

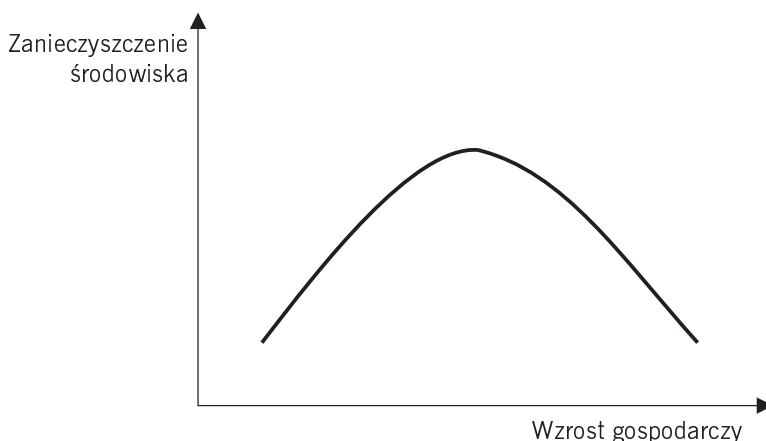
# Weryfikacja hipotezy o „środowiskowej krzywej Kuznetsa” na przykładzie emisji dwutlenku węgla w krajach OECD

Anna Kukla-Gryz, mgr  
Katedra Mikroekonomii WNE UW

## 1. Wstęp

Określenie „środowiskowa krzywa Kuznetsa” zostało zapożyczony od hipotezy Simona Kuznetsa o zależności pomiędzy wzrostem gospodarczym a równomiernością rozkładu dochodów. Według hipotezy Kuznetsa nierównomierność podziału dochodów rośnie wraz ze wzrostem gospodarczym, a następnie, osiągnąwszy pewien punkt maksimum, maleje [Kuznets, 1995].

W przypadku „środowiskowej krzywej Kuznetsa” na miejsce równomierności rozkładu dochodów podstawia się zmienną określającą poziom zanieczyszczenia środowiska: zanieczyszczenie wód, powietrza, stopień zalesienia itp. W zależności od uwzględnianej zmiennej autorzy, badający hipotezę EKC, otrzymują różne zależności: liniową, kwadratową (EKC) oraz sześcienną<sup>1</sup>. Klasyczna kwadratowa „środowiskowa krzywa Kuznetsa” została przedstawiona na rysunku 1.

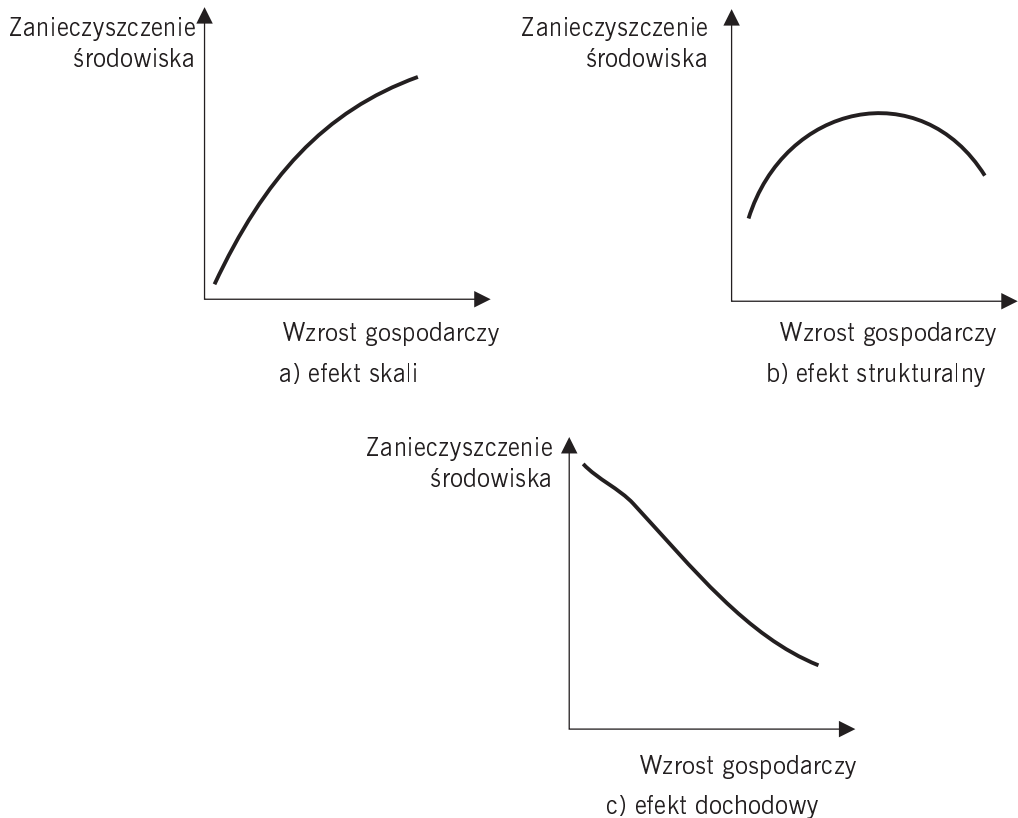


### Rys. 1.

„Środowiskowa krzywa Kuznetsa”

<sup>1</sup> Wyniki prac autorów badających EKC zostały przedstawione w załączniku A, w tabeli 7.

Hipoteza EKC tłumaczona jest zazwyczaj trzema efektami (tzw. efekty dekompozycyjne): efektem skali (*scale effect*), efektem kompozycyjnym lub strukturalnym (*structure or composition effect*) oraz efektem dochodowym (*income effect*). Wymienione efekty zostały przedstawione na rysunku 2.



**Rys. 2.**

Efekty dekompozycyjne

E f e k t s k a l i jest rosnącą funkcją dochodów: wzrostowi aktywności gospodarczej towarzyszy wzrost produkcji, co wiąże się ze zwiększeniem ilości odpadów i emisji zanieczyszczeń, jak również ze wzrostem zużycia surowców naturalnych<sup>2</sup>.

E f e k t s t r u k t u r a l n y (lub kompozycyjny) opisuje zmianę struktury aktywności gospodarczej ze względu na intensywność emisji zanieczyszczeń. W początkowym stadium rozwoju gospodarczego zmiana dotyczy przejścia z gospodarki opartej na rolnictwie na gospodarkę z dużym udziałem przemysłu, co wpływa na wzrost emisji zanieczyszczeń. W kolejnej fazie rozwoju gos-

<sup>2</sup> Przy założeniu, że technologie produkcji nie zmieniają się.

podarczego wzrasta udział sektora usług — ilość emitowanych zanieczyszczeń na jednostkę PKB maleje.

E f e k t d o c h o d o w y reprezentuje wpływ zmiany popytu i podaży na jakość środowiska naturalnego. Przy niskich dochodach wzrost dochodów jest kierowany przede wszystkim na zakup dóbr podstawowych, np. żywności. Jednak ze wzrostem dochodów popyt na środowisko może wzrosnąć. Zmiana popytu społeczeństwa może wpłynąć na zmianę podaży emisji zanieczyszczeń przez przedsiębiorstwa zarówno bezpośrednio: poprzez wzrost popytu na produkty produkowane w sposób bardziej przyjazny środowisku, jak i pośrednio: przez wprowadzenie bardziej restrykcyjnej polityki ekologicznej<sup>3</sup>. Ponieważ zmiana podaży może być efektem zmiany technologii produkcji, efekt ten często nazywany jest również efektem zmiany technologii.

Do mniej popularnych efektów należą efekty „szokowe” oraz efekt „migracji przemysłu brudnego” (*pollution heaven hypothesis*) z krajów rozwiniętych do krajów o niskich dochodach, gdzie koszty zanieczyszczania środowiska są niższe. Efekt „migracji przemysłu brudnego” opisali między innymi P. Eakins, T. Panayotou, M. Mani i D. Wheeler oraz V. Suri i D. Chapman. Na efekty szokowe zwracają natomiast uwagę G. C. Unruh i W. R. Moomaw. Jako „szok” autorzy interpretują wydarzenia historyczne lub gospodarcze wpływające na zmianę dotychczasowej polityki zarówno na szczeblu państwowym, jak i prywatnym.

