

**INTEGRATION OF UKRAINIAN GRAIN MARKETS
WITH FOREIGN MARKETS DURING RUSSIA'S INVASION OF UKRAINE**

**INTEGRACJA UKRAIŃSKICH RYNKÓW ZBÓŻ Z RYNKAMI ZAGRANICZNYMI
W CZASIE INWAZJI ROSJI NA UKRAINĘ**

MARIUSZ HAMULCZUK
DENYS CHEREVYK
OKSANA MAKARCHUK
TETYANA KUTS
LESIA VOLIAK

Citation: / Cytowanie: Hamulczuk, M., Cherevyk, D., Makarchuk, O., Kuts, T., & Voliak, L. (2023). Integration of Ukrainian Grain Markets with Foreign Markets During Russia's Invasion of Ukraine / Integracja ukraińskich rynków zbóż z rynkami zagranicznymi w czasie inwazji Rosji na Ukrainę. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 377(4), 1–25. <https://doi.org/10.30858/zer/177396>

Abstract

The paper aims to evaluate the implications of the Russian-Ukrainian conflict for the strength and nature of the integration of Ukrainian grain markets with world markets. The empirical research is based on the theoretical foundations of spatial market integration and the spatial market equilibrium model. According to them, changes in the integration of Ukrainian and world wheat, corn, and barley markets are evaluated via fluctuations in trade flow volumes, changes in trade costs and price co-movement. To analyze trade implications, monthly trade flow volumes, trade shares, and trade concentration measures during the conflict were compared with expected values assuming no war. To evaluate the implications of the conflict for trade costs, the authors analyzed differences between Ukrainian and world grain prices. Relying on the weekly price series, the price co-movement was assessed using the autoregressive distributed lag model (ARDL) and Granger instantaneous causality test. The results show that the strength of the integration of Ukrainian grain markets with world markets has deteriorated due to the conflict. It is confirmed by the decrease in the grain export volumes from Ukraine, the increase in price differences, and the lack of significant price transmission between Ukrainian and global grain markets since the war outbreak in February 2022. Moreover, the nature of the market integration has changed.

Mariusz Hamulczuk, PhD, DSc, Warsaw University of Life Sciences; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland (mariusz_hamulczuk@sggw.edu.pl). <https://orcid.org/0000-0002-4956-8516>

Denys Cherevyk, Msc, Warsaw University of Life Sciences; ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warsaw, Poland

(denys_cherevyk@sggw.edu.pl). <https://orcid.org/0000-0001-9744-4502>

Oksana Makarchuk, PhD, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony St, 15, Kyiv 03041, Ukraine (makarchuk.o.g@nubip.edu.ua). <https://orcid.org/0000-0002-5997-5879>

Tetyana Kuts, PhD, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony St, 15, Kyiv 03041, Ukraine (tetyana_kuts@nubip.edu.ua). <https://orcid.org/0000-0002-8389-6070>

Lesia Voliak, PhD, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony St, 15, Kyiv 03041, Ukraine (voliaklr@nubip.edu.ua). <https://orcid.org/0000-0001-7792-8729>

One can observe a growing role of the European Union countries in the Ukrainian grain export share and changes in the Ukrainian grain export concentration. Such behaviour is in line with the theoretical foundation of the spatial market equilibrium model and theory of international integration.

Keywords: spatial market integration, grains, Russian-Ukrainian war.

JEL codes: F15, Q13, Q17.

Abstrakt

Celem artykułu jest ocena wpływu konfliktu rosyjsko-ukraińskiego na siłę i charakter integracji ukraińskich rynków zbożowych z rynkami światowymi. Badania empiryczne odwołują się do teoretycznych podstaw przestrzennej integracji rynków i modelu równowagi przestrzennej. Zgodnie z nimi zmiany w integracji ukraińskich i światowych rynków pszenicy, kukurydzy i jęczmienia są oceniane za pomocą przepływów towarowych, kosztów wymiany handlowej i badania współzmienności cen. W celu oceny implikacji handlowych miesięczne przepływy towarowe, udziały w handlu i miary koncentracji handlu podczas konfliktu porównano z wartościami oczekiwanymi zakładającymi brak wojny. Aby ocenić wpływ konfliktu na koszty wymiany handlowej, przeanalizowano różnice między cenami zbóż w Ukrainie i na świecie. Opierając się na tygodniowych szeregach czasowych, współzmiennosc cen została oceniona za pomocą modelu ARDL i testu natychmiastowej przyczynowości Grangera. Wyniki pokazują, że siła integracji ukraińskich rynków zbożowych z rynkami światowymi osłabła w wyniku konfliktu. Potwierdza to spadek wolumenu eksportu zbóż z Ukrainy, wzrost różnic cenowych oraz brak istotnej transmisji cen między ukraińskimi i światowymi rynkami zbóż od momentu wybuchu wojny. Dodatkowo zmienił się charakter integracji rynków. Obserwujemy rosnącą rolę krajów Unii Europejskiej (UE) w udziale eksportu zbóż z Ukrainy oraz zmiany w koncentracji eksportu. Takie zachowanie jest zgodne z teoretycznymi podstawami modelu równowagi przestrzennej oraz teorią integracji międzynarodowej.

Słowa kluczowe: integracja przestrzenna rynków, zboża, wojna rosyjsko-ukraińska.

Kody JEL: F15, Q13, Q17.

Introduction

Well-functioning and spatially integrated agri-food markets are critical for economic welfare, as the production of agricultural commodities is not evenly distributed worldwide, and there is a necessity for exchanges between surplus and deficit regions. Spatial market integration is defined by how domestic markets respond to supply and demand shocks in other countries (Fackler & Goodwin, 2001). Its strength can be measured by trade flows, trade costs, or price co-movements (Barrett & Li, 2002; Hamulczuk, 2020). The efficient allocation of resources through specialization and the exploitation of comparative advantages can be listed as key benefits of spatial market integration. It is also an opportunity for increased domestic production and consumption, economies of scale, price risk reduction, or spread of ideas (Donaldson, 2015; Fackler & Goodwin, 2001).

One of the countries actively engaging in international agri-food trade is Ukraine, a significant world producer and exporter of several agricultural staple products, in particular grains and oilseeds. The growing integration of the Ukrainian agricultural markets with the world ones has been confirmed by many authors (e.g., Goychuk & Meyers, 2014;

Wstęp

Dobrze funkcjonujące i zintegrowane przestrzennie rynki rolno-żywnościowe mają kluczowe znaczenie dla dobrobytu ekonomicznego, ponieważ produkcja rolnicza nie jest równomiernie rozłożona na całym świecie i istnieje konieczność wymiany między regionami nadwyżkowymi i deficytowymi. Przestrzenna integracja rynków jest definiowana reakcją rynku krajowego na szoki podażowe i popytowe w innych krajach (Fackler i Goodwin, 2001). Jej siła może być mierzona przepływami towarowymi, kosztami wymiany handlowej lub współzmiennością cen (Barrett i Li, 2002; Hamulczuk, 2020). Efektywna alokacja zasobów poprzez specjalizację i wykorzystanie przewag komparatywnych mogą być wymienione jako kluczowe korzyści z przestrzennej integracji rynków. Jest to również okazja do zwiększenia krajowej produkcji i konsumpcji, wykorzystania korzyści skali, zmniejszenia ryzyka cenowego lub rozprzestrzeniania się innowacji (Donaldson, 2015; Fackler i Goodwin, 2001).

Jednym z krajów aktywnie angażujących się w międzynarodowy handel rolno-żywnościowy jest Ukraina, znaczący światowy producent i eksporter wielu podstawowych towarów rolnych, w szczególności

Götz et al., 2016; Hamulczuk et al., 2021). Russia's invasion of Ukraine in February 2022 caused substantial disruptions in world supply chains, leading to increased food world prices. However, the literature on the impact of the military conflict in Ukraine mainly refers to its expected impact on food availability (e.g., Lin et al., 2023; Mottaleb et al., 2022; Nóia Júnior et al., 2022) and global food supply chains (Ben Hassen & El Bilali, 2022; Jagtap et al., 2022).

The commonly accepted narrative assumes that due to the conflict, the supply of agri-food goods to the developing countries, net importers of Ukrainian grains, decreased significantly. Research on the trade and price consequences of the conflict is not as extensive, especially in the context of spatial market integration. Reports and papers indicate that the disruption of supply chains resulting from the conflict in Ukraine can influence the import of grains and prices in many regions of the world (Denysiuk & Orlova, 2023; Rose et al., 2023; World Trade Organization [WTO], 2023). Ihle et al. (2022) pointed to a higher synchronization of global grain, energy, and fertilizer prices due to the conflict. Some authors (Capitani & Gaio, 2023; Just & Echaust, 2022) have also indicated an increase in price risk and volatility spillover among agricultural commodities during the war in Ukraine.

In view of the above, the main scientific objective of our study is to assess the ex-post impact of the Russian-Ukrainian conflict on the strength and nature of the integration of Ukrainian grain markets with world ones. The authors are particularly interested in whether the war's observed trade and price implications align with the spatial equilibrium model. Relying on the literature review and theoretical framework of spatial integration, the following research questions have been addressed:

- What are the implications of the Russian-Ukrainian conflict for the Ukrainian export of wheat, corn, and barley?
- Has the grain price co-movement in Ukraine and worldwide decreased due to the conflict?
- What is the role of the Black Sea Grain Initiative (BSGI) and removing import quotas by the European Union for spatial market integration?

To the best of the experts' knowledge, such ex-post analyses have not yet been conducted. The study fills the research gap related to the impact of the Russian-Ukrainian war on the strength and nature of spatial market integration by analyzing commodity flows and price co-movements. The paper broadens the economic knowledge concerning the mechanisms of functioning agri-food commodity markets in the face

zbóż i nasion oleistych. Rosnąca integracja ukraińskich rynków rolnych z rynkami światowymi została potwierdzona przez wielu autorów (np. Goychuk i Meyers, 2014; Götz i in., 2016; Hamulczuk i in., 2021). Inwazja Rosji na Ukrainę w lutym 2022 r. spowodowała znaczne zakłócenia w światowych łańcuchach dostaw, prowadząc do wzrostu światowych cen żywności. Literatura dotycząca wpływu konfliktu zbrojnego w Ukrainie odnosi się jednak głównie do oczekiwanego jego wpływu na dostępność żywności (np. Lin i in., 2023; Mottaleb i in., 2022; Nóia Júnior i in., 2022) i na globalne łańcuchy dostaw żywności (Ben Hassen i El Bilali, 2022; Jagtap i in., 2022).

Powszechnie przyjęta narracja zakłada, że z powodu konfliktu znacznie zmniejszyła się podaż towarów rolno-żywnościowych do krajów rozwijających się, importerów netto zbóż z Ukrainy. Badania nad handlowymi i cenowymi konsekwencjami konfliktu nie są tak obszerne, zwłaszcza w kontekście przestrzennej integracji rynków. Raporty i artykuły wskazują, że zakłócenia łańcuchów dostaw wynikające z konfliktu w Ukrainie mogą wpływać na import zbóż i ceny w wielu regionach świata (Denysiuk i Orlova, 2023; Rose i in., 2023; World Trade Organization [WTO], 2023). Ihle i in. (2022) wskazali na wyższą synchronizację globalnych cen zbóż, energii i nawozów z powodu konfliktu. Niektórzy autorzy (Capitani i Gaio, 2023; Just i Echaust, 2022) wskazali również na wzrost ryzyka cenowego i przenoszenie się zmienności między cenami towarów rolnych podczas wojny w Ukrainie.

W związku z powyższym głównym celem naukowym niniejszego opracowania jest ocena *ex post* wpływu konfliktu rosyjsko-ukraińskiego na siłę i charakter integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi. Szczególnie ważne jest to, czy zaobserwowane implikacje handlowe i cenowe wojny są zgodne z oczekiwaniami wynikającymi z modelu równowagi przestrzennej. Opierając się na przeglądzie literatury i w ramach teoretycznych integracji przestrzennej, sformułowano następujące pytania badawcze:

- Jakie są konsekwencje konfliktu rosyjsko-ukraińskiego dla ukraińskiego eksportu pszenicy, kukurydzy i jęczmienia?
- Czy współzmiennność cen zbóż w Ukrainie i na świecie zmniejszyła się z powodu konfliktu?
- Jaka jest rola czarnomorskiej inicjatywy zbożowej (ang. *Black Sea Grain Initiative*, BSGI) i zniesienia kwot importowych przez Unię Europejską dla integracji przestrzennej rynków?

W świetle wiedzy ekspertów takie analizy *ex post* nie zostały jeszcze przeprowadzone. Analizy autorów artykułu wypełnią lukę badawczą związaną

of global shocks. A better understanding underlying the linkage between the conflict and market performance may also be useful for policymakers.

The subsequent parts of the paper are organized as follows. The next section consists of a literature review on the impact of the conflict on functioning agri-food-markets. The methodological section presents the theoretical framework of the research, data, and the methods applied. The empirical part of the research consists of analyzing trade and price implications of the conflict for the spatial integration of the Ukrainian grain markets. The paper ends with a summary.

Literature Review

Spatial Market Integration Concepts and Methods

This paper refers to the theoretical foundation of spatial market integration (Fackler & Goodwin, 2021) and the spatial market equilibrium model (Samuelson, 1952). Spatial market integration refers to single markets and is reflected in the strength and speed of the transmission of demand and supply shocks between different locations (in this case countries). The literature presents different, albeit interrelated, concepts underlying the definition of spatial integration of commodity markets.

In the first concept, spatial market integration refers to the interconnection processes between market participants, reflected in the flow of goods (Barrett & Li, 2002). As Knetter and Slaughter (1999) point out, the higher the number of trade partners, the higher the integration of domestic markets with the world. Also, the higher trade volumes indicate stronger spatial integration of markets. The second indicator is widely used as a measure of the market integration and globalization processes. It illustrates well the strengthening of the Ukrainian grain market integration with world markets over time. As recently as 2021, Ukraine's share of global grain trade accounted for 8.1%, whereas in 2000 it was less than 0.5% (United Nations Comtrade, n.d.). Such an increase in exports was due to the use of the potential resulting from favorable climatic and soil conditions, the increase in global demand for grains, as well as participation in trade liberalization processes, mainly accession to the World Trade Organization or the signing of the Deep and

z wpływem wojny rosyjsko-ukraińskiej na siłę i charakter przestrzennej integracji rynków poprzez analizę przepływów towarowych i współzmienności cen. Artykuł poszerza wiedzę ekonomiczną na temat mechanizmów funkcjonowania towarów rynków rolno-żywnościowych w obliczu globalnych szoków. Lepsze zrozumienie powiązań między konfliktem a funkcjonowaniem rynków może być również przydatne dla decydentów polityki ekonomicznej.

