarki i rolą baniek cenowych w kryzysach.
Robert Shiller (Yale University)	bańki spekulacyjne, rynki aktywów, oczekiwania inwestorów	Laureat Nagrody Nobla, autor teorii bańki spekulacyjnej i wpływu narracji ekonomicznych na ceny.
Jan Żelazny (Szkola Główna Handlowa)	zmienność cen, modele predykcyjne, analiza szeregów czasowych	Specjalizuje się w modelowaniu szeregów czasowych dla cen towarów i identyfikacji ryzyk spekulacyjnych.

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 4.: Integracja rynków i powiązania finansowe (7)		
Ron Alquist (International Monetary Fund)	integracja rynków, surowce, przepływy kapitału, ceny energii	Analizuje globalne powiązania między rynkami finansowymi a rynkami surowców energetycznych.
Stefano Battiston (University of Zurich)	sieci finansowe, ryzyko systemowe, złożoność rynków, powiązania instytucjonalne	Pionier w badaniu sieciowych powiązań finansowych i ich wpływu na stabilność rynków globalnych.
Yin-Wong Cheung (City University of Hong Kong)	integracja finansowa, kursy walutowe, globalizacja, rynki wschodzące	Bada dynamikę kursów walutowych i integrację rynków w gospodarkach rozwijających się.
Adrian Fernandez-Perez (Auckland University of Technology)	korelacje rynkowe, instrumenty finansowe, rynki aktywów	Analizuje zmienność i korelacje pomiędzy aktywami finansowymi na rynkach międzynarodowych.
Rustam Nagayev (KU Leuven)	integracja rynków, energetyka, zmienność, dane panelowe	Specjalizuje się w badaniu współzależności rynków energii z rynkami finansowymi.
Waleed Omran (University of Melbourne)	rynki kapitałowe, powiązania transgraniczne, polityka makroekonomiczna	Analizuje wpływ globalnych powiązań finansowych na stabilność i przepływ inwestycji.
Sofia Ramos (ESSEC Business School)	integracja finansowa, fundusze inwestycyjne, ryzyko rynkowe	Bada rolę funduszy i instytucji w integracji europejskich i globalnych rynków finansowych.

Nazwisko	Słowa kluczowe	Znaczenie dla badań
Zakres 5.: Czynniki makroekonomiczne i systemowe (8)		
Daron Acemoglu (MIT)	instytucje, wzrost gospodarczy, makroekonomia, ryzyko systemowe	Jego badania wykazują fundamentalną rolę instytucji w determinowaniu długookresowego rozwoju gospodarczego.
Michel Aglietta (Université Paris Nanterre)	makrofinanse, teoria pieniądza, niestabilność finansowa	Łączy teorię regulacji z analizą współczesnych systemów finansowych i ich ewolucji.
Michael Burda (Humboldt University)	makroekonomia, rynek pracy, modele DSGE	Twórca wpływowych modeli makroekonomicznych integrujących rynek pracy i koniunkturę.
Barry Eichengreen (UC Berkeley)	historia gospodarcza, kryzysy walutowe, systemy monetarne	Jego badania łączą historię ekonomiczną z analizą współczesnych kryzysów finansowych.
Carlo Favero (Bocconi University)	polityka fiskalna, makroekonomia stosowana, modele empiryczne	Koncentruje się na empirycznej ocenie skuteczności polityki gospodarczej w warunkach niepewności.
Donato Masciandaro (Bocconi University)	bankowość centralna, regulacje finansowe, przestępstwa gospodarcze	Bada wpływ instytucji nadzorczych i regulacji na efektywność systemu finansowego.
Thomas Philippon (NYU Stern School of Business)	rynki finansowe, konkurencja, koszty finansowe, regulacje	Jego badania pokazują, jak koncentracja i brak konkurencji wpływają na efektywność rynków finansowych
Carmen Reinhart (Harvard University)	kryzysy zadłużeniowe, gospodarki wschodzące, polityka fiskalna	Ekspertka od kryzysów zadłużeniowych i dynamiki długu w krajach rozwijających się.

Aneks 2. Syntetyczne ujęcie publikacji uwzględnionych w badaniach do czerwca 2025 r.

L.p.	Kategoria, udział, języki publikacji	Wybrane słowa kluczowe w języku angielskim	Obszary zainteresowania
1.	<i>Ortodoksyjne teorie ekonomii i metody ilościowe</i> 21% w ogóle pozycji. J. angielski: 89% J. polski: 4% Inne: francuski 3%	Neoclassical modeling, Partial equilibrium analysis, Computable General Equilibrium, Price transmission, Supply-demand elasticity, Productivity and efficiency analysis, Volatility modeling (GARCH, ARCH)	Dominujące podejście w ekonomice rolnictwa, spójne teorie dot. kształtowania się cen surowców oraz efektywności rynków, przedstawienie i wykorzystanie narzędzi metodycznych odpowiadających podstawom teoretycznym pracy.
2.	<i>Krytyka metodologiczna i teorie heterodoksyjne</i> 11% w ogóle pozycji. J. angielski: 82% J. polski: 3% Inne: francuski 4%, hiszpański 4%, włoski 3%.	Ontological assumptions in modeling, Bounded rationality, Power asymmetries in markets, Critical realism, Constructivist economic methodology	Podważanie redukcjonizmu modeli neoklasycznych, pluralizm metodyczny, krytyka założeń racjonalności i rynkowej efektywności, znaczenie epistemologii i ontologii w konstrukcji modeli, umożliwienie inkluzywnych analiz.
3.	<i>Rynki finansowe i ich rozwój</i> 18% w ogóle pozycji. J. angielski: 95% J. polski: 1% Inne: w sumie 4%	Derivatives and futures, Market volatility, Systemic risk, Price stabilization mechanisms, Institutional investors, Capital market integration, Financial intermediation	Finansyzacja i wzrost roli instytucji finansowych w rolnictwie, zwiększona zmienność i ryzyko systemowe, krytyczna analiza skutków deregulacji rynków, mechanizmy stabilizujące rynki.

L.p.	Kategoria, udział, języki publikacji	Wybrane słowa kluczowe w języku angielskim	Obszary zainteresowania
4.	<i>Rynki surowcowe i kształtowanie się cen surowców (z wyłączeniem finansyzacji)</i> 26% w ogóle pozycji. J. angielski: 85% J. polski: 7% Inne: portugalski 3%, włoski 3%.	Commodity price dynamics, Global value chains, Supply shocks, Speculative trading, Food prices, Bioethanol, Seasonality in price patterns, Crop forecasting	Krótkookresowe mechanizmy cenotwórcze, prognozowanie popytu i cen, elastyczność podaży, determinanty cykli koniunkturalnych.
5.	<i>Utowarowienie i finansyzacja rolnictwa, gospodarka surowcowa w kontekście finansyzacji</i> 9% w ogóle pozycji. J. angielski: 95% J. polski: 1% Inne: w sumie 4%	Commodification of land, Agri-business concentration, Surplus extraction, Rent theory, Capitalist transformation of agriculture, Agro-export dependency	Wartość ziemi i innych czynników produkcji, renta ekonomiczna, komparatywne przewagi w produkcji rolnej, ekonomiczne determinanty alokacji zasobów, zachęty do produkcji.
6.	<i>Biogospodarka, polityki UE i zrównoważony rozwój; problematyka techniczna związana z produkcją lub wykorzystaniem biopaliw</i> 15% w ogóle pozycji. J. angielski: 70% J. polski: 15% Inne: francuski 4%, niemiecki 4%.	EU Green Deal, Circular economy, Agri-environmental schemes (AES), Sustainable intensification, Common Agricultural Policy (CAP) reforms, Agroecological transition, Climate-smart agriculture, Renewable bioenergy policy	Znaczenie rolnictwa w systemach gospodarczych, profil sektora biuopaliw, prowadzenie polityki klimatycznej i energetycznej, skutki Wspólnej Polityki Rolnej i Europejskiego Zielonego Ładu, wykorzystanie biopaliw, dyskusja nad dylematem <i>food versus fuel</i> .

Aneks 3. Zmienne objaśniane i objaśniające, uwzględnione w badaniach

Ceny kontraktów terminowych na towary i inne zmienne uwzględnione w badaniach. „Kat” dotyczy kategorii stosowanych w Rozdziale 5.

a) Zmienne objaśniane – ceny kontraktów terminowych na towary, których rynki poddano szczegółowej analizie, na giełdach europejskich.

L.p.	Zmienna	Giełda	Symbol	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach	Waluta
1	Pszenica (konsumpcyjna)	Euronext (<i>MATIF</i> , Paryż)	EBM (BL2)	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	EBM_rozl EBM_zakr	EUR EUR
2	Pszenica (paszowa)	ICE (Londyn)	LWB	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	WHT_rozl WHT_EUR WHT_zakr	GBP EUR GBP
3	Kukurydza	Euronext (<i>MATIF</i> , Paryż)	EMA	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	EMA_rozl EMA_zakr	EUR EUR
4	Cukier, kontrakt wg standardu nr 11	ICE (Londyn)	LSU	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	SUG_rozl SUG_EUR SUG_zakr	USD EUR USD

b) Ceny kontraktów terminowych na giełdach północnoamerykańskich na towary, których rynki poddano szczegółowej analizie.

Kat.	Zmienna	Giełda	Symbol	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach	Waluta
1b	Cukier, kontrakt wg standardu nr 11	ICE (Nowy Jork, USA)	SB	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	Cuk11_USA_rozl Cuk11_USA_EUR Cuk11_USA_zakr	USD EUR USD
1a	Pszenica na rynek USA	CME (Chicago, USA)	ZW	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	Pszen_USA_rozl Pszen_USA_EUR Pszen_USA_zakr	USD EUR USD
1a	Kukurydza	CME (Chicago, USA)	ZC	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	Kukur_USA_rozl Kukur_USA_EUR Kukur_USA_zakr	USD EUR USD

c) Ceny kontraktów terminowych na inne produkty rolne (*soft commodities*), w tym surowce do produkcji innych biopaliw I generacji

Kat.	Zmienna	Giełda	Symbol	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach	Waluta
2	Etanol	CME (Chicago, USA)	AEZ	<i>notowania notowania przeliczone na EUR</i>	Etanol_rozl Etanol_EUR	USD EUR
1a	Rzepak (ziarno)	Euronext (<i>MATIF</i> , Paryż)	COM	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Rzepak_rozl Rzepak_zakr	EUR EUR
1a	Rzepak (ziarno)	CME (Chicago, USA)	RS	<i>notowania notowania przeliczone na EUR dzienna amplituda notowań</i>	Canola_rozl Canola_EUR Canola_zakr	USD EUR USD
1a	Rzepak (ziarno)	ZCE (Zhèngzhōu, Chiny)	CRS	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CH_rzp_zrn_rozl CH_rzp_zrn_zakr	CNY CNY
4	Olej rzepakowy	ZCE (Zhèngzhōu, Chiny)	COI	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CH_rzp_ol_rozl CH_rzp_ol_zakr	CNY CNY
1a	Soja (ziarno)	ICE (Chicago, USA)	ZS	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Zrn_soy_US_rozl Zrn_soy_US_zakr	USD USD
1a	Śruta sojowa	ICE (Chicago, USA)	ZM	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Srt_soy_US_rozl Srt_soy_US_zakr	USD USD
4	Olej sojowy	ICE (Chicago, USA)	ZL	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Ol_soy_US_rozl Ol_soy_US_zakr	USD USD
3	Kakao	ICE (Londyn)	LCC	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Kakao_rozl Kakao_zakr	GBP GBP
3	Kawa (odmiana <i>robusta</i>)	ICE (Londyn)	RC	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Robusta_rozl Robusta_zakr	USD USD

d) Notowania spółek

Kat.	Nazwa spółki	Giełda	Symbol	Wartości	Nazwa w modelach	Waluta
6b	The Archer-Daniels-Midland Company	NYSE (Nowy Jork, USA)	ADM	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	ADM ADM_zakr	USD USD
6b	Bunge Limited	NYSE (Nowy Jork, USA)	BG	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Bunge Bunge_zakr	USD USD
6b	Suedzucker AG	Xetra	SZUG	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Suedzucker Suedzucker_zakr	EUR EUR

e) Surowce kopalne (*hard commodities*)

Kat.	Zmienna	Giełda	Symbol	Wartości	Nazwa w modelach	Waluta
4	Ropa naftowa <i>typu Brent</i>	ICE (Londyn)	LCO	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Ropa_Brent_rozl Ropa_Brent_zakr	USD USD
4	Ropa naftowa <i>typu WTI</i>	ICE	OIL (CL)	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Ropa_WTI_rozl Ropa_WTI_zakr	USD USD
4	Gaz ziemny	CME (<i>NYMEX</i> , Nowy Jork, USA)	NG	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Gaz_ziemny_rozl Gaz_ziemny_zakr	USD USD
4	Gaz ziemny	ICE (Londyn)	LGO	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Gaz_Londyn_rozl Gaz_Londyn_zakr	USD USD
3	Ruda żelaza <i>zawartość Fe 62%</i>	CME (<i>COMEX</i> , Chicago, USA)	TIO	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Ruda_zelaza_rozl Ruda_zelaza_zakr	USD USD
3	Złoto (fizyczne)	Eurex (Frankfurt n. Menem)	FPHA	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Zloto_rozl Zloto_zakr	EUR EUR
3	Miedź	CME (<i>COMEX</i> , Chicago, USA)	HG	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Miedz_rozl Miedz_zakr	USD USD

f) Indeksy giełdowe

Kat.	Indeks	Giełda lub instytucja prowadząca	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach
6b	Índice Bovespa	B3 (Bolsa de Valores do Brasil, São Paulo)	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Bovespa Bovespa_zakr
5	Cotation Assistée en Continu 40	Euronext Paris	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CAC40 CAC40_zakr
5	Deutscher Aktienindex – Frankfurter Wertpapierbörse	Xetra	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	DAX DAX_zakr
5	EURO STOXX 50 Index – indeks Srefy Euro	STOXX Ltd.	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	EuroStoxx50 EuroStoxx50_zakr
5	Financial Times Stock Exchange 100 Index	London Stock Exchange	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	FTSE100 FTSE100_zakr
6b	FTSE Global All Cap Index ex United States – indeks globalny poza USA	FTSE Russell	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	FTSE_glob_xUS FTSE_glob_xUS_zakr
6b	MSCI Emerging Markets Index – indeks rynków wschodzących	Morgan Stanley Capital International	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	MSCI_EM MSCI_EM_zakr
5	MSCI Italy Index	Borsa Italiana (Mediolan)	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	MSCI_IT MSCI_IT_zakr
6a	NASDAQ Composite Index	NASDAQ Stock Market	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	NASDAQ NASDAQ_zakr
6b	Nikkei Stock Average 225	Tokyo Stock Exchange	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	Nikkei225 Nikkei225_zakr

Kat.	Indeks	Giełda lub instytucja prowadząca	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach
5	OMX Stockholm 40 Index	Nasdaq Stockholm	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	OMX40 OMX_40_zakr
6a	Standard & Poor's 500 Index	NYSE i NASDAQ (USA)	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	SP500 SP500_zakr
6b	Shanghai Stock Exchange Composite Index	Shanghai Stock Exchange	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	ShanghaiComp ShanghaiComp_zakr
5	Swiss Market Index	SIX Swiss Exchange	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	SMI SMI_zakr
5	STOXX Europe 600 Index – indeks europejski	STOXX Ltd.	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	STOXX600 STOXX600_zakr
5	Warszawski Indeks Giełdowy	Giełda Papierów Wartościowych w Warszawie	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	WIG WIG_zakr

g) Kursy walut

Kat.	Waluta	Symbol	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach
7	Peso argentyńskie	EURARS	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	ARS_FX ARS_zakr
7	Dolar australijski	EURAUD	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	AUD_FX AUD_zakr
7	Real brazylijski	EURBRL	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	BRL_FX BRL_zakr
7	Dolar kanadyjski	EURCAD	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CAD_FX CAD_zakr
7	Frank szwajcarski	EURCHF	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CHF_FX CHF_zakr
7	Juan chiński	EURCNY	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	CNY_FX CNY_zakr
7	Funt szterling	EURGBP	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	GBP_FX GBP_zakr
7	Forint węgierski	EURHUF	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	HUF_FX HUF_zakr
7	Rupia indyjska	EURINR	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	INR_FX INR_zakr
7	Peso meksykańskie	EURMXN	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	MXN_FX MXN_zakr

Kat.	Waluta	Symbol	Wartości	Nazwa zmiennej w modelach
7	Korona norweska	EURNOK	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	NOK_FX NOK_zakr
7	Złoty polski	EURPLN	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	PLN_FX PLN_zakr
7	Lej rumuński	EURRON	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	RON_FX RON_zakr
7	Rubel rosyjski	EURRUB	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	RUB_FX RUB_zakr
7	Korona szwedzka	EURSEK	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	SEK_FX SEK_zakr
7	Hrywna ukraińska	EURUAH	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	UAH_FX UAH_zakr
7	Dolar amerykański	EURUSD	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	USD_FX USD_zakr
7	Rand południowoafrykański	EURZAR	<i>notowania dzienna amplituda notowań</i>	ZAR_FX ZAR_zakr

Aneks 4. Badanie kointegracji analizowanych szeregów czasowych

4.1 Test kointegracji (Johansena) cen zbóż na badanych rynkach

Cel porównawczy modeli

Oszacowano dwa powiązane modele wektorowej korekty błędem (VECM), w celu oceny stabilności i siły długookresowych zależności pomiędzy cenami pszenicy i kukurydzy na rynkach europejskich oraz sprawdzić, jak sposób wyrażenia cen pszenicy z rynku ICE wpływa na wyniki ekonomiczne i statystyczne modeli. Celem drugorzędym porównania było zbadanie, czy przeliczenie cen pszenicy notowanych na ICE z waluty GBP na EUR zmienia charakter relacji kointegracyjnych oraz mechanizm dostosowawczy pomiędzy rynkiem Euronext i ICE.