W kolejnych rozdziałach zostanie przeprowadzona weryfikacja EKC na przykładzie emisji dwutlenku węgla przez przemysł w krajach OECD z uwzględnieniem wpływu dwóch ostatnich wymienionych efektów: efektu „migracji przemysłu brudnego” oraz szoku gospodarczego. Jako szok przyjmuje się kryzys naftowy z lat siedemdziesiątych.

Wybór badanych państw (przedstawionych w załączniku A, w tabeli 5.) został uzależniony od dostępu do odpowiednich danych. Analiza koncentruje się na zanieczyszczeniach przemysłowych w celu zbadania występowania efektu „migracji przemysłu brudnego”<sup>4</sup>. Praca zostanie zakończona wnioskami i propozycjami na kolejne badania.

## 2. Efekt kryzysu naftowego

Większość badaczy zajmujących się tematyką EKC koncentruje się na określeniu kształtu oraz ewentualnego „punktu zwrotnego” na krzywej EKC, a dokładnie — na takiej wartości PKB *per capita*, przy której kolejny jej wzrost wiąże się z mniejszą emisją zanieczyszczeń. Pozostaje jednak niejasne,

<sup>3</sup> S. Pargal, H. Hettige oraz R. Hartman twierdzą, iż stopień emisji zanieczyszczeń przez przedsiębiorstwa jest podatny zarówno na regulacje rządowe, jak i na presję władz lokalnych. Na obie formy regulacji silnie wpływa natomiast poziom dochodów.

<sup>4</sup> Badania hipotezy EKC w większości dotyczą analizy ogólnego poziomu emisji zanieczyszczeń (załącznik A, tabela 7.). W przypadku badania zanieczyszczeń przemysłowych występowanie efektu strukturalnego może oznaczać jedynie ograniczanie działalności przemysłowej, a nie jej zmniejszony udział w tworzeniu PKB.

czy otrzymane zależności są prostym następstwem wzrostu gospodarczego (wyrażonego zazwyczaj jako wzrost PKB *per capita*), czy również i innych czynników takich jak: równomierność rozkładu dochodów, gęstość zaludnienia, swobody obywatelskie czy też wydarzenia, „szoki” gospodarcze takie jak kryzys naftowy z lat siedemdziesiątych<sup>5</sup>.

Konsekwencją kryzysu naftowego była recesja gospodarcza, racjonalizacja zużycia nośników energii, w tym przede wszystkim ropy naftowej [*Liberalizacja i prywatyzacja sektora energetycznego*, 1999], mobilizacja do poszukiwań nowych źródeł energii: jądrowej i odnawialnej oraz do poszukiwań i eksploatacji nowych złóż ropy (np. na Morzu Północnym). Trzy pierwsze wymienione czynniki mogły wpłynąć na obniżenie emisji dwutlenku węgla przez przemysł.

Należy również wspomnieć, iż lata siedemdziesiąte to również poruszenie na forum międzynarodowym problemu kwaśnych deszczy<sup>6</sup> oraz rozpoczęcie debaty na temat „granic wzrostu” gospodarczego. W konsekwencji, opinia publiczna mogła zacząć się opowiadać za ograniczeniem działalności wywierającej negatywny wpływ na środowisko naturalne. Do wyżej wymienionych czynników mógł zatem dojść kolejny: „migracja przemysłu brudnego” do krajów słabiej rozwiniętych w celu uniknięcia dodatkowych kosztów zanieczyszczenia środowiska.

Weryfikacja powyższej hipotezy zostanie przeprowadzona w następnym rozdziale. W rozdziale niniejszym zostanie zbadana hipoteza o istotnym wpływie kryzysu naftowego na obniżenie emisji CO<sub>2</sub> przez przemysł na przykładzie wybranych państw OECD. Lista badanych państw została przedstawiona w załączniku A, w tabeli 5.

W załączniku B, na rysunkach 1.–3., zostały przedstawione zależności pomiędzy emisją dwutlenku węgla *per capita* (w tonach) przez przemysł a wielkością PKB *per capita* (USD, ceny z 1995 r.) w latach 1960–1999<sup>7</sup>. Badane państwa zostały przedstawione na trzech wykresach w grupach o podobnym poziomie emisji: niskim, średnim i wysokim (Stany Zjednoczone). Kształt zależności pomiędzy zmiennymi odpowiada hipotezie EKC. Jedynie w przypadku Stanów Zjednoczonych oraz Portugalii zależność ta nie jest wyraźna. W Stanach Zjednoczonych obserwuje się spadek, a w Portugalii wzrost emisji w badanym okresie.

<sup>5</sup> Pierwszy kryzys naftowy wystąpił w latach 1973–1975. Cena ropy naftowej sprzedawanej przez państwa OPEC wzrosła wówczas blisko czterokrotnie. Kolejne podwyżki cen miały miejsce w 1979 roku, ceny ropy wzrosły wówczas o 130%. O ile w przypadku analizowania zanieczyszczenia wód lub zalesienia kryzys naftowy nie powinien mieć istotnego znaczenia, o tyle w przypadku badania emisji zanieczyszczeń związanych ze spalaniem surowców kopalnych wpływ kryzysu naftowego może być już istotny.

<sup>6</sup> I Konferencja Narodów Zjednoczonych na temat Ochrony Środowiska w 1972 roku, Konwencja Genewska w 1979 r.

<sup>7</sup> Uwzględnione gałęzie przemysłu zostały wypisane w załączniku A, w tabeli 6. Emisja CO<sub>2</sub> została wyliczona na podstawie wielkości konsumpcji energii przez przemysł, z uwzględnieniem rodzaju spalanych paliw, obliczenia: International Energy Agency, IEA.

Warto zwrócić uwagę, że „punkty maksimum” na krzywych przypominających zależność EKC kształtują się w poszczególnych krajach przy różnym poziomie PKB *per capita* (np. 12 350,7 USD we Włoszech i 22 584,5 USD w Norwegii) oraz przy różnym poziomie emisji CO<sub>2</sub> *per capita* (np. 1,99 ton we Włoszech i 2,80 ton w Norwegii).

Wykresy na rysunkach 4.–6. (załącznik B) przedstawiają poziom emisji dwutlenku węgla przez przemysł w czasie. Kształt zależności pomiędzy zmiennymi również przypomina kształt krzywej EKC (z wyjątkiem Stanów Zjednoczonych i Portugalii). Z wykresów widać, iż zróżnicowanie „okresu maksimum” między państwami jest znacznie mniejsze niż w przypadku „punktu maksimum” (dla PKB *per capita*). Okres ten, w większości państw, przypada na lata siedemdziesiąte: 1973–1975, a w niektórych przypadkach również na rok 1979, czyli lata, w których miał miejsce odpowiednio pierwszy i drugi kryzys naftowy. Wyjątkami są Japonia oraz Kanada, co do których trudno wywnioskować, czy „okres maksimum” przypada na 1969 czy na 1973 rok. Powyższa niejasność oraz występujące w niektórych krajach „okresy maksimum” na początku lat siedemdziesiątych (np. w Australii lub Francji) mogą być spowodowane recesją gospodarczą z 1970 roku. Lekkie załamanie lub spowolnienie wzrostu emisji dwutlenku węgla na początku lat siedemdziesiątych można zresztą zaobserwować w większości badanych państw. Jednakże o ile po recesji z 1970 roku w większości krajów nastąpił ponowny wzrost emisji dwutlenku węgla do poziomu nawet przewyższającego poziom emisji z okresu sprzed recesji, to w przypadku kryzysu naftowego spadek emisji CO<sub>2</sub> był trwały.

W tabeli 1. zostały przedstawione otrzymane „punkty i okresy maksimum” dla poszczególnych państw. Średnia została obliczona z uwzględnieniem drugiego „roku załamania”, ponieważ po drugim „załamaniu” obserwuje się bardziej intensywny spadek emisji w Danii, Kanadzie oraz Japonii.

