

DOROTA WAWRZYNIAK\*

---

## **Weryfikacja środowiskowej krzywej Kuznetsa dla krajów Unii Europejskiej**

### **Wprowadzenie**

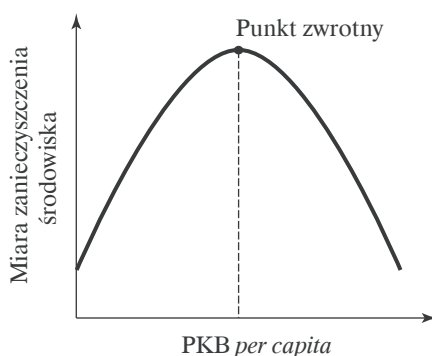
Globalne ocieplenie i zmiany klimatu stanowią przedmiot międzynarodowego zainteresowania i są obiektem ożywionej debaty zarówno wśród ekonomistów środowiskowych, jak i ekologów. Pogarszanie się jakości środowiska naturalnego, które wzbudza powszechny niepokój, doprowadziło do wzmożonych wysiłków mających na celu lepsze zrozumienie przyczyn degradacji środowiska. Jednym z analizowanych aspektów jest powiązanie wzrostu/rozwoju gospodarczego z zanieczyszczeniem środowiska, a podejście określane mianem środowiskowej krzywej Kuznetsa (*Environmental Kuznets Curve* – EKC) wyjaśnia związek pomiędzy zmianami dochodu a jakością środowiska (por. Dinda 2004, s. 431–432). Zgodnie z tym ujęciem poziom zanieczyszczeń wzrasta wraz ze wzrostem dochodu, aż do osiągnięcia przez ten drugi pewnego poziomu, po przekroczeniu którego wzrost dochodu powoduje spadek poziomu zanieczyszczeń. Innymi słowy, zależność pomiędzy tymi wielkościami ma kształt odwróconej litery „U” (por. np. Kiviyro, Arminen 2014, s. 596). Środowiskowa krzywa Kuznetsa ma swoje korzenie w artykule Kuznetsa (1955), w którym autor postawił hipotezę o występowaniu podobnego związku pomiędzy wzrostem gospodarczym a nierównością dochodową. Grossman i Krueger (1991, 1993) przekształcili ideę Kuznetsa (1955) i jako pierwsi w sposób empiryczny zbadali występowanie zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy substancjami zanieczyszczającymi środowisko a dochodem *per capita*. Zgodnie z hipotezą środowiskowej krzywej Kuznetsa w początkowej fazie uprzemysłowienia poziom zanieczyszczeń gwałtownie wzrasta, ponieważ ludzie są bardziej zainteresowani pracą i dochodami niż czystym powietrzem i wodą. Społeczeństwa są zbyt ubogie, by płacić za redukcję zanieczyszczeń i/lub lekceważą konsekwencje wzrostu gospodarczego dla środowiska

---

\* Dr Dorota Wawrzyniak – Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Instytut Ekonomii, Katedra Funkcjonowania Gospodarki; e-mail: dorotawawrzyniak@10g.pl

naturalnego, a poziom regulacji związanych z ochroną środowiska jest niski (por. Dasgupta i in. 2002, s. 147; Dinda 2004, s. 432). W późniejszej fazie uprzemysłowienia, wraz ze wzrostem dochodu, ludzie zaczynają bardziej cenić środowisko, wzrasta efektywność organów regulacyjnych i poziom zanieczyszczeń spada (Dinda 2004, s. 432; Kohler 2013, s. 1043)<sup>1</sup>. Na rysunku 1 przedstawiono ilustrację graficzną omawianej zależności<sup>2</sup>. Bernaciak (2013, s. 284) podkreśla jednak, że nie jest jasne, czy środowiskowa krzywa Kuznetsa dotyczy wszystkich rodzajów zanieczyszczeń, jak również czy odnosi się do wszystkich krajów.

**Rysunek 1**  
**Środowiskowa krzywa Kuznetsa**



Źródło: Öztürk, Öz (2016).

Analiza środowiskowej krzywej Kuznetsa stanowi przedmiot licznych opracowań. Duża część z nich nie uwzględnia jednak międzynarodowego handlu i międzynarodowych przepływów kapitału w postaci bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ)<sup>3</sup>. W literaturze przedmiotu wskazuje się natomiast, że liberalizacja handlu i swobodny przepływ kapitału stały się ważne w kontekście zagadnień związanych z ochroną środowiska (Mert, Bölük 2016, s. 21669). Dynamiczny wzrost przepływów bezpośrednich inwestycji zagranicznych jest cechą charakterystyczną ostatnich dziesięcioleci i choć uznaje się, że bezpośrednie inwestycje zagraniczne stanowią czynnik przyspieszający rozwój gospodarczy krajów, zwłaszcza słabiej rozwiniętych (Wawrzyniak 2013, s. 7), to w literaturze przedmiotu brak jest zgody w odniesieniu do ich oddziaływania na środowisko. Podobnie jak w przypadku BIZ, wpływ otwartości gospodarki na środowisko także jest niejednoznaczny. Oddziaływanie bezpośrednich inwestycji zagranicznych oraz międzynarodowego handlu na środowisko zostanie szerzej omówione w dalszej części artykułu. Liczba

<sup>1</sup> Szerzej hipoteza środowiskowej krzywej Kuznetsa została omówiona m.in. w pracach: Grossman, Krueger (1991, 1993), Dinda (2004), Stern (2004).

<sup>2</sup> W artykule jako miarę zanieczyszczenia środowiska wykorzystano emisję CO<sub>2</sub> w tonach *per capita*.

<sup>3</sup> Czynniki te częściej brane są pod uwagę w badaniach nowszych (por. Öztürk, Öz 2016, s. 271; por. też Seker, Ertugrul, Cetin 2015, s. 348).

badania uwzględniających dwa powyżej wymienione czynniki, w szczególności odnoszących się do krajów Unii Europejskiej jest jednak ograniczona, co sprawia, że wydaje się, iż zagadnienie to nie zostało w literaturze wystarczająco rozpoznane.

Celem niniejszego artykułu jest zbadanie wpływu konsumpcji energii, otwartości gospodarki, bezpośrednich inwestycji zagranicznych oraz PKB na emisję CO<sub>2</sub> w krajach Unii Europejskiej przy wykorzystaniu koncepcji środowiskowej krzywej Kuzneta.

