

ANNA KOŻUCH, ANNA ANKUDO-JANKOWSKA

Analiza cen drewna brzoźowego w Polsce oraz wybranych krajach Europy

Analysis of birch wood prices in Poland and selected European markets

ABSTRACT

Kożuch A., Ankudo-Jankowska A. 2021. Analiza cen drewna brzoźowego w Polsce oraz wybranych krajach Europy. Sylwan 165 (6): 489-500. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2021050>.

Globalization processes have increased the importance of the international timber market, while the rational management of forest resources requires the monitoring of timber price changes not only on the national level, but also on the European, or even global levels. Price time series decomposition affords a valuable source of knowledge about historical price dynamics in national and regional timber markets, while the identified cyclical, seasonal, and random changes provide information about market reactions to a range of influencing factors. The objective of the study was to analyze the prices of birch roundwood (log and pulpwood assortments) in the primary timber markets of Poland, Estonia, Finland, and Lithuania in the years 2005-2019 as well as to examine linkages between these markets. The study materials consisted of time series of net nominal prices of birch roundwood and pulpwood on a quarterly basis. Data were obtained from the FAO database, and from the websites of statistical agencies in those countries. The individual components of the time series were determined using the Census X11 method. Integration between markets are investigated when the price time series are nonstationary. Timber markets were analyzed for time series stationarity using the augmented Dickey-Fuller and Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin tests. Analysis was performed using R software ver. 4.0.3. The nominal prices of birch sawlogs and pulpwood in north-eastern Europe in 2005-2019 differed between the analyzed markets. Sawlog prices commanded the highest in Lithuania in Q1 2019 (91 €/m³) and in Estonia in Q2 2019 (78 €/m³). The lowest and most stable prices occurred in the Polish market, reaching the maximum in Q1-Q2 2015 at 53 €/m³. The growth trend was the highest in the Lithuanian market, lasting from Q2 2009 (38 €/m³) to Q1 2019 (91 €/m³). Analyses revealed the impact of the various components of time series variation on birch prices in national markets. Both trend-cycle patterns and amplitudes differed between countries, especially in the case of pulpwood. Random events were found to influence price variation in all the studied markets. The applied stationarity tests were found to be inconclusive for almost all the analyzed time series. As a result, a study of relationships between them could not provide reliable information about integration of the analysed timber markets.

KEY WORDS

birch pulpwood/sawlog, forest economics, price fluctuations, time series analysis

ADDRESSES

Anna Kożuch ⁽¹⁾ – e-mail: a.janusz@ur.krakow.pl

Anna Ankudo-Jankowska ⁽²⁾ – e-mail: anna.ankudo-jankowska@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

⁽²⁾ Katedra Ekonomiki Leśnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

Wstęp

Produkcja drewna oraz ceny surowca drzewnego na terenie danego kraju zależą przede wszystkim od warunków przyrodniczych, koniunktury gospodarczej, konkurencji oraz polityki sprzedaży. Cena odzwierciedla poziom rozwoju rynku, ponieważ jest konsekwencją oddziaływania popytu i podaży [Adamowicz 2010; Gejdoš, Danihelová 2015; Wysocka-Fijorek, Lachowicz 2018; Mandziuk, Parzych 2019]. Szeregi czasowe cen drewna stanowią źródło informacji na temat minionej sytuacji na rynku, odzwierciedlają aktualne zapotrzebowanie na sortymenty, mogą być również wykorzystywane do prognozowania zmian cen [Leskinen, Kangas 2001; Buongiorno 2015; Banaś i in. 2019; Banaś, Kożuch 2019]. Dekompozycja szeregów czasowych cen obrazuje dynamikę zmian oraz dostarcza wiedzy na temat wpływu czynników przypadkowych, sezonowych i cyklicznych na rynek drzewny [Ang 1995; Rosenkranz i in. 2015]. Ich znajomość ma znaczenie w kontekście oceny bieżącej sytuacji na rynku drzewnym, a także zwiększa szansę na podjęcie trafnych decyzji w zakresie kształtowania polityki podaży i cen. Do budowania odpowiedniej strategii handlu konieczna jest również wiedza na temat związków między rynkami w ujęciu historycznym oraz w zakresie ich reakcji na zmiany. Prawo jednej ceny zakłada, że cena podobnego produktu powinna być taka sama na różnych rynkach, w szczególności po uwzględnieniu kosztów transportu. Poziom integracji rynków lokalnych lub międzynarodowych drewna i produktów drewnianych był analizowany przez wielu autorów [Toivonen i in. 2000; Toppinen i in. 2005; Olsson, Hillring 2013; Jaunky, Lundmark 2015; Kożuch, Banaś 2020], a procesy zachodzące na rynku drzewnym stanowią przedmiot zainteresowania zarówno producentów drewna, jak i przedstawicieli sektora drzewnego.

Zmiany na rynku surowca drzewnego w Europie wymuszają na sektorze leśno-drzewnym monitorowanie nie tylko cen, ale i zmian zachodzących w technologiach przerobu surowca drzewnego oraz kierunkach jego wykorzystania [Lachowicz i in. 2016]. Szczególnie dotyczy to drewna gatunków liściastych, których rola w podnoszeniu stabilności drzewostanów rośnie, ze względu na postępujące zmiany klimatu. Drewno brzożowe uważane jest w środkowej i północno-wschodniej części Europy za jeden z najważniejszych i najbardziej przydatnych gatunków drewna do przerobu przez przemysł drzewny i energetykę [Hynynen i in. 2010; Lachowicz i in. 2016]. Odgrywa też coraz większą rolę w sektorach budowlanym i meblarskim [Dubois i in. 2020]. Przydatność użytkowa brzoż jest zróżnicowana. Na półkuli północnej występuje 40 gatunków brzozy, najpowszechniej *Betula pendula* Roth i *B. pubescens* Ehrh. W krajach skandynawskich udział brzoż w strukturze miąższościowej waha się od 11 do 16%, a w krajach bałtyckich od 17 do 28%. Brzoza jest ważnym gatunkiem handlowym w Rosji i na Białorusi. Natomiast w Europie Środkowej i Południowej odgrywa marginalną rolę w leśnictwie. Najwyższy zapas drewna brzożowego na pniu dotyczy Rosji (11 023 mln m³), Finlandii (312 mln m³) i Łotwy (148 mln m³), nieco niższy jest w Estonii (102 mln m³). Brzoza w Polsce stanowi około 7,5% w strukturze gatunkowej drzewostanów, a roczne pozyskanie wynosi około 2,5 mln m³ [Hynynen i in. 2010; Lachowicz i in. 2016].