### Tabela 1.

Rok i wartość PKB *per capita*, od których obserwuje się spadek poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł w krajach OECD, w latach 1960–1999

Państwo	Rok	PKB <i>per capita</i> w USD; ceny z 1995 roku
Dania	1970 oraz 1979	23 446,8 oraz 27 497,6
Austria	1974	19 026,1
Holandia	1973 oraz 1979	18 953,7 oraz 21 154,3
Japonia	1969 oraz 1973	18 712,2 oraz 24 092,8
Finlandia	1973	17 435,8
Australia	1970	13 496,6
Belgia	1973	17 870,5
Kanada	1969 oraz 1975	12 135,4 oraz 14 554
Szwecja	1973	20 428,2
Francja	1970	16 412,1

Państwo	Rok	PKB <i>per capita</i> w USD; ceny z 1995 roku
Norwegia	1979	22 584,5
Włochy	1974	11 799
Szwajcaria	1973	39 048,7
Hiszpania	1973	10 060,2
Grecja	1979	10 750,4
Irlandia	1971	8076,9
Wielka Brytania	1973	13 326,8
Średnia	1974,18	
St. Zjednoczone	spadek, brak „punktu załamania”	
Portugalia	wzrost, brak „punktu załamania”	

Z przeprowadzonej dotychczas analizy można wnioskować, iż kryzys naftowy miał istotny wpływ na spadek emisji dwutlenku węgla przez przemysł w badanych państwach OECD. Różne poziomy PKB *per capita* dla „punktów maksimum” emisji w badanych państwach można tłumaczyć między innymi zróżnicowanym poziomem dochodów w latach kryzysu naftowego.

Wyjątkami są Stany Zjednoczone oraz Portugalia. W obydwu państwach nie obserwuje się wpływu kryzysu naftowego na zmianę poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł. Szczególnie interesujący jest przypadek Stanów Zjednoczonych, gdzie począwszy od lat sześćdziesiątych, przy dochodach 12 836,9 USD *per capita*, obserwuje się spadek emisji dwutlenku węgla przez przemysł. Na relatywnie wczesne obniżanie emisji dwutlenku węgla w Stanach Zjednoczonych mógł mieć wpływ np. zdecydowanie wyższy poziom emisji dwutlenku węgla *per capita* przez przemysł niż w pozostałych krajach. Weryfikacja powyższej hipotezy niestety wykracza poza zakres niniejszej pracy, jest jednak ciekawym tematem na osobne badanie.

W kolejnym rozdziale zostanie zbadane, czy obniżenie poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł, przedstawione na rysunkach 1.–6., mogło być również skutkiem „migracji przemysłu brudnego” do krajów słabiej rozwiniętych.

### 3. Efekt „migracji przemysłu brudnego”

Pod koniec lat sześćdziesiątych naukowcy Klubu Rzymskiego rozpoczęli debatę na temat „granic wzrostu” gospodarczego. W opublikowanym w 1972 roku pierwszym raporcie Klubu *Limits to Growth* autorzy zwrócili uwagę na ograniczoność zasobów naturalnych i zalecili zerowy lub stabilny wzrost gospodarczy w celu uniknięcia katastrofy ekologicznej (*zero-growth or steady-state economy*). Głośna debata na temat „granic wzrostu” jak również poruszenie na forum międzynarodowym problemu kwaśnych deszczy mogło wpłynąć na zaostrzenie dotychczasowej polityki ekologicznej w krajach rozwiniętych. W konsekwencji, przemysł mocno zanieczyszczający środowisko mógł „wy-

emigrować” do krajów mniej rozwiniętych w celu uniknięcia dodatkowych kosztów zanieczyszczenia środowiska. Teoria „migracji przemysł brudnego” znana jest w literaturze jako *pollution heaven hypothesis*.

Niestety brak jest dokładnych danych o prowadzonej, począwszy od lat siedemdziesiątych, polityce ekologicznej w poszczególnych państwach. Można jedynie zakładać, że istniały różnice w kosztach korzystania ze środowiska pomiędzy krajami rozwiniętymi a słabo rozwiniętymi<sup>8</sup>.

Aby zbadać, czy przedstawiony w poprzednim rozdziale spadek emisji CO<sub>2</sub> w krajach rozwiniętych mógł być skutkiem między innymi „migracji przemysłu brudnego”, w niniejszym rozdziale zostanie przeprowadzona analiza eksportu i importu przemysłu „brudnego” badanych państw rozwiniętych.

W pierwszej kolejności należy zdefiniować „przemysł brudny”. Najczęściej stosowaną metodą jest porównanie stosunku wydatków poszczególnych sektorów przemysłu na uniknięcie dodatkowej jednostki emisji zanieczyszczeń do wartości produkcji [Robison, 1998; Tobey, 1990; Mani, 1996]. Stosując powyższe kryterium, do przemysłu „brudnego” zalicza się pięć sektorów: żelazo i stal, metale nieżelazne, chemia przemysłowa, papier i tektura oraz niemetaliczne wyroby mineralne. Innym kryterium jest porównanie wielkości emisji zanieczyszczeń do wartości produkcji. Stosując tę metodę dla Stanów Zjednoczonych, autorzy pracy *The Industrial Pollution Projection System* [Hettige, Martin, Singh, Wheeler 1994] wyróżnili te same sektory jako najbardziej zanieczyszczające środowisko.

Powołując się na powyższe badania, do przemysłu „brudnego” zaliczono przedstawione w tabeli 2. sektory przemysłu.

## Tabela 2.

„Brudne sektory przemysłu”

ISIC Rev.2, 3-digit	Sektor przemysłu
341	papier i tektura
351	chemia przemysłowa
369	niemetaliczne wyroby mineralne
371	żelazo i stal
372	metale nieżelazne

W tabeli 3. został przedstawiony udział eksportu i importu sektorów „brudnych” ogółem z grup krajów o dochodach: niskich, średnich niskich, średnich wysokich oraz wysokich, w całkowitej wielkości eksportu i importu badanych państw OECD<sup>9</sup>. Odpowiednie dane są dostępne dla lat 1976–1999.

<sup>8</sup> S. Dasgupta i inni dowodzą, iż istnieje relacja pomiędzy wzrostem gospodarczym a bardziej restrykcyjną polityką ekologiczną. Do podobnych wniosków dochodzą również H. Wang i D. Wheeler, S. Dasgupta i D. Wheeler oraz S. Pargal i D. Wheeler.

<sup>9</sup> Ze względu na brak danych przy analizie struktury eksportu i importu nie została uwzględniona Belgia i Szwajcaria. Odpowiednie dane są dostępne dla lat 1976–1999 (Bank Światowy).

**Tabela 3.**

Udział eksportu i importu przemysłu „brudnego” ogółem z krajów o dochodach: niskich (*LD*), średnich niskich (*LMI*), średnich wysokich (*HMI*) oraz wysokich (*HI*) w całkowitej wielkości eksportu (*expTOT*) i importu (*impTOT*) w badanych krajach OECD

rok	$\frac{expLI}{expTOT}$	$\frac{impLI}{impTOT}$	$\frac{expLMI}{expTOT}$	$\frac{impLMI}{impTOT}$	$\frac{expHMI}{expTOT}$	$\frac{impHMI}{impTOT}$	$\frac{expHI}{expTOT}$	$\frac{impHI}{impTOT}$
1976	0,057002	0,031955	0,212067	0,054453	0,128695	0,071752	0,602236	0,841840
1977	0,059607	0,029962	0,198466	0,059568	0,135392	0,068192	0,606535	0,842279
1978	0,047168	0,017025	0,140748	0,039559	0,120701	0,067241	0,691383	0,876176
1979	0,042421	0,018951	0,133240	0,040400	0,121058	0,071890	0,703281	0,868759
1980	0,048593	0,020081	0,132789	0,043411	0,120313	0,074260	0,698304	0,862247
1981	0,050252	0,017696	0,136901	0,042890	0,125031	0,074523	0,687816	0,864892
1982	0,050727	0,017205	0,140914	0,037643	0,117448	0,078597	0,690911	0,866554
1983	0,042277	0,016272	0,142724	0,039650	0,105200	0,089789	0,709799	0,854290
1984	0,039260	0,014240	0,135733	0,040796	0,101830	0,094179	0,723177	0,850785
1985	0,040715	0,013320	0,143275	0,038245	0,093540	0,087541	0,722471	0,860894
1986	0,035966	0,011611	0,117158	0,035957	0,090219	0,085229	0,756657	0,867203
1987	0,030744	0,012633	0,106404	0,038267	0,087919	0,080085	0,774933	0,869015
1988	0,029480	0,014341	0,100734	0,044616	0,088501	0,090327	0,781285	0,850715
1989	0,028773	0,014109	0,096697	0,046005	0,088578	0,088347	0,785953	0,851539
1990	0,027892	0,011386	0,082703	0,045692	0,084836	0,082504	0,804569	0,860419
1991	0,025395	0,011594	0,080961	0,046193	0,096958	0,080131	0,796686	0,862082
1992	0,028200	0,011351	0,078273	0,041438	0,097075	0,077610	0,796452	0,869600
1993	0,028803	0,013437	0,086225	0,050137	0,106522	0,083559	0,778449	0,852867
1994	0,026378	0,014152	0,076920	0,062989	0,109622	0,088568	0,787080	0,834291
1995	0,027532	0,014393	0,079739	0,070711	0,110343	0,090264	0,782386	0,824631
1996	0,029386	0,014722	0,080491	0,064841	0,115378	0,088109	0,774745	0,832329
1997	0,028542	0,015058	0,079686	0,072508	0,120116	0,091410	0,771656	0,821024
1998	0,022917	0,017612	0,074113	0,072604	0,110792	0,092360	0,792178	0,817424
1999	0,024762	0,019043	0,081840	0,077152	0,122489	0,098052	0,770910	0,805752

Źródło: Dane z Banku Światowego.