Kolejne części artykułu są zorganizowane w następujący sposób. Następną sekcją zawiera przegląd literatury na temat wpływu konfliktu na funkcjonowanie rynków rolno-żywnościowych. Część metodologiczna przedstawia ramy teoretyczne badań, dane i zastosowane metody. Część empiryczna badania zawiera analizę wpływu konfliktu na handel i ceny, a co za tym idzie – na przestrzenną integrację rynków zbóż. Artykuł kończy podsumowanie.

Przegląd literatury

Koncepcje i metody badania przestrzennej integracji rynków

Niniejsze opracowanie odnosi się do teoretycznych podstaw przestrzennej integracji rynków towarowych (Fackler i Goodwin, 2021) i modelu przestrzennej równowagi rynkowej (Samuelson, 1952). Przestrzenna integracja rynków odnosi się do pojedynczych rynków towarowych i znajduje odzwierciedlenie w sile i szybkości przenoszenia szoków popytowych i podażowych między różnymi lokalizacjami (w niniejszym przypadku krajami). Literatura przedstawia różne, aczkolwiek powiązane ze sobą, koncepcje leżące u podstaw definicji przestrzennej integracji rynków towarowych.

W pierwszej koncepcji przestrzenna integracja rynków odnosi się do procesów wzajemnych powiązań między uczestnikami rynku, odzwierciedlonych w przepływie towarów (Barrett i Li, 2002). Jak wskazują Knetter i Slaughter (1999), im większa liczba partnerów handlowych, tym silniejsza integracja rynków krajowych ze światem. Również wyższy wolumen wymiany handlowej świadczy o silniejszej przestrzennej integracji rynków. Ten drugi wskaźnik jest powszechnie stosowany jako miara integracji rynku i procesów globalizacji. Jego zmiany w czasie ilustrują wzrost integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi. Jeszcze w 2021 r. udział Ukrainy w światowym handlu zbożem wynosił 8,1%, podczas gdy w 2000 r. było to mniej niż 0,5% (United Nations Comtrade, b.d.). Taki wzrost eksportu wynikał z wykorzystania potencjału wynikającego z korzystnych warunków klimatycznych i glebowych, wzrostu światowego popytu na zboża, a także udziału w procesach liberalizacji handlu, głównie przystąpienia

Comprehensive Free Trade Areas (DCFTA) agreement with the European Union (Ostashko et al., 2022). In recent years, Ukraine has been widely acknowledged as a low-cost grain producer, allowing it to compete in the most price-sensitive export markets, particularly those in the Middle East and North Africa (Janzen & Zulauf, 2023).

The volume of trade and the propensity to arbitrage depend on the magnitude of trade costs (transportation, tariff and non-tariff barriers, risk, etc.). The higher trade costs, the lower propensity to exchange, and thus there is a weaker transmission of shocks between countries (the second concept). According to the arbitrage condition country price differences should not exceed the trade cost. This idea is reflected in the parity bounds model (PBM) where trade costs are estimated outside (Baulch, 1997) or within a model (Barrett & Li, 2002). Due to the difficulty in estimating trade costs in practice, it is often assumed that these costs are approximately equal to the differences between commodity prices in each country (under the assumption of good homogeneity). However, it should be noted that only in the case of direct trade between analyzed countries, price differences can be treated as a good approximation of trade costs (Hamulczuk, 2020). If both analyzed countries are net exporters and do not trade with each other price differences do not reflect trade costs.

The third concept involves taking the co-movement of commodity prices in different countries as a criterion for spatial market integration (Gonzalez-Rivera & Helfand, 2001; Hamulczuk et al., 2021). This concept is the most extensively referred to in empirical research on spatial equilibrium market integration. A lack of price co-movement implies a lack of the transmission of demand-supply shocks and information flow between countries. Spatial price transmission is frequently related to the law of one price (LOP) (Svanidze & Götz, 2019) according to which prices of homogeneous goods adjusted for trade costs and expressed in the same currency should have the same price in different locations. Referring to previous concepts, more substantial price co-movement occurs at lower trade costs and with higher trade flows. However, strong price co-movement often occurs despite the lack of direct exchange between countries due to the participation of countries in a broader trade network (e.g., exports to the same third-country markets) and information flows. A wide range of econometric models are used to study the spatial transmission of prices: single-equation or multi-equation, linear or non-linear, or parametric and non-parametric (Listorti & Esposti, 2012).

Ukrainy do WTO (ang. *World Trade Organization*), czy podpisania przez Ukrainę umowy o pogłębionej i kompleksowej strefie wolnego handlu (DCFTA) z Unią Europejską (Ostashko i in., 2022). W ostatnich latach Ukraina została powszechnie uznana za taniego producenta zbóż, co pozwala jej konkurować na najbardziej wrażliwych cenowo rynkach eksportowych, zwłaszcza na Bliskim Wschodzie i w Afryce Północnej (Janzen i Zulauf, 2023).

Wolumen wymiany handlowej i skłonność do arbitrażu zależą od poziomu kosztów wymiany handlowej (transportu, barier taryfowych i pozataryfowych, ryzyka itp.) Im wyższe koszty, tym skłonność do wymiany maleje, a tym samym słabsza jest transmisja szoków między krajami (druga koncepcja). Zgodnie z warunkiem arbitrażu przestrzennego różnice cen w poszczególnych krajach nie powinny przekraczać kosztów wymiany handlowej. Koncepcja ta znajduje odzwierciedlenie w modelu parytetu granicznego (ang. *parity bounds model*, PBM), w którym koszty handlowe są szacowane poza modelem (Baulch, 1997) lub w ramach modelu (Barrett i Li, 2002). Ze względu na trudności w oszacowaniu tych kosztów w praktyce często zakłada się, że są one w przybliżeniu równe różnicom między cenami towarów w poszczególnych krajach (przy założeniu ich jednorodności). Należy jednak przypomnieć, że jedynie w przypadku bezpośredniej wymiany handlowej pomiędzy analizowanymi krajami różnice cenowe mogą być traktowane jako dobre przybliżenie kosztów handlu (Hamulczuk, 2020). Jeśli oba analizowane kraje są eksporterami netto i nie handlują ze sobą, różnice cen nie odzwierciedlają kosztów wymiany handlowej.

Trzecia koncepcja zakłada przyjęcie współzmienności cen towarów w różnych krajach jako kryterium przestrzennej integracji rynków (Gonzalez-Rivera i Helfand, 2001; Hamulczuk i in., 2021). Koncepcja ta jest najczęściej przywoływana w badaniach empirycznych nad przestrzenną integracją rynków. Brak współzmienności cen oznacza brak transmisji szoków popytowo-podażowych i przepływu informacji między krajami. Przestrzenna transmisja cen jest często wiązana z prawem jednej ceny (ang. *law of one price*, LOP) (Svanidze i Götz, 2019), zgodnie z którym ceny jednorodnych towarów skorygowane o koszty wymiany handlowej i wyrażone w tej samej walucie powinny mieć tę samą cenę w różnych lokalizacjach. Odnosząc się do poprzednich koncepcji, silniejsza współzmiennność cen występuje przy niższych kosztach wymiany handlowej i wyższych przepływach towarowych. Warto jednak podkreślić, że silna współzmiennność cen często występuje pomimo braku bezpośredniej wymiany między krajami

It is worth emphasizing that the strength of spatial integration of commodity markets, including price transmission, may change over time. This is due to changes in trade policy, transport costs, or external shocks (Glick & Taylor, 2010; Listorti & Esposti, 2012; Rapsomanikis et al., 2006). Exogenous shocks, i.e., the COVID-19 pandemic, financial crises, political events or wars with the accompanying supply and demand shifts may be considered important factors affecting the degree of spatial market integration. The growing spatial integration of Ukrainian grain markets is confirmed by increasing co-movement and price transmission between Ukrainian and world markets (Goychuk & Meyers, 2014). It is worth noting that the Ukrainian grain market has become increasingly vulnerable to the implementation of temporary grains export or import restrictions (Adjemian et al., 2023; Götz et al., 2013; Götz et al., 2016), leading to a temporal deterioration of their market integration with foreign markets and increased price volatility. Also, Hamulczuk et al. (2021) proved time-varying price transmission between the Ukrainian and European Union sunflower oil prices.

Agri-Food Markets During the War in Ukraine

The most considerable disruption of Ukrainian agricultural markets since the fall of communism is Russia's invasion of Ukraine in February 2022. It has short- and long-term consequences for domestic and foreign markets. The immediate consequence of the war was the blockade of Ukrainian seaports, the core channel of agricultural commodity export (Martyshev et al., 2023). Before the war, the Odessa and Mykolaiv seaports accounted for over 90% of the total grain export volumes. Nevertheless, as indicated by Horská et al. (2023), coastal and non-coastal regions in Ukraine have been affected to varying degrees by the conflict. This applies to both export opportunities and agricultural production. The Russian-Ukrainian war has caused significant harm to agricultural production in Ukraine (Denysiuk & Orlova, 2023), especially in the eastern and southern regions. It should be noted that wheat cultivation areas are concentrated in south-eastern Ukraine.

ze względu na uczestnictwo krajów w szerszej sieci wymiany handlowej (np. eksport na te same rynki krajów trzecich) i przepływ informacji. Szeroki zakres modeli ekonometrycznych jest wykorzystywany do badania przestrzennego przenoszenia cen: jednorównaniowe lub wielorównaniowe, liniowe lub nieliniowe, parametryczne i nieparametryczne (Listorti i Esposti, 2012).

Należy podkreślić, że siła przestrzennej integracji rynków towarowych, w tym transmisji cen, może zmieniać się w czasie. Wynika to ze zmian w polityce handlowej, zmian kosztów transportu czy wpływu szoków zewnętrznych (Glick i Taylor, 2010; Listorti i Esposti, 2012; Rapsomanikis i in., 2006). Szoki egzogeniczne, tj. pandemii (np. COVID-19), kryzysy finansowe, wydarzenia polityczne czy wojny wraz z towarzyszącymi im zmianami podażowymi i popytowymi, można uznać za ważne czynniki wpływające na stopień integracji przestrzennej rynków. Rosnącą integrację przestrzenną ukraińskich rynków zbóż potwierdzają rosnące współzależności cen i transmisja cen między rynkami ukraińskimi i światowymi (Goychuk i Meyers, 2014). Warto zauważyć, że ukraiński rynek zbóż stał się też podatny na wdrażanie tymczasowych ograniczeń eksportu lub importu zbóż (Adjemian i in., 2023; Götz i in., 2013; Götz i in., 2016), co prowadzi do czasowego osłabienia ich przestrzennej integracji z rynkami zewnętrznymi i zwiększonej zmienności cen. Hamulczuk i in. (2021) wykazali również zmienną w czasie transmisję cen między cenami oleju słonecznikowego w Ukrainie i Unii Europejskiej.

Rynki rolno-żywnościowe podczas wojny na Ukrainie

Najbardziej znaczącym zakłóceniem dla ukraińskich rynków rolnych od upadku komunizmu jest inwazja Rosji na Ukrainę w lutym 2022 roku. Ma ona zarówno krótko- i długoterminowe konsekwencje dla rynków krajowych i zagranicznych. Bezpośrednią konsekwencją wojny była blokada ukraińskich portów morskich, głównego kanału eksportu ukraińskich towarów rolnych (Martyshev i in., 2023). Przed wojną porty morskie w Odessie i Mikołajowie odpowiadały za ponad 90% całkowitego eksportu zbóż. Niemniej jednak, jak wskazują Horská i in. (2023), konflikt w różnym stopniu dotknął ukraińskie regiony nadmorskie i leżące z dala od wybrzeża. Dotyczy to zarówno możliwości eksportowych, jak i produkcji rolnej. Wojna rosyjsko-ukraińska spowodowała znaczne szkody w produkcji rolnej w Ukrainie (Denysiuk i Orlova, 2023), zwłaszcza w regionach wschodnich i południowych. Należy pamiętać, że obszary uprawy pszenicy koncentrują się w południowo-wschodniej

In contrast, the agricultural enterprises in the central and northern regions specialize in the production of corn and barley. Some authors (Martyshev et al., 2023) stress a sharp decline in revenues of Ukrainian grain farmers due to difficulties with grain sales and low farm-gate prices on the domestic market. Severe crop and farm equipment losses and economic uncertainty have put many Ukrainian farmers on the brink of bankruptcy.

Rose et al. (2023) in their paper analyze the economic impacts of grain export disruptions caused by the Russia-Ukrainian war using the Global Trade Analysis Project (GTAP) computable general equilibrium model. They concluded that these disruptions affect not only Ukrainian and Russian agricultural markets but generate significant economic impacts on other countries. In particular, they point out the negative impact of the Russian-Ukrainian conflict on the global macroeconomic situation. Similar conclusions are depicted by Glauben et al. (2022).

Along with the outbreak of the conflict, food prices in many regions of the world rose very sharply, surpassing the price levels during the speculative bubble or the so-called Arab Spring (Glauben et al., 2022; Mottaleb et al., 2022; Nasir et al., 2022). The rise in world grain prices during the first phase of the war was due to a physical reduction in supply and increased uncertainty concerning future harvests or exports (Ihle et al., 2022). Those authors found that the supply chain disruptions increased the synchronization of grain, energy, and fertilizer prices. Moreover, they resulted in contagion across numerous food and non-food markets, creating a global covariate shock to food and energy safety. The growing uncertainty and increase in price volatility were indicated by Just and Echaust (2022) as well as Capitani and Gaio (2023). The authors stressed an increase in volatility spillover among agricultural commodities, where the most vital transmitters are wheat, corn, and barley.

