



## Ewa Jankowska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania  
Katedra Ekonometrii i Statystyki  
ewaj@doktorant.umk.pl

# ŚRODOWISKOWA KRZYWA KUZNETSA W DEKARBONIZACJI EUROPEJSKICH GOSPODAREK

**Streszczenie:** Regulacje unijne, które nakładają na państwa członkowskie obowiązek ograniczenia emisji szkodliwych gazów cieplarnianych oraz zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii, bezpośrednio wpływają na kształt polityki energetycznej państw europejskich. Celem badania jest określenie wpływu wzrostu gospodarczego na emisję zanieczyszczeń poprzez weryfikację środowiskowej krzywej Kuzneta oraz ocena wpływu wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych na jakość środowiska. W badaniu oszacowano parametry modelu ekonometrycznego dla 29 państw europejskich w oparciu o zestaw danych panelowych z lat 2000-2011.

**Słowa kluczowe:** modele panelowe, środowiskowa krzywa Kuzneta, odnawialne źródła energii.

## Wprowadzenie

Rozwój niskoemisyjnej gospodarki wynika z potrzeby ograniczania emisji gazów cieplarnianych w obszarze współczesnej cywilizacji. Dlatego w celu poprawy jakości powietrza i zapewnienia zrównoważonego rozwoju gospodarczego istotne jest zmniejszenie udziału stałych paliw kopalnych w wytwarzaniu energii, wprowadzenie innowacyjnych technologii oraz poprawienie efektywności energetycznej. Jednym ze sposobów wdrażania gospodarki niskoemisyjnej jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze energetycznej.

Celem niniejszego artykułu jest określenie wpływu wzrostu gospodarczego na emisję zanieczyszczeń poprzez weryfikację hipotezy środowiskowej krzywej Kuzneta (ang. *environmental Kuznets curve* – EKC). W pracy skupiono się na

oszacowaniu parametrów modelu ekonometrycznego dla 29 państw europejskich w oparciu o zestaw danych panelowych z lat 2000-2011. Badanie danych panelowych pozwoliło na przeprowadzenie jednoczesnej analizy w wymiarze czasowym i przestrzennym. W pracy podjęto również próbę odpowiedzi na pytanie, jaki wpływ na jakość środowiska ma wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych. Dlatego do modelu włączono zmienną objaśniającą, związaną z intensywnością wykorzystania energii odnawialnej w państwach europejskich.

## 1. Ewolucja polityki ekologicznej

Ochrona środowiska jest jednym z głównych problemów współczesnego świata oraz nieodłącznym elementem polityki zrównoważonego rozwoju. Skutki globalnego ocieplenia, w tym wpływ na gospodarkę światową, przedstawia (budzący wiele kontrowersji) Raport Sterna, który stał się teoretyczną podstawą do podejmowania działań przez Międzynarodowy Panel ds. Zmian Klimatycznych. Zaprezentowane w tym dokumencie wyniki badań wskazują, że korzyści z podejmowanych działań na rzecz ochrony środowiska znacznie przewyższają koszty. Jeśli nie zostaną podjęte żadne działania na rzecz ochrony środowiska, to całkowite koszty i ryzyko zmian klimatycznych będą równoznaczne z utratą, co najmniej 5% światowego PKB rocznie. W pesymistycznym wariantcie, opisanym przez N. Sterna, konsekwencje zmian klimatycznych mogą przekroczyć 20% światowego PKB rocznie. Natomiast podjęcie skutecznych działań, zmierzających do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w celu uniknięcia skutków zmian klimatycznych, może zmniejszyć całkowite koszty do 1% światowego PKB rocznie [Stern, 2007].