Analiza obejmuje okres od 8 stycznia 2010 r. do 31 grudnia 2024 r. i opiera się na 3908 obserwacjach dziennych. W obu przypadkach zastosowano test Johansena oraz model VECM z opóźnieniem rzędu 5 i nieograniczonym wyrazem wolnym (Case 3: unrestricted constant). Takie podejście umożliwia jednocześnie modelowanie relacji długookresowych i krótkookresowych pomiędzy badanymi seriami cenowymi.

Zestaw modeli i różnice koncepcyjne

Porównywane modele różnią się sposobem ujęcia ceny pszenicy z rynku ICE.

Model	Cel	Kluczowa różnica
Model 1	Specyfikacja bazowa	Cena pszenicy ICE wyrażona nominalnie w GBP (WHT_rozl)
Model 2	Specyfikacja rozszerzona	Cena pszenicy ICE przeliczona na EUR (WHT_EUR)

W obu modelach zmienną zależną pozostaje cena rozliczeniowa pszenicy konsumpcyjnej na rynku Euronext (EBM_rozl), natomiast dodatkowymi zmiennymi są cena kukurydzy na Euronext (EMA_rozl) oraz cena pszenicy paszowej na ICE.

Model 1 można traktować jako wariant nominalny, w którym relacje pomiędzy rynkami analizowane są bez korekty walutowej. Model 2 stanowi rozszerzenie ekonomiczne, ponieważ eliminuje wpływ zmian kursowych poprzez przeliczenie cen ICE na euro. Dzięki temu możliwe jest sprawdzenie, czy część obserwowanych zależności w Modelu 1 wynikała z efektów kursowych, a nie wyłącznie z integracji rynków zbóż.

Różnice specyfikacyjne

a) Oba modele zawierają identyczny zestaw rynków i instrumentów, lecz różnią się definicją zmiennej reprezentującej rynek ICE:

Model 1: WHT_rozl – cena pszenicy ICE w GBP,

Model 2: WHT_EUR – cena pszenicy ICE przeliczona na EUR.

Ujednolicenie waluty powinno zwiększać porównywalność cen i ograniczać zakłócenia wynikające z wahań kursowych GBP/EUR.

b) W obu przypadkach zastosowano identyczną strukturę VECM:

- trzy równania,
- opóźnienie rzędu 5,
- nieograniczony wyraz wolny,
- estymację metodą Johansena.

Dzięki zachowaniu tej samej struktury możliwe jest bezpośrednie porównanie parametrów długookresowych i krótkookresowych.

c) Metoda estymacji

Oba modele oszacowano przy użyciu procedury Johansena. Testy śladu (*Trace test*) oraz maksymalnej wartości własnej (*Lmax*) wskazują na obecność relacji kointegracyjnych pomiędzy analizowanymi zmiennymi.

W Modelu 1 uzyskano następujące wartości statystyk:

dla $r = 0$: Trace = 71,088; Lmax = 42,521; $p < 0,001$,

dla $r \leq 1$: Trace = 28,568; Lmax = 23,969; $p < 0,001$,

dla $r \leq 2$: Trace = 4,599; $p = 0,032$.

W Modelu 2 statystyki były wyższe:

dla $r = 0$: Trace = 94,498; Lmax = 54,327; $p < 0,001$,

dla $r \leq 1$: Trace = 40,171; Lmax = 34,991; $p < 0,001$,

dla $r \leq 2$: Trace = 5,180; $p \approx 0,023$.

W obu modelach odrzucono hipotezę o braku kointegracji. Wyniki sugerują istnienie stabilnych zależności długookresowych pomiędzy cenami zbóż na rynkach europejskich.

Dodatkowo przeprowadzono rozszerzony test Johansena dla systemu obejmującego jednocześnie zmienne EBM_rozl, EMA_rozl, WHT_EUR oraz WHT_rozl. Zarówno test śladu, jak i test maksymalnej wartości własnej odrzuciły hipotezy $r = 0$ oraz $r \leq 1$ ($p < 0,001$). Dla $r \leq 2$ wynik testu śladu był graniczny ($p \approx 0,051$), natomiast test Lmax nie potwierdził istotności ($p = 0,204$). Przy konserwatywnej interpretacji przyjęto istnienie dwóch relacji kointegrujących oraz dwóch wspólnych trendów stochastycznych.

Analiza porównawcza wyników

a) Stabilność i siła współczynników długookresowych: Najważniejsze różnice pomiędzy modelami widoczne są w wektorach kointegrujących β . W Modelu 1 znormalizowany wektor β przyjął postać:

EMA_rozl = -0,89451,

WHT_rozl = -0,22075.

Oznacza to, że w relacji długookresowej dominującą rolę odgrywała cena kukurydzy na Euronext, natomiast wpływ pszenicy z rynku ICE był relatywnie umiarkowany.

W Modelu 2 sytuacja uległa wyraźnej zmianie:

EMA_rozl = -0,24425,

WHT_EUR = -0,80627.

Po przeliczeniu cen ICE na euro znaczenie rynku pszenicy ICE zdecydowanie wzrosło, natomiast rola kukurydzy osłabła. Wynik ten sugeruje, że część relacji obserwowanych w Modelu 1 była zaburzona przez różnice walutowe. Ujednolicenie waluty ujawniło silniejszą integrację pomiędzy rynkami pszenicy Euronext i ICE.

Interpretacja ekonomiczna wskazuje, że ceny pszenicy na obu giełdach reagują na wspólne czynniki fundamentalne, takie jak globalna podaż zbóż, koszty transportu czy sytuacja geopolityczna. W Modelu 1 wpływ tych czynników był częściowo maskowany przez zmienność kursu GBP/EUR.

b) Mechanizm dostosowawczy: Istotne różnice występują również w parametrach dostosowawczych α .

W Modelu 1 współczynnik korekty błędem dla EBM_rozl wyniósł $\alpha = -0,01363$. Mechanizm powrotu do równowagi był istotny statystycznie (EC1: $t = -3,309$; $p = 0,0009$), jednak relatywnie powolny.

W Modelu 2 parametr ten zwiększył się do $\alpha = -0,03177$. Wartość była wysoce istotna statystycznie ($t = -5,483$; $p < 0,001$), co wskazuje na szybszy proces dostosowania cen Euronext do odchyleń od równowagi długookresowej.

W obu modelach rynek Euronext pełnił główną rolę dostosowawczą, natomiast reakcje rynku ICE były słabsze. Potwierdzają to wartości macierzy $\alpha\beta'$, które wskazują na stabilizujący charakter całego systemu. W Modelu 2 elementy macierzy długookresowej były wyraźniej skoncentrowane wokół procesu korekty cen Euronext, co dodatkowo sugeruje silniejszą integrację po ujednoliceniu waluty.

c) Krótkookresowa dynamika: Porównanie efektów krótkookresowych pokazuje, że wpływ zmian cen ICE pozostaje istotny niezależnie od zastosowanej waluty, jednak struktura reakcji ulega zmianie.

W Modelu 1 wpływ był dodatni i rozłożony na dłuższy horyzont czasowy:

$d\_WHT\_rozl\_1 = 0,14188$ ($t = 4,527$; $p < 0,001$),

$d\_WHT\_rozl\_4 = 0,09051$ ($t = 2,879$; $p = 0,004$).

W Modelu 2:

$d\_WHT\_EUR\_1 = 0,13358$ ($t = 5,149$; $p < 0,001$),

$d\_WHT\_EUR\_2 = -0,05328$ ($t = -2,045$; $p = 0,041$).

Po przeliczeniu na euro reakcja rynku Euronext była bardziej dynamiczna: początkowy wzrost cen był silniejszy statystycznie, natomiast w drugim okresie pojawiała się częściowa korekta ujemna. Może to oznaczać szybsze uwzględnianie informacji rynkowych i bardziej efektywny mechanizm transmisji cenowej.

Porównanie jakości modeli

Model 2 osiągnął wyższą wartość log-likelihood:

Model 1: $-18129,5$,

Model 2: $-18861,3$.

Różnice w wartościach własnych i statystykach Johansena wskazują również, że po przeliczeniu cen na euro relacje kointegracyjne są silniejsze i bardziej stabilne.

W Modelu 2 pierwsza wartość własna wyniosła $0,013805$, wobec $0,010821$ w Modelu 1, co sugeruje wyraźniejszą wspólną strukturę długookresową. Dwie pierwsze wartości

własne zdecydowanie dominowały nad kolejnymi, co potwierdza obecność silnych wspólnych trendów pomiędzy rynkami zbóż. Z ekonomicznego punktu widzenia Model 2 lepiej odzwierciedla integrację rynków europejskich, ponieważ eliminuje zakłócenia wynikające z różnic walutowych.

Ocena odporności i identyfikacji relacji

Porównanie modeli wskazuje, że podstawowe wyniki są odporne na zmianę specyfikacji:

- w obu modelach występuje kointegracja,
- rynek Euronext odpowiada za główny mechanizm dostosowawczy,
- ceny ICE wpływają zarówno na relacje długookresowe, jak i krótkookresowe.

Jednocześnie zmiana waluty wyraźnie wpływa na siłę relacji ekonomicznych. Oznacza to, że nieuwzględnienie kursu walutowego może prowadzić do zaniżenia rzeczywistej integracji cen pszenicy pomiędzy ICE i Euronext.

Wyniki skłaniają do zastosowanie modelu VECM zamiast klasycznego VAR w różnicach, ponieważ analizowane szeregi nie są niezależne, lecz tworzą wspólną strukturę równowagi długookresowej.

Wnioski końcowe

Porównanie obu modeli pokazuje, że sposób wyrażenia cen pszenicy z rynku ICE ma istotne znaczenie dla interpretacji relacji między rynkami zbóż. Model nominalny (ceny wyrażane w walutach EUR i GBP) wskazuje na umiarkowaną integrację rynku pszenicy ICE z Euronext oraz relatywnie duże znaczenie rynku kukurydzy. Natomiast po przeliczeniu cen ICE na euro relacja pomiędzy rynkami pszenicy staje się znacznie silniejsza, a znaczenie kukurydzy maleje.

Model 2 należy uznać za bardziej wiarygodną i ekonomicznie uzasadnioną specyfikację. Ujednolicenie waluty zwiększa siłę kointegracji, poprawia mechanizm dostosowawczy i lepiej odzwierciedla rzeczywiste powiązania pomiędzy europejskimi rynkami zbóż. Uzyskane wyniki sugerują, że europejskie rynki pszenicy są silnie zintegrowane w długim okresie.

4.2. Zestawienie wyników testu Johansena dla cen badanych towarów

Johansen test: Number of equations = 3 Lag order = 5 Estimation period: 2010-01-08 - 2024-12-31 (T = 3908) Case 3: Unrestricted constant	Johansen test: Number of equations = 3 Lag order = 5 Estimation period: 2010-01-08 - 2024-12-31 (T = 3908) Case 3: Unrestricted constant
Log-likelihood = -18129.5 (including constant term: -29219.9)	Log-likelihood = -18861.3 (including constant term: -29951.7)
Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value 0 0.010821 71.088 [0.0000] 42.521 [0.0000] 1 0.0061145 28.568 [0.0002] 23.969 [0.0007] 2 0.0011761 4.5990 [0.0320] 4.5990 [0.0320]	Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value 0 0.013805 94.498 [0.0000] 54.327 [0.0000] 1 0.0089137 40.171 [0.0000] 34.991 [0.0000] 2 0.0013245 5.1797 [0.0229] 5.1797 [0.0229]
Corrected for sample size (df = 3892) Rank Trace test p-value 0 71.088 [0.0000] 1 28.568 [0.0002] 2 4.5990 [0.0318]	Corrected for sample size (df = 3892) Rank Trace test p-value 0 94.498 [0.0000] 1 40.171 [0.0000] 2 5.1797 [0.0227]
eigenvalue 0.010821 0.0061145 0.0011761	eigenvalue 0.013805 0.0089137 0.0013245
beta (cointegrating vectors) EBM_rozl 0.065619 0.034832 0.0011762 EMA_rozl -0.058697 0.032557 -0.0053154 WHT_rozl -0.014486 -0.073378 -0.019598	beta (cointegrating vectors) EBM_rozl 0.092616 -0.0035242 0.00037144 EMA_rozl -0.022621 0.062761 0.0067319 WHT_EUR -0.074673 -0.054562 0.014325
alpha (adjustment vectors) EBM_rozl -0.20771 -0.16396 0.090728 EMA_rozl 0.20273 -0.17002 0.071228 WHT_rozl -0.024137 0.041714 0.083914	alpha (adjustment vectors) EBM_rozl -0.34298 -0.038233 -0.093999 EMA_rozl 0.0092028 -0.28052 -0.072468 WHT_EUR 0.018629 0.055607 -0.10838
renormalized beta EBM_rozl 1.0000 1.0699 -0.060017 EMA_rozl -0.89451 1.0000 0.27122 WHT_rozl -0.22075 -2.2539 1.0000	renormalized beta EBM_rozl 1.0000 -0.056152 0.025929 EMA_rozl -0.24425 1.0000 0.46993 WHT_EUR -0.80627 -0.86935 1.0000
renormalized alpha EBM_rozl -0.013630 -0.0053381 -0.0017781 EMA_rozl 0.013303 -0.0055352 -0.0013959 WHT_rozl -0.0015838 0.0013581 -0.0016445	renormalized alpha EBM_rozl -0.031765 -0.0023996 -0.0013466 EMA_rozl 0.00085232 -0.017606 -0.0010381 WHT_EUR 0.0017254 0.0034900 -0.0015525
long-run matrix (alpha * beta') EBM_rozl EMA_rozl WHT_rozl EBM_rozl -0.019234 0.0063717 0.013262 EMA_rozl 0.0074646 -0.017813 0.0081430 WHT_rozl -3.2175e-005 0.0023288 -0.0043558	long-run matrix (alpha * beta') EBM_rozl EMA_rozl WHT_EUR EBM_rozl -0.031665 0.0047262 0.026351 EMA_rozl 0.0018140 -0.018302 0.013580 WHT_EUR 0.0014891 0.0023390 -0.0059777

4.3. Testy kointegracji szeregów czasowych zmiennych objaśniających

EBM_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu EBM_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3912

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 0 procesu $(1-L)EBM\_rozl$
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00329464
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,64748$
asymptotyczna wartość $p = 0,08349$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,002
z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 0 procesu $(1-L)EBM\_rozl$
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00360183
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,70169$
asymptotyczna wartość $p = 0,2358$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,002

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej EBM_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 7,30079

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

WHT_EUR

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu WHT_EUR
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3885
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 27 procesu $(1-L)WHT\_EUR$
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00282242
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,73436$
asymptotyczna wartość $p = 0,06822$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(27, 3856) = 3,235 [0,0000]$
z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 27 procesu $(1-L)WHT\_EUR$
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00305586
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,73984$
asymptotyczna wartość $p = 0,2203$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(27, 3855) = 3,242 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej WHT_EUR

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 7,63713

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

EMA_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu EMA_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3907
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 5 procesu $(1-L)EMA\_rozl$
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,0031229
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,47527$
asymptotyczna wartość $p = 0,1216$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001
opóźnione różnice: $F(5, 3900) = 3,734 [0,0022]$
z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 5 procesu $(1-L)EMA\_rozl$
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00328666
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,4781$
asymptotyczna wartość $p = 0,3392$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001
opóźnione różnice: $F(5, 3899) = 3,721 [0,0023]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej EMA_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 6,63753

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

SUG_EUR

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu SUG_EUR

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3892

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 20 procesu $(1-L)SUG\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00270666

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,27527$

asymptotyczna wartość $p = 0,1801$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(20, 3870) = 2,289 [0,0009]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 20 procesu $(1-L)SUG\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00300185

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,47286$

asymptotyczna wartość $p = 0,3418$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(20, 3869) = 2,289 [0,0009]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej SUG_EUR