Potencjalne konsekwencje globalnego ocieplenia są na tyle poważne, że zarówno naukowcy, jak i osoby zajmujące się działalnością polityczną poświęcają temu zagadnieniu wiele uwagi. Wśród gazów cieplarnianych dostających się do atmosfery w wyniku działalności człowieka i przyczyniających się do zmiany klimatu dwutlenek węgla jest wskazywany jako znaczący sprawca globalnego ocieplenia. Możliwe skutki zmiany klimatu mogą być bardzo dotkliwe dla całej społeczności międzynarodowej – niezależnie od miejsca zamieszkania czy statusu materialnego (Ministerstwo Środowiska 2003, s. 4). Podejmowane są w związku z tym próby zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych poprzez tworzenie reguł prawnych zobowiązujących do ich redukcji. Przykładem takiego działania jest porozumienie międzynarodowe w postaci Protokołu z Kioto przyjętego w 1997 r., który został ratyfikowany przez Unię Europejską w 2002 r., a wszedł w życie w 2005 r. Należy jednak zauważyć, że z uwagi na globalny charakter efektu cieplarnianego uzyskanie empirycznego poparcia dla występowania krzywej Kuzneta dla pewnej (ograniczonej) grupy krajów nie ma istotnego znaczenia dla zmniejszenia problemu.

Strukturę artykułu podporządkowano realizacji jego celu i podzielono na trzy części. W pierwszej z nich dokonano krótkiego przeglądu dotychczasowych badań empirycznych analizujących determinanty emisji CO<sub>2</sub> w kontekście środowiskowej krzywej Kuzneta, przy czym skupiono się przede wszystkim na opracowaniach stosunkowo nowych. W drugiej części artykułu przedstawiono wykorzystaną metodę badawczą, omówiono uwzględnione w analizie zmienne, uzasadniając jednocześnie ich oczekiwany wpływ na emisję dwutlenku węgla. W kolejnej części przedstawiono wyniki badania empirycznego. Artykuł zamyka podsumowanie.

## 1. Przegląd literatury

Środowiskowa krzywa Kuzneta jest szeroko wykorzystywana do badania związku pomiędzy zanieczyszczeniem środowiska a czynnikami gospodarczymi. Choć koncepcja ta była wielokrotnie weryfikowana od czasu jej pionierskiego zastosowania w tym celu przez Grossmana i Kruegera (1991, 1993), to wyniki analiz empirycznych nie zawsze ją wspierają. We wcześniejszych badaniach empirycznych dotyczących środowiskowej krzywej Kuzneta analizowano przede wszystkim wpływ PKB na jakość środowiska, następnie zaczęto uwzględniać dodatkowo konsumpcję energii. W nowszych opracowaniach niektórzy badacze poszerzają zbiór zmiennych objaśniających o czynniki takie jak rozwój finansowy, otwartość handlowa i bezpośrednie inwestycje zagraniczne (por. Öztürk, Öz 2016, s. 271).

Przeprowadzone badania empiryczne różnią się jednak nie tylko pod względem uwzględnionych zmiennych, ale także zastosowanej metodyki oraz wziętych pod uwagę państw. W niniejszym artykule nacisk został położony na przedstawienie wyników analiz stosunkowo nowych, co było podyktowane zmianami w zakresie świadomości ekologicznej, czego skutkiem jest podejmowanie działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczeń. W przeglądzie literatury uwzględniono zmienne, które zostały wykorzystane w badaniu empirycznym.

Występowanie zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy substancjami zanieczyszczającymi środowisko a PKB *per capita*, wskazującej na obecność środowiskowej krzywej Kuznetsa potwierdzono w licznych badaniach. Do wyniku takiego doszli Kasman, Duman (2015), analizując nowe kraje Unii Europejskiej oraz kraje kandydujące w latach 1992–2010 oraz Atici (2009) dla krajów Europy Środkowej i Wschodniej w latach 1980–2002. Potwierdzenie występowania takiej zależności dla innych państw uzyskali także m.in.: Öztürk i Öz (2016), Seker, Ertugrul i Cetin (2015), Tang i Tan (2015), Lau, Choong i Eng (2014), Piłatowska, Włodarczyk i Zawada (2014), Ozturk i Acaravci (2013), Apergis i Payne (2009), Jalil i Mahmud (2009) oraz Kukla-Gryz (2004).

Na podstawie analizy obejmującej kraje europejskie Acaravci i Ozturk (2010) doszli do wniosku o występowaniu środowiskowej krzywej Kuznetsa w Danii i we Włoszech. Otrzymane rezultaty nie dały jednak podstaw do sformułowania podobnej konkluzji w odniesieniu do pozostałych rozważanych krajów europejskich. Również Kiviyro i Arminen (2014) stwierdzili obecność omawianej krzywej tylko w niektórych (trzech) spośród uwzględnionych w próbie sześciu państw Afryki Subsaharyjskiej – w Demokratycznej Republice Konga, Kenii i Zimbabwie. Niejednoznaczne wyniki uzyskali także Lean i Smyth (2010). Ich badanie objęło grupę pięciu krajów Azji Południowo-Wschodniej (ASEAN) w latach 1980–2006. Uzyskali oni potwierdzenie dla występowania zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy emisją CO<sub>2</sub> *per capita* a PKB *per capita* dla całej próby (pięciu krajów ASEAN), ale w przypadku analizy dla poszczególnych krajów – wyłącznie dla Filipin.

Jak już zostało nadmienione, nie wszystkie wyniki badań empirycznych wspierają koncepcję środowiskowej krzywej Kuznetsa. Przykład mogą stanowić następujące analizy: Mert i Böyük (2016), Begum i in. (2015), Ozturk, Al-Mulali (2015) oraz Saboori, Sulaiman, Mohd (2012)<sup>4</sup>.

Jeżeli chodzi o konsumpcję energii, uwzględnianą w badaniach dotyczących środowiskowej krzywej Kuznetsa, wyniki badań generalnie wskazują, że jej wzrost prowadzi do zwiększenia zanieczyszczenia. Zależność taka została odnotowana m.in. przez następujących autorów: Begum i in. (2015), Kasman i Duman (2015), Ozturk i Al-Mulali (2015), Seker, Ertugrul i Cetin (2015), Tang i Tan (2015), Kohler (2013), Ozturk i Acaravci (2013), Saboori, Sulaiman i Mohd (2012), Lean i Smyth (2010), Apergis i Payne (2009), Atici (2009), Jalil i Mahmud (2009).