Celem badań jest analiza zmian cen drewna brzożowego okrągłego wielkowymiarowego ogólnego przeznaczenia oraz średniowymiarowego na pierwotnym rynku drzewnym Polski, Estonii, Finlandii i Litwy w latach 2005-2019, a także weryfikacja długotrwałych powiązań pomiędzy tymi rynkami.

Materiał i metody

Analizę zmienności cen drewna wykonano metodą wielostopniowej dekompozycji szeregów czasowych Census X-11. Wyodrębniono wahania cykliczne ujęte wraz z trendem, sezonowe oraz przypadkowe [Musgrave i in. 1967; Suchodolski, Idzik 2018]. Składowa okresowa może wystąpić w postaci zmian cyklicznych, czyli długookresowych, rytmicznych wahań oraz wahań sezonowych (krótkookresowych w ciągu jednego roku). Sezonowość cen wynika z uwarunkowań przyrodniczych i organizacyjnych [Zwirgmaier 2010].

Szeregi czasowe cen drewna opisano za pomocą modelu multiplikatywnego [Dittmann 2008]:

$$Y_t = TC_t \cdot S_t \cdot I_t$$

gdzie:

- Y_t – cena drewna w okresie t ,
- TC_t – iloczyn trendu i wahań cyklicznych,
- S_t – wahania sezonowe,
- I_t – wahania nieregularne (przypadkowe).

Cykle wraz z trendem (TC) wyodrębniono z szeregu czasowego jako średnią Hendersona. Procedura desezonalizacji szeregu czasowego polegała na wygładzeniu szeregów za pomocą średnich ruchomych. Wartości empiryczne cen podzielono przez odpowiadające im wskaźniki sezonowości [Suchodolski, Idzik 2018]. Istotność wahań sezonowych (S) zweryfikowano za pomocą testu F. Wahania nieregularne (I) wyodrębniono, dzieląc szereg czasowy pozbawiony wpływu wahań sezonowych przez tendencję rozwojową.

Badając zależności pomiędzy rynkami drewna brzoźowego (W0 i S2), w pierwszej kolejności wykonano testy stacjonarności pojedynczych szeregów czasowych za pomocą testu Dickeya i Fullera (Augmented Dickey-Fuller Test; ADF) [Said, Dickey 1984]. Przeprowadzono także test stacjonarności Kwiatkowskiego-Phillipsa-Schmidta-Shina (KPSS), przy czym interpretacja wyniku testu KPSS jest odwrotna niż interpretacja wyniku testu ADF: niskie p-value świadczą o niestacjonarności szeregu [Phillips, Perron 1988; Kwiatkowski i in. 1992]. Badanie długookresowych zależności pomiędzy rynkami wykonywane jest, jeżeli szeregi czasowe cen są niestacjonarne, a ich pierwsze różnice stacjonarne, czyli wówczas, gdy szeregi są zintegrowane w stopniu pierwszym $I(1)$. Dla szeregów stacjonarnych wykonano zwykłą analizę regresji. Do badania zależności między rynkami wykorzystywany jest test Johansena oraz metoda Engle'a-Grangera. Analizy wykonano w programie R, wersja 4.0.3.

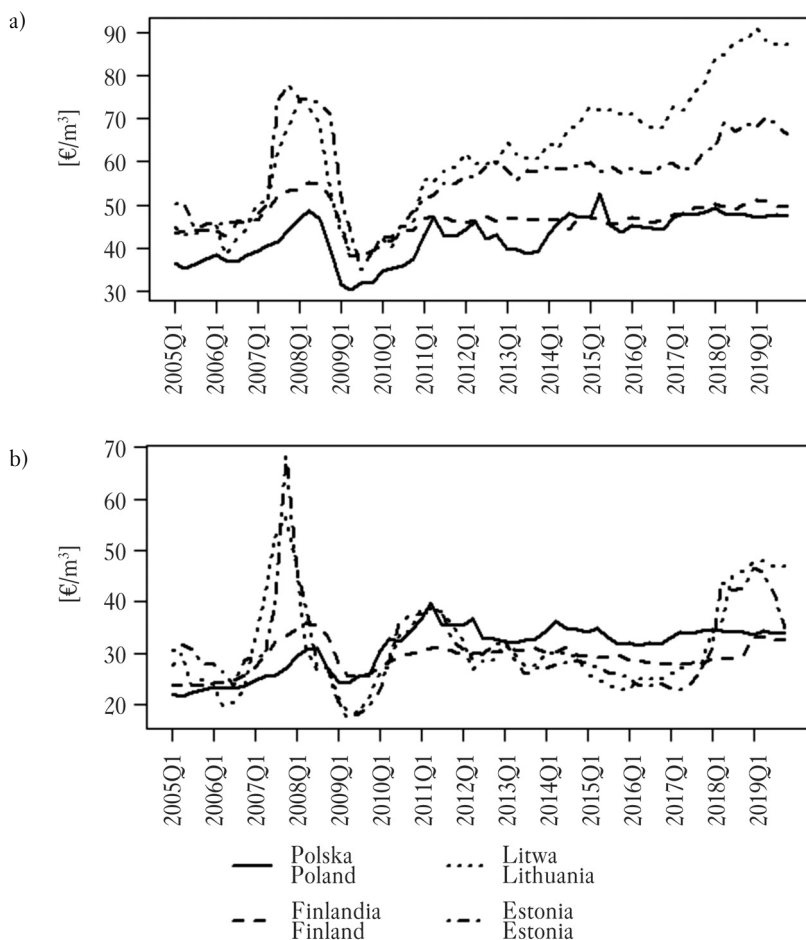
Materiał badawczy stanowiły szeregi czasowe cen nominalnych netto drewna brzoźowego okrągłego wielkowymiarowego ogólnego zastosowania oraz średniowymiarowego w ujęciu kwartalnym za lata 2005-2019 (ceny przeliczono na euro według kwartalnych kursów). W Estonii, Finlandii i Litwie analizą objęto przemysłowe drewno okrągłe: kłody „logs”, których średnica górna jest większa lub równa 18 cm, oraz sortyment średniowymiarowy „pulpwood”. W Polsce uwzględniono sortymenty wielkowymiarowe ogólnego zastosowania (W0) wszystkich klas grubości oraz drewno średniowymiarowe stosowe przemysłowe (S2A). Analizy nie obejmowały drewna wielkowymiarowego specjalnego przeznaczenia („veneer log” oraz drewna WA1, WB1, WC1).