Troska o otaczające środowisko, konieczność ograniczania negatywnych czynników wpływających na nie, wymusza tworzenie nowych norm i reguł prawnych. Działania na rzecz ochrony środowiska w Europie w głównej mierze realizowane są poprzez dostosowywanie prawa do porozumień międzynarodowych. Jednym z takich porozumień jest protokół podpisany w Kioto, który zobowiązuje państwa do 5% redukcji gazów cieplarnianych [Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu]. Wypracowane porozumienie w 2012 r. w Doha, w sprawie przedłużenia obowiązywania postanowień Protokołu z Kioto o osiem lat do 2020 r. (tzw. drugi okres rozliczeniowy), zobowiązuje państwa do redukcji emisji gazów cieplarnianych o 18% do 2020 r. w stosunku do 1990 r. [Doha amendment to the Kyoto Protocol].

Unia Europejska postanowiła zaostrzyć kryteria Protokołu z Kioto w zakresie przeciwdziałaniom zmianom klimatycznym. Zgodnie z ustanowionym pakietem klimatyczno-energetycznym, państwa członkowskie zobowiązały się ograniczyć o 20% emisję gazów cieplarnianych, zwiększyć o 20% udział źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym oraz podnieść o 20% efektywność energetyczną do końca 2020 r. W długiej perspektywie polityki klimatyczno-energetycznej założono, że do 2030 r. państwa członkowskie ograniczą, o co najmniej 40% emisję gazów cieplarnianych w porównaniu z emisją z 1990 r. Dodatkowo zwiększą one, o co najmniej 27% udział energii ze źródeł odnawialnych w energii zużywanej w UE oraz poprawią, o co najmniej 27% efektywność energetyczną. Opracowane przez UE długoterminowe plany działania, takie jak np. „Energetyczna Mapa Drogowa 2050”, która jest uzupełnieniem „Mapy Drogowej dojścia do gospodarki niskoemisyjnej do 2050 roku”, przedstawiają ściśle określone normy i konkretne rozwiązania w zakresie efektywności energetycznej. Zgodnie z tymi planami państwa członkowskie zobowiązane są do zredukowania emisji gazów cieplarnianych do 2050 r. o 80%-95%. Dla państw członkowskich, w których produkcja energii oparta jest w głównej mierze na węglu, może oznaczać to całkowite zdefiniowanie nowego modelu funkcjonowania rynku energii. Najważniejszym z proponowanych wariantów dekarbonizacji europejskiego sektora energetyki jest wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (OZE). Plan osiągnięcia wyznaczonego celu zwiększenia ilości wytwarzanej energii ze źródeł odnawialnych pokrywa się w czasie z planem zmniejszenia zużycia energii z paliw kopalnych.

Komisja Europejska w 2012 r. opublikowała komunikat o nazwie „Energia odnawialna: ważny uczestnik europejskiego rynku energii” [Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Rady Regionów: Energia odnawialna...], w którym pozytywnie oceniono rozwój sektora energii odnawialnej. Dzięki korzyściom skali i postępowi technologicznemu rozwój sektora energii odnawialnej nastąpił znacznie szybciej niż założono w planach. Komunikat odwołuje się do istotnej kwestii poruszanej w dokumencie „Europa 2020 – Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu”, w którym znajduje się m.in. „projekt na rzecz uniezależnienia wzrostu gospodarczego od wykorzystania zasobów, przejścia na gospodarkę niskoemisyjną, większego wykorzystania odnawialnych źródeł energii, modernizacji transportu oraz propagowania efektywności energetycznej” [Komunikat Komisji: Europa 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju..., s. 6].