Disruption of supply chains and higher staple food prices have led to concerns over food security in net food importing countries. This issue is one of the most investigated by researchers (e.g., Food and Agricultural Organization [FAO], 2022; Lin et al., 2023; Nóia Júnior et al., 2022; Mottaleb et al., 2022; WTO, 2023). According to them, countries in the Middle East and North Africa (MENA) are among the most vulnerable to war. The involvement of global international organizations is also required to meet the global demand for energy and food. The authors also call for active policies worldwide: not applying trade restrictions, stabilizing grain supplies through thoughtful inventory management and yield improvement, and increasing domestic wheat

Ukrainie. Z kolei przedsiębiorstwa rolne w regionach centralnych i północnych specjalizują się w produkcji kukurydzy i jęczmienia. Niektórzy autorzy (Martyshev i in., 2023) podkreślają gwałtowny spadek dochodów ukraińskich rolników uprawiających zboża ze względu na trudności ze sprzedażą ziarna i niskie ceny skupu na rynku krajowym. Poważne straty w uprawach i sprzęcie rolniczym oraz niepewność gospodarcza postawiły wielu ukraińskich rolników na skraju bankructwa.

Rose i in. (2023) w swoim opracowaniu analizują ekonomiczne skutki zakłóceń eksportu zboża spowodowanych wojną rosyjsko-ukraińską przy użyciu modelu równowagi ogólnej GTAP (ang. *Global Trade Analysis Project*). Doszli oni do wniosku, że zakłócenia te wpływają nie tylko na ukraińskie i rosyjskie rynki rolne, ale i mają znaczący wpływ na gospodarki innych krajów. Wskazują oni szczególnie negatywny wpływ konfliktu rosyjsko-ukraińskiego na globalną sytuację makroekonomiczną. Podobne wnioski przedstawiają Glauben i in. (2022).

Wraz z wybuchem konfliktu ceny żywności w wielu regionach świata gwałtownie wzrosły, przewyższając poziom cen z okresu bańki spekulacyjnej czy tzw. arabskiej wiosny (Glauben i in., 2022; Mottaleb i in., 2022; Nasir i in., 2022). Wzrost światowych cen zbóż w pierwszej fazie wojny wynikał z fizycznego zmniejszenia podaży i zwiększonej niepewności co do przyszłych zbiorów lub eksportu (Ihle i in., 2022). Autorzy ci stwierdzili, że zakłócenia w łańcuchu dostaw zwiększyły synchronizację cen zbóż, energii i nawozów. Co więcej, spowodowały one efekt zarażania na wielu rynkach żywnościowych i nieżywnościowych, tworząc globalny szok kowariancyjny dla bezpieczeństwa żywności i energii. Na rosnącą niepewność i wzrost zmienności cen wskazali Just i Echaust (2022) oraz Capitani i Gaio (2023). Autorzy podkreślili wzrost rozprzestrzeniania się zmienności wśród towarów rolnych, gdzie najważniejszymi przebieżnikami są pszenica, kukurydza i jęczmień.

Zakłócenia łańcuchów dostaw i wyższe ceny podstawowych towarów żywnościowych doprowadziły do obaw o bezpieczeństwo żywnościowe w krajach importujących żywność. Kwestia ta jest jedną z najczęściej badanych przez naukowców (np. Food and Agricultural Organization [FAO], 2022; Lin i in., 2023; Nóia Júnior i in., 2022; Mottaleb i in., 2022; WTO, 2023). Według nich kraje Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej (MENA) należą do najbardziej narażonych na skutki wojny. Aby zaspokoić globalne zapotrzebowanie na energię i żywność, konieczne jest również zaangażowanie globalnych organizacji międzynarodowych. Autorzy wzywają również do aktywnej polityki na całym świecie: niestosowania ograniczeń handlowych, stabilizacji dostaw zbóż

production. Other authors in their papers highlight problems and possible recovery of the agri-food supply system (Jagtap et al., 2022). One of the critical international initiatives to stabilise markets and address post-conflict food security, especially in MENA countries, is the Black Sea Grain Initiative (BSGI). The initiative has significantly increased Ukrainian grain export opportunities and reduced pressure on international agricultural prices. After a spike (the highest in history) in the months following the outbreak of the war, commodity prices have returned to pre-war levels. Therefore, BSGI appears to have significantly impacted the market participants' perceptions of the global supply and demand situation (Janzen & Zulauf, 2023; Martyshev et al., 2023).

poprzez przemysłane zarządzanie zapasami i poprawę plonów oraz zwiększenie krajowej produkcji pszenicy. Inni autorzy w swoich artykułach zwracają uwagę na problemy i możliwe uzdrowienie systemu dostaw rolno-żywnościowych (Jagtap i in., 2022;). Jedną z kluczowych międzynarodowych inicjatyw mających na celu stabilizację rynków i zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego po zakończeniu konfliktu, zwłaszcza w krajach Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej, jest inicjatywa czarnomorska (BSGI). Inicjatywa ta znacznie zwiększyła możliwości eksportowe dla ukraińskiego zboża i zmniejszyła presję na ceny światowe towarów rolnych. Pozostaje jednak wiele nierozwiązanych problemów. Po gwałtownym wzroście w miesiącach następujących po rozpoczęciu wojny (do najwyższego w ujęciu historycznym poziomu) ceny towarów powróciły do poziomów sprzed wojny. W związku z tym wydaje się, że podpisanie BSGI znacząco wpłynęło na postrzeganie przez sytuacji popytowo-podażowej przez uczestników rynku (Janzen i Zulauf, 2023; Martyshev i in., 2023).

Material and Methods

Theoretical Framework of Empirical Analysis

All mutually related concepts discussed in the “Spatial Market Integration Concepts and Methods” section are depicted in Figure 1. It presents the spatial equilibrium model for country A (exporter with lower prices, here: Ukraine, UA) and country B (importer with higher prices, here: rest of the world, RoW). The methodology of empirical research applied in this paper refers to all these concepts.

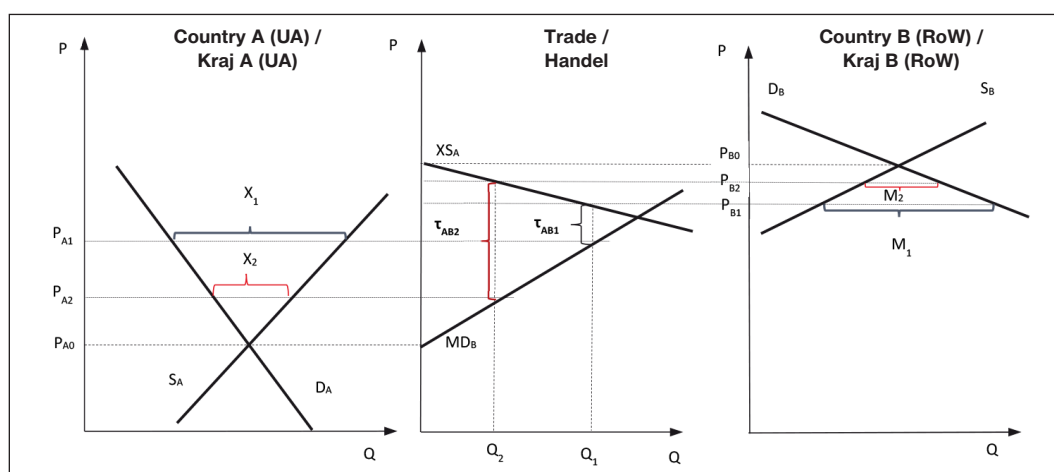
Materiał i metody

Ramy teoretyczne analizy empirycznej

Wszystkie wzajemnie powiązane koncepcje omówione w sekcji „Koncepcje i metody badania przestrzennej integracji rynków” zostały przedstawione na wykresie 1. Zawarto tam model równowagi przestrzennej dla kraju A (eksporter o niższych cenach, w tym przypadku Ukraina) i kraju B (importer o wyższych cenach, reszta świata, RoW). Metodyka badań empirycznych zastosowana w niniejszym opracowaniu odnosi się do wszystkich tych koncepcji.

Figure 1. Partial spatial equilibrium model

Wykres 1. Model przestrzennej równowagi częściowej



Source: authors' study based on Samuelson (1952).

Źródło: opracowanie własne na podstawie Samuelson (1952).

It should be noted that UA is smaller than RoW aggregate, which is reflected in different slopes of demand (D) and supply (S) curves. During the pre-war period, the quantity traded was $Q_1 = X_1 = M_1$, where X – export, M – import. Excessive export supply in country A (XS_A) equals excessive import demand in country B (MD_B) for trade costs at the τ_{AB1} level.

Along with the outbreak of the war, significant trade disruptions appeared due to the blockade of Ukrainian ports or other logistic constraints. Trade costs could increase significantly as a result of the increase of risk, increase of domestic transportation costs, or use of alternative road and rail transportation to foreign countries instead of maritime. The effects of these constraints are similar to those of non-tariff barriers such as import or export quotas or bans. As a result, since the outbreak of the conflict, one should expect an increase in trade costs from τ_{AB1} to τ_{AB2} .

As a result of the exclusion of a large world player like Ukraine, a rapid increase in world grain prices was expected due to real or expected grain shortages. In Ukraine, the war created additional surpluses, as a significant part of the domestic production of grains could not be exported. Therefore, it is expected that the RoW prices increase from PB_1 to PB_2 and simultaneously UA prices decrease from PA_1 to PA_2 . The changes mentioned above should also result in a lower price-co-movement. A lot of reports and news indicate the problem with the Ukrainian export of grains. Such a possibility is depicted in Figure 1 in a decrease in trade volumes from Q_1 to Q_2 . Therefore, it can be expected that the war should weaken the spatial integration of Ukrainian grain markets with the world ones, which will be examined using different data and methods but within a partial equilibrium framework.

Data

In order to verify theoretical mechanisms based on the spatial equilibrium model, monthly or weekly data on trade and prices of grains were used. A relatively high frequency of data allows us to track the consequences of war in different periods and apply time series models. The paper analyzes three of the Ukraine's most important grain markets: wheat, corn, and barley (99% of total grain production in Ukraine). Ukraine in 2021 was the second world exporter of barley, the third world exporter of corn, and the fifth exporter of wheat (UN Comtrade, n.d.).

Należy pamiętać, że Ukraina jest mniejszym krajem niż agregat RoW, co znajduje odzwierciedlenie w różnych nachyleniach krzywych popytu (D) i podaży (S). W okresie przedwojennym wielkość wymiany handlowej wynosiła $Q_1 = X_1 = M_1$, gdzie X – eksport, M – import. Nadmierna podaż eksportowa w kraju A (XS_A) równa się nadmiernemu popytowi importowemu w kraju B (MD_B) przy koszcie wymiany handlowej na poziomie τ_{AB1} .

Wraz z wybuchem wojny pojawiły się znaczące zakłócenia w handlu spowodowane blokadą ukraińskich portów lub innymi ograniczeniami logistycznymi. Koszty wymiany handlowej mogły ulec zwiększeniu w wyniku wzrostu ryzyka, kosztów transportu krajowego lub korzystania z alternatywnego transportu drogowego i kolejowego do innych krajów zamiast transportu morskiego. Skutki tych ograniczeń są podobne do skutków barier pozataryfowych, takich jak kontyngenty lub zakazy importu lub eksportu. W rezultacie od wybuchu konfliktu powinny wzrosnąć koszty handlowe z τ_{AB1} do τ_{AB2} .

W wyniku wykluczenia dużego gracza, jakim jest Ukraina, spodziewano się szybkiego wzrostu światowych cen z powodu rzeczywistych lub spodziewanych niedoborów zbóż. W Ukrainie wojna przyczyniła się do wykreowania dodatkowych nadwyżek, ponieważ znaczna część krajowej produkcji zbóż nie mogła być eksportowana. W związku z tym spodziewany jest wzrost cen światowych z PB_1 do PB_2 i jednoczesny spadek ukraińskich cen z PA_1 do PA_2 . Powyższe zmiany powinny również skutkować niższą współzależnością cen. Wiele raportów i wiadomości prasowych wskazuje na problem z eksportem zbóż przez Ukrainę. Na wykresie 1 taką możliwość obrazuje spadek wolumenu handlu z Q_1 do Q_2 . W związku z tym można oczekiwać, że wojna powinna osłabić przestrzenną integrację ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi, co zostanie zbadane przy użyciu różnych danych i metod, ale w ramach założeń modelu równowagi cząstkowej.

Dane

W celu weryfikacji mechanizmów teoretycznych modelu równowagi przestrzennej wykorzystano miesięczne lub tygodniowe dane dotyczące handlu i cen zbóż. Stosunkowo wysoka częstotliwość danych pozwala nam śledzić konsekwencje wojny w różnych okresach i zastosować modele szeregów czasowych. Przeprowadzono analizę trzech najważniejszych rynków zbóż w Ukrainie: pszenicy, kukurydzy i jęczmienia (99% całkowitej produkcji zbóż w Ukrainie). W 2021 r. Ukraina była drugim światowym eksporterem jęczmienia, trzecim

The first empirical concept applied is based on the trade approach. The authors used monthly data on the export volumes of grains from Ukraine from January 2020 to February 2023 according to the UN Comtrade database (n.d.). Moreover, monthly data for the export of grains within BSGI from August 2022 to May 2023, according to the United Nations, were used.

For the second and third empirical concepts (the price approach), the study used weekly price series for the analyzed grains in Ukraine and in the world markets (US and EU) from January 2016 to May 2023 (321 observations in the pre-war period and 66 in the war period). The authors employed domestic prices for Ukraine as there is a lack of complete quotations of export prices in Black Sea ports. Series based on quotations according to the CPT (carriage paid to) processing formula for wheat and corn, whereas ex-work price series were used for barley. Such data are comparable for pre- and post-war periods and could be used in spatial market integration analyses. These prices express domestic supply and demand conditions; before the war, they were strongly correlated with export prices. However, fragmented data indicate that after the outbreak of the war, such correlations might be much lower due to higher transfer costs between grain production (or storage) location and the border. In the authors' opinion, mixing the CPT processing and EXW Incoterms formulas does not significantly influence the results.

For each grain, the study also used additional quotations of prices in countries regarded as key players in the world. For wheat, the study is based on export US Gulf (SRW) prices and France export prices quoted in Rouen. The authors used export US Gulf (3YC) prices for corn and Hungarian farm-gate prices (other domestic price series for EU countries have over 10% of missing values). For barley, the authors used only the France export price series quoted in Rouen (there were no other available weekly quotations worldwide). Missing values were completed based on the interpolation of adjacent observations. All prices were quoted in USD per ton. The source price data was the European Commission (EC) and APK-inform.

światowym eksporterem kukurydzy i piątym eksporterem pszenicy (UN Comtrade, b.d.).