Literatura empiryczna odnosząca się do wpływu handlu zagranicznego na środowisko dostarcza mieszanych wyników. Do wniosku, że wzrost otwartości gospo-

<sup>4</sup> Obszerniejszy przegląd literatury empirycznej dotyczącej środowiskowej krzywej Kuznetsa został przedstawiony m.in. w pracach: Al-Mulali, Solarin, Ozturk (2016), Ozturk, Al-Mulali (2015).

darki przyczynia się do zwiększenia zanieczyszczenia środowiska doszli w swoich analizach Kasman, Duman (2015) oraz na podstawie modelu z efektami stałymi Asghari (2013). Wynik taki otrzymali także Ozturk i Al-Mulali (2015) przy wykorzystaniu do estymacji podwójnej metody najmniejszych kwadratów, a przy zastosowaniu estymatora GMM – na poziomie istotności 10%. Również na poziomie istotności 10% otwartość gospodarki w sposób dodatni oddziaływała na emisję CO<sub>2</sub> *per capita* w analizie Lau, Choong, Eng (2014). W badaniach Ozturk, Acaravci (2013) oraz Saboori, Sulaiman, Mohd (2012) efekt taki dotyczył natomiast wyłącznie okresu długiego. Brak istotności otwartości gospodarki odnotowali Atici (2009) oraz Jalil, Mahmud (2009). Z kolei Kohler (2013) stwierdził, że otwartość gospodarki przyczynia się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska.

W badaniach empirycznych dotyczących środowiskowej krzywej Kuznetsa analizie poddawany jest także wpływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych na zanieczyszczenie środowiska. Na podstawie uzyskanych wyników Öztürk i Öz (2016) oraz Asghari (2013) stwierdzili, że wzrost napływu BIZ przyczynia się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>. W analizach autorów takich jak Mert i Bölük (2016) oraz Tang i Tan (2015) zależność taką odnotowano w odniesieniu do okresu długiego. Kiviyiro i Arminen (2014) otrzymali mieszane wyniki w odniesieniu do oddziaływania bezpośrednich inwestycji zagranicznych na zanieczyszczenie środowiska. W przypadku Republiki Południowej Afryki (na poziomie istotności 10%) oraz Demokratycznej Republiki Konga wzrost napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych prowadził do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> *per capita*. Dla Republiki Konga oraz Zambii zmienna ta była statystycznie nieistotna, a w Kenii i Zimbabwe wzrost napływu BIZ powodował zwiększenie zanieczyszczenia środowiska. Do wniosku o niekorzystnym oddziaływaniu BIZ na środowisko doszli także Seker, Ertugrul, Cetin (2015) oraz Lau, Choong i Eng (2014).

## 2. Specyfikacja modelu ekonometrycznego i dane

Hipotezę środowiskowej krzywej Kuznetsa dla krajów Unii Europejskiej testowano, wykorzystując stosowaną w empirycznej literaturze przedmiotu następującą postać modelu (por. Kasman, Duman 2015, s. 98; Arouri i in. 2012, s. 343; Apergis, Payne 2010, s. 651 i 2009, s. 3283; Lean, Smyth 2010, s. 1860; Pao, Tsai 2010, s. 7853; Ang 2007, s. 4773):

$$\ln \text{CO}_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{PKB}_{it} + \alpha_2 \ln \text{PKB}_{it}^2 + \alpha_3 \ln \text{KE}_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

gdzie:

- $\ln \text{CO}_{2it}$  – logarytm naturalny emisji CO<sub>2</sub> w tonach *per capita* w kraju *i* w okresie *t*,
- $\ln \text{PKB}_{it}$  – logarytm naturalny PKB *per capita* w kraju *i* w okresie *t*,
- $\ln \text{KE}_{it}$  – logarytm naturalny konsumpcji energii *per capita* w kraju *i* w okresie *t*,
- $\alpha_0$  – stała,
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – parametry modelu,
- $\varepsilon_{it}$  – składnik losowy modelu.

Analizę następnie poszerzono poprzez wprowadzenie do modelu dodatkowych zmiennych objaśniających w postaci bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) i otwartości gospodarki (OG). Jest to zgodne z nowszym trendem widocznym w badaniach empirycznych dotyczących środowiskowej krzywej Kuznetsa (por. Öztürk, Öz 2016, s. 271). Bezpośrednie inwestycje zagraniczne uwzględniono m.in. w pracach: Mert i Böyük (2016), Öztürk i Öz (2016), Seker, Ertugrul i Cetin (2015), Tang i Tan (2015), Kiviyiro i Arminen (2014), Lau, Choong i Eng (2014), Asghari (2013), Pao i Tsai (2011), a otwartość gospodarki – Kasman i Duman (2015), Ozturk i Al-Mulali (2015), Lau, Choong i Eng (2014), Asghari (2013), Kohler (2013), Ozturk i Acaravci (2013), Jayanthakumaran, Verma i Liu (2012), Saboori, Sulaiman i Mohd (2012), Atici (2009), Jalil i Mahmud (2009). W wyniku wskazanego wcześniej powiększenia zbioru zmiennych objaśniających powstały trzy kolejne postacie modelu:

$$\ln \text{CO}_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{PKB}_{it} + \alpha_2 \ln \text{PKB}_{it}^2 + \alpha_3 \ln \text{KE}_{it} + \alpha_4 \ln \text{OG}_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (2)$$

$$\ln \text{CO}_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{PKB}_{it} + \alpha_2 \ln \text{PKB}_{it}^2 + \alpha_3 \ln \text{KE}_{it} + \alpha_4 \ln \text{BIZ}_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

$$\ln \text{CO}_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{PKB}_{it} + \alpha_2 \ln \text{PKB}_{it}^2 + \alpha_3 \ln \text{KE}_{it} + \alpha_4 \ln \text{OG}_{it} + \alpha_5 \ln \text{BIZ}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

gdzie:

- $\ln \text{CO}_{2it}$  – logarytm naturalny emisji  $\text{CO}_2$  w tonach *per capita* w kraju  $i$  w okresie  $t$ ,
- $\ln \text{PKB}_{it}$  – logarytm naturalny PKB *per capita* w kraju  $i$  w okresie  $t$ ,
- $\ln \text{KE}_{it}$  – logarytm naturalny zużycia energii *per capita* w kraju  $i$  w okresie  $t$ ,
- $\ln \text{OG}_{it}$  – logarytm naturalny otwartości gospodarki kraju  $i$  w okresie  $t$ ,
- $\ln \text{BIZ}_{it}$  – logarytm naturalny napływu netto BIZ do kraju  $i$  w okresie  $t$ ,
- $\alpha_0$  – stała,
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$  – parametry modelu,
- $\varepsilon_{it}$  – składnik losowy modelu.