Przedstawione w tabeli dane przeczą hipotezie o „migracji przemysłu brudnego”. Zdecydowanie największa część importu „brudnych sektorów przemysłu” przez badane kraje OECD pochodzi z krajów rozwiniętych o najwyższych dochodach. Począwszy od 1976 roku udział ten kształtuje się średnio na poziomie 85%. Wprawdzie dane z tabeli 3. odzwierciedlają strukturę udziału importu dopiero od 1976 r., tzn. po pierwszym kryzysie naftowym, jednak utrzymujący się wysoki udział importu przemysłu „brudnego” z krajów rozwiniętych pozwala odrzucić postawioną w poprzednim rozdziale hipote-



zę, że efekt „migracji przemysłu” mógł się przyczynić do obniżenia emisji CO<sub>2</sub> w badanych krajach rozwiniętych. Na wykresach 6.–8. obserwuje się bowiem spadek emisji CO<sub>2</sub>, średnio aż do połowy lat osiemdziesiątych.

W kolejnym rozdziale zostanie przeprowadzona empiryczna weryfikacja EKC na przykładzie emisji CO<sub>2</sub> przez przemysł w krajach rozwiniętych z uwzględnieniem szoku naftowego. Efekt „migracji przemysłu” nie zostanie uwzględniony ze względu na udowodnioną powyżej nieistotność.

#### 4. Analiza empiryczna

Szacowany model ma postać:

$$CO_{2,i,t}pc = const + \beta_1 PKB_{i,t}pc + \beta_2 PKB_{i,t}^2pc + \beta_3 szok + \beta_i pid + u_{i,t}$$

$CO_{2,i,t}pc$  — emisja dwutlenku węgla *per capita* przez przemysł w tonach, w *i*-tym kraju, w roku *t*

*const* — stała

$PKB_{i,t}pc$  — PKB *per capita* w USD w cenach z 1995 r. w *i*-tym kraju, w roku *t*

$PKB_{i,t}^2pc$  — PKB *per capita* do kwadratu w *i*-tym kraju, w roku *t*

*szok* — zmienna zero-jedynkowa określająca szok po kryzysie naftowym: w latach 1960–1974 przyjmuje wartość „0”, w latach: 1975–1999, wartość „1” (średnio w 1974 roku wystąpił „punkt maksimum” emisji CO<sub>2</sub>, obliczenia z tabeli 1.)

*pid* — zmienna charakteryzująca dane państwo<sup>10</sup>

$u_{i,t}$  — wektor składników losowych

otrzymanie dodatniego współczynnika  $\beta_1$  i ujemnego  $\beta_2$  będzie świadczyć o słuszności hipotezy EKC, natomiast ujemna wartość współczynnika  $\beta_3$  o ujemnym wpływie kryzysu naftowego na poziom emisji dwutlenku węgla przez przemysł.

Oszacowane parametry autokorelacji *rho* dla poszczególnych jednostek (państw) są różne (od 0,70 do 0,98)<sup>11</sup> i wskazują na występowanie zróżnicowanej autokorelacji. Przeprowadzona analiza heteroskedastyczności wskazuje na występowanie korelacji międzygrupowej (*cross-sectional correlation*)<sup>12</sup>. Estymacja modelu zostanie zatem przeprowadzona metodą FGLS (*feasible generalized least squares*) z uwzględnieniem występowania zróżnicowanej autokorelacji i korelacji międzygrupowej.

<sup>10</sup> Lista badanych państw wraz z odpowiednim numerem *pid* została przedstawiona w załączniku A, w tabeli 5.

<sup>11</sup> Parametr autokorelacji *rho* został obliczony za pomocą testu Durбина-Watsona.

<sup>12</sup> Test Walda:  $H_0: \sigma_i = \sigma$  dla każdego *i*,  $H_1: \sigma_i \neq \sigma$  dla  $i \neq j$ , wskazuje na przyjęcie hipotezy alternatywnej o występowaniu heteroskedastyczności ( $\chi^2(17) = 5001,39[0,0000]$ ). Test Breusch-Pagana: testowanie hipotezy o istnieniu zwykłej heteroskedastyczności przeciwko hipotezie o istnieniu *cross-sectional correlation*, wskazuje natomiast na występowanie korelacji międzygrupowej ( $\chi^2(136) = 1577,526[0,0000]$ ).

Aby szacować model z uwzględnieniem korelacji międzygrupowej, estymowany panel musi być zbilansowany (tzn. zawierać taką samą liczbę obserwacji). Ponieważ dla Kanady warunek ten nie był spełniony (brak danych o wielkości PKB w latach 1960–1964), nie została ona uwzględniona przy estymacji modelu. W przypadku Szwajcarii w celu osiągnięcia panelu zbilansowanego (brak danych o populacji w latach 1998–1999) zakłada się niezmienną wielkość populacji w trzech ostatnich latach. Ponieważ estymacja modelu jest przeprowadzana metodą *cross-sectional FGLS regression* Stany Zjednoczone nie zostały uwzględnione ze względu na poziom emisji dwutlenku węgla znacznie różniący się od poziomu emisji CO<sub>2</sub> w pozostałych krajach.

Wyniki estymacji modelu zostały przedstawione w tabeli 4.

### Tabela 4.

Wyniki estymacji; *Cross-sectional time-series FGLS regression*

Zmienne objaśniające	Współczynnik $\beta$	Błąd standardowy	Stat. $t$	Istotność stat. $t$
PKB <i>per capita</i>	0,0000963	0,0000118	8,19	0,000
PKB <sub>2</sub> <i>per capita</i>	-1,78e-09	2,22e-10	-7,99	0,000
<i>szok</i>	-0,1561656	0,032809	-4,76	0,000
<i>pid</i> <sub>2</sub>	1,261684	0,2043968	-6,17	0,000
<i>pid</i> <sub>3</sub>	0,3720067	0,3171681	1,17	0,241
<i>pid</i> <sub>5</sub>	-1,770685	0,01792962	-9,88	0,000
<i>pid</i> <sub>6</sub>	-0,4755388	0,3105031	-1,53	0,126
<i>pid</i> <sub>7</sub>	-1,930276	0,2054387	-9,40	0,000
<i>pid</i> <sub>8</sub>	-1,440586	0,2143932	-6,72	0,000
<i>pid</i> <sub>9</sub>	-0,9131245	0,2623564	-3,48	0,001
<i>pid</i> <sub>11</sub>	-0,8910855	0,2590358	-3,44	0,001
<i>pid</i> <sub>13</sub>	-1,839819	0,2121555	-8,67	0,000
<i>pid</i> <sub>15</sub>	-1,175539	0,6537903	-1,80	0,072
<i>pid</i> <sub>16</sub>	-1,64025	0,202947	-8,08	0,000
<i>pid</i> <sub>17</sub>	-0,9530295	0,8366564	-1,14	0,255
<i>pid</i> <sub>21</sub>	-1,426154	0,5644385	-2,53	0,012
<i>pid</i> <sub>23</sub>	-1,499757	0,164599	-9,11	0,000
<i>pid</i> <sub>26</sub>	-1,161679	0,2425613	-4,79	0,000
<i>pid</i> <sub>34</sub>	-1,880594	0,2379134	-7,90	0,000
<i>const</i>	2,017536	0,2278396	8,86	0,000

Liczba obserwacji: 680

Liczba grup: 17

Liczba okresów: 40

Wald  $\chi^2(18) = 531,25 [0,0000]$

Otrzymane wartości współczynników  $\beta_1$  oraz  $\beta_2$  wskazują na słusność hipotezy EKC. Wartość bezwzględna  $\beta_1$  jest przy tym wyższa od wartości bezwzględnej  $\beta_2$ . Oznacza to, iż tempo wzrostu emisji dwutlenku węgla przez przemysł wraz ze wzrostem PKB *per capita* było wyższe niż tempo spadku emisji przy dalszym wzroście PKB *per capita*.

