

*Agnieszka Tłuczak*  
Uniwersytet Opolski

## **Równowaga długookresowa pomiędzy cenami w łańcuchu dostaw na rynku mleka**

### **Long-term relation between prices in the supply chain on the milk market**

**Synopsis.** Łańcuch dostaw żywności łączy działania, ze sfery pierwotnej produkcji rolnej (rolnika) aż do konsumenta. Obejmuje on producentów, dostawców, firmy transportowe, magazyny, sprzedawców hurtowych i detalicznych, organizacje usługowe oraz konsumentów. Poziomy cen w poszczególnych ogniwach łańcucha dostaw na rynku mleka, ale nie tylko, charakteryzują się cyklicznością. Celem artykułu jest zbadanie, na podstawie danych pochodzących z Głównego Urzędu Statystycznego, występowania długookresowych zależności pomiędzy cenami na rynku mleka w poszczególnych ogniwach łańcucha dostaw. W badaniach wspomnianych zależności pomocny będzie test na występowanie kointegracji Engle’a-Grangera. Zakres czasowy analiz obejmuje lata 2010–2019.

**Słowa kluczowe:** kointegracja, łańcuch dostaw żywności, rynek mleka

**Abstract.** The food supply chain combines actions whose primary aim is to ensure the satisfaction of buyers and the profit of enterprises participating in the flow of products and services from the sphere of primary agricultural production (farmer) to the consumer. It includes producers, suppliers, transport companies, warehouses, wholesale and retailers, service organizations and consumers. The price level in individual links of the supply chain in the milk market, but not only, is characterized by cyclicity. The aim of the article is to examine, on the basis of data from the Statistical Office, the occurrence of long-term relations between prices on the milk market in individual links of the supply chain. In studies of these relationships, the Engle-Granger cointegration test will be helpful. The time range of analyzes covers the years 2010-2019

**Key words:** cointegration, food supply chain, milk market

## **Wstęp**

Produkcja rolna jak żadna inna działalność gospodarcza jest bardzo podatna na zmiany uwarunkowań, zarówno rynkowych, jak i przyrodniczych. Surowce rolnicze podlegają wielu procesom przetwórczym, zanim od rolnika (producenta) trafią do odbiorcy finalnego (konsumenta). Łańcuch dostaw żywności charakteryzuje się dużą różnorodnością

podmiotów wchodzących w jego skład. Obejmuje on producentów, dostawców, firmy transportowe, magazyny, sprzedawców hurtowych i detalicznych, organizacje usługowe oraz konsumentów [Morkis i in. 2010, Thuczak 2016].

Łańcuch dostaw żywności obejmuje sekwencję etapów i procesów odbywających się w produkcji, przetwórstwie, dystrybucji, magazynowaniu i postępowaniu z żywnością oraz jej składnikami, począwszy od produkcji pierwotnej aż do konsumpcji [Szymańska i in. 2018]. Postrzegany, jako całość, a nie wyodrębnione części, łańcuch dostaw pozwala w pełni efektywnie reagować na różnego typu sytuacje [Abt 2003, Jarzembowski 2013].

Pełne wykorzystanie potencjału łańcucha dostaw żywności jest zadaniem niełatwym i wynika ze złożoności występujących powiązań pomiędzy jego podmiotami. Uczestnikami wymiany w łańcuchu dostaw są bowiem jednocześnie podmioty o różnej wielkości, które występują w roli konkurentów, dostawców oraz klientów. Globalizacja i utworzenie jednolitego rynku europejskiego powodują, że podmioty międzynarodowe stanowią coraz poważniejszą konkurencję w poszczególnych ogniwach tego łańcucha [Motowidlak i Fajczak-Kowalska 2010].