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 6,14916

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Canola_EUR

Augmented Dickey-Fuller test for Canola_EUR testing down from 30 lags, criterion AIC

sample size 3882

unit-root null hypothesis: $a = 1$

test with constant

including 30 lags of $(1-L)Canola\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estimated value of $(a - 1)$: -0.00134558

test statistic: $\tau_c(1) = -1.70904$

asymptotic p-value 0.4267

1st-order autocorrelation coeff. for e: -0.000

lagged differences: $F(30, 3850) = 3.322 [0.0000]$

with constant and trend

including 30 lags of $(1-L)Canola\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estimated value of $(a - 1)$: -0.00201874

test statistic: $\tau_{ct}(1) = -1.90344$

asymptotic p-value 0.6527

1st-order autocorrelation coeff. for e: 0.000

lagged differences: $F(30, 3849) = 3.320 [0.0000]$

KPSS test for Canola_EUR

$T = 3913$

Lag truncation parameter = 10

Test statistic = 17.792

10% 5% 1%

Critical values: 0.347 0.462 0.744

P-value < .01

Pszen_USA_EUR

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Pszen_USA_EUR

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3888

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 24 procesu $(1-L)Pszen\_USA\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00431966

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,79833$

asymptotyczna wartość $p = 0,05847$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,000

opóźnione różnice: $F(24, 3862) = 4,553 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 24 procesu $(1-L)Pszen\_USA\_EUR$

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00467818

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,84429$

asymptotyczna wartość $p = 0,1812$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,000

opóźnione różnice: $F(24, 3861) = 4,545 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej Pszen_USA_EUR

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 7,11405

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Cuk_11_EUR_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Cuk11_EUR_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3894

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 18 procesu (1-L)Cuk11_EUR_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,003692

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,88606$

asymptotyczna wartość $p = 0,04697$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(18, 3874) = 3,775 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 18 procesu (1-L)Cuk11_EUR_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00390769

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -3,02081$

asymptotyczna wartość $p = 0,1264$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(18, 3873) = 3,769 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej Cuk11_EUR_rozl

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 5,2293

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Etanol_EUR

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Etanol_EUR

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3888

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 24 procesu (1-L)Etanol_EUR

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00552787

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -3,26353$

asymptotyczna wartość $p = 0,01662$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,000

opóźnione różnice: $F(24, 3862) = 3,767 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 24 procesu (1-L)Etanol_EUR

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00572335

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -3,29151$

asymptotyczna wartość $p = 0,06759$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,000

opóźnione różnice: $F(24, 3861) = 3,767 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej Etanol_EUR

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 4,64725

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Kakao_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Kakao_rozl

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3885

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 27 procesu (1-L)Kakao_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: 0,00114975

Statystyka testu: $\tau_c(1) = 1,03545$

asymptotyczna wartość $p = 0,997$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001

opóźnione różnice: $F(27, 3856) = 9,223 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 27 procesu (1-L)Kakao_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: 0,000236418

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = 0,194252$

asymptotyczna wartość $p = 0,998$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001

opóźnione różnice: $F(27, 3855) = 9,223 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej Kakao_rozl

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 7,91291

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Miedz_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Miedz_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3912
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 0 procesu $(1-L)$ Miedz_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00208278
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -1,96366$
asymptotyczna wartość $p = 0,3033$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,017

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 0 procesu $(1-L)$ Miedz_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00232105
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,12764$
asymptotyczna wartość $p = 0,5297$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,017

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej Miedz_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 7,63633

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

Ropa_Brent_rozl

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu Ropa_Brent_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3907
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 5 procesu $(1-L)$ Ropa_Brent_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00189416
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -1,8495$
asymptotyczna wartość $p = 0,3568$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(5, 3900) = 3,562$ [0,0032]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 5 procesu $(1-L)$ Ropa_Brent_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00213054
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -1,96392$
asymptotyczna wartość $p = 0,6204$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(5, 3899) = 3,548$ [0,0033]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej Ropa_Brent_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 8,32661

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

DAX_zakr

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu DAX_zakr
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3883
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 29 procesu $(1-L)$ DAX_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,130849
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -6,24191$
asymptotyczna wartość $p = 3,069e-08$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(29, 3852) = 23,784$ [0,0000]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 8 procesu $(1-L)$ DAX_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,208124
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -10,7633$
asymptotyczna wartość $p = 5,916e-23$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000
opóźnione różnice: $F(8, 3893) = 67,198$ [0,0000]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej DAX_zakr

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 6,65363

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

FTSE100

Augmented Dickey-Fuller test for FTSE100
testing down from 30 lags, criterion AIC
sample size 3903
unit-root null hypothesis: $a = 1$

test with constant
including 9 lags of (1-L)FTSE100
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.00286063
test statistic: $\tau_c(1) = -2.27639$
asymptotic p-value 0.1798
1st-order autocorrelation coeff. for e : 0.000
lagged differences: $F(9, 3892) = 2.460$ [0.0086]

with constant and trend
including 9 lags of (1-L)FTSE100
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estimated value of $(a - 1)$: -0.00821573
test statistic: $\tau_{ct}(1) = -3.90505$
asymptotic p-value 0.01185
1st-order autocorrelation coeff. for e : 0.000
lagged differences: $F(9, 3891) = 2.403$ [0.0103]

KPSS test for FTSE100

$T = 3913$
Lag truncation parameter = 10
Test statistic = 22.2096

	10%	5%	1%
Critical values:	0.347	0.462	0.744
P-value < .01			

CAC40

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu CAC40_zakr
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3893
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 19 procesu (1-L)CAC40_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,155303
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -7,90555$
asymptotyczna wartość $p = 9,436e-13$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000
opóźnione różnice: $F(19, 3872) = 32,328$ [0,0000]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 19 procesu (1-L)CAC40_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,171929
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -8,3299$
asymptotyczna wartość $p = 1,5e-13$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000
opóźnione różnice: $F(19, 3871) = 29,924$ [0,0000]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej CAC40_zakr (z sezonowością)
 $T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 3,62159

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

SP500

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu SP500_zakr
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3884
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 28 procesu (1-L)SP500_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,0655609
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -4,64762$
asymptotyczna wartość $p = 0,0001$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(28, 3854) = 35,290$ [0,0000]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 28 procesu (1-L)SP500_zakr
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,129295
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -6,61849$
asymptotyczna wartość $p = 2,935e-08$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(28, 3853) = 24,732$ [0,0000]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej SP500_zakr (z sezonowością)
 $T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 16,002

	10%	5%	1%
Krytyczna wart.:	0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$			

FTSE Global exUS

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu FTSE_glob_xUS

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3908

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 4 procesu (1-L)FTSE_glob_xUS

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00540371

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,31355$

asymptotyczna wartość $p = 0,1677$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000

opóźnione różnice: $F(4, 3902) = 236,679$ [0,0000]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 4 procesu (1-L)FTSE_glob_xUS

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,0137477

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -3,78865$

asymptotyczna wartość $p = 0,01706$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000

opóźnione różnice: $F(4, 3901) = 228,171$ [0,0000]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej FTSE_glob_xUS (z sezonowością)

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 21,3626

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Shanghai Composite

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu ShanghaiComp

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3883

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 29 procesu (1-L)ShanghaiComp

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,0032878

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,59565$

asymptotyczna wartość $p = 0,09382$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001

opóźnione różnice: $F(29, 3852) = 5,419$ [0,0000]

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 29 procesu (1-L)ShanghaiComp

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00476172

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -3,21959$

asymptotyczna wartość $p = 0,08052$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001

opóźnione różnice: $F(29, 3851) = 5,437$ [0,0000]

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej ShanghaiComp (z sezonowością)

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 11,0733

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

EURUSD

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu USD_FX

testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC

liczebność próby 3912

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 0 procesu (1-L)USD_FX

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00189029

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,12546$

asymptotyczna wartość $p = 0,2347$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,010

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 0 procesu (1-L)USD_FX

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -0,00422772

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,94646$

asymptotyczna wartość $p = 0,1478$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,009

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej USD_FX (z sezonowością)

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 22,868

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

EURCHF

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu CHF_FX
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3885
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 27 procesu (1-L)CHF_FX
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -0,00218822
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,64795$
asymptotyczna wartość $p = 0,0834$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000
opóźnione różnice: $F(27, 3856) = 4,897 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 27 procesu (1-L)CHF_FX
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -0,00652442
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -3,70192$
asymptotyczna wartość $p = 0,02214$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000
opóźnione różnice: $F(27, 3855) = 4,762 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej CHF_FX (z sezonowością)
 $T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 26,3093

10%	5%	1%
Krytyczna wart.: 0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$		

EBM (trend HP)

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu hpt_EBM_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3884
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 28 procesu (1-L)hpt_EBM_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -1,70887e-008
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,83272$
asymptotyczna wartość $p = 0,05372$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(28, 3854) = 59423897633,542 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 28 procesu (1-L)hpt_EBM_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -1,98032e-008
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,98432$
asymptotyczna wartość $p = 0,1366$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,001
opóźnione różnice: $F(28, 3853) = 59031340822,787 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej hpt_EBM_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 7,82443

10%	5%	1%
Krytyczna wart.: 0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$		

WHT (trend HP)

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu hpt_WHT_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla kryterium AIC
liczebność próby 3900
Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)
dla opóźnienia rzędu 12 procesu (1-L)hpt_WHT_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -1,69161e-008
Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,77101$
asymptotyczna wartość $p = 0,06248$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001
opóźnione różnice: $F(12, 3886) = 124526832428,090 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym
dla opóźnienia rzędu 12 procesu (1-L)hpt_WHT_rozl
model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
estymowana wartość (a-1) wynosi: -1,96934e-008
Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,84215$
asymptotyczna wartość $p = 0,182$
Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001
opóźnione różnice: $F(12, 3885) = 123724888118,957 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.
Test KPSS dla zmiennej hpt_WHT_rozl

$T = 3913$
Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10
Statystyka testu = 9,79581

10%	5%	1%
Krytyczna wart.: 0,347	0,462	0,744
wartość $p < .01$		

EMA (trend HP)

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu
hpt_EMA_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla
kryterium AIC

liczebność próby 3897

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek
jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 15 procesu (1-
L)hpt_EMA_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -1,67525e-008

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -2,70014$

asymptotyczna wartość $p = 0,07394$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000

opóźnione różnice: $F(15, 3880) = 82005188146,721 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 15 procesu (1-
L)hpt_EMA_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -1,82175e-008

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -2,75611$

asymptotyczna wartość $p = 0,2139$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: -0,000

opóźnione różnice: $F(15, 3879) = 81421823103,811 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej hpt_EMA_rozl

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 7,00575

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

SUG (trend HP)

Rozszerzony test Dickeya-Fullera dla procesu
hpt_SUG_rozl
testowano istotność opóźnienia od rzędu 30, dla
kryterium AIC

liczebność próby 3903

Hipoteza zerowa: występuje pierwiastek jednostkowy $a = 1$; proces $I(1)$

test z wyrazem wolnym (const)

dla opóźnienia rzędu 9 procesu (1-L)hpt_SUG_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -4,35468e-009

Statystyka testu: $\tau_c(1) = -1,39427$

asymptotyczna wartość $p = 0,5868$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(9, 3892) = 468275159858,314 [0,0000]$

z wyrazem wolnym i trendem liniowym

dla opóźnienia rzędu 9 procesu (1-L)hpt_SUG_rozl

model: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$

estymowana wartość $(a-1)$ wynosi: -4,41602e-009

Statystyka testu: $\tau_{ct}(1) = -1,39016$

asymptotyczna wartość $p = 0,8641$

Autokorelacja reszt rzędu pierwszego: 0,001

opóźnione różnice: $F(9, 3891) = 457523333639,513 [0,0000]$

Hipoteza zerowa: proces stacjonarny $I(0)$.

Test KPSS dla zmiennej hpt_SUG_rozl

$T = 3913$

Parametr rzędu opóźnienia (lag truncation) = 10

Statystyka testu = 7,25522

10% 5% 1%

Krytyczna wart.: 0,347 0,462 0,744

wartość $p < .01$

Aneks 5. Testy pierwiastka jednostkowego cen rozliczeniowych badanych kontraktów *futures*

Cel porównawczy analiz

Przeprowadzono analizę stacjonarności szeregów czasowych dla cen pszenicy konsumpcyjnej na rynku Euronext (EBM_rozl), kukurydzy na rynku Euronext (EMA_rozl), pszenicy na rynku ICE (WHT_EUR; ceny przeliczono na euro) oraz cukru nr 11 (SUG_EUR) na ICE (Londyn; ceny przeliczono na euro). Zastosowano dwa komplementarne testy: rozszerzony test Dickeya-Fullera (ADF) oraz test KPSS.

Celem porównania było sprawdzenie, czy analizowane szeregi posiadają pierwiastek jednostkowy, a więc czy są niestacjonarne w poziomach. Weryfikacja ta ma kluczowe znaczenie dla dalszego modelowania relacji między cenami surowców rolnych, ponieważ obecność niestacjonarności determinuje wybór między klasycznymi modelami VAR a modelami kointegracyjnymi VECM.

Porównanie wyników ADF i KPSS pozwala również ocenić odporność wniosków na zastosowaną metodę testowania, gdyż oba testy opierają się na przeciwnych hipotezach zerowych:

- w teście ADF hipoteza zerowa zakłada obecność pierwiastka jednostkowego,
- w teście KPSS hipoteza zerowa zakłada stacjonarność szeregu.

Dzięki temu równoczesne wykorzystanie obu procedur umożliwia bardziej wiarygodną ocenę własności statystycznych danych.

Zestaw analizowanych modeli testowych i różnice koncepcyjne

Dla każdego szeregu przeprowadzono trzy warianty testu ADF.

Wariant ADF	Uwzględnione składniki deterministyczne
Model z wyrazem wolnym	Stała
Model z trendem liniowym	Stała + trend liniowy
Model z trendem kwadratowym	Stała + trend liniowy + trend kwadratowy

Takie podejście umożliwia ocenę, czy wyniki testów są stabilne względem różnych założeń dotyczących trendu deterministycznego w danych.

Różnice w specyfikacji testów

a) Dobór opóźnień: W testach ADF liczba opóźnień została dobrana automatycznie na podstawie kryterium informacyjnego AIC, przy maksymalnym opóźnieniu równym 30. Poszczególne szeregi różniły się liczbą wymaganych opóźnień:

- EBM_rozl: 0 opóźnień,
- EMA_rozl: 5 opóźnień,
- SUG_EUR: 20 opóźnień,
- WHT_EUR: 27 opóźnień.

Duża liczba opóźnień dla WHT_EUR i SUG_EUR sugeruje bardziej złożoną strukturę dynamiczną oraz większą trwałość szoków w tych szeregach.

b) Forma deterministyczna: Wszystkie szeregi testowano w trzech wariantach deterministycznych. Pozwala to ocenić, czy potencjalna niestacjonarność wynika wyłącznie z trendu czasowego, czy ma charakter głębszy i związany jest z procesem stochastycznym typu random walk.

c) Metoda estymacji: Test ADF opiera się na estymacji równania autoregresyjnego pierwszych różnic:

$$(1-L)y_t = b_0 + (a-1)y_{t-1} + \sum \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad [10]$$

Kluczowe znaczenie ma parametr $(a-1)$, którego istotność wskazuje na odrzucenie hipotezy o pierwiastku jednostkowym. Z kolei test KPSS analizuje stabilność wariancji składnika losowego wokół trendu deterministycznego. Wysoka wartość statystyki KPSS prowadzi do odrzucenia hipotezy stacjonarności.

Analiza porównawcza wyników

a) Stabilność wyników ADF

We wszystkich analizowanych szeregach wyniki testów ADF okazały się spójne i wskazywały na brak podstaw do odrzucenia hipotezy o pierwiastku jednostkowym. Dla pszenicy konsumpcyjnej (EBM_rozl) uzyskano:

- $\tau_c = -2,647$ ($p = 0,083$),
- $\tau_{ct} = -2,702$ ($p = 0,236$),
- $\tau_{ctt} = -3,008$ ($p = 0,292$).

W żadnym wariancie poziom istotności 5% nie został osiągnięty. Oznacza to, że ceny pszenicy konsumpcyjnej na Euronext są niestacjonarne w poziomach. Analogiczne wyniki uzyskano dla pszenicy paszowej (WHT_EUR):

- $\tau_c = -2,734$ ($p = 0,068$),
- $\tau_{ct} = -2,740$ ($p = 0,220$),
- $\tau_{ctt} = -3,077$ ($p = 0,261$).

Mimo że model z samą stałą dawał wynik bliski poziomowi istotności 5%, hipotezy o pierwiastku jednostkowym nie można było odrzucić. Dla kukurydzy (EMA_rozl) wyniki były jeszcze słabsze:

- $\tau_c = -2,475$ ($p = 0,122$),
- $\tau_{ct} = -2,478$ ($p = 0,339$),
- $\tau_{ctt} = -2,788$ ($p = 0,405$).

Najsilniejszą niestacjonarność zaobserwowano dla cukru (SUG_EUR): Wartości statystyk testowych były wyraźnie oddalone od wartości krytycznych, co wskazuje na silną trwałość szoków cenowych na tym rynku.

