

BADANIE PUNKTÓW ZWROTNYCH CEN ROPY NAFTOWEJ W LATACH 2015 - 2019

Monika Krawiec  <https://orcid.org/0000-0002-4765-244X>

Instytut Ekonomii i Finansów

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

e-mail: monika_krawiec@sggw.edu.pl

Rafał Furman

e-mail: s178817@sggw.edu.pl

Streszczenie: Celem pracy była identyfikacja punktów zwrotnych cen ropy naftowej w latach 2015 – 2019, do czego zastosowano test Perrona. Następnie podjęto próbę wskazania wydarzeń o charakterze geopolitycznym, które mogły być przyczyną istotnych zmian w strukturze trendu. Wykorzystano w tym celu, publikowane na portalach biznesowych, komentarze analityków oraz raporty surowcowe. Na tej podstawie oceniono, że w większości przypadków na notowania ropy naftowej w badanym okresie najbardziej wpływały problemy z nadwyżką podaży ropy naftowej w Stanach Zjednoczonych. Raporty informujące o zwiększającej się liczbie funkcjonujących platform wiertniczych w Ameryce Północnej oraz niski popyt na rynku paliwowym często powodowały długotrwałe obniżki cen na giełdach New York Mercantile Exchange (NYMEX) i Intercontinental Exchange (ICE).

Słowa kluczowe: rynek ropy naftowej, punkt zwrotny, test Perrona, wydarzenia geopolityczne

JEL classification: C22, C58, Q31

WSTĘP

Ropa naftowa to, obok węgla kamiennego i gazu ziemnego, jeden z najważniejszych naturalnych surowców energetycznych, wydobywanych aktualnie na świecie. Wykorzystywana jest przede wszystkim do produkcji paliw płynnych, takich jak benzyna, paliwo lotnicze czy olej napędowy, ale także w produkcji asfaltu [Schofield 2007]. Ropa jest również strategicznym towarem, niezwykle istotnym dla bezpieczeństwa energetycznego większości krajów.

<https://doi.org/10.22630/MIBE.2020.21.4.17>

W ostatnim stuleciu ropa naftowa stała się wyjątkowo pożądanym produktem, niezbędnym dla rozwoju ekonomicznego i obecnie gospodarki wielu państw są istotnie uzależnione od zużycia tego surowca. W efekcie zmienność światowych cen ropy ma wpływ na wzrost gospodarczy i rozwój przemysłowy poszczególnych krajów [Chai i in. 2011].

Wśród czynników kształtujących ceny ropy naftowej, między innymi, należy wymienić poziom jej podaży, zapasy, rozmiary produkcji i konsumpcji energii, ryzyko geopolityczne, a także zmienność kursów walutowych, inwestycje spekulacyjne na rynku ropy, giełdowy handel instrumentami pochodnymi opartymi na cenach tego towaru, jak również zmienność cen na rynkach akcji [Płókarz 2013]. Istotny wpływ na ceny ropy naftowej ma też działalność inwestycyjna spółek wydobywczych i ich nakłady na rozwój nowych technologii, wolne moce produkcyjne i zdolności przerobowe koncernów naftowych, od których zależy podaż, a także wysokość marż rafineryjnych, zdolność magazynowania ropy, jak również koszty transportu i siły roboczej [Czech i in. 2019].

W ciągu kilku ostatnich dekad rynek ropy stał się największym światowym rynkiem towarowym, który przyciąga wielu uczestników. Są to nie tylko firmy zajmujące się wydobyciem ropy i producenci paliw, ale też instytucje finansowe (banki, fundusze inwestycyjne, fundusze emerytalne, firmy ubezpieczeniowe, fundusze hedgingowe) oraz inwestorzy indywidualni [Geman 2007]. W wyniku postępującego procesu finansjalizacji rynków towarowych, rynek ropy został zdominowany przez tzw. uczestników niekomercyjnych (*noncommercials*), utożsamianych z podmiotami osiągającymi zyski w wyniku spekulacji. Jednocześnie maleje znaczenie tzw. uczestników komercyjnych (*commercials*), angażujących się w transakcje na rynku towarowym ze względu na rzeczywistą potrzebę zabezpieczenia się przed ryzykiem zmiany ceny towarów [Falkowski 2011].

W oczywisty sposób uczestnicy transakcji na rynku ropy są zainteresowani monitorowaniem jej cen, które ekonomiści, poczynając od lat 70. XX wieku, postrzegają jako jedno z istotnych źródeł fluktuacji w gospodarce i impuls globalnych szoków cenowych. Wraz z ceną złota i kursami walut, cena ropy jest indykatorem najważniejszych procesów, zachodzących w światowej gospodarce. Informacje płynące z rynku ropy stanowią również podstawę krótko- i długoterminowych decyzji inwestycyjnych. Zmienność cen wpływa więc nie tylko na wzrost gospodarczy, ale również na kondycję firm branży paliwowej i energetycznej oraz dochody inwestorów. Dlatego tak ważne są badania funkcjonowania tego rynku. Istotnym ich aspektem jest próba wykrycia punktów zwrotnych. Można tego dokonać na przykład za pomocą testu Perrona [Perron 1989]. Celem niniejszej pracy była identyfikacja punktów zwrotnych cen ropy naftowej w latach 2015 – 2019 z wykorzystaniem właśnie tego testu. Dodatkowo podjęto próbę powiązania punktów zwrotnych, wskazanych przez test Perrona, z wydarzeniami o charakterze gospodarczym i politycznym, które mogły powodować istotne zmiany w strukturze trendu na rynku ropy.