Wahania cen w ciągu ostatnich lat, zarówno tych płaconych rolnikom, jak i tych płaconych przez konsumentów, dobitnie pokazały brak równowagi w łańcuchu dostaw. Jako główne przyczyny tego zachwiania wymienia się wzmożoną globalizację i koncentrację, zwłaszcza w sektorze detalicznym. Głównym skutkiem braku równowagi jest bardzo silna presja na obniżanie cen płaconych rolnikom. Rolnicy nie są w stanie samodzielnie pokryć kosztów produkcji ani nie mają środków na inwestycje, co prowadzi do zaniechania działalności oraz dużych opóźnień w inwestycjach i innowacjach [Thuczak 2015, Promowanie..., 2019].

## Metodyka i dane źródłowe

Głównym celem badań była identyfikacja długookresowych zależności pomiędzy cenami mleka w poszczególnych ogniwach łańcucha dostaw. Wyodrębnione ogniwa to:

- punkty skupu oferujące producentom rolnym cenę za mleko, które musi spełniać określone warunki;
- przetwórcy, którzy nabywają mleko z punktów skupu;
- detaliczne punkty sprzedaży, które oferują klientom przetworzony produkt.

Do weryfikacji hipotezy o występowaniu długookresowych zależności pomiędzy zmiennymi została wykorzystana analiza kointegracji szeregów czasowych. Koncepcja ta została wprowadzona przez Engle'a i Grangera w 1987 roku. Istota kointegracji zawiera się w możliwości wyznaczenia długookresowej ścieżki równowagi, niezależnej od czasu, pomiędzy badanymi zmiennymi [Przekota i Rembeza 2016].

Jeżeli podobieństwo zachowania zmiennych sugeruje istnienie relacji długookresowych, wtedy, chcąc zbudować model opisujący zarówno relacje krótko- i długookresowe, należy pozostać na poziomach zmiennych pierwotnych i odwołać się do koncepcji kointegracji. W tym celu poszukiwana jest taka kombinacja liniowa zmiennych niestacjonarnych, która będzie zintegrowana niższego rzędu. Znalezienie takiej kombinacji liniowej pozwala zbudować model, w którym współczynniki kointegrujące odzwierciedlają długookresowe relacje między badanymi zmiennymi, natomiast mechanizm korekty błędem uwzględnia procesy dostosowawcze [Mikołajczyk i Wyrobek 2006].

Hipoteza badawcza analizy kointegracji zakłada występowanie łącznego mechanizmu wyjaśniającego zmiany wartości cen krótko- i długookresowych w poszczególnych ogniwach łańcucha dostaw. Kointegracja szeregów czasowych dwóch zmiennych  $(x_t, y_t)$  występuje, gdy są one zintegrowane w stopniu  $d$ , a ich liniowa kombinacja  $-\beta_1 x_t + \beta_2 y_t$ , jest zintegrowana rzędu  $d - b$  ( $d \geq b \geq 0$ ). Wektor  $[\beta_1, \beta_2]$  nazywany jest wektorem kointegracyjnym. Zazwyczaj szeregi czasowe obserwacji na zmiennych są zintegrowane stopnia pierwszego, a ich liniowa kombinacja jest stacjonarna. Składowe wektora kointegracyjnego określają długookresowe wiązki pomiędzy zmiennymi [Batóg 2016]. Najczęściej wykorzystywaną procedurą testowania kointegracji jest dwu etapowa reguła Engle'a i Grangera. W pierwszym kroku za pomocą rozszerzonego testu Dickeya-Fullera ocenia się stacjonarność szeregów czasowych. Zaproponowany przez Dickeya-Fullera test zakłada w hipotezie zerowej, że badany szereg jest niestacjonarny z powodu występowania pierwiastka jednostkowego ( $H_0 : \delta = 0$ ). Hipoteza alternatywna mówi o stacjonarności szeregu ( $H_1 : \delta < 0$ ). Do przeprowadzenia testu potrzebna jest często zmodyfikowana wersja testu (ADF) daną relacją [Tłuczak 2011]:

$$\Delta y_t = \mu + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta \Delta y_{t-i} + e_t \quad \text{lub} \quad \Delta y_t = \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (1)$$

Decyzję o odrzuceniu bądź nie, hipotezy zerowej podejmuje się na podstawie statystyki DF liczonej za pomocą ilorazu t-Studenta:

$$DF = \frac{\hat{\delta}}{S(\hat{\delta})} \quad (2)$$

Jeżeli obliczona wartość statystyki DF jest większa niż wartość krytyczna, to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o niestacjonarności badanego szeregu, w przeciwnym wypadku należy ją dorzucić [Borzyszkowska 2007].