Pierwsza zastosowana koncepcja empiryczna opiera się na podejściu handlowym. Wykorzystano tutaj miesięczne dane na temat wolumenu eksportu zbóż z Ukrainy od stycznia 2020 r. do lutego 2023 r. uzyskane z UN Comtrade (b.d.). Ponadto wykorzystano miesięczne dane dotyczące eksportu zbóż w ramach umowy BSGI od sierpnia 2022 r. do maja 2023 r. według Organizacji Narodów Zjednoczonych.

W przypadku drugiej i trzeciej koncepcji empirycznej (podejście cenowe) wykorzystano tygodniowe szeregi cen analizowanych zbóż w Ukrainie i na rynkach światowych (USA i UE) od stycznia 2016 r. do maja 2023 r. (321 obserwacji w okresie przedwojennym i 66 w okresie wojny). Użyto cen krajowych dla Ukrainy z uwagi na brak pełnych notowań cen eksportowych w portach Morza Czarnego. Wykorzystano szeregi czasowe pochodzące z notowań zgodnie z formułą CPT (ang. *carriage paid to*) dla pszenicy i kukurydzy, podczas gdy dla jęczmienia wykorzystano notowania cen według formuły EXW. Takie dane są porównywalne dla okresów przed- i powojennych i mogą być wykorzystane w analizach przestrzennej integracji rynków. Ceny te wyrażają krajowe warunki popytowo-podażowe; przed wojną ceny te były silnie skorelowane z cenami eksportowymi. Fragmentaryczne dane wskazują jednak, że po wybuchu wojny takie korelacje mogą być znacznie niższe ze względu na wyższe koszty transferu między lokalizacją produkcji (lub magazynu) zboża a ukraińską granicą. W opinii autorów jednoczesne używanie formuł Incoterms, CPT i EXW nie wpływa znacząco na uzyskane wyniki badań.

Dla każdego rynku wykorzystano również dodatkowe notowania cen zbóż w krajach uznawanych za kluczowych graczy na świecie. W przypadku pszenicy wykorzystano amerykańskie ceny eksportowe US Gulf (SRW) oraz francuskie ceny eksportowe notowane w Rouen. W przypadku kukurydzy korzystano z amerykańskich cen eksportowych US Gulf (3YC) i węgierskich cen na wyjściu z gospodarstwa (w innych szeregach cen krajowych dla krajów UE brakowało ponad 10% obserwacji). W przypadku jęczmienia skorzystano tylko z francuskich szeregów cen eksportowych notowanych w Rouen (nie było innych dostępnych tygodniowych notowań na całym świecie). Brakujące wartości zostały uzupełnione na podstawie interpolacji sąsiednich obserwacji. Wszystkie ceny zostały wyrażone w USD za tonę. Źródłem danych o cenach była Komisja Europejska (KE) i APK-inform.

Methods

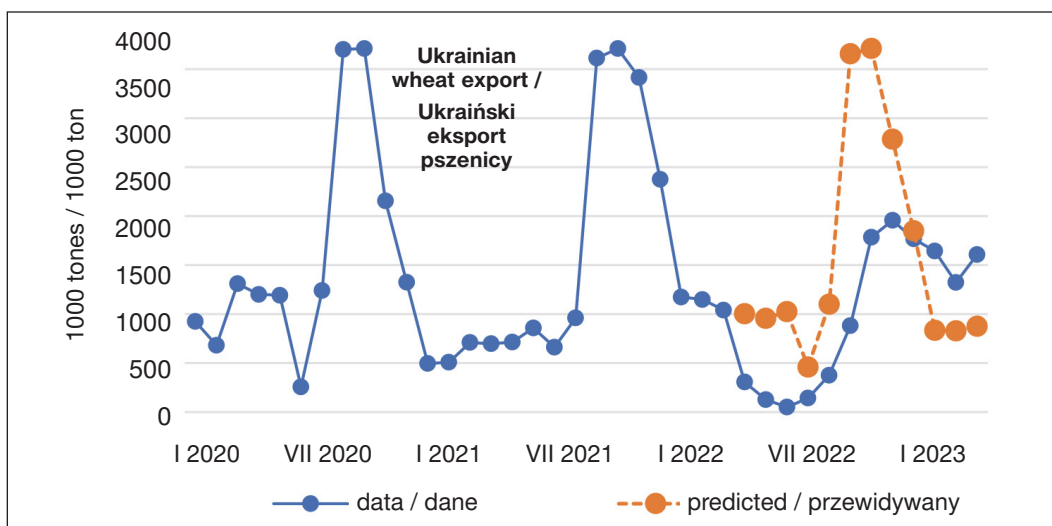
The first concept of assessing war consequences for market integration is based on trade flows. In that case, the authors used indicators such as export volumes, export or import shares, number of trading partners, and export concentration (the share of five most significant countries in total Ukrainian export – CR5). To show the war consequences, the authors compared these indicators' expected (predicted) values with counterfactual data during the war. Due to the seasonality of the variables, the predicted values were derived from the average of the corresponding months of the two years preceding the war. Differences, or the relationship between actual and predicted values, indicate changes in the strength or character of spatial grains market integration. Figure 2 expresses an example of the research idea. The projected values correspond to hypothetical grain exports under non-war conditions (see Q_1 in Figure 1) and data (since February 2022) to true grain exports during the war (see Q_2 in Figure 1).

Metody

Pierwsza koncepcja oceny konsekwencji wojny dla integracji rynków opiera się na analizie przepływów towarowych. W tym przypadku wykorzystano wskaźniki takie jak wolumen eksportu, udział w eksporcie lub imporcie, liczba partnerów handlowych i koncentracja eksportu (udział pięciu najważniejszych krajów w całkowitym eksporcie Ukrainy – CR5). Aby pokazać konsekwencje wojny, porównano oczekiwane (przewidywane) wartości tych wskaźników z danymi kontrfaktycznymi w okresie wojny. Ze względu na sezonowość zmiennych przewidywane wartości uzyskano na podstawie średniej z analogicznych miesięcy z dwóch lat poprzedzających wojnę. Różnice lub relacje między wartościami rzeczywistymi i przewidywanymi wskazują na zmiany w sile lub charakterze przestrzennej integracji rynków zbóż. Wykres 2 przedstawia przykład zastosowanego pomysłu badawczego. Przewidywane wartości odpowiadają hipotetycznemu eksportowi zboża w warunkach bez wojny (zob. Q_1 na wykr. 1), a dane (od lutego 2022 r.) rzeczywistemu eksportowi zboża w czasie wojny (zob. Q_2 na wykr. 1).

Figure 2. Comparison of hypothetical (projected) values with actual values

Wykres 2. Porównanie wartości hipotetycznych (prognozowanych) z wartościami rzeczywistymi



Source: authors' calculations based on the UN Comtrade database (n.d.).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych UN Comtrade (b.d.).

The second concept of empirical research is based on the analysis of differences between grain prices in Ukraine and world markets. Here, the authors graphically compared price development over time to assess their expectations expressed in the theoretical framework section. Moreover, price ratios were calculated and presented graphically.

Druga koncepcja badań empirycznych opiera się na analizie różnic między cenami zbóż w Ukrainie i na rynkach światowych. W tym przypadku graficznie porównano zmiany cen w czasie, aby ocenić oczekiwania wyrażone w części dotyczącej ram teoretycznych. Ponadto obliczono relacje cen i przedstawiono je graficznie.

To assess the influence of the war on the co-movement of the world and Ukrainian grain prices, the autoregressive distributed lag model (ARDL) was applied (equations 1 and 2). In the ARDL model, the current values of the dependent variable depend on its past realizations as well as the current and past values of additional explanatory variables. In the study, the authors estimated the models using the first data differences due to the non-stationarity of the price series. The integration of price series was examined using the well-known augmented Dickey–Fuller (ADF) test (with different determinist components). The number of lags (p) was selected with the use of the Akaike information criterion (AIC). It is well-described in many econometric textbooks and papers (see e.g. Enders, 2010).

The models were estimated separately for the pre-war and war periods to see how the war influenced price transmission processes. Also, based on this model, bivariate instantaneous causality was tested (Granger, 1969). Therefore, the following two equations were estimated (one for Ukraine and one for another country under investigation):

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^p \beta_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\Delta x_t = \gamma_0 + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta x_{t-j} + \sum_{j=0}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

where:

$\Delta y_t, \Delta y_t$ – first differences between analyzed price series in time (t),

$\alpha_0, \gamma_0, \alpha_j, \gamma_j, \beta_j, \delta_j$ – estimated coefficients,

ε_t – random component,

p – maximum number of lags selected according to the AIC criterion; p is at least 1.

Aby ocenić wpływ wojny na współzmiennność światowych i ukraińskich cen zbóż, zastosowano model autoregresji z rozłożonymi opóźnieniami (ARDL) (równania 1 i 2). W modelu ARDL bieżące wartości zmiennej zależnej są funkcją jej przeszłych realizacji, a także bieżących i przeszłych wartości zmiennych objaśniających. W badaniu oszacowano modele na pierwszych różnicach szeregów czasowych ze względu na ich niestacjonarność. Rząd integracji szeregów cenowych został zbadany za pomocą rozszerzonego testu Dickeya–Fullera (ang. *augmented Dickey–Fuller test, ADF*) (z różnymi składnikami deterministycznymi). Liczba opóźnień (p) została wybrana przy użyciu kryterium informacyjnego Akaike (AIC). Jest ono dobrze opisane w wielu podręcznikach i pracach ekonometrycznych (patrz np. Enders, 2010).

Modele zostały oszacowane oddzielnie dla okresu przedwojennego i okresu objętego wojną po to, aby sprawdzić, w jaki sposób konflikt wpłynął na procesy transmisji cen. Ponadto na podstawie modelu ARDL przetestowano dwustronną natychmiastową przyczynowość (Granger, 1969). Stąd też oszacowano dwa równania (jedno dla Ukrainy i jedno dla innego badanego kraju):

gdzie:

$\Delta y_t, \Delta y_t$ – pierwsze różnice analizowanych szeregów cen w czasie t ,

$\alpha_0, \gamma_0, \alpha_j, \gamma_j, \beta_j, \delta_j$ – oszacowane współczynniki,

ε_t – składnik losowy,

p – maksymalna liczba opóźnień wybrana na podstawie kryterium AIC, p wynosi co najmniej 1.

The null hypothesis, stating that x does not cause y , assumes that $\beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$ against the alternative of these coefficients are statistically significant. The null hypothesis, stating that y does not cause x , assumes that $\delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_p = 0$ against the alternative of these coefficients are statistically significant. The significance of lagged and non-lagged variables is verified via F -test. It should be noted that in instantaneous causality (contrary to the common Granger causality test), the significance of the non-lagged exogenous variable is also tested,

Hipoteza zerowa, stwierdzająca, że x nie jest przyczyną dla y , zakłada, że $\beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_p = 0$ wobec alternatywy, że współczynniki te są statystycznie istotne. Hipoteza zerowa, stwierdzająca, że y nie jest przyczyną dla x , zakłada, że $\delta_0 = \delta_1 = \dots = \delta_p = 0$ wobec alternatywy, że wartości tych współczynników są statystycznie istotne. Istotność zmiennych opóźnionych i nieopóźnionych jest weryfikowana za pomocą testu F . Należy pamiętać, że w przypadku natychmiastowej przyczynowości (w przeciwieństwie do powszechnego testu przyczynowości Grangera)

which is justified by the possible immediate (within one week) flow of price signals between countries.

The cumulated impulse response functions (IRF) based on ARDL models (equations 1 and 2) were also estimated to enhance the interpretation of price adjustments. From an economic point of view, it explains how prices in one country respond to a 1% increase in price in another country. From a technical point of view, IRF reveals the effect of a one standard deviation shock on the dependent variable.

Results and Discussion

Trade Evidence of the Integration of Ukrainian Markets with Global Markets

This section analyzes the impact of the conflict on Ukrainian grain exports and their implications for spatial market integration. According to the media and various papers (e.g., Ben Hassen & El Bilali, 2022; Jagtap et al., 2022), Russia's military aggression against Ukraine has led to the disruption of global agri-food supply chains primarily due to the impossibility of using sea routes for the delivery of exported commodities. It has severe consequences for the international trade of grains.

Wheat is the key grain from a world food security point of view. From March to August 2022, monthly wheat exports in Ukraine accounted for between 3 and 34% of the corresponding volumes in the two previous years. Despite signing the BSGI agreement, until November 2022, wheat exports were well below the average in the previous years. As a result, in 2022 Ukrainian wheat exports accounted for 58% of the average volume between 2020 and 2021. Only from December 2022, monthly wheat export volumes are above the average of the last two years. The same conclusions can be drawn with regard to the Ukraine's share in global wheat exports (Table 1).

Ukrainian barley export was even more severely affected by the war than wheat exports. Between March and August 2022, monthly barley exports accounted for between 3 and 28% of the corresponding volumes in the previous two years. In 2022, barley exports decreased by 60% compared to the average volumes from 2020 to 2021. A completely different situation is in the case of corn export. Analyzing monthly data, one can observe that in the first four months since the outbreak of the war, corn export has been significantly lower than the average volumes observed in the analogical month in the last two years.

testowana jest również istotność nieopóźnionej zmiennej egzogenicznej, co jest uzasadnione możliwym natychmiastowym (w ciągu jednego tygodnia) przepływem sygnałów cenowych między krajami.

Skumulowane funkcje odpowiedzi na impuls (IRF) oparte na modelach ARDL (z równań 1 i 2) zostały również oszacowane w celu łatwiejszej interpretacji dostosowań cenowych w czasie. Z ekonomicznego punktu widzenia pozwala to zrozumieć, w jaki sposób ceny w jednym kraju reagują na 1% wzrost cen w innym kraju. Z technicznego punktu widzenia IRF ujawnia wpływ szoku o wartości jednego odchylenia standardowego na zmienną zależną.

Wyniki i dyskusja

Integracja ukraińskich rynków z rynkami światowymi w świetle informacji na temat wymiany handlowej

W tym rozdziale przeprowadzono analizę wpływu konfliktu na ukraiński eksport zbóż i jego implikacji dla przestrzennej integracji rynków. Według informacji medialnych i różnych opracowań (np. Ben Hassen i El Bilali, 2022; Jagtap i in., 2022) agresja militarna Rosji na Ukrainę doprowadziła do zakłócenia globalnych łańcuchów dostaw rolno-żywnościowych, głównie z powodu niemożności wykorzystania szlaków morskich do dostarczania eksportowanych towarów. Ma to poważne konsekwencje dla międzynarodowego handlu zbożem.