METODYKA BADAŃ

Test Perrona [1989], który służy do badania pierwiastka jednostkowego i jest rozszerzeniem testu ADF (*augmented Dickey-Fuller test*), można wykorzystać do wykrywania istotnych zmian strukturalnych w trendzie deterministycznym szeregu czasowego. Wskazane momenty określa się mianem punktów zwrotnych. Badanie zmian w strukturze trendu liniowego może dotyczyć zmian stałej, współczynnika kierunkowego lub obu parametrów równocześnie, co zapisuje się w postaci odpowiednio sformułowanego modelu. Jeśli zakłada się zmianę wyłącznie wyrazu wolnego w funkcji trendu, to analizowany model ma postać:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda_1 t + \lambda_2 D(U)_t + \lambda_3 D(TB)_t + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t, \quad (1)$$

gdzie: y_t – wartość obserwacji w okresie t ,

$\alpha_0, \alpha_1, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, c_i$ – parametry modelu,

t – zmienna czasowa,

T_B – moment wystąpienia zmiany w strukturze trendu oraz

$$D(U)_t = \begin{cases} 1, & \text{dla } t > T_B \\ 0, & \text{dla } t \leq T_B \end{cases},$$

$$D(TB)_t = \begin{cases} 1, & \text{dla } t = T_B + 1 \\ 0, & \text{dla } t \neq T_B + 1 \end{cases}.$$

W tym przypadku testowaniu podlega następujący zestaw hipotez:

$$H_0: \lambda_1 = 0; \lambda_2 = 0; \lambda_3 \neq 0; \alpha_1 = 1$$

wobec

$$H_1: \lambda_1 \neq 0; \lambda_2 \neq 0; \lambda_3 = 0; \alpha_1 < 1.$$

Hipoteza zerowa zakłada istnienie pierwiastka jednostkowego ($\alpha_1=1$) oraz wystąpienie pojedynczej zmiany – tak zwanego „szoku”. Hipoteza alternatywna zakłada, że nie występuje pierwiastek jednostkowy (proces jest stacjonarny – $\alpha_1 < 1$) oraz, że zmiana nie ma charakteru szokowego, lecz dotyczy zmiany stałej w funkcji trendu.

Kiedy istnieje przypuszczenie, że uległ zmianie współczynnik kierunkowy w funkcji trendu, to testowaniu podlega model postaci:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda_1 t + \lambda_2 D(U)_t + \lambda_4 D(T^*)_t + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t, \quad (2)$$

gdzie:

$$D(T^*)_t = \begin{cases} t - T_B, & \text{dla } t > T_B \\ 0, & \text{dla } t \leq T_B \end{cases}.$$

Dla tego modelu zespół hipotez formułuje się następująco:

$$H_0: \lambda_1 = 0; \lambda_2 \neq 0; \lambda_4 = 0; \alpha_1 = 1$$

wobec

$$H_1: \lambda_1 \neq 0; \lambda_2 = 0; \lambda_4 \neq 0; \alpha_1 < 1.$$

Hipoteza zerowa zakłada istnienie pierwiastka jednostkowego wobec H_1 , że proces nie posiada pierwiastka jednostkowego. Ponadto w hipotezie alternatywnej zakłada się, że zmiana współczynnika kierunkowego jest istotna.

Natomiast w celu sprawdzenia, czy w funkcji trendu zmianie ulegają jednocześnie współczynnik nachylenia oraz wyraz wolny, szacuje się równanie postaci:

$$y_t = \alpha_0 + \lambda_1 t + \lambda_2 D(U)_t + \lambda_3 D(T)_t + \lambda_4 D(TB)_t + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t, \quad (3)$$

$$\text{gdzie: } D(T)_t = \begin{cases} t, & \text{dla } t > T_B \\ 0, & \text{dla } t \leq T_B \end{cases}$$

W tym przypadku zespół hipotez stanowi połączenie hipotez sformułowanych dla modeli (1) i (2), czyli:

$$H_0: \lambda_1 = 0; \lambda_2 = 0; \lambda_3 = 0; \lambda_4 \neq 0; \alpha_1 = 1$$

wobec

$$H_1: \lambda_1 \neq 0; \lambda_2 \neq 0; \lambda_3 \neq 0; \lambda_4 = 0; \alpha_1 < 1.$$

Do weryfikacji prawdziwości hipotezy, że $\alpha_1=1$, Perron zaproponował sprawdzian testu postaci:

$$t^* = \frac{\hat{\alpha}_1 - 1}{S(\hat{\alpha}_1)}, \quad (4)$$

gdzie: $\hat{\alpha}_1$ – oszacowany parametr α_1 ,

$S(\hat{\alpha}_1)$ – standardowy błąd szacunku dla parametru α_1 .