Badanie przeprowadzono na podstawie próby obejmującej w latach 1990–2013 kraje wchodzące obecnie w skład UE-28, z wyłączeniem Luksemburga. Kraj ten wykluczono z analizy ze względu na jego nietypowy charakter w stosunku do pozostałych, zarówno pod względem wartości PKB *per capita*, jak i emisji  $\text{CO}_2$  *per capita*. Źródło danych dla wszystkich wykorzystanych w analizie zmiennych stanowiła baza danych Banku Światowego – *World Development Indicators*. Obliczeń dokonano na bazie modelu panelowego przy zastosowaniu estymatora z efektami ustalonymi – FE (*fixed effects*). W celu weryfikacji stabilności oszacowań parametrów użyto także estymatora z efektami losowymi – RE (*random effects*).

Z przedstawionych wcześniej modeli wynika, że do objaśnienia emisji  $\text{CO}_2$  wyrażonej w tonach *per capita*, która stanowiła w przeprowadzonym badaniu miarę zanieczyszczenia środowiska, wykorzystano następujące zmienne:

### Produkt krajowy brutto

Produkt krajowy brutto (PKB) *per capita* użyto do pomiaru poziomu rozwoju gospodarczego. Jest on standardowo wykorzystywany w tym celu w badaniach dotyczących środowiskowej krzywej Kuznetsa. W niniejszej analizie PKB *per capita* jest wyrażony w cenach stałych z 2010 r. (w dolarach USA po przeliczeniu według rynkowych kursów walutowych).

Ze względu na fakt, że w badaniu związek pomiędzy emisją CO<sub>2</sub> *per capita* a PKB *per capita* opiera się na środowiskowej krzywej Kuznetsa, oczekuje się dodatniego znaku dla parametru  $\alpha_1$  i ujemnego w odniesieniu do  $\alpha_2$ . Oznacza to, że zależność pomiędzy tymi wielkościami ma kształt odwróconej litery „U”.

### Konsumpcja energii

Konsumpcja energii (KE) została przybliżona poprzez wielkość wyrażającą zużycie energii *per capita* (w kg ekwiwalentu ropy naftowej), podobnie jak np. w badaniach: Öztürk, Öz (2016), Begum i in. (2015), Shahbaz i in. (2015), Apergis, Payne (2010, 2009).

Boutabba (2014, s. 35), Kohler (2013, s. 1045) oraz Jalil i Mahmud (2009, s. 5168) wskazują, że wyższy poziom zużycia energii powinien prowadzić do większej aktywności gospodarczej i stymulowania emisji CO<sub>2</sub>. W związku z tym w przypadku parametru  $\alpha_3$  oczekuje się znaku dodatniego.

### Otwartość gospodarki

Jako miarę otwartości gospodarki (OG) wykorzystano często stosowany w badaniach empirycznych wskaźnik w postaci udziału eksportu i importu dóbr oraz usług w PKB (por. np. Boutabba 2014, s. 35; Lau, Choong, Eng 2014, s. 492; Asghari 2013, s. 94; Öztürk, Acaravci 2013, s. 263; Jayanthakumaran, Verma, Liu 2012, s. 453; Jalil, Mahmud 2009, s. 5169). Wszystkie wielkości użyte do obliczenia powyższego wskaźnika są wyrażone w cenach stałych z 2010 r.

Wzrost otwartości gospodarki może przyczyniać się zarówno do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla, jak i do jej zwiększenia, w zależności od poziomu rozwoju danego kraju (Jayanthakumaran, Verma, Liu 2012, s. 453). Wobec powyższego znak parametru przy zmiennej OG może być dodatni lub ujemny. Dodatni – odpowiada hipotezie *pollution haven* (przystani dla zanieczyszczeń/brudnych przemysłów), zgodnie z którą w wyniku obowiązywania w danym kraju łagodnych przepisów dotyczących ochrony środowiska wzrost otwartości handlowej prowadzi do wzrostu poziomu zanieczyszczeń ze względu na posiadanie przez ten kraj przewagi komparatywnej w „brudnej produkcji” (por. Sulaiman, Azman, Saboori 2013, s. 131; Jayanthakumaran, Verma, Liu 2012, s. 453; Cole 2004, s. 71). Państwo takie będzie prawdopodobnie eksporterem netto dóbr pochodzących z tego typu produkcji (por. Saboori, Sulaiman, Mohd 2012, s. 245). Ujemnego znaku można natomiast oczekiwać w sytuacji, gdy rozwinięta gospodarka zaprzestaje produkcji dóbr, których wytwarzanie znacząco przyczynia się do zanieczyszczania-

nia środowiska (*pollution-intensive goods*), a zamiast tego importuje je z innych krajów o mniej restrykcyjnych przepisach dotyczących ochrony środowiska (Jayanthakumaran, Verma, Liu 2012, s. 453; Halicioglu 2009, s. 1158; por. też Jalil, Mahmud 2009, s. 5168)<sup>5</sup>.

Uwzględniając fakt, że niniejsze badanie dotyczy krajów Unii Europejskiej, wydaje się, że można spodziewać się ujemnej zależności pomiędzy otwartością gospodarki a zanieczyszczeniem środowiska. Warto nadmienić, że w 2013 r., czyli ostatnim roku objętym analizą, jedynie 6 spośród uwzględnionych w próbie 27 państw UE było zakwalifikowanych według Międzynarodowego Funduszu Walutowego (IMF) jako gospodarki wschodzące i rozwijające się (por. International Monetary Fund 2014, s. 162, 166).

### Bezpośrednie inwestycje zagraniczne

Bezpośrednie inwestycje zagraniczne (BIZ) są reprezentowane poprzez wielkość wyrażającą stosunek napływu netto BIZ do kraju goszczącego (*net FDI inflows*) w cenach stałych z 2010 r. do PKB tego kraju w cenach stałych z 2010 r. Wartości napływu BIZ w cenach bieżących przekształcono na ceny stałe przy użyciu indeksu cen nakładów brutto na środki trwałe (*gross fixed capital formation*) obliczonego na podstawie danych pochodzących z bazy danych *World Development Indicators*.