Następnie przechodzi się do badania stacjonarności reszt modelu:

$$y_t = \beta_0 + \beta_2 x_t + \varepsilon_t, \quad (3)$$

gdzie:

$x_t$  i  $y_t$  – to zmienne, których skointegrowanie jest badane;

$\beta_0$ , i  $\beta_2$  – to parametry strukturalne;

$\varepsilon_t$  – składnik losowy.

W przypadku stacjonarności reszt modelu stwierdzone zostaje, że zmienne  $x_t$  i  $y_t$  są skointegrowane. Występowanie kointegracji potwierdza istnienie trwałej, długookresowej relacji pomiędzy analizowanymi szeregami czasowymi [Tatarczak 2007].

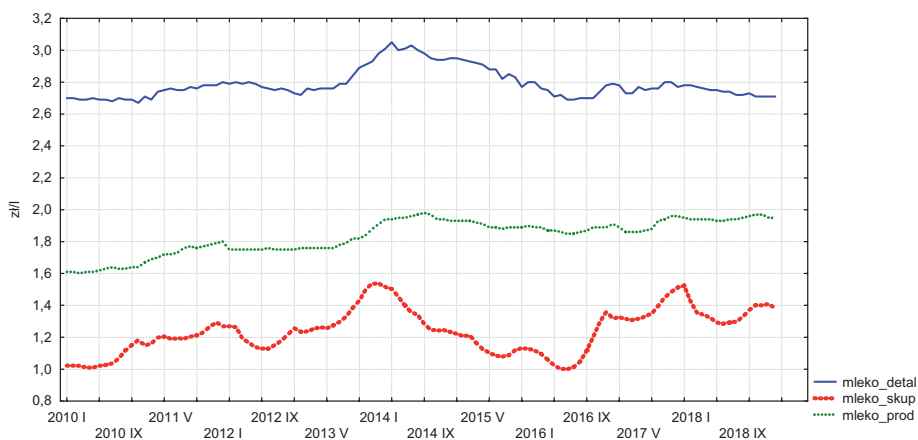
## Wyniki badań

Istotnym elementem analizy funkcjonowania łańcuchów dostaw żywności są występujące zależności pomiędzy cenami w poszczególnych ogniwach łańcucha, a w szczególności istnienia określonej relacji między nimi w długim okresie. Celem takiej analizy jest

możliwość prognozowania cen na tym rynku i budowanie długoterminowych strategii funkcjonowania podmiotów. W niniejszym artykule podjęto się określenia długookresowych zależności pomiędzy cenami mleka w skupie, cenami producenta mleka oraz cenami detalicznymi mleka. Między poszczególnymi ogniwami występują powiązania integracyjne oraz sformalizowana i niesformalizowana współpraca, których celem jest tworzenie warunków harmonijnego przepływu dóbr, informacji i środków pieniężnych przez wyodrębnione ogniwa oraz płynny dopływ dóbr finalnych do konsumenta [Jarczyński 2003, Kapusta 2009].

W pracy wykorzystano metody wpisujące się w ekonometryczną analizę szeregów czasowych, w szczególności badanie relacji kointegrujących. Kointegracja oznacza długookresową zależność procesów ekonomicznych, którą interpretuje się jako ścieżkę równowagi<sup>1</sup>. Występowanie kointegracji między cenami w dwóch ogniwach łańcucha dostaw oznacza, że w długim okresie ceny te będą ze sobą silnie skorelowane, jednak w krótkim okresie może wystąpić tendencja odwrotna [Allen i MacDonald 1951].

