



Relacje cen surowców energetycznych na rynkach światowych

Dr inż. Zbigniew Grudziński*)

Treść: W artykule przedstawiono zmiany cen najważniejszych surowców energetycznych: ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla energetycznego. Ta analiza jest punktem wyjścia do obliczeń, których celem było stwierdzenie, czy w sytuacji dynamicznie zmieniających się cen surowców energetycznych można zaobserwować korelacje między ich cenami, które są istotne pod względem statystycznym. Celem było znalezienie równań pozwalających szacować ceny węgla na podstawie zmian cen innych surowców energetycznych. W wyniku obliczeń statystycznych przedstawiono równania pozwalające szacować ceny węgla energetycznego na podstawie cen ropy naftowej. W artykule skupiono się przede wszystkim na europejskim rynku surowców energetycznych.

Słowa kluczowe:

korelacje cen, ceny ropy naftowej, ceny gazu ziemnego, ceny węgla energetycznego

1. Wprowadzenie

Poziom cen surowców energetycznych ma istotne znaczenie w rozwoju gospodarczym i cywilizacyjnym świata. Gwałtowny wzrost cen nośników energii (zwłaszcza paliw pochodzących z ropy naftowej) wymusił wdrożenie programów racjonalnego użytkowania energii oraz ograniczenia energochłonności gospodarki. Zdarzenia te pokazały również, że ceny te podlegają wpływom wielu nieprzewidywalnych i pozaekonomicznych czynników, jak chociażby sytuacja polityczna w regionach pozyskania paliw (konflikty zbrojne, strajki), czy anomalie pogodowe. Niezwykle istotne czynniki przyszłego rozwoju rynków paliw i surowców energetycznych wynikają także z uwarunkowań ekologicznych, a zwłaszcza z przyjętych międzynarodowych porozumień w sprawie ochrony środowiska. Najważniejsze surowce energetyczne to ropa naftowa, gaz ziemny i węgiel.

Celem artykułu jest przedstawienie zmian cen najważniejszych surowców energetycznych: ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla energetycznego, jakie miały miejsce w ostatnich latach oraz przedstawieniu ich wzajemnych relacji.

2. Ceny ropy, gazu, węgla

W latach 2003÷2008 ceny ropy na świecie rosły w sposób wykładniczy (rys. 1), odzwierciedlając globalny wysoki wzrost gospodarczy. Dopasowanie funkcji wykładniczej jest na poziomie $R^2 = 0,98$, czyli jest prawie 100 %. W tym okresie ceny średnioroczne wzrosły z poziomu 29 USD/bbl (USD/baryłkę) do 97 USD/bbl (średnia z gatunków WTI, Brent, Dubaj). Ten wzrost został przerwany nie tylko z powodu niedoszacowania ryzyka, zbyt wielkiej płynności

i przesadnej pewności siebie inwestorów, ale także przez fakt, że utrzymanie dłużej takiego boomu surowcowego stało się niemożliwe. Kiedy świat pogrążył się w recesji, gwałtownie malejący popyt spowodował znaczny spadek cen. Ceny spadły z poziomu prawie 133 USD/t – lipiec 2007 r. (średnie miesięczne ceny spot wg Banku Światowego) do 41 USD/bbl w grudniu 2008 r.

Zmiany cen średnich miesięcznych ropy naftowej od 2007 r. przedstawia wykres (rys. 2). Jest to średnia cena ropy na rynku spot z trzech gatunków ropy: WTI (West Texas Intermediate), Brent i Dubaj.

Trzeba przypomnieć, że jeszcze w lipcu 2008 r. większość analityków prognozowała kolejne wzrosty indeksów. Taka sytuacja miała być wynikiem oddziaływania przede wszystkim czynników politycznych. Ciągłe ataki partyzanckie na instalacje w Nigerii, kontynuacja programu atomowego w Iranie i reakcje Izraela były powodem takich analiz.