Podobnie jak w przypadku otwartości gospodarki, nie można w sposób jednoznaczny określić *a priori* kierunku oddziaływania napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych na emisję dwutlenku węgla w kraju goszczącym. Znak parametru przy zmiennej BIZ może być zatem zarówno dodatni, jak i ujemny. Jeżeli napływowi BIZ towarzyszy transfer czystych technologii, wówczas można oczekiwać ujemnej zależności pomiędzy napływem BIZ a emisją CO<sub>2</sub>, ponieważ te czyste i nowoczesne technologie mogą prowadzić do zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń (por. Dinda 2004, s. 437). Generalnie istnieje przekonanie, że zagraniczni inwestorzy mogą wraz z kapitałem przynieść nowoczesne technologie oraz lepsze metody organizacji i zarządzania (Wawrzyniak 2013, s. 47; por. też Zarsky 1999, s. 54, 59). Z drugiej strony, jeżeli zgodnie z hipotezą *pollution haven* państwo z łagodnymi przepisami dotyczącymi ochrony środowiska przyciąga silnie zanieczyszczające branże przemysłu z krajów o ostrzejszych regulacjach prawnych, wówczas napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych do tego kraju będzie prowadził do wzrostu zanieczyszczeń (por. Mert, Bölük 2016, s. 21670) i można oczekiwać dodatniego znaku w odniesieniu do omawianej zależności. Wydaje się, że w niniejszej analizie nie należy spodziewać się tego typu relacji z uwagi na uwzględnienie w próbie wyłącznie państw Unii Europejskiej i obowiązujące w nich regulacje w zakresie ochrony środowiska. Co więcej, przynajmniej część tych państw jest traktowana jako źródło nowoczesnych technologii.

<sup>5</sup> Szerzej związek pomiędzy handlem a środowiskiem został opisany m.in. w pracach: Grossman, Krueger (1991, 1993), Copeland, Taylor (1994), Cole (2004). Z kolei relacje pomiędzy regulacjami środowiskowymi, innowacyjnością i konkurencyjnością opisują m.in.: Kulawik (2016), Ambec i in. (2013).



W tabeli 1 zawarto statystyki opisowe zmiennych wykorzystanych do przeprowadzenia analizy.

**Tabela 1**  
**Statystyki opisowe zmiennych**

Zmienna	Średnia	Odchylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Liczba obserwacji
lnCO <sub>2</sub>	1,98	0,34	0,99	2,75	633
lnPKB	9,97	0,70	8,18	11,02	620
lnKE	8,04	0,35	7,30	8,87	648
lnOG	-0,27	0,49	-1,75	1,15	610
lnBIZ	-3,63	1,48	-15,52	1,49	570
CO <sub>2</sub>	7,65	2,48	2,68	15,58	633
PKB	26 305,13	14 865,47	3 582,86	61 149,53	620
KE	3 311,62	1 203,49	1 475,30	7 107,68	648
OG	0,86	0,45	0,17	3,15	610
BIZ	0,08	0,31	-0,45	4,45	593

Źródło: opracowanie własne.

### 3. Wyniki badania

Wyniki badania wpływu konsumpcji energii, otwartości gospodarki, bezpośrednich inwestycji zagranicznych oraz PKB na emisję CO<sub>2</sub> w krajach Unii Europejskiej przedstawiono w tabelach 2 oraz 3. W pierwszej z nich zawarto wyniki otrzymane przy wykorzystaniu estymatora FE (*fixed effects*), a w drugiej RE (*random effects*). Miało to na celu weryfikację stabilności oszacowań. Poszczególne warianty równań w ramach danej tabeli różni od siebie obecność zmiennych w postaci bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ) i otwartości gospodarki (OG). Do dokonania wyboru pomiędzy modelem FE a RE wykorzystano procedurę alternatywną do testu Hausmana, którą jednak można stosować w przypadku wykorzystania odpornych estymatorów błędów standardowych, co ma miejsce w niniejszym artykule (por. np. Cameron, Miller 2015, s. 333; Antonakis i in. 2010, s. 1093). Jej implementację w programie Stata, który stanowi pakiet statystyczny, w którym dokonano obliczeń, umożliwia komenda *xtoverid* napisana przez Schaf-

fera i Stillmana (2016)<sup>6</sup>. Mimo iż uzyskane wyniki dla obu modeli są podobne, to przeprowadzony test wskazuje, że preferowany jest model z efektami stałymi<sup>7</sup>. W związku z tym interpretacja oszacowań parametrów będzie dokonana na jego podstawie.

Zarówno PKB *per capita*, jak i kwadrat PKB *per capita* są we wszystkich przedstawionych wariantach równania statystycznie istotne i przyjęły znaki zgodne z oczekiwaniami, czyli dodatni dla PKB i ujemny dla kwadratu PKB. Wskazuje to na istnienie zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy emisją CO<sub>2</sub> *per capita* a PKB *per capita* i w związku z tym dostarcza poparcia dla hipotezy środowiskowej krzywej Kuznetsa w odniesieniu do krajów Unii Europejskiej w okresie objętym analizą.

Wpływ konsumpcji energii także jest zawsze statystycznie istotny i zgodny co do kierunku z oczekiwaniami, tzn. wzrost konsumpcji energii *per capita* prowadzi do większej emisji CO<sub>2</sub> *per capita*. Warto odnotować, że we wszystkich równaniach elastyczność emisji dwutlenku węgla ze względu na konsumpcję energii przyjmuje wartość powyżej jedności. Oznacza to, że wzrost konsumpcji energii *per capita* o 1% powoduje *ceteris paribus* wzrost emisji CO<sub>2</sub> *per capita* od 1,160% do 1,229%, w zależności od analizowanego wariantu modelu. Sugeruje to także, że potrzeby energetyczne nie są zaspokajane przy wykorzystaniu technologii przyjaznych środowisku naturalnemu.

W odniesieniu do oddziaływania otwartości gospodarki na emisję CO<sub>2</sub> otrzymano, że wzrost otwartości gospodarki powoduje spadek emisji CO<sub>2</sub>. W przypadku równania (2) zwiększenie otwartości gospodarki o 1% powoduje spadek emisji CO<sub>2</sub> *per capita* o 0,125%, a dla wariantu równania (4) o 0,123%. Choć nie jest to silna zależność, to wynik taki wskazuje, że proces globalizacji nie pozostał bez wpływu na poziom zanieczyszczeń w regionie. Może on także prowadzić do wniosku, że kraje Unii Europejskiej zamiast produkować, importują z innych państw dobra, których wytwarzanie znacząco przyczynia się do zanieczyszczania środowiska (*pollution-intensive goods*).

W przeprowadzonej analizie nie udało się potwierdzić oddziaływania napływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych na emisję CO<sub>2</sub> w krajach Unii Europejskiej. Zmienna służąca do pomiaru napływu BIZ jest we wszystkich wariantach równania (3) i (4), w których została uwzględniona, statystycznie nieistotna. Może to jednak być związane z niedoskonałością zastosowanej miary. Jest ona powszechnie dostępna, ale ma agregatowy charakter i obejmuje swym zakresem inwestycje w sektorze finansowym, które w większości nie mają znaczącego wpływu na poziom emisji CO<sub>2</sub>.