Wartości krytyczne, podane przez Perrona, są odczytywane dla ustalonego poziomu istotności oraz dla parametru $\lambda = \frac{T_B}{T}$. Natomiast do weryfikacji istotności pozostałych parametrów wykorzystuje się wartości krytyczne z rozkładu t-Studenta. Przy tym istotną kwestią w teście Perrona jest wybór odpowiedniego momentu, w którym zakłada się występowanie zmiany strukturalnej. Można to ustalić na podstawie statystyki t-Studenta, oszacowanej dla zmiennej obrazującej moment zmiany: λ_2 dla pierwszego przypadku, λ_4 dla drugiego przypadku oraz λ_2, λ_4 – dla trzeciego przypadku. Należy wybrać ten punkt, dla którego wartość bezwzględna tej statystyki jest największa [Witkowska i in. 2012].

WYNIKI BADAŃ EMPIRYCZNYCH

Prezentowane w tej części wyniki badań empirycznych stanowią wycinek szerszych analiz, przeprowadzonych w ramach przygotowania pracy magisterskiej, napisanej przez R. Furmana pod kierunkiem M. Krawiec [Furman 2020]. Ich podstawę stanowiły dzienne notowania na zamknięcie kontraktów terminowych na ropę naftową West Texas Intermediate (WTI) i Brent w okresie od 02.01.2015 r. do 31.12.2019 r. w USD/baryłkę, publikowane przez serwis internetowy Stooq (www.stooq.pl). WTI to lekka ropa naftowa, wydobywana w Stanach Zjednoczonych. Charakteryzuje się wysoką jakością oraz niską zawartością siarki. Wykorzystywana jest do produkcji paliw i benzyny, przy czym uzyskuje się z niej więcej oleju napędowego i benzyny niż z ropy Brent. Z kolei Brent to lekka ropa wydobywana w Europie (na Morzu Północnym), o niskiej zawartości siarki, również wykorzystywana do produkcji paliw i benzyny. WTI jest notowana na New York Mercantile Exchange (NYMEX), podczas gdy Brent – na Intercontinental Exchange (ICE) z siedzibą w Londynie [Kowalik, Herczakowska 2010].

W ramach wstępnej analizy graficznej przebiegu kształtowania się cen ropy naftowej WTI wskazano 35 okresów, które mogły zawierać punkty zwrotne, czyli momenty istotnie wpływające na zmianę trendu w szeregu. Dla ropy Brent otrzymano 37 hipotetycznych okresów, w których mogły wystąpić zmiany strukturalne. W większości przypadków przypuszczalne momenty zwrotne obu szeregów cen ropy (WTI i Brent) pokrywały się lub były przesunięte o kilka dni. Następnie, w celu wykrycia istotnych zmian w strukturze trendu rozpatrywanych szeregów czasowych, posłużono się testem Perrona. Dla każdego wyznaczonego okresu przeprowadzono test stacjonarności z uwzględnieniem zmiany trendu we wcześniej wskazanym hipotetycznym momencie zwrotnym oraz oszacowano modele, które miały na celu uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- Czy zmiana wyrazu wolnego w funkcji trendu jest istotna?
- Czy zmiana współczynnika kierunkowego funkcji trendu jest istotna?
- Czy zmiana wyrazu wolnego i współczynnika kierunkowego w funkcji trendu jest istotna?

W sytuacji, gdy w badanym okresie nie odrzucono żadnej z hipotez zerowych na poziomie istotności $\alpha=0,05$, podejmowano próbę wydłużenia lub skrócenia rozpatrywanego podokresu oraz testowano inne przypuszczalne momenty zwrotne, aby wykryć ich jak najwięcej. W testach przyjęto stałą liczbę opóźnień, równą 1.

Na podstawie przeprowadzonych testów wykryto 19 punktów zwrotnych w szeregu cen ropy naftowej WTI oraz 17 punktów zwrotnych w szeregu cen ropy naftowej Brent. Zaobserwowano, że jedynie 10 z hipotetycznych punktów zwrotnych, zidentyfikowanych we wstępnym etapie na podstawie analizy graficznej, wskazał test Perrona. W tabelach 1 i 2, odpowiednio dla ropy WTI i Brent, podano syntetyczną informację na temat analizowanych podokresów, wykrytych punktów zwrotnych i postaci testowanych modeli (zgodnie z oznaczeniami przyjętymi w

opisie metodyki badań). Ze względu na ograniczoną objętość artykułu nie zamieszczono szczegółowych wyników estymacji. Na rysunku 1 zilustrowano przebieg cen obu gatunków ropy w badanym okresie i wykryte punkty zwrotne.