## 2. Charakterystyka środowiskowej krzywej Kuzneta

Teoretyczne podejście, wyjaśniające wpływ zbiorowego zachowania człowieka w kontekście presji na środowisko oraz zrównoważonego rozwoju ma odzwierciedlenie w środowiskowej krzywej Kuzneta [Dinda, 2004, s. 431-455]. Teoria ta wywodzi się od amerykańskiego ekonomisty S. Kuzneta, który jako pierwszy w połowie lat 50. XX w. opisał nieliniową zależność pomiędzy zamożnością a nierównością dochodową<sup>1</sup>. Wykazał, iż wraz ze wzrostem zamożności nierówność dochodowa rośnie, a po przekroczeniu pewnego poziomu zaczyna spadać. Graficzna prezentacja tej zależności przypomina kształt odwróconej litery „U” [Kuznets, 1955]. Na początku lat 90. XX w. podobną tendencję dla dewastacji środowiska (zależność pomiędzy produktem krajowym brutto *per capita* a poziomem zanieczyszczeń) zauważyli amerykańscy ekonomiści G.M. Grosmann i A.B. Krueger [Grosman, Krueger, 1991].

Hipoteza środowiskowej krzywej Kuzneta (EKC) odnosi się do relacji między degradacją środowiska a rozwojem gospodarczym. W początkowych etapach wzrostu gospodarczego występuje wzrost poziomu zanieczyszczeń, związany z eksploatacją środowiska, w celu tworzenia dobrobytu. Tendencja ta odwraca się po przekroczeniu pewnego poziomu dochodów (ang. *Income Turning Point* – ITP). Wówczas sytuacja się odmienia i zaczynają rosnać nakłady na ochronę środowiska.

Prowadzone od ponad 20 lat badania empiryczne, w dużej mierze potwierdzają tego typu zależność w wielu obszarach ochrony środowiska. Koncentrują się one na weryfikowaniu hipotezy środowiskowej krzywej Kuzneta z wykorzystaniem różnych zmiennych zależnych, m.in. zanieczyszczenia powietrza lub wody, wylesienia, różnorodności biologicznej

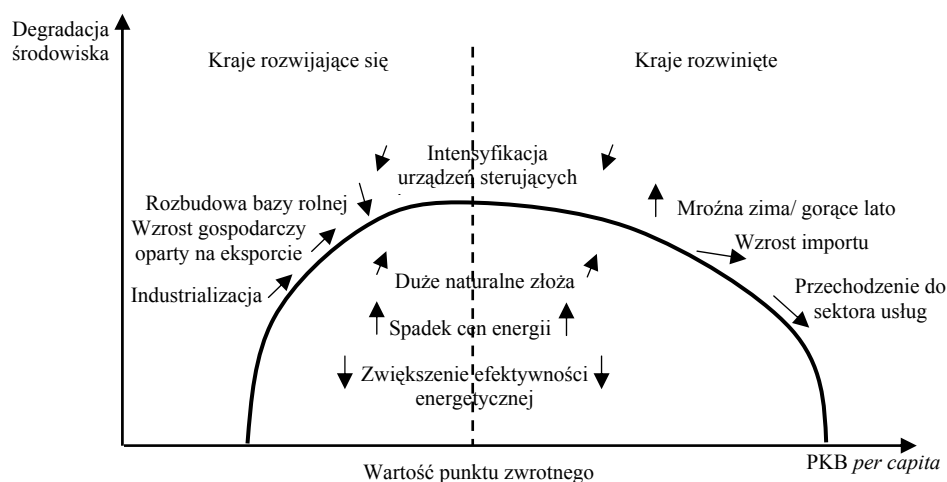
Na kształt krzywej wpływa wiele czynników, które najczęściej powiązane są ze zmianami dochodów oraz zamożności społeczeństwa. Wśród czynników mających największy wpływ należy wymienić „zmiany struktury produkcji i konsumpcji, zmiany zapotrzebowania na usługi środowiska o wyższej jakości, instrumenty internalizacji kosztów zewnętrznych i postęp techniczny w dziedzinie redukcji zanieczyszczeń” [Jeżowski, 2012, s. 108]. Czynniki oraz kierunek wpływu na kształt krzywej zostały przedstawione na rys. 1. Tempo wzrostu lub spadku presji na środowisko zależy od siły oddziaływania poszczególnych czynników.