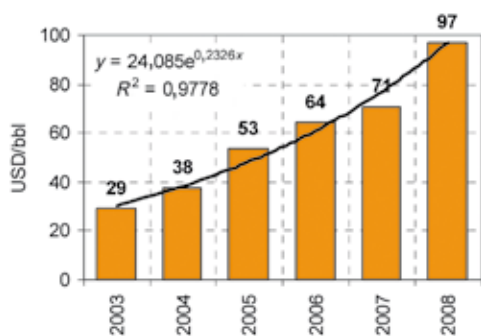
Kilka miesięcy później okazało się, że takie informacje mają znikomy wpływ na ceny ropy naftowej. Decydujący wpływ na rynek ropy miał kryzys finansowy i recesja w głównych gospodarkach światowych.

Spadek zapotrzebowania na ropę spowodował, że ceny zbliżyły się do granicy 40 USD/bbl, a nie jak zapowiadano nawet do poziomu 200 USD/t. Jest sprawą oczywistą, że ceny ropy, jak i innych surowców energetycznych nie mogą ciągle rosnąć, a podlegają okresowym wzrostom i spadkom.

Jak się uważa, to globalny wzrost gospodarczy z lat 2003÷2008 był główną przyczyną wzrostu cen ropy naftowej. Wielu ekspertów także uważa, że znaczny wpływ na poziom indeksów cen ropy w przyszłości będą miały Chiny i Indie. Jeżeli gospodarka tych państw oprze się kryzysowi gospodarczemu – będzie generować zapotrzebowanie na ropę i to może przyczynić się do wzrostu cen ropy już w najbliższym okresie [5].

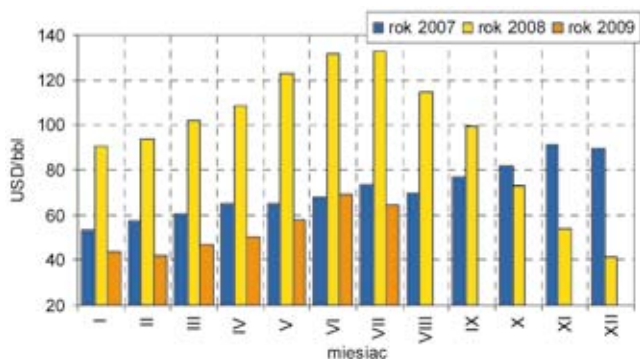
Ceny ropy naftowej wprawdzie wzrosły od początku 2009 r. o około 60 % do poziomu ok. 68÷72 USD/bbl, ale czy ta

*) Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Artykuł opiniował prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke.



Rys. 1 Średnie ceny ropy naftowej (spot oil) w latach 2003÷2008

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Światowego



Rys. 2. Porównanie średnich miesięcznych cen ropy naftowej na rynku spot

Źródło: Bank Światowy, Global Commodity Markets

tendencja się utrzyma, nie jest wcale takie pewne. Wykres (rys. 3) pokazuje, jak zmieniały się średnie ceny ropy WTI, Brent, Dubaj w latach 2007 ÷ lipiec 2009.

Ropa WTI jest ropą lekką (gęstość około 40°API¹) o niskiej zawartości siarki, jest generalnie najdroższą ropą. Ceny ropy Brent (około 38°API) zazwyczaj plasują się na poziomie pośrednim pomiędzy WTI a ropą Dubaj (około 32°API). Ropa WTI jest wskaźnikową ropą dla rynku amerykańskiego, Brent dla rynku europejskiego, a Dubaj dla rynku azjatyckiego [2].

Relacje pomiędzy cenami można prześledzić na wykresie (rys. 3). Porównanie przebiegu tych cen dowodzi pełnej zgodności trendów cenowych na poszczególnych rynkach.

W ostatnich latach na rynkach światowych obserwowano wyraźne wzrosty nie tylko cen ropy, ale także gazu ziemnego i węgla energetycznego. Porównanie tych cen przedstawiono na rysunku 4. Rysunek ten pokazuje zmienność cen głównych surowców energetycznych w imporcie na rynki europejskie: węgla energetycznego (na bazie CIF ARA), brytyjskiej ropy Brent oraz cen gazu ziemnego z rynku UE i USA. Cenę spot gazu ziemnego w USA przedstawiono, ponieważ pokazuje, jak różni się europejski i amerykański rynek gazu. Ceny wszystkich surowców pokazano w jednostkach naturalnych.