Wyniki estymacji modelu potwierdzają również wcześniejsze przypuszczenia o istotnym wpływie kryzysu naftowego na wielkość emisji dwutlenku węgla przez przemysł. Wartość współczynnika  $\beta_3$  jest przy tym niższa (bezwzględnie wyższa) od wartości współczynnika  $\beta_2$ . Można zatem wnioskować, że kryzys naftowy miał relatywnie większy wpływ na spadek emisji dwutlenku węgla niż wzrost PKB *per capita*.

Wartości współczynników charakteryzujących poszczególne państwa zgadzają się z zależnościami otrzymanymi na wykresach 3.–5. Niższe istotne wartości zmiennych *pid*, np. w Portugalii (–1,839819) lub Hiszpanii (–1,64025), wskazują na mniejszy poziom emisji zanieczyszczeń przez przemysł w badanym okresie, niż np. w Holandii, gdzie wartość zmiennej *pid* wynosi –0,8910855.

## 5. Podsumowanie

W niniejszej pracy została przeprowadzona weryfikacja hipotezy EKC na przykładzie emisji dwutlenku węgla przez przemysł. Zgodnie z hipotezą EKC zależność pomiędzy wzrostem gospodarczym a stanem środowiska naturalnego ma kształt odwróconego dzwonu, tzn. wraz z początkowym etapem rozwoju gospodarczego poziom emisji zanieczyszczeń rośnie, a następnie — w miarę rozwoju — maleje. Hipoteza EKC tłumaczona jest zazwyczaj trzema efektami: skali, strukturalnym oraz dochodowym. W pracy zbadano mniej popularne efekty: efekt szokowy oraz efekt „migracji przemysłu brudnego”. Jako „szok” przyjęto kryzys naftowy z lat siedemdziesiątych.

Na podstawie przeprowadzonej w pracy analizy odrzucono hipotezę wpływu „migracji przemysłu brudnego” na obserwowany od połowy lat siedemdziesiątych spadek emisji dwutlenku węgla przez przemysł w badanych krajach OECD. W latach 1976–1999 średnio 85% wartości importu przemysłu „brudnego” pochodziło z krajów o najwyższych dochodach.

W przypadku analizy efektu kryzysu naftowego otrzymano odwrotne wyniki. Analiza teoretyczna i empiryczna wykazała istotny wpływ kryzysu naftowego na spadek emisji dwutlenku węgla przez przemysł. Ponadto, wyniki estymacji wskazują na relatywnie silniejszy wpływ kryzysu naftowego na spadek emisji dwutlenku węgla niż wpływ wzrostu gospodarczego (wyrażonego jako wzrost PKB *per capita*).

Z otrzymanych w pracy wyników można wnioskować, iż przy analizie hipotezy EKC dla emisji gazów towarzyszących spalaniu paliw kopalnych należy uwzględniać kryzys naftowy z lat siedemdziesiątych. Do gazów tych należą, oprócz dwutlenku węgla, między innymi: tlenek węgla, dwutlenek siarki oraz

tlenki azotu. Nasuwa się również pytanie, czy i kiedy nastąpiłby równie duży spadek emisji dwutlenku węgla przez przemysł w badanych krajach, gdyby nie miał miejsca kryzys naftowy?

## Bibliografia

- Bradford D., Schlieckert R., Shore S., 2000, *The Environmental Kuznets Curve: Exploring a Fresh Specification*, NBER Working Paper, nr 8001.
- Bruyn S. M., van den Bergh J., Opschoor J. B., 1998, *Economic growth and emissions: reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curve*, „Ecological Economics” nr 25, s. 161–175.
- Grossman G. M., Krueger A. B., 1995, *Economic growth and the environment*, „Quarterly Journal of Economics” nr 110, s. 353–377.
- Dasgupta S., Wheeler D., 1996, *Citizen Complaints as Environmental Indicators: Evidence from China*, Policy Research Department Working Paper, World Bank.
- Dasgupta S., Mody A., Roy S., Wheeler D., 1995, *Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis*, Policy Research Department, Working Paper, nr 1448, World Bank.
- Eakins P., 1997, *The Kuznetz curve for the environment and economic growth; examining the evidence*, „Environment Planning” nr 29, s. 805–830.
- Hartman R., Huq M., Wheeler D., 1997, *Why Paper Mills Clean Up: Determinants of Pollution Abatement in Four Asian Countries*, World Bank, Policy Research Department Working Paper, nr 1710.
- Hettige H., Mani M., Wheeler D., 1997, *Industrial Pollution in Economic Development: Kuznetz Revised*, Development Research Group, World Bank.
- Hettige H., Martin P., Singh M., Wheeler D., 1994, *International Standard Industrial Classification*, Policy Research Working Paper, nr 1431, World Bank.
- Holtz E. D., Selden T. M., 1995, *Stoking the fires? CO<sub>2</sub> emissions and economic growth*, „Journal of Public Economics” nr 57, s. 85–101.
- Kahn M. E., 1998, *A Household Level Environmental Kuznetz Curve*, „Economics Letters” nr 59 (2), s. 269–273.
- Kaufmann R. K., Davidsdottir B., Garnham S., Pauly P., 1998, *The determinants of atmospheric SO<sub>2</sub> concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve*, „Ecological Economics” nr 25, s. 209–220.
- Kuznetz S., 1955, *Economic Growth and Income Equality*, „American Economic Review” nr 45 (1), s. 1–28.
- Liberalizacja i prywatyzacja sektora energetycznego*, 1999, Grupa Kapitałowa Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA, nr II, Warszawa.
- Mani M. S., 1996, *Environmental Tariffs on Polluting Imports: An Empirical Study*, „Environmental and Resource Economics” nr 7, s. 391–411.
- Mani M., Wheeler D., 1997, *In search of Pollution Heavens? Dirty Industry in the World Economy, 1960–1995*, PRDEI.
- Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W., 1972, *The Limits to Growth*, Universe Books, New York, USA.
- Panayotou T., 2000, *Economic Growth and the Environment*, CID Working Paper, nr 56.
- Panayotou T., Petersen A., Sachs J., 2000, *Is the Environmental Kuznetz Curve Driven by Structural Change? What Extended Time Series May Imply for Developing Countries*, Consulting Assistance on Economic Reform II, Discussion Paper.
- Pargal S., Wheeler D., 1996, *Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence From Indonesia*, „Journal of Political Economy” nr 104 (6).