Kluczowym zbożem z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego na świecie jest pszenica. Od marca do sierpnia 2022 r. miesięczny eksport pszenicy w Ukrainie stanowił od 3 do 34% jej eksportu w analogicznych miesiącach w poprzednich dwóch latach. Mimo podpisania umowy BSGI do listopada 2022 r. eksport pszenicy był znacznie poniżej średniej z poprzednich lat. W rezultacie w całym 2022 roku ukraiński eksport pszenicy stanowił 58% średniej wielkości z lat 2020–2021. Dopiero od grudnia 2022 r. miesięczne wolumeny eksportu pszenicy są wyższe od średniej z ostatnich dwóch lat. Te same wnioski można wyciągnąć w odniesieniu do udziału Ukrainy w globalnym eksporcie pszenicy (tab. 1).

Ukraiński eksport jęczmienia został jeszcze bardziej dotknięty wojną niż eksport pszenicy. W okresie marzec–sierpień 2022 r. miesięczny eksport jęczmienia stanowił od 3 do 28% poziomu w analogicznych okresach w poprzednich dwóch latach. W 2022 r. eksport jęczmienia obniżył się o 60% w porównaniu ze średnimi wielkościami w latach 2020–2021. Zupełnie inna sytuacja miała miejsce w przypadku eksportu kukurydzy. Analizując dane miesięczne, można zauważyć, że w pierwszych

The same can be observed in the case of Ukraine's share in global corn exports (Table 1). The lifting of trade barriers by the EU and the signing of the BSGI made it possible to some extent to reverse the trend, and the following months evidenced even higher corn exports than predicted. Thanks to that in 2022 total Ukrainian corn export was 3% higher than the average of two previous years.

czterech miesiącach od wybuchu wojny eksport kukurydzy był znacznie niższy niż średnie wielkości obserwowane w analogicznych miesiącach w ciągu ostatnich dwóch lat. To samo można stwierdzić o udziale Ukrainy w światowym eksporcie kukurydzy (tab. 1). Zniesienie barier handlowych przez UE i podpisanie umowy BSGI pozwoliło w pewnym stopniu odwrócić ten trend, a kolejne miesiące pokazały jeszcze wyższy eksport kukurydzy niż przewidywano. Dzięki temu w 2022 r. całkowity eksport ukraińskiej kukurydzy był o 3% wyższy niż średnia z dwóch poprzednich lat.

Table 1. Actual and predicted Ukrainian grain exports and their world shares during the war
Tabela 1. Rzeczywisty i przewidywany ukraiński eksport zbóż i jego udział w światowym eksporcie w okresie wojny

Period / Okres	Total export from Ukraine (1000 tones) / Eksport z Ukrainy (1000 ton)						Share in world export / Udział w światowym eksporcie					
	Wheat / Pszenica		Barley / Jęczmień		Corn / Kukurydza		Wheat / Pszenica		Barley / Jęczmień		Corn / Kukurydza	
	Data Dane	Predicted Progn.	Data Dane	Predicted Progn.	Data Dane	Predicted Progn.	Data Dane	Predicted Progn.	Data Dane	Predicted Progn.	Data Dane	Predicted Progn.
March / Marzec 2022	307	1004	7	220	1111	3075	0.01	0.04	0.00	0.12	0.05	0.15
April / Kwiecień 2022	127	957	25	182	768	2860	0.01	0.04	0.01	0.08	0.04	0.15
May / Maj 2022	50	1025	11	88	1140	2312	0.00	0.05	0.01	0.06	0.05	0.12
June / Czerwiec 2022	143	459	36	127	1213	1622	0.01	0.03	0.02	0.10	0.06	0.09
July / Lipiec 2022	376	1100	148	968	1167	693	0.02	0.05	0.05	0.33	0.05	0.04
August / Sierpień 2022	881	3657	182	1486	1535	240	0.03	0.13	0.07	0.50	0.05	0.01
September / Wrzesień 2022	1784	3710	444	750	2150	29	0.07	0.14	0.18	0.33	0.09	0.00
October / Październik 2022	1956	2785	332	614	2206	1369	0.08	0.13	0.15	0.23	0.08	0.06
November / Listopad 2022	1767	1850	361	363	2514	2575	0.08	0.08	0.16	0.22	0.10	0.13
December / Grudzień 2022	1643	834	158	158	3060	4361	0.07	0.03	0.06	0.06	0.11	0.17
January / Styczeń 2023	1322	828	192	203	2682	3250	0.06	0.03	0.07	0.08	0.12	0.14
February / Luty 2023	1607	875	232	107	3327	3142	0.08	0.04	0.05	0.04	0.23	0.16

Source: authors' calculations based on the UN Comtrade database (n.d.).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych UN Comtrade (b.d.).

Such differences in export between grains might be explained by regional variation in the sowing and storage of individual grain species, as indicated by Denysiuk and Orlova (2023) and Horská et al. (2023). This may also be influenced by the fact that the main buyers of corn are European Union countries, making port blockade restrictions less critical. In conclusion, the degree of the integration of Ukrainian grain markets as measured by commodity flows has declined significantly, especially during the first phase of the conflict, which is connected with

Takie różnice w eksporcie między zbożami można wyjaśnić regionalnymi różnicami w siewie i przechowywaniu poszczególnych gatunków zbóż, jak wskazali Denysiuk i Orlova (2023) oraz Horská i in. (2023). Wpływ na to może mieć również fakt, że głównymi nabywcami kukurydzy są kraje Unii Europejskiej, co sprawia, że ograniczenia związane z blokadą portów są mniej istotne. Podsumowując, stopień integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi mierzony przepływami towarowymi znacznie osłabł, zwłaszcza w pierwszej fazie konfliktu, co wiązać

the considerable uncertainty regarding the possibilities of grain deliveries. This is much more noticeable for wheat and barley than for corn. As a result of these fluctuations, Ukraine's share of global grain exports has also declined. Also, a more even distribution of grain exports can be observed throughout the year (lower seasonal fluctuations).

Export restrictions have also led to trade direction and concentration changes in the markets for particular grains. Table 2 presents actual and projected indicators for the concentration of grain exports in Ukraine during the war. When analyzing, it is important to remember that the indicators showing the number of export partners and CR5 are seasonal in nature. Immediately after the outbreak of war, the reduction of the number of Ukrainian trading partners on all grain markets was noticeable. Nevertheless, as of September 2022, the number of Ukraine's trading partners remains above the levels observed in previous years (predicted). The increase in the number of trading partners is accompanied by a decrease in the CR5 concentration ratio, which illustrates the share of the top five partners in total exports. As further described, it seems that the EU countries play the primary role in reducing export concentration.

można się ze znaczną niepewnością co do możliwości realizacji dostaw. Jest to znacznie bardziej zauważalne w przypadku pszenicy i jęczmienia niż kukurydzy. W wyniku tych zmian zmniejszył się również udział Ukrainy w globalnym eksporcie zbóż. Zaobserwowano również bardziej równomierny rozkład eksportu zbóż w ciągu roku (mniejsze wahania sezonowe).

Ograniczenia w eksporcie doprowadziły również do zmian kierunków handlu i koncentracji na rynkach poszczególnych zbóż. Tabela 2 przedstawia rzeczywiste i prognozowane wskaźniki koncentracji eksportu zbóż w Ukrainie w czasie wojny. Podczas analizy należy pamiętać, że wskaźniki obrazujące liczbę partnerów eksportowych i CR5 mają charakter sezonowy. Bezpośrednio po wybuchu wojny zauważalne jest zmniejszenie liczby partnerów handlowych Ukrainy na wszystkich rynkach zbóż. Niemniej jednak od września 2022 r. liczba partnerów handlowych Ukrainy pozostaje powyżej poziomów obserwowanych w poprzednich latach (przewidywanych). Wzrostowi liczby partnerów handlowych towarzyszy zmniejszenie wskaźnika koncentracji CR5, który ilustruje udział 5 największych partnerów w całkowitym eksporcie. Jak udowodniono dalej, to kraje UE odgrywają główną rolę w zmniejszaniu koncentracji eksportu.

Table 2. Actual and predicted grain trade concentration indicators during the war

Tabela 2. Rzeczywiste i przewidywane wskaźniki koncentracji ukraińskiego eksportu zbóż w okresie wojny

Period / Okres	Number of export countries / Liczba krajów						CR5					
	Wheat / Pszenica		Barley / Jęczmień		Corn / Kukurydza		Wheat / Pszenica		Barley / Jęczmień		Corn / Kukurydza	
	Data / Dane	Predicted / Progn.	Data / Dane	Predicted / Progn.	Data / Dane	Predicted / Progn.	Data / Dane	Predicted / Progn.	Data / Dane	Predicted / Progn.	Data / Dane	Predicted / Progn.
March / Marzec 2022	7	21	4	10	23	41	0.82	0.69	1.00	0.93	0.73	0.68
April / Kwiecień 2022	12	22	6	9	25	35	0.85	0.73	1.00	0.96	0.88	0.69
May / Maj 2022	14	28	9	9	31	34	0.96	0.58	0.91	0.96	0.85	0.72
June / Czerwiec 2022	17	21	9	6	31	24	0.83	0.65	0.98	0.99	0.83	0.85
July / Lipiec 2022	20	21	11	15	29	19	0.91	0.68	0.97	0.88	0.82	0.80
August / Sierpień 2022	25	38	16	17	36	14	0.80	0.59	0.92	0.92	0.59	0.93
September / Wrzesień 2022	35	34	22	13	30	12	0.71	0.59	0.88	0.96	0.59	0.95
October / Październik 2022	37	33	18	12	37	21	0.61	0.60	0.88	0.92	0.55	0.74
November / Listopad 2022	35	33	18	11	36	30	0.59	0.65	0.81	0.95	0.62	0.70
December / Grudzień 2022	38	22	16	10	37	34	0.70	0.70	0.84	0.99	0.71	0.72
January / Styczeń 2023	40	23	14	8	37	35	0.59	0.63	0.84	0.95	0.73	0.72
February / Luty 2023	35	19	14	7	41	38	0.73	0.78	0.92	0.99	0.65	0.69

Source: authors' calculations based on the UN Comtrade database (n.d.).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych UN Comtrade (b.d.).

In the pre-war period, the key importers of Ukrainian grains were the MENA countries, China and the EU countries. From 2020 to 2021, the share of the EU in total Ukrainian exports of the grains under analysis constituted 18% (UN Comtrade, n.d.). The blockade of Ukrainian ports and the lifting of import quotas and tariff barriers by the European Commission (EC) resulted in a 2.5-fold increase in grain exports to the EU in 2022 relative to 2020–2021. In 2022, the EU's share of total grain exports constituted as much as 52% (in the case of wheat, it was 38%, barley 54%, and corn 59%). The above figures highlight the effects of trade creation and displacement caused by the war and EC decisions.

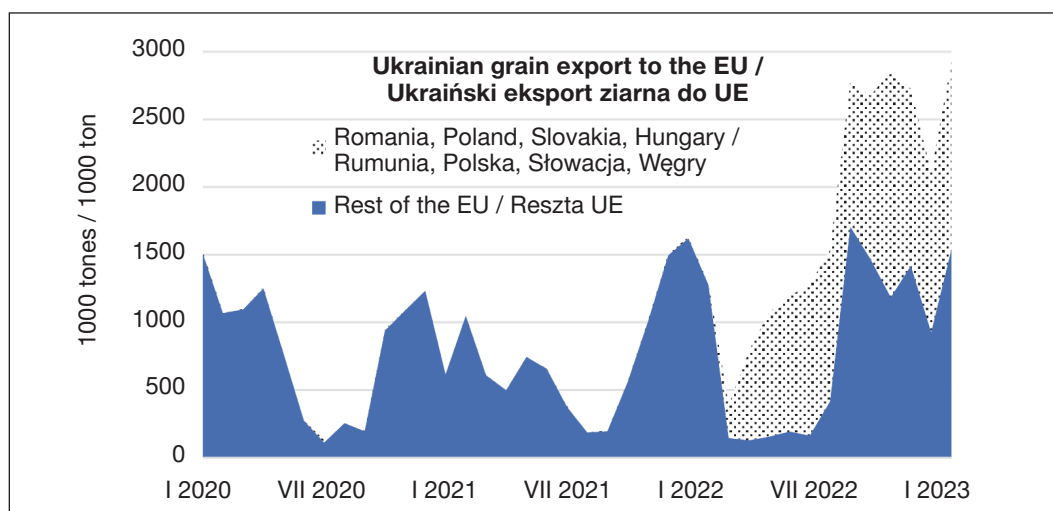
Figure 3 presents the Ukrainian exports of the analyzed three grains to the EU since January 2020. It can be observed that until the outbreak of the war grain exports to the EU countries in the immediate neighborhood of Ukraine (Poland, Slovakia, Romania, and Hungary) were practically non-significant (accounting for 0.5% of exports to the EU). After the removal of trade barriers, Ukrainian grain exports to these four Central and Eastern European (CEEC) countries increased significantly and from March 2022 to February 2023 already accounted for about 58% of total EU grain imports from Ukraine. Of the countries under analysis, Romania is the most important (54%) thanks to its port infrastructure, along with Poland (26%), which has the longest land border with Ukraine. However, it is worth mentioning that the reexport of grains declared by traders at that time (UN Comtrade, n.d.) accounts for 63%. This means that nearly 40% of the grain remained in these countries.

W okresie przedwojennym głównymi importera- mi ukraińskich zbóż były kraje Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej, Chiny i kraje UE. W latach 2020–2021 udział UE w całkowitym ukraińskim eksporcie analizowanych zbóż stanowił 18% (UN Comtrade, b.d.). Blokada ukraińskich portów i zniesienie przez Komisję Europejską (KE) barier taryfowych oraz kwot importowych spowodowały 2,5-krotny wzrost eksportu zbóż do UE w 2022 r. w porównaniu z latami 2020–2021. W 2022 r. udział UE w całkowitym eksporcie zbóż stanowił aż 52% (w przypadku pszenicy było to 38%, jęczmienia 54%, a kukurydzy 59%). Powyższe dane dobrze uwidaczniają efekty kreacji i przesunięcia handlu spowodowane wojną oraz decyzjami KE.