- $\tau_c = -2,275$ ($p = 0,180$),
- $\tau_{ct} = -2,473$ ($p = 0,342$),
- $\tau_{ctt} = -2,934$ ($p = 0,328$).

Porównując szeregi można zauważyć, że ceny pszenicy i kukurydzy wykazują względnie podobny stopień niestacjonarności, natomiast ceny cukru charakteryzują się największą inercją i najwolniejszym procesem powrotu do trendu.

b) Porównanie wyników KPSS

Wyniki testów KPSS jednoznacznie potwierdziły niestacjonarność wszystkich analizowanych zmiennych. Uzyskane wartości statystyki testowej były wielokrotnie wyższe od wartości krytycznych:

Zmienna	Statystyka KPSS	Wniosek
EBM_rozl	2,974	Odrzucenie stacjonarności
WHT_EUR	2,836	Odrzucenie stacjonarności
EMA_rozl	3,392	Odrzucenie stacjonarności
SUG_EUR	5,188	Odrzucenie stacjonarności

Dla wszystkich szeregów wartości przekraczały nawet krytyczny poziom 1% wynoszący 0,218. Szczególnie wysoka wartość dla SUG_EUR wskazuje na bardzo silną niestacjonarność rynku cukru. Wyniki KPSS są więc w pełni zgodne z rezultatami ADF. Otrzymano klasyczny układ:

- ADF: brak odrzucenia pierwiastka jednostkowego,
- KPSS: odrzucenie stacjonarności.

Takie połączenie wyników stanowi silny argument za uznaniem wszystkich analizowanych szeregów za procesy zintegrowane rzędu pierwszego $I(1)$.

c) Wpływ składników deterministycznych

Istotną obserwacją jest względna stabilność wyników ADF niezależnie od zastosowanego trendu deterministycznego. Dodanie trendu liniowego lub kwadratowego nie prowadziło do zasadniczej zmiany wniosków. Oznacza to, że niestacjonarność analizowanych cen nie wynika wyłącznie z deterministycznego trendu wzrostowego, lecz ma charakter stochastyczny. Szoki cenowe mają trwały wpływ na poziom cen, co jest typowe dla rynków surowcowych.

d) Różnice między rynkami

Porównanie wyników wskazuje na pewne różnice w dynamice poszczególnych rynków:

- rynek pszenicy Euronext (EBM_rozl) wykazuje relatywnie słabszą niestacjonarność,
- rynek pszenicy ICE (WHT_EUR) charakteryzuje się bardziej złożoną strukturą dynamiczną,
- rynek kukurydzy (EMA_rozl) pozostaje silnie zależny od trendów globalnych,
- rynek cukru (SUG_EUR) cechuje się najwyższą trwałością szoków.

Wysoka niestacjonarność rynku cukru może wynikać z większej ekspozycji na czynniki globalne, takie jak polityka handlowa, zmienność kursów walutowych, ceny energii czy warunki pogodowe w krajach eksportujących cukier.

Porównanie jakości i wiarygodności testów

Wspólne zastosowanie ADF i KPSS zwiększa wiarygodność wniosków. Każdy z testów posiada własne ograniczenia:

- ADF ma relatywnie niską moc w małych próbach,
- KPSS może nadmiernie odrzucać stacjonarność przy obecności silnej heteroskedastyczności.

Jednak w analizie wykorzystano bardzo dużą próbę (około 3900 obserwacji), co ogranicza ryzyko błędnej klasyfikacji procesów. Dodatkowo zgodność wyników obu procedur wzmacnia interpretację ekonomiczną. Wszystkie szeregi zachowują się jak typowe ceny surowców giełdowych, które podlegają trwałym zmianom poziomowi i reagują na długookresowe szoki globalne.

Ocena odporności i implikacje dla dalszego modelowania

Uzyskane wyniki są bardzo stabilne między testami i wariantami specyfikacji.

Niezależnie od:

- liczby opóźnień,
- obecności trendu,
- rodzaju testu,

wszystkie szeregi zostały sklasyfikowane jako niestacjonarne w poziomach. Oznacza to,

że modelowanie zależności pomiędzy cenami zbóż i cukru powinno uwzględniać możliwość występowania kointegracji. Zastosowanie klasycznego modelu VAR w poziomach mogłoby prowadzić do regresji pozornych i błędnych wniosków statystycznych. Wyniki stanowią więc bezpośrednie uzasadnienie dla wykorzystania modeli VECM i testów Johansena w dalszej części analizy.

Wnioski

Porównanie wyników testów ADF i KPSS prowadzi do jednoznacznego wniosku, że ceny pszenicy, kukurydzy i cukru mają charakter niestacjonarny i są procesami zintegrowanymi rzędu pierwszego $I(1)$. Najsilniejszą niestacjonarność wykazuje rynek cukru, natomiast relatywnie najsłabszą rynek pszenicy Euronext. Wyniki są odporne na zmianę specyfikacji testów oraz uwzględnienie trendów deterministycznych.

Z ekonomicznego punktu widzenia oznacza to, że szoki na rynkach rolnych mają trwały charakter i wpływają na poziom cen w długim okresie. Jednocześnie zgodność wyników ADF i KPSS tworzy solidne podstawy do dalszej analizy kointegracyjnej i zastosowania modeli VECM do badania transmisji cen pomiędzy rynkami surowców rolnych.

Aneks 6. Dobór zmiennych objaśniających wykorzystanych w badaniu wpływu integracji rynków na dynamikę cen

Założenia i logika stworzenia zbioru zmiennych

W badaniu integracji rynków towarowych po kryzysie finansowym 2008 r. porzucono tradycyjne ujęcie sektorowe, w którym ceny produktów rolnych analizowano głównie przez pryzmat relacji podaży-popytu właściwych dla samego rolnictwa. Po 2010 r. architektura cen surowcowych coraz wyraźniej zaczęła funkcjonować jako część szerszego systemu przepływów finansowych, energetycznych i walutowych. Oznaczało to przesunięcie epistemiczne: ceny zbóż i *soft commodities* przestały być interpretowane wyłącznie jako rezultat warunków agroklimatycznych, a zaczęły odzwierciedlać również globalną płynność finansową, strukturę kosztów energii, politykę monetarną banków centralnych oraz mechanikę zarządzania ryzykiem przez fundusze inwestycyjne.

W tym sensie procedura doboru zmiennych stanowiła próbę identyfikacji latentnych kanałów transmisji cenowej funkcjonujących pomiędzy rynkami rolnymi, energetycznymi i kapitałowymi. O ile zmienne zależne były wstępnie ustalone, to konstrukcja zbioru potencjalnych zmiennych objaśniających została podporządkowana logice reprezentacji procesów systemowych (a zatem nie kompletności sektorowej). W konsekwencji, obok rolnictwa, uwzględniono indeksy giełdowe, kursy walutowe, surowce energetyczne oraz aktywa przemysłowe. Takie podejście pozostaje zgodne z nurtem badań dotyczących finansyzacji rynków towarowych. W literaturze po 2010 r. coraz częściej wskazuje się, że przejawiająca się w dynamice cen integracja rynków nie wynika już wyłącznie z arbitrażu handlowego, lecz z jednoczesnego działania wspólnych inwestorów instytucjonalnych, indeksowych strategii alokacyjnych oraz zmian warunków monetarnych. Tym samym relacje między cenami zbóż, energii i indeksów giełdowych zaczęły mieć charakter częściowo endogeniczny wobec globalnego systemu finansowego.

Punktem wyjścia była więc szeroka przestrzeń potencjalnych regresorów. Wstępnie podzielono je na siedem grup zmiennych: ziarna, cukier, etanol, inne towary rolne i przemysłowe, surowce energetyczne, indeksy giełdowe oraz waluty. Dopiero na tym tle możliwa była selekcja prowadząca do modelu o wysokiej zdolności wyjaśniającej, lecz zarazem ograniczonej redundancji informacyjnej.

Analiza korelacyjna jako etap redukcji redundancji strukturalnej

Pierwszy etap selekcji opierał się na analizie korelacji pomiędzy potencjalnymi determinantami a zmiennymi objaśnianymi. Funkcja tego etapu wykraczała jednak poza standardową procedurę filtrowania predyktorów. W środowisku globalnie zintegrowanych rynków wysoka korelacja bardzo często oznacza nie tyle autonomiczną zależność ekonomiczną, co wspólną ekspozycję na ten sam proces latentny. Dotyczyło to szczególnie indeksów giełdowych. Po kryzysie zadłużeniowym strefy euro oraz po uruchomieniu programów *quantitative easing* przez Fed i Europejski Bank Centralny, korelacje pomiędzy głównymi indeksami rozwiniętych gospodarek wzrosły do poziomów utrudniających ich równoczesne wykorzystanie w modelach długookresowych. DAX, CAC40, STOXX Europe 600 czy FTSE100 reagowały w

dużej mierze na wspólny komponent polityki monetarnej i przepływów portfelowych. Zachowanie wszystkich tych indeksów prowadziłoby do wielokrotnego kodowania tego samego impulsu systemowego.

Spośród indeksów giełdowych postanowiono budować modele na podstawie dwóch indeksów europejskich, jednego indeksu ze Stanów Zjednoczonych i dwóch reprezentujących gospodarki pozostałych części świata. W konsekwencji, spośród indeksów europejskich wybrano FTSE100 i DAX [po testach kointegracji zastąpiony CAC40]. W okresach wzrostu cen ropy i metali indeks FTSE100 reagował odmiennie niż indeksy z krajów kontynentalnych UE, które lepiej odzwierciedlały koniunkturę przemysłową (szczególnie DAX) oraz popyt konsumpcyjny. Zachowanie obu indeksów pozwalało uchwycić heterogeniczność europejskiego centrum gospodarczego bez nadmiernego wzrostu współliniowości. Podobna logika dotyczyła rynku amerykańskiego. S&P500 został zachowany jako syntetyczny miernik globalnych warunków finansowych. Po 2010 r. indeks ten przestał być wyłącznie punktem odniesienia pozwalającym uwzględnić zjawiska gospodarcze zachodzące w USA; zaczął pełnić funkcję globalnego wskaźnika płynności i sentymentu inwestycyjnego. Szczególnie po pandemii COVID-19 jego dynamika była silnie sprzężona z ekspansją bilansu Fed i zmianami oczekiwań inflacyjnych. NASDAQ Composite, mimo wysokiej kapitalizacji i znaczenia medialnego, reprezentował bardziej sektor technologiczny niż gospodarkę realną. W modelu integracji cen surowców jego obecność zwiększałaby raczej wrażliwość na politykę stóp procentowych niż zdolność identyfikacji transmisji towarowej.

Rynki rolne i problem reprezentacji globalnych *benchmarków* cenowych

W grupie zbóż zachowano kontrakty na pszenicę amerykańską oraz rzepak notowany na giełdzie CME. Decyzja ta odzwierciedla dominującą pozycję północnoamerykańskich benchmarków w światowym handlu zbożem i innymi towarami rolnymi. Chicago pozostaje centralnym węzłem, nie tylko ze względu na rozmiar i wysoki stopień ufinansowania rynku amerykańskiego, lecz także dzięki działalności funduszy CTA oraz wspólnej z Europą bazy uczestników instytucjonalnych. Znaczenie tych zależności wzrosło szczególnie po kryzysie żywnościowym lat 2010–2012, kiedy susze w Rosji i Stanach Zjednoczonych doprowadziły do gwałtownych wzrostów cen pszenicy i kukurydzy. Wydarzenia te ujawniły, że regionalne szoki podażowe są natychmiast transmitowane przez globalne rynki terminowe, a ceny europejskie coraz słabiej zachowują autonomię wobec benchmarków amerykańskich.

Rzepak uwzględniono w charakterze przedstawiciela kategorii roślin oleistych, lecz zarazem jako zmienną częściowo odseparowaną od europejskiego systemu obrotu rzepakiem, a raczej układu rynków, gdzie zachodzą transakcje obrotu rzepakiem. To rozróżnienie ma znaczenie analityczne. Europejski rzepak pozostaje silnie uzależniony od polityki biopaliwowej UE i zmian regulacyjnych dotyczących biodiesla. Rzepak notowana w Ameryce Północnej reaguje natomiast mocniej na warunki klimatyczne Kanady oraz popyt azjatycki. Włączenie tego kontraktu umożliwiało identyfikację globalnego komponentu rynku roślin oleistych nie w pełni współliniowego z dynamiką

europejską. Zredukowano natomiast liczbę zmiennych związanych z kompleksem sojowym. Odrzucono część kontraktów na olej i śrutę sojową, mimo ich relatywnie wysokich korelacji. Decyzja ta ograniczała problem endogenicznej współzależności technologicznej między produktami przetwórstwa oleistego. Ceny soi, śruty i oleju są bowiem współdeterminowane przez tę samą strukturę crushing margins, przez co ich równoczesne uwzględnienie prowadziłoby do niestabilności parametrów i trudności interpretacyjnych.

Energia, biopaliwa i zmiana natury rynku żywności

Po 2010 r. integracja rynków rolnych i energetycznych uległa wyraźnemu pogłębieniu. Rozwój polityk dekarbonizacyjnych, subsydiowanie biopaliw oraz wzrost znaczenia sektora ESG doprowadziły do sytuacji, w której część cen produktów rolnych zaczęła reagować bardziej na koszt energii niż na lokalne warunki podaży. Włączenie ropy Brent oraz etanolu należy interpretować właśnie w tym kontekście. Brent pełni funkcję globalnego benchmarku kosztów energii i transportu. Jego znaczenie dla cen żywności wzrosło szczególnie po 2021 r., gdy odbudowa popytu po pandemii zbiegła się z ograniczeniami podaży i późniejszym szokiem geopolitycznym związanym z wojną rosyjsko-ukraińską.

Znaczenie etanolu ma, oprócz roli definicyjnej dla rynków analizowanych w dysertacji, także charakter strukturalny. Po rozszerzeniu mandatów biopaliwowych w USA kukurydza zaczęła funkcjonować jednocześnie jako dobro żywnościowe i komponent rynku energii. Tym samym część zmienności cen zbóż została podporządkowana rentowności produkcji paliw odnawialnych. Relacja ta była szczególnie widoczna w latach 2021–2022, gdy wzrost cen ropy gwałtownie zwiększył opłacalność sektora biopaliwowego. W modelach integracji cen nieuwzględniających kanału energetycznego zależności między zbożami często przybierają pozornie autonomiczny charakter. W praktyce znaczna część tych korelacji jest pośredniczona właśnie przez ceny energii i oczekiwania dotyczące kosztów transportu, nawozów oraz produkcji biopaliw.

Uwzględnienie różnic w polityce monetarnej i dynamice rozwoju gospodarek światowych

Selekcja walut została przeprowadzona w sposób zdecydowanie bardziej restrykcyjny niż dobór indeksów giełdowych. Zachowano w charakterze zmiennych objaśniających USD i CHF, eliminując waluty surowcowe oraz większość gospodarek wschodzących. W sensie statystycznym ograniczało to problem niestabilności parametrów wynikającej z gwałtownych epizodów deprecjacyjnych. Jednak znaczenie tego wyboru wykracza poza kwestie ekonometryczne. kursu EURUSD reprezentuje podstawową relację monetarną współczesnej gospodarki światowej. Ponieważ zdecydowana większość handlu surowcami rozliczana jest w dolarze, zmiany kursu EURUSD wpływają bezpośrednio na relatywną cenę towarów dla uczestników europejskich. Mechanizm ten był szczególnie widoczny po 2022 r., kiedy agresywne podwyżki stóp procentowych Fed doprowadziły do aprecjacji dolara i jednoczesnego wzrostu kosztu importu surowców dla Europy. W takich warunkach ceny żywności

wyrażone w euro rosły nawet przy względnie stabilnych notowaniach dolarowych. EURCHF pełni odmienną funkcję. Frank szwajcarski działa jako aktyw bezpieczny i reaguje przede wszystkim na globalne napięcia finansowe. Jego obecność umożliwia częściową identyfikację epizodów risk-off, w których przepływy kapitału wpływają na ceny aktywów niezależnie od fundamentów podaży-popytowych. Po kryzysie zadłużeniowym strefy euro oraz w pierwszej fazie pandemii COVID-19 mechanizm ten stał się szczególnie wyraźny.

Włączenie Shanghai Composite miało znaczenie większe niż reprezentacja pojedynczego rynku narodowego. W latach 2010–2024 gospodarka chińska stała się głównym źródłem globalnego popytu na surowce przemysłowe i rolne. Zmiany polityki kredytowej Pekinu oddziaływały na ceny miedzi, rud żelaza, oleistych i zbóż równie silnie jak decyzje Fed dotyczące płynności dolarowej. Jednocześnie rynek chiński zachował częściową autonomię instytucjonalną wobec zachodnich centrów finansowych. To właśnie ta asymetria czyni Shanghai Composite zmienną poznawczo wartościową. Nie jest on jedynie kolejnym benchmarkiem akcyjnym, lecz wskaźnikiem specyficznego modelu wzrostu opartego na inwestycjach infrastrukturalnych, ekspansji kredytowej i aktywnej polityce państwa. Włączenie indeksu FTSE Global All Cap ex US działało natomiast jako przeciwwaga dla dominacji rynku amerykańskiego. Pozwalało to odróżnić globalny komponent aktywności kapitałowej od stricte amerykańskiego cyklu płynnościowego. To rozróżnienie nabrało znaczenia po pandemii, kiedy reakcje polityki monetarnej USA i pozostałych gospodarek rozwiniętych zaczęły się wyraźnie różnicować.