- Roberts J. T., Grimes P. E., 1997, *Carbon intensity and economic development 1962–91: a brief exploration of the environmental Kuznets curve*, „World Development” nr 25, s. 191–198.
- Robison D. H., 1988, *Industrial Pollution Abatement: The Impact on the Balance of Trade*, „Canadian Journal of Economics” nr 21, s. 702–706.
- Rothman D. S., 1998, *Environmental Kuznets curves — real progress or passing the buck? A case for consumption-based approaches*, „Ecological Economics” nr 25, s. 177–194.
- Schmalensee R., Stoker T. M., Judson R. A., 1998, *World Carbon Dioxide Emissions: 1950–2050*, „Review of Economics and Statistics” nr 80.
- Shafik N., 1994, *Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis*, „Oxford Economic Papers” nr 46, s. 757–773.
- Suri V., Chapman D., 1998, *Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve*, „Ecological Economics” nr 25, 2, s. 147–160.
- Tobey J. A., 1990, *The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test*, „Kyklos” nr 43, s. 191–209.
- Torrás M., Boyce J. K., 1998, *Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve*, „Ecological Economics” nr 25, s. 147–160.
- Unruh G. C., Moomaw W. R., 1998, *An alternative analysis of apparent EKC-type transitions*, „Ecological Economics” nr 25, s. 221–229.
- Wang H., Wheeler D., 1996, *Pricing Industrial Pollution in China: An Econometric Analysis of the Levy System*, Policy Research Department Working Paper, nr 1644, World Bank.
- [www.worldbank.org/research/trade](http://www.worldbank.org/research/trade).
- <http://earthtrends.wri.org/>

## Załącznik A

### Tabela 5.

Lista badanych państw

Państwo	pid	Państwo	pid
Australia	1	Portugalia	13
Austria	2	Szwecja	15
Belgia	3	Hiszpania	16
Kanada	4	Wielka Brytania	17
Dania	5	Stany Zjednoczone	18
Finlandia	6	Francja	21
Grecja	7	Włochy	23
Irlandia	8	Norwegia	26
Japonia	9	Szwajcaria	34
Holandia	11		

**Tabela 6.**

Gałęzie przemysłu, według klasyfikacji *ISIC Rev. 3*, uwzględniane przy obliczaniu wielkości emisji CO<sub>2</sub> przez przemysł w latach 1960–1999

<i>ISIC Rev. 3</i>	Gałęzie przemysłu
grupa 271 i klasa 2731	żelazo i stal
poddział 24	chemia przemysłowa
grupa 272 i klasa 2732	metale nieżelazne
poddział 26	niemetaliczne wyroby mineralne
poddziały: 34 i 35	wyposażenie transportu
poddziały: 28, 29, 30, 31 i 32	maszyny
poddziały: 13 i 14	kopalnie i górnictwo (wyłączając paliwa)
poddziały: 15 i 16	żywność i tytoń
poddziały: 21 i 22	papier i tektura
poddział 20	drewno i wyroby z drewna (inne niż papier i tektura)
poddział 45	budownictwo
poddziały: 17, 18 i 19	tekstylia i skóra
poddziały: 25, 33, 36 i 37	inne

**Tabela 7.**

Wyniki prac badających hipotezę *EKC*

Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
Torras i Boyce [1998]  PKB <i>per capita</i> (PPP USD 1985)	dwutlenek siarki smog  ciężkie cząstki metali	sześcienna <i>N-normal</i> sześcienna <i>N-normal</i> (i) s.n. (ii) monotonicznie malejąca (i) s.n. (ii)	3890 (i) 3360 (ii) 4350 (i)	15 425 (i) 14 034(ii) 10 510 (i)	równość rozkładu do- chodów ( <i>GINI</i> <i>index</i> )  piśmienność  swobody oby- watelskie	1977–1991 od 19 do 42 państw w przy- padku zanie- czyszczenia powietrza 58 państw dla danych jakości wody metoda esty- macji: OLS <i>cross-country</i>

Weryfikacja hipotezy o „środowiskowej krzywej Kuzneta” na przykładzie emisji...

Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
	rozpuszczony tlen bakterie coli  dostęp do wody pitnej  kanalizacja	monotonicznie rosnąca (i) sześcienna <i>N-inverted</i> (ii) monotonicznie rosnąca (i) s.n. (ii) sześcienna <i>N-normal</i> sześcienna <i>N-normal</i> (i) monotonicznie rosnąca (ii)	19865 (ii)  11255 (i) 6900 (ii)  10 957 (i)	5085 (ii)  14 925 (i) 20 215 (ii)  16 852 (i)	poziom demo- kracji  urbanizacja  zmienne GEMS	testy diagno- styczne: porównanie wy- ników otrzyma- nych metodą OLS i GLS.
Nemat Shafik [1994]  PKB <i>per capita</i> (PPP USD 1985)	dostęp do wody pitnej kanalizacja miejska roczne zalesie- nie zalesienie całkowite bakterie coli rozpuszczony tlen koncentracja SPM koncentracja SO <sub>2</sub> miejskie odpady emisja C	monotonicznie malejąca monotonicznie malejąca  s.n.  s.n.  sześcienna <i>N-normal</i> monotonicznie malejąca  EKC (iv) EKC monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca EKC sześcienna <i>N-inverted</i>	1375  3280  3670  70 000 000  n.a. (iii)	11 400	czas  inwestycje  tempo wzrostu w gosp. swobody oby- watelskie  prawa politycz- ne  dług zagranicz- ny  handel  opłaty za elek- tryczność	1960–1989 od 25 do 153 państw metoda esty- macji: <i>fixed-effects</i> testy diagno- styczne: brak [Kaufmann, Davidsdottir, Garnham, Pau- ly, 1998]
Vivek Suri i Du- ane Chapman [1998]  PKB <i>per capita</i> (PPP 1985 USD)	konsumpcja energii <i>per ca- pita</i>	EKC — model bez rozszerzeń EKC — model z rozszerze- niem	55 535  143 806		zmiana ekspor- tu artykułów przemysłowych stopa zmiany importu arty- kułów prze- mysłowych udział prze- mysłu w PKB	1971–1990 33 państwa metoda esty- macji: FGLS testy diagno- styczne: testo- wanie autoko- relacji — uwzględnienie autokorelacji pierwszego

Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
						rzędu (AR1) i <i>cross-sectional correlation</i>
Dale S. Rothman [1998]  PKB <i>per capita</i> (PPP 1992 USD)	jedzenie (iv) napoje i tytoń  ubrania i buty  paliwo i energia  meble i urządzenia domowe opieka medyczna transport i komunikacja rekreacja, wypoczynek, edukacja inne	EKC monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca  monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca  monotonicznie rosnąca monotonicznie rosnąca	12 889		brak	Dane z United Nation International Comparison Programme metoda estymacji: (?) testy diagnostyczne: brak
Hemamala Hettige, Muthukumara Mani i David Wheeler [1997]  PKB <i>per capita</i> 1985 USD (Summers-Heston estimations)	struktura przemysłu — podział ze względu na stopień emisji zanieczyszczeń  udział przemysłu w PKB intensywność zanieczyszczenia wód (BOD) na jednostkę produkcji	monotonicznie malejąca   EKC  monotonicznie malejąca	5000-6000		czas	1977–1989 13 państw metoda estymacji: <i>fixed-effect</i> i <i>random-effects</i> testy diagnostyczne: testowanie i uwzględnienie heteroskedastyczności
Robert K. Kaufman, Brynhildur Davidsdottir, Sophie Garnham, Peter Pauly [1998]  PKB (1985 USD)	koncentracja SO <sub>2</sub>	kwadratowa	około 12 500 (v)		czas aktywność gospodarcza mierzona dla średniej krajowej (a) oraz dla poszczególnych miast (b) stosunek eksportu żelaza i stali	1974–1989 23 państwa metoda estymacji: <i>cross-section fixed-effect</i> , <i>random-effects</i> testy diagnostyczne: heteroskedastyczność od-



Weryfikacja hipotezy o „środowiskowej krzywej Kuzneta” na przykładzie emisji...