Porównywanie cen między krajami jest trudne ze względu na różne klasyfikacje, a także warunki sprzedaży drewna. Wymagania jakościowe dla uwzględnionych sortymentów są zbliżone w różnych krajach, w związku z tym analizy dostarczają obiektywnych informacji. Ceny natomiast odzwierciedlają wartość drewna po ścinie, sprzedawanego w Estonii, Finlandii i Litwie na poboczu drogi („roadside price”), a w Polsce – po zrywce („loco skład”).

Dane dla Finlandii i Litwy pozyskano z FAO Database (<http://www.fao.org/faostat/en/#home>), Estonii – z roczników statystycznych (<https://estonianitmer.ee/statistics>), a Polski – z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych.

Wyniki

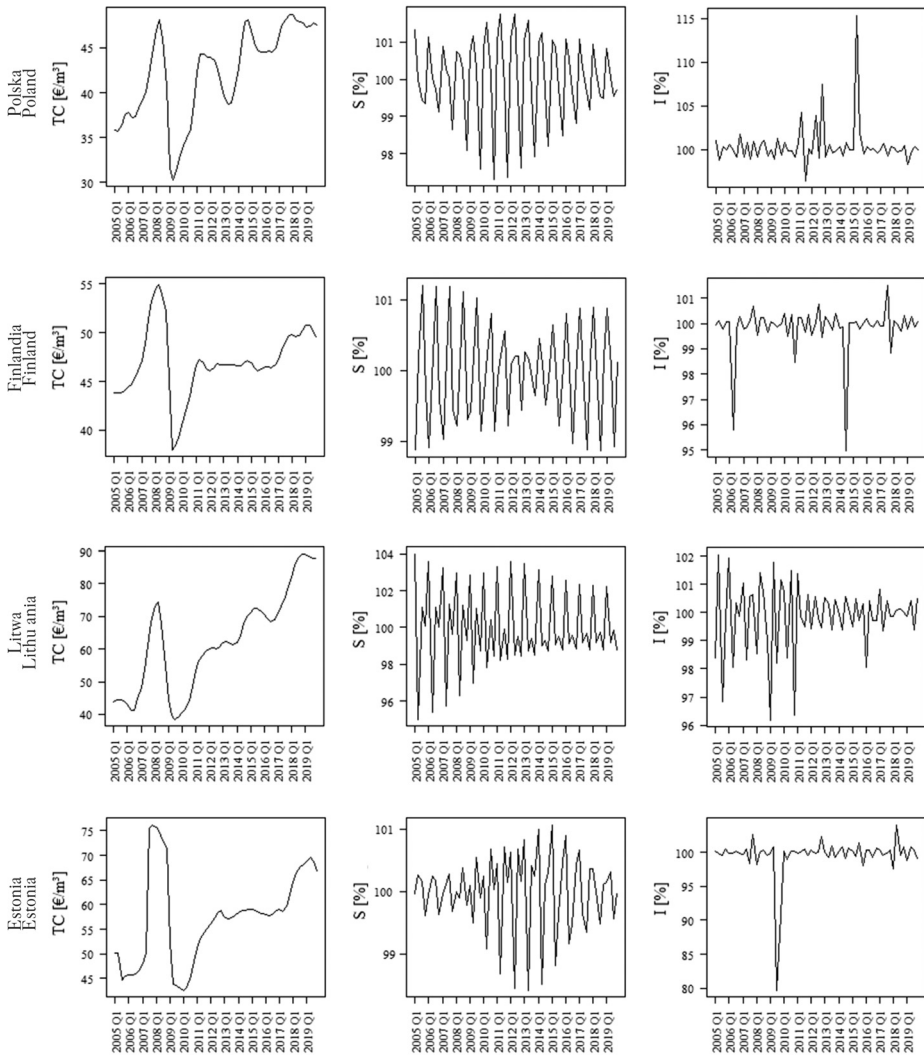
Najwyższą przeciętną cenę ze sprzedaży drewna wielkowymiarowego brzoazowego w latach 2005-2019 uzyskano na Litwie (91 €/m³), najniższą w Polsce (52,58 €/m³) (ryc. 1). Cena minimalna sprzedaży w Polsce kształtowała się poziomie 30,31 €/m³, na Litwie wynosiła 38,23 €/m³, a w Finlandii 38,08 €/m³. Maksymalny wzrost cen między dwoma sąsiednimi kwartałami dotyczył rynku estońskiego (+47,9% w przypadku kłód i +72,7% dla drewna średniowymiarowego), a maksymalny spadek rynków estońskiego i litewskiego. Ceny drewna średniowymiarowego na analizowanych rynkach kształtowały się za zbliżonym poziomie. Najwyższą i najniższą cenę sprzedaży tego drewna uzyskano w Estonii, odpowiednio 68,41 €/m³ i 17,39 €/m³.



