http://dx.doi.org/10.18778/7969-422-8

Katarzyna Leszkiewicz-Kędzior

ASYMETRYCZNE DOSTOSOWANIA CENOWE NA RYNKU PALIW W POLSCE

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Katarzyna Leszkiewicz-Kędzior

ASYMETRYCZNE DOSTOSOWANIA CENOWE NA RYNKU PALIW W POLSCE

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2014

Katarzyna Leszkiewicz-Kędzior – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
Katedra Modeli i Prognoz Ekonometrycznych, 90-214 Łódź, ul. Rewolucji 1905 r. nr 41/43
e-mail: emfkal@uni.lodz.pl

RECENZENT

Magdalena Osińska

REDAKTOR WYDAWNICTWA UŁ

Dorota Stępień

SKŁAD I ŁAMANIE

Oficyna Wydawnicza Edytor.org
Lidia Ciecierska

PROJEKT OKŁADKI

czartart.com: *Magdalena Muszyńska*, *Izabela Surdykowska-Jurek*

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © cherezoff – Fotolia.com

© Copyright by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2014

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.06733.14.0.M

ISBN 978-83-7969-422-8 (wersja papierowa)
ISBN 978-83-7969-527-0 (wersja elektroniczna)

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

Spis treści

Wstęp ... 7

1. Rynek paliw płynnych ... 11
1.1. Wprowadzenie ... 11
1.2. Rodzaje ropy naftowej ... 12
1.3. Produkcja i konsumpcja ropy naftowej na świecie ... 13
1.4. Zasoby ropy naftowej w Polsce – produkcja własna i wymiana międzynarodowa ... 16
1.5. Hurtowy rynek paliw w Polsce ... 20
1.6. Rynek detaliczny w Polsce ... 24
1.7. Czynniki cenotwórcze na światowym rynku ropy naftowej ... 26
1.8. Mechanizmy cenotwórcze na rynku paliw w Polsce ... 29
1.9. Podsumowanie ... 33

2. Asymetryczność reakcji w procesach behawioralnych – progowe modele korekty błędem ... 35
2.1. Wprowadzenie ... 35
2.2. Rodzaje asymetrii ... 36
2.3. Modele asymetryczne w analizach efektu asymetrii na rynku paliw ... 40
2.4. Asymetryczny model korekty błędem ... 41
2.5. Progowy autoregresyjny model korekty błędem ... 43
2.6. Model korekty błędem z kointegracją progową ... 47
2.7. Podsumowanie ... 49

3. Asymetryczne transmisje cen na rynku paliw w Polsce – analiza empiryczna ... 51
3.1. Wprowadzenie ... 51
3.2. Dane statystyczne i własności procesów stochastycznych ... 52
3.3. Asymetryczne dostosowania cenowe na rynku paliw – wyniki empiryczne ... 57
3.4. Podsumowanie ... 83

Zakończenie ... 85

Bibliografia ... 87

Spis rysunków i tabel ... 93

Wstęp

W ostatnich latach ceny na światowych rynkach surowców charakteryzowały się dużą zmiennością. Analizując w okresie próby (lata 2000–2012) poziomy osiągane przez cenę ropy naftowej będącej benchmarkiem na rynku europejskim, a więc cenę baryłki ropy Brent, można zauważyć, iż szczyt przypadł w połowie roku 2008, kiedy to po wzroście od 2000 r. o ponad 500% osiągnęła poziom bliski 150 USD za baryłkę. Okres długotrwałego, dość stabilnego wzrostu został następnie przerwany przez kryzys finansowy (kryzys *subprime*, por. np. Konopczak i in. (2010), Mishkin (2011), Taylor (2010)), który spowodował, że zaledwie w ciągu kilku miesięcy (do końca roku 2008) nastąpił drastyczny spadek ceny surowca do ok. 40 USD za baryłkę (a więc o ok. 75%). Okres bessy na rynku surowców nie trwał jednak długo i już od początku roku 2009 nastąpił wyraźny wzrost wartości ropy naftowej, która na początku roku 2011 (po wzroście o ponad 250%) ponownie osiągnęła poziom powyżej 100 USD za baryłkę, na którym niemal nieprzerwanie utrzymywała się do końca rozważanej próby.

Powszechnie uważa się, że koncerny naftowe mające silną pozycję rynkową wykorzystują wahania cen ropy naftowej na rynkach światowych do generowania dodatkowych zysków kosztem odbiorców pośrednich i finalnych. Jest to możliwe dzięki asymetrycznej transmisji (ang. *asymmetric pass-through*) zmian cen surowca w ceny zbytu produktów naftowych oferowanych na lokalnych rynkach paliw, co oznacza szybszą reakcję cen produktów gotowych na wzrosty ceny ropy naftowej niż na spadki (tzw. „rakiety i pióra", ang. *rockets and feathers*, por. Bacon (1991)).

Jako potencjalne przyczyny występowania efektu asymetrii w przemyśle rafineryjnym wskazuje się przede wszystkim silną pozycję rynkową (ang. *market power*) koncernów paliwowych działających w warunkach niedoskonałej konkurencji, sposób zarządzania przez rafinerie zapasami (ang. *inventory management*), ponoszone przez konsumentów wysokie koszty poszukiwań (ang. *search costs*) oraz uczestnictwo producentów i/lub detalistów w zmowie cenowej (ang. *tacit collusion*) (por. np. Borenstein i in. (1997), Meyer, von Cramon-Taubadel (2004), L'Oeillet, Lantz (2009)).

Spośród czterech wymienionych czynników największe znaczenie przypisuje się strukturze rynku rafineryjnego, która najczęściej ma formę oligopolu, będącego przykładem konkurencji niedoskonałej. Cechy charakterystyczne tej struktury, takie jak wysoki stopień koncentracji, niedoskonała informacja oraz brak dostatecznej konkurencji, umożliwiają uczestnikom tego rynku wykorzystywanie

silnej pozycji w procesie ustalania cen. Dlatego też w praktyce koncernów naftowych można niekiedy zaobserwować zachowanie polegające na szybszej i pełniejszej transmisji wzrostu czynników kosztowych, powodującego zmniejszenie ich marży, w ceny sprzedaży produktów rafineryjnych. W przeciwnym razie, gdy zmiany kosztów skutkują zwiększeniem narzutu, reakcja rafinerii następuje z opóźnieniem, co może być efektem polityki utrzymywania cen na niezmienionym poziomie tak długo, jak ich wielkość sprzedaży pozostanie powyżej założonego poziomu granicznego (por. Borenstein i in. (1997)). Wspomnieć należy, iż w Polsce strukturę oligopolu (dokładnie duopolu) ma hurtowy segment rynku.

Istotnym czynnikiem kształtującym politykę cenową jest również stosowana przez firmy przemysłu rafineryjnego metoda wyceny zapasów. Zarządzanie rezerwami jest szczególnie ważne ze względu na ustawowy obowiązek utrzymywania zapasów ropy naftowej i produktów ropopochodnych, jakim objęte są rafinerie oraz firmy handlujące paliwami. Dla przykładu, w Polsce zapasy interwencyjne powinny być gromadzone w ilości pokrywającej 90-dniowe średnie dzienne zużycie wewnętrzne ropy naftowej i produktów naftowych, z wyłączeniem gazu płynnego LPG, dla którego wielkość zapasów ustalono na poziomie jego 30-dniowego średniego dziennego zużycia krajowego (Dz.U. z 2007 r. Nr 52, poz. 343). Jeśli przedsiębiorstwo wykorzystuje metodę FIFO (ang. *first in – first out*), wówczas dostosowanie ceny produktu do zmieniających się czynników kosztowych, np. zmiany ceny surowca, następuje z opóźnieniem, co jest spowodowane koniecznością sprzedaży w pierwszej kolejności zgromadzonej wcześniej partii zapasów. Natomiast wybór metody LIFO (ang. *last in – first out*) umożliwia szybkie dostosowanie ceny produktu w reakcji na różnokierunkowe impulsy kosztowe (por. Frey, Manera (2007)). Z koniecznością utrzymywania zapasów związane są również koszty magazynowania, które także mogą wywoływać asymetrię cen produktów rafineryjnych. Spadek ilości gromadzonego paliwa poniżej pewnego poziomu progowego prowadzi bowiem do gwałtownego wzrostu kosztu jednostkowego, podczas gdy istotne zwiększenie stanu zapasów nie wywołuje obniżenia tego kosztu w analogicznym tempie (por. np. Borenstein, Shepard (2002), Reagan, Weitzman (1982)).

Kolejne źródło asymetrycznych dostosowań cenowych stanowią koszty poszukiwań, rozumiane jako wydatki ponoszone przez klientów detalicznych w procesie pozyskiwania informacji rynkowej (por. Johnson (2002)). W przypadku rynku rafineryjnego, będącego przykładem konkurencji niedoskonałej, potencjalne koszty poszukiwania przez konsumentów informacji o cenach paliw wpływają na ich ostateczną decyzję o zakupie produktów naftowych od podmiotów lokalnych. W praktyce stacje paliw skutecznie wykorzystują sprzyjającą sytuację poprzez szybkie podwyższanie cen na skutek wzrostu hurtowych cen paliw i wolne ich obniżanie w reakcji na spadek cen ustalanych przez rafinerie.

Asymetryczność transmisji cen produktów ropopochodnych wywoływana jest także przez uczestnictwo firm paliwowych w zmowie cenowej (por. np. Bal-

ke i in. (1998), Brown, Yücel (2000)). Zawarcie milczącego porozumienia przez producentów bądź zlokalizowanych blisko siebie detalistów prowadzi do wzmocnienia ich pozycji rynkowej, a w konsekwencji umożliwia prowadzenie polityki cenowej służącej generowaniu dodatkowych zysków kosztem odpowiednio odbiorców pośrednich i finalnych. Dla przykładu, wzrost hurtowej ceny paliwa wywołuje natychmiastową reakcję wszystkich podmiotów detalicznych będących w porozumieniu, polegającą na proporcjonalnej podwyżce cen sprzedaży. W przeciwnym razie, gdy ceny producenta ulegają obniżeniu, detaliści opóźniają dostosowanie swoich cen w obawie, że ich przedwczesna reakcja zostanie odebrana jako chęć zwiększenia udziału w rynku kosztem marży, a tym samym jako odstąpienie od milczącej umowy. Częstym elementem zmowy cenowej, służącym wzajemnej identyfikacji podmiotów łamiących zasady porozumienia, jest ustalenie ceny minimalnej (ang. *trigger price*), a zejście poniżej tego poziomu uważane jest za sygnał do ukarania nieuczciwego wobec pozostałych detalistów podmiotu (por. Borenstein i in. (1997)). Analogiczny mechanizm występuje w przypadku zmowy cenowej producentów.

Prowadzono liczne badania mające na celu wyjaśnienie, czy zjawisko asymetrii na rynku paliw rzeczywiście istnieje (por. np. Al-Gudhea i in. (2007), Bacon (1991), Chen i in. (2005), Clerides (2010), Ewing i in. (2006), Grasso, Manera (2007), L'Oeillet, Lantz (2009), Oladunjoye (2008), Polemis, Fotis (2013), Wlazlowski (2003)). Wnioski tych analiz nie są jednoznaczne i zależą m.in. od kraju będącego przedmiotem badania, zakresu próby, rodzaju danych oraz zastosowanych metod ekonometrycznych (przegląd ze szczególnym uwzględnieniem stosowanych metod znajduje się w pracy Frey, Manera (2007)).

Poza podstawową hipotezą dotyczącą asymetrycznych dostosowań cenowych weryfikowano również hipotezy dotyczące zależności stopnia asymetrii cen paliw od zmienności ceny ropy naftowej (por. np. Radchenko (2005)), asymetrycznej reakcji cen paliw na zmiany zapasów produktów rafineryjnych (por. np. Kuper (2012), Radchenko, Shapiro (2011)) oraz wpływu koncentracji rynku na asymetryczność transmisji cen produktów ropopochodnych (por. np. Oladunjoye (2008)). Wspomnieć należy, iż badania efektów asymetrii prowadzono również na danych panelowych, zarówno w ujęciu mikro-, jak i makroekonomicznym (por. np. Faber (2011), Koltay (2012), Wlazlowski i in. (2009)).

Pomimo iż problem asymetrii na rynku paliw był przedmiotem wielu badań empirycznych, jak dotychczas nie przeprowadzono kompleksowej analizy dotyczącej rynku polskiego.

Celem prezentowanej monografii jest analiza dostosowań cenowych na rynku rafineryjnym w Polsce, w której dodatkowo weryfikacji poddano hipotezy o asymetrii rozważanych relacji. Wnioskowanie przeprowadzone zostało na podstawie danych miesięcznych obejmujących okres 13 lat (od stycznia 2000 r. do grudnia 2012 r.).

W celu dokładnego zbadania występowania asymetrii na poszczególnych etapach procesu kreacji ceny paliwa, analizie poddany został każdy z etapów

łańcucha dystrybucji, a więc: transmisja ceny ropy naftowej w cenę paliwa na europejskim hurtowym rynku ARA (Amsterdam–Rotterdam–Antwerpia), hurtowej ceny europejskiej w krajową cenę hurtową oraz etap końcowy polegający na transmisji hurtowej ceny produktu gotowego w cenę detaliczną. Dodatkowo, badanie zostało poszerzone o analizę wpływu ceny ropy naftowej na finalną cenę paliwa, co pozwoliło na weryfikację często formułowanej hipotezy dotyczącej asymetrycznej transmisji ceny surowca w detaliczne ceny produktów przemysłu rafineryjnego. Badanie przeprowadzone zostało dla dwóch gatunków paliw o największym udziale w rynku, a więc dla oleju napędowego oraz benzyny bezołowiowej 95. Jako narzędzie wnioskowania wykorzystano dwa warianty progowych modeli korekty błędem, tj. asymetryczny model korekty błędem oraz model korekty błędem z kointegracją progową.

W monografii zweryfikowane zostały następujące hipotezy badawcze:

1. Dostosowania cenowe na rynku paliw w Polsce mają charakter asymetryczny.
2. Występowanie asymetrii, jej rodzaj oraz siła zależą od etapu procesu kreacji ceny na rynku rafineryjnym.
3. Dostosowania cenowe na poszczególnych etapach łańcucha dystrybucji są jednakowe w przypadku paliw o największym udziale w zużyciu produktów ropopochodnych ogółem, a więc oleju napędowego i benzyny bezołowiowej 95.
4. Koncerny naftowe mające silną pozycję rynkową wykorzystują wahania ceny ropy naftowej na rynkach globalnych do generowania dodatkowych zysków kosztem detalistów i konsumentów.
5. Ceny detaliczne paliw rosną szybciej w reakcji na wzrost ceny ropy naftowej niż spadają na skutek obniżki ceny surowca.

Wydaje się, że proponowane badanie dotyczące asymetrycznych dostosowań cenowych na rynku paliw jest szczególnie uzasadnione w przypadku Polski, która jako importer netto ropy naftowej jest silnie uzależniona od sytuacji na globalnym rynku surowców.

Monografia składa się z trzech rozdziałów. W rozdziale pierwszym przedstawiona została charakterystyka światowego rynku ropy naftowej oraz rynku paliw płynnych w Polsce, z wyodrębnieniem krajowego rynku hurtowego i detalicznego, a także określone zostały czynniki cenotwórcze na tych rynkach. Rozdział drugi poświęcono zagadnieniu dostosowań asymetrycznych. Zostały w nim sklasyfikowane i zdefiniowane poszczególne rodzaje asymetrii oraz przedstawiony został przegląd metodologii stosowanych do modelowania zjawisk asymetrycznych, ze szczególnym uwzględnieniem progowych modeli korekty błędem. Rozdział trzeci ma natomiast charakter empiryczny. Zaprezentowano w nim analizę mechanizmów kreacji cen paliw w sektorze rafineryjnym w Polsce, która obejmuje identyfikację determinant kształtujących ceny produktów paliwowych na poszczególnych etapach łańcucha dystrybucji oraz weryfikację efektu asymetrii.

1. Rynek paliw płynnych

1.1. Wprowadzenie

Rynek paliw płynnych uznawany jest powszechnie za jeden ze strategicznych sektorów każdej gospodarki narodowej. Wynika to, po pierwsze, z właściwości i szerokiego zastosowania ropy i produktów paliwowych, które wykorzystywane są nie tylko w transporcie do napędu silników spalinowych oraz jako źródło energii w systemie grzewczym, lecz także jako komponenty w sektorze budowlanym oraz w przemysłach elektronicznym, chemicznym i farmaceutycznym. Po drugie, znaczenie sektora naftowego wynika z faktu, iż paliwa nie posiadają w zasadzie substytutów. Następuje wprawdzie rozwój alternatywnych źródeł energii, takich jak energia odnawialna i biopaliwa, jednakże biorąc pod uwagę ich dotychczasowe marginalne wykorzystanie, to produkty ropopochodne nadal odgrywają wiodącą rolę w gospodarce. Z tego powodu ropa naftowa, będąca podstawowym surowcem do produkcji paliw płynnych, pełni współcześnie rolę jednego z najważniejszych surowców energetycznych.

Przetwórstwem ropy naftowej, czyli procesem technologicznym, w wyniku którego otrzymuje się finalne produkty naftowe, zajmuje się przemysł rafineryjny (inaczej petrochemiczny). Kluczowym etapem tego procesu jest prowadzona przez rafinerie destylacja frakcyjna (inaczej rektyfikacja) polegająca na wyodrębnieniu poszczególnych składowych surowca, w wyniku czego powstają różnego rodzaju paliwa płynne oraz inne produkty ropopochodne, w tym surowce petrochemiczne stosowane do produkcji m.in. nawozów sztucznych, środków ochrony roślin, farb, lakierów, detergentów, barwników, włókien syntetycznych czy tworzyw sztucznych (por. Surygała (2006)). Według klasyfikacji Europejskiej Organizacji Firm Naftowych ds. Ochrony Czystości Powietrza i Wody w Europie (ang. *European Oil Companies Organization for Conservation of Clean Air and Water in Europe*, CONCAWE) podstawowymi produktami powstającymi w procesie rafinacji są benzyny silnikowe, oleje napędowe, gaz płynny, turbinowe paliwa lotnicze, lekkie i ciężkie oleje opałowe, oleje bazowe, woski naftowe, asfalty, koks naftowy oraz surowce do petrochemii.

W gospodarce polskiej, w szczególności w przemyśle i transporcie, występuje wysokie zużycie ropy naftowej oraz powstałych na jej bazie produktów gotowych. Jednocześnie mało zasobne krajowe złoża surowca, a co za tym idzie niskie

wydobycie, nie pozwalają na pokrycie lokalnej konsumpcji. W konsekwencji, zaspokojenie popytu na ropę naftową wymusza import surowca, co uzależnia gospodarkę krajową od koniunktury na globalnym rynku naftowym. Szczególnie istotne są rynkowe ceny surowca, których zmiany mają bezpośredni wpływ na kondycję gospodarki importera. Odmienna sytuacja występuje w przypadku produktów ropopochodnych, bowiem zapotrzebowanie na paliwa pokrywane jest głównie przez produkcję krajowych rafinerii.

Polski rynek paliw płynnych obejmuje dwa segmenty, tj. rynek hurtowy, na którym pośrednicy w obrocie paliwami (głównie stacje benzynowe) zaopatrują się u polskich producentów (rafinerii) oraz rynek detaliczny, gdzie produkty paliwowe dystrybuowane są przez stacje paliw do klientów indywidualnych. Obydwa rynki różnią się jednak między sobą nie tylko uczestnikami, lecz także strukturą, wskaźnikiem koncentracji oraz czynnikami kształtującymi na każdym z nich ceny produktów ropopochodnych.

W celu zrozumienia funkcjonowania rynku paliw płynnych i zachodzących na nim mechanizmów należy dokonać kompleksowej analizy sposobów organizacji poszczególnych jego segmentów, począwszy od światowego rynku ropy naftowej, skąd importowany jest surowiec, kończąc na krajowym rynku detalicznym, czemu poświęcony został niniejszy rozdział.

1.2. Rodzaje ropy naftowej

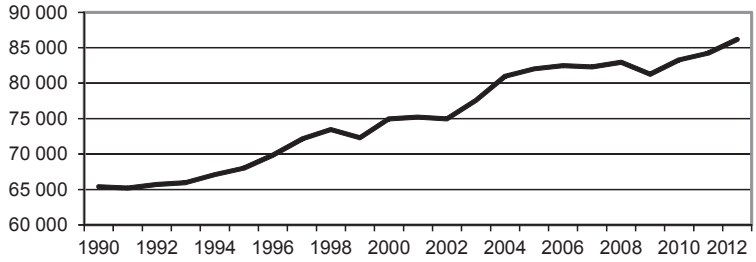
Ropa naftowa nie jest surowcem jednorodnym. Na świecie wyodrębniono ok. 160 jej rodzajów o różnych właściwościach fizycznych i chemicznych, które można sklasyfikować ze względu na ciężar właściwy (lekka, średnia, ciężka), skład chemiczny (parafinowa, naftenowa, parafinowo-naftenowa, aromatyczna, parafinowo-naftenowo-aromatyczna, parafinowo-aromatyczna), zawartość siarki (niskosiarkowa – inaczej słodka, siarkowa – inaczej kwaśna), zawartość żywic (małożywiczna, żywiczna, wysokożywiczna) czy też zawartość parafiny (niskoparafinowa, parafinowa, wysokoparafinowa). Z ekonomicznego punktu widzenia najkorzystniejsze są ropy lekkie i słodkie (ang. *light/sweet*), które z powodu małej zawartości zanieczyszczeń, w przeciwieństwie do rop ciężkich i kwaśnych (ang. *heavy/sour*), pozwalają uzyskać w procesie przerobu większą ilość produktów rafineryjnych przy jednocześnie niższych kosztach rafinacji. Jednakże wyższa efektywność przetwarzania wysokogatunkowej ropy naftowej istotnie przekłada się na jej wyższą wartość rynkową.

Różnice w składzie, a tym samym odmienne właściwości poszczególnych typów ropy naftowej, wynikają z miejsca jej wydobycia. Dlatego też surowcowi z konkretnych złóż przypisano odrębne nazwy. Do grupy najpopularniejszych rodzajów ropy naftowej o strategicznym znaczeniu z punktu widzenia światowego

obrotu gospodarczego należą WTI (ang. *West Texas Intermediate*), Brent, ORB (ang. *OPEC Reference Basket*), Dubai Fateh oraz REBCO (ang. *Russian Export Blend Crude Oil*), znana również jako Ural. Ze względu na swą wiodącą pozycję na rynku międzynarodowym ich ceny traktowane są jako referencyjne przy ustalaniu wartości rynkowej pozostałych gatunków surowca. Wydobywana m.in. w stanie Teksas (USA) amerykańska ropa WTI oraz pochodząca z pól naftowych Morza Północnego europejska ropa Brent to surowce wysokiej jakości (słodkie i lekkie), które wykorzystywane są jako globalne benchmarki ropy naftowej. Dodatkowo, ropa typu Brent pełni rolę lokalnego benchmarku na rynku europejskim. Utworzona przez kartel OPEC (Organizację Krajów Eksportujących Ropę Naftową, ang. *Organization of the Petroleum Exporting Countries*) w celu monitorowania rynków światowych ropa ORB, zwana koszykiem OPEC, to średnioważony wskaźnik cen rop gatunkowo zróżnicowanych (od lekkich do ciężkich), pochodzących z krajów członkowskich tej organizacji. Natomiast najniższą jakością spośród wymienionych rodzajów ropy naftowej charakteryzują się arabska ropa Dubai Fateh (kwaśna), stanowiąca punkt odniesienia dla regionu Zatoki Perskiej oraz rosyjska ropa REBCO (kwaśna i ciężka), eksportowana na rynki europejskie oraz Dalekiego Wschodu.

1.3. Produkcja i konsumpcja ropy naftowej na świecie

Uzależnienie gospodarki światowej od ropy naftowej i jej produktów pochodnych spowodowało, iż na przestrzeni lat sukcesywnie wzrastało wydobycie surowca (por. rysunek 1.1). W ciągu 23 lat, od 1990 r. do 2012 r., dzienna ilość eksploatowanego surowca wzrosła o prawie 32%.



Rysunek 1.1. Światowe dzienne wydobycie ropy naftowej (w tys. baryłek)

Źródło: opracowanie własne na podstawie BP (2013).

Ropa naftowa wydobywana jest niemal na całym świecie, jednakże skala produkcji w poszczególnych regionach jest bardzo zróżnicowana (por. rysunek 1.2),

co wynika z ilości, zasobności i dostępności złóż surowca. Największym producentem ropy naftowej jest region Bliskiego Wschodu (głównie Arabia Saudyjska, Iran, Irak, Kuwejt, Zjednoczone Emiraty Arabskie), skąd pochodzi niemal 33% wydobywanego surowca. Zdecydowanym liderem, szczególnie w regionie, ale i na świecie, jest Arabia Saudyjska, której udział w lokalnym i globalnym wydobyciu wyniósł w 2012 r. odpowiednio 40,8% i 13,4%. Należy również wspomnieć, iż Bliski Wschód jest jednocześnie obszarem najzasobniejszym w ropę naftową, gdzie znajduje się niemal 50% udokumentowanych złóż surowca.

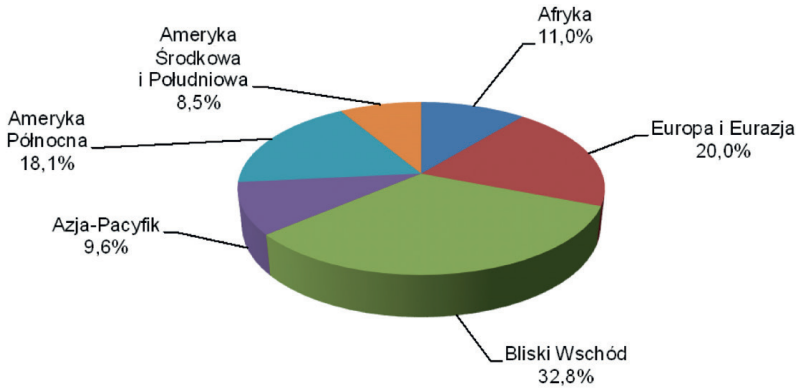
Kolejny pod względem ilości eksploatowanych zasobów, a zarazem najważniejszy z punktu widzenia krajów europejskich, jest obszar Europy i Eurazji, którego udział w światowym wydobyciu ropy naftowej oceniany jest na 20%. W regionie tym liderem produkcji surowca jest Federacja Rosyjska, posiadająca znaczące pola naftowe, których zapasy szacowane są na 61,9% rezerw regionu oraz 5,2% rezerw światowych. W 2012 r. ze złóż rosyjskich wydobywano średnio 10,64 mln baryłek dziennie, co stanowi nie tylko przeważający udział w produkcji lokalnej (61,8%), lecz także istotny wkład w produkcję globalną (12,4%), plasujący Rosję na drugim miejscu wśród największych producentów surowca na świecie. Należy dodać, iż utrzymywanie przez ten kraj wysokiego poziomu wydobycia, a tym samym silna pozycja Rosji na rynku ropy naftowej, wynika z jednej strony z zainteresowania jej zasobami ubogich pod względem surowcowym państw Europy (w tym Polski) oraz Dalekiego Wschodu (Chiny, Japonia), z drugiej zaś z istnienia w tym regionie sieci naftociągów.

Kontynentem o znaczącym udziale produkcji ropy naftowej w produkcji globalnej jest również Ameryka Północna dostarczająca na rynek światowy 18,1% surowca, przy czym ponad 57% eksploatowanych zasobów pochodzi ze Stanów Zjednoczonych.

Do mniejszych producentów ropy naftowej, których udział w światowej produkcji wynosi ok. 10%, należą natomiast Afryka (głównie Nigeria, Angola, Algieria, Libia), region Azja-Pacyfik (głównie Chiny) oraz obszar Ameryki Środkowej i Południowej (głównie Wenezuela, Brazylia).

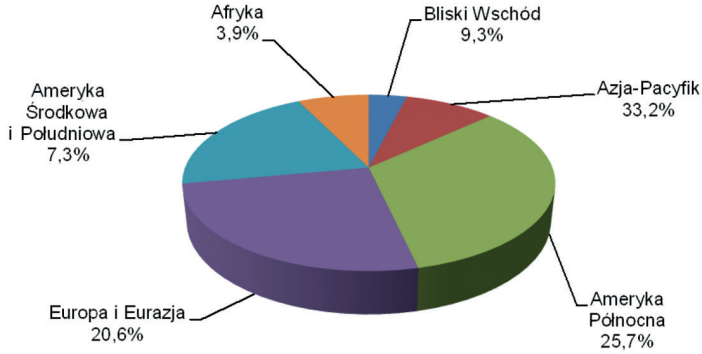
Wielkość konsumpcji ropy naftowej na świecie kształtuje się rokrocznie na poziomie zbliżonym do wielkości jej globalnego wydobycia, przy czym ewentualne rozbieżności mogą wynikać np. ze zmiany poziomu zapasów. Porównanie dziennej wielkości konsumpcji ropy w latach 1990 i 2012 wskazuje, iż zużycie tego surowca na przestrzeni 23 lat wzrosło, podobnie jak w przypadku produkcji, o ponad 30% (34,6%).

Analiza geograficznej struktury konsumpcji ropy naftowej w roku 2012 (por. rysunek 1.3) wskazuje, iż największe zużycie surowca (na poziomie 33,2% światowej konsumpcji) notowane jest w najmniej zasobnym w złoża naftowe regionie Azja-Pacyfik, przy czym 62,4% stanowi popyt zgłaszany przez Chiny, Japonię i Indie.



Rysunek 1.2. Geograficzna struktura wydobycia ropy naftowej na świecie w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie BP (2013).



Rysunek 1.3. Geograficzna struktura konsumpcji ropy naftowej na świecie w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie BP (2013).

Na drugim miejscu pod względem ilości konsumowanej ropy znajduje się Ameryka Północna, której ropochłonność o 7,6 p.p. przewyższa lokalną produkcję, przy czym aż 80,5% surowca zużywane jest przez Stany Zjednoczone. Znaczące ilości surowca wykorzystywane są także w Europie i Eurazji, których udział w globalnym spożyciu ropy naftowej kształtuje się na poziomie zbliżonym do ich udziału w światowym wydobyciu i wynosi 20,6%. Największymi konsumentami na tym obszarze są Rosja, Niemcy, Francja, Wielka Brytania, Włochy i Hiszpania, które łącznie zużywają 61% surowca. Należy jednak zauważyć, iż Rosja, będąca głównym producentem regionu, odpowiada jedynie za 17,1% lokalnej konsumpcji, co stanowi ok. 30% eksploatowanych ze swoich złóż zasobów.

Regionami, które zużywają nieco mniej niż 10% dostępnego na rynku surowca, są największy światowy producent Bliski Wschód, w przypadku którego udział w globalnej konsumpcji ropy naftowej jest aż o 23,5 p.p. niższy od analogicznego udziału w produkcji oraz Ameryka Środkowa i Południowa, która wykorzystuje surowiec w ilości nieznacznie mniejszej od wielkości swojego wydobycia. Najmniejsze zużycie ropy naftowej, na poziomie 3,9% konsumpcji światowej, notowane jest natomiast dla krajów kontynentu afrykańskiego, z czego największe (21,1%) dla Egiptu, co stanowi jedynie 0,8% zrealizowanego popytu globalnego.