Dane empiryczne wykorzystane w badaniu obejmują okres od stycznia 2010 roku do lutego 2019 roku. Są to średnie miesięczne nominalne ceny mleka w skupie (mleko\_skup), ceny producenta (mleko\_prod) oraz ceny detaliczne (mleko\_detal) w Polsce, wyrażone w PLN za litr. Dane zgromadzono na podstawie informacji udostępnianych przez GUS. Na rysunku 1 przedstawiono kształtowanie się analizowanych zmiennych, na podstawie których zostały wyznaczone wybrane statystyki opisowe oraz współczynniki korelacji liniowej pomiędzy zmiennymi (tab. 1 i 2).



Rysunek 1. Ceny mleka w skupie, ceny producentów mleka, ceny detaliczne mleka od stycznia 2010 do lutego 2019 (PLN/l).

Figure 1. Milk prices in procurement, prices of milk producers, retail milk prices from January 2010 to February 2019 (PLN/l).

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2019].

<sup>1</sup> W krótkim okresie mogą wystąpić odchylenia od ścieżki równowagi, szerzej: Koško M., Osińska M., Stempińska J., (red.), 2007: Ekonometria współczesna, TNOiK „Dom Organizatora”, Toruń, 313 i nast.

Tabela 1. Statystyki opisowe cen mleka w skupie, cen producenta mleka i cen detalicznych mleka  
 Table 1. Descriptive statistics of milk prices in procurement, milk producer prices and milk retail prices

Zmienna	Średnia	Wsp. Zmienności (%)	Skośność	Kurtoza
mleko_skup	1,240	11,2	0,179	-0,633
mleko_prod	1,834	5,9	-0,602	-0,778
mleko_detal	2,789	3,3	1,152	0,372

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2019].

Tabela 2. Współczynniki korelacji pomiędzy zmiennymi

Table 2. Correlation coefficients

	mleko_skup	mleko_prod	mleko_detal
mleko_skup	1	0,569	0,425
mleko_prod	0,569	1	0,521
mleko_detal	0,425	0,521	1

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2019].

W pierwszej kolejności sprawdzono stacjonarność analizowanych zmiennych, na podstawie uzyskanych wyników nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej mówiącej o występowaniu pierwiastka jednostkowego. Oznacza to, że analizowane zmienne charakteryzują się brakiem stacjonarności. Wyniki rozszerzonego testu Dickeya-Fullera dla pierwszych różnic zmiennych wskazują, że badane szeregi są zintegrowane w stopniu pierwszym (tab. 3).

Tabela 3. Wyniki rozszerzonego testu Dickeya-Fullera dla zmiennych oraz dla pierwszych różnic

Table 3. Results of the extended Dickey-Fuller test for variables and for the first differences

Zmienna	Statystyka testu	Wartość $p$
mleko_skup	-4,265	0,349
mleko_prod	-2,353	0,405
mleko_detal	-2,469	0,344
d_mleko_skup	-5,4339	0,000
d_mleko_prod	-5,3159	0,000
d_mleko_detal	-4,5259	0,001

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2019].

Następnie oszacowano parametry trzech równań kointegrujących:

$$\text{mleko\_skup} = -0,476 + 0,964 \text{ mleko\_prod} + \varepsilon_t$$

$$\text{mleko\_prod} = 0,153 + 0,546 \text{ mleko\_detal} + \varepsilon_t$$

$$\text{mleko\_skup} = -0,529 + 0,598 \text{ mleko\_detal} + \varepsilon_t$$

na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  otrzymane wartości statystyk testowych wskazywały na istotność statystyczną otrzymanych parametrów. W kolejności ponownie za pomocą rozszerzonego testu Dickeya-Fullera zweryfikowano hipotezę zerową, mówiącą o występowaniu pierwiastka jednostkowego w procesie resztowym z otrzymanych równań.

Tabela 4. Wyniki testu Engle'a –Grangera.

