

Robert MATUSIAK*

 <https://orcid.org/0000-0001-5311-8158>

Marta PADUSZYŃSKA**

 <https://orcid.org/0000-0002-6156-0154>

WPLYW BEZPOŚREDNICH INWESTYCJI ZAGRANICZNYCH, WZROSTU GOSPODARCZEGO I ZUŻYCIA ENERGII NA EMISJĘ DWUTLENKU WĘGLA – PRZYKŁAD WYBRANYCH KRAJÓW GRUPY WYSZEHRADZKIEJ

Abstrakt

Przedmiot badań: Artykuł wpisuje się w nurt badań dotyczących wpływu zmiennych makroekonomicznych na środowisko. Jest to temat często poruszany w literaturze, jednak brak jest jednoznacznych wniosków co do wpływu BIZ, wzrostu gospodarczego i zużycia energii na emisję dwutlenku węgla (CO₂) i w ten sposób na zanieczyszczenie środowiska. Wyniki badania dostarczają nowych argumentów w zakresie przedmiotu badań w odniesieniu do krajów grupy Wyszehradzkiej.

Cel badawczy: Celem autorów była próba zbadania wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych (BIZ), wzrostu gospodarczego i zużycia energii na emisję dwutlenku węgla w trzech wybranych krajach Grupy Wyszehradzkiej (tj. w Polsce, Czechach i na Węgrzech).

Metoda badawcza: W artykule zastosowano panelowy model regresji kwantylowej, który bierze pod uwagę nieobserwowaną indywidualną heterogeniczność. Opierając się na różnych punktach kwantylowych, w pełni wykorzystujemy dane próbki do analizy regresji. Dodatkowo podejście to pozwala na uchwycenie nieobserwowalnych efektów stałych jako parametry, które należy oszacować łącznie z efektami współzmiennymi dla różnych kwantyli.

* Mgr, asystent, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Bankowości Centralnej i Pośrednictwa Finansowego; e-mail: robert.matusiak@uni.lodz.pl

** Mgr, asystent, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Bankowości Centralnej i Pośrednictwa Finansowego; e-mail: marta.paduszynska@uni.lodz.pl

Wyniki: Wyniki empiryczne nie potwierdziły możliwości zastosowania hipotezy „raju zanieczyszczeń” i hipotezy „halo zanieczyszczeń” w odniesieniu do badanych krajów. W związku z powyższym nie jest możliwe stwierdzenie, iż kraje rozwinięte transferujące kapitał w postaci BIZ do krajów poddanych niniejszej analizie, wpływają w sposób istotny na wysokie zanieczyszczenie w tych krajach, czyniąc je „rajami dla zanieczyszczeń” (biorąc pod uwagę rozważany okres badania). Także nie zostało potwierdzone, że firmy zagraniczne stosują lepsze praktyki zarządzania i zaawansowane technologie, które sprzyjają czystemu środowisku w kraju przyjmującym. Z badania wynika ponadto, że zużycie energii zwiększa emisje dwutlenku węgla, przy czym najsilniejsze skutki występują przy wyższych kwantylach. Stąd też konkluzja, że wysoka emisja dwutlenku węgla w tych krajach jest wynikiem istniejącej struktury produkcji i konsumpcji energii według kryterium nośników energii lub sposobów wytwarzania. Może to być wskazówką dla decydentów tych krajów, aby zostały wzmocnione odpowiednie przepisy środowiskowe w tym zakresie.

Słowa kluczowe: BIZ, wzrost gospodarczy, ochrona środowiska, Grupa Wyszehradzka, model regresji kwantylowej.

Klasyfikacja JEL: O11, O44, Q53, P33

1. Wstęp

Bezpośrednie inwestycje zagraniczne (BIZ)¹ stanowią ważny i nieodzowny element otwartego oraz wydajnego systemu gospodarczego w ujęciu międzynarodowym. Zwłaszcza w odniesieniu do państw rozwijających się, celem czerpania pełnych korzyści z wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych, nieodzownym jest zapewnienie przejrzystego i wydajnego otoczenia inwestycyjnego oraz budowa i wykorzystanie potencjału ludzkiego i instytucjonalnego.