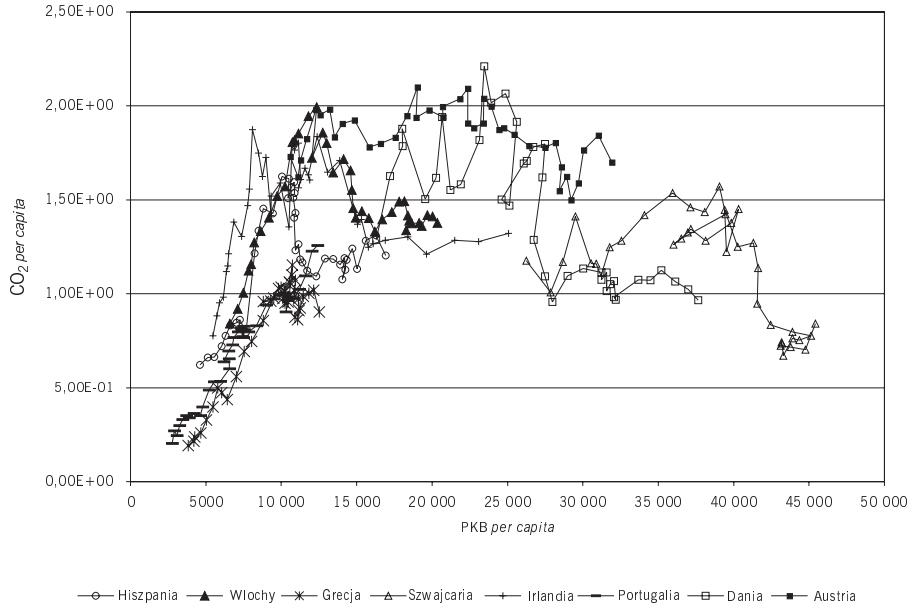
Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
						rzucona w przypadku (a)
G.C. Unruh i W.R. Moomaw [1998]  PKB <i>per capita</i> (1985 USD)	dwutlenek węgla	EKC lub sześcienna <i>N-normal</i> w zależności od kraju	zróżnicowane dla poszczególnych państw		-	1970–1980 16 państw OECD
Gene M. Grossman oraz Alan B. Krueger [1995]  PKB <i>per capita</i> (1991 USD)	dwutlenek siarki smog ciężkie cząstki metali rozpuszczony tlen BOD COD azotany bakterie coli bakterie coli — ogółem ołów kadm  arsen rtęć nikiel	sześcienna <i>N-normal</i> EKC monotonicznie malejąca  kwadratowa EKC EKC EKC EKC sześcienna <i>N-normal</i> malejąca stała, lekko malejąca przy wysokim PKB <i>per capita</i> EKC s.n. s.n.	4053 6151  2705 7623 7853 10 524 7955 3043 1887 11 632 4900 5047 4113	16 000          10 000	-	1977–1988 od 58 do 4 państw — lata i państwa zróżnicowane w zależności od badanej zmiennej objaśnianej (dane z GEMS) metoda estymacji: GLS <i>random effects</i> testy diagnostyczne: brak
Theodore Panayotou, Alix Peterson, Jeffrey Sachs [2000]  PKB <i>per capita</i> (Geary-Khamis dollars)	dwutlenek węgla	EKC  jednak przy analizie z podziałem na trzy-cztery okresy EKC nie jest oczywista	n.a.		gęstość zaludnienia wartość eksportu na jednostkę PKB wartość kapitału na jednostkę PKB	1870–1994 (dochód i populacja) 1751–1996 emisja CO <sub>2</sub> 17 państw OECD metoda estymacji FGLS testy diagnostyczne: odrzućcie hipotezy o braku autokorelacji oraz o homoskedastyczności

Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
S.M. de Bruyn, J.C.J.M. van den Bergh, J.B. Opschoor [1998]  PKB (dane z Banku Światowego)	CO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub> dwutlenek siarki	rosnąca rosnąca rosnąca	n.a.		ceny energii	1960–1993 Holandia, Niemcy, Wielka Brytania oraz Stany Zjednoczone testy diagno- styczne: testo- wanie i uwzględnienie autokorelacji
Schmalensee, Stoker oraz Judson [1998]  PKB <i>per capita</i> (PPP USD 1985)	CO <sub>2</sub>  konsumpcja energii	EKC kraje na- leżące do OECD rosnące w kra- jach niena- leżących do OECD	n.a.		brak	47 państw 1950–1990 metoda esty- macji <i>fixed effects</i> , testy diagno- styczne: odrzućcie hi- potezy zerowej o homoskeda- styczności, ale ze względu na brak różnic w estymacji metodą MNK i GLS autorzy stosują MNK
Matthew Kahn [1998]  Dochód gospodarstwa domo- wego w 1990 roku	emisja węglowodoru przez samochody	EKC	35000 lub 25000		brak	1993 rok 1376 obserwa- cji (samochodów) Kalifornia  metoda esty- macji MNK  testy diagno- styczne: ?
J.T. Roberts i P. E. Grimes [1997]	CO <sub>2</sub> /PKB	EKC dla państw o wysokich do- chodach rosnąca dla krajów	n.a.		brak	1962–1991 metoda estymacji: MNK, 30 regresji, dla każdego roku osobna testy

Autor miernik wzrostu gospodarczego	Zmienne objaśniane	Zależność między miernikiem wzrostu gospodarczego a zmienną objaśnianą	Pierwszy punkt maks./min.	Drugi punkt maks./min.	Rozszerzenia modelu	Dane i uwagi
PKB w USD z 1987 r.		o dochodach średnich i ni- skich				diagnostyczne: (?)
D. Holtz-Eakin, T. M. Selden [1995]  (PPP USD 1985)	dwutlenek wę- gla	EKC	35 428		czas	1951–1986 130 państw Metoda esty- macji: <i>fixed effects</i> oraz <i>cross-section</i> testy diagno- styczne: uwzględnienie autokorelacji pierwszego rzędu
D.F. Bradford, R. Schlieckert, S.H. Shore [2000]  PKB <i>per capita</i> (1985 USD)	arsen COD rozpuszczony tlen otów smog dwutlenek siar- ki w mieście bakterie koli nikiel azotany BOD kadm COD rtęć pyły	EKC EKC  EKC EKC EKC  EKC kwadratowa kwadratowa kwadratowa s.n. s.n. EKC s.n. s.n.	n.a		czas	1977–1988 dla zanieczyszcze- nia powietrza 1979–1990 za- nieczyszczenie wód od 10 do 50 państw metoda esty- macji: <i>fixed effects</i> i <i>random effects</i> testy diagno- styczne: brak

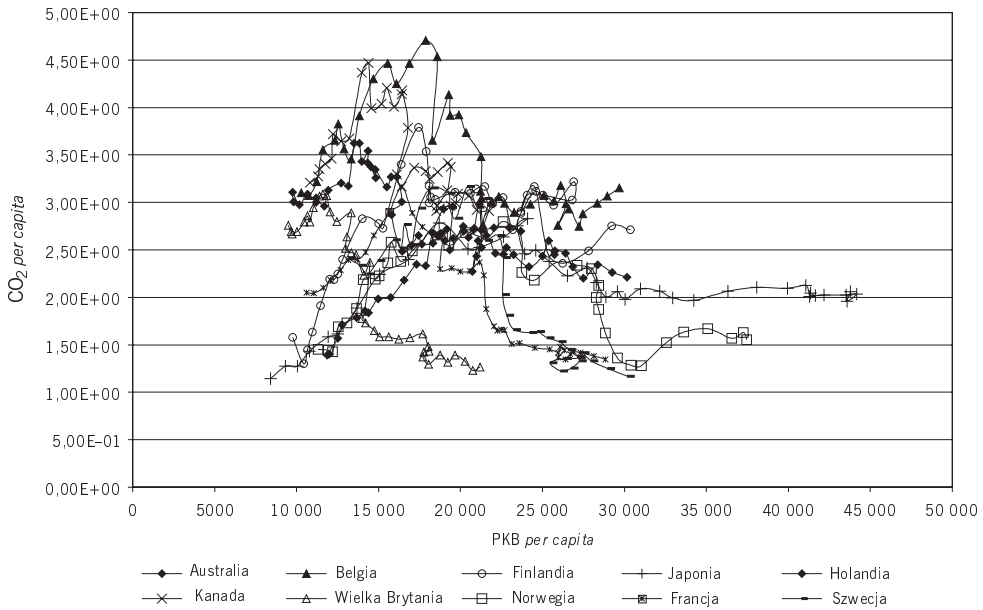
- (i) Nie uwzględniając równości rozkładu dochodów.  
(ii) Uwzględniając równość rozkładu dochodów.  
(iii) Autorzy wskazują na najlepsze dopasowanie zależności linowej.  
(iv) Konsumpcja *per capita*.  
(v) Badany dochód od 3000 USD.  
s.n. — statystyczna nieistotność.  
n.a. — nie podano.  
(?) — brak informacji.