Table 4. Engle- Granger test results.

Równanie	Statystyka testu	Wartość <i>p</i>
$\text{mleko\_skup} = -0,476 + 0,964 \text{ mleko\_prod} + \varepsilon_t$	-3,486	0,102
$\text{mleko\_prod} = 0,153 + 0,546 \text{ mleko\_detal} + \varepsilon_t$	-3,883	0,048
$\text{mleko\_skup} = -0,529 + 0,598 \text{ mleko\_detal} + \varepsilon_t$	-3,607	0,077

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Na podstawie otrzymanych wyników testu (tab.4) ( $\alpha = 0,05$ ) można stwierdzić, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej w przypadku równania 1 i 3, zatem reszty z tych równań kointegrujących nie są stacjonarne. Co oznacza, że nie występuje kointegracja między cenami skupu i cenami producenta, jak również nie występują ona w przypadku cen skupu i cen detalicznych. W przypadku cen producenta i cen detalicznych stwierdza się niestacjonarność reszt równania kointegrującego (równanie 2), co za tym idzie te dwie zmienne, reprezentujące szeregi czasowe, są skointegrowane. Można wówczas mówić o występowaniu długookresowej zależności pomiędzy zmiennymi.

## Podsumowanie i wnioski

Funkcjonowanie poszczególnych ogniw w łańcuchu dostaw żywności jest uzależnione od zmian, jakie mogą mieć miejsce w łańcuchach dostaw w gospodarce europejskiej. Na sytuację produkcyjno-ekonomiczną sektora rolno-spożywczego, w którego obrębie funkcjonuje łańcuch dostaw żywności w Polsce, wpływają m.in. wahania produkcji roślinnej i zwierzęcej, systematyczny wzrost cen środków produkcji oraz zmienna koniunktura na światowych rynkach. Działanie czynników strukturalnych oraz przejściowych powoduje spowolnienie dynamiki wzrostu produkcji w jednostkach powiązanych z łańcuchem dostaw żywności w stosunku do pozostałych sektorów gospodarki [Motowidlak i Fajczak-Kowalska 2010]. W łańcuchu dostaw w sektorze mleczarskim kluczową pozycję zajmują gospodarstwa rolne produkujące mleko surowe oraz spółdzielnie mleczarskie prowadzące skup mleka surowego i produkujące gotowe wyroby mleczne.

Celem niniejszej pracy była analiza kointegracji cen na rynku mleka w Polsce w latach 2010–2019. Dokonano krótkiej charakterystyki szeregów czasowych, złożonych z cen mleka w skupie, cen producenta mleka i cen detalicznych mleka. Aby odpowiedzieć na pytania: (1) czy pomiędzy zmiennymi występuje długoterminowa zależność?; (2) czy istnieje określona relacja pomiędzy zmiennymi w długim okresie?, wykorzystano analizę kointegracji opartą na teście Engle'a- Grangera.

Otrzymane wyniki ujawniły występowanie długookresowej relacji pomiędzy cenami producenta mleka i cenami detalicznymi. Kointegracja tych dwóch zmiennych oznacza istnienie długookresowych mechanizmów dostosowawczych prowadzących do osiągnięcia stanu równowagi dynamicznej. Konkluzją uzyskanych wyników jest stwierdzenie, że rynek producenta oraz rynek detaliczny mleka są ze sobą skointegrowane, co skutkuje rosnącym powiązaniem cen. Określenie, czy pomiędzy cenami w poszczególnych ogniwach łańcucha dostaw istnieje pewna długookresowa równowaga, jest istotne w podejmowaniu decyzji produkcyjnych w dwóch pierwszych ogniwach

tego łańcucha. Przeprowadzona analiza wskazuje jednak, że pomiędzy cenami w tych ogniwach nie występują zależności długookresowe. Nie można, zatem mówić o występowaniu pewnych analogii w kształtowaniu się cen w badanym okresie. Odmienna sytuacja ma miejsce w przypadku dwóch ostatnich ogniw: procentów i punktów sprzedaży detalicznej. Należy jednak pamiętać, że pomiędzy tymi ogniwami występuje wiele dodatkowych podmiotów pełniących funkcję pośredników. I to oni w dużej mierze wpływają na ostateczny poziom cen detalicznych.