Ryc. 1.

Ceny nominalne drewna brzoazowego okrągłego wielkowymiarowego (a) i średniowymiarowego (b) w wybranych krajach Europy w latach 2005-2019

Nominal prices of birch sawlogs (a) and pulpwood (b) in selected European countries in the years 2005-2019

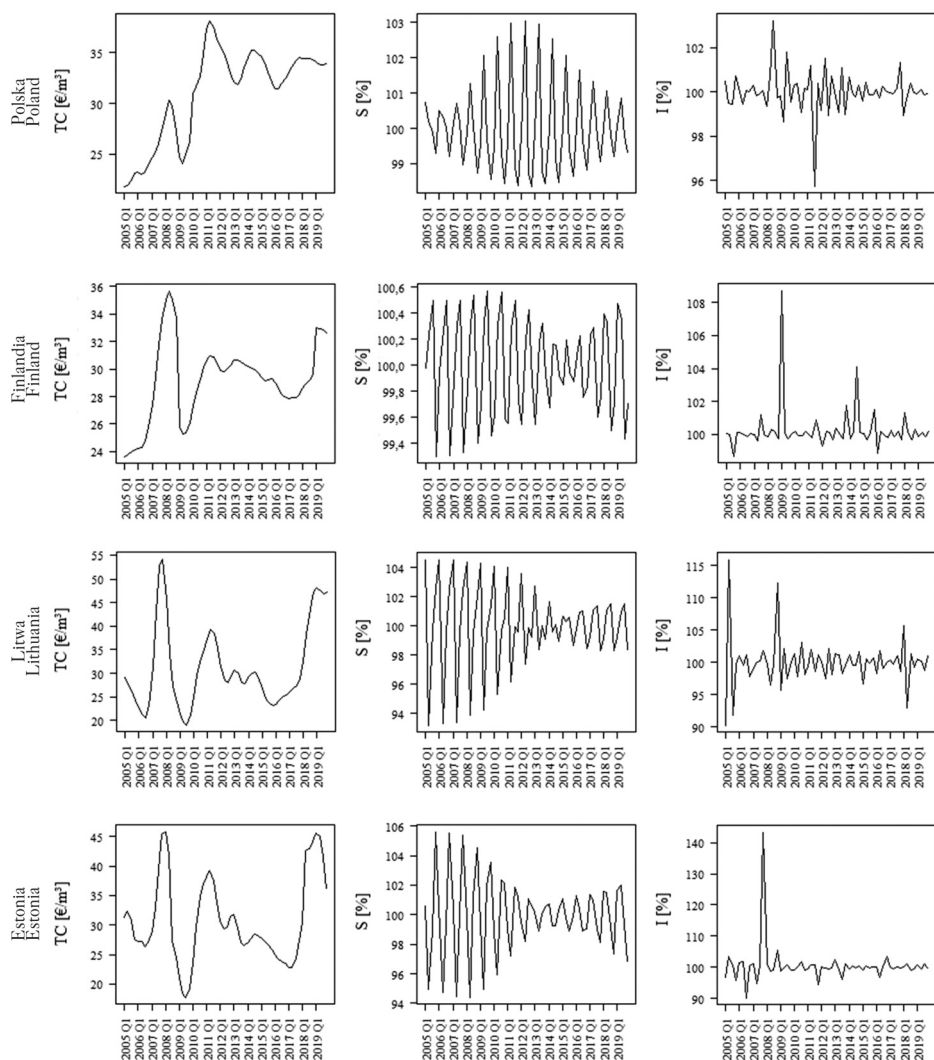


Ryc. 2.

Wahania trendu z cyklem (TC), sezonowe (S) i przypadkowe (I) cen drewna brzozonego okrągłego wielkowymiarowego w wybranych krajach Europy w latach 2005-2019

Trend-cycle (TC), seasonal (S) and random (I) changes in birch sawlog prices in selected European countries in the years 2005-2019

ZMIANY CEN DREWNA BRZOZONEGO WIELKOWYMIAROWEGO I ŚREDNIOWYMIAROWEGO. Dekompozycja szeregów czasowych kwartalnych cen drewna wykazała wpływ wahań nieregularnych, sezonowych i cyklicznych na analizowane rynki (ryc. 2, ryc. 3). Wahania cykliczne z trendem na polskim rynku odzwierciedlają stopniowy wzrost cen drewna wielkowymiarowego, z wyjątkiem okresu od Q3 2008 do Q2 2009. Amplituda zmian sezonowych w latach 2005-2009 i 2015-2019 była podobna, a pomiędzy tymi okresami zauważalnie większa z maksymalną wartością – pomiędzy Q4 2010 a Q1 2011 (około 4%). Najwyższe ceny sortyment wielkowymiarowy osiągał w Q1, a najniższe w Q3 i Q4 (tab. 1). Wyraźny wpływ wahań losowych dotyczył okresu od Q1 2011 do Q1 2013 oraz 2015 roku. Określony dla drewna średniowymiarowego cykl z trendem wskazywał



Ryc. 3.

Wahania trendu z cyklem (TC), sezonowe (S) i przypadkowe (I) cen drewna średniowymiarowego w wybranych krajach Europy w latach 2005-2019

Trend-cycle (TC), seasonal (S) and random (I) changes in birch pulpwood prices in selected European countries in the years 2005-2019

na stopniowy wzrost cen aż do 2011 roku, po którym nastąpił niewielki spadek i utrzymanie stałego poziomu cen do 2019 roku. Amplituda zmian sezonowych zwiększała się stopniowo do 4,7% w 2012 roku, a w kolejnych latach wahania zmniejszały się (ryc. 3). Najwyższe ceny ze sprzedaży uzyskiwano w Q1 i Q2, natomiast najniższe w Q4 (tab. 2).