Analiza kointegracji szeregów czasowych

Końcowy etap selekcji obejmował testy ADF i KPSS. Ich zastosowanie miało zabezpieczyć model przed relacjami pozornymi wynikającymi z niestacjonarności szeregów. W praktyce jednak problem był bardziej złożony. Lata 2010–2024 obejmowały serię silnych zmian reżimowych: kryzys zadłużeniowy strefy euro, załamanie cen ropy w 2014 r., pandemię COVID-19, zaburzenia łańcuchów dostaw, szok inflacyjny po 2021 r. oraz wojnę rosyjsko-ukraińską. W takich warunkach wiele szeregów cenowych nie zachowuje stabilnych własności probabilistycznych. Procesy te często przyjmują postać niestacjonarności z przełączeniami reżimów, a nie klasycznych procesów $I(1)$. Testy ADF i KPSS pozostają użyteczne jako narzędzia diagnostyczne, lecz ich wyniki należy interpretować ostrożnie. Zbyt rygorystyczna eliminacja zmiennych mogłaby prowadzić do usunięcia procesów ekonomicznie relewantnych właśnie dlatego, że podlegały one głębokim zmianom strukturalnym. W badaniach integracji cen nadmierna „czystość” probabilistyczna często oznacza utratę części rzeczywistej dynamiki gospodarczej.

Ostateczny zestaw zmiennych tworzy model relatywnie oszczędny, lecz silnie osadzony w globalnej architekturze finansowej. Dominują w nim *benchmarki* reprezentujące systemowe centra odkrywania cen (np. giełdy CME i ICE) lub wartości powszechnie rozpoznawanych indeksów i notowań (np. S&P500, Brent, czy EUR/USD). Oznacza to, że modele buduje się raczej jako narzędzie identyfikacji wspólnego komponentu globalnego niż jako rekonstrukcję lokalnych mechanizmów

arbitrażowych. Taka strategia ma wyraźne konsekwencje interpretacyjne. Model będzie szczególnie czuły na epizody synchronizacji wywołanej przez szoki makrofinansowe, np. zmiany polityki monetarnej, kryzysy płynnościowe, wzrost awersji do ryzyka lub gwałtowne zmiany cen energii. Słabiej uchwyci natomiast procesy o zasięgu regionalnym: lokalne zakłócenia logistyczne, politykę handlową poszczególnych państw czy heterogeniczność jakościową kontraktów rolnych.

Jednocześnie właśnie taka konstrukcja odpowiada strukturze współczesnego rynku surowcowego. Po 2010 r. ceny żywności coraz rzadziej zachowują autonomię względem globalnych przepływów kapitału. Kryzys pandemiczny i wojna w Ukrainie jedynie przyspieszyły proces, który rozpoczął się wcześniej: przekształcenie rynków rolnych z relatywnie odrębnego segmentu gospodarki realnej w element zintegrowanego systemu finansowo-energetycznego. W tym sensie procedura doboru zmiennych nie tylko opisuje strukturę współczesnych rynków, ale przede wszystkim pomaga ją poznać.

Aneks 7. Segmentacja okresu obserwacji na podstawie testu Bai-Perrona

Zmienna: Trend HP dla EBM

Breaks	SSR	Dates
1	1018835.98077	3130 (2021-12-30)
2	904144.24310	2861 (2020-12-18), 3252 (2022-06-20)
3	814803.55513	2222 (2018-07-09), 2861 (2020-12-18), 3252 (2022-06-20)
4	729085.56007	1411 (2015-05-29), 2218 (2018-07-03), 2861 (2020-12-18), 3252 (2022-06-20)
5	668692.92201	706 (2012-09-14), 1427 (2015-06-22), 2218 (2018-07-03), 2861 (2020-12-18), 3252 (2022-06-20)

Zmienna: Trend HP dla WHT

Breaks	SSR	Dates
1	1379578.75619	2949 (2021-04-21)
2	1066585.26941	1252 (2014-10-20), 1714 (2016-07-27)
3	714524.98990	1253 (2014-10-21), 1712 (2016-07-25), 2943 (2021-04-13)
4	663020.12543	1253 (2014-10-21), 1708 (2016-07-19), 2218 (2018-07-03), 2888 (2021-01-26)
5	607055.20462	1253 (2014-10-21), 1712 (2016-07-25), 2222 (2018-07-09), 2876 (2021-01-08), 3317 (2022-09-19)

Zmienna: Trend HP dla EMA

Breaks	SSR	Dates
1	997308.96363	1240 (2014-10-02)
2	789994.44661	1238 (2014-09-30), 3254 (2022-06-22)
3	587713.26547	1253 (2014-10-21), 2862 (2020-12-21), 3253 (2022-06-21)
4	543874.46436	1253 (2014-10-21), 2218 (2018-07-03), 2862 (2020-12-21), 3253 (2022-06-21)
5	500249.08104	431 (2011-08-26), 1253 (2014-10-21), 2218 (2018-07-03), 2862 (2020-12-21), 3253 (2022-06-21)

Zmienna: Trend HP dla SUG

Breaks	SSR	Dates
1	5834735.93752	1240 (2014-10-02)
2	4646279.03680	512 (2011-12-19), 1240 (2014-10-02)
3	3878416.95028	512 (2011-12-19), 1258 (2014-10-28), 2944 (2021-04-14)
4	3358219.88349	512 (2011-12-19), 1258 (2014-10-28), 2944 (2021-04-14), 3514 (2023-06-21)
5	3075077.56801	512 (2011-12-19), 1258 (2014-10-28), 2182 (2018-05-14), 2947 (2021-04-19), 3514 (2023-06-21)

Aneks 8. Analiza dynamiki kointegracji badanych zmiennych w podokresach

Problem

Analiza segmentowa kointegracji dotyczy zmienności długookresowej integracji między europejskimi rynkami zbóż i cukru w warunkach kolejnych reżimów makroekonomicznych lat 2010–2024. Problem nie sprowadza się do samego pytania, czy relacje równowagi istnieją. Istotniejsze pozostaje to, czy ich struktura zachowuje stabilność w czasie oraz czy kolejne szoki globalne zmieniają architekturę transmisji cenowej. Badanie obejmuje cztery rynki: pszenicę konsumpcyjną notowaną w Paryżu, pszenicę paszową notowaną w Londynie, kukurydzę oraz cukier. Segmentacja szeregu czasowego odpowiada kolejnym fazom globalnego cyklu gospodarczego: okresowi pokryzysowej odbudowy po 2008 r., fazie względnej stabilizacji handlu światowego, okresowi nasilonej finansyzacji i ekspansji płynności monetarnej, następnie szokowi pandemicznemu i wojnie rosyjsko-ukraińskiej. W tym sensie analiza kointegracji staje się analizą zmienności samego mechanizmu odkrywania cen.

Hipoteza

Hipoteza zakładała, że integracja europejskich rynków rolnych ma charakter niestabilny reżimowo. Oczekiwano utrzymywania relacji kointegracyjnych między rynkami zbóż, lecz jednocześnie przewidywano zmianę liczby wektorów kointegrujących oraz siły dostosowań w okresach szoków globalnych. Teoretycznie odpowiada to rozróżnieniu między integracją strukturalną a integracją epizodyczną. Integracja strukturalna wynika z trwałych powiązań podaży, substytucyjności paszowej, arbitrażu geograficznego i wspólnej ekspozycji na koszty energii oraz transportu. Integracja epizodyczna pojawia się natomiast w warunkach globalnych szoków płynnościowych lub podażowych, kiedy heterogeniczne rynki zaczynają reagować na wspólny impuls makrofinansowy.

Wyniki potwierdzają tę hipotezę. Liczba relacji kointegracyjnych nie pozostaje stała. W segmentach 2010–2014 i 2014–2020 system wykazuje dwa stabilne wektory kointegrujące. W okresie pandemicznym i wojennym liczba ta wzrasta do pełnej lub quasi-pełnej kointegracji systemu. Po 2022 r. integracja pozostaje wysoka, choć struktura wektorów zmienia się ponownie. Oznacza to, że kryzysy globalne nie rozbijają integracji rynków rolnych. Działają odwrotnie, czasowo zwiększając stopień wspólności procesów cenowych.

Identyfikacja

Identyfikacja opiera się na segmentowej estymacji modeli Johansena przy stałej liczbie opóźnień i identycznym zbiorze zmiennych egzogenicznych. Dzięki temu zmiany liczby wektorów kointegrujących można interpretować jako rezultat transformacji samej struktury rynku, a nie efekt zmiany specyfikacji modelu. Istotne znaczenie ma obecność zmiennych egzogenicznych: kursów walutowych, indeksów giełdowych, cen ropy, kakao, etanolu i miedzi. W praktyce oznacza to częściowe „oczyszczenie” relacji między rynkami rolnymi z wpływu globalnych czynników finansowych i energetycznych. To rozróżnienie ma konsekwencje interpretacyjne. Test nie mierzy ogólnej współzależności cen, lecz trwałą współzależność resztową po odfiltrowaniu wspólnych impulsów makroekonomicznych. Jeżeli mimo tego relacje kointegracyjne utrzymują się, oznacza to obecność głębokiej integracji fundamentalnej.

Dynamika liczby relacji kointegracyjnych

Segment 1: 2010–2011

Integracja rynków po kryzysie finansowym

System wykazuje trzy relacje kointegracyjne. To najwyższy poziom integracji poza okresem pandemicznym. Ekonomicznie odpowiada to fazie odbudowy po globalnym kryzysie finansowym oraz po kryzysie żywnościowym 2007–2008. W tym okresie ceny zbóż pozostawały silnie sprzężone przez wspólne impulsy płynnościowe, ekspansję bilansów banków centralnych oraz intensywny napływ kapitału indeksowego na rynki towarowe. Najsilniejsze relacje pojawiają się między pszenicą konsumpcyjną i kukurydzą. Jest to zgodne z mechanizmem substytucji paszowej i wspólnej ekspozycji na rynek biopaliw. Znaczenie etanolu było wtedy wyjątkowo wysokie, zwłaszcza po amerykańskiej ekspansji mandatów biofuelowych. Cukier pozostaje słabiej zintegrowany, lecz nadal uczestniczy w systemie równowagi. Wynika to z częściowego powiązania z rynkiem energii poprzez produkcję etanolu w Brazylii. Charakterystyczne są bardzo małe współczynniki dostosowań alfa. Rynek tworzy relacje równowagi, lecz proces korekty odchyłeń jest powolny. Oznacza to dominację wspólnych trendów nad krótkookresowym arbitrażem.

Segment 2: 2011–2014

Dezintegracja rynków po szoku żywnościowym

Liczba relacji kointegracyjnych spada z trzech do dwóch. To okres wyraźnej fragmentacji globalnego rynku rolnego. W latach 2011–2013 występowały silne regionalne szoki pogodowe, rosyjskie ograniczenia eksportowe, susza w USA oraz rosnące napięcia handlowe wokół polityki rolnej. Wektor dla pszenicy paszowej staje się znacznie słabszy niż w poprzednim segmencie. Rynek londyński zaczyna reagować bardziej lokalnie i fundamentalnie, podczas gdy rynek paryski pozostaje silniej sprzężony z przepływami finansowymi oraz z europejskim systemem inwestycyjnym. To moment częściowego rozszczepienia europejskiego rynku zbóż. Jednocześnie kukurydza zachowuje silniejsze powiązania z systemem niż cukier. Wynika to z roli kukurydzy jako globalnego dobra paszowego i energetycznego. Cukier pozostaje bardziej segmentowany geograficznie.

Segment 3: 2014–2020

Stabilizacja i niska intensywność integracji

Formalnie nadal występują dwa wektory kointegrujące, lecz siła relacji wyraźnie słabnie. Wartości własne stają się bardzo małe, a współczynniki alfa niemal zanikają. W praktyce ceny zbóż i cukru poruszają się raczej równolegle niż we wspólnym mechanizmie aktywnego arbitrażu i szybkiej korekty odchyłeń od równowagi długookresowej. Okres 2014–2020 odpowiadał zatem fazie niskiej presji integracyjnej, w której stabilne otoczenie makroekonomiczne, tania energia i wysoka płynność globalna ograniczały intensywność transmisji fundamentalnych szoków między rynkami. Makroekonomicznie odpowiada on okresowi globalnej nadpłynności przy jednoczesnym spadku zmienności inflacyjnej. Po załamaniu cen ropy w 2014 r. oraz po przejściu Chin do wolniejszego modelu wzrostu rynki towarowe weszły w fazę relatywnej stagnacji. Dla rynków rolnych oznaczało to ograniczenie presji synchronizacyjnej. Ceny pozostawały współzależne, lecz nie tworzyły już silnych

mechanizmów wspólnego dostosowania. Integracja przyjmowała raczej formę równoległego dryfu niż aktywnej transmisji cenowej. Ten wynik ma duże znaczenie teoretyczne. Pokazuje, że finansyzacja nie działa liniowo. W okresach niskiej zmienności globalnej przepływy finansowe mogą nawet osłabiać relacje fundamentalne, ponieważ ceny coraz silniej odzwierciedlają heterogeniczne strategie portfelowe zamiast wspólnych ograniczeń podaży i popytu.

Segment 4: 2020–2022

Pandemia i wojna jako mechanizm stymulujący integrację rynków

System osiąga praktycznie pełną kointegrację. Test Johansena wskazuje istotność nawet dla rzędu trzeciego. Oznacza to niemal całkowitą dominację wspólnego trendu stochastycznego. Ekonomicznie jest to rezultat nakładania się kilku szoków jednocześnie:

- pandemicznego zerwania łańcuchów dostaw,
- gwałtownego wzrostu kosztów transportu,
- ekspansji monetarnej banków centralnych,
- kryzysu energetycznego, oraz
- napięć geopolitycznych.

W takich warunkach heterogeniczność poszczególnych rynków zaczyna zanikać. Wszystkie ceny reagują na ten sam zbiór globalnych ograniczeń podaży i płynności. Szczególnie interesująca staje się rola cukru. W poprzednich segmentach był relatywnie słabiej zintegrowany z systemem zbóż. W okresie pandemiczno-wojennym staje się pełnoprawnym komponentem wspólnej dynamiki cenowej. Jest to skutkiem dominacji kosztów energii i transportu nad lokalnymi determinantami podaży. W praktyce system zaczyna zachowywać się jak jeden agregat makrotowarowy.

Segment 5: 2022–2024

Częściowa normalizacja po szoku wojennym

Po 2022 r. liczba relacji kointegracyjnych pozostaje wysoka, lecz struktura systemu ponownie się zmienia. Rynek wychodzi z fazy pełnej synchronizacji kryzysowej i wraca do bardziej selektywnej integracji. Wektory beta stają się mniej stabilne ekonomicznie, a część współczynników osiąga bardzo wysokie wartości bezpośrednio wynikające z niestabilności skalowania. To symptom przejścia między reżimami. Jednocześnie integracja między pszenicą konsumpcyjną i paszową utrzymuje się na relatywnie wysokim poziomie. Wojna rosyjsko-ukraińska trwale zwiększyła znaczenie wspólnych determinant podaży dla europejskiego rynku zbóż. Czarnomorski kanał eksportowy stał się wspólnym źródłem ryzyka dla obu segmentów rynku.

Mechanizm ekonomiczny

Zmiany kointegracji można interpretować jako rezultat przełączania się między dwoma mechanizmami cenotwórczymi. W warunkach stabilnych dominują czynniki lokalne: jakość ziarna, struktura handlu fizycznego, regionalna podaż, logistyka i segmentacja odbiorców, a integracja słabnie. W warunkach kryzysowych dominują czynniki globalne: płynność dolarowa, energia, koszty transportu i ryzyko geopolityczne, integracja zaś gwałtownie rośnie. Tym samym kryzysy nie dezintegrują rynku rolnego, ale redukują jego lokalność.

Widać również trwałą asymetrię między rynkiem paryskim i londyńskim. Paryż pozostaje silniej sprzężony z systemem finansowym Europy kontynentalnej. Londyn zachowuje większą wrażliwość na warunki obrotu pszenicą w formie fizycznej oraz zachowania kupców towarowych i dostawców. W okresach spokojnych prowadzi to do częściowej segmentacji. W okresach kryzysowych różnica zanika.

Odporność wyników

Wyniki są wyjątkowo spójne między segmentami. We wszystkich okresach odrzuca się hipotezę braku kointegracji. Zmienia się jednak liczba relacji równowagi oraz intensywność dostosowań. To oznacza, że integracja europejskich rynków rolnych ma charakter trwały, ale jej architektura jest zmienna reżimowo. Szczególnie ważna jest stabilność wyników mimo obecności licznych zmiennych egzogenicznych. Integracja między rynkami zbóż i cukru nie jest wyłącznie produktem wspólnej ekspozycji na dolara, ropę czy indeksy giełdowe. Ma również charakter fundamentalny.