Z porównania geograficznych struktur produkcji i konsumpcji ropy naftowej w 2012 r. (rysunki 1.2 i 1.3) wynika, iż występują pomiędzy nimi istotne różnice, gdyż regiony najbardziej zasobne w surowiec nie należą do największych światowych konsumentów (np. Bliski Wschód). Poza uwarunkowaniami geologicznymi wynika to z rozwoju gospodarczego krajów, a przy tym m.in. z ilości i rodzaju produkowanej energii, liczby użytkowanych samochodów i stopnia rozwoju krajowego przemysłu petrochemicznego. Rozwiązanie dla istniejących rozbieżności stanowi intensywnie rozwijający się handel międzynarodowy, w którym ropa naftowa transportowana jest od krajów eksportujących (głównie Arabia Saudyjska, Rosja, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Kuwejt, Nigeria) do krajów importujących (głównie Stany Zjednoczone, Chiny, Japonia, Indie oraz kraje europejskie, takie jak Niemcy, Francja) za pomocą sieci rurociągów bądź drogą morską.

1.4. Zasoby ropy naftowej w Polsce – produkcja własna i wymiana międzynarodowa

Polska stanowi typowy przykład kraju silnie uzależnionego od importu ropy naftowej, gdyż ilość konsumowanego przez nią surowca znacznie przekracza własne możliwości produkcyjne (por. tabela 1.1). Dla przykładu, w 2012 r. średnie zużycie ropy naftowej w Polsce wynosiło ok. 0,5 mln baryłek dziennie, podczas gdy dzienna produkcja jedynie ok. 13,4 tys. baryłek, co w uproszczeniu oznacza, iż krajowy popyt na ropę mógł zostać zaspokojony lokalnym wydobyciem w niespełna 3%, a więc polski surowiec wystarczyłby na ok. 10 dni przerobu.

W 2012 r. na terenie Polski znajdowały się 84 udokumentowane złoża ropy naftowej, w tym 29 w Karpatach, 11 na przedgórzu Karpackim, 42 na Niżu Polskim i 2 w polskiej strefie ekonomicznej Bałtyku (por. PIG (2013)). Wydobywalne zasoby złóż zagospodarowanych szacowane były na ok. 181 mln baryłek. Należy przy tym zaznaczyć, iż zasoby w Karpatach i na ich przedgórzu są już niemal wyczerpane, podczas gdy największe znaczenie gospodarcze mają pola naftowe na Nizinie Polskiej, gdzie według stanu na koniec 2012 r. znajdowało się ok. 77% zasobów krajowych (por. tabela 1.2).

Tabela 1.1. Dzienne wydobycie i zużycie ropy naftowej w Polsce w latach 2006–2012

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Wydobycie (w tys. baryłek)	15,89	14,19	15,00	13,42	13,52	12,20	13,44
Zużycie (w tys. baryłek)	399,60	402,44	420,28	412,37	462,25	486,58	510,90
Udział wydobycia krajowego w konsumpcji ogółem (w %)	3,98	3,53	3,57	3,25	2,93	2,51	2,63

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów rocznych POPiHN, www.popihn.pl oraz danych Państwowego Instytutu Geologicznego, http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2012.

Tabela 1.2. Wielkość wydobywalnych zasobów złóż zagospodarowanych w Polsce w 2012 r.

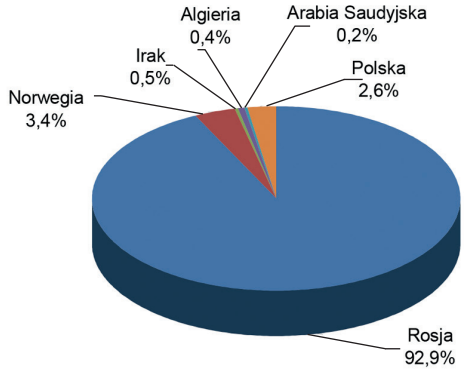
Miejsce złóż	Zasoby ropy naftowej (w tys. baryłek)	Udział (w %)
Bałtyk	36 377,59	20,09
Karpaty	3 989,93	2,20
Niż	139 098,90	76,82
Przedgórze	1 612,31	0,89
Razem	181 078,70	100,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Państwowego Instytutu Geologicznego, http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa/2012.

W związku z koniecznością zaspokojenia popytu Polska prawie w całości korzysta z importu (por. rysunek 1.4). W 2012 r. z zagranicy sprowadzono ok. 97% dostępnej na rynku ropy naftowej. Główną rolę w dostarczaniu strategicznego surowca odgrywa Federacja Rosyjska, która w 2012 r. pokryła krajowe zapotrzebowanie na ropę w niemal 93%. Eksporterami ropy na rynek polski byli również Norwegia, Irak, Algieria i Arabia Saudyjska, choć ich łączny udział na poziomie nieprzekraczającym 5% można uznać za marginalny.

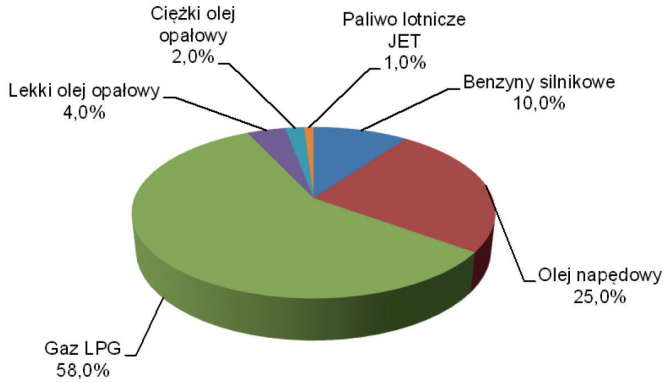
Dominująca pozycja Rosji w handlu ropą naftową z Polską wynika z jednej strony z uwarunkowań historycznych (związków polityczno-ekonomicznych przed rokiem 1989), z drugiej zaś z istnienia infrastruktury służącej do przesyłu ropy naftowej pomiędzy Syberią a Europą Środkową (należący do Przedsiębiorstwa Eksploatacji Rurociągów Naftowych (PERN) „Przyjaźń" S.A. rurociąg naftowy Przyjaźń), co sprzyja utrzymaniu wschodniego kierunku importu (por. Niedziółka (2010)). Dodatkowy argument stanowi ekonomiczna konkurencyjność rosyjskich dostaw, wynikająca z niższej, ze względu na gorszą jakość, ceny ropy

REBCO w relacji do cen rop wysokogatunkowych (np. Brent, WTI) oraz ze specyfiki instalacji rafinerii krajowych przystosowanych do przerobu tego typu surowca. Warto również dodać, że ropa naftowa kupowana jest przez polskich odbiorców (głównie rafinerie) w kontraktach trzy- i pięcioletnich od firm pośredniczących w obrocie surowcem (m.in. J&S Service Investment Ltd, Petraco Oil Company Ltd oraz KD Petrotrade FZE), a nie w ramach bezpośrednich umów handlowych z rosyjskimi firmami wydobywczymi. Alternatywą dla dostaw surowca z Rosji rurociągiem „Przyjaźń" jest import przez gdański Naftoport, który umożliwia odbiór ropy drogą morską z dowolnego kierunku na świecie. Jednakże silna dywersyfikacja źródeł dostaw wiązałaby się z kosztownymi inwestycjami technologicznymi w zakresie dostosowania obecnej infrastruktury rafinerii do przerobu innych gatunków ropy.



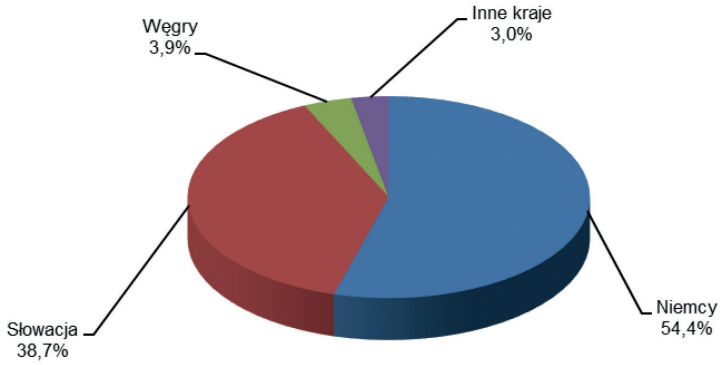
Rysunek 1.4. Struktura dostaw ropy naftowej do rafinerii krajowych w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



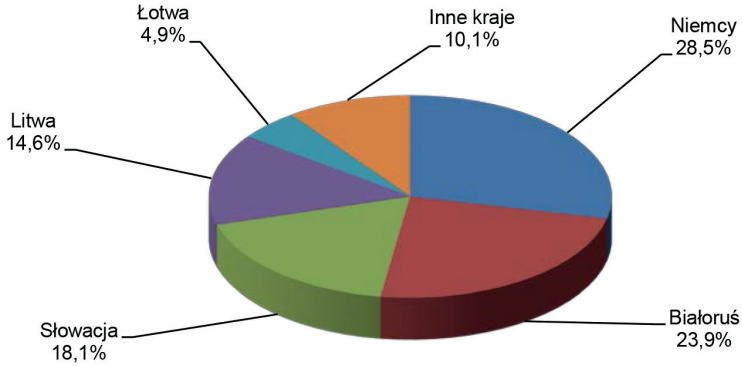
Rysunek 1.5. Struktura importu paliw płynnych w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



Rysunek 1.6. Kierunki importu benzyn silnikowych do Polski w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



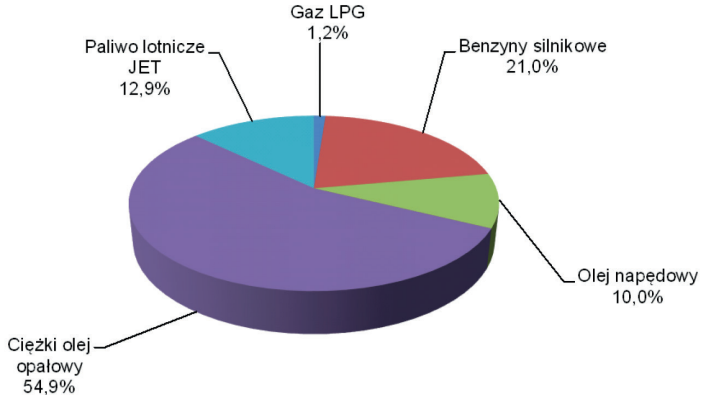
Rysunek 1.7. Kierunki importu oleju napędowego do Polski w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).

Oprócz ropy naftowej Polska importuje również produkty ropopochodne (por. rysunek 1.5). W 2012 r. na rynek krajowy trafiło prawie 6 mln m^3 paliw ciekłych, z czego największy udział (58%) miał gaz płynny LPG. Import najpopularniejszych paliw, a więc oleju napędowego i benzyn silnikowych, wynosił odpowiednio ok. 1,5 mln m^3 i 0,6 mln m^3, co stanowiło 25% i 10% importu paliw płynnych ogółem. Natomiast najmniejszy udział stanowiły dostawy zagraniczne lekkiego i ciężkiego oleju opałowego oraz paliwa lotniczego JET. Produkty naftowe importowano do Polski głównie z Niemiec, Słowacji, Białorusi oraz Litwy (por. rysunki 1.6 i 1.7).

Pomimo iż terytorium Polski należy do obszarów ubogich w ropę naftową, a jej krajowa produkcja jedynie w śladowym stopniu zaspokaja lokalną konsumpcję,

Polska uczestniczy również w eksporcie surowca oraz produktów rafineryjnych (por. rysunek 1.8). W 2012 r. za granicę sprzedano ponad 211 tys. ton wydobytej lokalnie ropy naftowej, głównie do Niemiec. Natomiast eksport paliw ciekłych wyniósł 4,3 mln m^3, z czego ponad połowę (54,9%) stanowił ciężki olej opałowy, a najmniej (tylko 1,2%) gaz LPG. Odbiorcami polskich produktów naftowych były zarówno rozwinięte państwa europejskie, m.in. Szwecja, Dania, Holandia, Wielka Brytania oraz Niemcy, jak i mniejsze kraje niedysponujące własną infrastrukturą naftową, np. Estonia.



Rysunek 1.8. Struktura eksportu paliw płynnych w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).

1.5. Hurtowy rynek paliw w Polsce

Największymi i w zasadzie jedynymi podmiotami na polskim hurtowym rynku paliw są Polski Koncern Naftowy ORLEN S.A., powstały w 1999 r. z połączenia Centrali Produktów Naftowych CPN S.A. i Petrochemii Płock S.A. oraz następca Rafinerii Nafty Gdańsk, Grupa LOTOS S.A., która do 2003 r. funkcjonowała jako Rafineria Gdańska S.A. Krajowy rynek hurtowy opanowany jest zatem przez dwóch producentów, co decyduje o jego duopolistycznej strukturze. Jednakże ze względu na różnice w rozmiarach produkcji obu spółek, a tym samym istotne dysproporcje w ich udziałach w rynku, PKN Orlen zajmuje pozycję dominującą.

Największą firmą naftową w Polsce, a zarazem jednym z największych koncernów rafineryjnych w Europie Środkowo-Wschodniej, jest PKN Orlen S.A., który zarządza sześcioma rafineriami w Polsce, Czechach i na Litwie. Głównym profilem działalności spółki jest przetwórstwo ropy naftowej na takie produkty, jak: bezołowiowe benzyny silnikowe, olej napędowy, olej opałowy, paliwa lotnicze, tworzywa i nawozy sztuczne, a także wyroby petrochemiczne. W 2012 r.

polskie rafinerie z Grupy Orlen przerobiły prawie 15,5 mln ton surowca, co w zestawieniu z przerobem ogólnokrajowym na poziomie 25,2 mln ton stanowi 61,5%. Koncern posiada również koncesje na poszukiwania ropy naftowej i gazu ziemnego na terenie całego kraju.

Drugą co do wielkości spółką rafineryjną w Polsce jest Grupa LOTOS S.A., która podobnie jak spółka PKN Orlen, tylko na mniejszą skalę, prowadzi działalność w zakresie wydobycia i przerobu ropy naftowej oraz dystrybucji i sprzedaży gotowych produktów naftowych. W 2012 r. koncern przetworzył 9,7 mln ton surowca (o 5,8 mln ton mniej niż PKN Orlen), osiągając udział w przetwórstwie krajowym na poziomie 38,5%.

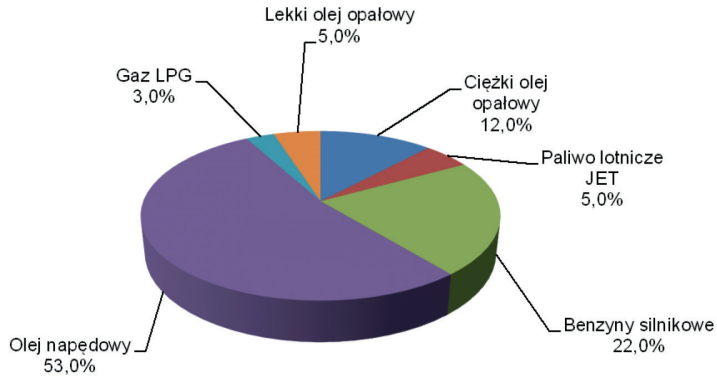
Analiza struktury produkcji paliw płynnych w polskich rafineriach wskazuje, iż największe ilości surowca przetwarzane są na paliwa najpopularniejsze, a więc olej napędowy i benzyny silnikowe, a także ciężki olej opałowy (por. rysunek 1.9). W 2012 r. ich udziały w łącznej produkcji paliw ciekłych na poziomie 24,6 mln m^3 wyniosły odpowiednio 53%, 22% i 12%.

Krajowe koncerny naftowe w przeważającym stopniu zaopatrują polski rynek w produkty paliwowe. Informacje dotyczące wewnętrznej konsumpcji paliw płynnych w 2012 r. (por. tabela 1.3) wskazują, iż na zużytych prawie 25,8 mln m^3 paliw 77% pochodziło od lokalnych producentów, co oznacza, iż udział produktów z zagranicy wyniósł niespełna jedną czwartą (23%). Najniższe wsparcie w postaci importu potrzebne było w przypadku paliwa lotniczego JET (ok. 6%), podczas gdy zagraniczna podaż gazu LPG stanowiła aż 84% jego spożycia. Wysoka konsumpcja importowanego gazu LPG wynika z faktu, iż w ostatnich latach ten rodzaj paliwa uplasował się na trzeciej pozycji, po oleju napędowym i benzynach silnikowych, pod względem wielkości zużycia (w ciągu 13 lat udział LPG wzrósł dwukrotnie z 8% w roku 2000 do 16% w roku 2012), przy jednocześnie najniższym udziale (3%) w krajowej produkcji.

Tabela 1.3. Krajowe zużycie paliw płynnych ogółem oraz paliw importowanych w 2012 r.

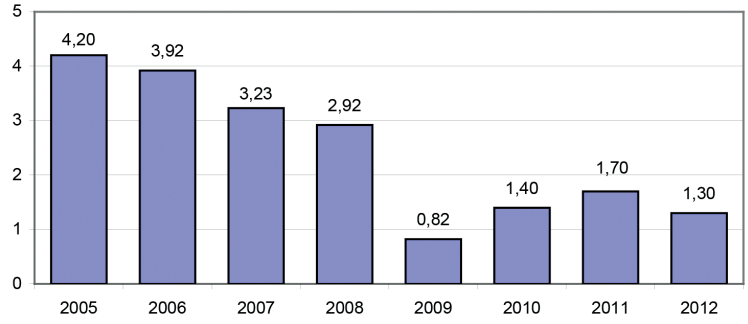
Rodzaj paliwa	Konsumpcja paliw ogółem (w tys. m^3)	Konsumpcja paliw importowanych (w tys. m^3)
Benzyny silnikowe	5 024	596
Olej napędowy	14 289	1 485
Gaz płynny LPG	4 024	3 386
Paliwo lotnicze JET	614	36
Lekki olej opałowy	1 121	218
Ciężki olej opałowy	709	127
Ogółem	25 781	5 848

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



Rysunek 1.9. Struktura produkcji paliw płynnych w polskich rafineriach w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



Rysunek 1.10. Średni dyferencjał Ural/Brent (w USD/BBL) w latach 2005–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów rocznych PKN ORLEN, www.orlen.pl.

W sprzedaży hurtowej liderem nadal pozostaje koncern PKN Orlen z ponad 40% udziałem w rynku. Podejmowane przez Grupę Lotos inwestycje, mające na celu zwiększenie efektywności wytwarzania produktów naftowych (PROGRAM 10+), sprawiają, iż udział tego koncernu w rynku systematycznie rośnie (w 2012 r. wyniósł ok. 30%).

Dominująca pozycja rafinerii PKN Orlen powoduje, iż podmiot ten postrzegany jest jako krajowy lider cenowy, jako pierwszy podejmujący decyzje o zmianach hurtowego cennika paliw, które następnie naśladowane są przez pozostałych uczestników rynku (por. Miłobędzki (2007)). Hurtowe ceny produktów rafineryjnych nie mogą być ustalane wyłącznie na podstawie ponoszonych przez polskie rafinerie kosztów produkcji, w oderwaniu od mechanizmów rynko-

wych. Krajowe podmioty posiadają bowiem konkurencję w postaci koncernów zachodnioeuropejskich, których produkty (identyczne z krajowymi) są przedmiotem obrotu na europejskim hurtowym rynku ARA (ARA to skrót od trzech najważniejszych zachodnioeuropejskich portów przeładunkowych, tj. Amsterdam, Rotterdam i Antwerpia, na giełdzie towarowej w Rotterdamie), będącym największym w Europie ośrodkiem handlu ropą i paliwami.

Mechanizm kształtujący rynkowe ceny paliw jest następujący. Rafinerie europejskie, dokonując zakupu ropy naftowej na rynku globalnym, gdzie cena jest jednakowa dla wszystkich odbiorców, ponoszą takie same koszty zaopatrzenia w surowiec. Następnie poszczególne koncerny produkują paliwa, dysponując przy tym zróżnicowaną pod względem stanu i stosowanych technologii wytwarzania infrastrukturą, co ostatecznie wpływa na efektywność przerobu surowca i ponoszone koszty produkcji. Kolejny krok stanowi sprzedaż produktów gotowych, również na rynku globalnym, przy czym najniższe ceny oferowane są przez rafinerie, które wyprodukowały je najniższym kosztem. Jest oczywiste, iż ilość taniego paliwa w relacji do zgłaszanego popytu nie jest wystarczająca, co powoduje sukcesywny wzrost cen i tworzy miejsce zbytu dla produktów wytworzonych w coraz mniej efektywnych rafineriach. Proces ten trwa do momentu zaspokojenia globalnego popytu na paliwa, a cena rynkowa, po której dokonuje się transakcji kupna/sprzedaży na rynku globalnym, wyznaczana jest wówczas na poziomie powiększonego o zysk kosztu produkcji najdroższego producenta, na którego wyroby jest jeszcze popyt. Różnice pomiędzy rynkowymi cenami produktów gotowych i rynkową ceną surowca tworzą tzw. marże produktowe (jednakowe dla wszystkich rafinerii), które po uwzględnieniu struktury produkcji tworzą indywidualną dla podmiotu marżę rafineryjną. W efekcie, aby działalność była rentowna, marża ta musi pokrywać wszystkie nakłady na produkcję i rozwój, a ewentualna nadwyżka może zostać zakwalifikowana jako zysk.

Powyższy mechanizm powoduje, iż koncerny naftowe nie konkurują ze sobą cenowo, ponieważ ceny paliw są kształtowane przez rynek. Konkurencja polega natomiast na wprowadzaniu szeregu zmian technologicznych czy też organizacyjnych, które pozwalają na zajęcie lepszej pozycji na globalnej krzywej kosztów, bowiem bardziej efektywne rafinerie są w stanie generować wyższe marże.

Należy zaznaczyć, iż w przeciwieństwie do paliw, które należą do grupy dóbr jednorodnych (np. olej napędowy czy benzyna bezołowiowa 95 są na wszystkich stacjach jednakowe), ropa naftowa jest towarem wielogatunkowym, w wielu przypadkach wymagającym kosztownego przystosowania instalacji rafineryjnych do jej przerobu. W związku z tym ropy gorsze jakościowo, a tym samym trudniejsze do przetworzenia, są odpowiednio tańsze, a różnica w cenach, zwana dyferencjałem, doliczana jest do marży rafinerii. Jako przykład można wskazać polskie koncerny naftowe przetwarzające ropę rosyjską o znacznie wyższej zawartości siarki, których marża rafineryjna powiększana jest o wielkość dyferencjału Ural/

Brent, definiowanego jako różnica pomiędzy ceną baryłki ropy Brent a ceną baryłki ropy importowanej z Rosji. Dodatkowy profit dla polskich rafinerii stanowi również tzw. premia lądowa, będąca upustem cenowym wynikającym z geograficznego położenia w bliskiej odległości naftociągu „Przyjaźń".

Warto wspomnieć, że w ostatnich latach (od 2009 r.) nastąpiło znaczące obniżenie dyferencjału Ural/Brent (por. rysunek 1.10), co wynika z otwarcia przez Rosję nowych kanałów dystrybucji surowca. Inwestycje w budowę infrastruktury przesyłowej, m.in. rurociągu naftowego „Wschodnia Syberia-Pacyfik" (ESPO), umożliwiły zwiększenie eksportu rosyjskiej ropy na Daleki Wschód (głównie do Chin, Japonii, Indii) oraz do USA. Istotny wzrost popytu ze strony nowych odbiorców może zatem spowodować wzrost wartości wschodniego surowca i trwale zmniejszyć dyskont cenowy ropy REBCO względem innych gatunków surowca.

1.6. Rynek detaliczny w Polsce

Na detalicznym rynku paliw w Polsce działalność prowadzą stacje benzynowe zarządzane przez koncerny krajowe, koncerny zagraniczne, niezależnych operatorów oraz hipermarkety. Polskie rafinerie, PKN Orlen oraz Grupa Lotos nie ograniczają się wyłącznie do przetwórstwa ropy naftowej oraz handlu hurtowego, ale poprzez własną sieć stacji paliw działają również w segmencie detalicznym. Oprócz stacji należących do koncernów krajowych uczestnikami rynku są również podmioty niezależne prowadzące działalność pod własnymi markami lub pod szyldem prywatnych sieci stacji benzynowych, np. Huzar, Delfin, dystrybutorzy zagraniczni, reprezentujący globalne marki takie jak: Shell, Statoil, BP czy Lukoil, a także stacje sieci handlowych m.in. Auchan, Carrefour, E.Leclerc oraz Tesco.

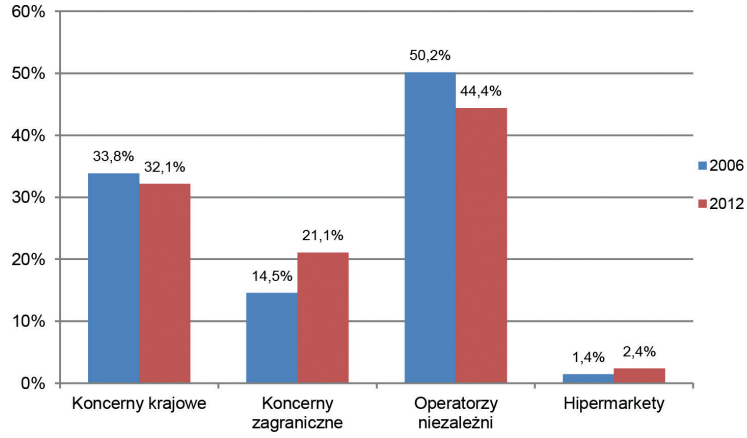
Łącznie w Polsce na koniec 2012 r. funkcjonowało 6756 stacji paliw. Dane za lata 2006–2012 wskazują, iż ich liczba kształtuje się na w miarę stabilnym poziomie, średnio oscylując wokół 6800 (por. tabela 1.4). Jednakże niewielkie zmiany można zaobserwować w strukturze rynku (por. rysunek 1.11). Największą grupę podmiotów wśród detalicznych dystrybutorów paliw wciąż stanowią operatorzy niezależni, chociaż ich udział w rynku obniżył się z ok. 50% w 2006 r. do ok. 44% w roku 2012. Liderami pozostają koncerny krajowe, do których należą stacje PKN Orlen, Bliska, Lotos i Lotos Optima. Stacje te stanowiły w 2012 r. łącznie ok. 32% stacji benzynowych w Polsce, przy czym znacznie silniejszą pozycję ma PKN Orlen z 26% udziałem w rynku. Pozycję rynkową umacniają również koncerny zagraniczne, których udział wzrósł z 14,5% w 2006 r. do 21% w roku 2012. Stopniowo otwierają one nowe stacje i włączają do swoich sieci stacje operatorów niezależnych na zasadzie *franchisingu*. Można również zaobserwować systematycznie rosnącą liczbę stacji należących do marketów (wzrost od roku 2006 do 2012 o 63%), jednak ze względu na ich śladowy udział w ogólnej liczbie stacji paliw (w 2012 r. na poziomie 2,4%) nadal odgrywają one marginalną rolę.

Tabela 1.4. Liczba stacji paliw w Polsce w latach 2006–2012 (stan na 31 grudnia)

Operatorzy stacji paliw	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Koncerny krajowe, w tym:	2 327	2 274	2 158	2 074	2 038	2 125	2 172
PKN Orlen	1 924	1 897	1 803	1 747	1 714	1 756	1 767
Grupa Lotos	403	377	355	327	324	369	405
Koncerny zagraniczne	1 000	1 125	1 223	1 311	1 351	1 392	1 424
Operatorzy niezależni	3 450	3 400	3 350	3 200	3 220	3 100	3 000
Hipermarkety	98	105	123	130	146	154	160
Ogółem	6 875	6 904	6 854	6 715	6 755	6 771	6 756

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013b).

Chociaż detaliczny rynek paliw jest w skali całego kraju dość skoncentrowany (polskie koncerny naftowe posiadają ponad 30% stacji paliw ogółem), uważa się, że stacje benzynowe na rynkach lokalnych funkcjonują w warunkach konkurencji monopolistycznej. Poszczególne podmioty mogą odrębnie ustalać ceny sprzedawanych wyrobów, przy czym nie mogą one nadmiernie odbiegać od cen konkurentów. Jedną z cech charakterystycznych dla tej formy rynku jest bowiem malejąca krzywa popytu, która oznacza, że znaczący wzrost ceny paliwa na jednej ze stacji prowadzi do spadku jej wolumenu sprzedaży i utraty części klientów na rzecz tańszego i znajdującego się w niedalekiej odległości dystrybutora.

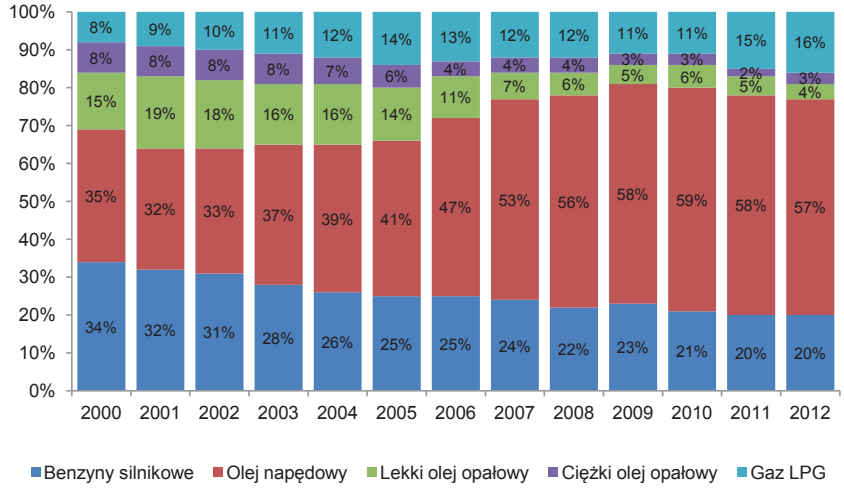


Rysunek 1.11. Struktura detalicznego rynku paliw w Polsce w latach 2006 i 2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013b).

Struktura zużycia paliw płynnych w Polsce w latach 2000–2012 potwierdza, iż nadal najpopularniejszymi produktami ropopochodnymi są olej napędowy i benzyny silnikowe. Można jednak zauważyć wyraźną tendencję wzrostu udziału

zużycia oleju napędowego w całości konsumpcji paliw w Polsce, przy jednoczesnym stopniowym spadku udziału spożycia benzyn silnikowych.



Rysunek 1.12. Struktura konsumpcji paliw w Polsce w latach 2000–2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów rocznych POPiHN, www.popihn.pl.