Wykres 3 przedstawia ukraiński eksport analizowanych trzech zbóż do UE od stycznia 2020 roku. Można zauważyć, że do wybuchu wojny eksport zbóż do krajów UE położonych w bezpośrednim sąsiedztwie Ukrainy (Polska, Słowacja, Rumunia i Węgry) był praktycznie nieistotny (stanowiąc 0,5% eksportu do UE). Po usunięciu barier handlowych ukraiński eksport zbóż do tych czterech krajów Europy Środkowo-Wschodniej (CEEC) znacznie wzrósł, a od marca 2022 r. do lutego 2023 r. stanowił już około 58% całkowitego unijnego importu zbóż z Ukrainy. Spośród analizowanych krajów największy udział ma Rumunia (54%), dzięki swojej infrastrukturze portowej, oraz Polska (26%), z uwagi na najdłuższą granicę lądową z Ukrainą. Warto jednak wspomnieć, że reeksport zboża zadeklarowany przez handlowców w tym czasie stanowił 63% (UN Comtrade, b.d.). To oznacza, że blisko 40% zbóż pozostało w tych krajach.

Figure 3. Corn, wheat, and barley exports from Ukraine to the European Union

Wykres 3. Eksport kukurydzy, pszenicy i jęczmienia z Ukrainy do Unii Europejskiej



Source: authors' calculations based on the UN Comtrade database (n.d.).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych UN Comtrade (b.d.).

The increase in grains export to these four CEEC countries indicates the significant increase in Ukrainian direct trade integration with them. As a substantial part of grains is reexported through Poland, Slovakia, Hungary, and Romania, this is also the indicator of an indirect spatial integration of Ukrainian grain markets with world markets (within the global network of trade flows).

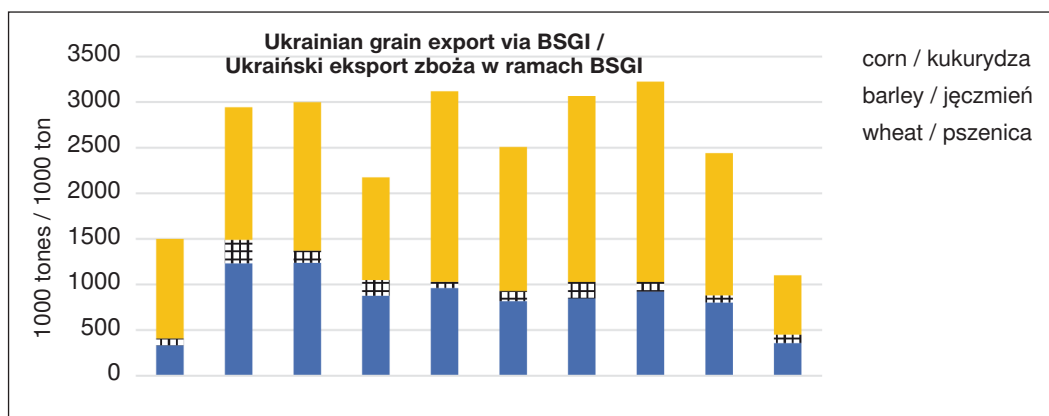
Such large imports from Ukraine have destabilized grain markets in the new Member States in terms of supply (problems with storage). Interestingly, the impact of this situation on grain prices in Poland does not seem significant as they are very close to the average EU level (which requires further research). Therefore, in response to farmers' protests, from the beginning of May 2023, the EC has banned importing four agricultural products from Ukraine—wheat, corn, rapeseed, and sunflower seeds—to Bulgaria, Hungary, Poland, Romania, and Slovakia. Transit of goods through these countries to other EU or non-EU countries is possible. This may show that sudden decisions made by politicians and not supported by appropriate simulations (in this case the complete opening of EU markets to agricultural goods from Ukraine) may lead to unpredictable results. It also reveals the potential negative long-term consequences of Ukraine's entry into the EU for the functioning of EU countries' agriculture. Therefore, the destabilization of agricultural markets in the new Member States (NMS) during the conflict in Ukraine may weaken political and social support for the processes of the institutional integration of Ukraine with the European Union in the future.

The most important international initiative enabling Ukrainian exports using the sea route is the BSGI, which went into force in August 2022. Grain exports through the BSGI from August 2022 to February 2023 accounted for 71% of Ukraine's total grain exports (66% wheat, 58% barley, and 75% corn). This agreement was crucial in improving the integration of Ukrainian grain markets with foreign markets during the first phase of the conflict. The volume of grain exports under the agreement was subject to wide fluctuations over time (Figure 4). This was due to problems in the agreement implementation and uncertainty concerning its extension.

Wzrost eksportu zbóż do analizowanych czterech krajów Europy Środkowo-Wschodniej wskazuje na znaczny wzrost bezpośredniej integracji Ukrainy z tymi krajami. Ponieważ znaczna część zboża jest reeksportowana przez terytorium Polski, Słowacji, Węgier i Rumunii, jest to również wskaźnik pośredniej integracji przestrzennej ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi (w ramach globalnej sieci przepływów towarowych).

Tak duży wzrost importu z Ukrainy doprowadził do destabilizacji rynków zbóż w nowych krajach członkowskich pod względem podaży (problemy z magazynowaniem). Co ciekawe, wpływ tej sytuacji na ceny zbóż w tych krajach nie wydaje się znaczący, gdyż są one bardzo zbliżone do średniego poziomu unijnego (ten aspekt wymaga dalszych pogłębionych badań). Dlatego też, w odpowiedzi na protesty rolników, od początku maja 2023 r. KE zakazała importu czterech towarów rolnych z Ukrainy – pszenicy, kukurydzy, rzepaku i słonecznika – do Bułgarii, Węgier, Polski, Rumunii i Słowacji. Tranzyt towarów przez te kraje do innych krajów UE lub spoza UE jest możliwy. Może to pokazywać, że nagle decyzje podejmowane przez polityków i niepoparte odpowiednimi symulacjami (w tym przypadku całkowite otwarcie rynków UE na towary rolne z Ukrainy) mogą prowadzić do nieprzewidywalnych rezultatów. Ukazuje to również potencjalne negatywne długoterminowe konsekwencje wejścia Ukrainy do UE dla funkcjonowania rolnictwa krajów Wspólnoty. W tym kontekście destabilizacja rynków rolnych nowych krajów członkowskich UE podczas konfliktu na Ukrainie może osłabić polityczne i społeczne poparcie dla procesów integracji instytucjonalnej Ukrainy z Unią Europejską w przyszłości.

Najważniejszą międzynarodową inicjatywą umożliwiającą ukraiński eksport drogą morską jest czarnomorska inicjatywa zbożowa (BSGI), która weszła w życie w sierpniu 2022 roku. Eksport zboża w ramach BSGI od sierpnia 2022 r. do lutego 2023 r. stanowił 71% całkowitego eksportu zbóż z Ukrainy (66% pszenicy, 58% jęczmienia i 75% kukurydzy). Umowa ta miała kluczowe znaczenie w poprawie integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami zagranicznymi w pierwszej fazie konfliktu. Wolumen eksportu zbóż w ramach tej umowy podlegał znacznym wahaniom w czasie (wykr. 4), co wynikało z problemów w jej wdrażaniu i niepewności co do jej przedłużenia.

Figure 4. Grain export within BSGI from August 2022 to May 2023**Wykres 4. Eksport zbóż w ramach umowy BSGI od sierpnia 2022 r. do maja 2023 r.**

Source: authors' calculations based on the BSGI database (n.d.).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych BSGI (b.d.).

In the structure of grain exported under the BSGI from August 2022 to May 2023 (Figure 4), the largest share is held by corn (61.5%), followed by wheat (33.5%) and barley (5%). Thus, it appears that Ukraine's grain trade under the Black Sea Grain Initiative has focused somewhat on corn rather than wheat, which is crucial from a food security perspective. In addition, the dominant export destination countries within the BSGI are mainly highly developed countries, whose share accounted for 45% during the review period, while the share of low- and middle-income countries accounted for only 20%.

Price Evidence of the Integration of Ukrainian Markets with World Ones

Well-integrated commodity markets should be characterized by solid price co-movement. The left panel in Figure 5 presents (as an example) the development of corn prices in Ukraine, France and the US. By the outbreak of the war, similar trends can be seen, despite persistent price differences. Since the countries analysed are net exporters, the differences were due to the quotation formula, the demand-supply situation in a given year, the cost of moving goods, or the cost of breaking trade barriers. Nevertheless, based on the figure, it can be concluded that prices were linked (an attempt to prove this is made later on in this section).

However, as of March 2022, one can see quite different directions of changes in corn prices in Ukraine and other countries. The global prices of corn increased (by 15–20%) due to fears of a decrease in supply due to the blockade of Ukrainian ports. At the same time, in Ukraine, prices began to fall sharply (by more than 50%) due to the emerging oversupply of corn. Such behavior of grain markets

W strukturze eksportu zbóż w ramach BSGI od sierpnia 2022 r. do maja 2023 r. (wykr. 4) największy udział ma kukurydza (61,5%), a następnie pszenica (33,5%) i jęczmień (5%). Wydaje się zatem, że ukraiński handel zbożem w ramach czarnomorskiej inicjatywy zbożowej koncentruje się raczej na kukurydzy niż pszenicy, co ma kluczowe znaczenie z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego. Ponadto dominującymi krajami docelowymi eksportu w ramach BSGI są głównie kraje wysokorozwinięte, których udział stanowił 45% w okresie objętym przeglądem, podczas gdy udział krajów o najuboższych tylko 20%.

Integracja ukraińskich rynków z rynkami światowymi w świetle informacji cenowych

Silnie zintegrowane rynki towarowe powinny charakteryzować się wysoką współzmiennością cen. Lewy panel na wykresie 5 przedstawia (jako przykład) kształtowanie się cen kukurydzy w Ukrainie, we Francji i w USA. Do wybuchu wojny można zauważyć podobne tendencje pomimo utrzymujących się różnic cenowych. Ponieważ analizowane kraje są eksporterami netto, różnice wynikały z formuły notowań, sytuacji popytowo-podażowej w danym roku, kosztów przemieszczania towarów lub kosztów przełamania barier handlowych. Niemniej jednak na podstawie wykresu można stwierdzić, że ceny były ze sobą powiązane (postarano się to udowodnić w dalszej części tej sekcji).

Jednak od marca 2022 r. można zauważyć zupełnie inne kierunki zmian cen kukurydzy w Ukrainie i innych krajach. Ceny kukurydzy na świecie wzrosły (o 15–20%) z powodu obaw o spadek podaży w związku z blokadą ukraińskich portów. W tym samym czasie ceny na Ukrainie zaczęły gwałtownie spadać (o ponad 50%) z powodu pojawiającej się

aligns with expectations derived from the spatial market equilibrium model (see prices P_{A1} , P_{A2} , P_{B1} , P_{B2} in Figure 1).

Growing differences between Ukrainian and foreign grain prices could be explained by several factors. A large drop in prices on the domestic market is a response to the blockade of the main seaports, through which over 94% of grain exports were carried out. Shifting from cheap maritime to more expensive rail and road transportation (in Ukraine and overseas) significantly increased export costs. Traders also had to include higher risk and insurance costs caused by war. The lack of storage capacity and the high costs of storing grain in Ukraine (along with uncertainty about future prices) also led to a decline in the prices of goods offered by traders.

Rising price spreads indicate (expected according to the theoretical model in Figure 1: from τ_{AB1} to τ_{AB2}) a decline in the strength of spatial integration of markets or even the lack of it. Signing and entry into force of the BSGI led to a calming of the market situation. Unblocking the main transport route through the Black Sea increased the supply of grains to world markets, reducing expectations for price increases, which was important from the food security point of view. This was a great an opportunity to liquidate the accumulated stocks in Ukraine. As a result, world grain prices fell slightly and in August 2022 were below the levels recorded before the outbreak of the war. The signing of the BSGI agreement also halted the decline of corn prices in Ukraine and led to their increase by 30–40% by spring 2023. This shows the importance of this agreement and its impact on the grain prices.

A similar situation occurred with the prices of other grains: wheat and feed barley. However, in the case of wheat and barley, the increase in world prices after the outbreak of the war was more rapid and reached up to 40–50% in the first two months of the conflict. Regarding wheat, there were concerns about food security, while as for barley, Ukraine is its largest exporter in the world. Ex-post, it can be assessed that the price increases were not due to a change in market fundamentals but were mainly in the nature of panic caused by uncertainty.

The weakening of the strength of spatial integration of all analyzed grain markets in Ukraine with the world markets is well illustrated by the graph of the relation of grain prices in Ukraine to those in the other countries (Figure 5, right). In the months preceding Russia's invasion of Ukraine, these ratios were about 0.9–1.1. In July 2022, they reached a level of 0.3–0.4. Such significant price differences indicate growing trade costs resulting from logistic constraints

nadpodaży kukurydzy. Takie zachowanie rynków zbóż jest zgodne z oczekiwaniami wynikającymi z modelu równowagi przestrzennej (por. ceny P_{A1} , P_{A2} , P_{B1} , P_{B2} na wyk. 1).

Rosnące różnice między cenami zbóż w Ukrainie i na świecie można wyjaśnić kilkoma czynnikami. Duży spadek cen na rynku ukraińskim jest odpowiedzią na blokadę głównych portów morskich, przez które odbywało się ponad 94% eksportu zbóż. Przejście z taniego transportu morskiego na droższy transport kolejowy i drogowy (wewnątrz Ukrainy i za granicę) znacznie zwiększyło koszty eksportu. Handlowcy musieli również uwzględnić wyższe ryzyko i koszty ubezpieczenia spowodowane wojną. Brak możliwości magazynowania i wysokie koszty przechowywania zbóż w Ukrainie (wraz z niepewnością co do przyszłych cen) również doprowadziły do spadku cen towarów oferowanych przez handlowców.

Rosnące spready cenowe wskazują na (oczekiwany zgodnie z modelem teoretycznym na wykresie 1: zmiana od τ_{AB1} do τ_{AB2}) spadek siły przestrzennej integracji rynków lub nawet jej brak. Podpisanie i wejście w życie BSGI doprowadziło do uspokojenia sytuacji rynkowej. Odblokowanie głównego szlaku transportowego przez Morze Czarne zwiększyło podaż zbóż na rynki światowe, zmniejszając oczekiwania na wzrost cen, co było istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa żywnościowego. Była to świetna okazja do upłynnienia zgromadzonych zapasów w Ukrainie. W rezultacie światowe ceny zbóż nieznacznie spadły i w sierpniu 2022 r. były poniżej poziomów notowanych przed wybuchem wojny. Podpisanie umowy BSGI zatrzymało również spadek cen kukurydzy w Ukrainie i doprowadziło do ich wzrostu o 30–40% do wiosny 2023 roku. Pokazuje to znaczenie tej umowy i jej wpływ na ceny zbóż.

Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku cen innych zbóż: pszenicy i jęczmienia paszowego. Jednak w przypadku pszenicy i jęczmienia wzrost cen światowych po wybuchu wojny był szybszy i osiągnął nawet 40–50% w pierwszych dwóch miesiącach konfliktu. W przypadku pszenicy istniały obawy o bezpieczeństwo żywnościowe, natomiast jeśli chodzi o jęczmień, Ukraina jest jego największym światowym eksporterem. Ex post można ocenić, że wzrosty cen nie wynikały ze zmiany fundamentów rynkowych, ale miały głównie charakter paniki wywołanej niepewnością.

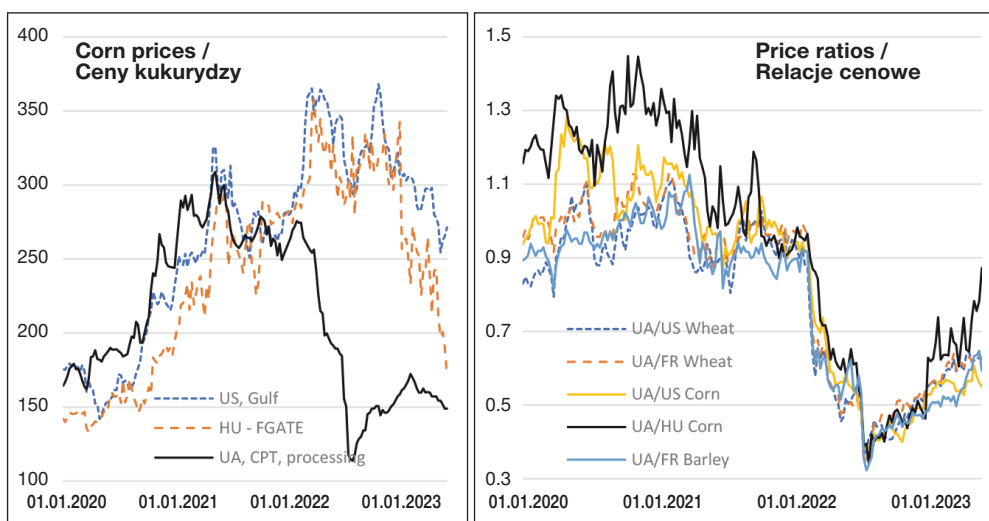
Oslabienie siły integracji przestrzennej wszystkich analizowanych rynków zbóż w Ukrainie z rynkami światowymi dobrze ilustruje wykres relacji cen zbóż na Ukrainie do cen w pozostałych krajach (wykr. 5, prawy panel). W miesiącach poprzedzających inwazję Rosji na Ukrainę relacje te wynosiły około 0,9–1,1. W lipcu 2022 r. osiągnęły poziom 0,3–0,4.

and trade risk. The stabilization of the market situation and increased exports via ports and to the EU countries led to a gradual increase in price ratios to 0.6–0.7 in May 2023.

Tak znaczące rozbieżności między cenami wskazują na rosnące koszty wymiany handlowej wynikające z ograniczeń logistycznych i ryzyka handlowego. Stabilizacja sytuacji rynkowej i wzrost eksportu przez porty i do krajów UE doprowadziły do stopniowego wzrostu relacji cenowych do poziomu 0,6–0,7 w maju 2023 roku.

Figure 5. Corn price series (USD, per tonne, left panel) and ratios of Ukrainian and world grain prices (right panel)

Wykres 5. Ceny kukurydzy (USD, za tonę, lewy panel) oraz relacje ukraińskich i światowych cen zbóż (prawy panel)



Source: authors' calculations based on the APK-inform (n.d.) and EC (n.d.).

Źródło: obliczenia autorów na podstawie danych APK-inform (b.d.) i EC (b.d.).

The decrease in the co-movement of Ukrainian and global grain prices seems quite apparent. In order to confirm it, the ARDL models were estimated, on the basis of which the tests of instantaneous Granger causality were performed and cumulative impulse response functions (IRFs) were estimated (Table 3). The values of F -test statistics and p -values presented in Table 3 unambiguously indicate a statistically significant instantaneous causality between Ukrainian and global grain prices before the outbreak of war (no-war period, from January 2017 to February 2022). The null hypothesis of no significant impact of current and past world grain prices on prices in Ukraine was rejected at the 0.05 significance level in each case. Testing the inverse relationship yielded similar results. In contrast, the null hypothesis could not be rejected when testing Granger's instantaneous causality during the conflict period. Thus, the causality tests confirm the conclusions drawn from the graphical analysis concerning the lack of significant transmission of price impulses between the Ukrainian grain markets and the markets of the other countries analyzed during the conflict.

Spadek współzmienności ukraińskich i światowych cen zbóż wydaje się dość oczywisty. Aby to potwierdzić, oszacowano modele ARDL, a na ich podstawie przeprowadzono testy natychmiastowej przyczynowości Grangera oraz oszacowano skumulowane funkcje odpowiedzi na impuls (IRF) (tab. 3).

Wartości statystyk testu F i wartości p przedstawione w tabeli 3 jednoznacznie wskazują na statystycznie istotną natychmiastową przyczynowość między ukraińskimi i światowymi cenami zbóż przed wybuchem wojny (okres bez wojny, styczeń 2017–luty 2022). Hipoteza zerowa o braku istotnego wpływu bieżących i przeszłych światowych cen zbóż na ceny ukraińskie została odrzucona na poziomie istotności 0,05 w każdym przypadku. Testowanie odwrotnej zależności dało podobne wyniki. Z kolei hipotezy zerowej nie udało się odrzucić podczas testowania natychmiastowej przyczynowości Grangera w okresie konfliktu. Tak więc testy przyczynowości potwierdzają wnioski wyciągnięte z analizy graficznej dotyczące braku znaczącej transmisji impulsów cenowych między ukraińskimi rynkami zbóż a rynkami innych analizowanych krajów w czasie trwania konfliktu.

Table 3. Instantaneous Granger causality test results and cumulated IRF from ARDL models**Tabela 3. Natychmiastowe wyniki testu przyczynowości Grangera i skumulowane IRF z modeli ARDL**

Variable / Zmienna		Granger: no-war / Test Grangera: przed wojną		IRF: no-war / IRF: przed wojną		Granger: war / Granger: w czasie wojny	
cause (x) / przyczyna (x)	effect (y) / skutek (y)	F (2, 265)	p-value	2 weeks / 2 tygodnie	8 weeks / 8 tygodni	F (2, 63)	p-value
Wheat / Pszenica							
EU	UA	9.593	0.000	0.561	0.574	0.412	0.664
UA	EU	5.409	0.005	0.305	0.305	0.093	0.911
US	UA	7.702	0.001	0.388	0.406	0.097	0.907
UA	US	4.793	0.009	0.117	0.117	0.208	0.813
Corn / Kukurydza							
HU	UA	3.631	0.028	0.360	0.362	0.038	0.962
UA	HU	5.247	0.006	0.354	0.359	0.060	0.941
US	UA	8.468	0.000	0.321	0.323	0.842	0.436
UA	US	2.405	0.092	0.160	0.160	2.234	0.115
Barley / Jęczmień							
EU	UA	6.311	0.002	0.383	0.387	0.305	0.738
UA	EU	3.635	0.027	0.148	0.148	0.421	0.659

Source: authors' calculations based on the APK-inform (n.d.) and EC (n.d.).

Źródło: obliczenia autorów na podstawie danych APK-inform (b.d.) i EC (b.d.).

Table 3 also includes cumulated IRFs for the estimated models in the pre-war period. A 1% change in French prices for wheat resulted in a 0.57% change in Ukrainian prices within two months. The analogous Ukrainian price response to a 1% change in US prices was 0.41%. The inverse relationships were weaker, while the cumulative IRFs were 0.12 and 0.30%, respectively. In the case of corn during the pre-war period, there were strong interdependencies between French and Ukrainian prices (the cumulative IRF is about 0.36%). It was also shown that US prices had a more substantial influence on Ukrainian prices than vice versa (IRFs were 0.32 and 0.16, respectively). It was shown that by only 3–4 weeks per 1% increase in French barley prices, Ukrainian barley prices increased by 0.38%. The response of French prices to the exact change in Ukrainian prices was only 0.15%. The lack of significant differences between IRFs for 2 and 8 weeks indicates high-speed price adjustments during the pre-war period, and thus a strong price integration of Ukrainian grain markets with world ones. This is consistent with the conclusions presented by Goychuk and Meyers (2014) and Götz et al. (2016). Due to the irrelevance of current and lagged exogenous variables, analogous IRFs over time are not presented, as they could be misleading.

Tabela 3 zawiera również skumulowane IRF dla oszacowanych modeli w okresie przedwojennym. Zmiana francuskich cen pszenicy o 1% powodowała zmianę ukraińskich cen o 0,57% w ciągu dwóch miesięcy. Analogiczna reakcja cen w Ukrainie na zmianę cen w USA o 1% wynosiła 0,41%. Odwrotne zależności są słabsze, a skumulowane wielkości IRF stanowiły odpowiednio 0,12 i 0,30%. W przypadku kukurydzy w okresie przedwojennym istniały silne współzależności między cenami francuskimi i ukraińskimi (skumulowany IRF wyniósł około 0,36%). Wykazano również, że ceny amerykańskie miały większy wpływ na ceny ukraińskie niż odwrotnie (IRF to odpowiednio 0,32 i 0,16). Wykazano, że 1% wzrostowi francuskich cen jęczmienia towarzyszył 0,38% wzrost ukraińskich cen jęczmienia w ciągu trzech–czterech tygodni. Reakcja cen francuskich na taką samą zmianę cen ukraińskich wynosiła tylko 0,15%. Brak znaczących różnic między IRF dla 2 i 8 tygodni wskazuje na szybkie dostosowania cen w okresie przedwojennym, a tym samym na silną integrację cenową ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi. Jest to zgodne z wnioskami przedstawionymi przez Goychuk i Meyersa (2014) oraz Götz i in. (2016). Ze względu na brak istotności zarówno bieżących, jak i opóźnionych zmiennych egzogenicznych, analogiczne IRF w czasie nie zostały przedstawione, gdyż mogłyby być mylące.

Summary

Relying on the theoretical foundation of the spatial equilibrium model, the authors analyzed changes in the strength and nature of grains market integration via trade flow, price differences that reflect trade costs and co-movement of Ukrainian and world grain prices. The first indicator showing the negative impact of the war on the decrease of Ukrainian grain market integration with world markets is the significant drop in grain exports. The conflict affected wheat and barley exports more than corn exports. At the same time, this resulted in a decline in Ukraine's importance in the world grain trade in 2022. A key to mitigate the harmful effects of the port blockade during the first period of the war was the signing of the BSGI agreement allowing Ukraine to be more integrated with the world markets. Thanks to the lifting of import barriers by the EU, trade creation and trade diversion effects appeared. A crucial role in the liquidation of the Ukrainian grains supply surplus began to be played by the eastern countries of the EU, which practically did not play a significant role in grain imports from Ukraine before. The nature of spatial integration in the context of Ukrainian export concentration has also changed. Since July 2022, the number of trading partners has increased significantly and the diversification of grain exports has increased.

The trade and logistic constraints led to increased trade costs (risk aversion, change in means of transportation, longer routes) manifested in growing spreads between world and Ukrainian grain prices. Since the beginning of the war, different trends in Ukraine and world grain prices have been observed, which aligns with the theoretical assumptions underlying the spatial equilibrium model. The abovementioned changes resulted in lower prices in the country with surpluses (Ukraine) and higher prices in the country with shortages (rest of the world). The entry into force of the BSGI and opening of the EU markets led to some stabilization of world grain markets, and prices in Ukraine and in foreign countries started to equalize. The instantaneous Granger causality test based on the ARDL model shows the significant linkage between Ukrainian and global wheat, corn and barley prices in the pre-war period. Since the outbreak of the war, the lack of significant price transmission between these markets is evidenced. The war has led to a significant decrease in the strength and character of the integration of Ukrainian grain markets with world ones. The research also confirms that the observed market behavior aligns with a spatial market equilibrium model.

Podsumowanie

Opierając się na teoretycznych podstawach modelu równowagi przestrzennej, przeanalizowano zmiany w sile i charakterze przestrzennej integracji rynków zbóż poprzez analizę przepływów towarowych, różnic cen odzwierciedlających koszty wymiany oraz współzmiennność ukraińskich i światowych cen zbóż. Pierwszym wskaźnikiem pokazującym negatywny wpływ wojny na osłabienie integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi jest znaczny spadek eksportu zboża. Konflikt wpłynął w większym stopniu na eksport pszenicy i jęczmienia niż kukurydzy. Jednocześnie spowodowało to spadek znaczenia Ukrainy w światowym handlu zbożem w 2022 roku. Kluczem do złagodzenia szkodliwych skutków blokady portów w pierwszym okresie wojny było podpisanie umowy BSGI umożliwiającej Ukrainie większą integrację z rynkami światowymi. Dzięki zniesieniu barier importowych przez UE pojawiły się efekty kreacji i przesunięcia handlu. Kluczową rolę w likwidacji nadwyżki podaży zbóż w Ukrainie zaczęły odgrywać wschodnie kraje UE, które wcześniej praktycznie nie odgrywały znaczącej roli w imporcie zboża z Ukrainy. Zmienił się również charakter integracji przestrzennej w kontekście koncentracji ukraińskiego eksportu. Od lipca 2022 r. liczba partnerów handlowych znacznie wzrosła, a dywersyfikacja eksportu zbóż się zwiększyła.