Ocena

Badanie wskazuje, że europejskie rynki rolne tworzą system częściowo zintegrowany strukturalnie, lecz podatny na gwałtowne przejścia między reżimami integracji. Najbardziej interesujący rezultat dotyczy okresów kryzysowych. Wbrew intuicji wzrost niepewności nie prowadzi do rozpadu relacji cenowych. Następuje odwrotny proces: heterogeniczne rynki zaczynają reagować niemal synchronicznie. To istotny argument przeciw uproszczonym interpretacjom finansyzacji jako czynnika destabilizującego relacje fundamentalne. W momentach silnych szoków podaźowych mechanizmy fundamentalne odzyskują dominację nad fragmentacją finansową. Jednocześnie bardzo małe współczynniki alfa sugerują, że dostosowania do równowagi są powolne. Europejski rynek rolny pozostaje zatem zintegrowany bardziej przez wspólny trend niż przez szybki arbitraż.

Wnioski

Kointegracja europejskich rynków rolnych nie jest parametrem stałym. Zmienia się wraz z globalnym reżimem makroekonomicznym. W okresach względnej stabilności integracja słabnie i ujawniają się lokalne różnice strukturalne między rynkami. W okresach kryzysowych system przechodzi natomiast w stan quasi-jednorodny, zdominowany przez wspólne impulsy energetyczne, logistyczne i geopolityczne. Pandemia COVID-19 i wojna rosyjsko-ukraińska doprowadziły do najwyższego poziomu synchronizacji cenowej w całym badanym okresie. Kryzys działał tutaj jako mechanizm integrujący.

Wyniki sugerują również, że europejskie rynki *futures* pozostają częściowo odporne na pełną homogenizację finansową. Integracja istnieje, lecz nie eliminuje różnic instytucjonalnych między segmentami rynku. Londyn zachowuje większy komponent fundamentalny i handlowy. Paryż pozostaje silniej osadzony w europejskim obiegu finansowym. W warunkach normalnych różnica ta jest widoczna. W warunkach globalnego szoku zostaje czasowo zawieszona przez dominację wspólnego ograniczenia makroekonomicznego.

Segment 1

Johansen test:

Number of equations = 4

Lag order = 5

Estimation period: 2010-01-08 - 2011-12-19 (T = 507)

Case 3: Unrestricted constant

Exogenous regressor(s): Kakao_rozl Etanol_EUR CHF_FX USD_FX CAC40 FTSE100
FTSE_glob_xUS SP500 ShanghaiComp Ropa_Brent_rozl Miedz_rozl

Log-likelihood = 20710 (including constant term: 19271.2)

Cointegration tests, ignoring exogenous variables

Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value

0	0.32648	279.16 [0.0000]	200.38 [0.0000]
1	0.098004	78.776 [0.0000]	52.295 [0.0000]
2	0.045582	26.481 [0.0005]	23.653 [0.0009]
3	0.0055622	2.8279 [0.0926]	2.8279 [0.0926]

Corrected for sample size (df = 475)

Rank Trace test p-value

0	279.16 [0.0000]
1	78.776 [0.0000]
2	26.481 [0.0006]
3	2.8279 [0.0932]

Note: in general, the test statistics above are valid only in the absence of additional regressors.

eigenvalue 0.32648 0.098004 0.045582 0.0055622

beta (cointegrating vectors)

hpt_EBM_rozl	3.9254	0.97927	-3.5293	-3.9537
hpt_WHT_rozl	-10.415	-9.7402	5.4682	3.5577
hpt_EMA_rozl	5.8788	8.3905	-1.8482	1.3711
hpt_SUG_rozl	0.53647	0.40786	-0.072242	0.023983

alpha (adjustment vectors)

hpt_EBM_rozl	-7.7254e-007	2.8863e-006	2.7026e-006	-4.1110e-007
hpt_WHT_rozl	4.9876e-008	1.5979e-006	-1.0863e-006	-1.0512e-006
hpt_EMA_rozl	-9.2815e-007	-3.4575e-006	1.1734e-006	-7.4400e-007
hpt_SUG_rozl	-2.0069e-005	6.3946e-007	-2.5418e-007	1.9972e-007

renormalized beta

hpt_EBM_rozl	1.0000	-0.10054	1.9096	-164.86
hpt_WHT_rozl	-2.6531	1.0000	-2.9587	148.34
hpt_EMA_rozl	1.4977	-0.86143	1.0000	57.173
hpt_SUG_rozl	0.13667	-0.041873	0.039088	1.0000

renormalized alpha

hpt_EBM_rozl	-3.0325e-006	-2.8113e-005	-4.9950e-006	-9.8592e-009
hpt_WHT_rozl	1.9578e-007	-1.5564e-005	2.0076e-006	-2.5211e-008
hpt_EMA_rozl	-3.6433e-006	3.3677e-005	-2.1687e-006	-1.7843e-008
hpt_SUG_rozl	-7.8779e-005	-6.2285e-006	4.6977e-007	4.7898e-009

long-run matrix (alpha * beta')

hpt_EBM_rozl	hpt_WHT_rozl	hpt_EMA_rozl	hpt_SUG_rozl	
hpt_EBM_rozl	-8.1191e-006	-6.7511e-006	1.4117e-005	5.5763e-007
hpt_WHT_rozl	9.7505e-006	-2.5763e-005	1.4267e-005	7.3173e-007
hpt_EMA_rozl	-8.2290e-006	4.7113e-005	-3.7655e-005	-2.0107e-006
hpt_SUG_rozl	-7.8046e-005	0.00020211	-0.00011188	-1.0483e-005

Segment 2

Johansen test:

Number of equations = 4

Lag order = 5

Estimation period: 2011-12-20 - 2014-10-21 (T = 741)

Case 3: Unrestricted constant

Exogenous regressor(s): Kakao_rozl Etanol_EUR CHF_FX USD_FX CAC40 FTSE100
FTSE_glob_xUS SP500 ShanghaiComp Ropa_Brent_rozl Miedz_rozl

Log-likelihood = 30421.4 (including constant term: 28318.5)

Cointegration tests, ignoring exogenous variables

Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value

0	0.21211	269.83	[0.0000]	176.65	[0.0000]
1	0.10695	93.175	[0.0000]	83.814	[0.0000]
2	0.010600	9.3609	[0.3393]	7.8965	[0.3979]
3	0.0019743	1.4644	[0.2262]	1.4644	[0.2262]

Corrected for sample size (df = 709)

Rank Trace test p-value

0	269.83	[0.0000]
1	93.175	[0.0000]
2	9.3609	[0.3405]
3	1.4644	[0.2268]

Note: in general, the test statistics above are valid only in the absence of additional regressors.

eigenvalue 0.21211 0.10695 0.010600 0.0019743

beta (cointegrating vectors)

hpt_EBM_rozl	0.73777	0.47450	0.72764	-0.16218
hpt_WHT_rozl	-0.010588	0.64922	-0.68527	-0.57770
hpt_EMA_rozl	-0.56601	-1.1405	-0.17399	0.59344
hpt_SUG_rozl	0.10274	0.095829	0.023393	-0.24290

alpha (adjustment vectors)

hpt_EBM_rozl	-7.0678e-006	-1.4759e-006	7.3498e-007	1.3882e-007
hpt_WHT_rozl	-3.7198e-006	-8.7229e-007	-1.3785e-006	-1.0242e-008
hpt_EMA_rozl	-3.7712e-006	2.4557e-006	1.4077e-007	-5.4526e-007
hpt_SUG_rozl	-2.2114e-006	6.0155e-006	-2.1179e-007	5.7262e-007

renormalized beta

hpt_EBM_rozl	1.0000	0.73087	-4.1820	0.66766
hpt_WHT_rozl	-0.014352	1.0000	3.9385	2.3783
hpt_EMA_rozl	-0.76719	-1.7568	1.0000	-2.4431
hpt_SUG_rozl	0.13926	0.14761	-0.13445	1.0000

renormalized alpha

hpt_EBM_rozl	-5.2144e-006	-9.5817e-007	-1.2788e-007	-3.3719e-008
hpt_WHT_rozl	-2.7444e-006	-5.6631e-007	2.3984e-007	2.4879e-009
hpt_EMA_rozl	-2.7823e-006	1.5943e-006	-2.4492e-008	1.3245e-007
hpt_SUG_rozl	-1.6315e-006	3.9054e-006	3.6850e-008	-1.3909e-007

long-run matrix (alpha * beta')

hpt_EBM_rozl	hpt_WHT_rozl	hpt_EMA_rozl	hpt_SUG_rozl	
hpt_EBM_rozl	-5.4024e-006	-1.4672e-006	5.6382e-006	-8.8411e-007
hpt_WHT_rozl	-4.1596e-006	4.2362e-007	3.3341e-006	-4.9553e-007
hpt_EMA_rozl	-1.4262e-006	1.8528e-006	-1.0144e-006	-1.6391e-008
hpt_SUG_rozl	9.7585e-007	3.7432e-006	-5.2327e-006	2.0521e-007

Segment 3

Johansen test:

Number of equations = 4

Lag order = 5

Estimation period: 2014-10-22 - 2020-12-18 (T = 1608)

Case 3: Unrestricted constant

Exogenous regressor(s): Kakao_rozl Etanol_EUR CHF_FX USD_FX CAC40 FTSE100
FTSE_glob_xUS SP500 ShanghaiComp Ropa_Brent_rozl Miedz_rozl

Log-likelihood = 65864.5 (including constant term: 61301.2)

Cointegration tests, ignoring exogenous variables

Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value

0	0.054465	182.89 [0.0000]	90.054 [0.0000]
1	0.050464	92.831 [0.0000]	83.265 [0.0000]
2	0.0048938	9.5665 [0.3214]	7.8885 [0.3987]
3	0.0010430	1.6781 [0.1952]	1.6781 [0.1952]

Corrected for sample size (df = 1576)

Rank Trace test p-value

0	182.89 [0.0000]
1	92.831 [0.0000]
2	9.5665 [0.3219]
3	1.6781 [0.1952]

Note: in general, the test statistics above are valid only in the absence of additional regressors.

eigenvalue 0.054465 0.050464 0.0048938 0.0010430

beta (cointegrating vectors)

hpt_EBM_rozl	0.20723	-0.029742	0.11484	0.20978
hpt_WHT_rozl	-0.024555	-0.082858	0.24479	-0.27178
hpt_EMA_rozl	-0.060060	0.40150	-0.38408	0.17604
hpt_SUG_rozl	0.055845	-0.030505	0.0016001	-0.0071382

alpha (adjustment vectors)

hpt_EBM_rozl	-2.2140e-006	-1.6553e-006	-6.3684e-007	-2.4274e-007
hpt_WHT_rozl	-7.7404e-007	-2.4253e-006	-3.4392e-008	3.3675e-007
hpt_EMA_rozl	-4.4625e-007	-1.8461e-006	8.2452e-007	-2.2124e-007
hpt_SUG_rozl	-4.7635e-006	2.5278e-006	5.0339e-007	1.2587e-007

renormalized beta

hpt_EBM_rozl	1.0000	0.35895	-0.29900	-29.389
hpt_WHT_rozl	-0.11849	1.0000	-0.63735	38.075
hpt_EMA_rozl	-0.28983	-4.8456	1.0000	-24.662
hpt_SUG_rozl	0.26949	0.36816	-0.0041661	1.0000

renormalized alpha

hpt_EBM_rozl	-4.5879e-007	1.3715e-007	2.4460e-007	1.7327e-009
hpt_WHT_rozl	-1.6040e-007	2.0096e-007	1.3209e-008	-2.4038e-009
hpt_EMA_rozl	-9.2474e-008	1.5297e-007	-3.1668e-007	1.5792e-009
hpt_SUG_rozl	-9.8711e-007	-2.0945e-007	-1.9334e-007	-8.9848e-010

long-run matrix (alpha * beta')

hpt_EBM_rozl	hpt_WHT_rozl	hpt_EMA_rozl	hpt_SUG_rozl	
hpt_EBM_rozl	-5.3362e-007	1.0160e-007	-3.2975e-007	-7.2433e-008
hpt_WHT_rozl	-2.1572e-008	1.2002e-007	-8.5478e-007	2.8298e-008
hpt_EMA_rozl	1.0708e-008	4.2589e-007	-1.0701e-006	3.4294e-008
hpt_SUG_rozl	-9.7808e-007	-3.4667e-009	1.1298e-006	-3.4322e-007

Segment 4

Johansen test:

Number of equations = 4

Lag order = 5

Estimation period: 2020-12-21 - 2022-06-20 (T = 391)

Case 3: Unrestricted constant

Exogenous regressor(s): Kakao_rozl Etanol_EUR CHF_FX USD_FX CAC40 FTSE100
FTSE_glob_xUS SP500 ShanghaiComp Ropa_Brent_rozl Miedz_rozl

Log-likelihood = 15951.7 (including constant term: 14842.1)

Cointegration tests, ignoring exogenous variables

Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value

0	0.32394	267.07 [0.0000]	153.07 [0.0000]
1	0.20713	114.00 [0.0000]	90.751 [0.0000]
2	0.043820	23.250 [0.0022]	17.520 [0.0130]
3	0.014547	5.7295 [0.0167]	5.7295 [0.0167]

Corrected for sample size (df = 359)

Rank Trace test p-value

0	267.07 [0.0000]
1	114.00 [0.0000]
2	23.250 [0.0023]
3	5.7295 [0.0169]

Note: in general, the test statistics above are valid only in the absence of additional regressors.

eigenvalue 0.32394 0.20713 0.043820 0.014547

beta (cointegrating vectors)

hpt_EBM_rozl	1.0518	-2.0572	-5.9367	1.1819
hpt_WHT_rozl	0.30260	-0.38535	5.8915	0.60611
hpt_EMA_rozl	0.22426	2.2307	-0.10217	-0.40723
hpt_SUG_rozl	-1.9021	0.61133	3.1622	-2.1018

alpha (adjustment vectors)

hpt_EBM_rozl	-9.0478e-006	6.7873e-006	-1.1186e-006	2.6678e-007
hpt_WHT_rozl	-5.3285e-006	-2.5489e-006	-2.8432e-006	1.8829e-007
hpt_EMA_rozl	-1.0267e-005	-2.7085e-006	1.8081e-006	1.1939e-006
hpt_SUG_rozl	3.4477e-006	2.9774e-006	-1.4714e-006	2.0479e-006

renormalized beta

hpt_EBM_rozl	1.0000	5.3386	58.109	-0.56233
hpt_WHT_rozl	0.28769	1.0000	-57.666	-0.28837
hpt_EMA_rozl	0.21321	-5.7887	1.0000	0.19375
hpt_SUG_rozl	-1.8084	-1.5864	-30.952	1.0000

renormalized alpha

hpt_EBM_rozl	-9.5166e-006	-2.6155e-006	1.1428e-007	-5.6073e-007
hpt_WHT_rozl	-5.6046e-006	9.8223e-007	2.9048e-007	-3.9575e-007
hpt_EMA_rozl	-1.0799e-005	1.0437e-006	-1.8473e-007	-2.5093e-006
hpt_SUG_rozl	3.6264e-006	-1.1473e-006	1.5032e-007	-4.3043e-006

long-run matrix (alpha * beta')

hpt_EBM_rozl	hpt_WHT_rozl	hpt_EMA_rozl	hpt_SUG_rozl	
hpt_EBM_rozl	-1.6524e-005	-1.1782e-005	1.3117e-005	1.7261e-005
hpt_WHT_rozl	1.6741e-005	-1.7267e-005	-6.6669e-006	-8.0979e-007
hpt_EMA_rozl	-1.4550e-005	9.3130e-006	-9.0150e-006	2.1081e-005
hpt_SUG_rozl	8.6568e-006	-7.5314e-006	6.7310e-006	-1.3695e-005

Segment 5

Johansen test:

Number of equations = 4

Lag order = 5

Estimation period: 2022-06-21 - 2024-12-31 (T = 661)

Case 3: Unrestricted constant

Exogenous regressor(s): Kakao_rozl Etanol_EUR CHF_FX USD_FX CAC40 FTSE100
FTSE_glob_xUS SP500 ShanghaiComp Ropa_Brent_rozl Miedz_rozl

Log-likelihood = 26823.3 (including constant term: 24947.4)

Cointegration tests, ignoring exogenous variables

Rank Eigenvalue Trace test p-value Lmax test p-value

0	0.20878	262.84	[0.0000]	154.79	[0.0000]
1	0.12358	108.04	[0.0000]	87.196	[0.0000]
2	0.025424	20.845	[0.0061]	17.022	[0.0159]
3	0.0057670	3.8230	[0.0506]	3.8230	[0.0506]

Corrected for sample size (df = 629)

Rank Trace test p-value

0	262.84	[0.0000]
1	108.04	[0.0000]
2	20.845	[0.0062]
3	3.8230	[0.0507]