W 2012 r. konsumpcja oleju napędowego stanowiła 57% całkowitego zużycia paliw i wzrosła od 2000 r. o 22 p.p. (por. rysunek 1.12). Warto dodatkowo zaznaczyć, że od roku 2010 udział oleju napędowego w konsumpcji paliw ogółem już niemal trzykrotnie przewyższa udział benzyn silnikowych.

1.7. Czynniki cenotwórcze na światowym rynku ropy naftowej

Można wskazać trzy główne grupy czynników cenotwórczych na rynku ropy naftowej: czynniki makroekonomiczne, uwarunkowania geopolityczne oraz czynniki związane z łańcuchem dostaw (por. Schofield (2007)).

Ropa naftowa jest surowcem ograniczonym i nieodnawialnym, co biorąc pod uwagę skalę rocznego wydobycia, oznacza, iż jej zasoby z roku na rok są istotnie niższe. Zmniejszające się rezerwy prowadzą zwykle do spadku produkcji, a w rezultacie do wzrostu cen. Zgodnie z hipotezą Hubberta, w przyszłości nastąpi szczyt wydobycia surowca (ang. *Peak Oil*) i rozpocznie się stopniowy, nieodwracalny proces ograniczania jego eksploatacji. Historycznie można stwierdzić, iż prognoza Hubberta wskazująca, iż szczyt światowej produkcji przypadnie (w przybliżeniu) w roku 2000 okazała się nietrafiona. Jeśli natomiast obecne przewidywania okażą się bardziej wiarygodne, globalny *Peak Oil* nastąpi ok. roku 2018 (por. Robelius (2007)). Należy dodać, iż okres maksymalnej produkcji ropy

naftowej jest trudny do przewidzenia ze względu na sukcesywnie odkrywane nowe złoża oraz rozwój technologii pozwalający na opłacalne wydobycie coraz trudniej dostępnych zasobów.

Oddziaływanie na cenę ropy naftowej poprzez podaż odbywa się także za pomocą kontroli światowego wydobycia przez kartel OPEC, który w celu limitowania produkcji ustala tzw. kwoty wydobycia dla państw członkowskich (ang. *OPEC quota*). Decyzje o ich zmniejszeniu prowadzą do wzrostu cen. Dodatkowo organizacja OPEC wpływa na światowe ceny ropy naftowej poprzez określanie ceny koszyka ORB, która dla cen wielu gatunków surowca stanowi poziom referencyjny.

Istotny wpływ na ilość dostarczanej na rynek ropy naftowej, a tym samym na jej wartość rynkową, mają również decyzje Międzynarodowej Agencji Energetycznej (ang. *International Energy Agency*, IEA) dotyczące stopnia wykorzystania zgromadzonych w krajach OECD strategicznych rezerw surowca.

Do czynników determinujących ceny ropy naftowej od strony popytu należy przede wszystkim aktywność gospodarcza. Wyższe tempo wzrostu gospodarczego związane jest z większym zapotrzebowaniem na ropę oraz produkty rafineryjne ze strony przemysłu i transportu. W konsekwencji wzrost popytu na ropę może istotnie przyczynić się do wzrostu jej cen.

Co więcej, liczne zastosowania produktów destylacji frakcyjnej w różnych dziedzinach życia powodują, iż ważnym czynnikiem cenotwórczym na rynku ropy naftowej jest popyt na produkty ropopochodne. Należy zauważyć, iż popyt ten charakteryzują wahania sezonowe. Wzrost zapotrzebowania na niektóre produkty rafineryjne obserwowany jest dwukrotnie w ciągu roku: w okresie zimowym (sezon grzewczy) oraz w okresie letnim (sezon wyjazdów wakacyjnych).

Specyficznym czynnikiem determinującym popyt są transakcje terminowe zawierane na giełdach towarowych. Uczestnicy rynku, przewidując wzrost cen ropy naftowej, zawierają transakcje zabezpieczające, których zadaniem jest ograniczenie wpływu niekorzystnych zmian cen w przyszłości. Co więcej, surowce traktowane są również jako aktywa finansowe, będące przedmiotem tzw. transakcji papierowych, których celem jest arbitraż lub spekulacja (por. np. Kaufmann (2011), Kaufmann, Ullman (2009), Kołodziej, Kaufmann (2013)). Popyt ze strony inwestorów nie jest wówczas efektem zainteresowania samym surowcem, a wynika ze zmian jego ceny. Zarówno najwięksi inwestorzy instytucjonalni (np. banki inwestycyjne, fundusze hedgingowe), jak i inwestorzy indywidualni, poszukując inwestycji alternatywnych wobec rynku kapitałowego, walutowego czy też pieniężnego, kupują i sprzedają różnego rodzaju instrumenty finansowe (kontrakty terminowe typu *forward*, *futures*, opcje itp.), dla których bazą jest cena surowca. W efekcie, transakcje instrumentami pochodnymi opartymi na kursie ropy naftowej, niezależnie od swojego charakteru (arbitraż, hedging czy spekulacja), mogą przekładać się na zmiany cen surowca na rynku *spot*. Warto jednak

dodać, że czynniki spekulacyjne wpływają na kształtowanie się ceny ropy naftowej w innym horyzoncie czasowym niż czynniki fundamentalne. Podstawowe czynniki makroekonomiczne (takie jak relacje popytowo-podażowe) determinują tendencje długookresowe, podczas gdy spekulacje odpowiadają za krótkookresowe (np. dzienne) wahania cen ropy.

Z faktu, iż dolar amerykański pełni funkcję jednostki rozliczeniowej w światowym handlu ropą naftową (w dolarach kwotowane są ceny na rynkach światowych), wynika jego bezpośredni wpływ na notowania surowca. Ponieważ relatywna siła dolara mierzona jest za pomocą nominalnego efektywnego kursu walutowego (ang. *nominal effective exchange rate*, NEER), będącego relacją waluty amerykańskiej względem koszyka walut, aprecjacja powoduje spadek wartości surowca, podczas gdy osłabienie dolara prowadzi do wzrostu ceny.

Do grupy czynników cenotwórczych związanych z łańcuchem dostaw należy m.in. stopień wykorzystania mocy produkcyjnych na poziomie wydobycia. Utrzymywanie dodatkowych możliwości eksploatacyjnych umożliwia zwiększenie produkcji ropy naftowej w sytuacji nagłego przyrostu popytu, podczas gdy ich brak pociąga za sobą wzrost wartości surowca.

Istotny wpływ na zmiany cen ropy naftowej ma także marża produktowa (ang. *crack spread*), będąca różnicą pomiędzy przychodami ze sprzedaży produktów rafineryjnych a kosztami zakupu przetwarzanego gatunku ropy naftowej. Ukształtowanie się *spreadu* na poziomie dalekim od długookresowej równowagi stanowi sygnał dla inwestorów do dokonywania transakcji kupna (albo sprzedaży) surowca, które powodują spekulacyjne zmiany cen ropy naftowej, prowadzące w efekcie do spadku (albo wzrostu) marży *crack* do poziomu długookresowej równowagi.

Znaczenie w kształtowaniu cen ropy mają również zdolności magazynowe. Jeśli w przyszłości spodziewane jest zmniejszenie podaży surowca, producenci ropy naftowej istotnie zwiększają poziom zapasów, czego następstwem jest wzrost kosztów magazynowania powodujący wzrost ceny ropy w przyszłych dostawach. Natomiast w sytuacji braku możliwości gromadzenia rezerw może nastąpić redukcja bieżącej produkcji prowadząca w krótkim czasie do wzrostu rynkowej wartości surowca.

Do grupy czynników cenotwórczych związanych z łańcuchem dostaw należą także czynniki okołoinfrastrukturalne, takie jak: koszty materiałów i siły roboczej ponoszone w trakcie budowy nowej infrastruktury (np. platform wydobywczych, rafinerii, tankowców itp.), jak również wydatki na modernizację bazy już istniejącej, spowodowane długotrwałą eksploatacją lub zaostrzeniem przez rząd regulacji środowiskowych (np. ograniczenie ilości siarki w produktach rafineryjnych).

Wśród czynników cenotwórczych o charakterze geopolitycznym wyróżnić należy konflikty zbrojne na obszarach zasobnych w ropę naftową, konflikty polityczne pomiędzy eksporterami i importerami surowca oraz nacjonalizację produkcji w krajach wydobywczych (np. Wenezuela, Boliwia, Ekwador).

Nieoczekiwane zmiany cen ropy naftowej mogą też wystąpić w wyniku zdarzeń nadzwyczajnych, takich jak katastrofy naturalne, np. huragany lub poważne awarie naftowych instalacji eksploatacyjnych.

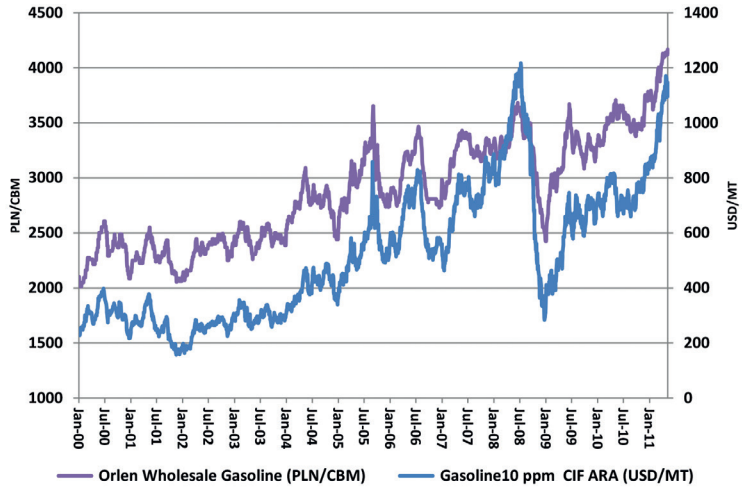
Należy również wspomnieć, iż ze względu na stopniowo wyczerpujące się złoża ropy naftowej oraz jej wysokie ceny, coraz intensywniej poszukuje się alternatywnych źródeł energii. Wzrasta znaczenie energii odnawialnej, a także biopaliw, które stanowią uzupełnienie oferty paliw płynnych. Chociaż obecnie pozycja ropy naftowej jest niekwestionowana, możliwość jej zastąpienia może w przyszłości istotnie obniżyć rynkową wartość surowca.

1.8. Mechanizmy cenotwórcze na rynku paliw w Polsce

Za najważniejsze czynniki kształtujące ceny paliw w Polsce uważa się ceny ropy naftowej na rynkach światowych, fluktuacje kursu walutowego złotego względem dolara amerykańskiego oraz obciążenia z tytułu podatków. Wpływ pierwszego z czynników wynika z faktu, iż ropa naftowa jest głównym surowcem wykorzystywanym do produkcji licznych gatunków paliw. W procesie destylacji frakcyjnej powstają m.in. benzyny silnikowe, oleje napędowe oraz nafta.

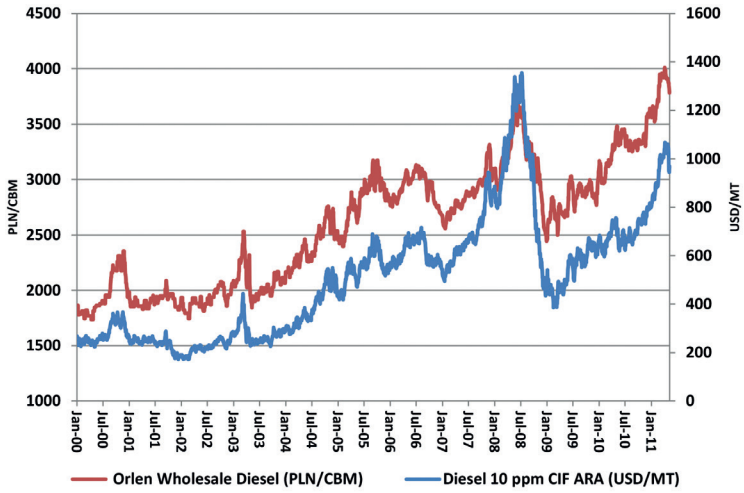
Zależność cen paliw od kursu walutowego PLN/USD jest natomiast efektem pełnionej przez dolara amerykańskiego funkcji waluty rozliczeniowej na światowych rynkach surowców oraz produktów paliwowych. Po pierwsze, ponieważ dla polskich rafinerii bazą przy ustalaniu cen paliw są notowane w dolarach amerykańskich ceny *spot* na europejskim rynku ARA, kurs walutowy PLN/USD jest niezwykle istotny dla poziomu krajowych cen hurtowych, a w dalszej kolejności cen detalicznych produktów rafineryjnych. Dla przykładu, na rysunkach 1.13 i 1.14 zostały zestawione ceny hurtowe ARA oraz rafinerii PKN Orlen benzyny bezołowiowej 95 i oleju napędowego w okresie od stycznia 2000 r. do czerwca 2011 r. Warto zauważyć, iż w roku 2008 ceny paliw na europejskim rynku ARA charakteryzowały się dużą wariancją, co związane było z rekordowymi cenami ropy naftowej na rynkach światowych sięgającymi w przypadku ropy Brent blisko 150 dolarów za baryłkę (por. rysunek 1.15). W tym samym czasie ceny hurtowe w złotych rosły znacznie wolniej, co wynikało bezpośrednio z silnej pozycji złotego na rynku walutowym. Zatem aprecjacja polskiej waluty skompensowała spekulacyjny wzrost ceny surowca.

Po drugie, kwotowanie ceny baryłki ropy naftowej w dolarach powoduje, iż kurs PLN/USD bezpośrednio wpływa na koszty zakupu surowca ponoszone przez polskie rafinerie. Dla przykładu, w okresie od lipca 2008 r. do marca 2011 r. cena baryłki ropy Brent spadła o ok. 15%, zaś kurs złotego osłabił się względem dolara o ponad 38%, co w konsekwencji przełożyło się na wzrost ceny ropy w złotych o około 6%. W efekcie wahania kursu walutowego PLN/USD determinują również wielkość osiąganych marż rafineryjnych, a tym samym efektywność działalności prowadzonej przez krajowe koncerny naftowe.



Rysunek 1.13. Benzyna Pb95 – cena ARA a hurtowa cena PKN Orlen

Źródło: BM Reflex.

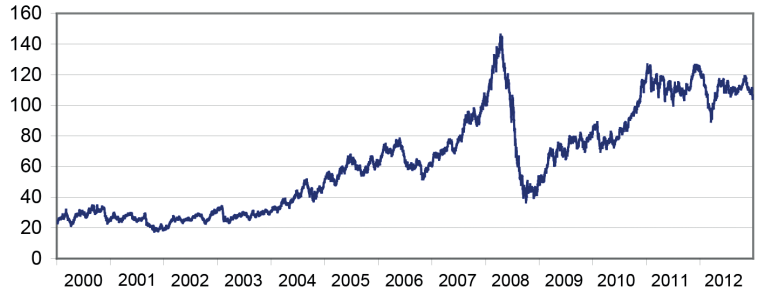


Rysunek 1.14. Olej napędowy – cena ARA a hurtowa cena PKN Orlen

Źródło: BM Reflex.

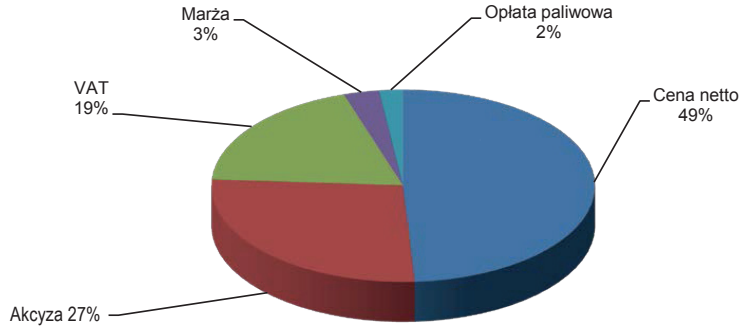
Natomiast waga obciążeń podatkowych w procesie formowania cen w sektorze rafineryjnym wynika ze znacznego udziału podatków (akcyza, opłata paliwowa oraz podatek od towarów i usług (VAT)) w cenie paliw w Polsce. W 2012 r. udziały poszczególnych narzutów podatkowych w cenie litra benzy-

ny Pb95 ukształtowały się na poziomie 27% (podatek akcyzowy), 2% (opłata paliwowa) oraz 19% (podatek VAT), podczas gdy w cenie oleju napędowego wyniosły odpowiednio 21%, 4% i 19% (por. rysunki 1.16 i 1.17).



Rysunek 1.15. Cena *spot* baryłki ropy Brent (USD/BBL)

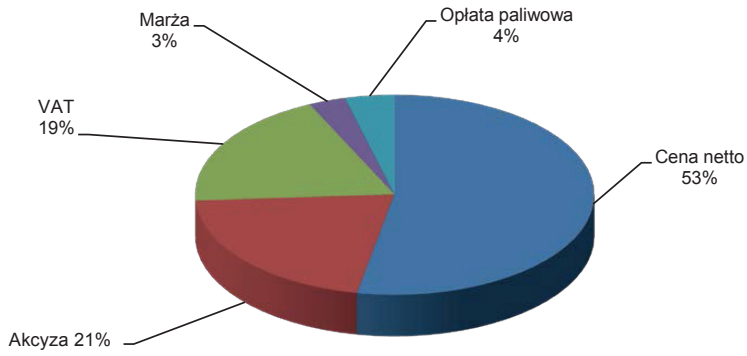
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 1.16. Struktura detalicznej ceny benzyny silnikowej Pb95 średnio w 2012 r.

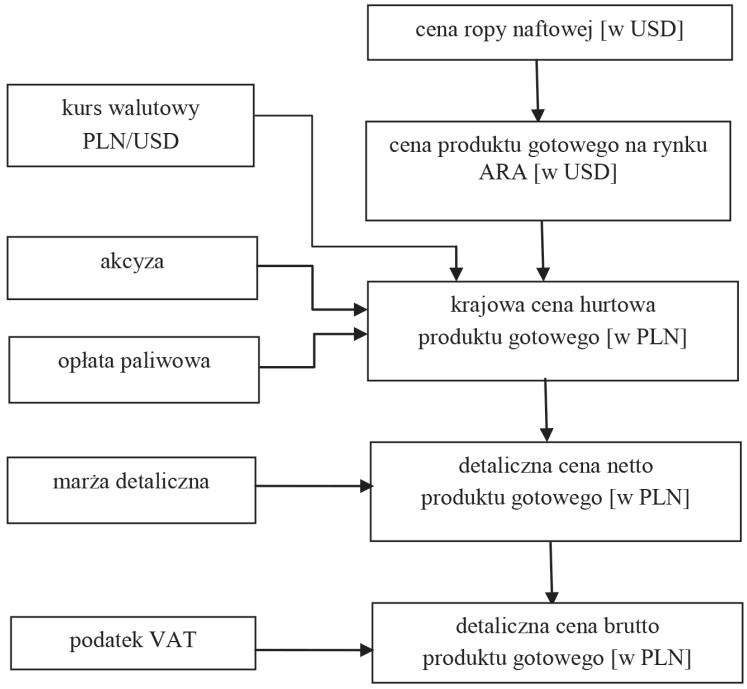
Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).

Proces kształtowania detalicznych cen paliw jest bardziej złożony niż zwykle się sądzi. Pomimo iż ropa naftowa stanowi główny surowiec wykorzystywany do produkcji różnych gatunków paliw, to wahania jej ceny są jedynie impulsem pierwotnym, wywołującym zmiany na poszczególnych poziomach łańcucha dystrybucji (por. rysunek 1.18). Pierwszy etap procesu kreacji ceny paliwa polega na transmisji ceny benchmarkowej ropy naftowej (ceny ropy Brent na rynku surowców w Londynie) w cenę produktu na europejskim hurtowym rynku ARA.



Rysunek 1.17. Struktura detalicznej ceny oleju napędowego średnio w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie POPiHN (2013a).



Rysunek 1.18. Etapy procesu kreacji ceny finalnej paliwa w Polsce

Źródło: opracowanie własne.

W drugim etapie hurtowe ceny europejskie transmitowane są w wyjściowe ceny hurtowe w Polsce. W praktyce polskie rafinerie w procesie ustalania cen nie

kierują się kosztem zakupu przerabianego gatunku ropy naftowej. Cena hurtowa kalkulowana jest na podstawie przeliczonych na złote codziennych notowań *spot* cen paliw na europejskim rynku ARA, które traktowane są jako indeksy referencyjne. Następnie, tak ustalone ceny powiększane są o obowiązujące w prawie polskim narzuty, tj. akcyzę i opłatę paliwową. Ostatni etap łańcucha kreacji cen polega na transmisji krajowych cen hurtowych w ceny detaliczne, które powstają przez zwiększenie tych pierwszych o marżę detaliczną (cena detaliczna netto) i podatek VAT (cena detaliczna brutto). Ważne jest, aby kolejne etapy rozważane były indywidualnie, gdyż każdy z nich reprezentowany jest przez różne podmioty, na które oddziałują inne czynniki w procesie podejmowania decyzji.

1.9. Podsumowanie

Ropa naftowa jest surowcem wielogatunkowym, którego jakość związana jest z miejscem eksploatacji. Do najważniejszych rodzajów z punktu widzenia światowego obrotu gospodarczego należą amerykańska ropa WTI oraz europejska ropa Brent, które uważane są za globalne benchmarki, a ich ceny traktowane są jako referencyjne przy ustalaniu wartości rynkowych pozostałych gatunków surowca. Ze względu na właściwości energetyczne ropa naftowa jest masowo wydobywana i zużywana w różnych częściach świata. Z powodu różnic m.in. w uwarunkowaniach geologicznych, geograficznym rozmieszczeniu złóż oraz poziomach rozwoju gospodarczego krajów zasobnych i ubogich w surowiec, intensywnie rozwija się światowy handel tym surowcem.

Polska jest importerem netto ropy naftowej, a ze względu na marginalną wielkość sprzedaży krajowego surowca za granicę jest niemal w całości zależna od importu. Dostawy ropy naftowej do polskich rafinerii zdominowane są przez Federację Rosyjską (ponad 90%), która zaopatruje je w ropę REBCO o wyższej od rop wysokogatunkowych zawartości siarki.

Na hurtowym rynku paliw w Polsce działalność prowadzą głównie dwa podmioty tj. PKN Orlen S.A. oraz Grupa LOTOS S.A., które zaspokajając ponad 75% krajowego popytu na paliwa, kontrolują tę sferę przemysłu. Chociaż uważa się, iż hurtowy segment rynku posiada cechy duopolu, to ze względu na znaczące różnice w rozmiarach produkcji i sprzedaży produktów ropopochodnych obu spółek, na koncern PKN Orlen wskazuje się jako na podmiot zajmujący dominującą pozycję. Dodać należy, że mimo opanowania rynku lokalnego, krajowe podmioty mają konkurencję w postaci koncernów zachodnioeuropejskich, których produkty (identyczne z krajowymi) są przedmiotem obrotu na rynku globalnym. Konsekwencją tej sytuacji jest ograniczenie możliwości swobodnego sterowania cenami, a drogą do uzyskiwania wyższych marż jest poprawa efektywności prowadzonej działalności.

Detaliczny rynek paliw jest znacznie słabiej skoncentrowany od hurtowego. Funkcjonuje na nim około 6800 stacji benzynowych należących do rafinerii krajowych, koncernów zagranicznych, niezależnych operatorów oraz hipermarketów. Głównymi udziałowcami w rynku, podobnie jak w przypadku segmentu hurtowego, są koncerny krajowe, które zarządzają ponad 30% stacji paliw ogółem. Na rynkach lokalnych podmioty detaliczne działają w warunkach konkurencji monopolistycznej. Mogą one prowadzić własną politykę cenową, przy czym ze względu na malejącą krzywą popytu, oferty usytuowanych niedaleko siebie stacji nie powinny się istotnie różnić.

Pośród szerokiej oferty gatunków paliw płynnych najpopularniejszymi produktami ropopochodnymi w Polsce są olej napędowy i benzyny silnikowe. Jednakże występuje wyraźna tendencja wzrostu udziału zużycia oleju napędowego w konsumpcji paliw ogółem, przy jednoczesnym systematycznym spadku udziału benzyn silnikowych.

Ponieważ Polska jest importerem netto ropy naftowej, istotny wpływ na kondycję krajowej gospodarki mają ceny surowca na rynku światowym. Strategiczne znaczenie ropy naftowej jako globalnego źródła energii powoduje, iż wartość rynkowa surowca zależy od wielu różnorodnych czynników, które można sklasyfikować jako czynniki makroekonomiczne o charakterze popytowym, takie jak aktywność gospodarcza czy też popyt na produkty ropopochodne, o charakterze podażowym, reprezentowane przede wszystkim przez fakt ograniczenia i nieodnawialności zasobów surowca oraz kontrolę światowego wydobycia przez OPEC, czynniki geopolityczne obejmujące konflikty zbrojne i polityczne na terenach zasobnych w surowiec oraz czynniki związane z łańcuchem dostaw, do których zaliczyć można m.in. stopień wykorzystania mocy produkcyjnych, zdolności magazynowe i nakłady na infrastrukturę.

Z kolei wśród najważniejszych czynników determinujących ceny paliw w Polsce należy wskazać ceny ropy naftowej na rynkach światowych, kurs walutowy złotego względem dolara amerykańskiego oraz obciążenia z tytułu podatków, obejmujące akcyzę, opłatę paliwową i podatek VAT. Jednakże, ze względu na złożoność procesu kreacji cen produktów naftowych, różnorodne czynniki cenotwórcze występują na różnych etapach łańcucha dystrybucji, stąd każdy z nich, tj. europejski rynek hurtowy, krajowy rynek hurtowy i krajowy rynek detaliczny, powinien podlegać odrębnej analizie.

2. Asymetryczność reakcji w procesach behawioralnych – progowe modele korekty błędem

2.1. Wprowadzenie

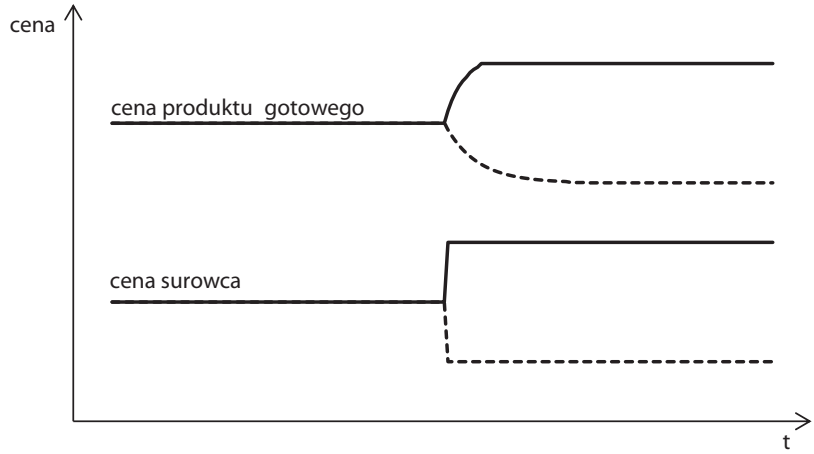
Związki przyczynowo-skutkowe bywają często niesymetryczne, co oznacza, że siła oddziaływania zależy od kierunku impulsu, tj. od kierunku zmiany zmiennej egzogenicznej. Najczęściej asymetryczna transmisja (ang. *asymmetric pass-through*) występuje w sytuacji szybszej i/lub silniejszej reakcji na wzrosty niż na spadki. Wyniki badań wskazują, iż problem asymetrii dotyczy w szczególności transmisji cen na rynku paliw (por. np. Al-Gudhea i in. (2007), Bacon (1991), Bettendorf i in. (2003), Chen i in. (2005), Galeotti i in. (2003), Grasso, Manera (2007), Oladunjoye (2008)), na rynku produktów rolnych, takich jak warzywa, mięso, nabiał (por. np. Abdulai (2000), (2002), Aguiar, Santana (2002), Bakucs i in. (2012), Chavas, Mehta (2004), Fałkowski (2010), Griffith, Piggott (1994), Miller, Hayenga (2001), Mohanty i in. (1995)) oraz transmisji oficjalnych stóp procentowych w oprocentowanie bankowych depozytów i kredytów na rynku finansowym (por. np. Gambacorta, Iannotti (2005), Kovanen (2011), Liu i in. (2009), Mangwengwende i in. (2011), Sznajderska (2013)). Ceny we wszystkich wymienionych branżach istotnie wpływają na wydatki gospodarstw domowych, co decyduje o rosnącym zainteresowaniu zjawiskiem asymetrii nie tylko ze strony ekonomistów, lecz także ze strony konsumentów odczuwających negatywne skutki jego występowania.

Przyczyny asymetrii transmisji impulsów mogą być różnorodne i wynikać z różnic w szybkości dostosowania do długookresowej ścieżki równowagi, różnic w sile dostosowań krótkookresowych (bieżących oraz opóźnionych) oraz różnic w czasie trwania reakcji. Do modelowania relacji asymetrycznych należy zatem stosować narzędzia pozwalające z jednej strony na uwzględnienie nieliniowości związków (praca Bruzdy (2007) stanowi obszerne opracowanie dotyczące weryfikacji i modelowania zależności długookresowych z dostosowaniem nieliniowym), z drugiej zaś pozwalające na dekompozycję zmienności na efekty długo- i krótkookresowe. Pośród wielu rodzajów modeli służących do identyfikacji zjawiska asymetrii (np. asymetryczne warianty modeli dynamicznych, asymetryczne modele GARCH, progowe modele wektorowej autoregresji) największą popularność zyskały progowe modele korekty błędem.

2.2. Rodzaje asymetrii

W zależności od horyzontu czasowego można wyróżnić asymetrię długookresową, będącą efektem różnic w dostosowaniach do trajektorii równowagi oraz asymetrię krótkookresową, wynikającą z różnic w sile i czasie trwania dostosowań krótkookresowych (ang. *asymmetry with respect to the magnitude and speed of price transmission*).

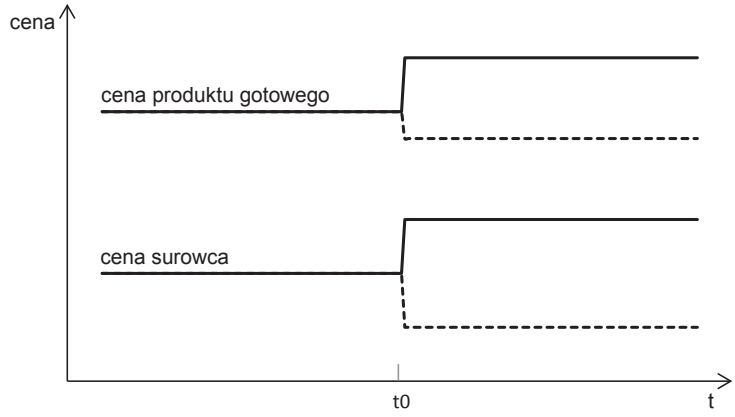
Różnice pomiędzy wymienionymi wariantami asymetrii przedstawione zostały na przykładzie ceny surowca (np. ropy naftowej) i ceny produktu gotowego, będącego efektem przetworzenia tego surowca (np. oleju napędowego, por. rysunki 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4). Zakłada się, iż cena produktu naftowego jest silnie skorelowana z ceną surowca, co oznacza, iż ta pierwsza reaguje na wzrost i spadek ceny ropy naftowej jako czynnika produkcji. Przyjmując, iż ścieżka długookresowa ceny paliwa wyznaczana jest przez cenę ropy naftowej, efekt asymetrii długookresowej występuje, gdy szybkość powrotu ceny produktu rafineryjnego do poziomu równowagi długookresowej jest różna w zależności od kierunku impulsu wytrącającego układ ze stanu równowagi, tj. wzrostu lub spadku ceny surowca (por. rysunek 2.1).