Uzyskane w przedstawionym badaniu wyniki dotyczące związku pomiędzy wzrostem gospodarczym a zanieczyszczeniem środowiska są zgodne z otrzymana-

<sup>6</sup> Pierwsza wersja komendy powstała w 2006 r., ale została zmieniona w 2016 r., dlatego w tekście artykułu jest odwołanie do 2016 r., zgodnie z zalecaną obecnie wersją cytowania.

<sup>7</sup> Przeprowadzono także test Hausmana bez zastosowania odpornych estymatorów błędów standardowych (ich użycie uniemożliwia wykorzystanie testu Hausmana). Otrzymane na tej podstawie wyniki także sugerują, że model FE jest preferowany w stosunku do RE.

**Tabela 2**  
**Oszacowania parametrów modelu *fixed effects***

	Zmienna zależna: lnCO <sub>2</sub>			
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnPKB	0,954** (0,395)	0,817** (0,359)	0,806** (0,347)	0,670** (0,304)
lnPKB <sup>2</sup>	-0,061*** (0,022)	-0,046** (0,020)	-0,052** (0,019)	-0,038** (0,016)
lnKE	1,229*** (0,082)	1,179*** (0,085)	1,212*** (0,082)	1,160*** (0,083)
lnOG		-0,125*** (0,031)		-0,123*** (0,030)
lnBIZ			0,001 (0,002)	0,003 (0,003)
Const	-11,380*** (2,086)	-11,110*** (1,937)	-10,580*** (1,862)	-10,270*** (1,684)
Liczba obserwacji	617	607	569	569
R <sup>2</sup> : <i>within</i>	0,749	0,786	0,755	0,788
<i>between</i>	0,380	0,426	0,377	0,423
<i>overall</i>	0,386	0,431	0,371	0,414
Statystyka F	83,40 ( <i>p</i> = 0,000)	55,58 ( <i>p</i> = 0,000)	74,41 ( <i>p</i> = 0,000)	52,62 ( <i>p</i> = 0,000)

\*\*\*/\*\*/\* – parametr różny od zera na poziomie istotności odpowiednio 1%, 5% i 10%.

W nawiasach podano błędy standardowe parametrów modelu oszacowane według estymatora odpornego na heteroskedastyczność i autokorelację.

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu Stata 12.0.

nymi w licznych analizach przytoczonych w przeglądzie literatury, które wspierały koncepcję środowiskowej krzywej Kuzneta. Podobnie, w odniesieniu do konsumpcji energii uzyskano wynik standardowo odnotowywany – wskazujący, że wzrost konsumpcji energii prowadzi do zwiększenia zanieczyszczenia. Uwzględniając teorię oraz przywołane w pierwszej części artykułu rezultaty badań innych autorów, można stwierdzić, iż nie ma zgody co do kierunku oddziaływania otwartości gospodarki na środowisko. Ujęcie teoretyczne wskazuje, że wpływ tego czynnika jest zależny od wziętych pod uwagę krajów. W niniejszym badaniu otrzymano, że zwiększenie otwartości gospodarki powoduje spadek emisji CO<sub>2</sub>, co nie jest wynikiem zaskakującym w kontekście analizowanej grupy krajów, obejmującej wyłącznie państwa Unii Europejskiej.

**Tabela 3**  
**Oszacowania parametrów modelu *random effects***

	Zmienna zależna: $\ln\text{CO}_2$			
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\ln\text{PKB}$	0,947** (0,389)	0,822** (0,356)	0,797** (0,341)	0,676** (0,301)
$\ln\text{PKB}^2$	-0,060*** (0,021)	-0,046** (0,019)	-0,052*** (0,019)	-0,038** (0,016)
$\ln\text{KE}$	1,216*** (0,080)	1,168*** (0,083)	1,199*** (0,079)	1,149*** (0,081)
$\ln\text{OG}$		-0,122*** (0,029)		-0,120*** (0,029)
$\ln\text{BIZ}$			0,001 (0,002)	0,003 (0,003)
Const	-11,270*** (2,052)	-11,020*** (1,914)	-10,460*** (1,824)	-10,200*** (1,660)
Liczba obserwacji	617	607	569	569
$R^2$ : <i>within</i>	0,749	0,786	0,755	0,788
<i>between</i>	0,381	0,425	0,378	0,423
<i>overall</i>	0,386	0,430	0,372	0,414
Wald $\chi^2$	265,18 ( $p = 0,000$ )	237,15 ( $p = 0,000$ )	318,14 ( $p = 0,000$ )	278,21 ( $p = 0,000$ )

\*\*\*/\*\*/\* – parametr różny od zera na poziomie istotności odpowiednio 1%, 5% i 10%.

W nawiasach podano błędy standardowe parametrów modelu oszacowane według estymatora odpornego na heteroskedastyczność i autokorelację.

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu Stata 12.0.

## Podsumowanie

W analizie empirycznej przedstawionej w artykule zbadano wpływ konsumpcji energii, otwartości gospodarki, bezpośrednich inwestycji zagranicznych oraz PKB na emisję  $\text{CO}_2$  w krajach Unii Europejskiej przy wykorzystaniu koncepcji środowiskowej krzywej Kuznetsa. Uzyskane wyniki wskazują na istnienie zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy emisją  $\text{CO}_2$  *per capita* a poziomem PKB *per capita* w krajach Unii Europejskiej w okresie objętym analizą. Oznacza to, że potwierdzają one hipotezę środowiskowej krzywej Kuznetsa dla tej grupy krajów. Brak jest jednak podstaw do uogólniania otrzymanych wyników na inne rodzaje zanieczyszczeń, jak również na inne kraje.

Opieranie ochrony środowiska na krzywej Kuznetsa wymaga ponadto dużej ostrożności, sam bowiem wzrost gospodarczy nie zagwarantuje rozwiązania problemów związanych z zanieczyszczeniem środowiska bez poczynienia odpowiednich kroków w tym kierunku. Zdaniem Żylicza (2004, s. 156) „na każdym poziomie zamożności istnieje potrzeba prowadzenia skutecznej polityki ekologicznej”. Należy zauważyć, że w krajach Unii Europejskiej podejmowane są działania na rzecz ochrony środowiska przejawiające się dostosowywaniem prawa do porozumień międzynarodowych.