Note: in general, the test statistics above are valid only in the absence of additional regressors.

eigenvalue 0.20878 0.12358 0.025424 0.0057670

beta (cointegrating vectors)

hpt_EBM_rozl	-0.014045	-0.20734	2.0675	-0.90669
hpt_WHT_rozl	-0.73429	-0.66650	-1.1533	1.5801
hpt_EMA_rozl	0.62017	0.62810	-1.4328	-0.44625
hpt_SUG_rozl	-0.028779	0.066617	-0.27887	-0.056347

alpha (adjustment vectors)

hpt_EBM_rozl	6.1315e-007	4.6129e-006	-7.7615e-007	1.0862e-006
hpt_WHT_rozl	1.8365e-007	5.4528e-006	-3.3625e-007	-5.9884e-007
hpt_EMA_rozl	-2.6331e-006	3.0485e-006	2.0129e-006	2.8572e-007
hpt_SUG_rozl	1.3725e-005	6.6152e-007	1.7647e-006	-1.2989e-008

renormalized beta

hpt_EBM_rozl	1.0000	0.31108	-1.4430	16.091
hpt_WHT_rozl	52.281	1.0000	0.80489	-28.043
hpt_EMA_rozl	-44.156	-0.94239	1.0000	7.9197
hpt_SUG_rozl	2.0491	-0.099950	0.19463	1.0000

renormalized alpha

hpt_EBM_rozl	-8.6117e-009	-3.0745e-006	1.1121e-006	-6.1203e-008
hpt_WHT_rozl	-2.5794e-009	-3.6343e-006	4.8179e-007	3.3743e-008
hpt_EMA_rozl	3.6982e-008	-2.0318e-006	-2.8841e-006	-1.6100e-008
hpt_SUG_rozl	-1.9276e-007	-4.4090e-007	-2.5285e-006	7.3187e-010

long-run matrix (alpha * beta')

hpt_EBM_rozl	hpt_WHT_rozl	hpt_EMA_rozl	hpt_SUG_rozl	
hpt_EBM_rozl	-3.5545e-006	-9.1330e-007	3.9050e-006	4.4489e-007
hpt_WHT_rozl	-1.2854e-006	-4.3276e-006	4.2878e-006	4.8548e-007
hpt_EMA_rozl	3.3075e-006	-1.9683e-006	-2.7298e-006	-2.9857e-007
hpt_SUG_rozl	3.3304e-006	-1.2574e-005	6.4043e-006	-8.4232e-007

Aneks 9. Określenie relacji przyczynowości w sensie Grangera między cenami pszenicy paszowej i konsumpcyjnej

10.1. Wyniki testu

VAR system, lag order 5
 OLS estimates, observations 2010-01-08-2024-12-31 (T = 3908)
 Log-likelihood = -19923.915
 Determinant of covariance matrix = 91.901967
 AIC = 10.2077
 BIC = 10.2430
 HQC = 10.2203
 Portmanteau test: LB(48) = 343.36, df = 172 [0.0000]

Equation 1: EBM_rozl					Equation 2: WHT_EUR				
	coefficient	std. error	t-ratio	p-value		coefficient	std. error	t-ratio	p-value
const	0.594797	0.268031	2.219	0.0265 **	const	0.472229	0.208536	2.264	0.0236 **
EBM_rozl_1	0.918150	0.0198147	46.34	0.0000 ***	EBM_rozl_1	0.0246986	0.0154164	1.602	0.1092
EBM_rozl_2	0.0541944	0.0266557	2.033	0.0421 **	EBM_rozl_2	0.0136004	0.0207390	0.6558	0.5120
EBM_rozl_3	0.0153510	0.0266660	0.5757	0.5649	EBM_rozl_3	-0.00378167	0.0207470	-0.1823	0.8554
EBM_rozl_4	-0.0317293	0.0266280	-1.192	0.2335	EBM_rozl_4	-0.00625402	0.0207174	-0.3019	0.7628
EBM_rozl_5	0.0147767	0.0198001	0.7463	0.4555	EBM_rozl_5	-0.0255603	0.0154051	-1.659	0.0972 *
WHT_EUR_1	0.158494	0.0254627	6.225	5.34e-010 ***	WHT_EUR_1	1.03466	0.0198107	52.23	0.0000 ***
WHT_EUR_2	-0.175637	0.0354314	-4.957	7.46e-07 ***	WHT_EUR_2	-0.107565	0.0275667	-3.902	9.70e-05 ***
WHT_EUR_3	0.0371069	0.0355429	1.044	0.2965	WHT_EUR_3	0.0507364	0.0276535	1.835	0.0666 *
WHT_EUR_4	0.0433495	0.0355385	1.220	0.2226	WHT_EUR_4	-0.0126457	0.0276500	-0.4573	0.6474
WHT_EUR_5	-0.0352113	0.0255465	-1.378	0.1682	WHT_EUR_5	0.0296817	0.0198760	1.493	0.1354
Mean dependent var	209.4297	S.D. dependent var	50.55229		Mean dependent var	197.8129	S.D. dependent var	48.08723	
Sum squared resid	59624.98	S.E. of regression	3.911550		Sum squared resid	36092.90	S.E. of regression	3.043306	
R-squared	0.994028	Adjusted R-squared	0.994013		R-squared	0.996005	Adjusted R-squared	0.995995	
F(10, 3897)	64867.33	P-value(F)	0.000000		F(10, 3897)	97156.76	P-value(F)	0.000000	
rho	-0.000086	Durbin-Watson	1.999987		rho	-0.000646	Durbin-Watson	2.001219	
F-tests of zero restrictions:					F-tests of zero restrictions:				
All lags of EBM_rozl	F(5, 3897) = 6884.2 [0.0000]				All lags of EBM_rozl	F(5, 3897) = 2.7610 [0.0170]			
All lags of WHT_EUR	F(5, 3897) = 12.754 [0.0000]				All lags of WHT_EUR	F(5, 3897) = 10729. [0.0000]			
All vars, lag 5	F(2, 3897) = 0.95360 [0.3854]				All vars, lag 5	F(2, 3897) = 1.5777 [0.2066]			

For the system as a whole:

Null hypothesis: the longest lag is 4
 Alternative hypothesis: the longest lag is 5
 Likelihood ratio test: Chi-square(4) = 11.3511 [0.0229]

Comparison of information criteria:
 Lag order 5: AIC = 10.2077, BIC = 10.2430, HQC = 10.2203
 Lag order 4: AIC = 10.2086, BIC = 10.2375, HQC = 10.2188

10.2. Interpretacja wyników

Analiza dotyczy kierunku transmisji informacji cenowej pomiędzy europejskim rynkiem pszenicy konsumpcyjnej notowanej na Euronext w Paryżu a rynkiem pszenicy paszowej notowanej w Londynie. istotne jest ustalenie, który segment rynku szybciej absorbuje informacje ekonomiczne oraz który pełni funkcję dominującego ośrodka price discovery w europejskim systemie zbożowym.

Rozróżnienie to ma znaczenie strukturalne. Pszenica konsumpcyjna jest silniej powiązana z handlem eksportowym oraz globalnymi benchmarkami finansowymi.

Segment paszowy reaguje bardziej bezpośrednio na warunki podaży fizycznej, koszty żywienia zwierząt oraz krótkookresowe napięcia logistyczne. W warunkach rosnącej integracji rynków po 2010 r. nie było więc oczywiste, czy przewagę informacyjną zachowa większy i bardziej płynny rynek paryski, czy też rynek londyński silniej zakotwiczony w obrocie fizycznym.

Hipoteza

Hipoteza wyjściowa zakładała dominującą rolę rynku paryskiego. Oczekiwano, że ceny pszenicy konsumpcyjnej będą wyprzedzać ceny pszenicy paszowej z dwóch powodów.

1) Kontrakt na Euronext posiada większą płynność, większy udział inwestorów instytucjonalnych i silniejszą pozycję w europejskim handlu eksportowym. Rynek paryski funkcjonuje jako główny benchmark cenowy dla pszenicy w Unii Europejskiej oraz dla części rynku północnoafrykańskiego. W klasycznej logice mikrostruktury finansowej większy rynek powinien szybciej agregować informacje i efektywniej internalizować oczekiwania uczestników.

2) Oczekiwano efektu jakościowego. Pszenica konsumpcyjna podlega bardziej restrykcyjnym wymogom jakościowym niż pszenica paszowa, dlatego jej cena powinna reagować wcześniej na zmiany dotyczące podaży wysokiej jakości ziarna, warunków pogodowych oraz napięć eksportowych. Segment wyższej jakości często pełni funkcję cenotwórczą wobec segmentów niższych jakościowo.

Wyniki modelu VAR nie potwierdzają tej hipotezy.. Testy przyczynowości Grangera wskazują, że przeszłe ceny pszenicy paszowej istotnie poprawiają prognozę cen pszenicy konsumpcyjnej ($F=12.754$; $p<0.001$). Relacja odwrotna również występuje, ale jest wyraźnie słabsza ($F=2.761$; $p=0.017$). Hipoteza o dominacji rynku paryskiego została więc odrzucona jako opis krótkookresowej dynamiki informacyjnej.

Nie oznacza to jednak całkowitego zanegowania roli rynku paryskiego. Relacja od rynku konsumpcyjnego do paszowego pozostaje statystycznie istotna, choć słabsza. W sensie średniookresowym można więc utrzymywać, że MATIF zachowuje funkcję benchmarkową i wpływa na strukturę oczekiwań cenowych w Europie. Odrzucona została przede wszystkim hipoteza o jednoznacznej dominacji krótkookresowej.

Identyfikacja

Identyfikacja relacji opiera się na kilku przesłankach.

- Próba obejmuje ponad 3900 obserwacji dziennych z lat 2010–2024. Obejmuje więc okresy silnych zaburzeń strukturalnych: kryzys zadłużeniowy strefy euro, rosyjskie embargo eksportowe z 2010 r., pandemię COVID-19, kryzys energetyczny oraz wojnę rosyjsko-ukraińską. Dzięki temu estymowana relacja nie odzwierciedla pojedynczego epizodu rynkowego, lecz trwałe mechanizmy transmisji informacji.
- Oba kontrakty reprezentują ten sam szeroki rynek geograficzny, ale odmienne segmenty funkcjonalne. Ogranicza to ryzyko identyfikacji pozornej przyczynowości wynikającej wyłącznie z globalnego trendu cenowego.
- Przeliczenie notowań londyńskich na euro eliminuje dodatkowo wpływ zmian kursowych GBP/EUR, dzięki czemu model identyfikuje relację cenową między segmentami rynku zbożowego, a nie efekt walutowy.

Dobór pięciu opóźnień odpowiada długości tygodnia roboczego, co przekłada się na krótkookresową strukturze handlu towarowego. W praktyce europejskiego rynku wiele impulsów eksportowych i logistycznych materializuje się w ciągu kilku dni sesyjnych, nie koniecznie zaś natychmiast.

Model

Zastosowano dwuwymiarowy model VAR(5), gdzie wektor Y_t obejmuje ceny pszenicy konsumpcyjnej notowanej w Paryżu oraz ceny pszenicy paszowej notowanej w Londynie po przeliczeniu na euro. Wybór pięciu opóźnień został potwierdzony testem ilorazu wiarygodności ($\chi^2=11.35$; $p=0.0229$). Kryteria informacyjne wskazują niewielką przewagę modelu z czterema opóóźnieniami, lecz różnice pozostają marginalne. Zachowanie piątego opóóźnienia pozwala uchwycić pełniejszą strukturę tygodniowej transmisji cenowej.

Oba szeregi wykazują bardzo silną autoregresję. Parametr przy pierwszym opóóźnieniu dla pszenicy konsumpcyjnej wynosi 0.918, a dla pszenicy paszowej przekracza 1.03. Oznacza to wysoką inercję cen oraz silne zakotwiczenie oczekiwań rynkowych. Najbardziej wartościowy informacyjnie element modelu dotyczy wpływu rynku londyńskiego na rynek paryski. Pierwsze dwa opóóźnienia cen pszenicy paszowej są silnie istotne statystycznie i posiadają przeciwne znaki. Struktura ta wskazuje na szybki mechanizm korekcyjny: rynek paryski reaguje na impuls z rynku londyńskiego natychmiast, ale część reakcji zostaje skorygowana w kolejnych dniach.

Mechanizm

Mechanizm transmisji można interpretować przez pryzmat różnicy między rynkiem bardziej finansowym a rynkiem silniej zakotwiczonym w obrocie fizycznym. Rynek londyński pozostaje bliżej fundamentów podaży i popytu. Pszenica paszowa jest silniej związana z bieżącymi decyzjami producentów zwierzęcych, kosztami substytucji pasz oraz lokalnymi napięciami logistycznymi. W rezultacie ceny szybciej reagują na informacje dotyczące podaży fizycznej. Rynek paryski funkcjonuje inaczej. Kontrakt na giełdzie Euronext jest szerzej wykorzystywany przez uczestników finansowych, fundusze CTA i inwestorów indeksowych. Oznacza to większą płynność, ale również większy udział przepływów portfelowych niezwiązanych bezpośrednio z fizycznym handlem zbożem.

Po 2020 r. mechanizm ten wyraźnie się nasilił. Wzrost inflacji surowcowej, ekspansja strategii commodity index investing oraz napływ kapitału spekulacyjnego zwiększyły podatność rynku paryskiego na impulsy finansowe. Część krótkookresowych zmian cen mogła więc odzwierciedlać globalny sentyment inwestycyjny bardziej niż bieżące warunki podaży ziarna. Rynek londyński, mimo mniejszej skali, zachował wyższy udział commercial traders i słabszą integrację z przepływami finansowymi. W takich warunkach informacje fundamentalne mogły być dyskontowane szybciej niż na rynku bardziej zdominowanym przez NCT.

Stabilność wyniku

Wynik jest stabilny na poziomie struktury dynamicznej modelu. Wpływ cen pszenicy paszowej na ceny pszenicy konsumpcyjnej nie wynika z pojedynczego parametru, lecz z całego układu krótkookresowych zależności. Szczególnie pierwsze dwa opóóźnienia pozostają silnie istotne statystycznie. Asymetria przyczynowości również ma charakter trwały. Relacja od rynku

paryskiego do londyńskiego jest słabsza zarówno pod względem wartości statystyki F, jak i struktury parametrów indywidualnych.

Model dobrze absorbuje autoregresyjną dynamikę cen. Statystyki Durbin-Watsona pozostają praktycznie równe 2 w obu równaniach. Jednocześnie test Portmanteau odrzuca hipotezę pełnego braku autokorelacji reszt ($LB(48)=343.36$; $p<0.001$). Oznacza to, że część dynamiki pozostaje niewyjaśniona. Najbardziej prawdopodobnym źródłem są zmiany reżimowe związane z czynnikami egzogenicznymi. Nie podważa to wyniku przyczynowości Grangera, lecz wskazuje, że zależność między rynkami nie jest w pełni liniowa i stabilna w czasie.

Ocena modelu

Model poprawnie identyfikuje strukturę krótkookresowej transmisji cenowej pomiędzy dwoma segmentami europejskiego rynku pszenicy. Parametry są stabilne, a testy restrykcji jednoznacznie potwierdzają występowanie przyczynowości Grangera w obu kierunkach. Nie oznacza to jednak przyczynowości strukturalnej w sensie ekonomii eksperymentalnej lub modeli DSGE. Wynik wskazuje wyłącznie, że informacje zawarte w przeszłych cenach pszenicy paszowej poprawiają prognozę cen pszenicy konsumpcyjnej ponad informację zawartą w samym szeregu rynku paryskiego. Ekonomicznie istotna jest asymetria tej relacji. Gdyby rynek paryski pełnił jednoznacznie dominującą funkcję w procesie odkrywania cen, relacja odwrotna byłaby co najmniej równie silna. To jednak nie zachodzi.

Wnioski

Europejski rynek pszenicy tworzy system wzajemnie powiązanych segmentów cenowych, ale przepływ informacji nie jest symetryczny. Rynek londyński wykazuje silniejszą zdolność krótkookresowego wyprzedzania rynku paryskiego niż odwrotnie. Wynik ten podważa intuicję opartą wyłącznie na wielkości i płynności rynku. Większa skala rynku paryskiego nie przekłada się automatycznie na szybsze przetwarzanie informacji fundamentalnych.

Interpretacja ekonomiczna prowadzi do rozróżnienia między płynnością finansową a efektywnością informacyjną wobec rynku fizycznego. Rynek pszenicy pozostaje relatywnie słabo ufinansowany w porównaniu z ropą naftową czy metalami przemysłowymi. W takich warunkach większy udział kupców towarowych i dostawców nadal odgrywa istotną rolę w procesie odkrywania cen. W efekcie rynek bardziej ufinansowany nie musi być rynkiem szybciej identyfikującym zmiany realnej równowagi podaży i popytu. W badanym okresie funkcję tę częściowo pełnił segment paszowy notowany w Londynie.