Rysunek 2.1. Asymetria długookresowa

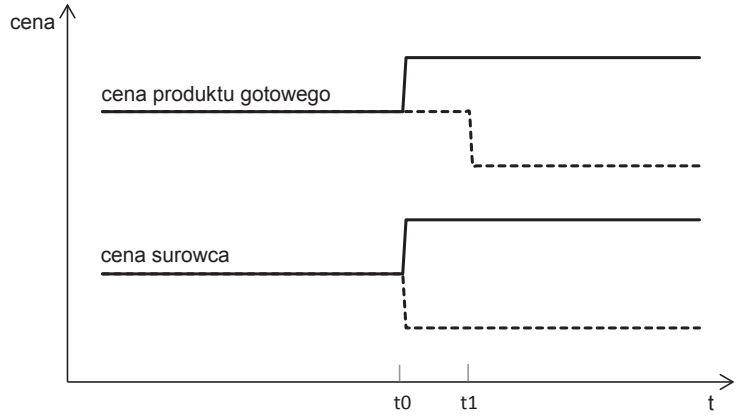
Źródło: opracowanie własne na podstawie Wlazlowski (2003).

Natomiast asymetria krótkookresowa może występować w kilku wariantach: gdy różna jest siła krótkookresowej reakcji ceny paliwa w odpowiedzi na różnokierunkowe zmiany ceny surowca (por. rysunek 2.2) bądź kiedy siła reakcji jest jednakowa, natomiast różny jest okres wystąpienia tej reakcji (odpowiedź na wzrost lub spadek ceny surowca następuje z opóźnieniem, por. rysunek 2.3), lub też jako połączenie obu przypadków (por. rysunek 2.4).



Rysunek 2.2. Asymetria krótkookresowa wynikająca z różnic w sile reakcji

Źródło: opracowanie własne na podstawie Meyer, von Cramon-Taubadel (2004).

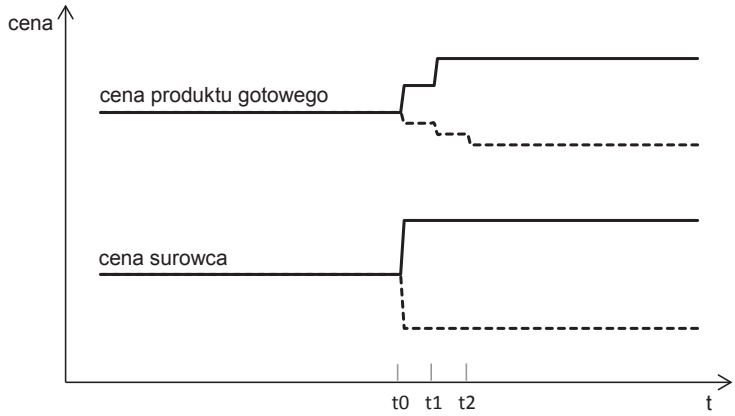


Rysunek 2.3. Asymetria wynikająca z czasu trwania dostosowań krótkookresowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie Meyer, von Cramon-Taubadel (2004).

Klasyfikacja szczegółowa wyodrębnia: asymetrię natychmiastowej reakcji (ang. *contemporaneous impact asymmetry*, COIA), asymetrię reakcji opóźnionych (ang. *distributed lag effect asymmetry*, DLEA), asymetrię reakcji skumulowanej (ang. *cumulated impact asymmetry*, CUIA), asymetrię czasu reakcji (ang. *reaction time asymmetry*, RTA), asymetrię szybkości dostosowania do trajektorii równowagi (ang. *equilibrium adjustment path asymmetry*, EAPA), asymetrię przyspieszenia dostosowania do trajektorii równowagi (ang. *momentum equilibrium*

adjustment path asymmetry, MEAPA), asymetrię zmiany reżimu (ang. *regime effect asymmetry*, REA) oraz asymetrię dostosowania do trajektorii równowagi w warunkach zmiennego reżimu (ang. *regime equilibrium adjustment path asymmetry*, REAPA, por. Frey, Manera (2007)).

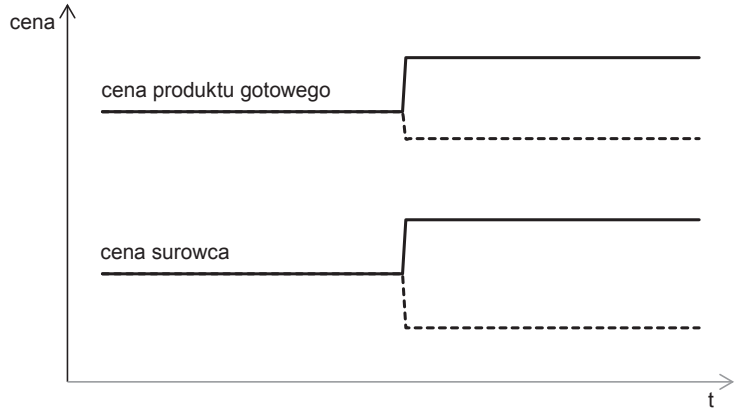


Rysunek 2.4. Asymetria krótkookresowa wynikająca z różnic w sile i czasie trwania reakcji

Źródło: opracowanie własne na podstawie Meyer, von Cramon-Taubadel (2004).

Asymetria natychmiastowej reakcji polega na niejednakowej odpowiedzi na wzrost lub spadek zmiennej (instrumentu) w okresie bieżącym, podczas gdy asymetria reakcji opóźnionych odnosi się do analogicznych różnic w rozkładzie opóźnień. Asymetria reakcji skumulowanej dotyczy sumy reakcji natychmiastowej i reakcji opóźnionych, przy czym należy zaznaczyć, iż brak efektów COIA i DLEA jest warunkiem wystarczającym, ale niekoniecznym, do występowania symetrii w reakcji skumulowanej, a ich łączna obecność nie przesądza o istnieniu CUIA (por. Frey, Manera (2007)). Asymetria czasu reakcji polega na różnicach w średnim czasie powrotu na trajektorię równowagi po wystąpieniu różnokierunkowych impulsów, mierzonym za pomocą analizy odpowiedzi na impuls bądź skumulowanych funkcji reakcji. Asymetria szybkości dostosowania do trajektorii równowagi oraz asymetria przyspieszenia dostosowania do trajektorii równowagi związane są z parametrami korekty błędem. Asymetria typu EAPA polega na różnicach w szybkości dostosowania do trajektorii równowagi w zależności od tego, czy zmienna znajduje się powyżej czy poniżej poziomu długookresowego, podczas gdy efekt MEAPA zależny jest nie od poziomu, ale od przyrostu odchyleń od ścieżki równowagi. Ostatnie dwa rodzaje asymetrii, czyli asymetria zmiany reżimu oraz asymetria dostosowania do trajektorii równowagi w warunkach zmiennego reżimu, dotyczą modeli przełącznikowych. Asymetria typu REA występuje w sytuacji istnienia więcej niż jednego reżimu zdefiniowanego przez zmienną objaśniającą,

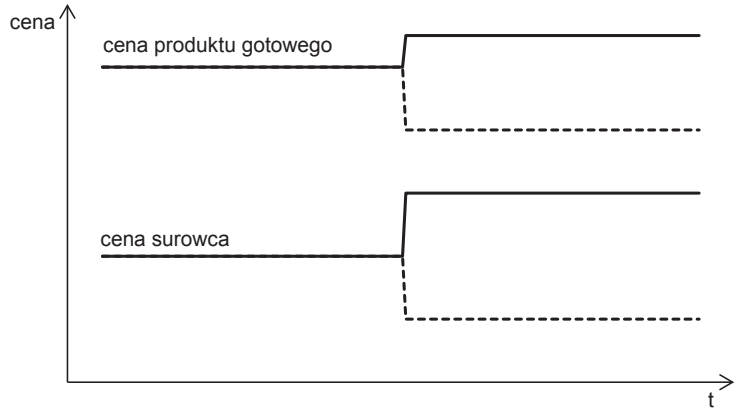
natomiast efekt REAPA może zostać zweryfikowany, gdy za zmienną progową przyjęty zostanie składnik korekty błędem. Podsumowując, asymetryczne dostosowania cenowe typu COIA, DLEA i CUIA dotyczą dynamiki krótkookresowej, natomiast pozostałe warianty należą do grupy efektów długookresowych.



Rysunek 2.5. Asymetria pozytywna

Źródło: opracowanie własne na podstawie Meyer, von Cramon-Taubadel (2004).

Asymetryczne dostosowania cenowe dzieli się również na asymetrię pozytywną (ang. *positive asymmetry*), jeśli występuje szybsza i/lub silniejsza reakcja na impuls wzrostowy (por. rysunek 2.5) oraz asymetrię negatywną (ang. *negative asymmetry*) – w przeciwnym przypadku (por. Peltzman (2000), por. rysunek 2.6).



Rysunek 2.6. Asymetria negatywna

Źródło: opracowanie własne na podstawie Meyer, von Cramon-Taubadel (2004).

Należy wspomnieć, iż z punktu widzenia konsumentów korzystne jest występowanie asymetrii negatywnej, podczas gdy beneficjentami asymetrii pozytywnej są producenci. Powyższe pojęcia zostały w późniejszym okresie rozszerzone do wariantu, w którym asymetrię pozytywną definiuje sytuacja, w której ruchy cenowe prowadzące do zmniejszenia różnicy pomiędzy rozważanymi cenami transmitowane są szybciej i/lub pełniej, aniżeli zmiany powodujące powiększenie rozbieżności cen. Analogicznie, asymetria negatywna rozumiana jest jako sytuacja, w której ruchy cen prowadzące do zwiększenia ich różnicy transmitowane są szybciej i/lub pełniej niż w przeciwnym przypadku (por. Meyer, von Cramon--Taubadel (2004)).

Dodatkowo rozróżnia się asymetrię pionową (ang. *vertical asymmetry*) oraz przestrzenną (ang. *spatial asymmetry*), gdzie pierwszy z wariantów oznacza asymetryczne dostosowania cenowe na różnych etapach łańcucha dystrybucji w ramach jednego rynku (np. rynku paliw), zaś drugi – asymetrię transmisji cen pomiędzy rynkami oddalonymi od siebie pod względem geograficznym lub zróżnicowanymi produktowo (por. np. Meyer, von Cramon-Taubadel (2004), Mohanty i in. (1995), Punyawadee i in. (1991), Wlazlowski i in. (2009)). Co więcej, w ramach asymetrii przestrzennej, analogicznie jak w przypadku pionowej, można wyodrębnić asymetrię krótko- i długookresową, a także asymetrię pozytywną i negatywną.

2.3. Modele asymetryczne w analizach efektu asymetrii na rynku paliw

W badaniach empirycznych dotyczących asymetrycznej transmisji cen paliw wykorzystywano głównie różne warianty progowych modeli korekty błędem (ang. *threshold error correction model*, TECM): asymetryczne modele korekty błędem (ang. *asymmetric error correction model*, AECM, por. np. Bettendorf i in. (2003), Chou, Sun (2012), Clerides (2010), Galeotti i in. (2003), L'Oeillet, Lantz (2009), Oladunjoye (2008)), progowe autoregresyjne modele korekty błędem, należące do grupy modeli o zmiennym reżimie (ang. *threshold autoregressive error correction model*, TAR-ECM, por. np. Bermingham, O'Brien (2011), Douglas (2010), Godby i in. (2000), Johnson (2002), Lewis (2011)) oraz modele korekty błędem z kointegracją progową (ang. *error correction model with threshold cointegration*, por. np. Chen i in. (2005), Wlazlowski (2003)). Porównanie trzech wymienionych wariantów modelu TECM można znaleźć w pracy Grasso, Manera (2007).

W analizach wielowymiarowych stosowane były progowe wektorowe modele autoregresyjne (ang. *threshold vector autoregressive model*, TVAR, por. np. Emre Alper, Torul (2009)) oraz progowe wektorowe modele korekty błędem (ang. *threshold vector error correction model*, TVECM, por. np. Al-Gudhea i in. (2007), Radchenko (2005)). Należy zaznaczyć, iż progowe modele VAR i VEC są

stosunkowo nową, ciągle rozwijającą się klasą modeli ekonometrycznych, z czego wynika ich dotychczasowe nieliczne zastosowanie w analizach empirycznych.

Odrębną grupę stanowią badania oparte na danych wysokiej częstotliwości, w których ze względu na problem grupowania wariancji składnika losowego wykorzystywano asymetryczne modele GARCH (ang. *asymmetric GARCH model*, AGARCH, por. np. Balaguer, Ripollés (2012), Radchenko (2005)).

Stosowane były także asymetryczne warianty modeli dynamicznych, tj. modele autoregresyjne z rozkładem opóźnień (ang. *autoregressive distributed lag model*, ARDL, por. np. Asplund i in. (2000), Balke i in. (1998), Duffy-Deno (1996), Energy Information Administration (1999), General Accounting Office US (1993), Karrenbrock (1991), Shin (1994)) oraz modele częściowego dostosowania (ang. *partial adjustment model*, PAM, por. np. Bacon (1991), Norman, Shin (1991), Salas (2002), Shin (1994)), które pozwalają na odrębne wnioskowanie o efekcie asymetrii dostosowań krótkookresowych (model ARDL) lub dostosowań do poziomu długookresowej równowagi (model PAM).

Popularność progowych modeli korekty błędem w badaniach asymetrycznej transmisji cen wynika z następujących przyczyn. Po pierwsze, modele ECM dają możliwość dekompozycji mechanizmu dostosowań cenowych, zarówno na efekt bezpośredni (krótkookresowy), jak i pośredni (długookresowy), co pozwala na kompleksową analizę efektu asymetrii w dwóch różnych horyzontach czasowych. Po drugie, stosując modele TECM, można zweryfikować występowanie wszystkich szczegółowo sklasyfikowanych typów tego zjawiska. Po trzecie, w przypadku analiz relacji dwóch zmiennych modele jednowymiarowe stanowią odpowiednie narzędzie wnioskowania.

2.4. Asymetryczny model korekty błędem

Progowe modele korekty błędem wywodzą się z ogólnej postaci modelu korekty błędem (por. Engle, Granger (1987)):

$$\Delta y_{1t} = \alpha \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{s=1}^{S_1} \gamma_{1s} \Delta y_{1,t-s} + \sum_{m=2}^{M} \sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms} \Delta y_{m,t-s} + u_t, \tag{2.1}$$

gdzie $\hat{\varepsilon}_t$ oznacza reszty z pierwszego kroku regresji:

$$y_{1t} = \beta_0 + \beta_2 y_{2t} + \ldots + \beta_m y_{mt} + \varepsilon_t, \tag{2.2}$$

której parametry szacuje się za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów, α jest parametrem korekty błędem mierzącym szybkość dostosowania zmiennej objaśnianej do ścieżki równowagi, a γ_{ms} oznaczają parametry dynamiki krótkookresowej. Dodatkowo przyjmuje się, że $t = 1,\ldots, T$, $m = 1,\ldots, M$ oraz

$s = 0,...,S_{\max}$ dla $S_{\max} = \max\{S_1,...,S_M\}$.

Do testowania stopnia zintegrowania procesu resztowego z równania kointegrującego (2.2) wykorzystuje się statystykę testu ADF:

$$\Delta\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^{k} \vartheta_i \Delta\varepsilon_{t-i} + v_t , \tag{2.3}$$

gdzie warunkiem stacjonarności jest $-2 < \rho < 0$. Należy zaznaczyć, iż warunkiem istnienia relacji (2.1) jest zintegrowanie zmiennych w stopniu pierwszym, $y_{mt} \sim I(1)$, oraz ich skointegrowanie, $\varepsilon_t \sim I(0)$. Natomiast w przeciwnym przypadku (braku stacjonarności reszt z równania kointegrującego) występuje zjawisko regresji pozornej (ang. *spurious regression*, por. Welfe (red.) (2013)).

Standardowa postać modelu ECM zakłada, iż zależność pomiędzy zmiennymi ma charakter symetryczny. Jeśli jednak założenie to nie jest spełnione, wnioskowanie na podstawie modelu (2.1) może prowadzić do błędnych konkluzji.

Pierwszym z wariantów umożliwiających modelowanie relacji asymetrycznych jest asymetryczny model korekty błędem postaci (por. Granger, Lee (1989)):

$$\Delta y_{1t} = \alpha^+ \hat{\varepsilon}_{t-1}^+ + \alpha^- \hat{\varepsilon}_{t-1}^- + \sum_{s=1}^{S_1} \gamma_{1s}^+ \Delta y_{1,t-s}^+ + \sum_{s=1}^{S_1} \gamma_{1s}^- \Delta y_{1,t-s}^- + \sum_{m=2}^{M}\sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^+ \Delta y_{m,t-s}^+ +$$
$$+ \sum_{m=2}^{M}\sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^- \Delta y_{m,t-s}^- + u_t , \tag{2.4}$$

gdzie reszty $\hat{\varepsilon}_t$ z pierwszego kroku regresji (2.2) podlegają uporządkowaniu według następującej reguły:

$$\hat{\varepsilon}_t^+ = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t , & \hat{\varepsilon}_t > 0 \\ 0 , & \hat{\varepsilon}_t \le 0 \end{cases} \text{ i } \hat{\varepsilon}_t^- = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t , & \hat{\varepsilon}_t < 0 \\ 0 , & \hat{\varepsilon}_t \ge 0 \end{cases} . \tag{2.5}$$

Parametr korekty błędem zdekomponowany jest tu na parametry α^+ i α^-, które mierzą szybkość dążenia zmiennej objaśnianej do trajektorii równowagi różną w zależności od tego, czy znajduje się ona powyżej czy poniżej poziomu długookresowego. Przyrosty zmiennych definiuje się w następujący sposób:

$$\Delta y_{m,t-s}^+ = \begin{cases} y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1}, & y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1} > 0 \\ 0, & y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1} \le 0 \end{cases}$$
$$\Delta y_{m,t-s}^- = \begin{cases} y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1}, & y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1} < 0 \\ 0, & y_{m,t-s} - y_{m,t-s-1} \ge 0 \end{cases} , \tag{2.6}$$

co pozwala na analizę efektu asymetrii dostosowań krótkookresowych.

W celu weryfikacji zjawiska asymetrycznej transmisji, testowaniu za pomocą serii testów Walda poddaje się następujący zbiór hipotez: $\alpha^{+} = \alpha^{-}$, $\gamma_{ms}^{+} = \gamma_{ms}^{-}$ oraz $\sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^{+} = \sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^{-}$. Pierwsza z wymienionych hipotez odnosi się do asymetrii szybkości dostosowania do długookresowej ścieżki równowagi (asymetria typu EAPA), druga do różnic w dynamice krótkookresowej (asymetria typu COIA i DLEA), podczas gdy ostatnia z nich dotyczy asymetrii w skumulowanej reakcji krótkookresowej (asymetria typu CUIA).

2.5. Progowy autoregresyjny model korekty błędem

Kolejna modyfikacja ECM pozwalająca na analizę asymetrycznej transmisji polega na połączeniu modelu korekty błędem (2.1) z progowym modelem autoregresyjnym (ang. *threshold autoregressive model*, TAR, por. np. Godby i in. (2000), Hansen (1997)):

$$y_t = X_t^T \vartheta_1 + \varsigma_t, \quad q_t > \tau, \tag{2.7a}$$

$$y_t = X_t^T \vartheta_2 + \varsigma_t, \quad q_t \leq \tau, \tag{2.7b}$$

gdzie:

q_t – zmienna progowa, której wartości (porządkowane względem parametru progowego τ) dzielą próbę na podpróby,

$X_t = [1, y_{t-1}, y_{t-2}, \ldots, y_{t-P}]^T$ – wektor P zmiennych objaśniających ($P \times 1$),

ϑ_1, ϑ_2 – wektory parametrów modelu ($P \times 1$),

P – rząd autoregresji,

ς_1, ς_2 – składniki losowe,

co prowadzi do progowego autoregresyjnego modelu korekty błędem. W przeciwieństwie do asymetrycznego modelu ECM, gdzie zakłada się *a priori* zerową wartość progu ($\tau = 0$), w modelu TAR-ECM za wartość τ przyjmuje się jego zgodne oszacowanie.

Model TAR-ECM z dwoma reżimami ma następującą postać:

$$\Delta y_{1t} = \alpha^{+} \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{s=1}^{S_1} \gamma_{1s}^{+} \Delta y_{1,t-s} + \sum_{m=2}^{M} \sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^{+} \Delta y_{m,t-s} + e_t, \quad z_t > \tau, \tag{2.8a}$$

$$\Delta y_{1t} = \alpha^{-} \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{s=1}^{S_1} \gamma_{1s}^{-} \Delta y_{1,t-s} + \sum_{m=2}^{M} \sum_{s=0}^{S_m} \gamma_{ms}^{-} \Delta y_{m,t-s} + e_t, \quad z_t \leq \tau, \tag{2.8b}$$

gdzie z_t oznacza zmienną progową, za którą ze względu na niestacjonarność szeregów czasowych przyjmuje się najczęściej przyrost zmiennej egzogenicznej bądź składnik korekty błędem, $\tau \in T$ dla T będącego z reguły zbiorem uporządkowanych rosnąco wartości zmiennej progowej po odcięciu 15% najmniejszych i największych jego elementów. Dodatkowo zakłada się, iż składnik losowy e_t stanowi ciąg różnic martyngałowych (ang. *martingale difference sequence*, MDS).

Alternatywnie, powyższy model można zapisać następująco:

$$\Delta y_{1t} = Y_t(\tau)^T \theta + e_t, \tag{2.9}$$

gdzie:

$Y_t = \left[\hat{\varepsilon}_{t-1}, \Delta y_{1,t-1}, \ldots, \Delta y_{1,t-S_1}, \Delta y_{2t}, \ldots, \Delta y_{2,t-S_2}, \ldots, \Delta y_{mt}, \ldots, \Delta y_{m,t-S_m}\right]^T$ – wektor zmiennych objaśniających,

$Y_t(\tau) = \left[Y_t^T 1(z_t > \tau) \quad Y_t^T 1(z_t \le \tau)\right]^T$,

$\theta_1 = \left[\alpha^+, \gamma_{11}^+, \ldots, \gamma_{1S_1}^+, \gamma_{20}^+, \ldots, \gamma_{2S_2}^+, \ldots, \gamma_{m0}^+, \ldots, \gamma_{mS_m}^+\right]^T$ – wektor parametrów równania (2.8a),

$\theta_2 = \left[\alpha^-, \gamma_{11}^-, \ldots, \gamma_{1S_1}^-, \gamma_{20}^-, \ldots, \gamma_{2S_2}^-, \ldots, \gamma_{m0}^-, \ldots, \gamma_{mS_m}^-\right]^T$ – wektor parametrów równania (2.8b),

$\theta = \left[\theta_1^T \quad \theta_2^T\right]^T$.

Ze względu na nieliniowość modelu TAR-ECM, do szacowania jego parametrów wykorzystuje się sekwencyjną warunkową metodę najmniejszych kwadratów (ang. *sequential conditional least squares*, SCLS). W pierwszym kroku, dla każdego $\tau \in T$ estymuje się parametry modelu (2.9) za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów. Następnie, dla każdej regresji wyznaczana jest wariancja reszt $\hat{S}^2(\tau)$. Ostatecznie, zgodnym oszacowaniem progu $\hat{\tau}$ jest argument minimalizujący $\hat{S}^2(\tau)$, a oszacowaniami parametrów modelu są oceny $\hat{\theta}(\hat{\tau})$ uzyskane w korespondującej z $\hat{\tau}$ estymacji (por. Hansen (2000)).

Testowanie istotności oszacowanego progu polega na weryfikacji hipotezy zerowej $H_0 : \tau_0 = \tau$ o równości prawdziwej wartości progu τ_0 z określoną wartością τ za pomocą statystyki ilorazu wiarygodności postaci:

$$LR(\tau) = T\left(\frac{\hat{S}^2(\tau) - \hat{S}^2(\hat{\tau})}{\hat{S}^2(\hat{\tau})}\right), \tag{2.10}$$

gdzie T oznacza liczbę obserwacji. Rozkład powyższej statystyki jest niestandardowy, jednakże przy założeniu homoskedastycznego składnika losowego:

$$LR(\tau_0) \xrightarrow[d]{} \xi, \tag{2.11}$$

gdzie:

$$\xi = \max_{s \in R}(2W(s) - |s|) \text{ oraz } W(v) = \begin{cases} W_1(-v) & v < 0 \\ 0 & v = 0 \\ W_2(v) & v > 0 \end{cases}, \tag{2.12}$$

dla $W_1(-v)$ i $W_2(v)$, które są niezależnymi standardowymi ruchami Browna na przedziale $[0,\infty)$. Wartości krytyczne rozkładu ξ zostały stablicowane przez Hansena (1997).

Jeśli natomiast warunek homoskedastyczności składnika losowego nie jest spełniony, wówczas:

$$LR(\tau_0) \xrightarrow[d]{} \frac{\eta^2}{\sigma^2}\xi, \tag{2.13}$$

gdzie:

$$\sigma^2 = E(e_t^2 \mid z_t),$$

a η^2 oznacza dodatkowy parametr zakłócający (ang. *nuisance parameter*),

$$\eta^2 = \frac{(\theta_1 - \theta_2)^T V(\theta_1 - \theta_2)}{(\theta_1 - \theta_2)^T D(\theta_1 - \theta_2)}, \tag{2.14}$$

gdzie:

$$V = E(Y_t Y_t^T e_t^2 \mid z_t = \tau_0),$$
$$D = E(Y_t Y_t^T \mid z_t = \tau_0).$$

Ze względu na zależność rozkładu asymptotycznego statystyki $LR(\tau_0)$ od parametru zakłócającego konieczne jest jego oszacowanie, do czego zaleca się stosowanie technik nieparametrycznych (por. Hansen (1997)).

W zależności od przyjętej postaci zmiennej progowej model TAR-ECM może służyć do testowania obecności w relacji między zmiennymi asymetrii typu REA (gdy z_t jest transformacją zmiennej egzogenicznej) oraz REAPA (gdy z_t jest składnikiem korekty błędem). Jeśli spełniony jest warunek, że $e_t \sim iid(0, \sigma^2)$, wówczas do weryfikacji hipotezy $\theta_1 = \theta_2$ wykorzystuje się statystykę postaci:

$$F = \sup_{\tau \in \mathrm{T}} F(\tau), \tag{2.15}$$

dla $F(\tau)$ będącego punktową statystyką F:

$$F(\tau) = T\left(\frac{\widetilde{S}^2 - \hat{S}^2(\tau)}{\hat{S}^2(\tau)}\right) \tag{2.16}$$

gdzie $\widetilde{S}$ oznacza wariancję reszt uzyskanych z estymacji parametrów modelu (2.9) przy założeniu hipotezy zerowej. Należy również zauważyć, iż weryfikacja powyższej hipotezy jest równoznaczna z testowaniem postaci analitycznej modelu polegającym na wyborze pomiędzy progowym autoregresyjnym modelem ECM (2.9) a standardowym liniowym modelem korekty błędem (2.1).

Ze względu na fakt, iż próg nie jest określony w hipotezie zerowej, rozkład statystyki (2.15) jest niestandardowy, a do wyznaczenia jej rozkładu asymptotycznego sugeruje się wykorzystanie następującej procedury *bootstrap* (por. Hansen (1996)). W pierwszym kroku należy wylosować próbkę liczb losowych $\kappa_t \sim NID(0,1)$ i utworzyć szereg $y_t^* = \kappa_t$. Następnie wykonuje się regresje y_t^* względem Y_t oraz y_t^* względem $Y_t(\tau)$, gdzie wariancje reszt wynoszą odpowiednio $\widetilde{S}^{*2}$ oraz $\hat{S}^{*2}(\tau)$. Kolejny etap polega na wyznaczeniu asymptotycznych odpowiedników statystyk (2.15) i (2.16):

$$F^* = \sup_{\tau \in \mathrm{T}} F^*(\tau) \tag{2.17}$$

oraz

$$F^*(\tau) = T\left(\frac{\widetilde{S}^{*2} - \hat{S}^{*2}(\tau)}{\hat{S}^{*2}(\tau)}\right). \tag{2.18}$$

Powtarzając powyższą procedurę B razy i oznaczając każdorazowo przez F_b^* statystykę F^* korespondującą z b-tą iteracją, p-wartość statystyki F dana jest wzorem:

$$p - value = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} 1(F_b^* \geq F). \tag{2.19}$$

Jeśli natomiast składnik losowy jest warunkowo heteroskedastyczny, wówczas statystykę testu (2.15) należy zastąpić przez:

$$W = \sup_{\tau \in \mathrm{T}} W(\tau), \tag{2.20}$$

dla $W(\tau)$ będącego punktową statystyką Walda uwzględniającą heteroskedastyczność składnika losowego (ang. *pointwise heteroskedasticity-consistent Wald statistic*):

$$W(\tau) = (R\hat{\theta}(\tau))^T [R(M(\tau)^{-1} V(\tau) M(\tau)^{-1}) R^T]^{-1} R\hat{\theta}(\tau), \tag{2.21}$$

gdzie:

$R = [I - I]$ – macierz selekcji,
I – macierz jednostkowa,

$$M(\tau) = \sum Y_t(\tau) Y_t(\tau)^T,$$
$$V(\tau) = \sum Y_t(\tau) Y_t(\tau)^T \hat{e}_t^2.$$

Do wyznaczenia rozkładu asymptotycznego statystyki (2.20) należy w sposób analogiczny wykorzystać opisaną powyżej procedurę *bootstrap*, z tą różnicą, że szereg y_t^* należy zdefiniować jako $y_t^* = \hat{e}_t \kappa_t$ (por. Hansen (1996)).

2.6. Model korekty błędem z kointegracją progową

Rezultaty uzyskiwane przy użyciu asymetrycznych modeli korekty błędem oraz progowych autoregresyjnych modeli korekty błędem nie są w pełni zadowalające. Obydwa warianty modelu TECM oparte są bowiem na dwustopniowej procedurze Engle'a-Grangera, gdzie do testowania kointegracji wykorzystuje się liniowe testy pierwiastka jednostkowego dla reszt (test DF lub ADF), które w świetle przeprowadzonych badań symulacyjnych tracą moc w przypadku, gdy pomiędzy zmiennymi występuje asymetria w dostosowaniach do długookresowej trajektorii równowagi (por. np. Balke, Fomby (1997), Enders, Granger (1998), Enders, Siklos (2001), Lo, Zivot (2001), Pippenger, Goering (1993), (2000)).