W odniesieniu do wielkości mierzącej konsumpcję energii otrzymano, że jej wzrost prowadzi do stosunkowo dużego zwiększenia emisji CO<sub>2</sub> *per capita*. W związku z tym, w celu ograniczenia negatywnego wpływu konsumpcji energii na środowisko, kraje Unii Europejskiej powinny prowadzić politykę energetyczną dążącą do zmniejszenia intensywności emisji dwutlenku węgla na jednostkę zużywanej energii m.in. poprzez promowanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Wyniki przeprowadzonego badania prowadzą ponadto do wniosku, że wzrost otwartości gospodarki powoduje spadek zanieczyszczenia środowiska w krajach UE, ale siła tej zależności jest stosunkowo niewielka. Rezultat taki sugeruje, że kraje te importują dobra, których wytwarzanie znacząco przyczynia się do zanieczyszczania środowiska, zamiast je produkować.

Ponieważ problem zanieczyszczenia środowiska ma charakter globalny występowanie zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy emisją CO<sub>2</sub> *per capita* a PKB *per capita* w pewnej grupie krajów (w badaniu w krajach Unii Europejskiej) ma jedynie ograniczony wpływ na ogólną sytuację w tym zakresie. Wydaje się jednak, że może stanowić przesłankę do oczekiwania, że wzrost gospodarczy będzie dawał efekty korzystne z punktu widzenia zmniejszania negatywnych skutków klimatycznych.

Tekst wpłynął: 29 czerwca 2017 r.

(wersja poprawiona: 31 stycznia 2018 r.)

## Bibliografia

- Acaravci A., Ozturk I., *On the Relationship between Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth in Europe*, „Energy” 2010, nr 35.
- Al-Mulali A., Solarin S.A., Ozturk I., *Investigating the Presence of the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis in Kenya: An Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Approach*, „Natural Hazards” 2016, nr 80(3).
- Ambec S., Cohen M.A., Elgie S., Lanoie P., *The Porter Hypothesis at 20: Can Environmental Regulation Enhance Innovation and Competitiveness?*, „Review of Environmental Economics and Policy” 2013, nr 7(1).
- Ang J.B., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, and Output in France*, „Energy Policy” 2007, nr 35.

- Antonakis J. et al., *On Making Causal Claims: A Review and Recommendations*, „The Leadership Quarterly” 2010, nr 21.
- Apergis N., Payne J.E., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Usage, and Output in Central America*, „Energy Policy” 2009, nr 37.
- Apergis N., Payne J.E., *The Emissions, Energy Consumption, and Growth Nexus: Evidence from the Commonwealth of Independent States*, „Energy Policy” 2010, nr 38.
- Aroui M.H. et al., *Energy Consumption, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emissions in Middle East and North African Countries*, „Energy Policy” 2012, nr 45.
- Asghari M., *Does FDI Promote MENA Region's Environment Quality? Pollution Halo or Pollution Haven Hypothesis*, „International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences” 2013, nr 1(6).
- Atici C., *Carbon Emissions in Central and Eastern Europe: Environmental Kuznets Curve and Implications for Sustainable Development*, „Sustainable Development” 2009, nr 17.
- Begum R.A. et al., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2015, nr 41.
- Bernaciak A., *The Environmental Kuznets Curve in Transition Countries on the Example of Poland*, „Economic and Environmental Studies” 2013, nr 13(3).
- Boutabba M.A., *The Impact of Financial Development, Income, Energy and Trade on Carbon Emissions: Evidence from the Indian Economy*, „Economic Modelling” 2014, nr 40.
- Cameron A.C., Miller D.L., *A Practitioner's Guide to Cluster-robust Inference*, „The Journal of Human Resources” 2015, nr 50 (2).
- Cole M.A., *Trade, the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages*, „Ecological Economics” 2004, nr 48.
- Copeland B.R., Taylor M.S., *Trade, Growth, and the Environment*, „Journal of Economic Literature” 2004, nr 42(1).
- Dasgupta S. et al., *Confronting the Environmental Kuznets Curve*, „Journal of Economic Perspect” 2002, nr 16(1).
- Dinda S., *Environment Kuznets Curve Hypothesis: A Survey*, „Ecological Economics” 2004, nr 49.
- Grossman G.M., Krueger A.B., *Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement*, NBER Working Paper 1991, nr 3914.
- Grossman G.M., Krueger A.B., *Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement*, w: *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, red. P. Garber, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1993.
- Halicioglu F., *An Econometric Study of CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey*, „Energy Policy” 2009, nr 37.
- International Monetary Fund, *World Economic Outlook. Legacies, Clouds, Uncertainties*, Washington 2014 (October).
- Jalil A., Mahmud S.F., *Environment Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> Emissions: A Cointegration Analysis for China*, „Energy Policy” 2009, nr 37.
- Jayanthakumaran K., Verma R., Liu Y., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: A Comparative Analysis of China and India*, „Energy Policy” 2012, nr 42.
- Kasman A., Duman Y.S., *CO<sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis*, „Economic Modelling” 2015, nr 44.
- Kiviyiro P., Arminen H., *Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, and Foreign Direct Investment: Causality Analysis for Sub-Saharan Africa*, „Energy” 2014, nr 74.

- Kohler M., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective*, „Energy Policy” 2013, nr 63.
- Kukla-Gryz A., *Weryfikacja hipotezy o „środowiskowej krzywej Kuzneta” na przykładzie emisji dwutlenku węgla w krajach OECD*, „Ekonomia” 2004, nr 13.
- Kulawik J., *Regulacje środowiskowe i innowacje a konkurencyjność*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” 2016, nr 1(346).
- Kuznets S., *Economic Growth and Income Inequality*, „The American Economic Review” 1955, nr 45(1).
- Lau L.-S., Choong C.-K., Eng Y.-K., *Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter?*, „Energy Policy” 2014, nr 68.
- Lean H.H., Smyth R., *CO<sub>2</sub> Emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN*, „Applied Energy” 2010, nr 87.
- Mert M., Bölük G., *Do Foreign Direct Investment and Renewable Energy Consumption Affect the CO<sub>2</sub> Emissions? New Evidence from a Panel ARDL Approach to Kyoto Annex Countries*, „Environmental Science and Pollution Research” 2016, nr 23(21).
- Ministerstwo Środowiska, *Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020*, Warszawa 2003.
- Ozturk I., Acaravci A., *The Long-run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey*, „Energy Economics” 2013, nr 36.
- Ozturk I., Al-Mulali U., *Investigating the Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Cambodia*, „Ecological Indicators” 2015, nr 57.
- Öztürk Z., Öz D., *The Relationship between Energy Consumption, Income, Foreign Direct Investment, and CO<sub>2</sub> Emissions: The Case of Turkey*, „Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi” 2016, nr 6(2).
- Pao H.-T., Tsai C.-M., *CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in BRIC Countries*, „Energy Policy” 2010, nr 38.
- Pao H.-T., Tsai C.-M., *Multivariate Granger Causality between CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries*, „Energy” 2011, nr 36.
- Piłatowska M., Włodarczyk A., Zawada M., *The Environmental Kuznets Curve in Poland – Evidence from Threshold Cointegration Analysis*, „Dynamic Econometric Models” 2014, nr 14.
- Saboori B., Sulaiman J.B., Mohd S., *An Empirical Analysis of the Environmental Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> Emissions in Indonesia: The Role of Energy Consumption and Foreign Trade*, „International Journal of Economics and Finance” 2012, nr 4(2).
- Schaffer M., Stillman S., *XTOVERID: Stata Module to Calculate Tests of Overidentifying Restrictions after xtreg, xtivreg2, xtivreg, xthtaylor*, 2016; <http://EconPapers.repec.org/RePEc:boc:bocode:s456779>
- Seker F., Ertugrul H.M., Cetin M., *The Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Quality: A Bounds Testing and Causality Analysis for Turkey*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2015, nr 52.
- Shahbaz M., Nasreen S., Abbas F., Anis O., *Does Foreign Direct Investment Impede Environmental Quality in High-, Middle-, and Low-income Countries?*, „Energy Economics” 2015, nr 51.
- Stern D.I., *The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve*, „World Development” 2004, nr 32(8).