Ceny kłód na rynku fińskim rosły od Q1 2005 do Q3 2008, po czym nastąpiło jednoroczne załamanie ich wzrostowego trendu. W okresie od Q3 2009 do Q1 2011, a do Q1 2017 zmieniały się w ograniczonym zakresie, po czym rosły do Q1 2019 roku. Rynek fiński jest jedynym spośród analizowanych rynków, na którym wahania sezonowe drewna W0 były statystycznie nieistotne (tab. 1). Wahania przypadkowe stwierdzono w 2006 roku (z amplitudą 4%) oraz Q2-Q3 2014

Tabela 1.

Statystyczna charakterystyka wahań sezonowych cen kłód oraz średniowymiarowego drewna brzoazowego w wybranych krajach w latach 2005-2019

Statistical characteristics of seasonal variation in birch sawlog and pulpwood prices in selected European countries in the years 2005-2019

	F	P	Zakres amplitudy Amplitude range [%]	Rok Year	Maximum [%]	Minimum [%]	Amplituda Amplitude [%]
Kłody Sawlogs							
Polska Poland	68,71	<0,0001	1,27-4,37	2005	101,34 (Q1)	99,36 (Q4)	1,98
				2019	100,82 (Q1)	99,55 (Q3)	1,27
Estonia Estonia	10,86	<0,0001	0,59-2,49	2005	100,26 (Q2)	99,61 (Q4)	0,65
				2019	100,32 (Q2)	99,56 (Q3)	0,76
Finlandia Finland	1,51	0,2206	0,62-2,32	2005	101,21 (Q3)	98,89 (Q1)	2,32
				2019	100,89 (Q1)	98,93 (Q3)	1,96
Litwa Lithuania	86,32	<0,0001	3,47-8,99	2005	104,00 (Q1)	95,01 (Q2)	8,99
				2019	102,23 (Q1)	98,76 (Q4)	3,47
Drewno średniowymiarowe Pulpwood							
Polska Poland	64,79	<0,0001	1,31-4,69	2005	100,75 (Q1)	99,29 (Q4)	1,46
				2019	100,87 (Q2)	99,32 (Q4)	1,55
Estonia Estonia	7,06	0,0004	1,46-10,92	2005	105,6 (Q4)	94,94 (Q2)	10,66
				2019	102,02 (Q2)	96,83 (Q4)	5,19
Finlandia Finland	14,82	<0,0001	0,34-1,20	2005	100,5 (Q3)	99,30 (Q4)	1,20
				2019	100,47 (Q1)	99,43 (Q3)	1,04
Litwa Lithuania	14,15	<0,0001	2,00-11,32	2005	104,51 (Q1)	93,19 (Q2)	11,32
				2019	101,49 (Q3)	98,40 (Q4)	3,09

roku (około 5%). W latach 2005-2008 wzorzec zmian cen sortymentu średniowymiarowego był zbliżony do wielkowymiarowego. W latach 2011-2017 ceny zmieniały się nieznacznie, wykazując silny wzrost od 2018 roku. Amplituda zmian sezonowych malała w latach 2005-2014, z kolei w latach 2015-2019 rosła (ryc. 3).

Fluktuacje zmian cyklicznych z trendem na rynku litewskim drewna wielkowymiarowego były zbliżone do przebiegu cen w Polsce. Różnica polegała na znacznie większym wzroście cen na rynku litewskim po kryzysie w 2008 roku. Od Q4 2009 roku cena drewna brzoazowego W0 na Litwie rosła do Q2 2019 roku, znacznie przewyższając poziom cen z Q2 2008 roku. Wpływ sezonowości na ceny zmniejszał się w okresie badań, a amplituda zmian malała. Największą (około 9%) stwierdzono w Q1-Q2 2005 roku – była to maksymalna zmiana na analizowanych rynkach. Wahania nieregularne występowały w okresach od Q1 2005 do Q4 2006 oraz od Q1 2009 do Q1 2011. Z kolei cykliczność cen (oraz trend) dla drewna średniowymiarowego na Litwie była zbliżona do cen fińskich. Różnica polegała na znacznie większym zakresie wahań cen w latach 2011-2017.

Cykliczność cen kłód na rynku estońskim była zbliżona do zmian zachodzących na Litwie. Różnica wynikała ze znacznie mniejszego wzrostu cen w Estonii po kryzysie w 2008 roku. Ceny w latach 2009-2019 nie osiągnęły nominalnych poziomów z 2007 roku. Wzorzec sezonowości cen w Estonii był zbliżony do polskiego. Najwyższe ceny uzyskiwano w Q2, a najniższe w Q3 i Q4 (tab. 1). W Q2-Q3 2009 roku stwierdzono największą amplitudę wahań nieregularnych – ponad 20% (ryc. 2). Ceny sortymentu średniowymiarowego w Estonii oraz zmiany przebiegały

Tabela 2.

Wyniki testów stacjonarności ADF i KPSS dla cen i ich pierwszych różnic drewna okrągłego wielkowie-
miarowego i średniowiemiarowego

Results of ADF and KPSS stationarity tests for roundwood (log and pulpwood) prices (Ceny) and their
first differences (Pierwsze różnice) with constant

	Ceny		Pierwsze różnice	
	KPSS	ADF	KPSS	ADF
Kłody Sawlogs				
Polska Poland	0,057	-3,726*	0,032	-3,761*
Estonia Estonia	0,067	-3,553*	0,036	-3,289
Finlandia Finland	0,082	-3,436	0,040	-3,456
Litwa Lithuania	0,118	-3,034	0,035	-3,278
Drewno średniowiemiarowe Pulpwood				
Polska Poland	0,261**	-2,171	0,038	-3,223
Estonia Estonia	0,087	-3,376	0,033	-3,535*
Finlandia Finland	0,107	-3,866*	0,056	-3,894*
Litwa Lithuania	0,102	-2,773	0,043	-3,849*

* i ** wskazują na odrzucenie hipotezy zerowej na poziomie 5% i 1%

* and ** indicate null hypothesis rejection at the 5% and 1% probability

podobnie jak na Litwie. Amplituda zmian sezonowych malała w latach 2005-2012 (maksimum w 2005 roku: 10,7%), natomiast w późniejszym okresie rosła (ryc. 3).