Pozbawione wady niskiej mocy testów kointegracji jest modelowanie oparte na trzecim wariancie progowego modelu korekty błędem, tj. modelu korekty błędem z kointegracją progową. Jego postać jest analogiczna do asymetrycznego modelu korekty błędem (2.4), z tym, że uporządkowanie reszt z równania kointegrującego (2.2) nie odbywa się względem zera, a względem nieznanej *a priori* wartości progu:

$$\hat{\varepsilon}_t^+ = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t, & \hat{\varepsilon}_t > \tau \\ 0, & \hat{\varepsilon}_t \le \tau \end{cases} \text{ i } \hat{\varepsilon}_t^- = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t, & \hat{\varepsilon}_t < \tau \\ 0, & \hat{\varepsilon}_t \ge \tau \end{cases}, \tag{2.22}$$

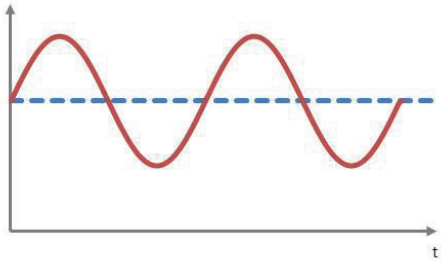
co odpowiada progowemu schematowi autoregresyjnemu (ang. *threshold autoregressive*, TAR). Reszty pochodzące z relacji długookresowej mogą również podlegać progowemu schematowi autoregresyjnemu z przyspieszeniem (ang. *momentum threshold autoregressive*, M-TAR), co implikuje uporządkowanie reszt

zgodnie z regułą:

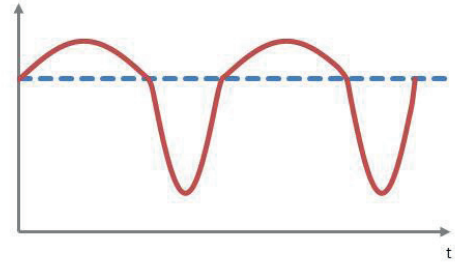
$$\hat{\varepsilon}_t^{+} = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t\,, & \Delta\hat{\varepsilon}_{\mathrm{t}} > \tau \\ 0\,, & \Delta\hat{\varepsilon}_{\mathrm{t}} \le \tau \end{cases} \text{ i } \hat{\varepsilon}_t^{-} = \begin{cases} \hat{\varepsilon}_t\,, & \Delta\hat{\varepsilon}_{\mathrm{t}} < \tau \\ 0\,, & \Delta\hat{\varepsilon}_{\mathrm{t}} \ge \tau \end{cases}, \tag{2.23}$$

i prowadzi do progowego modelu korekty błędem z przyspieszeniem (ang. *momentum threshold error correction model*, M-TECM, por. Caner, Hansen (2001) oraz Enders, Granger (1998)).

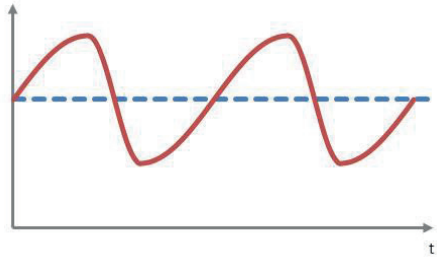
Wyboru pomiędzy powyższymi schematami dokonuje się na podstawie wskazań kryteriów informacyjnych (np. Akaike'a (AIC), bayesowskiego Schwarza (BIC) lub Hannana-Quinna (HQC)). W zależności od przyjętej specyfikacji, model korekty błędem z kointegracją progową może służyć do testowania obecności w procesie dostosowania do długookresowej równowagi asymetrii typu EAPA, gdy wybrany jest schemat TAR oraz MEAPA, gdy wskazany jest schemat M-TAR (por. rysunki 2.7a, 2.7b, 2.7c i 2.7d).



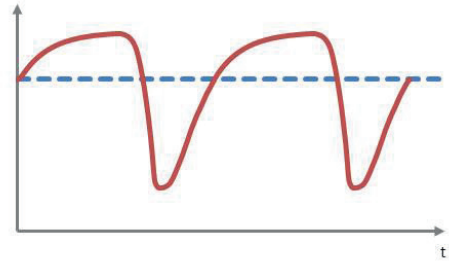
2.7a. Schemat symetryczny



2.7b. Schemat TAR



2.7c. Schemat M-TAR



2.7d. Połączenie schematów TAR i M-TAR

Rysunek 2.7. Schematy dostosowania do długookresowej trajektorii równowagi

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wlazlowski (2003).

Do testowania stacjonarności reszt z równania kointegrującego (2.2), a tym samym do testowania hipotezy dotyczącej obecności progu w mechanizmie korekty błędem, zamiast klasycznej regresji testowej ADF (2.3) stosuje się następu-

jący progowy proces autoregresyjny (por. Enders, Granger (1998), Enders, Siklos (2001)):

$$\Delta\hat{\varepsilon}_t = \rho_1\hat{\varepsilon}^+_{t-1} + \rho_2\hat{\varepsilon}^-_{t-1} + \sum_{s=1}^{S}\theta_s\Delta\hat{\varepsilon}_{t-s} + \mu_t, \tag{2.24}$$

gdzie $\mu_t \sim IID(0,\sigma^2_\mu)$, a ε^+_t i ε^-_t dekomponowane są zgodnie ze wskazaniami kryteriów informacyjnych według reguły (2.22) lub (2.23). Do weryfikacji hipotezy $\rho_1 = \rho_2 = 0$ wykorzystuje się statystykę Φ o niestandardowym rozkładzie F, zaś hipotezy $\rho_{\max} = 0$, gdzie $\rho_{\max} = \max\{\rho_1, \rho_2\}$ – statystykę t-max o rozkładzie t-Studenta. Wartości krytyczne rozkładów obydwu statystyk, zarówno dla nieznanej wartości progu, jak i w sytuacji, gdy próg jest ustalony *a priori* ($\tau = 0$), zostały stablicowane przez Endersa i Siklosa (2001).

Dla każdego τ warunkiem koniecznym i wystarczającym do tego, aby reszty z relacji długookresowej były stacjonarne jest $\rho_1 < 0$, $\rho_2 < 0$ i jednocześnie $(1+\rho_1)(1+\rho_2) < 1$ (por. Petrucelli, Woolford (1984)). W przypadku gdy składnik losowy ε_t jest stacjonarny, oszacowania parametrów ρ_1 i ρ_2 klasyczną metodą najmniejszych kwadratów mają asymptotyczny wielowymiarowy rozkład normalny (por. Tong (1983), (1990)).

W celu uzyskania superzgodnego oszacowania wartości progu τ zaleca się zastosowanie procedury Chana (1993) (por. Enders, Siklos (2001)). W pierwszym kroku, w przypadku gdy wybrany jest schemat TAR, należy uporządkować rosnąco reszty $\hat{\varepsilon}_t$, natomiast gdy wskazany jest schemat M-TAR – przyrosty reszt $\Delta\hat{\varepsilon}_t$, i pominąć 15% elementów takiego szeregu o najmniejszej i największej wartości. W drugim kroku na podstawie pozostałych 70% obserwacji estymuje się parametry równania (2.24), przyjmując każdorazowo za wartość progu kolejną wartość z szeregu uporządkowanego. Ostatecznie, zgodnym oszacowaniem τ jest wartość minimalizująca sumę kwadratów reszt. Jeśli za wartość progu zostanie przyjęte zero ($\tau = 0$), to model korekty błędem z kointegracją progową redukuje się do asymetrycznego modelu korekty błędem.

2.7. Podsumowanie

Nieliniowość związków ekonomicznych implikuje odejście od klasycznych metod modelowania, w których zakłada się, iż zależność pomiędzy zmiennymi ma charakter symetryczny, na rzecz modeli pozwalających na identyfikację zjawiska asymetrii. Spośród modeli dotychczas najczęściej wykorzystywanych do analizy zjawisk asymetrycznych wybrano trzy warianty progowych modeli korekty błędem, tj. asymetryczny model korekty błędem, progowy autoregresyjny model korekty błędem oraz model korekty błędem z kointegracją progową.

Progowe modele korekty błędem, po pierwsze, pozwalają na poprawne wnioskowanie w przypadku analizy niestacjonarnych szeregów czasowych. Po drugie, dzięki dekompozycji mechanizmu dostosowań na efekt krótko- i długookresowy, umożliwiają badanie asymetrycznej transmisji w dwóch różnych horyzontach czasowych. Po trzecie, zastosowanie progowych modeli korekty błędem daje możliwość weryfikacji wszystkich szczegółowo sklasyfikowanych typów asymetrii, a dokładniej: asymetrii typu EAPA, COIA, DLEA i CUIA w przypadku asymetrycznego modelu korekty błędem (AECM), asymetrii typu REA i REAPA w przypadku progowego autoregresyjnego modelu korekty błędem (TAR-ECM) oraz asymetrii typu EAPA, MEAPA, COIA, DLEA i CUIA w przypadku modelu ECM z kointegracją progową. Jednakże, biorąc pod uwagę moc testów kointegracji, należy wskazać na korzyść ostatniego z wymienionych wariantów modeli, gdzie zamiast liniowych testów pierwiastka jednostkowego, nieodpornych na obecność asymetrii długookresowej, stosuje się progowy proces autoregresyjny.

Podsumowując, progowe modele korekty błędem można uznać za optymalne narzędzie analizy zjawisk asymetrycznych, co przesądziło o ich zastosowaniu do badania efektu asymetrii na rynku paliw w Polsce.

3. Asymetryczne transmisje cen na rynku paliw w Polsce – analiza empiryczna

3.1. Wprowadzenie

Wstępne badanie procesów cenotwórczych na rynku paliw w Polsce zostało przedstawione w pracy Leszkiewicz-Kędzior (2011). Należy jednak wskazać kilka argumentów świadczących o potrzebie jego modyfikacji. Po pierwsze, analiza cen w branży paliwowej została przeprowadzona na dwóch poziomach: hurtowym (producenta) i detalicznym (konsumenta). Problemy z dostępnością danych z hurtowego rynku ARA sprawiły, iż do objaśniania hurtowych cen paliw w Polsce, ze względu na silną zależność cen produktów ropopochodnych od ceny surowca, użyto ceny ropy naftowej. Spowodowało to pominięcie w analizie jednego z etapów procesu kreacji ceny paliwa – europejskiego rynku hurtowego i jego związków z krajowym rynkiem hurtowym, a tym samym istotnej informacji dotyczącej specyficznych dla koncernów naftowych zachowań rynkowych. Po drugie, zastosowanie klasycznej analizy kointegracyjnej i wektorowego modelu korekty błędem implikuje *a priori* założenie, iż zależność pomiędzy zmiennymi ma charakter symetryczny. Jednak formułowane powszechnie przypuszczenia, iż ceny paliw rosną szybciej na skutek wzrostu ceny ropy naftowej aniżeli spadają w reakcji na spadek ceny surowca, a także wyniki przeprowadzonych dla innych krajów badań procesów cenotwórczych, potwierdzają efekt asymetrii na rynkach rafineryjnych (por. np. Asplund i in. (2000), Deltas (2008), Eckert (2002), Galeotti i in. (2003), Johnson (2002), Reilly, Witt (1998)). Sugeruje to możliwość występowania asymetrycznych dostosowań cenowych również na rynku polskim. Wówczas wnioskowanie na podstawie modelu VEqCM może prowadzić do błędnych konkluzji. Do modelowania zależności cenowych na rynku rafineryjnym powinny więc zostać wykorzystane odpowiednie narzędzia umożliwiające weryfikację hipotez o niesymetryczności związków. Powyższe uwagi zostały w pełni uwzględnione w obecnej wersji badania.

W prezentowanej monografii, na podstawie danych miesięcznych za lata 2000–2012, zweryfikowana została hipoteza dotycząca asymetrycznej transmisji ceny surowca w ceny produktów przemysłu rafineryjnego (oleju napędowego i benzyny bezołowiowej 95) w Polsce. Ze względu na fakt, iż kreacja ceny paliwa jest procesem złożonym (por. rysunek 1.18), analiza została przeprowadzona na różnych etapach łańcucha dystrybucji, tj. europejskim rynku hurtowym,

krajowym rynku hurtowym oraz krajowym rynku detalicznym (bowiem każdy z nich reprezentowany jest przez podmioty kierujące się innymi czynnikami przy podejmowaniu decyzji cenowych). Dodatkowo badanie rozszerzono o analizę bezpośredniej relacji pomiędzy ceną ropy naftowej a finalną ceną produktów ropopochodnych, aby zweryfikować powszechnie formułowane twierdzenie, że reakcja detalicznych cen paliw jest szybsza, gdy następuje wzrost ceny surowca niż w przeciwnym przypadku.

Jako narzędzie wnioskowania wykorzystano dwa warianty progowych modeli korekty błędem, tj. asymetryczne modele korekty błędem oraz modele korekty błędem z kointegracją progową. Pierwsze z nich stanowią podstawowe i powszechnie stosowane narzędzie analizy asymetrycznych reakcji, podczas gdy modele korekty błędem z kointegracją progową są mniej popularne, ale ze względu na ogólny charakter specyfikacji (reszty z równania kointegrującego (2.2) nie są porządkowane względem zera, a względem nieznanej *a priori* wartości progu) umożliwiają bardziej kompleksową analizę badanych zależności. Natomiast zastosowanie modeli jednowymiarowych uzasadnione jest zakresem badania, w którym na każdym etapie procesu kreacji cen analizowana jest relacja dwóch zmiennych (wyjątek stanowi jedynie krajowy rynek hurtowy, gdzie w roli zmiennej egzogenicznej dołączona została zmienna wyrażająca wielkość podatków nakładanych na hurtową cenę paliwa).

3.2. Dane statystyczne i własności procesów stochastycznych

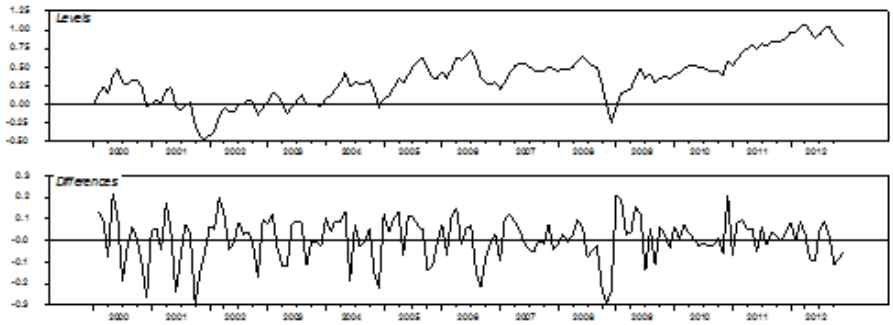
Polski sektor paliwowy obejmuje szeroki asortyment gatunków paliw płynnych, m.in. benzyny silnikowe (Pb95, Pb98), olej napędowy, oleje opałowe (dzielone według gęstości oleju oraz zawartości siarki na lekkie, średnie i ciężkie) oraz gaz LPG. Badanie efektu asymetrii przeprowadzono, dla porównania, dla dwóch rodzajów paliw o największym udziale w rynku (por. rysunek 1.12), a więc oleju napędowego oraz najpopularniejszej spośród benzyn silnikowych – benzyny bezołowiowej 95.

Dane statystyczne mają postać szeregów czasowych o częstotliwości miesięcznej za okres od stycznia 2000 r. do grudnia 2012 r. (por. rysunki 3.1–3.9, małe litery w symbolach zmiennych oznaczają logarytmy).

Notowania ceny baryłki ropy naftowej (w USD) oraz cen paliw (oleju napędowego i benzyny bezołowiowej 95) na europejskim hurtowym rynku ARA pochodzą z serwisu Bloomberg. Natomiast źródłem narzutów na cenę hurtową paliwa (akcyzy i opłaty paliwowej) oraz średnich krajowych hurtowych i detalicznych cen paliw jest Biuro Maklerskie Reflex.

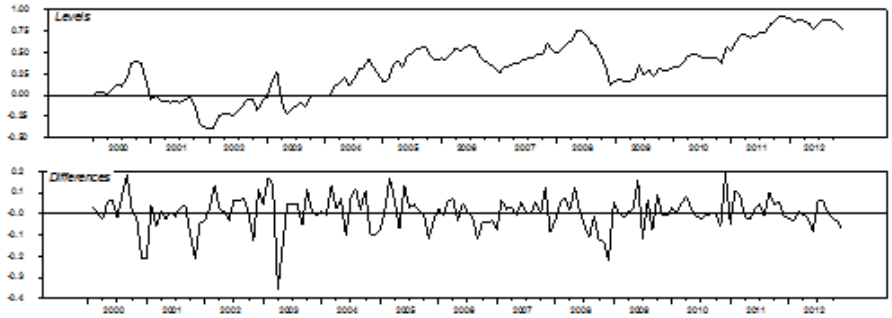
Ceny paliw i ropy naftowej oraz narzuty podatkowe na cenę hurtową wyrażone zostały w postaci indeksów w ujęciu realnym, tj. skorygowane o inflację przy użyciu wskaźnika cen dóbr i usług konsumpcyjnych o podstawie w styczniu 2000 r. Dodatkowo cena surowca oraz ceny paliw z rynku ARA przeliczone zostały na złote,

co oznacza, że uwzględnione zostały wszelkie efekty fluktuacji kursu walutowego. Ponieważ podatek od towarów i usług (VAT) jest naliczany *ad valorem*, do analizy wykorzystano ceny detaliczne netto. Za cenę ropy naftowej przyjęto cenę baryłki ropy Brent pełniącej rolę lokalnego benchmarku na rynku europejskim.



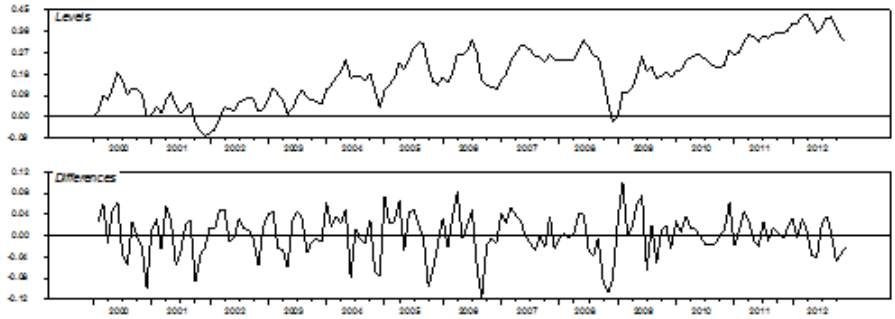
Rysunek 3.1. Cena benzyny Pb95 na rynku ARA (ara^{PB})

Źródło: opracowanie własne.



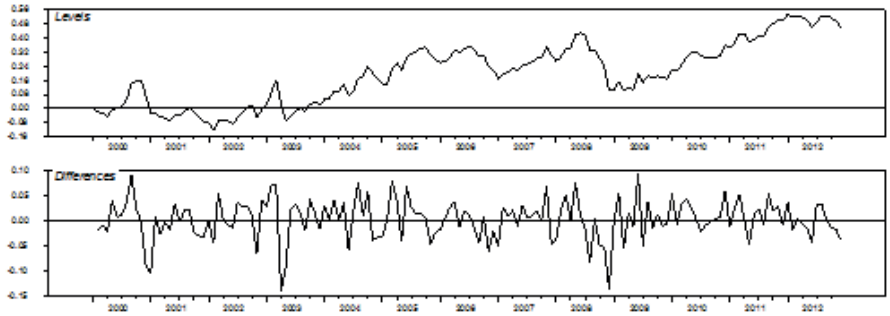
Rysunek 3.2. Cena oleju napędowego na rynku ARA (ara^{ON})

Źródło: opracowanie własne.



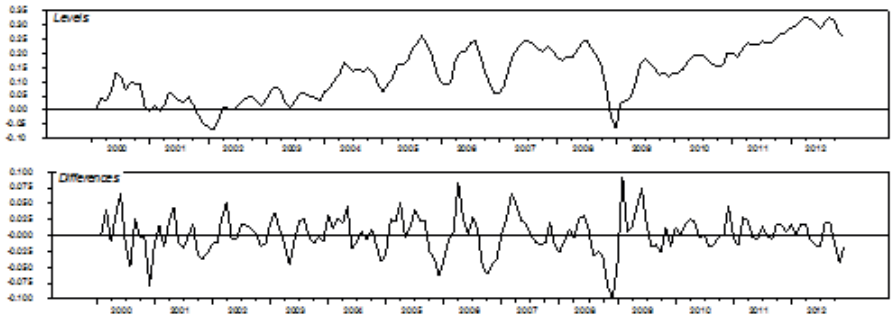
Rysunek 3.3. Krajowa cena hurtowa benzyny Pb95 (wp^{PB})

Źródło: opracowanie własne.



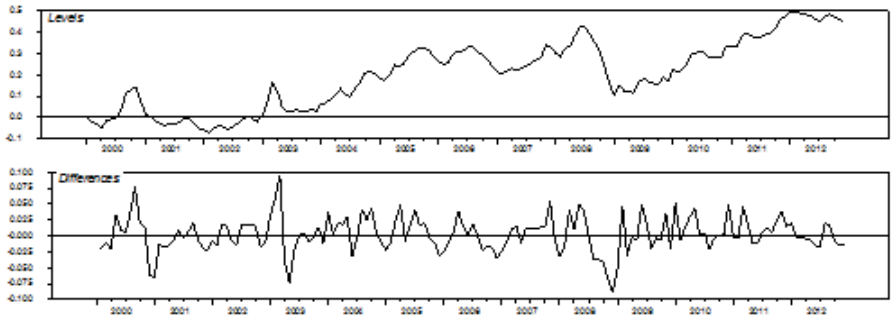
Rysunek 3.4. Krajowa cena hurtowa oleju napędowego (wp^{ON})

Źródło: opracowanie własne.



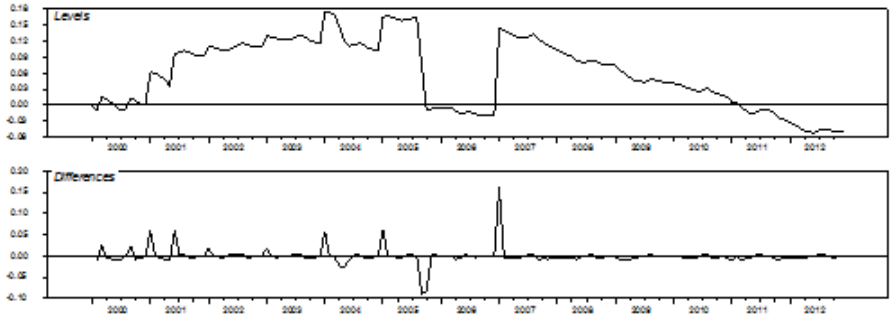
Rysunek 3.5. Cena detaliczna benzyny Pb95 (rp^{PB})

Źródło: opracowanie własne.



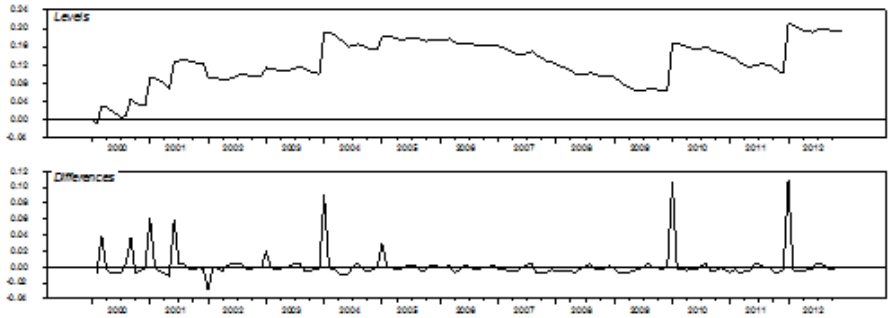
Rysunek 3.6. Cena detaliczna oleju napędowego (rp^{ON})

Źródło: opracowanie własne.



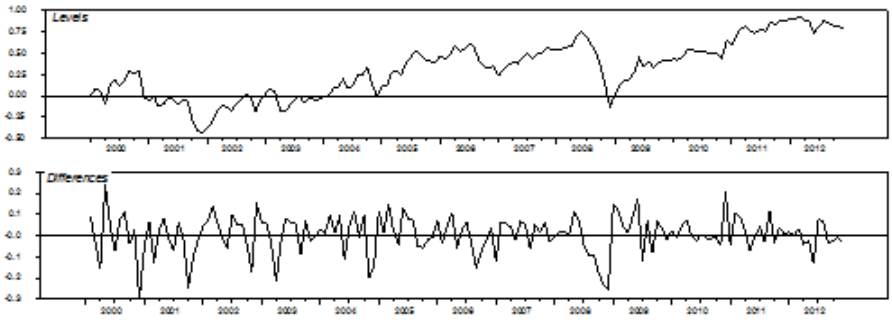
Rysunek 3.7. Narzuty na cenę hurtową benzyny Pb95 (tax^{PB})

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3.8. Narzuty na cenę hurtową oleju napędowego (tax^{ON})

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3.9. Cena baryłki ropy Brent (w PLN) (*brent*)

Źródło: opracowanie własne.

Badanie stopnia zintegrowania szeregów czasowych przeprowadzone zostało na podstawie standardowych testów pierwiastka jednostkowego (ADF oraz KPSS). Rezultaty jednoznacznie wskazują na zintegrowanie w stopniu pierwszym wszystkich procesów stochastycznych generujących zmienne (por. tabela 3.1).

Na komentarz zasługuje wykorzystanie do analizy efektu asymetrii danych miesięcznych. Badania asymetrycznych dostosowań cenowych na rynku paliw prowadzone były dotychczas przy użyciu szeregów czasowych o trzech interwałach: miesięcznym (por. np. Deltas (2008), Galeotti i in. (2003), Grasso, Manera (2007), Honarvar (2009), Kaufmann, Laskowski (2005), Reilly, Witt (1998)), tygodniowym (por. np. Bettendorf i in. (2003), Borenstein i in. (1997), Duffy-Deno (1996), Godby i in. (2000)) i dziennym (por. np. Bachmeier, Griffin (2003), Balaguer, Ripollés (2012), Faber (2011)). Otrzymane wyniki jednoznacznie wskazują na brak korelacji pomiędzy interwałem wykorzystanych szeregów czasowych a ostatecznymi wnioskami. Wątpliwa jest zatem teza Bachmeiera i Griffina (2003), iż zidentyfikowane na danych o niższej częstotliwości zjawisko asymetrii ma charakter pozorny i zanika wraz ze zmniejszaniem stopnia agregacji szeregów czasowych. Brak asymetrii potwierdzony bowiem został zarówno na podstawie danych dziennych (por. np. Bachmeier, Griffin (2003)), jak i tygodniowych (por. np. Godby i in. (2000)) oraz miesięcznych (por. np. Bermingham, O'Brien (2011), Manning (1991), Shin (1994)). Analogiczne konkluzje dotyczą również badań, w których zidentyfikowano asymetryczne dostosowania cenowe. Dodatkowym argumentem za wykorzystaniem danych miesięcznych (danych o niższej częstotliwości) jest konieczność zastosowania analizy kointegracyjnej oraz oszacowania relacji długookresowych.

Tabela 3.1. Testy stopnia integracji zmiennych

Zmienna	Symbol/Transformacja zmiennej	Wartość statystyki testu ADF	Wartość statystyki testu KPSS
1	2	3	4
Hipoteza ADF: I(2) vs. I(1) KPSS: I(1) vs. I(2)			
Cena benzyny Pb95 na rynku ARA	Δara^{PB}	–11,348^{s}	0,025
Krajowa cena hurtowa benzyny Pb95	Δwp^{PB}	–11,124^{s}	0,019
Cena detaliczna benzyny Pb95	Δrp^{PB}	–9,031^{s}	0,021
Narzuty na cenę hurtową benzyny Pb95	Δtax^{PB}	–10,817	0,158
Cena oleju napędowego na rynku ARA	Δara^{ON}	–10,800^{s}	0,038
Krajowa cena hurtowa oleju napędowego	Δwp^{ON}	–11,248^{s}	0,037
Cena detaliczna oleju napędowego	Δrp^{ON}	–8,035^{s}	0,046
Narzuty na cenę hurtową oleju napędowego	Δtax^{ON}	–12,736	0,088
Cena baryłki ropy Brent (w PLN)	$\Delta brent$	–11,952	0,030

1	2	3	4
Hipoteza ADF: I(1) vs. I(0) KPSS: I(0) vs. I(1)			
Cena benzyny Pb95 na rynku ARA	ara^{PB}	$-1{,}252^{s}$	4,712
Krajowa cena hurtowa benzyny Pb95	wp^{PB}	$-1{,}642^{s}$	4,927
Cena detaliczna benzyny Pb95	rp^{PB}	$-1{,}533^{s}$	4,434
Narzuty na cenę hurtową benzyny Pb95	tax^{PB}	–2,041	2,418
Cena oleju napędowego na rynku ARA	ara^{ON}	$-1{,}095^{s}$	5,173
Krajowa cena hurtowa oleju napędowego	wp^{ON}	$-1{,}035^{s}$	5,691
Cena detaliczna oleju napędowego	rp^{ON}	$-1{,}425^{s}$	5,759
Narzuty na cenę hurtową oleju napędowego	tax^{ON}	–2,532	1,768
Cena baryłki ropy Brent (w PLN)	*brent*	–1,501	6,254

Uwagi: symbol Δ oznacza pierwszą różnicę. Wnioskowanie przeprowadzono na poziomie istotności 0,05. Wszystkie równania testowe zawierały wyraz wolny. Superskrypt *s* oznacza, że do równania testu dołączono dodatkowo zmienne zero-jedynkowe uwzględniające efekty sezonowe. Wartość krytyczna dla testu ADF wynosi 2,86 (por. Davidson, MacKinnon (1993)), natomiast dla testu KPSS 0,463 (por. Kwiatkowski i in. (1992)).

Źródło: opracowanie własne.

3.3. Asymetryczne dostosowania cenowe na rynku paliw – wyniki empiryczne

Wnioskowanie o obecności efektu asymetrii na polskim rynku paliw wymagało w pierwszym kroku oszacowania parametrów relacji długookresowych na trzech szczeblach dystrybucji, tj. na:

– europejskim rynku hurtowym:

$$ara_t^j = \beta_0 + \beta_1 brent_t + \varepsilon_t, \tag{3.1a}$$

– polskim rynku hurtowym:

$$wp_t^j = \beta_0 + \beta_1 ara_t^j + \beta_2 tax_t^j + \varepsilon_t, \tag{3.1b}$$

– polskim rynku detalicznym:

$$rp_t^j = \beta_0 + \beta_1 wp_t^j + \varepsilon_t, \tag{3.1c}$$

lub, alternatywnie, omijając poszczególne etapy dystrybucji:

$$rp_t^j = \beta_0 + \beta_1 brent_t + \varepsilon_t, \tag{3.1d}$$

gdzie:

brent – cena baryłki ropy Brent,
ara – cena paliwa na europejskim hurtowym rynku ARA,
wp – krajowa cena hurtowa paliwa,
tax – narzuty na poziomie hurtowym (suma akcyzy i opłaty paliwowej),
rp – cena detaliczna paliwa,
oraz j oznacza rodzaj paliwa (benzyna bezołowiowa 95 (PB) lub olej napędowy (ON)). Ponieważ detaliczne ceny paliw są cenami netto, podatek VAT nie został uwzględniony w równaniach (3.1c) i (3.1d).