W Europie ceny gazu są definiowane głównie w kontaktach długoterminowych. Ceny te związane są z cenami ropy naftowej, ale podążają z pewnym opóźnieniem (od 1 do 3

kwartałów). W USA na rynku gazu dominują głównie ceny spot. Bieżące ceny na rynku ropy naftowej są od razu dyskontowane na rynku gazu. Ceny te więc podążają za cenami ropy niemal natychmiast.

W ostatnich miesiącach słychać było o działaniach zmierzających do tego, aby ceny gazu „oderwać” od cen ropy, a bardziej związać z cenami energii elektrycznej. Temu celowi miała służyć próba stworzenia tzw. kartelu gazowego na wzór OPEC. Jednak obecnie perspektywa stworzenia takiego kartelu wydaje się odległa. Inicjatywę tę wspiera bardzo Rosja, która ma największe zasoby gazu ziemnego w świecie.

Na rysunku 5 przedstawiono porównanie cen tych surowców w jednostkach porównywalnych – w przeliczeniu na USD/GJ. Średnia (w 2009 r.) cena węgla energetycznego notowanego w portach ARA wynosiła 2,7 USD/GJ (za węgiel 6000 kcal/kg), gazu ziemnego – 9,1 USD/GJ, a ropy naftowej 8,1 USD/GJ. W stosunku do cen węgla – ceny gazu ziemnego na rynku europejskim w ostatnim roku są więc wyższe ponad trzykrotnie.

3. Oszacowanie zależności pomiędzy cenami podstawowych surowców energetycznych

Już sama obserwacja wykresów na rysunkach 4 i 5 pokazuje, że zależności pomiędzy cenami surowców istnieją. Jednak powstaje pytanie, jak te korelacje są silne.

W celu zbadania zależności pomiędzy cenami podstawowych surowców energetycznych wykonano (metodą regresji liniowej) analizę cen tych surowców okresie: styczeń 2007 ÷ lipiec 2009.

W obliczeniach wykorzystano następujące dane o cenach węgla:

- z RPA FOB RB (węgiel z portu Richards Bay) – cena ta jest średnią z trzech indeksów: ICR-Platts [9], globalCOAL [11] oraz CDI-Argus [8],
 - z Australii FOB Newcastle – według Banku Światowego (Global Commodity Markets [7,15]),
 - w imporcie do Europy: CIF² ARA (porty Amsterdam–Rotterdam–Antwerpia) – cena ta jest średnią z trzech indeksów; ICR-Platts, globalCOAL oraz CDI-Argus,
- a także dane o cenach różnych gatunków ropy (Brent, WTI, Dubaj oraz średnia ważona ceny spot na świecie) oraz gazu na rynkach UE i USA – według Global Commodity Markets.

Wszystkie wielkości analizowano w jednostkach naturalnych. Przedmiotem analizy były średnie dane miesięczne.

Celem tej analizy było stwierdzenie, czy w sytuacji dynamicznie zmieniających się cen surowców energetycznych można zaobserwować korelacje istotne pod względem statystycznym. Innymi słowy – czy na podstawie cen ropy naftowej (i/lub gazu ziemnego) można ustalić relację pozwalającą na oszacowanie cen węgla energetycznego na różnych rynkach.