## Literatura

- Abt S., 2003: Logistyka ponad granicami, ILiM, Poznań.
- Allen D.E., MacDonald G., 1951: The Long-Run Gains from International Equity Diversification. Australian Evidence from Cointegration Tests, [w:] D.K. Ghosh, S. Khaksari (red.), Managerial Finance in the Corporate Economy, Routledge, Londyn, 112.
- Batóg B., 2016: Badanie kointegracji wybranych zmiennych ekonomiczno-finansowych w województwie zachodniopomorskim, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego* 45, 133–141.
- Borzyszkowska M., 2007: Analiza empiryczna wybranych zmiennych wchodzących w skład funkcji popytu na pieniądź, *Dynamiczne Modele Ekonometryczne*, X Ogólnopolskie Seminarium Naukowe, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, [źródło elektroniczne] <http://www.dem.umk.pl/DME/2007/borzyszkowska.pdf> [dostęp: 07.06.2019].
- GUS, 2019: Ceny w rolnictwie, [źródło elektroniczne] <https://bdl.stt.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat> [dostęp: 05.06.2019].
- Jarczyński J., 2003: Charakterystyka logistycznego łańcucha dostaw w zakresie przepływu surowców i wyrobów gotowych w wybranych spółdzielniach mleczarskich, *Logistyka* 2.
- Jarzbowski S., 2013: Łańcuchy dostaw w gospodarce żywnościowej, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 103.
- Kapusta F., 2009: Logistyczny łańcuch mleka w Polsce, cz. I, *Przegląd Mleczarski* 6.
- Mikołajczyk K., Wyrobek J., 2006: Możliwość wykorzystania metody autoregresji wektorowej w polityce pieniężnej, *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 683, 63–87.
- Morkis G., Nosecka B., Seremak-Bulge J., 2010: Monitorowanie oraz analiza zmian polskiego łańcucha żywnościowego. Synteza z realizacji tematu III, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Motowidlak U., Fajezak-Kowalska A., 2010: Wartość dodana w łańcuchu dostaw żywności, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* 10, 2.
- Promowanie pozycjonowania rolników i spółdzielni w łańcuchu dostaw żywności, 2019, [źródło elektroniczne] [www.eurodetachment-travail.eu/datas/files/EUR/gopa%20pol.pdf](http://www.eurodetachment-travail.eu/datas/files/EUR/gopa%20pol.pdf) [dostęp: 07.06.2019].
- Przekota G., Rembeza J., 2016: Powiązania dynamiki wzrostu gospodarczego pomiędzy krajami Europy Środkowo-Wschodniej i Europy Zachodniej, *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy* 9, 123–140.
- Szymańska E., Bórawski P., Żuchowski I., 2018: Łańcuchy dostaw na wybranych rynkach rolnych w Polsce, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

*A. Tłuczak*

- Tatarczak E., 2007: Badanie stacjonarności oraz kointegracji kursów walutowych, *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, 94, 1, 149–156.
- Tłuczak A., 2015: Zależności cenowe w łańcuchach dostaw żywności na przykładzie cen mięsa, *Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 249.
- Tłuczak A., 2016: Analiza zmian cen w łańcuchach dostaw żywności na przykładzie rynku mięsa wołowego w Polsce, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1.

Adres do korespondencji:

**dr inż. Agnieszka Tłuczak**  
(<https://orcid.org/0000-0001-6217-8822>)  
Wydział Ekonomiczny  
Uniwersytet Opolski  
ul. Ozimska 46a, 45-058 Opole  
e-mail: [atluczak@uni.opole.pl](mailto:atluczak@uni.opole.pl)