Tabela 1. Wyniki testowania występowania zmian strukturalnych testem Perrona dla cen ropy WTI

Początek podokresu	Koniec podokresu	Punkt zwrotny	Testowany model
02.01.2015	17.02.2015	29.01.2015	(2)
29.01.2015	30.04.2015	19.03.2015	(2)
19.03.2015	23.06.2015	30.04.2015	(3)
30.04.2015	24.08.2015	23.06.2015	(3)
23.06.2015	08.10.2015	25.08.2015	(3)
25.08.2015	01.02.2016	08.10.2015	(3)
09.10.2015	21.03.2016	11.02.2016	(2)
11.02.2016	06.04.2016	21.03.2016	(2)
21.03.2016	08.06.2016	06.04.2016	(1)
06.04.2016	16.06.2016	08.06.2016	(2)
12.07.2016	23.08.2016	29.07.2016	(2)
23.05.2017	04.07.2017	21.06.2017	(3)
17.09.2018	30.10.2018	03.10.2018	(3)
03.10.2018	24.12.2018	29.11.2018	(1)
29.11.2018	23.04.2019	28.12.2018	(3)
28.12.2018	12.06.2019	24.04.2019	(2)
12.07.2019	16.09.2019	07.08.2019	(2)
07.08.2019	03.10.2019	16.09.2019	(3)
16.09.2019	31.12.2019	03.10.2019	(2)

Źródło: opracowanie własne

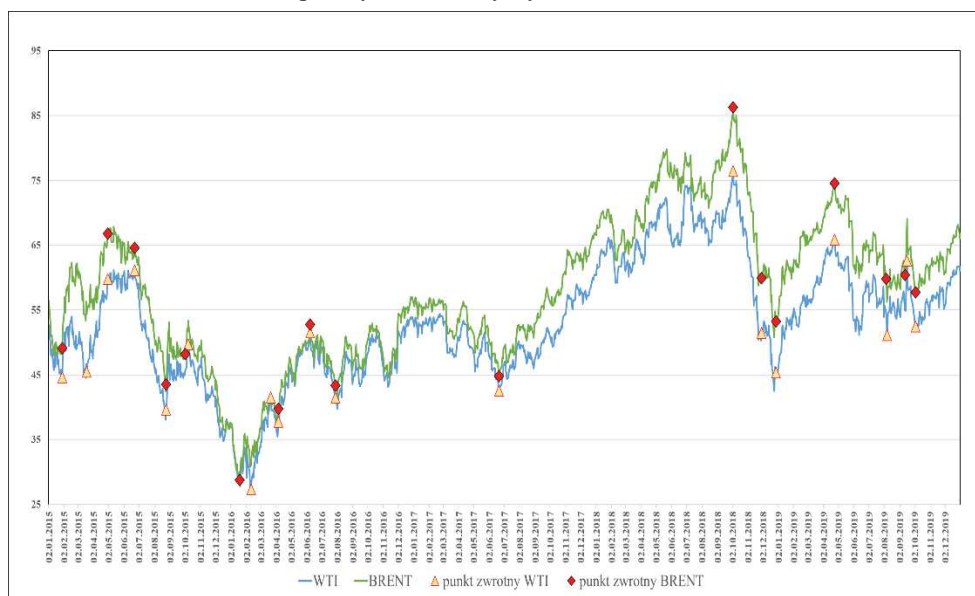
Tabela 2. Wyniki testowania występowania zmian strukturalnych testem Perrona dla cen ropy Brent

Początek podokresu	Koniec podokresu	Punkt zwrotny	Testowany model
02.01.2015	17.02.2015	29.01.2015	(2)
19.03.2015	23.06.2015	30.04.2015	(3)
30.04.2015	24.08.2015	23.06.2015	(3)
23.06.2015	08.10.2015	25.08.2015	(3)
25.08.2015	18.01.2016	02.10.2015	(3)
24.12.2015	01.02.2016	19.01.2016	(2)
21.03.2016	08.06.2016	06.04.2016	(1)
06.04.2016	16.06.2016	08.06.2016	(2)
12.07.2016	23.08.2016	29.07.2016	(2)
23.05.2017	04.07.2017	21.06.2017	(3)
17.09.2018	30.10.2018	03.10.2018	(3)
03.10.2018	21.12.2018	29.11.2018	(1)
29.11.2018	23.04.2019	28.12.2018	(3)
28.12.2018	10.06.2019	24.04.2019	(2)
12.07.2019	13.09.2019	05.08.2019	(3)
07.08.2019	03.10.2019	12.09.2019	(3)
16.09.2019	31.12.2019	03.10.2019	(2)

Źródło: opracowanie własne

Analizując szczegółowe wyniki testu Perrona, można było zauważyć, że tylko w czterech przypadkach zmiana strukturalna wyrazu wolnego w funkcji trendu była istotna. Jednakże zmiany te dotyczyły tych samych momentów zwrotnych (06.04.2016 r. i 29.11.2018 r.) dla obu badanych szeregów. Dla cen ropy naftowej WTI oszacowano 9 modeli, których zmiany dotyczyły wyłącznie współczynnika kierunkowego, a w przypadku cen ropy naftowej Brent uzyskano 6 takich punktów zwrotnych. Wszystkie punkty zwrotne, w przypadku których zmiana wyrazu wolnego i współczynnika kierunkowego w strukturze funkcji trendu była istotna (z wyjątkiem momentu zwrotnego w dniu 07.08.2019 r.), występowały równocześnie dla ropy amerykańskiej i europejskiej. W ramach przeprowadzonych badań podjęto również próbę identyfikacji wydarzeń, które spowodowały wystąpienie punktów zwrotnych w analizowanym okresie. W tym celu wykorzystano komentarze analityków rynkowych, raporty surowcowe i artykuły publikowane na portalach biznesowych.