---

<sup>1</sup> Za twórcę środowiskowej krzywej Kuzneta (ang. *Environmental Kuznets Curve* – EKC) uznaje się amerykańskiego ekonomistę S. Kuzneta, który za swoje badania nad wzrostem gospodarczym otrzymał w 1971 r. Nagrodę Nobla.

Opieranie polityki zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska na środowiskowej krzywej Kuzneta wymaga ostrożności, a także krytycznego podejścia. Niektóre badania empiryczne dowodzą, że środowiskowa krzywa Kuzneta sprawdza się tylko dla niektórych zanieczyszczeń, co oznacza, że nie można uogólniać wyników na wszystkie zanieczyszczenia oraz zasoby naturalne. Istnieje realne zagrożenie, że stosowanie instrumentów ekonomicznych i prawnych, zmierzające do wdrożenia czystych technologii, może mieć odwrotny skutek od zamierzonego. Zmienność oraz złożoność otoczenia i procesów gospodarczych jest wystarczającą podstawą, by nie mieć pewności, iż stosowana polityka ochrony środowiska jest skuteczna. Systematyczna zmiana w sytuacji gospodarczej, spadek PKB, trudności i kryzys gospodarczy, tworzą ryzyko wystąpienia niekorzystnej sytuacji, w której pozytywne skutki środowiskowej krzywej Kuzneta mogą przerodzić się w skutki negatywne dla jakości środowiska oraz zrównoważonego rozwoju. Chodzi tu m.in. o zmiany zachowania konsumentów społeczeństw mniej zamożnych, którzy zaczną rezygnować z dóbr ekologicznych, jak również o osłabienie zaangażowania w przestrzeganiu wymogów rozwoju zrównoważonego [Jeżowski, 2012, s. 110].

W zależności od tego, czy państwo należy do grupy rozwijających się czy wysoko rozwiniętych, będzie prowadziło odpowiednią politykę ochrony środowiska. Krzywa Kuzneta wskazuje, że państwa mniej zamożne, dążące do osiągnięcia określonego poziomu dochodu, będą bardziej skłonne do zaakceptowania większej presji na środowisko. Natomiast państwa wysoko rozwinięte będą dążyły do ograniczenia zanieczyszczeń. W związku z odmiennymi potrzebami istnieje ryzyko wystąpienia napięć w skali międzynarodowej.



**Rys. 1.** Czynniki wpływające na kształt środowiskowej krzywej Kuzneta

Źródło: [Agras, Chapman, 1999, s. 275].

W ujęciu ogólnym, model opisujący zależność pomiędzy poziomem zanieczyszczenia środowiska a dochodem jest funkcją wielomianową następującej postaci:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \eta_{it} \quad (1)$$

gdzie:

$y$  – wskaźnik degradacji środowiska, mierzony np. jako zanieczyszczenia powietrza, wylesianie, odpady komunalne, zanieczyszczenia wody (zazwyczaj wartość podawana w ekwiwalencie dwutlenku węgla)

$x$  – poziom rozwoju gospodarczego, mierzony jako produkt krajowy brutto *per capita*

$z$  – inne zmienne wpływające na degradację środowiska

$\eta_{it}$  – składnik losowy.

W literaturze istnieje wiele kształtów środowiskowych krzywych Kuznetsa w zależności od wartości współczynników, które zostały przedstawione w tab. 1.