W odróżnieniu od innych badań dotyczących krajów europejskich (por. np. Asplund i in. (2000), Galeotti i in. (2003), Lanza (1991), Reilly, Witt (1998), Valachy (2002)), w których efekt asymetrii badano na co najwyżej dwóch poziomach obrotu towarowego, tj. na krajowym rynku hurtowym, często utożsamianym ze spotowym rynkiem paliw lub rynku detalicznym, proponowane podejście jest bardziej szczegółowe i zawiera dodatkowy etap procesu kreacji ceny paliwa – europejski rynek hurtowy (równanie 3.1a). W efekcie prowadzi to do bardziej kompleksowej analizy i pozwala na weryfikację kolejnego potencjalnego źródła asymetrii, mianowicie hipotezy o asymetrycznych dostosowaniach cenowych pomiędzy europejską hurtową ceną paliwa a lokalną ceną hurtową (równanie 3.1b), dla której ta pierwsza stanowi poziom referencyjny.

Wysokie wartości pseudostatystyk t-Studenta oraz brak podstaw do odrzucenia hipotez o stacjonarności reszt są mocną przesłanką do twierdzenia o występowaniu długookresowej relacji pomiędzy zmiennymi w przypadku wszystkich rozważanych związków (por. tabela 3.2). Jednocześnie, wysokie wartości skorygowanych współczynników determinacji R^2 (powyżej 0,93) wskazują na wysoki stopień objaśnienia cen paliw na poszczególnych etapach dystrybucji, co dodatkowo potwierdza poprawność zdefiniowania długookresowych zależności. Niższe są jedynie współczynniki dopasowania dla relacji (3.1d), co wynika z bezpośredniego uzależnienia finalnej ceny paliwa od ceny surowca, z pominięciem etapów pośrednich.

Tabela 3.2. Oszacowania parametrów relacji długookresowych

Parametry długookresowe	Rodzaj paliwa	
	benzyna Pb95	olej napędowy ON
1	2	3
brent → *ara*		
β_0	0,043 (4,521)	0,016 (1,958)
β_1	0,949 (45,985)	0,956 (53,625)
Statystyka testu ADF dla reszt	–4,771 (0,000)	–5,051 (0,000)
Skorygowany R^2	0,932	0,949

1	2	3
ara → *wp*		
β_0	0,017 (5,485)	–0,017 (–3,127)
β_1	0,403 (80,562)	0,503 (74,085)
β_2	0,406 (15,953)	0,467 (10,336)
Statystyka testu ADF dla reszt	–5,136 (0,000)	–3,971 (0,027)
Skorygowany R^2	0,981	0,981
wp → *rp*		
β_0	–0,005 (–1,472)	0,018 (6,535)
β_1	0,777 (45,593)	0,903 (86,860)
Statystyka testu ADF dla reszt	–7,059 (0,000)	–5,651 (0,000)
Skorygowany R^2	0,931	0,980
brent → *rp*		
β_0	0,050 (12,358)	0,056 (9,246)
β_1	0,268 (30,357)	0,458 (34,749)
Statystyka testu ADF dla reszt	–5,611 (0,000)	–4,717 (0,000)
Skorygowany R^2	0,856	0,886

Uwagi: w nawiasach pod oszacowaniami parametrów długookresowych podano wartości pseudostatystyk *t*-Studenta, a pod statystykami testu ADF graniczne poziomy istotności (*p-values*).

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym kroku, dla każdego z etapów kreacji ceny paliwa oszacowano parametry asymetrycznego modelu korekty błędem (2.4), przyjmując *a priori* za wartość progu $\tau = 0$ (por. tabela 3.3). Optymalny rozkład opóźnień ustalono na podstawie kryteriów informacyjnych Akaike'a i Hannana-Quinna. Ze względu na to, że w okresie próby nominalne narzuty podatkowe na cenę hurtową oleju napędowego charakteryzowała tendencja wzrostowa, a w przypadku benzyny bezołowiowej 95 zanotowano tylko dwie znaczące obniżki, z konieczności zrezygnowano z dekompozycji wpływu oddziaływania krótkookresowych wzrostów i spadków akcyzy i opłaty paliwowej na hurtową cenę paliwa, zakładając tym samym równość parametrów $\gamma_{30}^{+} = \gamma_{30}^{-}$.

Tabela 3.3. Oszacowania parametrów asymetrycznych modeli ECM

Parametry modelu	Rodzaj paliwa	
	benzyna Pb95	olej napędowy ON
1	2	3
brent → *ara*		
α^{+}	–0,234 (–3,193)	–0,549 (–7,136)
α^{-}	–0,178 (–1,818)	–0,045 (–0,548)
γ_{20}^{+}	0,980 (11,229)	0,898 (13,090)
γ_{20}^{-}	0,981 (13,184)	0,514 (8,146)
Skorygowany R^2	0,734	0,736
ara → *wp*		
α^{+}	–0,328 (–3,659)	–0,365 (–4,918)
α^{-}	–0,295 (–2,878)	–0,037 (–0,457)
γ_{20}^{+}	0,364 (19,496)	0,475 (19,268)
γ_{20}^{-}	0,350 (23,230)	0,409 (18,166)
γ_{21}^{+}	0,051 (2,863)	0,061 (2,444)
γ_{21}^{-}	0,045 (2,855)	0,034 (1,412)
γ_{30}	0,408 (8,832)	0,262 (3,999)
Skorygowany R^2	0,925	0,877
wp → *rp*		
α^{+}	–0,203 (–2,395)	–0,284 (–3,675)
α^{-}	–0,260 (–2,681)	–0,270 (–3,098)
γ_{20}^{+}	0,621 (12,337)	0,594 (17,042)
γ_{20}^{-}	0,321 (8,038)	0,447 (13,484)
γ_{21}^{+}	0,220 (4,191)	0,194 (4,402)

1	2	3
γ_{21}^{-}	0,293 (5,225)	0,226 (4,519)
γ_{22}^{+}	–0,023 (–0,520)	–
γ_{22}^{-}	0,124 (2,878)	–
γ_{23}^{+}	0,032 (0,721)	–
γ_{23}^{-}	0,138 (3,455)	–
Skorygowany R^2	0,858	0,868
brent → *rp*		
α^{+}	–0,162 (–2,204)	–0,210 (–3,653)
α^{-}	–0,180 (–2,319)	–0,089 (–1,657)
γ_{20}^{+}	0,202 (6,089)	0,215 (6,855)
γ_{20}^{-}	0,157 (5,787)	0,102 (3,647)
γ_{21}^{+}	0,177 (5,325)	0,099 (2,996)
γ_{21}^{-}	0,142 (4,659)	0,115 (3,291)
γ_{22}^{+}	–0,011 (–0,353)	–
γ_{22}^{-}	0,064 (2,200)	–
Skorygowany R^2	0,630	0,566

Uwagi: w nawiasach znajdują się wartości statystyk *t*-Studenta.

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane rezultaty okazały się zaskakujące, szczególnie biorąc pod uwagę oszacowania parametrów korekty błędem uzyskane dla oleju napędowego na pierwszym ($brent \rightarrow ara$) i drugim ($ara \rightarrow wp$) etapie łańcucha dystrybucji oraz w bezpośredniej relacji ceny detalicznej z ceną surowca. Wartości oszacowań spełniają bowiem warunek $|\alpha^{+}| > |\alpha^{-}|$, co należałoby interpretować jako szybszą reakcję cen oleju napędowego na impuls spadkowy ze strony ceny surowca. Oznaczałoby to, iż na poszczególnych poziomach obrotu towarowego (głównie na europejskim i krajowym rynku hurtowym) wzrost czynników kosztowych

wywołuje niższą presję na podwyższanie ceny oleju napędowego aniżeli ich spadek na obniżanie ceny paliwa, co nie ma ekonomicznego uzasadnienia. Przyczyną takiego rezultatu może być niedoskonałość asymetrycznych modeli korekty błędem, a dokładnie ich specyfikacja, która nakazuje przyjąć w sposób arbitralny za wartość progu $\tau = 0$, zamiast jego zgodnego oszacowania.

W związku z tym, następny etap analizy polegał na wykorzystaniu asymetrycznych testów kointegracji progowej oraz modeli korekty błędem z kointegracją progową. Dla obydwu rozważanych gatunków paliw oraz poszczególnych etapów procesu kreacji cen testowano hipotezy dotyczące kointegracji progowej, zakładając proces TAR lub M-TAR i przyjmując zerową wartość progu $\tau = 0$ lub wykorzystując jego oszacowanie zgodnie z procedurą Chana (1993). Wyniki testu kointegracji progowej t-max dla poszczególnych modeli wskazują, iż na poziomie istotności 0,05 należy w większości przypadków odrzucić hipotezę o braku skointegrowania zmiennych (por. tabela 3.4a i 3.4b). Wyjątek (dla oleju napędowego) stanowią model TAR ($\hat{\tau} = -0{,}071$) dla etapu transmisji ceny surowca w europejską cenę hurtową, modele TAR i M-TAR ($\tau = 0$) oraz M-TAR ($\hat{\tau} = 0{,}01$) dla etapu transmisji ceny z rynku ARA w krajową cenę hurtową oraz model M-TAR ($\hat{\tau} = 0{,}04$) dla etapu bezpośredniej transmisji ceny ropy naftowej w cenę detaliczną. Natomiast wykorzystanie testu alternatywnego opartego na hipotezie $\rho_1 = \rho_2 = 0$ prowadzi do jej odrzucenia w przypadku wszystkich modeli na poziomie istotności 0,01, co potwierdza występowanie kointegracji progowej pomiędzy odpowiednimi zmiennymi.

Na podstawie kryteriów informacyjnych AIC oraz BIC dokonano wyboru modelu, który najlepiej opisuje długookresowy mechanizm dostosowawczy (pogrubione kolumny w tabelach 3.4a i 3.4b). Należy zaznaczyć, że dla żadnego z etapów transmisji cen wśród najlepszych nie znalazł się model TAR z wartością progu równą 0, który jest tożsamy z asymetrycznym modelem korekty błędem.

Tabela 3.4a. Wyniki testów kointegracji progowej dla benzyny Pb95

Parametry Hipotezy Kryteria informacyjne	Schemat dostosowania			
	TAR		M-TAR	
1	2	3	4	5
brent → *ara*				
τ	0	0,099	0	**–0,026**
ρ_1	–0,258 (–4,338)	–0,286 (–4,619)	–0,272 (–4,251)	**–0,190** **(–3,431)**
ρ_2	–0,216 (–2,674)	–0,181 (–2,441)	–0,205 (–2,768)	**–0,413** **(–4,245)**
θ_1	0,213 (2,760)	0,210 (2,732)	0,223 (2,834)	**0,192** **(2,498)**

1	2	3	4	5
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	12,464 (0,000)	13,084 (0,000)	12,634 (0,000)	**14,686** **(0,000)**
AIC	–490,451	–491,541	–490,750	**–494,322**
BIC	–478,076	–479,166	–478,375	**–481,947**
ara → *wp*				
τ	0	–0,017	0	**–0,011**
ρ_1	–0,400 (–4,407)	–0,370 (–4,382)	–0,426 (–4,838)	**–0,436** **(–5,963)**
ρ_2	–0,361 (–4,209)	–0,391 (–4,223)	–0,357 (–4,127)	**–0,281** **(–2,480)**
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	18,567 (0,000)	18,522 (0,000)	20,223 (0,000)	**20,855** **(0,000)**
AIC	–940,502	–940,657	–939,482	**–940,731**
BIC	–931,220	–931,358	–930,201	**–931,432**
wp → *rp*				
τ	0	0,022	0	**–0,019**
ρ_1	–0,519 (–6,345)	–0,537 (–6,354)	–0,486 (–6,393)	**–0,460** **(–6,741)**
ρ_2	–0,403 (–4,309)	–0,393 (–4,422)	–0,435 (–4,090)	**–0,528** **(–3,458)**
θ_1	0,295 (3,906)	0,294 (3,910)	0,290 (3,843)	**0,294** **(3,866)**
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	27,118 (0,000)	27,484 (0,000)	26,588 (0,000)	**26,598** **(0,000)**
AIC	–834,910	–834,117	–834,103	**–835,466**
BIC	–822,535	–821,742	–821,728	**–823,091**
brent → *rp*				
τ	0	0,039	0	**0,010**
ρ_1	–0,323 (–4,140)	–0,422 (–2,049)	–0,259 (–3,460)	**–0,253** **(–2,614)**
ρ_2	–0,344 (–4,489)	–0,328 (–5,617)	–0,420 (–5,288)	**–0,370** **(–5,585)**
θ_1	0,201 (2,616)	0,200 (2,608)	0,213 (2,779)	**0,196** **(2,558)**
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	17,426 (0,000)	17,522 (0,000)	18,829 (0,000)	**18,054** **(0,000)**
AIC	–742,952	–743,113	–743,999	**–745,283**
BIC	–730,577	–730,738	–731,624	**–732,908**

Uwagi: wartości krytyczne dla testu *t-max* na poziomie istotności 0,05 wynoszą: dla modelu TAR z zerową wartością progu –2,11 i –2,14; z nieznaną wartością progu –1,85 i –1,90 (odpowiednio dla wariantu bez opóźnień i z jednym opóźnieniem); dla modelu M-TAR z zerową wartością progu –2,02 i –2,03; z nieznaną wartością progu –1,90 i –1,94 (odpowiednio dla wariantu bez opóźnień i z jednym opóźnieniem), por. Enders, Siklos (2001).

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.4b. Wyniki testów kointegracji progowej dla oleju napędowego

Parametry Hipotezy Kryteria informacyjne	Schemat dostosowania			
	TAR		M-TAR	
1	2	3	4	5
brent → *ara*				
τ	0	–0,071	0	**–0,086**
ρ_1	–0,354 (–4,952)	–0,364 (–5,574)	–0,290 (–4,424)	**–0,261** **(–4,643)**
ρ_2	–0,175 (–2,095)	–0,096 (–1,008)	–0,256 (–2,575)	**–0,553** **(–2,558)**
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	14,457 (0,000)	16,042 (0,000)	13,103 (0,000)	**14,052** **(0,000)**
AIC	–510,034	–506,374	–504,729	–512,735
BIC	–500,734	–497,093	–495,448	–503,435
ara → *wp*				
τ	0	**–0,042**	0	0,010
ρ_1	–0,328 (–4,615)	**–0,189** **(–3,483)**	–0,306 (–4,634)	–0,388 (–5,065)
ρ_2	–0,112 (–1,596)	**–0,386** **(–2,936)**	–0,093 (–1,234)	–0,093 (–1,453)
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	11,923 (0,000)	**10,375** **(0,000)**	11,498 (0,000)	13,881 (0,000)
AIC	–887,835	**–887,864**	–883,694	–885,081
BIC	–878,536	**–878,582**	–874,413	–875,781
wp → *rp*				
τ	0	**0,036**	0	0,019
ρ_1	–0,464 (–5,467)	**–0,399** **(–3,861)**	–0,450 (–5,317)	–0,553 (–4,701)
ρ_2	–0,364 (–3,669)	**–0,436** **(–5,271)**	–0,387 (–3,843)	–0,368 (–4,779)
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	21,670 (0,000)	**21,349** **(0,000)**	21,518 (0,000)	22,472 (0,000)
AIC	–830,646	**–831,161**	–825,060	–826,576
BIC	–821,347	**–821,861**	–815,779	–817,295
brent → *rp*				
τ	0	–0,053	0	**0,040**
ρ_1	–0,236 (–3,311)	–0,256 (–3,930)	–0,169 (–2,685)	**–0,016** **(–0,137)**

1	2	3	4	5
ρ_2	–0,161 (–2,597)	–0,128 (–1,918)	–0,239 (–3,465)	**–0,237** **(–4,696)**
$\rho_1 = \rho_2 = 0$	8,854 (0,000)	9,562 (0,000)	9,606 (0,000)	**11,038** **(0,000)**
AIC	–631,534	–632,822	–630,909	**–633,479**
BIC	–622,235	–623,522	–621,628	**–624,198**

Uwagi: porównaj uwagi do tabeli 3.4a.

Źródło: opracowanie własne.

Następnie, uwzględniając wybrane procesy dostosowawcze, dla każdego z etapów dystrybucji oszacowano parametry modelu korekty błędem z kointegracją progową. Dla przykładu, dla pierwszego etapu łańcucha dystrybucji benzyny bezołowiowej 95 (*brent* → *ara*), estymacji poddane zostały parametry modelu (2.4), gdzie reszty pochodzące z relacji długookresowej (3.1a) podlegają progowemu schematowi autoregresyjnemu z przyspieszeniem (procesowi M-TAR) z oszacowaną wartością progu równą $\hat{\tau} = -0{,}026$. Wyboru optymalnego rozkładu opóźnień dokonano analogicznie jak w przypadku asymetrycznych modeli korekty błędem, tj. na podstawie wskazań kryteriów informacyjnych AIC i HQC. Należy jednak zauważyć, że ze względu na fakt, iż modele te różnią się tylko postacią mechanizmu dostosowań do długookresowej równowagi, dynamika krótkookresowa nie uległa zmianie (por. tabele 3.3 i 3.5).

Tabela 3.5. Oszacowania parametrów modeli ECM z kointegracją progową

Parametry modelu	Rodzaj paliwa	
	benzyna Pb95	olej napędowy ON
1	2	3
brent → *ara*		
α^+	–0,151 (–2,671)	–0,295 (–5,891)
α^-	–0,406 (–3,908)	–0,581 (–2,890)
γ_{20}^+	0,947 (13,446)	0,755 (12,833)
γ_{20}^-	1,034 (15,614)	0,655 (12,000)
Skorygowany R^2	0,756	0,807

Tab. 3.5 (cd.)

ara → *wp*		
α^{+}	–0,312 (–4,734)	–0,197 (–3,853)
α^{-}	–0,320 (–2,642)	–0,332 (–2,304)
γ_{20}^{+}	0,363 (20,561)	0,453 (19,043)
γ_{20}^{-}	0,351 (23,967)	0,417 (18,292)
γ_{21}^{+}	0,050 (2,906)	0,035 (1,432)
γ_{21}^{-}	0,045 (2,920)	0,055 (2,371)
γ_{30}	0,407 (8,736)	0,275 (4,121)
Skorygowany R^2	0,941	0,913
wp → *rp*		
α^{+}	–0,166 (–2,552)	–0,169 (–2,280)
α^{-}	–0,424 (–4,245)	–0,340 (–5,676)
γ_{20}^{+}	0,602 (12,544)	0,597 (18,107)
γ_{20}^{-}	0,332 (8,457)	0,436 (13,193)
γ_{21}^{+}	0,230 (4,830)	0,164 (4,178)
γ_{21}^{-}	0,311 (6,063)	0,261 (5,916)
γ_{22}^{+}	0,002 (0,039)	–
γ_{22}^{-}	0,122 (2,924)	–
γ_{23}^{+}	0,040 (0,927)	–
γ_{23}^{-}	0,133 (3,416)	–
Skorygowany R^2	0,876	0,873
brent → *rp*		
α^{+}	–0,066 (–0,879)	–0,043 (–0,586)
α^{-}	–0,218 (–4,246)	–0,162 (–4,820)

1	2	3
γ_{20}^{+}	0,201 (6,335)	0,213 (6,909)
γ_{20}^{-}	0,160 (5,965)	0,114 (4,289)
γ_{21}^{+}	0,175 (5,581)	0,073 (2,429)
γ_{21}^{-}	0,150 (5,021)	0,155 (4,768)
γ_{22}^{+}	–0,014 (–0,480)	–
γ_{22}^{-}	0,061 (2,149)	–
Skorygowany R^2	0,786	0,750

Uwagi: w nawiasach znajdują się wartości statystyk *t*-Studenta.

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowania parametrów korekty błędem w sposób statystycznie istotny różnią się od zera, co potwierdza zasadność wykorzystania modeli korekty błędem z kointegracją progową do analizy zależności cenowych na rynku paliw (por. tabela 3.5). Wyjątek stanowią parametry mierzące szybkość dostosowania do trajektorii długookresowej detalicznych cen obu gatunków paliw na skutek spadku ceny ropy naftowej. Dodatkowo, zgodnie z oczekiwaniami, spełniony jest we wszystkich przypadkach warunek $|\alpha^{+}| < |\alpha^{-}|$, co świadczy o szybszej reakcji cen paliw na impuls wzrostowy. W porównaniu do rezultatów uzyskanych dla modeli AECM wyższe są również wartości współczynników determinacji R^2.

Dalsze wnioskowanie o efekcie asymetrii wymagało przeprowadzenia empirycznej weryfikacji hipotez o równości odpowiednich parametrów korekty błędem oraz parametrów krótkookresowych na poszczególnych etapach transmisji cen za pomocą serii testów Walda (por. tabela 3.6).

Tabela 3.6. Wyniki testów Walda

Hipoteza zerowa	Rodzaj paliwa	
	benzyna Pb95	olej napędowy ON
1	2	3
brent → *ara*		
$\alpha^{+} = \alpha^{-}$	4,548 (0,035)	1,900 (0,170)
$\gamma_{20}^{+} = \gamma_{20}^{-}$	0,809 (0,370)	1,546 (0,216)

Tab. 3.6 (cd.)

1	2	3
ara → *wp*		
$\alpha^{+} = \alpha^{-}$	0,004 (0,949)	0,788 (0,376)
$\gamma_{20}^{+} = \gamma_{20}^{-}$	0,203 (0,653)	0,958 (0,329)
$\gamma_{21}^{+} = \gamma_{21}^{-}$	0,031 (0,861)	0,294 (0,588)
$\sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{+} = \sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{-}$	0,732 (0,394)	0,240 (0,625)
wp → *rp*		
$\alpha^{+} = \alpha^{-}$	5,974 (0,016)	4,239 (0,041)
$\gamma_{20}^{+} = \gamma_{20}^{-}$	14,466 (0,000)	9,736 (0,002)
$\gamma_{21}^{+} = \gamma_{21}^{-}$	1,300 (0,256)	2,661 (0,105)
$\gamma_{22}^{+} = \gamma_{22}^{-}$	2,973 (0,087)	–
$\gamma_{23}^{+} = \gamma_{23}^{-}$	1,842 (0,177)	–
$\sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{+} = \sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{-}$	0,226 (0,635)	1,603 (0,208)
brent → *rp*		
$\alpha^{+} = \alpha^{-}$	2,816 (0,095)	2,446 (0,120)
$\gamma_{20}^{+} = \gamma_{20}^{-}$	0,750 (0,388)	4,516 (0,035)
$\gamma_{21}^{+} = \gamma_{21}^{-}$	0,247 (0,620)	2,912 (0,090)
$\gamma_{22}^{+} = \gamma_{22}^{-}$	2,509 (0,115)	–
$\sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{+} = \sum_{s=0}^{S_2} \gamma_{2s}^{-}$	0,053 (0,819)	0,173 (0,678)

Uwagi: w nawiasach podano graniczne poziomy istotności (*p-values*).

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane wyniki prowadzą do następujących wniosków. Na pierwszym etapie łańcucha dystrybucji (*brent* → *ara*), pomiędzy oszacowaniami parametrów korekty błędem α^+ i α^- występują znaczące różnice, które w szczególności w przypadku benzyny bezołowiowej 95 zostały potwierdzone przez test Walda. Świadczy to o różnej szybkości powrotu do trajektorii równowagi ceny paliwa z europejskiego rynku ARA w zależności od kierunku zmiany ceny ropy naftowej. Natomiast krótkookresowa reakcja cen ARA na zmiany ceny ropy naftowej jest natychmiastowa (zachodzi w bieżącym okresie), zaś jej siła nie zależy od kierunku zmiany ceny surowca (por. rysunek 3.10). Brak asymetrii krótkookresowej na europejskim rynku hurtowym można wyjaśnić rynkowym mechanizmem ustalania cen paliw, zgodnie z którym wahania ceny ropy naftowej prowadzą do szybkiego ukształtowania się w wyniku działania sił podaży i popytu nowej ceny rynkowej produktu (inaczej krótkookresowej ceny równowagi). Rynek ARA nie stwarza zatem podmiotom handlującym paliwami możliwości prowadzenia polityki cenowej generującej dodatkowe zyski, gdyż ewentualne próby sprzedaży produktów po cenie wyższej od ceny rynkowej skutkowałyby brakiem zbytu.

Dla drugiego etapu dystrybucji, wiążącego cenę paliwa notowaną na rynku europejskim z krajową ceną hurtową (*ara* → *wp*), reakcja na wzrosty i spadki ceny referencyjnej jest symetryczna, a całkowita transmisja impulsu z rynku ARA przebiega z miesięcznym opóźnieniem (por. rysunek 3.11). Brak asymetrycznych dostosowań cenowych na krajowym rynku hurtowym można uzasadnić w następujący sposób. Ze względu na dominującą pozycję rynkową rafinerii PKN Orlen oraz pełnienie przez nią roli lidera cenowego Grupa LOTOS oraz pozostali drobni uczestnicy rynku muszą dostosowywać się do warunków narzucanych przez Orlen. Z drugiej zaś strony specyfika rynku hurtowego zmusza polskie rafinerie, aby przy ustalaniu cen nie przekraczać hurtowych cen europejskich (wyrażonych w złotych). W przeciwnym bowiem razie opłacalny stałby się import paliw z zagranicy. Wynik ten dowodzi, że koncerny naftowe nie mają pełnej swobody w podejmowaniu decyzji o cenach swoich produktów. Ceny hurtowe paliw kształtowane są przez rynek europejski, co oznacza, iż rafinerie krajowe, przygotowując własną ofertę, zmuszone są akceptować obowiązujące na tym rynku warunki cenowe. Konkurencja polega natomiast m.in. na usprawnianiu procesów technologicznych czy też organizacji prowadzonej działalności, gdyż tylko osiągnięcie większej efektywności pozwala generować wyższe marże.

Asymetryczność transmisji cen pojawia się natomiast w relacji pomiędzy ceną hurtową a detaliczną obydwu rozważanych paliw (*wp* → *rp*). Otrzymane wyniki wskazują, iż asymetria ta dotyczy zarówno szybkości dostosowań do długookresowej ścieżki równowagi, jak i siły i czasu trwania reakcji. Detaliści rekompensują wzrost ceny hurtowej silnym wzrostem ceny detalicznej w bieżącym okresie, podczas gdy reakcja na obniżkę ceny hurtowej jest nie tylko słabsza w bieżącym okresie, lecz jednocześnie rozłożona w czasie (por. rysunek 3.12).

Należy zauważyć, iż praktykom umożliwiającym stacjom benzynowym uzyskanie dodatkowych korzyści finansowych sprzyja przynależność paliw do grupy dóbr podstawowych o niskiej elastyczności cenowej popytu.

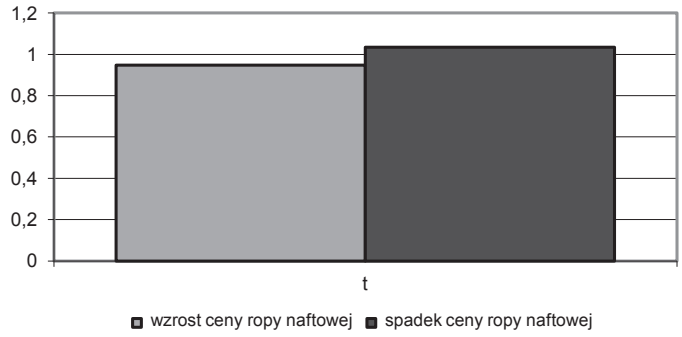
Asymetryczna transmisja cen ma miejsce również w przypadku bezpośredniej transmisji ceny ropy naftowej w cenę detaliczną paliwa (*brent* → *rp*), z pominięciem etapów pośrednich. Uzyskane dla obu rozważanych gatunków paliw rezultaty potwierdzają powszechnie formułowaną hipotezę o szybszej reakcji ceny detalicznej na wzrost ceny surowca niż w przeciwnym przypadku (por. rysunek 3.13). Dodatkowo dostosowanie ceny detalicznej paliwa do trajektorii równowagi w przypadku spadku ceny ropy naftowej okazało się statystycznie nieistotne (por. tabela 3.5), co dowodzi, że detaliści, prowadząc asymetryczną politykę cenową, podążają głównie za wzrostami cen surowca i bardzo słabo reagują na ich spadki. Rezultaty potwierdzające asymetryczne dostosowania, zarówno w detalicznym segmencie rynku rafineryjnego, jak i w relacji finalnej ceny produktu ropopochodnego z ceną surowca, uzyskano m.in. w pracach Borenstein i in. (1997), Johnson (2002), Kaufmann, Laskowski (2005), Reilly, Witt (1998), Salas (2002).

W kolejnym kroku, wykorzystując formuły postaci (por. np. Bettendorf i in. (2003), Borenstein i in. (1997)):

$$
\begin{aligned}
&\Gamma_0^+ = \gamma_{20}^+ \\
&\Gamma_1^+ = \Gamma_0^+ + \gamma_{21}^+ + \alpha^+(\Gamma_0^+ - \beta_2) + \gamma_{11}^+ MAX(0,\Gamma_0^+) + \gamma_{11}^- MIN(0,\Gamma_0^+) \\
&\Gamma_2^+ = \Gamma_1^+ + \gamma_{22}^+ + \alpha^+(\Gamma_1^+ - \beta_2) + \gamma_{11}^+ MAX(0,\Gamma_1^+ - \Gamma_0^+) + \\
&\qquad + \gamma_{11}^- MIN(0,\Gamma_1^+ - \Gamma_0^+) + \gamma_{12}^+ MAX(0,\Gamma_0^+) + \gamma_{12}^- MIN(0,\Gamma_0^+) \\
&\vdots \\
&\Gamma_S^+ = \Gamma_{S-1}^+ + \gamma_{2S}^+ + \alpha^+(\Gamma_{S-1}^+ - \beta_2) + \sum_{s=1}^{S}(\gamma_{1s}^+ MAX(0,\Gamma_{S-s}^+ - \Gamma_{S-s-1}^+) + \gamma_{1s}^- MIN(0,\Gamma_{S-s}^+ - \Gamma_{S-s-1}^+)),
\end{aligned}
\tag{3.2}
$$

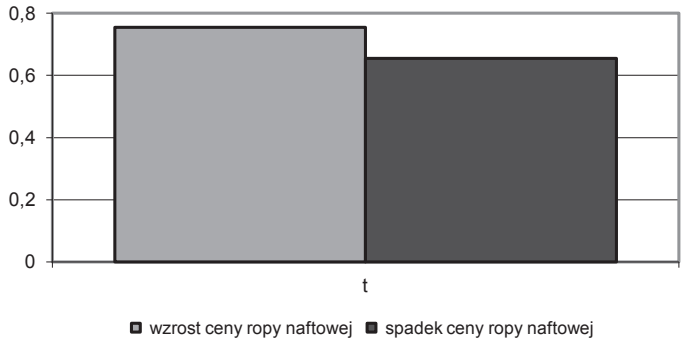
dla każdego etapu dystrybucji (3.1a)–(3.1d) wyznaczono skumulowane funkcje odpowiedzi na różnokierunkowe impulsy, przyjmując dziesięciomiesięczny horyzont analizy, a więc $S = 10$. Otrzymane rezultaty potwierdzają powyższe wnioski. Symetryczna reakcja na wzrost i spadek występuje jedynie dla relacji pomiędzy europejską i krajową ceną hurtową (por. rysunek 3.15), podczas gdy odpowiedzi na różnokierunkowe impulsy na pozostałych etapach dystrybucji mają charakter asymetryczny (por. rysunki 3.14, 3.16 i 3.17). Największe różnice można zaobserwować w przypadku skumulowanej reakcji ceny detalicznej na wzrost i spadek ceny hurtowej po upływie jednego okresu, które dla benzyny bezołowiowej 95 i oleju napędowego wynoszą odpowiednio 0,27 p.p. i 0,16 p.p.