Rysunek 1. Notowania ropy naftowej WTI i Brent w USD/baryłkę od 02.01.2015 r. do 31.12.2019 r. i punkty zwrotne wykryte testem Perrona



Źródło: Furman [2020], s. 47

Pierwszym wykrytym punktem zwrotnym był punkt w dniu 29.01.2015 r. W tym czasie największy wpływ na notowania cen ropy naftowej miała śmierć króla Arabii Saudyjskiej – Abdullaha. Podczas kolejnej sesji na giełdach towarowych odnotowano wzrosty cen ropy naftowej, ponieważ Arabia Saudyjska była wówczas największym producentem ropy w kartelu OPEC i przyszłe zmiany we władzy mogły wpłynąć na zmianę polityki produkcji ropy naftowej. Do zmian na rynku ropy

w tym okresie przyczyniły się również rosnące zapasy ropy w Stanach Zjednoczonych oraz mniejsza produkcja w Libii [Sierakowska 2015a].

Kolejny punkt zwrotny, wskazany przez test Perrona dla ropy WTI, przypadł na 19.03.2015 r. Przyczyną wzrostu notowań ropy okazało się oświadczenie Rezerwy Federalnej, dotyczące możliwości przyspieszenia terminu podwyżki stóp procentowych, które spowodowało spadek wartości dolara [Krishnan 2015]. Ponadto słabszy dolar podniósł atrakcyjność cen ropy naftowej dla posiadaczy innych walut.

Analizując rysunek 1, można zauważyć stagnację cen amerykańskiej ropy po 30.04.2015 r. Toczące się walki w Iraku i działania wojenne w Jemenie nie miały dużego wpływu na notowania cen ropy WTI, natomiast napięta sytuacja polityczna na Bliskim Wschodzie doprowadziła do spadku notowań ropy europejskiej Brent [Sierakowska 2015b].

Następnym momentem zmiany w strukturze trendu badanych szeregów, wykrytym testem Perrona, był dzień 23.06.2015 r. Za przyczynę spadku notowań ropy naftowej na kolejnych sesjach uznaje się:

- opublikowanie raportu przez Departament Energii Stanów Zjednoczonych, w którym podano, że zapasy ropy naftowej w USA zwiększyły się o 2,4 miliona baryłek [Sierakowska 2015c],
- pierwsze od 29 tygodni zwiększenie liczby czynnych platform wiertniczych w USA [Sierakowska 2015d].

Kolejny moment zwrotny na rynku ropy naftowej przypadł na dzień 25.08.2015 r. Wzrost cen ropy naftowej w kolejnych dniach był „technicznym odreagowaniem po wcześniejszej serii spadków”, która była wywołana paniką wśród inwestorów po spadku wartości chińskich indeksów akcji [Sierakowska 2015e]. Do wzrostu notowań ropy przyczyniły się również informacje o znaczącym spadku zapasów ropy w Stanach Zjednoczonych [Sierakowska 2015f].

Następnym momentem zmiany w strukturze trendu szeregu cen ropy naftowej, notowanej na nowojorskiej giełdzie, był 11.02.2016 r. Był to czas, kiedy państwa należące do kartelu OPEC oraz Rosja, w ramach porozumienia w Doha, uzgodniły, że przestaną wydobywać ropę naftową, aby zapobiec kolejnym spadkom notowań ropy [Dziennik Gazeta Prawna 2016a]. Ta decyzja miała się przyczynić do zmniejszenia podaży na rynku ropy naftowej.

W wyniku przeprowadzonych testów występowania zmian strukturalnych w rozpatrywanych szeregach, wskazano kolejny punkt zwrotny – dzień 21.03.2016 r., który jednak dotyczył tylko notowań ropy WTI. Po tym dniu, ceny, zarówno amerykańskiej, jak i europejskiej ropy, spadły. Przyczyny niższych cen upatrywano w reakcji inwestorów po wypowiedzi saudyjskiego księcia, który oznajmił, iż Arabia Saudyjska nie przestanie produkować ropy, dopóki Iran nie zgodzi się dołączyć do planu ograniczenia wydobycia ropy naftowej [Krishnan 2016]. Drugim powodem spadku notowań ropy była informacja, wynikająca z raportu Baker Hughes Inc., o zwiększeniu liczby funkcjonujących platform wiertniczych w Stanach

Zjednoczonych, co miało spowodować jeszcze większą nadpodaż na rynku paliwowym [Dziennik Gazeta Prawna 2016b].