## Załącznik B



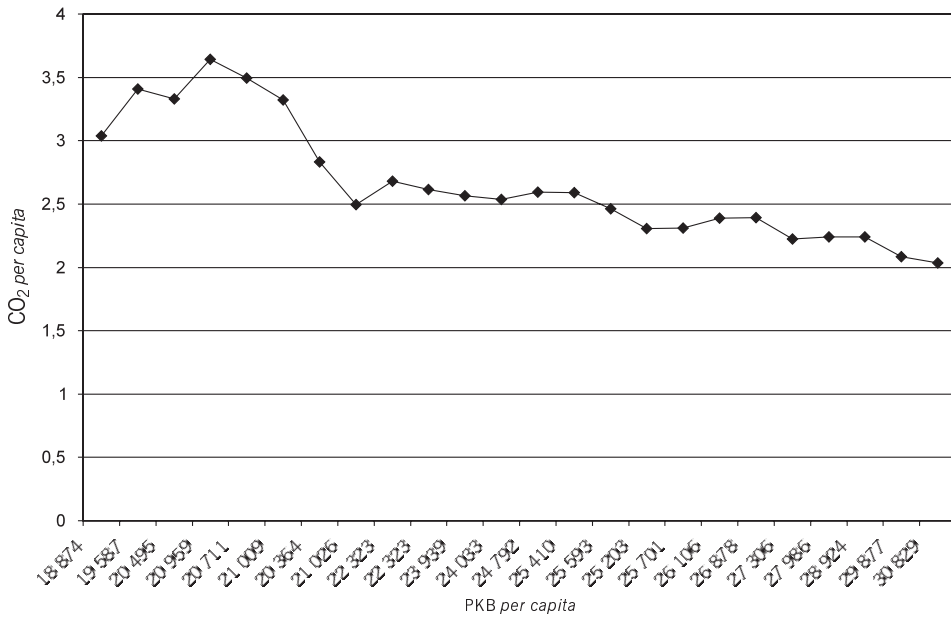
### Wykres 1.

Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł wraz ze wzrostem PKB *per capita* w wybranych krajach rozwiniętych w latach 1960-1999



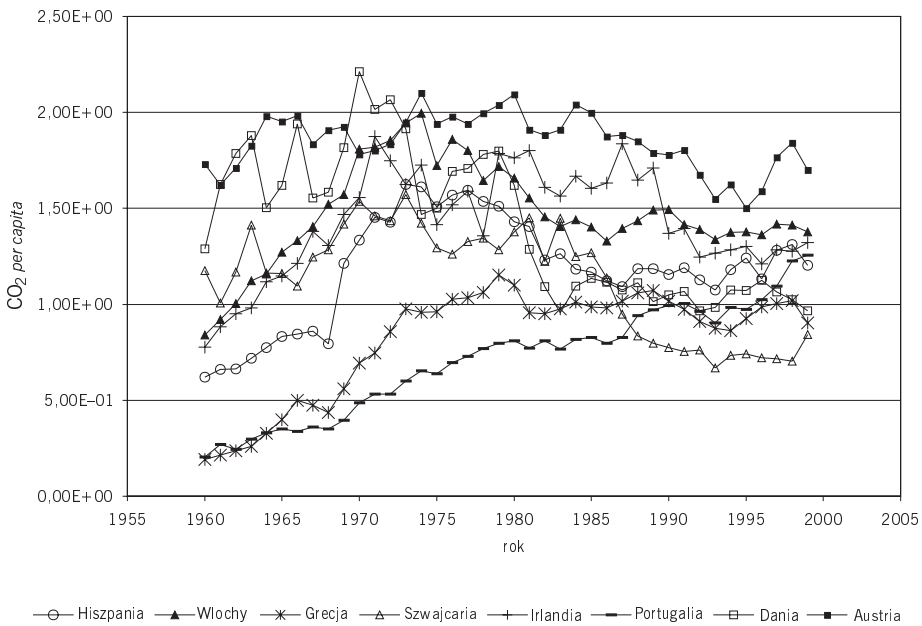
### Wykres 2.

Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł wraz ze wzrostem PKB *per capita* w wybranych krajach rozwiniętych w latach 1960-1999



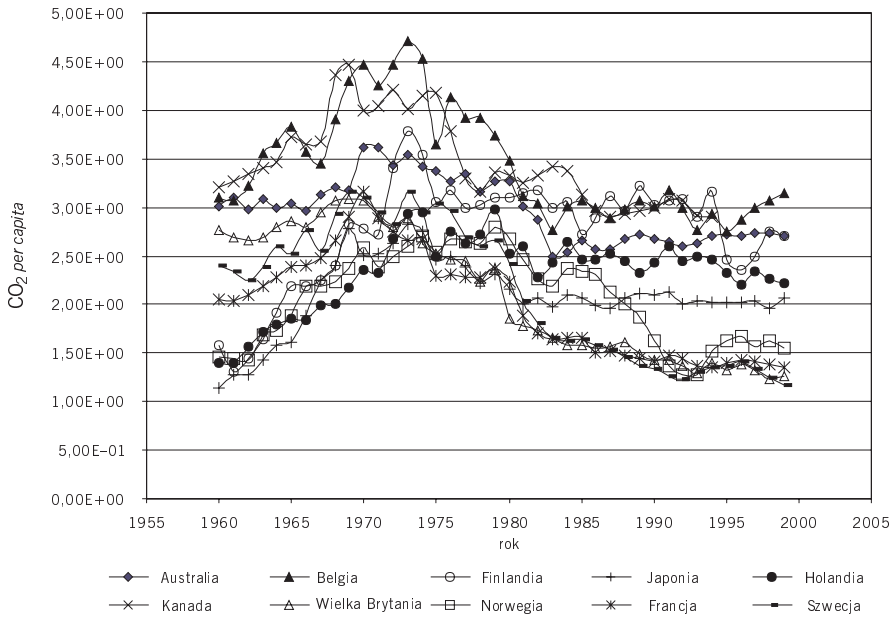
### Wykres 3.

Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł wraz ze wzrostem PKB per capita w Stanach Zjednoczonych w latach 1976-1999



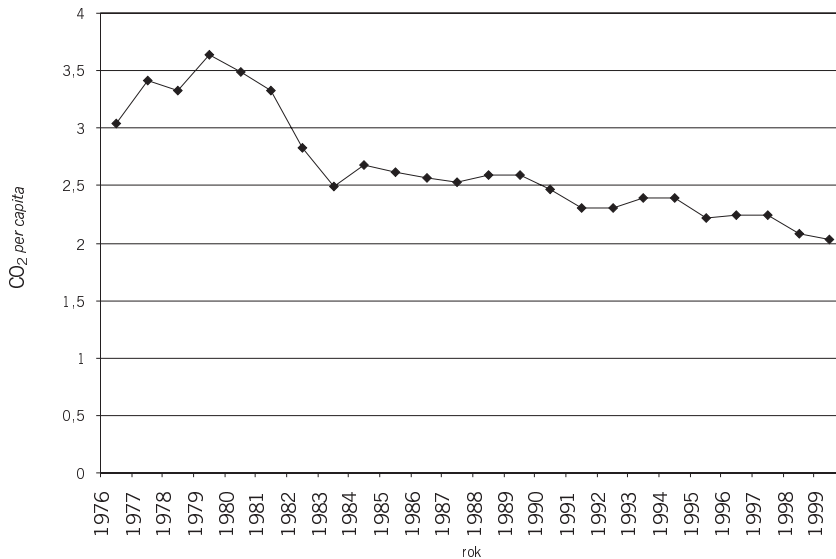
### Wykres 4.

Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł w wybranych krajach rozwiniętych w latach 1960-1999



**Wykres 5.**

**Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł w wybranych krajach rozwiniętych w latach 1960-1999**



**Wykres 6.**

**Zmiana poziomu emisji dwutlenku węgla przez przemysł w Stanach Zjednoczonych w latach 1976-1999**

**A b s t r a c t** Verification of the hypothesis of the “Environmental Kuznets Curve” basing on evidence of carbon dioxide emission in the OECD countries

A

According to the “Environmental Kuznets Curve” (EKC) hypothesis, the level of pollutant emission grows along with the initial stage of economic development and, then, diminishes with further economic development. Usually, the EKC hypothesis is explained by three effects: the scale effect, the structure (or composition) effect and the income effect.

In this paper, a verification of the EKC was undertaken basing on the example of the carbon dioxide emission by the industry in the OECD countries, this time the attention being concentrated on two less popular effects: the “shock” effect and the effect related to the “pollution heaven hypothesis” (“dirty production migration” effect). As an example of shock the petroleum crisis of the seventies was chosen. The verification results showed a substantial impact of the petroleum crisis on the change in carbon dioxide emission by the industry and, at the same time, unimportance of the “pollution heaven” effect.