INTEGRACJA RYNKÓW DREWNA BRZOZOWEGO. Wyniki testów KPSS i ADF wykazały, że ceny drewna okrągłego wielkowiemiarowego w Polsce i Estonii tworzą szeregi stacjonarne. Dla danych fińskich i litewskich testy są niekonkluzywne (zarówno jeden, jak i drugi dają wyniki nieistotne statystycznie). Dotyczy to zarówno testów dla samych szeregów, jak i dla ich przyrostów. Ze względu na uzyskany wynik nie można stwierdzić, że szeregi te są zintegrowane w stopniu pierwszym (I(1)), a więc nie spełniają pierwszego warunku kointegracji (tab. 2). Dla stacjonarnych szeregów polskich i estońskich wykonano zwykłą analizę regresji. Analiza regresji wykazała istotny statystycznie współczynnik 0,399 ($p < 0,001$), co oznacza, że wzrost cen w Estonii o 1 €/m³ przekłada się na wzrost w Polsce o 0,399 €/m³. Skorygowany współczynnik R² wynosi 0,528, a więc nieco ponad 50% zmienności cen polskich podlega tym samym procesom co ceny na rynku estońskim.

Z kolei wyniki testów KPSS i ADF uzyskane dla drewna średniowiemiarowego wykazały, że ceny fińskie tworzą szeregi stacjonarne. Ceny w Polsce tworzą natomiast szereg niestacjonarny, ale wyniki dla ich przyrostów są niekonkluzywne (dają nieistotne statystycznie wyniki). W takiej sytuacji nie można stwierdzić, że szereg ten jest zintegrowany w stopniu pierwszym. Również dla danych litewskich i estońskich testy są niekonkluzywne, natomiast testy dla ich przyrostów wskazują na ich niestacjonarność. W związku z tym szeregi te nie są zintegrowane w stopniu pierwszym (I(1)) (tab. 2).

Dyskusja

Ceny drewna brzożowego wielkowymiarowego na ogół charakteryzowały się niższymi wartościami w porównaniu do gatunków iglastych. W Polsce w całym okresie badań ceny drewna brzożowego wielkowymiarowego były niższe niż ceny drewna sosnowego i świerkowego, a w 2018 roku odpowiednio o około 10 i 14 €/m³. Podobnie sytuacja kształtowała się na fińskim rynku drewna, a różnice cen wynosiły około 12 €/m³. Natomiast na Litwie w 2008 roku, a także m.in. w 2015 drewno brzożowe wielkowymiarowe było droższe niż drewno świerkowe i sosnowe. Podobnie w Estonii w 2012 roku ceny kłód brzożowych kształtowały się na takim samym poziomie jak sosnowych (około 58,0 €/m³) i były wyższe o około 3,0 €/m³ od świerkowych (nie biorąc pod uwagę okleiny brzożowej, której cena była niemal dwukrotnie wyższa i wynosiła 113 €/m³) (<https://estonianimber.ee/statistics>).

Dekompozycja szeregów czasowych cen drewna odzwierciedla zmiany zachodzące na pierwotnym rynku drzewnym i reakcje implikowane gospodarką wolnorynkową. Rynek drewna brzożowego w latach 2005-2008 zdominował wpływ cyklu koniunkturalnego, u szczytu którego ceny drewna okrągłego w Polsce, Finlandii i Estonii (Q2 2008 roku) oraz na Litwie (Q1 2008 roku) uzyskały najwyższe nominalne wartości. Spadek cen drewna w Q2-Q3 2009 roku spowodowany kryzysem finansowym zdestabilizował rynek ogółem, także drewna brzożowego. Na wszystkich analizowanych rynkach po 2009 roku ceny drewna wielkowymiarowego charakteryzowała cykliczność zmian i trend wzrostowy do 2019 roku, przy czym ceny nominalne na Litwie i w Polsce przewyższyły ceny z Q2 2008 roku odpowiednio w Q3 2017 roku i Q1 2018 roku. Natomiast w Finlandii i Estonii ceny nominalne nie osiągnęły wyższego poziomu niż w Q2 2008 roku, czyli realnie obniżyły się do 2019 roku. W zakresie sortymentu średniowymiarowego trend wzrostowy dotyczył cen w Polsce, na pozostałych rynkach dominował wpływ wahań cyklicznych. Również zmiany o charakterze losowym wpływały na ceny. Przyczyny wahań przypadkowych dostarczają trudności interpretacyjnych, najczęściej implikowane są czynnikami przyrodniczo-ekonomicznymi. Widoczny jest wyraźny wpływ sezonowości na ceny drewna brzożowego wielkowymiarowego. Najwyższe ceny z reguły uzyskiwano w pierwszej połowie roku, głównie w Q1 (Estonia Q2), a najniższe w Q3/Q4. Również w przypadku drewna średniowymiarowego wzorce sezonowości różniły się między krajami i zmieniały w trakcie badań.