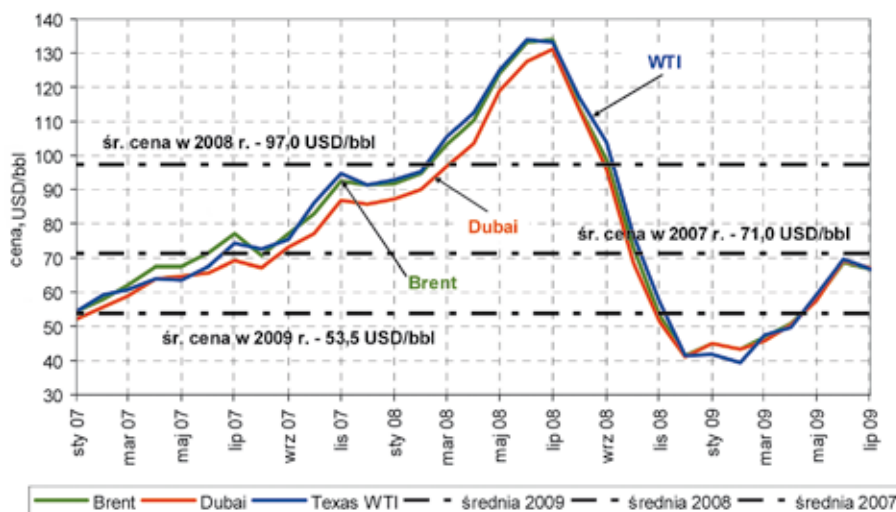
Głównym parametrem oceny był współczynnik regresji R^2 . Wartość tego współczynnika mówi o dopasowaniu równania do danego modelu danych: im wyższa wartość tego współczynnika, tym więcej zmienności zostało wytłumaczonych przez równanie regresji [1].

W rzeczywistości współczynnik regresji jest zawsze mniejszy od jedności ($R^2 < 1$). W analizowanym zagadnieniu można przyjąć, że jeżeli $R^2 > 0,8$, to dana zależność jest statystycznie istotna.

W wyniku badań przeanalizowano wszystkie korelacje między cenami węgla energetycznego (FOB i CIF) na wy-

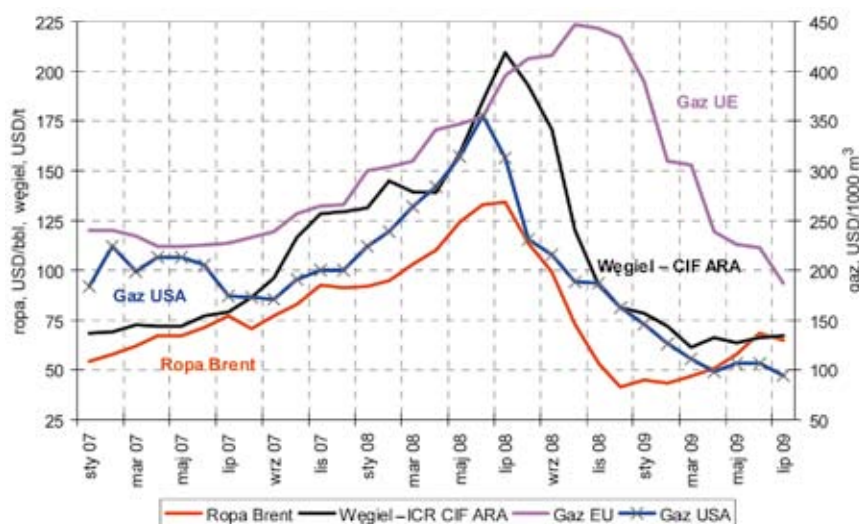
¹ skala gęstości produktów naftowych opracowana przez American Petroleum Institute i National Bureau of Standards. Wysoka wartość API oznacza niską gęstość ropy naftowej [13].

² algorytm określania ceny w imporcie: FOB + (fracht + ubezpieczenie) = CIF



Rys. 3. Porównanie cen ropy: WTI, Brent i Dubai

Źródło: Global Commodity Markets



Rys. 4. Porównanie cen ropy Brent z cenami gazu ziemnego na rynkach europejskich i USA oraz z cenami węgla energetycznego w imporcie do Europy – w jednostkach naturalnych

Źródło: obliczenia własne na podstawie ICR – Platts i Global Commodity Markets

branych rynkach oraz cenami różnych gatunków ropy i gazu ziemnego [3, 4, 5].