(por. rysunek 3.16). Analiza bezpośrednich związków pomiędzy ceną ropy naftowej a cenami detalicznymi (*brent* → *rp*) obydwu rozważanych paliw wskazuje natomiast, że efekt asymetrii ma charakter długotrwały (nie wygasa po upływie 10 miesięcy, por. rysunek 3.17).



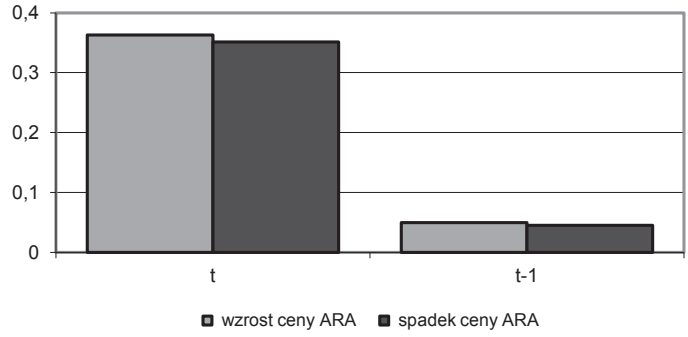
Rysunek 3.10a. Krótkookresowa reakcja europejskiej ceny hurtowej Pb95 na zmianę ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.



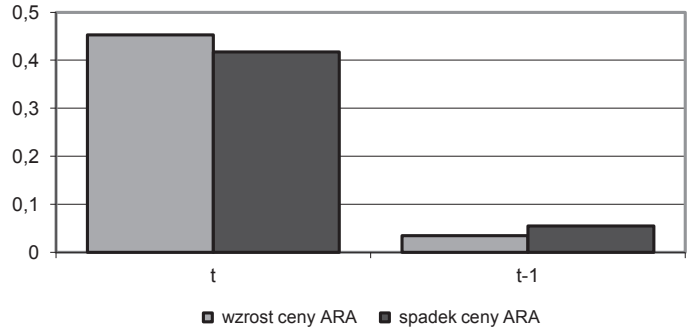
Rysunek 3.10b. Krótkookresowa reakcja europejskiej ceny hurtowej ON na zmianę ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.



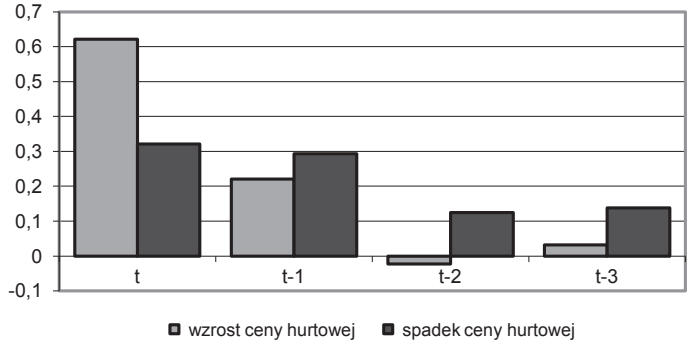
Rysunek 3.11a. Krótkookresowa reakcja krajowej ceny hurtowej Pb95 na zmianę europejskiej ceny ARA

Źródło: opracowanie własne.



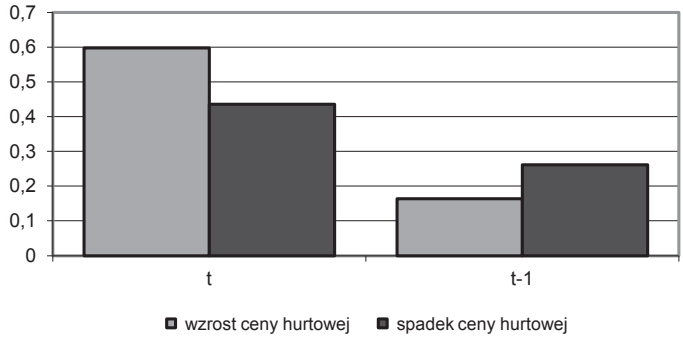
Rysunek 3.11b. Krótkookresowa reakcja krajowej ceny hurtowej ON na zmianę europejskiej ceny ARA

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3.12a. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej Pb95 na zmianę krajowej ceny hurtowej

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3.12b. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej ON na zmianę krajowej ceny hurtowej

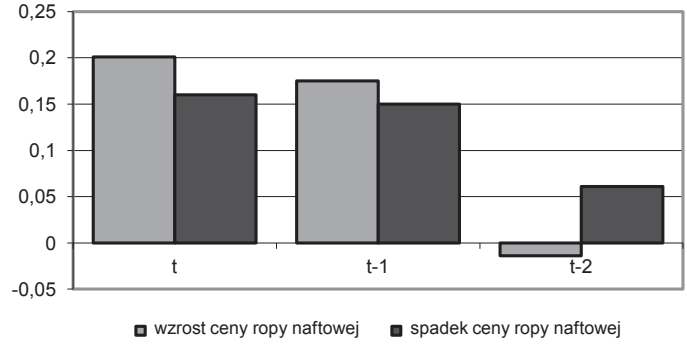
Źródło: opracowanie własne.

Za pomocą formuł postaci (por. Doornik, Hendry (1994), Hendry (1995)):

$$MAL^{+} = (1-\gamma_{m0}^{+})/\left|\alpha^{+}\right|, \tag{3.3a}$$

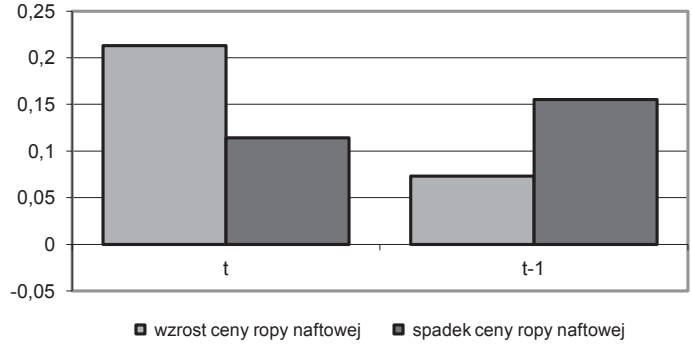
$$MAL^{-} = (1-\gamma_{m0}^{-})/\left|\alpha^{-}\right|, \tag{3.3b}$$

dla wszystkich rozważanych etapów procesu kreacji ceny paliwa (3.1a)–(3.1d) wyznaczono dodatkowo średni czasu powrotu na trajektorię równowagi (ang. *mean adjustment lag of a complete pass-through*, MAL), różny w zależności od tego, czy zmienna znajduje się powyżej (MAL^{+}) czy poniżej (MAL^{-}) poziomu długookresowego. Analiza średniego czasu powrotu na ścieżkę długookresowej równowagi prowadzi do wniosku, iż na każdym etapie kształtowania cen dostosowania polegające na ich podwyżce trwają krócej, aniżeli w przeciwnym przypadku (por. tabela 3.7). Wyjątek stanowi transmisja ceny ARA w krajową cenę hurtową benzyny bezołowiowej 95, która trwa w obydwu przypadkach ok. 2 miesiące. Najszybciej do trajektorii równowagi powracają ceny paliw z rynku ARA, gdzie czas pełnej transmisji impulsu nie przekracza jednego miesiąca. Dostosowania cenowe na drugim i trzecim etapie łańcucha dystrybucji po wystąpieniu impulsu wzrostowego i spadkowego nie trwają dłużej niż odpowiednio dwa i trzy miesiące. Natomiast czas pełnej transmisji spadku cen ropy naftowej w cenę detaliczną dla benzyny bezołowiowej 95 i oleju napędowego wynosi odpowiednio 11,85 miesiąca i 18,3 miesiąca, podczas gdy wzrostu ceny surowca tylko 3,67 miesiąca i 5,47 miesiąca. Wynik ten potwierdza, że detaliści, prowadząc asymetryczną politykę cenową, reagują znacznie szybciej na wzrosty ceny surowca.



Rysunek 3.13a. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej Pb95 na zmianę ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3.13b. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej ON na zmianę ceny ropy naftowej

Uwagi: w przypadku oleju napędowego (z wyjątkiem I etapu dystrybucji) krótkookresowe dostosowania nie wykraczają poza dwa okresy (począwszy od $s = 2$, opóźnienia okazały się statystycznie nieistotne).

Źródło: opracowanie własne.

Analiza reszt modeli ECM z kointegracją progową jest zadowalająca (por. tabela 3.8). Rezultaty testów Doornika-Hansena potwierdzają, że składniki losowe pochodzą z rozkładów normalnych. Przy standardowo przyjmowanym poziomie istotności 0,05 nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o braku efektu ARCH. Co więcej, zarówno wyniki testów Durbina-Watsona (autokorelacji pierwszego rzędu), jak i testów mnożnika Lagrange'a (autokorelacji dwunastego rzędu) stanowią podstawę do akceptacji modeli. W większości przypadków nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o braku autokorelacji składnika losowego (pierwszego

i dwunastego rzędu) na poziomie 5%. Jedynie w dwóch równaniach występuje brak podstaw do odrzucenia hipotezy o braku autokorelacji na poziomie 1%. Korzystne są także rezultaty testów CUSUM (ang. *cumulative sum of residuals*) na stabilność parametrów strukturalnych modeli (por. rysunek 3.18), co potwierdza, że otrzymane wyniki nie są przypadkowe, a sformułowane wnioski można uznać za konkluzywne. O stabilności zidentyfikowanych relacji mogą świadczyć również wyniki analogicznego badania przeprowadzonego na krótszej próbie (od stycznia 2000 do marca 2011), które w efekcie prowadzą do podobnych konkluzji (por. Leszkiewicz-Kędzior, Welfe (2014)).

Tabela 3.7. Czas pełnej transmisji impulsu na poszczególnych etapach dystrybucji (w mies.)

Średni czas transmisji (*MAL*)	Rodzaj paliwa	
	benzyna Pb95	olej napędowy ON
brent → *ara*		
MAL^{+}	0,351	0,831
MAL^{-}	0,084	0,594
ara → *wp*		
MAL^{+}	2,042	2,777
MAL^{-}	2,028	1,756
wp → *rp*		
MAL^{+}	2,398	2,385
MAL^{-}	1,575	1,659
brent → *rp*		
MAL^{+}	11,849	18,302
MAL^{-}	3,665	5,469

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.8. Analiza własności stochastycznych modeli ECM z kointegracją progową

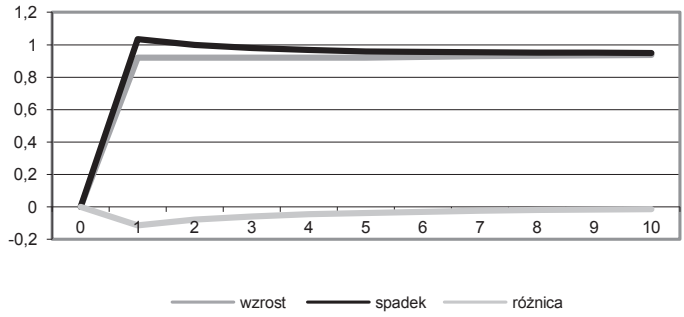
Równanie	Test normalności składnika losowego (Doornika-Hansena)	Test autokorelacji (D-W)	Test autokorelacji LM (12)	Test efektu ARCH (12)	Test CUSUM
1	2	3	4	5	6
brent → *ara*					
Δara^{PB}	1,231 (0,540)	1,799 (0,099)	12,097 (0,438)	7,248 (0,841)	–1,175 (0,242)
Δara^{ON}	5,408 (0,067)	1,933 (0,310)	20,803 (0,053)	14,701 (0,258)	–0,429 (0,669)

Tab. 3.8 (cd.)

1	2	3	4	5	6
ara → *wp*					
Δwp^{PB}	2,764 (0,251)	2,214 (0,894)	9,257 (0,681)	20,102 (0,065)	1,811 (0,072)
Δwp^{ON}	5,062 (0,080)	2,033 (0,569)	15,509 (0,215)	10,690 (0,556)	1,273 (0,205)
wp → *rp*					
Δrp^{PB}	1,967 (0,374)	1,863 (0,200)	22,509 (0,032)	14,130 (0,292)	–0,696 (0,488)
Δrp^{ON}	2,045 (0,360)	1,986 (0,452)	8,418 (0,752)	8,206 (0,769)	–0,837 (0,404)
brent → *rp*					
Δrp^{PB}	2,172 (0,338)	1,806 (0,101)	18,686 (0,096)	14,310 (0,281)	–1,036 (0,302)
Δrp^{ON}	0,665 (0,717)	1,724 (0,039)	15,114 (0,235)	13,536 (0,331)	1,785 (0,076)

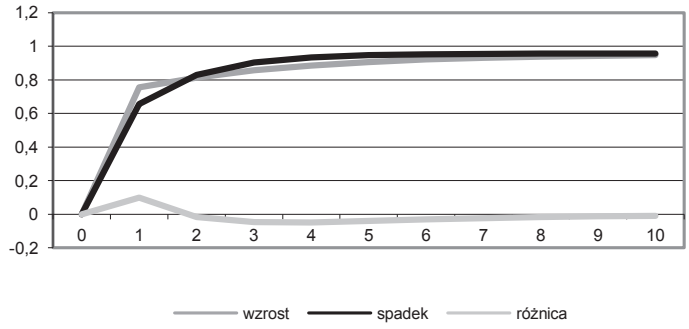
Uwagi: w nawiasach znajdują się graniczne poziomy istotności (*p-values*).

Źródło: opracowanie własne.



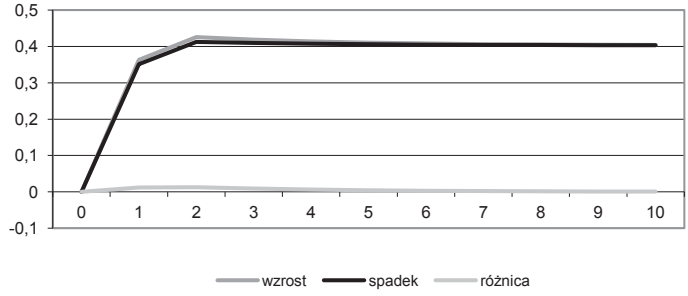
Rysunek 3.14a. Skumulowane funkcje odpowiedzi europejskiej ceny hurtowej Pb95 na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.



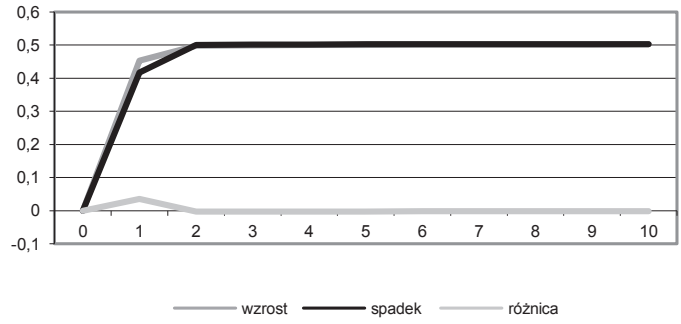
Rysunek 3.14b. Skumulowane funkcje odpowiedzi europejskiej ceny hurtowej ON na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.



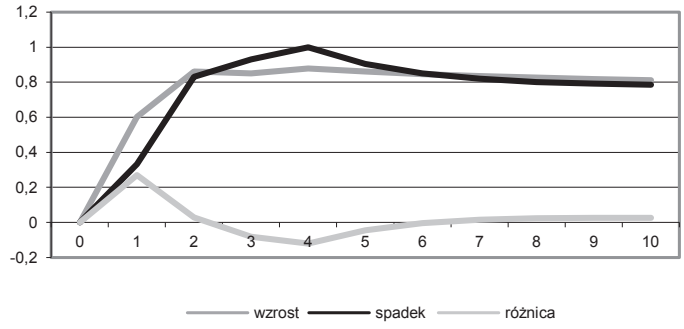
Rysunek 3.15a. Skumulowane funkcje odpowiedzi krajowej ceny hurtowej Pb95 na jednostkowy impuls ze strony hurtowej ceny ARA

Źródło: opracowanie własne.



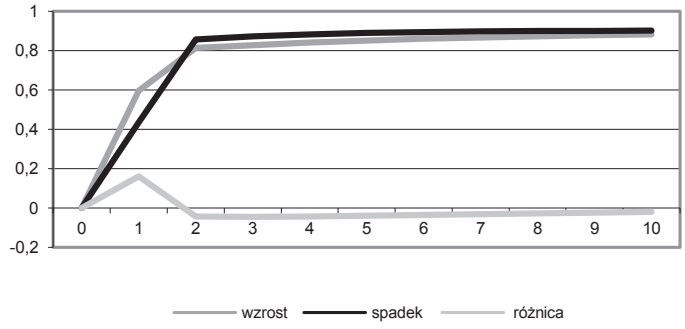
Rysunek 3.15b. Skumulowane funkcje odpowiedzi krajowej ceny hurtowej ON na jednostkowy impuls ze strony hurtowej ceny ARA

Źródło: opracowanie własne.



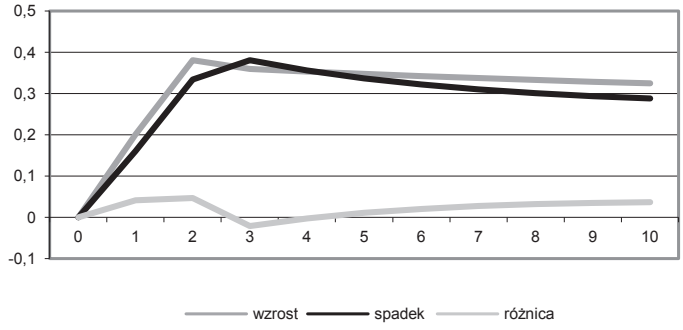
Rysunek 3.16a. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny Pb95 na jednostkowy impuls ze strony krajowej ceny hurtowej

Źródło: opracowanie własne.



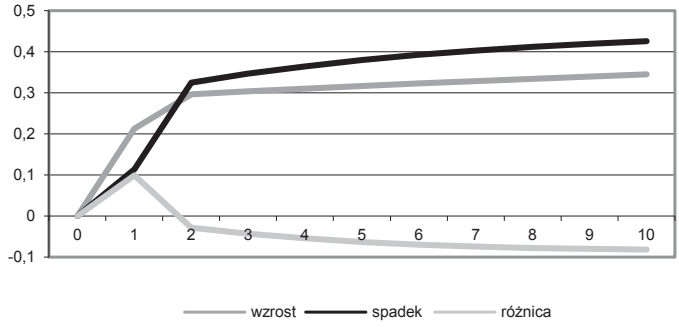
Rysunek 3.16b. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny ON na jednostkowy impuls ze strony krajowej ceny hurtowej

Źródło: opracowanie własne.



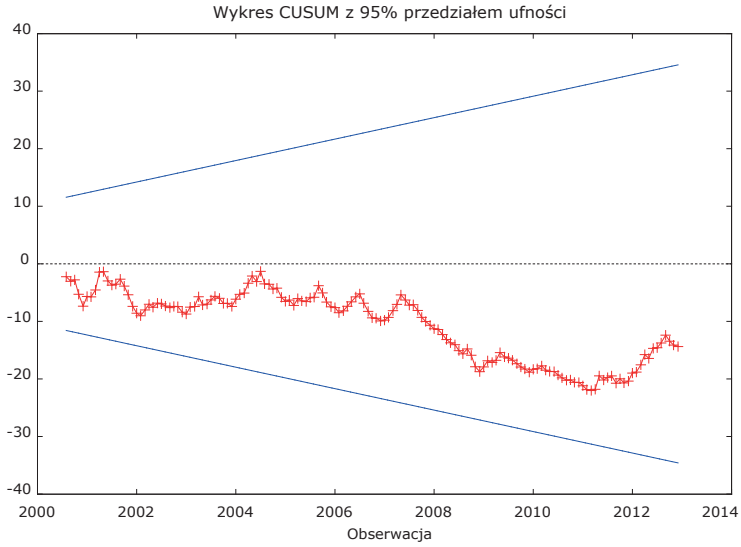
Rysunek 3.17a. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny Pb95 na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej

Źródło: opracowanie własne.

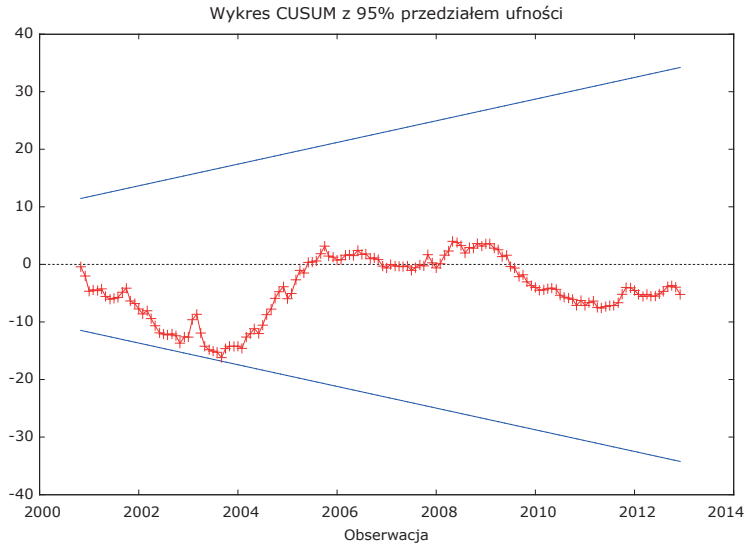


Rysunek 3.17b. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny ON na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej

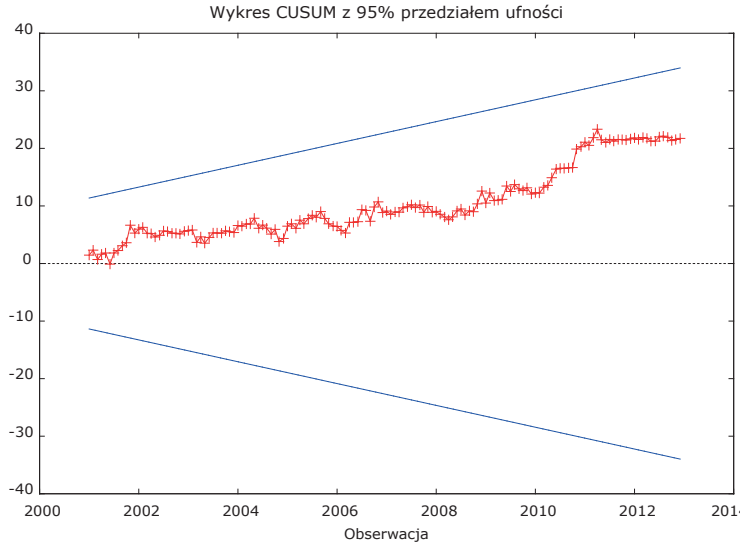
Źródło: opracowanie własne.



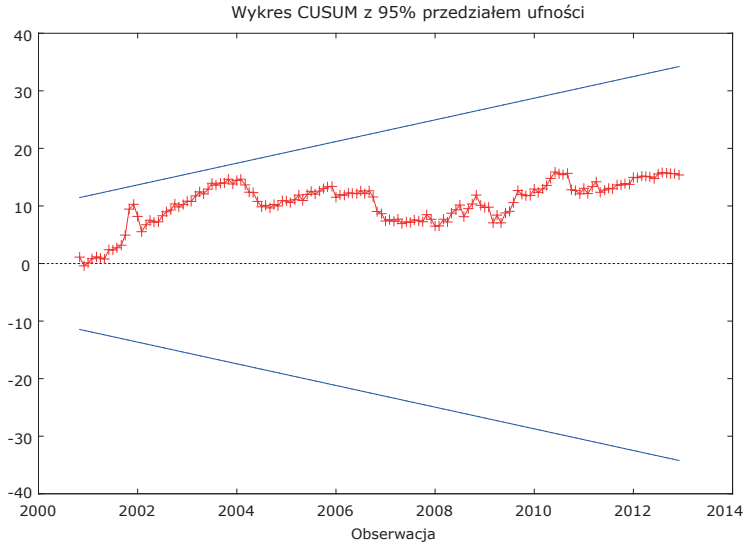
3.18a. *brent* → ara^{PB}



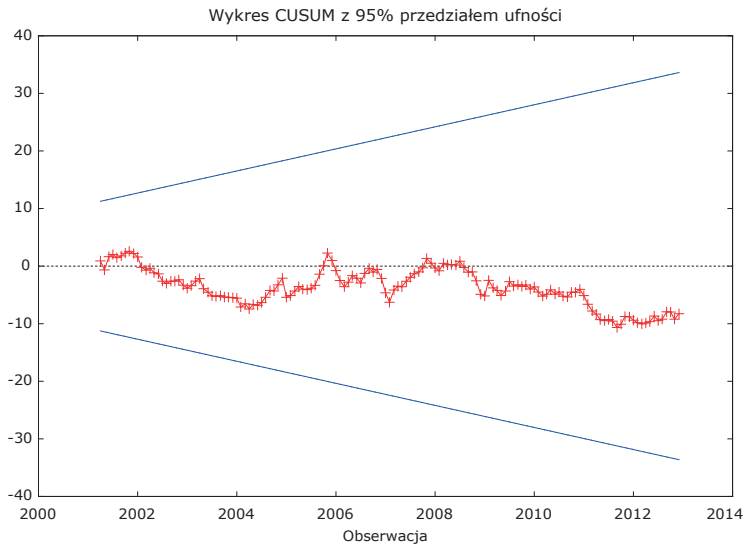
3.18b. $brent \rightarrow ara^{ON}$



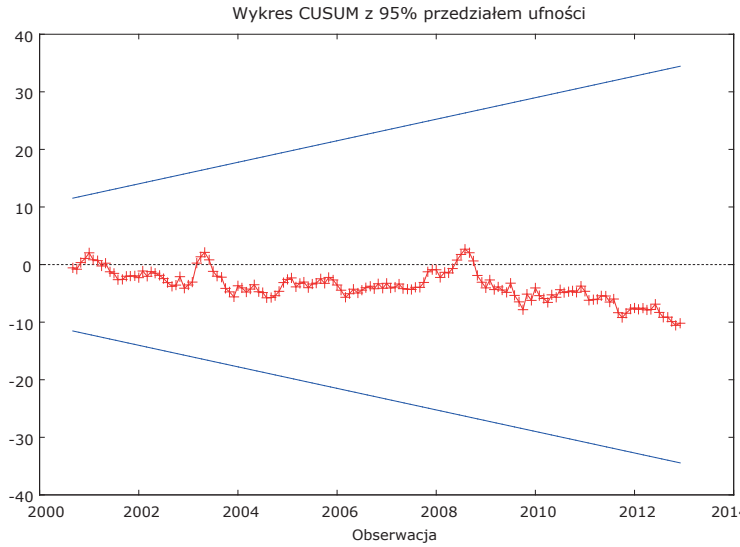
3.18c. $ara^{PB} \rightarrow wp^{PB}$



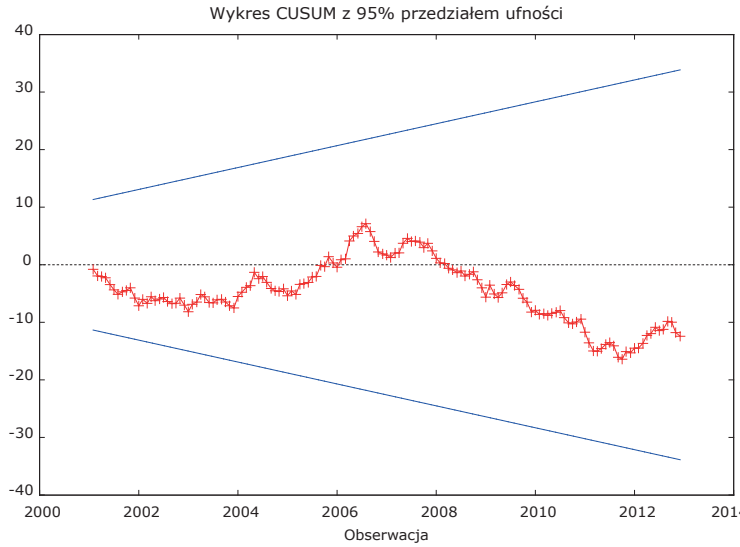
3.18d. $ara^{ON} \longrightarrow wp^{ON}$



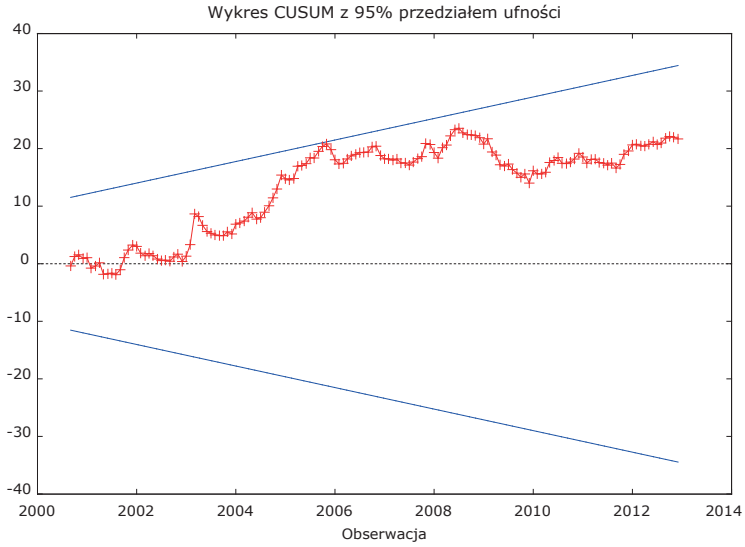
3.18e. $wp^{PB} \longrightarrow rp^{PB}$



3.18f. $wp^{ON} \longrightarrow rp^{ON}$



3.18g. $brent \longrightarrow rp^{PB}$



3.18h. $brent \rightarrow rp^{ON}$

Rysunek 3.18. Test CUSUM na stabilność parametrów modeli ECM z kointegracją progową

Uwagi: niebieskie linie oznaczają 95% przedziały ufności, a linia czerwona skumulowaną sumę reszt.