**Tabela 1.** Kształt krzywej EKC w zależności od wartości współczynników

Klasyczna EKC (U)	$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 = 0$
Odwrócona EKC (odwrócona U)	$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 = 0$
Kubiczna klasyczna EKC (N)	$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 > 0$
Kubiczna odwrócona EKC (∩)	$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 < 0$
Rosnąca EKC	$\beta_1 > 0, \beta_2, \beta_3 = 0$
Malejąca EKC	$\beta_1 < 0, \beta_2, \beta_3 = 0$
Stała EKC	$\beta_1, \beta_2, \beta_3 = 0$

Klasyczna środowiskowa krzywa Kuznetsa jest opisana funkcją kwadratową  $f(x)$ :

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \eta_{it} \quad (2)$$

Krzywa przyjmie kształt odwróconej litery „U”, gdy funkcja  $f(x)$  jest malejąca. Funkcja  $f(x)$  jest ściśle malejąca wtedy i tylko wtedy, gdy jej pierwsza pochodna jest ujemna. Jeśli pochodna funkcji  $f(x)$  w punkcie  $x_0$  będzie równa zero, tj.  $f'(x) = 0$  oraz jeżeli pochodna rzędu drugiego  $f''(x)$  w punkcie  $x_0$  jest ujemna, tj.  $f''(x) < 0$ , to w punkcie  $x_0$  jest maksimum lokalne.

### 3. Analiza empirycznego modelu ekonometrycznego

Celem niniejszego artykułu jest próba wyjaśnienia wpływu wzrostu gospodarczego na emisję zanieczyszczeń. Hipoteza środowiskowej krzywej Kuznetsa została zweryfikowana za pomocą analizy danych panelowych. Badanie przeprowadzono na podstawie próby badawczej, którą stanowiło 29 państw europej-

szych w latach 2000-2011. Pozyskane dane miały charakter przekrojowo-czasowy. W pracy podjęto próbę określenia wpływu dochodu krajowego brutto *per capita* na poziom całkowitej emisji gazów cieplarnianych (wyrażoną w ekwiwalencie dwutlenku węgla, indeksowaną do 1990 r.). W tym celu wykorzystano funkcję wielomianową stopnia trzeciego z dwoma alternatywnymi specyfikacjami zmiennych:

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \eta_{it} \quad (3)$$

$$\ln y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 \ln x_{it} + \beta_2 (\ln x_{it})^2 + \beta_3 (\ln x_{it})^3 + \eta_{it} \quad (4)$$

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \eta_{it} \quad (5)$$

$$\ln y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \beta_1 \ln x_{it} + \beta_2 (\ln x_{it})^2 + \beta_3 (\ln x_{it})^3 + \beta_4 \ln z_{it} + \eta_{it} \quad (6)$$

gdzie:

$y_{it}$  – całkowita emisja gazów cieplarnianych w ekwiwalencie CO<sub>2</sub> indeksowana do 1990 r. dla obiektu  $i$  w okresie  $t$

$\alpha_i$  – efekt jednostkowy dla obiektu  $i$

$\lambda_t$  – efekt jednostkowy dla okresu  $t$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  – parametry strukturalne

$x_{it}$  – dochód krajowy brutto *per capita* dla obiektu  $i$  w okresie  $t$

$z_{it}$  – udział wytwarzanej energii ze źródeł odnawialnych dla obiektu  $i$  w okresie  $t$

$\eta_{it}$  – składnik losowy.

Zastosowanie metody danych panelowych w badaniu pozwala na przeprowadzenie jednoczesnej analizy w wymiarze czasowym i przestrzennym. Alternatywną metodą analizowania danych przekrojowo-czasowych może być klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (KMNK), pod warunkiem, że nie występuje efekt indywidualny. Jest to sytuacja, w której spełniony jest warunek zgodności estymatora KMNK dla błędu całkowitego, czystego błędu losowego oraz nie występuje korelacja pomiędzy efektem indywidualnym a zmienną objaśniającą.