Według Steve'a Chiavarone, jedną z przyczyn nagłego wzrostu cen ropy naftowej po kolejnym punkcie zwrotnym, przypadającym na dzień 06.04.2016 r., było osłabienie się dolara na skutek podniesienia stóp procentowych przez Rezerwę Federalną [Los Angeles Times 2016]. Innym powodem wzrostu cen ropy był optymizm inwestorów, uwarunkowany nadchodzącym spotkaniem w Doha [Sierakowska 2016a]. W przypadku zawarcia porozumienia w sprawie ograniczenia produkcji ropy naftowej, podczas posiedzenia w stolicy Kataru, inwestorzy spodziewali się wzrostu popytu na rynku paliwowym.

Następny punkt zwrotny, wskazany przez test Perrona, przypadł na dzień 08.06.2016 r. W tym dniu notowania cen ropy naftowej amerykańskiej i europejskiej po raz pierwszy w 2016 roku przekroczyły barierę 50 USD za baryłkę, ponieważ poziom zapasów ropy w USA był najniższy od 01.04.2016 r. [Dziennik Gazeta Prawna 2016c]. Jednakże obawy inwestorów związane z wystąpieniem Wielkiej Brytanii z Unii Europejskiej oraz informacje ujawnione w raporcie Amerykańskiego Instytutu Paliw o wzroście rezerw ropy naftowej w Stanach Zjednoczonych (gdy wcześniej zapowiadano ich spadek) spowodowały niższe notowań ropy naftowej na kolejnych sesjach [Sierakowska 2016b].

Ostatnim momentem zwrotnym w 2016 roku był dzień 29 lipca. W pierwszych dniach sierpnia notowania ropy naftowej odbiły w górę, co wiązało się z opublikowaniem danych, przygotowanych przez amerykański Departament Energii, o większym spadku zapasów benzyny w Stanach Zjednoczonych niż oczekiwano [Sierakowska 2016c].

Wyniki przeprowadzonych badań pokazały, że jedyną zmianą w strukturze trendu badanych szeregów w 2017 roku był 21 czerwca. W tym czasie amerykańska Agencja Informacji Energetycznej (EIA) podała, że zapasy ropy naftowej w USA spadły o 2,5 mln baryłek w ciągu tygodnia, czyli o 400 tysięcy baryłek więcej niż wcześniej zakładano. Informacja ta była przyczyną wyższych notowań ropy naftowej w kolejnych dniach [Reuters 2017].

Pierwszy w 2018 roku punkt zwrotny na rynku ropy naftowej, wskazany przez test Perrona, przypadł na 3 października. Tego dnia ropa naftowa na giełdzie w Nowym Jorku oraz w Londynie osiągnęła maksymalną cenę w całym okresie badania. Natomiast podczas kolejnych sesji notowania ropy naftowej, zarówno amerykańskiej, jak i europejskiej, niżkowały. Analitycy stwierdzili, że przyczyną spadku wartości ropy było sekretne porozumienie Rosji i Arabii Saudyjskiej, na mocy którego wspomniane państwa zwiększyły wydobycie ropy w celu uzupełnienia luki produkcyjnej po Iranie, który musiał ograniczyć produkcję ropy ze względu na sankcje nałożone przez USA [Sierakowska 2018a]. Według analityka Rakuten Securities Inc. – Satoru Yoshidy, do niższych cen ropy naftowej przyczyniły się również, nieustannie rosnące, rezerwy ropy w Stanach Zjednoczonych i zmniejszający się popyt [Dziennik Gazeta Prawna 2018].

Następnym dniem zmian w strukturze trendu rozpatrywanych szeregów był 29.11.2018 r. Kolejnego dnia doszło do spotkania przedstawicieli grupy G20, na którym Stany Zjednoczone oraz Chiny zobowiązały się nie podnosić ceł na import przez co najmniej 90 dni. Ceny ropy zwyżkowały w tym okresie, ponieważ inwestorzy oczekiwali na rezultaty obrad kartelu OPEC w Wiedniu [Sierakowska 2018b]. Państwa OPEC, wraz z Rosją, doszły do porozumienia w planowaniu zmniejszenia produkcji ropy naftowej. Jednak ustalenia z 6 grudnia negatywnie wpłynęły na notowania ropy, gdyż kilka dni później „minister energii Rosji, Aleksander Nowak, ogłosił, że Rosja planuje ograniczyć produkcję ropy naftowej w styczniu o około 50-60 tys. baryłek dziennie, co jest znacznie mniejszą liczbą niż ta zakładana w niedawnym porozumieniu z OPEC” [Sierakowska 2018c].

Przeprowadzone testy występowania zmian strukturalnych w trendzie badanych szeregów wskazały również punkt zwrotny w dniu 24.04.2019 r. Stwierdzono, że przyczyną zmiany trendu w tym okresie był zamiar zaostrożenia przez rząd USA, od 1 maja, istniejących już sankcji, nałożonych na Iran. Prezydent Donald Trump chciał w ten sposób zredukować eksport ropy z Iranu do zerowego poziomu [Kozieł 2019]. Zapowiadane sankcje spowodowały zwiększenie importu ropy naftowej do Chin. Zaostrzający się konflikt handlowy między Stanami Zjednoczonymi i Państwem Środka, najwyższe rezerwy ropy w USA od września 2017 roku oraz wysokie wydobycie doprowadziły do spadku notowań ropy [Dziennik Gazeta Prawna 2019a].