Na podstawie przeprowadzonej analizy można sformułować następujące wnioski:

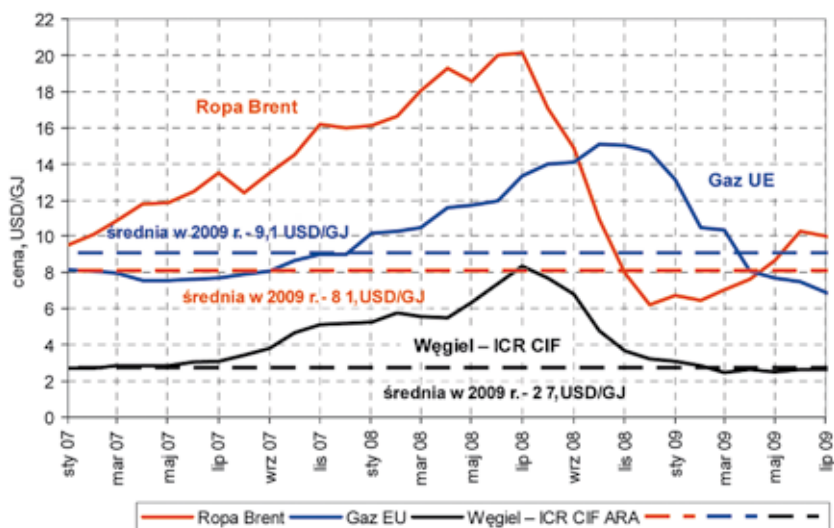
- występujący w drugiej połowie 2008 r. silny trend spadkowy cen surowców energetycznych (oprócz cen gazu na rynku UE) spowodował, że tendencje zmian cen poszczególnych surowców zaczęły się wyraźniej różnić,
- trendy spadku – pomimo jednoznacznego kierunku (oprócz cen gazu w UE) – przebiegają w różny sposób,
- obecne ceny ropy naftowej i węgla energetycznego kształtują się na poziomie cen z połowy 2006 r., a ceny gazu ziemnego UE z 2005 r. Ceny gazu na rynku amerykańskim są tak niskie jak były w 2002 r.,
- gdyby analizę prowadzić tylko na danych do sierpnia 2008 r., to współczynnik R^2 osiągałby wartość ponad 0,9; takie rezultaty otrzymano zarówno dla węgla RB i gazu UE, węgla RB i ropy Brent oraz węgla CIF ARA i gazu UE,

a wyznaczone zależności były zdecydowanie silniejsze niż w przypadku, gdy w analizie był uwzględniany cały 2008 r. i 2009 r. do lipca.

Na rysunkach 6÷9 przedstawiono wybrane najsilniejsze korelacje pomiędzy poszczególnymi surowcami energetycznymi, jakie udało się znaleźć w wyniku analizy regresji.

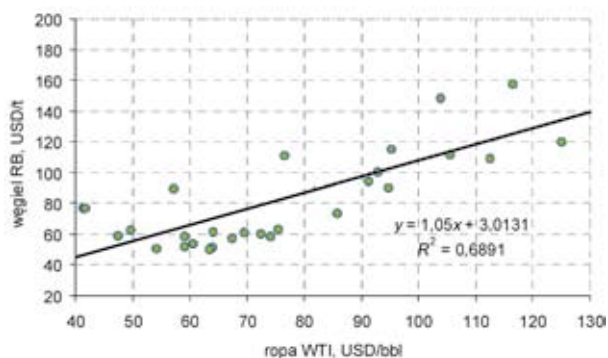
Najsilniejsza korelacja (na poziomie $R^2=0,86$) występuje dla ceny węgla CIF ARA oraz cen ropy WTI na rynku amerykańskim. Niewiele gorsze wyniki uzyskano dla cen CIF ARA oraz cen ropy Brent, $R^2=0,84$. Wykres ten wyróżniono dlatego, gdyż przedstawia najsilniejszą korelację cen surowców dla rynku europejskiego.