Po oszacowaniu za pomocą KMNK parametrów modelu danego wzorem (1) otrzymano model:

$$\hat{y}_{it} = 17,8315 + 0,0101645x_{it} - 3,2228 * 10^{-7}x_{it}^2 + 2,8876 * 10^{-12}x_{it}^3 \\ (\pm 4,7040) \quad (\pm 0,000706) \quad (\pm 2,6667 * 10^{-8}) \quad (\pm 2,7066 * 10^{-13})$$

W celu sprawdzenia, czy dany model może być oszacowany KMNK, należy zweryfikować założenia o poprawności oszacowania. Weryfikacja założenia o jednorodności obiektów testem Walda nakazuje odrzucić hipotezę zerową (wyrzuty wolne są równe dla  $i$ -tego obiektu – estymator KMNK) na rzecz hipotezy alternatywnej (wyrzuty wolne są różne dla  $i$ -tego obiektu, ale stałe w czasie – estymator FE). W ten sposób stwierdzono zróżnicowanie wyrazów wolnych i brak jednorodności poszczególnych obiektów. W związku z tym odpowiednim estymatorem do opisu badanej zależności jest estymator FE.

Empiryczny model z ustalonymi efektami indywidualnymi (estymator FE):

$$\hat{y}_{it} = 62,2157 + 25,4418x_{it} + 10,3754x_{it}^2 - 10,6494x_{it}^3 + 16,1188x_{it}^4 + 71,4272x_{it}^5 - 5,80346x_{it}^6 + 12,2349x_{it}^7 - 30,4913x_{it}^8 + 19,4193x_{it}^9 + 11,5765x_{it}^{10} - 5,95942x_{it}^{11} + 37,1426x_{it}^{12} + 37,0879x_{it}^{14} + 19,1819x_{it}^{15} - 30,1304x_{it}^{16} - 28,3931x_{it}^{17} + 63,8677x_{it}^{19} + 14,6171x_{it}^{20} + 21,5952x_{it}^{21} + 11,1582x_{it}^{22} + 50,1206x_{it}^{23} - 15,36150x_{it}^{24} - 9,03896x_{it}^{25} + 25,6247x_{it}^{26} + 53,9248x_{it}^{27} + 5,9605x_{it}^{28} + 0,00228751x_{it} - 6,88821 * 10^{-8}x_{it}^2 + 6,53675 * 10^{-13}x_{it}^3$$

(±3,97067) (±1,85268 \* 10<sup>-8</sup>) (±1,76288 \* 10<sup>-13</sup>)

Weryfikacja założenia o stałości wariancji składnika losowego obiektów testem Breuscha-Pagana nakazuje odrzucić hipotezę zerową (wariancja składnika losowego efektów indywidualnych jest nieistotnie różna od zera – estymator KMNK) na rzecz hipotezy alternatywnej (wariancja składnika losowego efektów indywidualnych jest istotnie różna od zera – estymator RE). Zatem wariancja składnika losowego efektów indywidualnych jest zróżnicowana dla poszczególnych obiektów. W związku z tym do estymacji parametrów badanego modelu należy użyć estymatora RE.

Empiryczny model z losowymi efektami indywidualnymi (estymator RE):

$$\hat{y}_{it} = 68,0771 + 0,00299x_{it} - 8,55502 * 10^{-8}x_{it}^2 + 7,69586 * 10^{-13}x_{it}^3$$

(±7,1399) (±0,00066) (±2,1201 \* 10<sup>-8</sup>) (±1,8765 \* 10<sup>-13</sup>)

Kolejnym krokiem jest weryfikacja założenia o nieobciążoności estymatorów FE i RE. Test Hausmana nakazuje odrzucić hipotezę zerową (estymator RE) na rzecz hipotezy alternatywnej (estymator FE). W związku z czym, do estymacji parametrów modelu ekonometrycznego preferowany jest estymator FE.

#### 4. Rezultaty analizy ekonomicznej

Wraz z rozwojem gospodarki zwiększyły się emisje gazów cieplarnianych (*Greenhouse Gases* – GHG), a w szczególności dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), pochodzącego ze spalania paliw kopalnych (głównie węgla kamiennego i brunatnego). Jedna tona wyemitowanych na świecie gazów cieplarnianych, ma taki sam wpływ na środowisko, niezależnie od miejsca, w którym została wyemitowana. Wielkość emisji dwutlenku węgla jest dodatnio skorelowana z ilością produkcji energii oraz wielkością produktu krajowego brutto. Dlatego istotne jest, by ograniczać emisję w tych państwach, gdzie szybki wzrost PKB prowadzi do dynamicznego rozwoju przemysłu energetycznego.