Aneks 10. Ocena dynamiki liczby uczestników badanych rynków

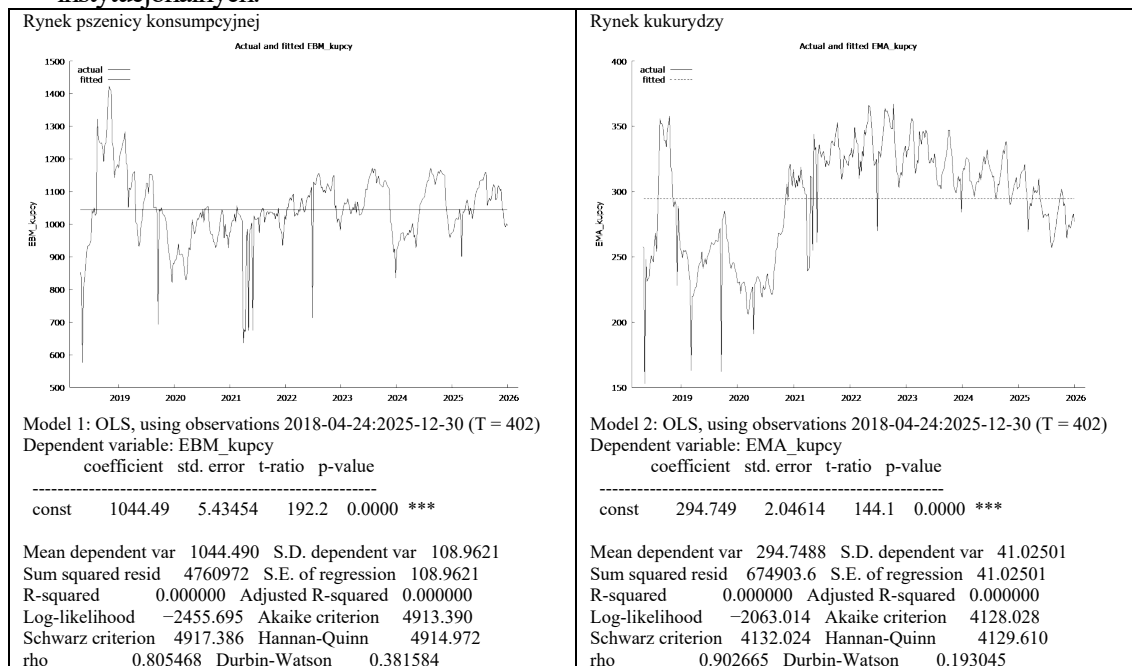
Problem

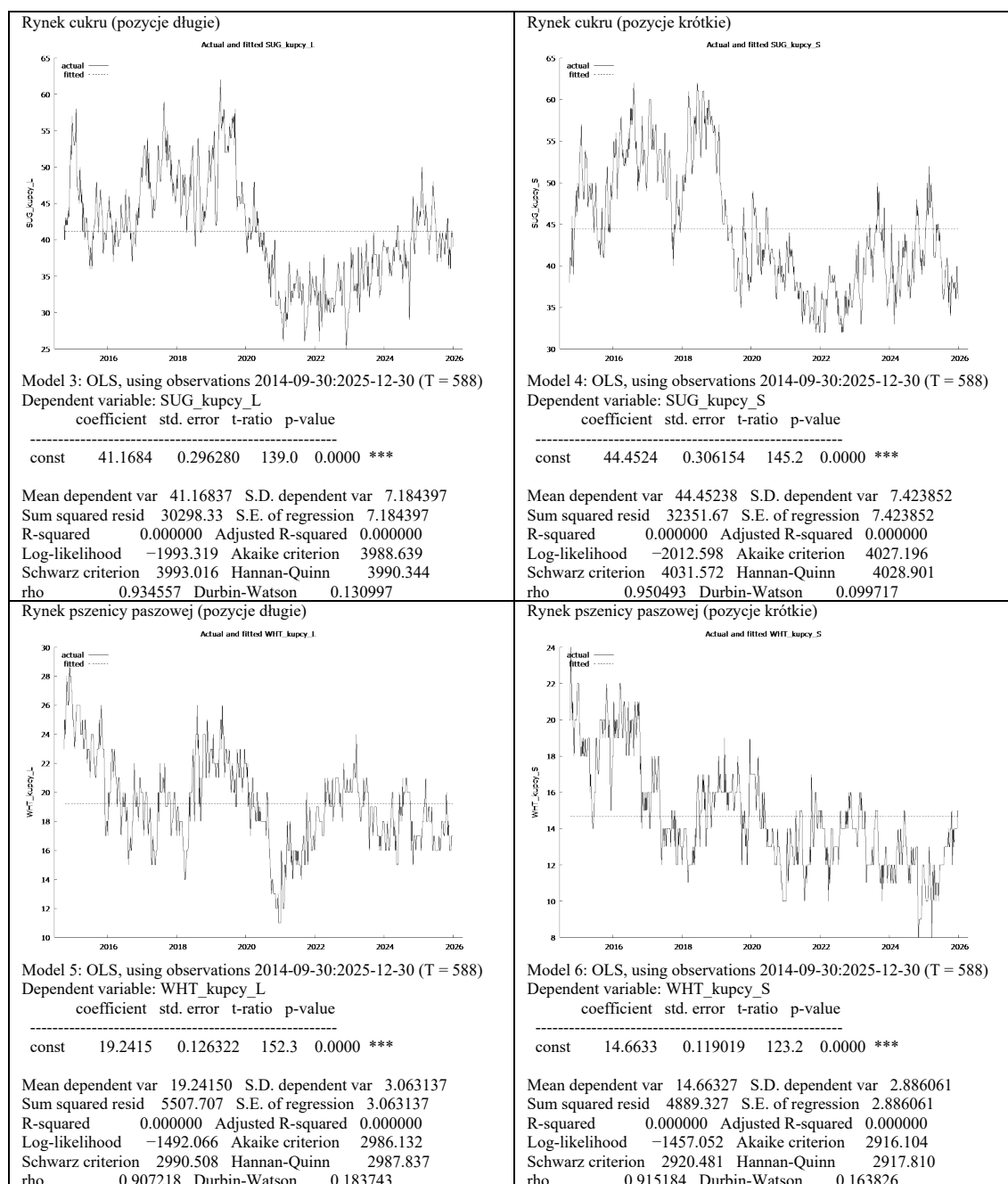
Analiza dotyczy zjawiska *financial deepening* na europejskich giełdach futures dla towarów rolnych. Pytanie badawcze odnosi się do strukturalnej transformacji uczestników rynku: czy w latach po kryzysie finansowym oraz po ekspansji inwestowania indeksowego następował trwały wzrost liczby uczestników komercyjnych na europejskich rynkach kontraktów terminowych. Problem ma znaczenie szersze niż sama dynamika liczebności uczestników. W literaturze ekonomicznej *financial deepening* oznacza wzrost płynności rynku, rozszerzenie bazy uczestników, większą zdolność absorpcji ryzyka oraz rosnącą integrację z globalnym systemem finansowym. W przypadku rynków towarowych zjawisko to bywa interpretowane ambiwalentnie. Z jednej strony zwiększa efektywność obrotu i możliwości *hedgingu*. Z drugiej zaś, może osłabiać rolę rynku jako mechanizmu odkrywania cen fundamentalnych. W badaniu przyjęto węższe, mikrostrukturalne rozumienie *financial deepening*: Jeżeli liczba uczestników komercyjnych nie wykazuje trwałego trendu wzrostowego, oznacza to brak pogłębiania rynku w sensie instytucjonalnym i ograniczoną ekspansję segmentu fizycznie zakorzonego handlu terminowego.

Hipoteza

Hipoteza zakładała brak efektu *financial deepening* na europejskich giełdach futures dla towarów rolnych. Oczekiwano, że liczba kupców towarowych i dostawców (ang. *commercial traders*) pozostanie względnie stabilna w czasie, bez trwałej tendencji wzrostowej. Założenie to wynikało z kilku przesłanek strukturalnych:

1. Europejskie rynki rolne pozostają relatywnie niewielkie w porównaniu z amerykańskimi centrami obrotu. Kontrakty na Euronext i ICE Europe mają istotne znaczenie regionalne, lecz nie osiągnęły skali globalnej dominacji charakterystycznej dla CME Group.
2. Po okresie gwałtownej finansyzacji rynków towarowych w latach 2005–2012 napływ nowych uczestników na rynki rolne wyraźnie osłabł. Kapitał indeksowy koncentrował się przede wszystkim na rynku energii, metali i szerokich indeksach surowcowych, natomiast europejskie kontrakty rolne zachowały częściowo wyspecjalizowany charakter.
3. Wzrost regulacyjny po kryzysie finansowym, zwłaszcza MiFID II oraz zaostrzenie wymogów raportowych, ograniczył atrakcyjność części segmentów rynku dla nowych uczestników instytucjonalnych.





Identyfikacja

Identyfikacja opiera się na prostym, lecz ekonomicznie precyzyjnym założeniu: gdy zachodzi *financial deepening*, liczba uczestników komercyjnych powinna wykazywać dodatni trend czasowy. Weryfikacja została przeprowadzona przy użyciu regresji metodą najmniejszych kwadratów. W modelach liczba *commercial traders* stanowiła zmienną zależną, natomiast trend czasowy pełnił funkcję zmiennej objaśniającej. Brak istotności trendu interpretowano jako brak pogłębiania się rynku.

Przyjęte podejście ma charakter konserwatywny. Nie bada zmian wartości pozycji, wolumenu obrotu ani udziału kapitału spekulacyjnego. Koncentruje się wyłącznie na liczebności uczestników komercyjnych, a więc podmiotów bezpośrednio związanych z handlem fizycznym, przetwórstwem i *hedgingiem*. Taka konstrukcja jest metodologicznie istotna. Często zmienną służącą do operacjonalizacji zjawiska *financial deepening* jest wzrost wolumenu obrotu. Problem polega na tym, że wzrost

obrotu może wynikać wyłącznie z intensyfikacji aktywności istniejących uczestników finansowych. Analiza liczby *commercial traders* pozwala uchwycić głębszą zmianę instytucjonalną: rozszerzanie się samej bazy uczestnictwa rynku.

Model

Model bazowy przyjmuje postać liniowego trendu czasowego, gdzie nachylenie linii trendu interpretuje się jako tempo pogłębiania rynku. W każdym przypadku estymacja prowadzi do sytuacji, w której model efektywnie redukuje się do samej stałej. Współczynniki determinacji są bliskie zeru. Oznacza to, że trend czasowy nie wyjaśnia zmian liczby uczestników. Na rynku pszenicy konsumpcyjnej średnia liczba *commercial traders* wynosi około 1044 podmiotów. Na rynku kukurydzy około 295. Dla londyńskiego rynku cukru średnia liczba uczestników po stronie długiej i krótkiej pozostaje bliska odpowiednio 41 i 44 podmiotom. Rynek pszenicy paszowej wykazuje jeszcze mniejszą skalę uczestnictwa. Najbardziej charakterystyczny element wyników stanowią bardzo wysokie współczynniki autokorelacji reszt (*rho*) oraz skrajnie niskie wartości statystyki Durbin-Watsona. Oznacza to silną trwałość krótkookresowych zmian liczby uczestników, ale brak trwałego kierunku długookresowego. Ekonomicznie odpowiada to rynkowi dojrzałemu instytucjonalnie, lecz nieznajdującemu się w fazie ekspansji.

Mechanizm

Brak postępującego *financial deepening* na europejskich giełdach rolnych wynika z kilku nakładających się mechanizmów. Pierwszy ma charakter strukturalny. Rynek *futures* dla towarów rolnych pozostaje relatywnie wyspecjalizowany. W przeciwieństwie do rynku energii czy instrumentów finansowych nie generuje efektów sieciowych. Znaczna część uczestników wykorzystuje kontrakty przede wszystkim do zabezpieczania ryzyka cenowego, a nie w celu realizacji strategii portfelowych. Drugi mechanizm dotyczy samej natury europejskiego rolnictwa. Europejski sektor rolno-spożywczy jest bardziej regulowany, mniej skoncentrowany kapitałowo i silniej zróżnicowany regionalnie niż sektor amerykański. Ogranicza to tempo centralizacji obrotu terminowego. Trzeci mechanizm wiąże się z ewolucją globalnej finansyzacji po 2010 r. Po pierwszej fali finansyzacji rynków towarowych, inwestorzy instytucjonalni zaczęli preferować bardziej płynne klasy aktywów: energię, indeksy akcyjne i instrumenty stopy procentowej. Europejskie kontrakty rolne nie stały się pełnoprawnym komponentem globalnego systemu zarządzania aktywami w takim stopniu jak ropa Brent czy kontrakty na WTI. Wreszcie po pandemii COVID-19 wzrost zmienności cen surowców nie przełożył się na trwały napływ nowych uczestników komercyjnych. Oznacza to, że wzrost obrotu w latach 2021–2023 był napędzany głównie intensyfikacją aktywności już istniejących uczestników, a nie rozszerzaniem bazy rynku.

Odporność wyników

Hipoteza została potwierdzona. W żadnym modelu nie stwierdzono statystycznie istotnej linii trendu. Estymacje sprowadzają się praktycznie do modelu średniej stałej. Oznacza to brak systematycznego wzrostu liczby uczestników komercyjnych zarówno na rynku pszenicy konsumpcyjnej i kukurydzy notowanych na Euronext, jak i na rynkach cukru oraz pszenicy paszowej notowanych w Londynie. Istotne jest jednak rozróżnienie między brakiem trendu liniowego a pełną stagnacją rynku. Wyniki nie sugerują zaniku aktywności uczestników komercyjnych. Wskazują raczej na stabilizację struktury uczestnictwa po wcześniejszej fazie ekspansji rynku *futures*.

Wynik jest jednoznaczny empirycznie. We wszystkich modelach trend czasowy okazuje się statystycznie nieistotny, a współczynnik determinacji pozostaje bliski zeru. Brak *financial deepening* można zauważyć niezależnie od rodzaju rynku: dotyczy zarówno giełdy Euronext, jak i ICE Futures Europe; zarówno zbóż, jak i cukru; zarówno pozycji długich, jak i krótkich. Istotne pozostaje jednak rozróżnienie między stabilnością liczby uczestników a stabilnością całego rynku. Bardzo wysoka autokorelacja reszt sugeruje, że liczba *commercial traders* podlega długim cyklom dostosowawczym i krótkookresowej inercji. Oznacza to, że uczestnicy rynku nie pojawiają się i nie znikają płynnie wraz ze zmianami cen. Struktura uczestnictwa ma charakter trwały i relacyjny. W praktyce odpowiada to rynkowi opartemu bardziej na długookresowych relacjach handlowych niż na oportunistycznym napływie kapitału.

Ocena modeli

Modele poprawnie identyfikują brak liniowego trendu wzrostowego liczby uczestników komercyjnych. Statystycznie oznacza to odrzucenie tezy o postępie zjawiska *financial deepening* w badanym okresie. Interpretacja ekonomiczna wymaga jednak ostrożności. Brak wzrostu liczby uczestników nie oznacza braku finansyzacji. Możliwe jest bowiem pogłębianie integracji finansowej poprzez wzrost aktywności istniejących uczestników, rozwój handlu algorytmicznego albo wzrost wartości pozycji. Wyniki wskazują raczej, że europejskie giełdy rolne nie weszły w fazę szerokiej instytucjonalnej ekspansji uczestnictwa. Pozostały rynkami relatywnie zamkniętymi, o stabilnej strukturze uczestników. To rozróżnienie ma znaczenie teoretyczne. Finansyzacja i *financial deepening* nie są procesami tożsamymi. Rynek może ulegać coraz silniejszej integracji z przepływami finansowymi bez równoczesnego wzrostu liczby uczestników komercyjnych.

Wnioski

Badanie nie dostarcza dowodów na występowanie efektu *financial deepening* na europejskich giełdach futures dla towarów rolnych w latach 2014–2025 i 2018–2025. Liczba uczestników komercyjnych pozostawała stabilna niezależnie od rynku i rodzaju kontraktu. Dotyczy to zarówno dużego rynku pszenicy konsumpcyjnej na Euronext, jak i mniejszych rynków londyńskich. Wynik ten sugeruje, że europejskie kontrakty rolne osiągnęły stadium dojrzałości instytucjonalnej bez przejścia do fazy masowej ekspansji uczestnictwa. Rynki te pozostają relatywnie wyspecjalizowane i silniej zakorzenione w fizycznym handlu towarowym niż w globalnym zarządzaniu aktywami.

Ekonomicznie oznacza to częściowe ograniczenie skali procesu finansyzacji. Nawet jeśli ceny kontraktów rolnych coraz silniej reagują na globalne impulsy makrofinansowe, sama struktura uczestników rynku nie uległa głębokiej transformacji. *Commercial traders* nadal tworzą względnie stabilny rdzeń rynku. To właśnie ta cecha odróżnia europejskie *futures* na towary rolne od najbardziej ufinansowanych segmentów współczesnego systemu finansowego. Integracja cenowa postępuje szybciej niż integracja instytucjonalna uczestników.