Również dla węgla RB (rys. 6) najsilniejszą korelację stwierdzono z cenami ropy WTI (na poziomie $R^2=0,69$). Jednak szacowanie cen węgla RB na podstawie przedstawionego równania wiązałoby się z możliwością popełnienia dużego błędu. Tylko 69 % zależności wyjaśnia równanie przedstawione na wykresie.



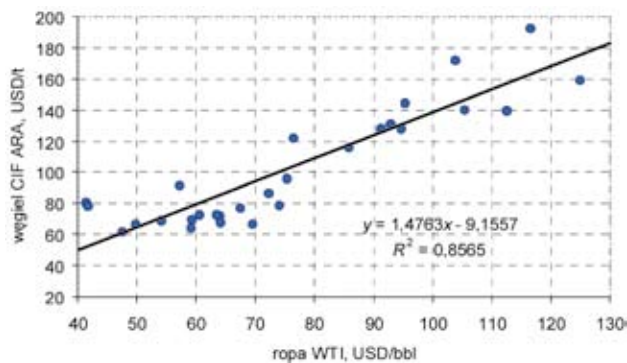
Rys. 5. Porównanie cen ropy Brent z cenami gazu ziemnego na rynkach europejskich i USA oraz z cenami węgla energetycznego w imporcie do Europy – w jednostkach porównywalnych (USD/GJ)

Źródło: obliczenia własne na podstawie ICR – Platts i Global Commodity Markets



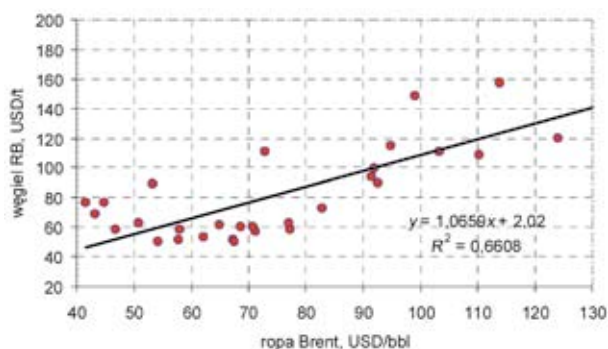
Rys. 6. Zależność pomiędzy ceną węgla FOB RB (Richards Bay) a cenami ropy WTI w okresie 2007÷lipiec 2009

Źródło: obliczenia własne



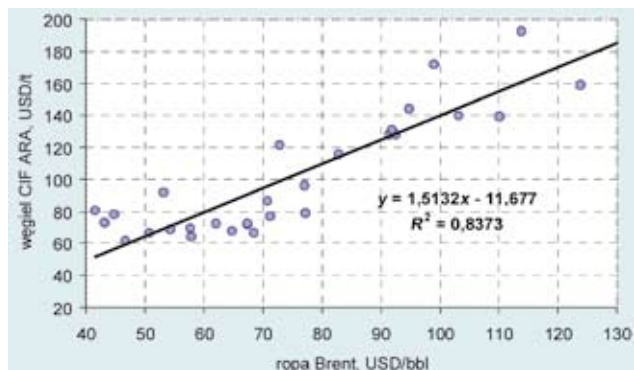
Rys. 8. Zależność pomiędzy ceną węgla CIF ARA a cenami ropy WTI w okresie 2007÷lipiec 2009

Źródło: obliczenia własne



Rys. 7. Zależność pomiędzy ceną węgla FOB RB (Richards Bay) a cenami ropy Brent w okresie 2007÷lipiec 2009

Źródło: obliczenia własne

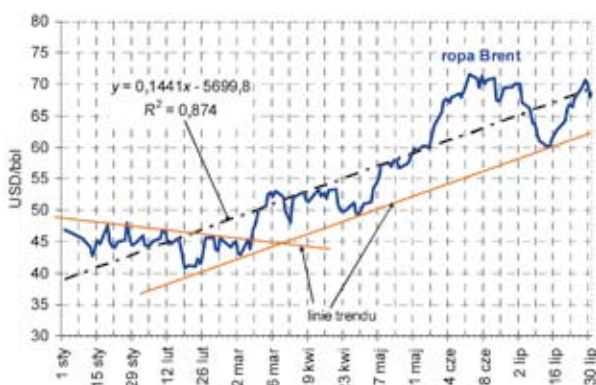


Rys. 9. Zależność pomiędzy ceną węgla CIF ARA a cenami ropy Brent w okresie 2007÷lipiec 2009