Analizowane rynki znajdowały się pod presją licznych czynników przyrodniczych oraz ekonomicznych. Poza tym ich specyfika wynika z różnic w strukturze własności lasów, regulacjach prawnych realizacji gospodarki leśnej i zasadach hodowli drzewostanów (dobrze gatunków) wpływających na jakość drewna, rozwoju i specjalizacji przemysłu drzewnego. Niewątpliwie restrykcyjność regulacji prawnych w zakresie gospodarki leśnej, a także wdrażane procedury sprzedaży drewna wpływają na poziom cen na analizowanych rynkach. Rozmiar podaży na rynkach polskim i litewskim, a także estońskim wydaje się być w porównaniu z rynkiem fińskim bardziej sformalizowany. W Finlandii dokonano znacznej liberalizacji przepisów dotyczących gospodarki leśnej, co wynika z wysokiego udziału lasów prywatnych w strukturze własności [Rinaldi, Jonsson 2016]. Ponadto zaprezentowane ceny drewna mogą być w przypadku Finlandii niedoszacowane. Według metodyki FAO ceny te odzwierciedlają wartość drewna przy drodze wywozowej, natomiast posiadacze lasów często oferują drewno na pniu.

Na ceny wpływa popyt ze strony przemysłu drzewnego i koncentracja zakładów przetwarzających drewno. W Polsce spodziewane jest coraz większe zapotrzebowanie na drewno brzożowe, w szczególności ze strony sektora meblarskiego i budowlanego [Łukasiewicz, Gil 2017]. Na Litwie w 2015 roku około 30% krajowego drewna przemysłowego eksportowano, głównie

drewno średniowymiarowe (papierówkę), ze względu na brak przemysłu celulozowego. Natomiast Finlandia jest importerem netto przemysłowego drewna okrągłego (ze względu na bardzo dobrze rozwinięty sektor przetwórstwa drewna, również celulozy) i jednocześnie jest najważniejszym krajem eksportującym produkty przemysłu drzewnego na świecie. Podobnie estoński przemysł drzewny jest silnie zorientowany na eksport, który stanowi niemal $\frac{2}{3}$ sprzedaży estońskiego przemysłu drzewnego (w 2015 roku całkowity eksport przemysłu drzewnego osiągnął poziom 1,83 mld €) (<https://estonianitamber.ee/statistics>). Zdolności przetwórcze estońskiego sektora drzewnego przewyższyły podaż krajowego drewna okrągłego, a Estonia stała się w ostatnich latach importerem netto drewna do przerobu, głównie z Rosji, Szwecji i Niemiec [Teder i in. 2007].

W oparciu o wykonane analizy można wnioskować, że kraje z ugruntowaną pozycją sektora drzewnego charakteryzuje większa stabilność cen, tym samym mniejsza dynamika ich zmian. Finlandia, jako jeden z najpoważniejszych graczy na światowym rynku drewna, odczuwa niekorzystne ekonomicznie konsekwencje globalizacji (ze względu na import drewna surowego i produktów drewnianych) [Malaty i in. 2007]. Wydaje się, że konkurencja ze strony rosyjskiego i środkowo-wschodnioeuropejskiego sektora drzewnego ogranicza wzrost cen na pierwotnym rynku drzewnym w Finlandii. Również jakość drewna brzożowego z lasów naturalnych w tym kraju stale spada od lat 60. XX wieku. Oczekuje się, że podaż najlepszych sortymentów będzie pochodzić z plantacji.

Rynki są zintegrowane, jeżeli ceny kształtują się na zbliżonym poziomie niezależnie od sprzedawcy lub nabywcy produktu. Kointegrację można powiązać z pojęciem równowagi długookresowej za pomocą twierdzenia metodą Engle'a-Grangera, która umożliwia interpretację wektora kointegrującego jako relacji długookresowej między zmiennymi. Procedurę tę można stosować wówczas, gdy wszystkie zmienne są zintegrowane w stopniu I(1). Analizy KPSS i ADF wykazały niekonkluzywność testów stacjonarności dla niemal wszystkich analizowanych szeregów czasowych. Brak dowodów na stacjonarność, przy równoczesnym braku dowodów na niestacjonarność szeregów czasowych, ograniczyła możliwość badania integracji rynków. Podobny rezultat uzyskano, analizując integrację rynków drewna okrągłego w regionie Morza Bałtyckiego w latach 1991-2004 [Toppinen i in. 2005]. Długotrwałe zależności wykazano w przypadku drewna wielkowymiarowego świerkowego. W przypadku kłód i drewna średniowymiarowego (papierówki brzożowej), ze względu na mniejsze rynki w porównaniu z gatunkami iglastymi, uzyskano niejednoznaczne wyniki. Rynki drewna brzożowego mogą być bardziej podatne na inne źródła randomizacji w wahaniach cen, co utrudnia modelowanie wszelkich zależności cenowych [Toppinen i in. 2005]. W analizach uwzględniono ceny drewna o zbliżonych cechach: był to sortyment wielkowymiarowy (bez uwzględnienia drewna okleinowego) oraz drewno średniowymiarowe. Modyfikacje zastosowanych metod analizy, a także wykorzystanie danych np. w ujęciu miesięcznym nie gwarantują uzyskania precyzyjnych i transparentnych wyników, ale jednocześnie mogą poszerzyć wiedzę na temat relacji między rynkami.

Podsumowanie

Rynek fiński oraz polski cechowały się największą stabilnością cen drewna brzożowego wielko- i średniowymiarowego, z kolei największą zmiennością charakteryzował się rynek litewski, na którym ceny dynamicznie rosły. Względna i długoterminowa stabilność cen rynkowych wydaje się być korzystna zarówno dla dostawców, jak i odbiorców surowca drzewnego. Przewidywalność rynku stanowi impuls dla inwestorów z sektora przemysłu drzewnego do podejmowania decyzji inwestycyjnych w zakresie rozwoju przetwórstwa drewna i alokacji środków pieniężnych.

Przeprowadzone analizy wykazały wpływ poszczególnych elementów zmienności szeregów czasowych na kształtowanie się cen drewna brzożowego na badanych rynkach krajowych. Zmienność cen drewna w czasie następowała pod wpływem czynników cyklicznych, sezonowych (z wyjątkiem Finlandii odnośnie sortymentu W0), a także przypadkowych. Zarówno amplitudy zmian, jak i wzorce wahań cen były zróżnicowane na poszczególnych rynkach.