Podsumowanie statystyki opisowej zmiennej objaśnianej i objaśniającej dla 29 państw europejskich w latach 2000-2011 zostało przedstawione w tab. 2. Ukazano w niej wzrost średniego poziomu całkowitej emisji gazów cieplarnianych do 2004 r. oraz wzrost średniej wartości produktu krajowego brutto *per capita* do 2007 r. [Por. Misztal, Rakowski, 2012, s. 53-67; Skodlarski, Matera, 2004, s. 330-336).

**Tabela 2.** Statystyki opisowe dotyczące zmiennych: emisji dwutlenku węgla i produktu krajowego brutto *per capita* w krajach europejskich

Rok	CAŁKOWITA EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH W EKWIWALENCIE CO <sub>2</sub> INDEKSOWANA DO 1990 r.				PRODUKT KRAJOWY BRUTTO PER CAPITA [1 000 EURO]			
	MIN	MAX	ŚREDNIA ARYTMETYCZNA	ODCHYLENIE STANDARDOWE	MIN	MAX	ŚREDNIA ARYTMETYCZNA	ODCHYLENIE STANDARDOWE
2000	38,11	142,67	92,702	28,957	2200	58100	19420,69	14239,89
2001	40,50	144,72	94,652	28,822	2300	58900	19779,31	14377,52
2002	40,43	148,39	94,973	29,948	2500	60700	20124,14	14561,05
2003	41,53	154,99	97,486	30,290	2600	60900	20396,55	14543,27
2004	41,62	156,93	98,051	30,726	2800	62700	20986,21	14891,48
2005	42,51	158,08	97,740	31,633	3000	65000	21534,48	15218,04
2006	44,04	161,08	98,205	31,066	3200	67200	22265,52	15528,28
2007	46,25	165,15	98,420	30,967	3400	70400	22989,66	15918,84
2008	44,62	167,66	96,266	30,649	3700	68700	22913,79	15519,38
2009	40,00	162,91	89,612	30,468	3500	63700	21617,24	14666,51
2010	43,29	158,63	91,552	29,013	3500	64500	21879,31	14805,82
2011	43,51	155,30	89,235	28,196	3700	64200	22079,31	14804,33

Źródło: [www 1].

Początkowo do oszacowania parametrów modelu wykorzystano klasyczną metodę najmniejszych kwadratów. Jednak przeprowadzenie analizy empirycznej wskazało brak możliwości zastosowania estymacji KMNK. Metoda najprawdopodobniej zignorowała w tym wypadku specyficzne efekty państwa, takie jak np. różne wzorce technologiczne, strukturalne, ekonomiczne oraz inne sposoby wdrażania polityki ograniczania szkodliwych emisji gazów cieplarnianych. Dlatego w kolejnym etapie wyboru metody analizy danych należało ocenić charakter efektu indywidualnego (efekt ustalony czy efekt losowy). Przeprowadzony test Hausmana wskazał na zasadność zastosowania zero-jedynkowych zmiennych objaśniających w modelu z efektami ustalonymi.

## Podsumowanie

Koncepcja środowiskowej krzywej Kuznetsa sugeruje, iż presja na środowisko rośnie wraz ze wzrostem dochodów, a po przekroczeniu pewnego poziomu ma tendencję malejącą. W literaturze można spotkać się ze stwierdzeniem, że wzrost gospodarczy nie jest szkodliwy dla środowiska, gdyż po osiągnięciu pewnego potencjału może prowadzić do poprawy jakości środowiska. Jednak w niniejszej pracy na podstawie przeprowadzonego badania wykazano, że dla 29 państw środowiskowa krzywa Kuznetsa przyjmuje kształt litery „N”.