Źródło: obliczenia własne

Pomimo tak dużych zmian na rynkach surowców energetycznych, korelacje cen węgla CIF ARA i ropy naftowej są wysokie. Wyznaczone równanie regresji pozwala – z pewnym przybliżeniem – oszacować cenę węgla energetycznego przy danym poziomie cen ropy naftowej. Takie obliczenia mogą być zwłaszcza pomocne przy prognozowaniu przyszłych trendów cen węgla.

Na rysunku 10 przedstawiono zmiany cen ropy typu Brent w notowaniach dziennych w 2009 r. Dane te ujmują okres od stycznia 2009 r. do lipca 2009 r. Na wykresie zaznaczono też główne tendencje zmian cen. Po tendencji spadkowej, która trwała do połowy marca obecnie ceny przeszły w trend wzrostowy. Mimo występowania okresowych spadków cen ceny mają tendencje wzrostową. Wahania cen w tym trendzie wzrostowym przekraczają 10 USD/bbl.



Rys.10. Notowania dzienne ropy Brent w 2009 r. w USD/bbl

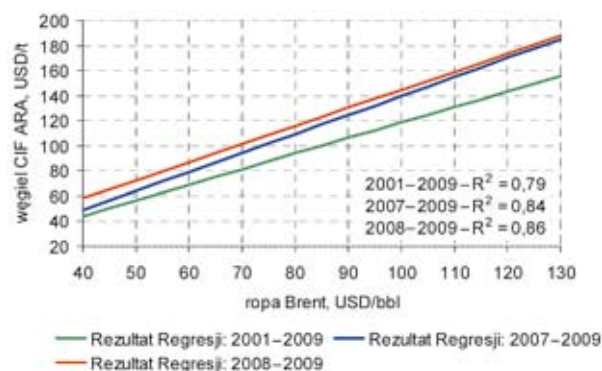
Źródło: obliczenia własne na podstawie [10,12,14]

Opierając się na wyznaczonej zależności cen węgla CIF ARA z ceną ropy (WTI) można wnioskować, że przy aktualnych cenach ropy naftowej (około 60÷70 USD/baryłkę) cena węgla powinna wynosić około 70÷80 USD/tonę, czyli że obecne ceny węgla spot są niższe o około 10 % w stosunku do wyznaczonych zależności.

Musimy jednak pamiętać, że wyznaczone zależności dotyczą tylko relacji cen konkretnych gatunków surowców na konkretnych rynkach. W okresie bardzo dynamicznych zmian cen rynkowych projekcje cen na krótkie okresy mogą być obciążone znaczącymi błędami [6]. Na rysunku 11 przedstawiono porównanie przebiegu linii regresji obliczonych na podstawie cen ropy Brent i węgla CIF ARA dla trzech okresów: 2001÷2009, 2007÷2009 oraz 2008÷2009. Wykorzystując zależności z tych obliczeń do prognozowania cen węgla można powiedzieć, że zależność z okresu 2008÷2009 dawałaby maksymalną cenę węgla, a z okresu 2001÷2009 cenę minimalną. Różnice między tymi wyliczeniami wynosiłyby ± 10 USD/Mg. 2008 r. był rokiem największych zmian cen węgla w historii i ta sytuacja w znaczący sposób wpłynęła na przedstawione wyniki.

4. Podsumowanie

Gospodarka światowa znajduje się wciąż w stanie dużej niepewności, związanej z przebiegiem kryzysu ekonomicznego: czy obecne coraz bardziej optymistyczne sygnały gospodarcze będą trwałe w dłuższej perspektywie, czy dla świata rozpoczął się już etap wychodzenia z kryzysu? Dla



Rys 11. Porównanie wyników regresji liniowej dla cen węgla CIF ARA oraz ropy Brent w różnych okresach

Źródło: obliczenia własne

rynku paliw i energii istotne jest, jak ta sytuacja wpłynie na poziom cen surowców energetycznych.