Analizy wykazały niekonkluzywność testów stacjonarności szeregów czasowych cen drewna wielkowiomiarowego. Szeregi cen z Polski i Estonii cechowały się stacjonarnością, a analiza regresji wykazała, że zmiany cen w Estonii w pewnym stopniu przekładały się na ceny uzyskiwane w Polsce. W odniesieniu do drewna brzożowego S2 testy również okazały się niekonkluzywne, a szeregi czasowe cen nie spełniały pierwszego warunku kointegracji.

Literatura

- Adamowicz K. 2010. Cenowa elastyczność popytu na drewno na pierwotnym lokalnym rynku drzewnym w Polsce. Sylwan 154 (2): 130-138. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2009018>.
- Ang B. W. 1995. Decomposition methodology in industrial energy demand analysis. Energy 20 (11): 1081-1095.
- Banaś J., Kożuch A. 2019. The Application of Time Series Decomposition for the Identification and Analysis of Fluctuations in Timber Supply and Price: A Case Study from Poland. Forests 10 (11): 990. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10110990>.
- Banaś J., Kożuch A., Zaborski K. 2019. Zastosowanie dekompozycji szeregów czasowych do analizy wahań podaży i cen drewna na przykładzie Nadleśnictwa Marcule. Sylwan 163 (10): 820-829. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2019064>.
- Buongiorno J. 2015. Global modelling to predict timber production and prices: the GFPM approach. Forestry 88: 291-303. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpu047>.
- Dittmann P. 2008. Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie. Wolters Kluwer Business, Kraków.
- Dubois H., Verkasalo E., Claessens H. 2020. Potential of birch (*Betula pendula* Roth and *B. pubescens* Ehrh.) for forestry and forest-based industry sector within the changing climatic and socio-economic context of Western Europe. Forests 11 (3): 336.
- Gejdoš M., Danihelová Z. 2015. Valuation and Timber Market in the Slovak Republic. Procedia Economics and Finance (34): 697-703. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01688-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01688-3).
- Hynynen J., Niemisto P., Arnio A. V., Brunner A., Hein S., Velling P. 2010. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. Forestry 83 (1): 336. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpp035>.
- Jaunky V. Ch., Lundmark R. 2015. Dynamics of Timber Market Integration in Sweden. Forests 6: 4617-4633. DOI: <https://doi.org/10.3390/f6124391>.
- Kożuch A., Banaś J. 2020. The Dynamics of Beech Roundwood Prices in Selected Central European Markets. Forests 11 (9): 902. DOI: <http://doi.org/10.3390/f11090902>.
- Kwiatkowski D., Phillips P. C. B., Schmidt P., Shin Y. 1992. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. Journal of Econometrics 54 (1-3): 159-178.
- Lachowicz H., Wysocka-Fijorek E., Paschalis-Jakubowicz P. 2016. Rynek drzewnego surowca brzożowego w Polsce w latach 2008-2012. Sylwan 160 (12): 971-980. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2016078>.
- Leskinen P., Kangas J. 2001. Modelling future timber price development by using expert judgments and time series analysis. Silva Fennica 35 (1): 93-102.
- Łukaszewicz J., Gil W. 2017. O zwiększeniu roli brzozy brodawkowej w odnowieniach i zalesieniach. Prezentacja Power Point Nadleśnictwo Herby. <http://www.herby.katowice.lasy.gov.pl>. Data dostępu: 13.04.2021.
- Malaty R., Toppinen A., Viitanen J. 2007. Modelling and forecasting Finnish pine sawlog stumpage prices using alternative time-series methods. Can. J. For. Res. 37: 178-187.
- Mandziuk A., Parzych S. 2019. Ceny sprzedaży drewna w użytkowaniu przedrębny w drzewostanach sosnowych w zależności od ich wieku. Sylwan 163 (11): 883-891. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2019082>.
- Musgrave J. C., Shiskin J., Young A. H. 1967. The X-11 Variant of Census Method II Seasonal Adjustment Program. Bureau of Census, New York.
- Olsson O., Hillring B. 2013. Price relationships and market integration in the Swedish wood fuel market. Biomass Bioenergy 57: 78-85.
- Phillips P. C. B., Perron P. 1988. Testing for a Unit Root in Time Series Regression. Biometrika 335-346.
- Rinaldi F., Jonsson R. 2016. Does it prices to make volumes move? A comparison of timber market functioning in Finland and Lithuania. Scandinavian Journal of Forest Research 31 (4): 428-433.
- Rosenkranz L., Seitsch B., Dieter M. 2015. Decomposition analysis of changes in value added. A case study of the sawmilling and wood processing industry in Germany. Forest Policy and Economics 54: 36-50.

- Said S. E., Dickey D. A. 1984. Testing for Unit Roots in Autoregressive-Moving Average Models of Unknown Order. *Biometrika* 1: 599-607.
- Suchodolski P., Idzik M. 2018. Identyfikacja i ocena zmienności cen drewna w nadleśnictwie Płock. *Wiadomości Statystyczne* 11: 41-55.
- Teder M., Ukrainski K., Prede M., Kaimre P. 2007. Assessing the alignment and integration of innovation and development policies for the forest sector in Estonia. *Forestry Studies* 46:102-117.
- Toivonen R., Toppinen A., Tili T. 2000. Roundwood price co-movement in Austria, Finland and Sweden. Helsinki.
- Toppinen A., Vitanen J., Pekka L., Toivonen R. 2005. Dynamics of Roundwood Prices in Estonia, Finland and Lithuania. *Baltic Forestry* 11 (1): 88-96.
- Wysocka-Fijorek E., Lachowicz H. 2018. Zmiany cen, ilości i wartości surowca drzewnego sprzedawanego w Lasach Państwowych. *Sylvan* 162 (1): 12-21. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2017043>.
- Zwirgmaier K. 2010. Seasonality of Prices – The Example of German Timber Prices. Technische Universitat Munchen.