W sierpniu 2019 roku test Perrona wskazał osobne punkty zwrotne dla dwóch rozpatrywanych szeregów. Dla cen ropy naftowej WTI moment zwrotny przypadł na 7 sierpnia, a dla cen ropy naftowej Brent – na 5 sierpnia. W tym okresie Arabia Saudyjska poinformowała o zamiarze ograniczenia produkcji ropy naftowej we wrześniu, a minister energii Zjednoczonych Emiratów Arabskich zakomunikował za pośrednictwem Twittera, że „jego kraj będzie popierał wszelkie inicjatywy zmierzające do ustabilizowania sytuacji na rynku ropy naftowej” [Sierakowska 2019].

Ostatnim wydarzeniem, stanowiącym punkt zwrotny na rynku ropy naftowej wykryty przez test Perrona, był atak dronów na saudyjskie rafinerie w Bukajk (Abqaiq) i Churajs (Khurais), który miał miejsce 14.09.2019 r. Natomiast dokładne daty zmian strukturalnych przypadły na 12.09.2019 r. (dla cen ropy europejskiej) oraz 16.09.2019 r. (dla cen ropy amerykańskiej). Na skutek zamachu doszło do rozległych pożarów, przez które Arabia Saudyjska musiała wstrzymać produkcję około 5,7 mln baryłek ropy dziennie. Powodem ataku było wspieranie przez Arabię Saudyjską i USA sił rządowych w Jemenie, które toczyły walki z rebelianckim ruchem Huti, odpowiedzialnym za ostrzał saudyjskich rafinerii [Dziennik Gazeta Prawna 2019b].

Dla kilku punktów zwrotnych, wykrytych przez test Perrona: 08.10.2015 r., 19.01.2016 r., 28.12.2018 r. oraz 03.10.2019 r., nie udało się wskazać wydarzeń o charakterze geopolitycznym lub ekonomicznym, wyjaśniających ich występowanie w badanych szeregach czasowych.

PODSUMOWANIE

Celem niniejszej pracy była identyfikacja punktów zwrotnych cen ropy naftowej w latach 2015 – 2019, do czego zastosowano test Perrona. Następnie podjęto próbę wskazania wydarzeń o charakterze geopolitycznym, które mogły być przyczyną istotnych zmian w strukturze trendu. Wykorzystano w tym celu, publikowane na portalach biznesowych, komentarze analityków oraz raporty surowcowe. Na tej podstawie oceniono, że w większości przypadków na notowania ropy naftowej w badanym okresie najbardziej wpływały problemy z nadwyżką podaży ropy naftowej w Stanach Zjednoczonych. Raporty informujące o zwiększającej się liczbie funkcjonujących platform wiertniczych w Ameryce Północnej oraz niski popyt na rynku paliwowym często powodowały długotrwałe obniżki cen na giełdach NYMEX i ICE.

Według komentarzy analityków giełdowych, istotnymi czynnikami, mającymi wpływ na notowania ropy naftowej w latach 2015 – 2019, były takie wydarzenia, jak:

- śmierć króla Arabii Saudyjskiej Abdullaha (23.01.2015 r.),
- sankcje nałożone na Iran przez USA w 2018 i 2019 roku,
- wojna handlowa między Stanami Zjednoczonymi a Chinami,
- obrady kartelu OPEC z Rosją w celu ograniczenia produkcji ropy,
- spotkanie grupy G20 (30.11.2018 r.),
- podnoszenie stóp procentowych przez Rezerwę Federalną.

Ewentualne dalsze badania w tym zakresie można by uzupełnić o notowania cen ropy naftowej z państw kartelu OPEC i Rosji. Ponadto zasadne byłoby wykorzystanie nowoczesnych narzędzi analitycznych w postaci zautomatyzowanych testów.

BIBLIOGRAFIA

- Chai J., Guo J.E., Meng L., Wang S.Y. (2011) Exploring the Core Factors and Its Dynamic Effects on Oil Price: An Application of Path Analysis and BVAR-TVP Model. *Energy Policy*, 39, 8028-8036.
- Czech K., Górská A., Koziół-Kaczorek D. (2019) Związki cenowe towarów w warunkach finansjeryzacji gospodarki na przykładzie cen ropy naftowej, złota i pszenicy. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Dziennik Gazeta Prawna (2016a) Katar: zamrożone wydobywanie ropy naftowej. 16.02.2016.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/923195,ropa-naftowa-zamrozone-wydobywanie-katar.html>