Polityka ochrony środowiska w Unii Europejskiej ma na celu m.in. redukcję emisji szkodliwych gazów cieplarnianych. Natomiast zrównoważony wzrost gospodarczy może być stymulowany zarówno poprzez rozwój technologii niskoemisyjnych, jak i wymianę nieefektywnych maszyn oraz urządzeń. Od niedawna znaczną rolę w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń odgrywa wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych. Dlatego też, w modelu uwzględniono zmienną objaśniającą, związaną z intensywnością wykorzystania energii odnawialnej. W badaniu wykazano istotność tej zmiennej, co poprawiło jakość dopasowania modelu. Potwierdziło również hipotezę środowiskowej krzywej Kuznetsa o kształcie odwróconej litery „U” dla państw o dużym udziale odnawialnych źródeł energii w strukturze energetycznej.

Unia Europejska podejmuje działania nie tylko zmierzające do zwiększenia udziału wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, ale także na rzecz efektywności energetycznej oraz energooszczędnych technologii. Wdrażanie bardziej restrykcyjnych norm i reguł dotyczących ochrony środowiska może prowadzić do wzrostu popytu na dobra ekologiczne, jak i do ucieczki emisji zanieczyszczeń poza granice, gdzie te przepisy nie obowiązują, tzw. migracja brudnych gałęzi przemysłu. Dlatego warto przeprowadzić kolejne badania, które pozwoliłyby określić wpływ innych zmiennych na jakość środowiska, w szczególności uzupełnić badania o handel międzynarodowy oraz import produktów lub usług obciążonych wysokoemisyjną produkcją.

## Literatura

- Agras J., Chapman D. (1999), *A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis*, “Ecological Economics”, Vol. 28, s. 275.
- Dinda S. (2004), *Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey*, “Ecol Econ”, Vol. 49(4), s. 431-455.

- Doha amendment to the Kyoto Protocol, [http://unfccc.int/files/kyoto\\_protocol/application/pdf/kp\\_doha\\_amendment\\_english.pdf](http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_english.pdf) (dostęp: 16.03.2015).
- Grossman G.M., Krueger A.M. (1991), *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*, "NBER Working Paper", nr 3914.
- Jeżowski P. (2012), *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego Studia i Prace”, nr 2(10).
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Rady Regionów: Energia odnawialna: ważny uczestnik europejskiego rynku energii, COM(2012)271.
- Komunikat Komisji: Europa 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010)2020, s. 6.
- Kuznets S. (1955), *Economic Growth and Income Equality*, "American Economic Review", Vol. 45, No. 1.
- Misztal P., Rakowski W. (2012), *Przyszłość integracji europejskiej. Uwarunkowania rozwoju gospodarczego Unii Europejskiej*, CeDeWu.pl, Warszawa.
- Protokół z Kioto do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r., Dz.U. 2005 nr 203, poz. 1684 z późn. zm.
- Skodlarski J., Matera R. (2004), *Gospodarka światowa, geneza i rozwój*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Stern N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.
- [www 1] Europejska Agencja Środowiska, <http://www.eea.europa.eu/pl> (dostęp: 06.03.2015).

#### ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN DECARBONISATION OF THE EUROPEAN ECONOMICS

**Summary:** The EU regulations which require Member States to reduce the emission of harmful greenhouse gases and increase the share of renewable energy sources in the total energy consumption have a direct impact on the shape of the energy policy of the European countries. The aim of this study is to determine the impact of the economic growth on the emission of pollutants by means of verification of the environmental Kuznets curve and the assessment of the impact of energy generation from renewable sources on the quality of the environment. The study estimates the parameters of the econometric model for 29 European countries on the basis of panel data from the years 2000-2011.

**Keywords:** panel models, environmental Kuznets curve, renewable energy sources.