- Sulaiman J., Azman A., Saboori B., *Evidence of the Environmental Kuznets Curve: Implications of Industrial Trade Data*, „American Journal of Environmental Science” 2013, nr 9(2).
- Tang C.F., Tan B.W., *The Impact of Energy Consumption, Income and Foreign Direct Investment on Carbon Dioxide Emissions in Vietnam*, „Energy” 2015, nr 79.
- Wawrzyniak D., *Wpływ opodatkowania przedsiębiorstw na lokalizację bezpośrednich inwestycji zagranicznych w krajach Unii Europejskiej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2013.
- Zarsky L., *Havens, Halos and Spaghetti: Untangling the Evidence about Foreign Direct Investment and the Environment*, OECD Conference on Foreign Direct Investment and the Environment, OECD, Paris 1999.
- Żylicz T., *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2004.

## WERYFIKACJA ŚRODOWISKOWEJ KRZYWEJ KUZNETA DLA KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ

### Streszczenie

Celem artykułu jest zbadanie wpływu konsumpcji energii, otwartości gospodarki, bezpośrednich inwestycji zagranicznych oraz PKB na emisję CO<sub>2</sub> w krajach Unii Europejskiej przy wykorzystaniu koncepcji środowiskowej krzywej Kuznetsa. Analizę ekonometryczną przeprowadzono przy użyciu próby obejmującej kraje wchodzące obecnie w skład UE-28 (z wyłączeniem Luksemburga) w latach 1990–2013. Wyniki badania empirycznego wskazują na występowanie w tej grupie krajów zależności o kształcie odwróconej litery „U” pomiędzy emisją CO<sub>2</sub> *per capita* a PKB *per capita*. Oznacza to, że uzyskano potwierdzenie hipotezy środowiskowej krzywej Kuznetsa dla krajów Unii Europejskiej w okresie objętym analizą. Stwierdzono także, że zwiększenie konsumpcji energii powoduje stonkowo duży wzrost emisji CO<sub>2</sub>, co może stanowić podstawę do sformułowania zaleceń dotyczących polityki energetycznej w zakresie dotyczącym jej oddziaływania na środowisko. W odniesieniu do zmiennej reprezentującej otwartość gospodarki stwierdzono, że jej wzrost prowadzi do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska w krajach UE – dzięki zastępowaniu importem krajowej produkcji zanieczyszczającego środowisko. Napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych nie wpływał w przeprowadzonym badaniu w sposób statystycznie istotny na emisję CO<sub>2</sub>.

**Słowa kluczowe:** środowiskowa krzywa Kuznetsa (EKC), emisja dwutlenku węgla, wzrost gospodarczy, Unia Europejska

**JEL:** Q43, Q51, O44, O52

## TESTING ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN EUROPEAN UNION COUNTRIES

### Summary

The aim of this article is to analyze the impact of energy consumption, trade openness, foreign direct investment and GDP on CO<sub>2</sub> emissions in European Union countries within the environmental Kuznets curve (EKC) framework. The econometric study was



conducted using a sample covering the UE-28 countries (excluding Luxembourg) in years 1990–2013. The empirical results of the analysis support (for the sampled countries) the environmental Kuznets curve hypothesis which assumes an inverted U-shaped relationship between CO<sub>2</sub> *per capita* emissions and GDP *per capita*. The results also indicate that an increase in energy consumption *per capita* leads to a relatively large increase in CO<sub>2</sub> emissions *per capita*, which can provide the basis for recommendations on energy policy in terms of its impact on the environment. Moreover, greater trade openness decreases environmental degradation in European Union countries. Foreign direct investment inflows are not identified in the analysis as statistically significant.

**Key words:** environmental Kuznets curve (ЕКС), carbon dioxide emission, economic growth, European Union

**JEL:** Q43, Q51, O44, O52

## ВЕРИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КРИВОЙ КУЗНЕЦА ДЛЯ СТРАН ЕВРОСОЮЗА

### Резюме

Целью статьи является изучение влияния потребления энергии, открытости экономики, прямых иностранных инвестиций и ВВП на эмиссию CO<sub>2</sub> в странах Евросоюза с использованием концепции экологической кривой Кузнецца. Эконометрический анализ был проведен с использованием выборки, в которой оказались страны, входящие в состав ЕС-28 (за исключением Люксембурга) в 1990–2013 гг. Результаты эмпирического исследования указывают на наличие в этой группе стран зависимости между эмиссией CO<sub>2</sub> на душу населения и ВВП на душу населения в форме перевернутой буквы «U». Это означает, что получила подтверждение гипотеза об экологической кривой Кузнецца для стран Евросоюза в этот период. Было также обнаружено, что увеличение потребления энергии сопровождается значительным ростом эмиссии CO<sub>2</sub>, что может стать основой для формулировки рекомендаций относительно энергетической политики в области, касающейся ее воздействия на окружающую среду. Что касается степени открытости экономики, то было отмечено, что рост открытости ведет к улучшению экологии в странах ЕС, т.к. отечественная продукция, загрязняющая окружающую среду, заменяется импортом. Приток прямых иностранных инвестиций в проведенном исследовании не влиял на эмиссию CO<sub>2</sub> статистически существенным образом.

**Ключевые слова** экологическая кривая Кузнецца (ЭКС), эмиссия двуокиси угля, экономический рост, Евросоюз

**JEL:** Q43, Q51, O44, O52