- Dziennik Gazeta Prawna (2016b) USA: ropa znów tanieje, bo rośnie liczba jej odwiertów. 21.03.2016.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/928979,ceny-ropy-usa.html>
- Dziennik Gazeta Prawna (2016c) Ropa w USA zakończy tydzień największym wzrostem ceny od 6 tygodni. 10.06.2016.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/950879,ropa-w-usa-zakoczy-tydzien-najwiekszym-wzrostem-ceny-od-6-tygodni.html>
- Dziennik Gazeta Prawna (2018) Na rynkach ropy wyprzedaż podobnie jak na globalnych rynkach akcji. 25.10.2018.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/1318265,na-rynkach-ropy-wyprzedaz.html>
- Dziennik Gazeta Prawna (2019a) Inwestorzy stracili wiarę, że możliwe są rajdy na rynku ropy. Surowiec silnie traci. 06.05.2019.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/1410726,inwestorzy-stracili-wiare-ze-mozliwe-sa-rajdy-na-rynku-ropy-surowiec-silnie-traci.html>
- Dziennik Gazeta Prawna (2019b) Spadki na nowojorskich giełdach po atakach na saudyjskie rafinerie. 16.09.2019.
<https://finanse.gazetaprawna.pl/artykuly/1430365,spadki-na-nowojorskich-gieldach-po-atakach-na-saudijskie-rafinerie.html>
- Falkowski M. (2011) Financialization of Commodities. *Contemporary Economics*, 5(4), 4-17.
- Furman R. (2020) Analiza punktów zwrotnych na rynku ropy naftowej w latach 2015-2020. Praca magisterska napisana pod kierunkiem dr hab. Moniki Krawiec, Wydział Zastosowań Informatyki i Matematyki, SGGW w Warszawie.
- Geman H. (2007) *Commodities and Commodity Derivatives*. John Wiley&Sons, Hoboken, Chichester, West Sussex.
- Kowalik S., Herczakowska J. (2010) Analiza i prognoza cen ropy naftowej na rynkach międzynarodowych. *Polityka Energetyczna*, 13(2), 253-262.
- Kozieł H. (2019) Ropa najdroższa od pół roku. Rzeczpospolita z dnia 23.04.2019.
<https://energia.rp.pl/ropa/art17990281-ropa-najdrozsza-od-pol-roku>
- Krishnan B. (2015) Oil Up Over 6 Percent As Dollar Falls on Worry of Slow U.S. Rate Hike. *Reuters Commodity News*. 18.03.2015.
<https://www.reuters.com/article/us-markets-oil/oil-up-over-6-percent-as-dollar-falls-on-worry-of-slow-u-s-rate-hike-idUSKBN0ME03R20150318>
- Krishnan B. (2016) Oil Tumbles 4 Percent; Saudi Arabia Cools on Output Freeze. *Reuters Commodity News*. 31.03.2016. <https://www.reuters.com/article/us-global-oil-idUSKCN0WX00R>
- Los Angeles Times (2016) Stock Inch Higher as Oil Prices Jump, but Retailers Skid. 08.04.2016. <https://www.latimes.com/business/la-fi-0409-markets-20160408-story.html>
- Perron P. (1989) The Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Econometrica*, 57, 1361-1401.

- Płókarz R. (2013) Globalne rynki finansowe. Praktyka funkcjonowania. PWN, Warszawa.
- Reuters (2017) Corrected Oil-Prices Climb Off 10-Month Lows as U.S. Stockpiles Drop. Reuters Energy. 22.06.2017.
<https://www.reuters.com/article/global-oil-idUSL3N1JJ02V>
- Schofield N.C. (2007) Commodity Derivatives. John Wiley&Sons, Hoboken, Chichester, West Sussex.
- Sierakowska D. (2015a) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 26.01.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid48478/20150126_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2015b) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 18.05.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid50477/20150518_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2015c) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 02.07.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid51429/20150702_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2015d) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 03.07.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid51457/20150703_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2015e) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 25.08.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid52506/20150825_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2015f) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 28.08.2015.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid52591/20150828_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2016a) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 13.04.2016.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid56979/20160413_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2016b) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 15.06.2016.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid58128/20160615_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2016c) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 04.08.2016.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid59123/20160804_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2018a) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 04.10.2018.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid73292/20181004_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2018b) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 03.12.2018.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid74321/20181203_raport_surowcowy_DMBOS.pdf

- Sierakowska D. (2018c) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 11.12.2018.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid74469/20181211_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Sierakowska D. (2019) Raport surowcowy DM BOŚ z dnia 09.08.2019.
https://info.bossa.pl/_gAllery/aid78346/20190809_raport_surowcowy_DMBOS.pdf
- Witkowska D., Matuszewska-Janica A., Kompa K. (2012) Wprowadzenie do ekonometrii dynamicznej i finansowej. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

INVESTIGATION OF TURNING POINTS IN PRICES OF CRUDE OIL FROM 2015 TO 2019

Abstract: This paper aimed at identification of turning points in prices of crude oil from 2015 to 2019 through application of Perron test. It also attempted to detect geopolitical events that could have caused these changes in trend structure. This part of research was based on oil market analysts' comments and on market reports available at professional business websites. The research brings to conclusion that problems related to the oversupply of crude oil in the United States affected its prices the most. Reports informing about the increasing number of oil platforms working in North America and low demand in the fuel market often induced long-term price reductions at NYMEX and ICE.

Keywords: crude oil market, turning point, Perron test, geopolitical events

JEL classification: C22, C58, Q31