Źródło: opracowanie własne.

3.4. Podsumowanie

Przeprowadzone badanie polegało na empirycznej weryfikacji efektu asymetrii w procesie cenotwórczym na rynku paliw w Polsce. Zastosowanie progowych modeli korekty błędem pozwoliło na dekompozycję mechanizmów transmisji cen na efekty krótko- i długookresowe oraz wyznaczenie średniego czasu powrotu na trajektorię równowagi (tj. czasu pełnej transmisji impulsu), co znacznie wzbogaciło wiedzę o tych procesach. Z grupy progowych modeli korekty błędem odpowiedni do analizy opartej na danych dotyczących rynku polskiego okazał się model korekty błędem z kointegracją progową.

Hipotezy dotyczące występowania asymetrycznych dostosowań cenowych testowane były dla dwóch głównych rodzajów paliw (oleju napędowego i benzyny bezołowiowej 95) na poszczególnych etapach łańcucha dystrybucji (europejskim rynku hurtowym, krajowym rynku hurtowym oraz rynku detalicznym). Pozwoliło to udowodnić, że asymetryczność transmisji cen jest w przypadku obydwu rozważanych paliw podobna, natomiast skala tej asymetrii jest odmienna na różnych szczeblach obrotu towarowego.

Otrzymane wyniki dowodzą, iż asymetrycznej transmisji cen można spodziewać się już na pierwszym etapie łańcucha dystrybucji (europejskim rynku hurtowym), wiążącym cenę surowca z ceną paliwa notowanego na europejskim rynku ARA, przy czym asymetria ta dotyczy jedynie długiego okresu. Ze względu na specyfikę polskiego rynku hurtowego i możliwość importu paliw z zagranicy krajowe koncerny naftowe nie wykorzystują swojej pozycji do osiągnięcia dodatkowych zysków i w sposób (prawie) symetryczny nawiązują do cen referencyjnych (cen paliw z rynku ARA). Znacząca asymetria transmisji zmian cen, zarówno o charakterze długo-, jak i krótkookresowym, występuje natomiast pomiędzy krajowymi cenami hurtowymi a cenami detalicznymi produktów ropopochodnych. Najdłuższy jest też na tym etapie czas powrotu na ścieżkę długookresowej równowagi. Ponadto analizie poddano relację pomiędzy ceną ropy naftowej a cenami finalnymi produktów gotowych z pominięciem szczebli pośrednich. Potwierdzone zostało powszechnie formułowane twierdzenie, że reakcja cen detalicznych paliw jest szybsza, gdy następuje wzrost cen surowca niż w przeciwnym przypadku.

Dotychczas nie przeprowadzono podobnych badań dla polskiego rynku paliw. Istniejące analizy dotyczące państw członkowskich Unii Europejskiej (por. np. Clerides 2010, Wlazlowski i in. 2009) oraz odrębne analizy krajów Europy Środkowo-Wschodniej (por. np. dla Republiki Czeskiej: Kováč i in. (2005), dla Słowacji: Valachy (2002), dla Węgier: Koltay (2012)) różnią się od niniejszego badania m.in. zakresem próby, częstotliwością danych, rozważanymi szczeblami dystrybucji oraz rodzajem zastosowanych modeli ekonometrycznych, co znacznie utrudnia porównanie sformułowanych wniosków. Jednakże, porównując wyniki otrzymane dla bezpośredniej relacji ceny ropy naftowej z detalicznymi cenami obu paliw, to w wariancie wykorzystującym proste asymetryczne modele korekty błędem są one zbieżne z rezultatami uzyskanymi w pracy Clerides (2010).

Podsumowując, można stwierdzić, że analiza asymetrycznych dostosowań cenowych przeprowadzona dla różnych szczebli obrotu towarowego przy pomocy progowych modeli korekty błędem rzuca nowe światło na procesy cenotwórcze zachodzące na funkcjonującym w warunkach niedoskonałej konkurencji rynku paliw kraju – importera ropy naftowej.

Zakończenie

Sformułowany w monografii cel badawczy dotyczył procesu kreacji ceny paliwa na polskim rynku rafineryjnym i polegał na analizie dostosowań cenowych na poszczególnych etapach łańcucha dystrybucji (europejskim rynku hurtowym, krajowym rynku hurtowym oraz rynku detalicznym), w której dodatkowo weryfikacji poddano hipotezy o asymetrii rozważanych relacji. Badanie obecności efektu asymetrii w mechanizmie cenotwórczym na rynku paliw przeprowadzono dla dwóch najpopularniejszych rodzajów paliw, a więc oleju napędowego oraz benzyny bezołowiowej 95. Wnioskowanie przeprowadzone zostało na podstawie danych o częstotliwości miesięcznej, obejmujących okres 13 lat (lata 2000–2012).

Na podstawie wyników empirycznych można sformułować następujące wnioski. Zastosowanie modeli korekty błędem z kointegracją progową do badania relacji cenowych na poszczególnych etapach łańcucha dystrybucji okazało się uzasadnione, a tym samym potwierdzono, iż dostosowania cenowe na rynku rafineryjnym w Polsce mają w większości charakter asymetryczny. Należy jednocześnie zaznaczyć, iż skala zidentyfikowanej asymetrii (jej rodzaj oraz siła) zależą od rozważanego szczebla obrotu towarowego, podczas gdy nie różnią się znacząco w zależności od gatunku paliwa będącego przedmiotem badania.

Otrzymane rezultaty wskazują, iż asymetryczność transmisji może pojawić się już na pierwszym etapie procesu kreacji ceny paliwa, a więc w relacji pomiędzy światową ceną ropy naftowej a europejską hurtową ceną produktu ropopochodnego, przy czym asymetria ta została formalnie potwierdzona tylko w przypadku jednego z rozważanych paliw (benzyny bezołowiowej 95) i dotyczy jedynie długiego okresu, a dokładnie szybkości powrotu ceny z rynku ARA na trajektorię równowagi. Wyraźne dostosowania asymetryczne występują natomiast pomiędzy krajowymi cenami hurtowymi i cenami detalicznymi, co zostało wykazane w przypadku obydwu najpopularniejszych gatunków paliwa. Należy również podkreślić, iż asymetria na tym etapie ma dwojaki charakter – z jednej strony wynika z różnej szybkości dostosowań do długookresowej ścieżki równowagi, z drugiej zaś z różnic w sile i czasie trwania dostosowań krótkookresowych. Symetryczna relacja została zidentyfikowana jedynie pomiędzy cenami oleju napędowego i benzyny bezołowiowej 95 z europejskiego rynku ARA a krajowymi cenami hurtowymi, dzięki czemu dowiedziono, iż powszechne przypuszczenia o prowadzeniu asymetrycznej polityki cenowej przez mające silną pozycję rynkową krajowe koncerny naftowe są nieuzasadnione.

Rezultaty potwierdzają także asymetryczność transmisji ceny ropy naftowej bezpośrednio w ceny detaliczne obydwu rozważanych produktów rafineryjnych (z pominięciem szczebli pośrednich), co pozwala na pozytywne zweryfikowanie powszechnie formułowanej hipotezy o szybszej reakcji detalicznych cen paliw na wzrost cen ropy naftowej niż w przeciwnym przypadku.

Podsumowując, wyniki zawarte w zaprezentowanej monografii znacznie poszerzają dotychczasową wiedzę na temat procesów cenotwórczych na rynku paliw w Polsce. Wydaje się, że odczucia konsumentów odnośnie asymetrycznego sposobu ustalania cen znajdują mocne empiryczne potwierdzenie. Jednak wbrew temu, co powszechnie się sądzi, odpowiedzialne za tę sytuację nie są krajowe rafinerie, lecz lokalne stacje benzynowe.

Bibliografia

Abdulai A. (2000), *Spatial price transmission and asymmetry in the Ghanaian maize market*, "Journal of Development Economics", 63, 327–349.

Abdulai A. (2002), *Using threshold cointegration to estimate asymmetric price transmission in the Swiss pork market*, "Applied Economics", 34, 679–687.

Aguiar D.R.D., Santana J.A. (2002), *Asymmetry in farm to retail price transmission: evidence from Brazil*, "Agribusiness", 18, 37–48.

Al-Gudhea S., Kenc T., Dibooglu S. (2007), *Do retail gasoline prices rise more readily than they fall? A threshold cointegration approach*, "Journal of Economics and Business", 59, 560–574.

Asplund M., Eriksson R., Friberg R. (2000), *Price adjustment by a gasoline retail chain*, "Scandinavian Journal of Economics", 102, 101–121.

Bachmeier L.J., Griffin J.M. (2003), *New evidence on asymmetric gasoline price responses*, "Review of Economics and Statistics", 85, 772–776.

Bacon R.W. (1991), *Rockets and feathers: the asymmetric speed of adjustment of UK retail gasoline prices to cost changes*, "Energy Economics", 13, 211–218.

Bakucs Z., Fałkowski J., Fertő I. (2012), *Price transmission in the milk sectors of Poland and Hungary*, "Post-Communist Economies", 24, 419–432.

Balaguer J., Ripollés J. (2012), *Testing for price response asymmetries in the Spanish fuel market. New evidence from daily data*, "Energy Economics", 34, 2066–2072.

Balke N.S., Brown S.P.A., Yücel M.K. (1998), *Crude oil and gasoline prices: an asymmetric relationship?*, "Federal Reserve Bank of Dallas Economic Review", First Quarter, 2–11.

Balke N.S., Fomby T. (1997), *Threshold Cointegration*, "International Economic Review", 38, 627–643.

Bermingham C., O'Brien D. (2011), *Testing for Asymmetric Pricing Behaviour in Irish and UK Petrol and Diesel Markets*, "The Energy Journal", 32, 1–26.

Bettendorf L., Geest S.A van der, Varkevisser M. (2003), *Price asymmetry in the Dutch retail gasoline market*, "Energy Economics", 25, 669–689.

Borenstein S., Cameron A.C., Gilbert R. (1997), *Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes?*, "Quarterly Journal of Economics", 112, 305–339.

Borenstein S., Shepard A. (2002), *Sticky Prices, Inventories, and Market Power in Wholesale Gasoline Markets*, "The RAND Journal of Economics", 33, 116–139.

BP (2013), *Statistical Review of World Energy*, annual report, www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013.html [dostęp: 5.11.2014].

Brown S.P.A., Yücel M.K. (2000), *Gasoline and Crude Oil Prices: Why the Asymmetry?*, "Federal Reserve Bank of Dallas Economic and Financial Review", Third Quarter, 23–29.

Bruzda J. (2007), *Procesy nieliniowe i zależności długookresowe w ekonomii. Analiza kointegracji nieliniowej*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.

Caner M., Hansen B. (2001), *Threshold Autoregression with a Near Unit Root*, "Econometrica", 69, 1555–1596.

Chan K.S. (1993), *Consistency and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model*, "The Annals of Statistics", 21, 520–533.

Chavas J.P., Mehta A. (2004), *Price dynamics in a vertical sector: the case of butter*, "American Journal of Agricultural Economics", 86, 1078–1093.

Chen L.H., Finney M., Lai K.S. (2005), *A threshold cointegration analysis of asymmetric price transmission from crude oil to gasoline prices*, "Economics Letters", 89, 233–239.

Chou K.W., Sun S.H. (2012), *Crude Oil Prices, Exchange Rates, and the Asymmetric Response of Retail Gasoline Prices in Taiwan*, "British Journal of Economics, Finance and Management Sciences", 3(2), 82–91.

Clerides S. (2010), *Retail Fuel Price Response to Oil Price Shocks in EU Countries*, "Cyprus Economic Policy Review", 4, 25–45.

Davidson R., MacKinnon J.G. (1993), *Estimation and Inference in Econometrics*, Oxford University Press, London.

Deltas G. (2008), *Retail Gasoline Price Dynamics and Local Market Power*, "Journal of Industrial Economics", 56, 613–628.

Doornik J., Hendry D. (1994), *An Interactive Econometric Modelling System*, International Thompson Publishing, London.

Douglas C.C. (2010), *Do gasoline prices exhibit asymmetry? Not usually!*, "Energy Economics", 32, 918–925.

Duffy-Deno K.T. (1996), *Retail price asymmetries in local gasoline markets*, "Energy Economics", 18, 81–92.

Eckert A. (2002), *Retail Price Cycles and Response Asymmetry*, "Canadian Journal of Economics", 35, 52–77.

Emre Alper C., Torul O. (2009), *Asymmetric adjustment of retail gasoline prices in Turkey to world crude oil price changes: the role of taxes*, "Economics Bulletin", 29, 775–787.

Enders W., Granger C.W.J. (1998), *Unit-Root Tests and Asymmetric Adjustment With an Example Using the Term Structure of Interest Rates*, "Journal of Business and Economic Statistics", 16, 304–311.

Enders W., Siklos P.L. (2001), *Co-integration and Threshold Adjustment*, "Journal of Business and Economic Statistics", 19, 166–177.

Energy Information Administration (1999), *Price Changes in the Gasoline Market*, Washington DC20585, www.eia.doe.gov/bookshelf.html [dostęp: 5.11.2014].

Engle R., Granger C.W.J. (1987), *Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing*, "Econometrica", 55, 251–276.

Ewing B.T., Hammoudeh S.M., Thompson M.A. (2006), *Examining Asymmetric Behaviour in US Petroleum Futures and Spot Prices*, "The Energy Journal", 27, 9–24.

Faber R.P. (2011), *More new evidence on asymmetric gasoline price responses*, www.webmeets.com/files/papers/earie/2011/116/Asymmetric%20Gasoline%20Price%20Responses%20-%202011.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Fałkowski J. (2010), *Price transmission and market power in a transition context: evidence from the Polish fluid milk sector*, "Post-Communist Economies", 22, 513–529.

Frey G., Manera M. (2007), *Econometric models of asymmetric price transmission*, "Journal of Economic Surveys", 21, 349–415.

Galeotti M., Lanza A., Manera M. (2003), *Rockets and feathers revisited: an international comparison on European gasoline markets*, "Energy Economics", 25, 175–190.

Gambacorta L., Iannotti S. (2005), *Are there asymmetries in the response of bank interest rates monetary shocks?*, Temi di discussione (Economic working papers) no. 566, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area, www.ecb.europa.eu/events/pdf/conferences/mir/GambacortaIannotti.pdf [dostęp: 5.11.2014].

General Accounting Office US (1993), *Analysis of the pricing of crude oil and petroleum products, GAO/RCED91-97*, www.gao.gov/assets/160/153159.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Godby R., Lintner A.M., Stengos T., Wandschneider B. (2000), *Testing for asymmetric pricing in the Canadian retail gasoline market*, "Energy Economics", 22, 349–368.

Granger C.W.J., Lee T.H. (1989), *Investigation of Production, Sales and Inventory Relationships using Multicointegration and Non-Symmetric Error Correction Models*, "Journal of Applied Econometrics", 4, 145–159.

Grasso M., Manera M. (2007), *Asymmetric Error Correction Models for the Oil-Gasoline Price Relationship*, "Energy Policy", 35, 156–177.

Griffith G.R., Piggott N.E. (1994), *Asymmetry in beef, lamb and pork farm-retail price transmission in Australia*, "Agricultural Economics", 10, 307–316.

Hansen B.E. (1996), *Inference when a nuisance parameter is not identified under the null hypothesis*, "Econometrica", 64, 413–430.

Hansen B.E. (1997), *Inference in TAR models*, "Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics", 2, 1–14.

Hansen B.E. (2000), *Sample splitting and threshold estimation*, "Econometrica", 68, 575–603.

Hendry D.F. (1995), *Dynamic Econometrics*, Oxford University Press, Oxford.

Honarvar A. (2009), *Asymmetry in retail gasoline and crude oil price movements in the United States: An application of hidden cointegration technique*, "Energy Economics", 31, 395–402.

Johnson R.N. (2002), *Search costs, lags and prices at the pump*, "Review of Industrial Organization", 20, 33–50.

Karrenbrock J.D. (1991), *The behavior of retail gasoline prices: symmetric or not?*, "Federal Reserve Bank of St. Louis Review", 73, 19–29.

Kaufmann R. (2011), *The role of market fundamentals and speculation in recent price changes for crude oil*, "Energy Policy", 39, 105–115.

Kaufmann R., Laskowski C. (2005), *Causes for an Asymmetric Relation Between the Price of Crude Oil and Refined Petroleum Products*, "Energy Policy", 33, 1587–1596.

Kaufmann R., Ullman B. (2009), *Oil prices, speculation, and fundamentals: Interpreting causal relations among spot and futures prices*, "Energy Economics", 31, 550–558.

Koltay G. (2012), *Not an average story: Asymmetric price transmission in the Hungarian gasoline retail market*, rozdział 2, [w:] *From structural estimation to quasi experiment. Three essays in empirical industrial organization*, www.etd.ceu.hu/2012/cphkog01.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Kołodziej M., Kaufmann R. (2013), *The role of trader positions in spot and futures prices for WTI*, "Energy Economics", 40, 176–182.

Konopczak M., Sieradzki R., Wiernicki M. (2010), *Kryzys na światowych rynkach finansowych – wpływ na rynek finansowy w Polsce oraz implikacje dla sektora realnego*, „Bank i Kredyt", 6, 45–70.

Kováč E., Putzová A., Zemplinerowá A. (2005), *A Survey of Collusion in Gasoline Markets*, CERGE-EI Discussion Paper Series, no. 148, http://home.cerge-ei.cz/zemplinerova/pub%5Cdp_eugen.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Kovanen A. (2011), *Monetary Policy Transmission in Ghana: Does the Interest Rate Channel Work?*, IMF Working Papers, no. 11/275.

Kuper G.H. (2012), *Inventories and upstream gasoline price dynamics*, "Energy Economics", 34, 208–214.

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, 159–178.

Lanza A. (1991), *Speed of Adjustment and Market Structure: A Study of Gasoline Market in Germany*, Oxford Institute for Energy Studies, EE 14, www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2010/11/EE14-SpeedofAdjustmentandMarketStructureAStudyoftheGasolineMarketinGermany-ALanza-1991.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Leszkiewicz-Kędzior K. (2011), *Modelling fuel prices. An I(1) Analysis*, "Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics", 2, 75–95.

Leszkiewicz-Kędzior K., Welfe A. (2014), *Asymmetric price adjustments in the fuel market*, "Central European Journal of Economic Modelling and Econometrics", 2, 105–127.

Lewis M. S. (2011), *Asymmetric Price Adjustment and Consumer Search: An Examination of the Retail Gasoline Market*, "Journal of Economics and Management Strategy", 20, 409–449.

Liu M., Margaritis D., Tourani-Rad A. (2009), *Monetary Policy and Interest Rate Rigidity in China*, "Applied Financial Economics", 19, 647–657.

Lo M.C., Zivot E. (2001), *Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment to the Law of One Price*, "Macroeconomic Dynamics", 5, 533–576.

L'Oeillet G., Lantz F. (2009), *Crude oil prices and retail prices: is there an asymmetric transmission? Application for France and Germany*, www.aaee.at/2009-IAEE/uploads/fullpaper_iaee09/P_221_L%5C'oeillet_Guillaume_26-Aug-009,%2018:52.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Mangwengwende T., Chinzara Z., Nel H. (2011), *Bank concentration and the interest rate pass-through in Sub-Saharan African Countries*, ERSA Working Papers, no. 233, www.econrsa.org/system/files/publications/working_papers/wp233.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Manning D.N. (1991), *Petrol Prices, Oil Price Rises and Oil Price Falls: Evidence for the United Kingdom since 1972*, "Applied Economics", 23, 1535–1541.

Meyer J., von Cramon-Taubadel S. (2004), *Asymmetric Price Transmission: A Survey*, "Journal of Agricultural Economics", 55, 581–611.

Miller D.J., Hayenga M.L. (2001), *Price cycles and asymmetric price transmission in the US pork market*, "American Journal of Agricultural Economics", 83, 551–562.

Miłobędzki P. (2007), *Orlen czy Lotos? Kto kształtuje ceny na hurtowym rynku benzyn silnikowych w Polsce?*, [w:] Z. Zieliński (red.), *Dynamiczne Modele Ekonometryczne*, Wydawnictwo UMK, Toruń, 181–188.

Mishkin F.S. (2011), *Over the Cliff: From the Subprime to the Global Financial Crisis*, "Journal of Economic Perspectives", 1, 49–70.

Mohanty S., Peterson E.W., Kruse N.C. (1995), *Price asymmetry in the international wheat market*, "Canadian Journal of Agricultural Economics", 43, 355–366.

Niedziółka D. (2010), *Rynek energii w Polsce*, Difin, Warszawa.

Norman D., Shin D. (1991), *Price adjustment in gasoline and heating oil markets*, American Petroleum Institute, no. 60, Washington D.C.

Oladunjoye O. (2008), *Market structure and price adjustment in the U.S. wholesale gasoline markets*, "Energy Economics", 30, 937–961.

Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) (2013), *Surowce mineralne Polski*, http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce/energetyczne/ropa_naftowa [dostęp: 5.11.2014].

Peltzman S. (2000), *Prices rise faster than they fall*, "The Journal of Political Economy", 108, 466–502.

Petrucelli J., Woolford S. (1984), *A Threshold AR(1) Model*, "Journal of Applied Probability", 21, 270–286.

Pippenger M.K., Goering G.E. (1993), *A Note on the Empirical Power of Unit Root Tests Under Threshold Processes*, "Oxford Bulletin of Economics and Statistics", 55, 473–481.

Pippenger M.K., Goering G.E. (2000), *Additional Results on the Power of Unit Root and Cointegration Tests under Threshold Processes*, "Applied Economics Letters", 7, 641–644.

Polemis M., Fotis P. (2013), *Do gasoline prices respond asymmetrically in the euro zone area? Evidence from cointegrated panel data analysis*, "Energy Policy", 56, 425–433.

Polska Organizacja Przemysłu i Handlu Naftowego (POPiHN) (2013a), *Przemysł naftowy i handel*, raport roczny 2012, Warszawa, www.popihn.pl/download.php?id=4 [dostęp: 5.11.2014].

Polska Organizacja Przemysłu i Handlu Naftowego (POPiHN) (2013b), *Stacje paliw w Polsce 2006–2012*, www.popihn.pl/download.php?id=69 [dostęp: 5.11.2014].

Punyawadee V., Boyd M.S., Faminow M.D. (1991), *Testing for asymmetric pricing in the Alberta pork market*, "Canadian Journal of Agricultural Economics", 39, 493–501.

Radchenko S. (2005), *Oil price volatility and asymmetric response of gasoline prices to oil price increases and decreases*, "Energy Economics", 27, 708–730.

Radchenko S., Shapiro D. (2011), *Anticipated and unanticipated effects of crude oil prices and gasoline inventory changes on gasoline prices*, "Energy Economics", 33, 758–769.

Reagan P.B., Weitzman M.L. (1982), *Asymmetries in price and quantity adjustments by the competitive firm*, "Journal of Economic Theory", 27, 410–420.

Reilly B., Witt R. (1998), *Petrol price asymmetries revisited*, "Energy Economics", 20, 297–308.

Robelius F. (2007), *Giant Oil Fields – The Highway to Oil, Giant Oil Fields and their Importance for Future Oil Production*, rozprawa doktorska, Acta Universitatis Upsaliensis, http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:169774/FULLTEXT01 [dostęp: 5.11.2014].

Salas J.M.I.S. (2002), *Asymmetric price adjustments in a deregulated gasoline market*, "Philippine Review of Economics", 39, 38–71.

Schofield N.C. (2007), *Commodity Derivatives. Markets and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.

Shin D. (1994), *Do Product Prices Respond Symmetrically to Changes in Crude Oil Prices?*, "OPEC Review", 18, 137–157.

Surygała J. (red.) (2006), *Vademecum rafinera. Ropa naftowa: właściwości, przetwarzanie, produkty*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Sznajderska A. (2013), *On the empirical evidence of asymmetric effects in the Polish interest rate pass-through*, "The Journal of Economic Asymmetries", 10, 78–93.

Taylor J.B. (2010), *Zrozumieć kryzys finansowy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Tong H. (1983), *Threshold Models in Non-Linear Time Series Analysis*, Springer-Verlag, New York.

Tong H. (1990), *Non-Linear Time-Series: A Dynamical Approach*, Oxford University Press, Oxford.

Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym (Dz.U. z 2007 r. Nr 52, poz. 343).

Valachy J. (2002), *Price Setting in Transition: The Effect of Takeover on a Petroleum Firm*, https://iweb.cerge-ei.cz/pdf/wp/Wp197.pdf [dostęp: 5.11.2014].

Welfe A. (red.) (2013), *Analiza kointegracyjna w makromodelowaniu*, PWE, Warszawa.

Wlazlowski S. (2003), *Petrol and crude oil prices: Asymmetric price transmission*, "Economics", 11, 1–25.

Wlazlowski S., Giulietti M., Binner J., Milas C. (2009), *Price dynamics in European petroleum markets*, "Energy Economics", 31, 99–108.

Spis rysunków i tabel

Rysunki

1.1. Światowe dzienne wydobycie ropy naftowej (w tys. baryłek) ... 13
1.2. Geograficzna struktura wydobycia ropy naftowej na świecie w 2012 r. ... 15
1.3. Geograficzna struktura konsumpcji ropy naftowej na świecie w 2012 r. ... 15
1.4. Struktura dostaw ropy naftowej do rafinerii krajowych w 2012 r. ... 18
1.5. Struktura importu paliw płynnych w 2012 r. ... 18
1.6. Kierunki importu benzyn silnikowych do Polski w 2012 r. ... 19
1.7. Kierunki importu oleju napędowego do Polski w 2012 r. ... 19
1.8. Struktura eksportu paliw płynnych w 2012 r. ... 20
1.9. Struktura produkcji paliw płynnych w polskich rafineriach w 2012 r. ... 22
1.10. Średni dyferencjał Ural/Brent (w USD/BBL) w latach 2005–2012 ... 22
1.11. Struktura detalicznego rynku paliw w Polsce w latach 2006 i 2012 ... 25
1.12. Struktura konsumpcji paliw w Polsce w latach 2000–2012 ... 26
1.13. Benzyna Pb95 – cena ARA a hurtowa cena PKN Orlen ... 30
1.14. Olej napędowy – cena ARA a hurtowa cena PKN Orlen ... 30
1.15. Cena *spot* baryłki ropy Brent (USD/BBL) ... 31
1.16. Struktura detalicznej ceny benzyny silnikowej Pb95 średnio w 2012 r. ... 31
1.17. Struktura detalicznej ceny oleju napędowego średnio w 2012 r. ... 32
1.18. Etapy procesu kreacji ceny finalnej paliwa w Polsce ... 32
2.1. Asymetria długookresowa ... 36
2.2. Asymetria krótkookresowa wynikająca z różnic w sile reakcji ... 37
2.3. Asymetria wynikająca z czasu trwania dostosowań krótkookresowych ... 37
2.4. Asymetria krótkookresowa wynikająca z różnic w sile i czasie trwania reakcji ... 38
2.5. Asymetria pozytywna ... 39
2.6. Asymetria negatywna ... 39
2.7. Schematy dostosowania do długookresowej trajektorii równowagi ... 48
3.1. Cena benzyny Pb95 na rynku ARA (ara^{PB}) ... 53
3.2. Cena oleju napędowego na rynku ARA (ara^{ON}) ... 53
3.3. Krajowa cena hurtowa benzyny Pb95 (wp^{PB}) ... 53
3.4. Krajowa cena hurtowa oleju napędowego (wp^{ON}) ... 54
3.5. Cena detaliczna benzyny Pb95 (rp^{PB}) ... 54
3.6. Cena detaliczna oleju napędowego (rp^{ON}) ... 54
3.7. Narzuty na cenę hurtową benzyny Pb95 (tax^{PB}) ... 55
3.8. Narzuty na cenę hurtową oleju napędowego (tax^{ON}) ... 55
3.9. Cena baryłki ropy Brent (w PLN) (*brent*) ... 55
3.10a. Krótkookresowa reakcja europejskiej ceny hurtowej Pb95 na zmianę ceny ropy naftowej ... 71
3.10b. Krótkookresowa reakcja europejskiej ceny hurtowej ON na zmianę ceny ropy naftowej ... 71

3.11a. Krótkookresowa reakcja krajowej ceny hurtowej Pb95 na zmianę europejskiej ceny ARA ... 72
3.11b. Krótkookresowa reakcja krajowej ceny hurtowej ON na zmianę europejskiej ceny ARA ... 72
3.12a. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej Pb95 na zmianę krajowej ceny hurtowej ... 72
3.12b. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej ON na zmianę krajowej ceny hurtowej ... 73
3.13a. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej Pb95 na zmianę ceny ropy naftowej ... 74
3.13b. Krótkookresowa reakcja ceny detalicznej ON na zmianę ceny ropy naftowej ... 74
3.14a. Skumulowane funkcje odpowiedzi europejskiej ceny hurtowej Pb95 na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej ... 76
3.14b. Skumulowane funkcje odpowiedzi europejskiej ceny hurtowej ON na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej ... 77
3.15a. Skumulowane funkcje odpowiedzi krajowej ceny hurtowej Pb95 na jednostkowy impuls ze strony hurtowej ceny ARA ... 77
3.15b. Skumulowane funkcje odpowiedzi krajowej ceny hurtowej ON na jednostkowy impuls ze strony hurtowej ceny ARA ... 77
3.16a. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny Pb95 na jednostkowy impuls ze strony ceny hurtowej ... 78
3.16b. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny ON na jednostkowy impuls ze strony ceny hurtowej ... 78
3.17a. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny Pb95 na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej ... 78
3.17b. Skumulowane funkcje odpowiedzi detalicznej ceny ON na jednostkowy impuls ze strony ceny ropy naftowej ... 79
3.18. Test CUSUM na stabilność parametrów modeli ECM z kointegracją progową ... 83

Tabele

1.1. Dzienne wydobycie i zużycie ropy naftowej w Polsce w latach 2006–2012 ... 17
1.2. Wielkość wydobywalnych zasobów złóż zagospodarowanych w Polsce w 2012 r. ... 17
1.3. Krajowe zużycie paliw płynnych ogółem oraz paliw importowanych w 2012 r. ... 21
1.4. Liczba stacji paliw w Polsce w latach 2006–2012 (stan na 31 grudnia) ... 25
3.1. Testy stopnia integracji zmiennych ... 56
3.2. Oszacowania parametrów relacji długookresowych ... 58
3.3. Oszacowania parametrów asymetrycznych modeli ECM ... 60
3.4a. Wyniki testów kointegracji progowej dla benzyny Pb95 ... 62
3.4b. Wyniki testów kointegracji progowej dla oleju napędowego ... 64
3.5. Oszacowania parametrów modeli ECM z kointegracją progową ... 65
3.6. Wyniki testów Walda ... 67
3.7. Czas pełnej transmisji impulsu na poszczególnych etapach dystrybucji (w mies.) ... 75
3.8. Analiza własności stochastycznych modeli ECM z kointegracją progową ... 75