Przedstawione w artykule równania regresji pozwalają, z pewnym błędem, szacować ceny węgla energetycznego na poziomie CIF ARA na podstawie cen ropy naftowej. To że istnieją związki pomiędzy cenami surowców energetycznych jest powszechnie znane. Przedstawiona tu analiza statystyczna pozwoli tym związkom nadać formę równań matematycznych.

Ropa naftowa jest towarem notowanym na wielu giełdach, co powoduje, że reakcja na wahania podaży-popytu na świecie, czynniki polityczne, arbitralne decyzje ministrów krajów OPEC w odniesieniu do cen i kwot wydobycia oraz inne zdarzenia jest szybka i taka sama na wszystkich rynkach. Natomiast ceny węgla nie są jeszcze tak w pełni rynkowe, jak ceny ropy.

Ta sytuacja powoduje, że przy analizie problemu cen węgla istnieje konieczność szerszego spojrzenia na sytuację na całym rynku surowców energetycznych. Obserwując zdarzenia na innych rynkach, można uzyskać orientację co do ich ogólnego zachowania, unikając zarazem patrzenia na rynki w wąskiej branży. Ze względu na powiązania pomiędzy wieloma rynkami, które reagują na podobne czynniki ekonomiczne, zachowanie cen na jednym rynku może być cenną wskazówką odnośnie do przyszłego rozwoju wydarzeń na innych rynkach.

Trzeba mieć jednak świadomość, że także na współczesnych rynkach węglowych zmiany cen na rynkach spot w coraz mniejszym stopniu wynikają z klasycznej relacji popytowo-podażowej, a są uzależnione od gry rynkowej na rynkach finansowych. Zawierane tam transakcje finansowe nie wiążą się z koniecznością fizycznego zakupu czy dostawy węgla.

Uczestnicy transakcji na rynkach finansowych najczęściej inwestują również w inne surowce, a zwłaszcza w ropę. Stąd coraz wyraźniejsze związki w tendencjach zmienności cen tych surowców.

Literatura

1. Grudziński Z., Lorenz U. (red.) i in.: Opracowanie metodyki tworzenia systemu cen węgla brunatnego, Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, s. 255.
2. Lorenz U., Grudziński Z.: Pozarynkowe czynniki wpływające na ceny surowców energetycznych. XV Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej”. Zakopane, 14–17 października 2001. Sympozja i Konferencje nr 52. Wyd. Instytutu GSMiE PAN. Kraków 2001, s. 171÷183.

3. *Lorenz U., Grudziński Z.*: Krótkoterminowa prognoza cen węgla energetycznego. *Polityka Energetyczna*, tom 9, z.1. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, 2006, s. 33÷44.
 4. *Lorenz U., Grudziński Z.*: Perspektywy dla międzynarodowych rynków węgla energetycznego. *Polityka Energetyczna*, tom 10, z. specjalny 2. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, 2007, s. 497÷514.
 5. *Lorenz U.*: Wzrosty i spadki cen węgla energetycznego na świecie w 2008 roku. *Prz. Gór.* nr 3-4, Wyd. ZG SITG Katowice, 2009, s. 1÷8.
 6. *Lorenz U.*: Rynki węgla energetycznego w dobie kryzysu. *Polityka Energetyczna* tom 12, z.2/2. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, 2009.
 7. *Global Commodity Markets* – Bank Światowy.
 8. *CDI – Argus Coal Daily International*. Wyd. Argus Media Ltd .
 9. *ICR – International Coal Report*. Wyd. Platts – The McGraw Hill Companies, England.
 10. www.e-petrol.pl
 11. www.globalcoal.com
 12. www.opec.org
 13. www.petroinvest.pl
 14. www.wnp.pl
 15. www.worldbank.org
-
-