Ograniczenia handlowe i logistyczne doprowadziły do wzrostu kosztów wymiany handlowej (awersja do ryzyka, zmiana środków transportu, dłuższe trasy), co przejawia się w rosnących różnicach między światowymi i ukraińskimi cenami zbóż. Od początku wojny zaobserwowano różnokierunkowe tendencje cen zbóż w Ukrainie i na świecie, co jest zgodne z teoretycznymi założeniami leżącymi u podstaw modelu równowagi przestrzennej. Powyższe zmiany skutkowały niższymi cenami w kraju z nadwyżkami (Ukraina) i wyższymi cenami w kraju z niedoborami (reszta świata). Wejście w życie umowy BSGI i otwarcie rynków UE doprowadziło do pewnej stabilizacji na światowych rynkach zbóż, a ceny zbóż w Ukrainie i na świecie zaczęły się wyrównywać. Natychmiastowy test przyczynowości Grangera oparty na modelu ARDL pokazał na istotne powiązanie między ukraińskimi i światowymi cenami pszenicy, kukurydzy i jęczmienia w okresie przedwojennym. Od wybuchu wojny widoczny jest brak istotnej transmisji cen między tymi rynkami. Wojna doprowadziła do znacznego spadku siły i charakteru integracji ukraińskich rynków zbóż z rynkami światowymi. Badania potwierdzają również, że obserwowane zachowania rynkowe są zgodne z założeniami teoretycznego modelu przestrzennej równowagi rynkowej.

The war highlighted the importance of free trade and market integration for economic welfare, in particular global food security. Therefore, opening countries to international exchanges is vital to reducing uncertainty and stabilizing global and local markets during sudden supply shocks. The results clearly indicate that grain price volatility increased during the war as a result of growing uncertainty. The lifting of tariffs and quantitative restrictions on grain imports from Ukraine by the EU showed that the sudden and significant changes in policy measures may also lead to increased uncertainty for some market participants.

Considering this, it is recommended to take the efforts of global players to maintain (or restore) Ukrainian agricultural commodities exports via the Black Sea, which is the most efficient route. However, in the longer term, grain export destinations and routes from Ukraine require diversification. Since sudden changes in international trade rules for some countries (the example of CEEC) are associated with increased risk and destabilization of their markets, trade conditions should be modified gradually and preceded by policy impact assessment studies. Also, more stakeholders should be involved in policy dialogue.

Among the key limitations of the study, the relatively short data sample for the war period can be mentioned. This does not allow for the application of sophisticated models for ex-post analysis that combine different aspects of prices and trading behavior. Due to the paper's space limitations, it was impossible to cover several areas. Future research should, among others, focus on analyzing the impact of the war on prices in Eastern European countries. The war has highlighted the importance of Ukrainian agriculture in the world; hence, studying the long-term implications of the progressive integration between Ukraine and the EU for the EU agri-food sector would be worthwhile.

Wojna uwidoczniła znaczenie wolnego handlu i integracji rynków dla dobrobytu gospodarczego, a zwłaszcza globalnego bezpieczeństwa żywnościowego. Dlatego też otwarcie krajów na wymianę międzynarodową ma kluczowe znaczenie dla zmniejszenia niepewności i stabilizacji rynków globalnych i lokalnych podczas nagłych szoków podaźowych. Wyniki badań wyraźnie wskazują, że zmienność cen zbóż wzrosła podczas wojny w wyniku rosnącej niepewności. Zniesienie ceł i ograniczeń ilościowych w imporcie zbóż z Ukrainy przez UE pokazało, że nagle i znacząca zmiana instrumentów polityki ekonomicznej może prowadzić też do zwiększonej niepewności dla niektórych uczestników rynku.

Biorąc to pod uwagę, można zalecić dalsze starania globalnych graczy w celu utrzymania (lub przywrócenia) eksportu ukraińskich towarów rolnych przez Morze Czarne, które jest najbardziej efektywnym szlakiem. Jednak w dłuższej perspektywie kierunki i trasy eksportu zboża z UA wymagają dywersyfikacji. Ponieważ nagle zmiany w zasadach handlu międzynarodowego dla niektórych krajów (przykład krajów środkowo-europejskich) wiążą się ze zwiększonym ryzykiem i destabilizacją ich rynków, warunki handlowe powinny być modyfikowane stopniowo i poprzedzone odpowiednimi symulacjami. Ponadto w dialog polityczny należy zaangażować większą liczbę interesariuszy.

Wśród kluczowych ograniczeń niniejszego badania można wymienić stosunkowo krótki zakres danych dla okresu objętego wojną. Nie pozwala to na zastosowanie zaawansowanych modeli do analizy ex post, które łączą różne aspekty cen i zachowań handlowych. Ze względu na ograniczone miejsce w artykule nie było możliwości objęcia też kilku innych obszarów. Przyszłe badania powinny między innymi skupić się na analizie wpływu wojny na ceny w krajach Europy Wschodniej. Wojna podkreśliła znaczenie ukraińskiego rolnictwa na świecie, dlatego warto byłoby zbadać długoterminowe implikacje postępującej integracji Ukrainy z UE dla unijnego sektora rolno-spożywczego.

References

- Adjemian, M., Petroff, C., & Robe, M.A. (2023). *The Political Economy of Export Bans and Commodity Price Volatility: Theory and Evidence from Agricultural Markets*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4117628>
- APK-inform. (n.d.). *Database on Agricultural Prices*. Retrieved April 10, 2023, from <https://www.apk-inform.com/ru/prices>
- Barrett, C.B., & Li, J.R. (2002). Distinguishing between Equilibrium and Integration in Spatial Price Analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(2), 292–307. <https://doi.org/10.1111/1467-8276.00298>
- Baulch, B. (1997). Transfer Costs, Spatial Arbitrage, and Testing for Food Market Integration. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 477–487. <https://doi.org/10.2307/1244145>
- Ben Hassen, T., & El Bilali, H. (2022). Impacts of the Russia-Ukraine War on Global Food Security: Towards More Sustainable and Resilient Food Systems? *Foods*, 11(15), 2301. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>
- Black Sea Grain Initiative (BSGI). (n.d.). Data. Retrieved May 7, 2023, from <https://www.un.org/en/black-sea-grain-initiative/data>
- Capitani, D.H.D., & Gaio, L.E. (2023). Volatility Transmission in Agricultural Markets: Evidence from the Russia-Ukraine Conflict. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 11(2), 65–82. <https://www.foodandagriculturejournal.com/vol11.no2.pp65.pdf>
- Denysiuk, O., & Orlova, K. (2023). Economic Consequences of the War for Business in Ukraine: Analysis, Challenges, and Perspectives. In: S. Semerikov, V. Soloviev, A. Matviychuk, V. Kobets, L. Kibalnyk, H. Danylchukand & A. Kiv (Eds.), *Proceedings of 10th International Conference on Monitoring, Modelling & Management of Emergent Economy* (pp. 90–101). SCITEPRESS –Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0000159100003432>
- Donaldson, D. (2015). The Gains from Market Integration. *Annual Review of Economics*, 7, 619–647. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080213-041015>
- Enders, W. (2010). *Applied Econometric Time Series*. Wiley.
- European Commission (n.d.). Cereals statistics. Retrieved June 20, 2023, from https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/crops/cereals-statistics_en
- Fackler, P.L., & Goodwin, B.K. (2001). Spatial Price Analysis. In: B.L. Gardner & G.C. Rausser (Eds.), *Handbook of Agricultural Economics: Volume 1B. Part 2: Marketing, Distribution and Consumers* (pp. 971–1024). Elsevier.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). The Importance of Ukraine and the Russian Federation for Global Agricultural Markets and the Risks Associated with the Current Conflict, Information Note. <https://www.fao.org/3/cb9236en/cb9236en.pdf>
- Glauben, T., Svanidze, M., Götz, L. Prehn, S., Jaghdani, T.J., Durić, I., & Kuhn, L. (2022). The War in Ukraine, Agricultural Trade and Risks to Global Food Security. *Intereconomics*, 57, 157–163. <https://doi.org/10.1007/s10272-022-1052-7>
- Glick, R., & Taylor, A.M. (2010). Collateral Damage: Trade Disruption and the Economic Impact of War. *The Review of Economics and Statistics*, 92(1), 102–127. <https://doi.org/10.1162/rest.2009.12023>
- Gonzalez-Rivera, G., & Helfand, S. (2001). The Extent, Pattern, and Degree of Market Integration: A Multivariate Approach for the Brazilian Rice Market. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(3), 576–592. <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00179>
- Götz, L., Glauben, T., & Brümmer, B. (2013). Wheat Export Restrictions and Domestic Market Effects in Russia and Ukraine During the Food Crisis. *Food Policy*, 38, 214–226. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.12.001>
- Götz, L., Qui, F., Gervais, J.P., & Glauben, T. (2016). Export Restrictions and Smooth Transition Cointegration: Export Quotas for Wheat in Ukraine. *Journal of Agricultural Economics*, 67(2), 398–419. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12149>
- Goychuk, K., & Meyers, W.H. (2014). Black Sea and World Wheat Market Price Integration Analysis. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 62(2), 245–261. <https://doi.org/10.1111/cjag.12025>
- Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Hamulczuk, M. (2020). Spatial Integration of Agricultural Commodity Markets – Methodological Problems. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 363(2), 32–52. <https://doi.org/10.30858/zer/120038>
- Hamulczuk, M., Makarchuk, O., & Kuts, T. (2021). Time-Varying Integration of Ukrainian Sunflower Oil Market with the EU Market. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 13(3), 35–47. <https://doi.org/10.7160/aol.2021.130304>
- Horská, E., Moroz, S., & Palkovič, J. (2023). Determinants of Export Activities in Ukrainian Regions in the Pre-Conflict and the First-Stage Conflict Periods. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 11(1), 181–198. <https://doi.org/10.15678/EBER.2023.110110>

- Ihle, R., Bar-Nahum, Z., Nivievskyi, O., & Rubin, O.D. (2022). Russia's Invasion of Ukraine Increased the Synchronisation of Global Commodity Prices. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 66(4), 775–796. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12496>
- Jagtap, S., Trollman, H., Trollman, F., Garcia-Garcia, G., Parra-López, C., Duong, L., Martindale, W., Munekata, P.E.S., Lorenzo, J.M., Hdaifeh, A., Hassoun, A., Salonitis, K., & Afy-Shararah, M. (2022). The Russia-Ukraine Conflict: Its Implications for the Global Food Supply Chains. *Foods*, 11(14), Article 2098. <https://doi.org/10.3390/foods11142098>
- Janzen, J., & Zulauf, C. (2023). The Russia-Ukraine War and Changes in Ukraine Corn and Wheat Supply: Impacts on Global Agricultural Markets. *Farmdoc Daily*, 13, Article 34. <https://farmdocdaily.illinois.edu/2023/02/the-russia-ukraine-war-and-changes-in-ukraine-corn-and-wheat-supply-impacts-on-global-agricultural-markets.html>
- Just, M., & Echaust, K. (2022). Dynamic Spillover Transmission in Agricultural Commodity Markets: What has Changed After the COVID-19 Threat? *Economics Letters*, 217, Article 110671. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110671>
- Knetter, M.M., & Slaughter, M.J. (1999). *Measuring Product-Market Integration*. NBER Working Paper, 6969. National Bureau of Economic Research (NBER). <https://doi.org/10.3386/w6969>
- Lin, F., Li, X., Jia, N., Feng, F., Huang, H., Huang, J., Fan, S., Ciais, P., & Song, X.P. (2023). The Impact of Russia-Ukraine Conflict on Global Food Security. *Global Food Security*, 36, Article 100661. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100661>
- Listorti, G., & Esposti, R. (2012) Horizontal Price Transmission in Agricultural Markets: Fundamental Concepts and Open Empirical Issues. *Bio-based and Applied Economics*, 1(1), 81–96. <https://doi.org/10.13128/BAE-10769>
- Martyshev, P., Nivievskyi, O., & Bogonos, M. (2023, March 27). *Regional War, Global Consequences: Mounting Damages to Ukraine's Agriculture and Growing Challenges for Global Food Security*. IFPRI Blog. <https://www.ifpri.org/blog/regional-war-global-consequences-mounting-damages-ukraines-agriculture-and-growing-challenges>
- Mottaleb, K.A., Kruseman, G., & Snapp, S. (2022). Potential Impacts of Ukraine-Russia Armed Conflict on Global Wheat Food Security: A Quantitative Exploration. *Global Food Security*, 35, Article 100659. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100659>
- Nasir, M.A., Nugroho, A.D., & Lakner, Z. (2022). Impact of the Russian-Ukrainian Conflict on Global Food Crops. *Foods*, 11, Article 2979. <https://doi.org/10.3390/foods11192979>
- Nóia, J.R., Ewert, F., Webber, H., Martre, P., Hertel, T., Ittersum, M.V., & Asseng, S. (2022). Needed Global Wheat Stock and Crop Management in Response to the War in Ukraine. *Global Food Security*, 35, Article 100662. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100662>
- Ostashko, T., Kobuta, I., Olefir, V., & Lienivova, H. (2022). Evaluation of the results and analysis of the impact of the DCFTA with the EU on agricultural trade in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 8(4), 86–108. <https://doi.org/10.51599/are.2022.08.04.04>
- Rapsomanikis, G., Hallam, D., & Conforti, P. (2006) Market Integration and Price Transmission in Selected Food and Cash Crop Markets of Developing Countries: Review and Applications. In: A. Sarris & D. Hallam (Eds.), *Agricultural Commodity Market and Trade: New Approaches to Analyzing Market Structure and Instability* (pp. 187–217). Edward Elgar Publishing.
- Rose, A., Chen, Zh., & Wei, D. (2023). The Economic Impacts of Russia-Ukraine War Export Disruptions of Grain Commodities. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 45(2), 645–665. <https://doi.org/10.1002/aecpp.13351>
- Samuelson, P. (1952). Spatial Price Equilibrium and Linear Programming. *American Economic Review*, 42, 283–303.
- Svanidze, M., & Götz, L. (2019). Spatial Market Efficiency of Grain Markets in Russia: Implications of High Trade Costs for Export Potential. *Global Food Security*, 21, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.07.004>
- United Nations Comtrade Database. (n.d.). Data. Retrieved May 7, 2023, from <https://comtradeplus.un.org>
- World Trade Organization (WTO). (2023). One Year of War in Ukraine: Assessing the Impact on Global Trade and Development. https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/oneyukr_e.htm

Submission date / Data nadesłania: 1.08.2023.

Final revision date / Data ostatniej recenzji: 22.09.2023.

Acceptance date / Data akceptacji: 20.12.2023.

© 2023 Hamulczuk, M., Cherevyk, D., Makarchuk, O., Kuts, T., & Voliak, L. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



Autorskie prawa osobiste: Hamulczuk, M., Cherevyk, D., Makarchuk, O., Kuts, T., & Voliak, L. (2023). Niniejszy artykuł został opublikowany w otwartym dostępie na licencji Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