Celem niniejszego artykułu jest próba określenia wpływu bezpośrednich inwestycji zagranicznych, wzrostu gospodarczego i zużycia energii na emisje dwutlenku węgla w trzech wybranych krajach Grupy Wyszehradzkiej (V4)², a mianowicie w Polsce, w Czechach i na Węgrzech³. Utworzeniu ugrupowania przyświecały starania mające na celu doprowadzenie do integracji z zachodnimi

¹ Według definicji OECD bezpośrednia inwestycja zagraniczna to „inwestycja wywołująca długotrwały związek, przejawiająca trwałe zainteresowanie jednostki osiadłej w określonym obszarze gospodarczym (inwestor bezpośredni) jednostką osiadłą w gospodarce innej niż gospodarka inwestora [...] Inwestycja bezpośrednia obejmuje jednocześnie transakcję wstępną między obiema jednostkami jak i późniejsze działania między nimi i między przedsiębiorstwami afiliowanymi, niezależnie od tego czy są one lub nie spółkami”. OECD, *Detailed Benchmark Definition of Foreign Direct Investment*, Paris 1994, s. 17.

² B. Góralczyk, *Współpraca Wyszehradzka: geneza, doświadczenia, perspektywy*, Warszawa 1999, s. 10.

³ Z analizy została wyłączona Słowacja, z uwagi na brak danych niezbędnych do realizacji postawionego celu pracy.

organizacjami międzynarodowymi⁴. Poza tym ważne było pozyskanie zachodniej pomocy oraz inwestycji zagranicznych niezbędnych dla realizacji reform po załamaniu gospodarki nakazowo-rozdziałowej i do odbudowy powiązań w regionie⁵.

Kraje należące do V4 zostały wybrane do poniższej analizy celowo, z uwagi na ich podobieństwo w zakresie modelu socjoekonomicznego. Gospodarki państw V4 starają się przyciągnąć inwestycje zagraniczne, gdyż te stanowią dla nich istotne źródło wspomaganie⁶. W roku utworzenia Grupy ogólna wielkość tego napływu była jeszcze niewielka, jednak szybko rosła, przekraczając 25 mld USD w roku akcesji do UE⁷. Rekordową wartość 38,2 mld USD osiągnęła w 2007 r., poprzedzającym wybuch globalnego kryzysu finansowego i gospodarczego⁸. Z danych wynika także, że z uwagi na fazę rozwoju gospodarczego dla państw Grupy Wyszehradzkiej ciągle ważniejszy jest napływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych niż ich własne zaangażowanie za granicą⁹. Dzięki modernizacji energetyki i przemysłu oraz urynkowaniu tych sektorów udało się zapewnić spadek emisji gazów cieplarnianych. Ważnym czynnikiem były ponadto zmiany w samej strukturze gospodarki, tj. wzrostu znaczenia sektora usług i zmniejszanie roli emisyjnego przemysłu ciężkiego¹⁰. Trzeba w tym miejscu podkreślić, że przystąpienie do Unii Europejskiej zobligowało państwa V4 do harmonizacji prawa krajowego do wytycznych środowiskowych zawartych w regulacjach Unii¹¹. Dalsze działania w zakresie polityki klimatycznej są

⁴ **Ł. Ambroziak, J. Chojna, J. Gniadek, A. Juszcak, M. Miniszewski, J. Strzelecki, A. Szpor, P. Śliwowski, I. Święcicki, M. Wąsiński**, *Grupa Wyszehradzka – 30 lat transformacji, integracji i rozwoju*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2020, s. 5.

⁵ **K. Jasiecki**, *Rola i znaczenie współpracy gospodarczej państw Grupy Wyszehradzkiej w Unii Europejskiej od 2015 roku*, *Studia Europejskie – Studies in European Affairs* 2020/24 (3), s. 186.

⁶ BIZ są postrzegane przez kraje rozwijające się (zwane rynkami wschodzącymi) jako główne źródło rozwoju gospodarczego, modernizacji, wzrostu dochodów oraz zatrudnienia, **OECD**, *Foreign Direct Investment for Development. Maximising Benefits, Minimising Costs*, 2002, s. 5.

⁷ **UNCTAD**, <https://unctad.org/topic/investment/world-investment-report>; stan na 20.05.2021 r.

⁸ **Ł. Ambroziak, J. Chojna i in.**, *Grupa Wyszehradzka...*, s. 14.

⁹ Według stanu na koniec 2019 r. ich zobowiązania z tytułu napływu BIZ były ponad pięciokrotnie wyższe od należności z tytułu odpływu. Zob. **UNCTAD**, <https://unctad.org/topic/investment/world-investment-report>; stan na 20.05.2021 r.

¹⁰ Obniżanie emisji w państwach V4 (i szerzej, w krajach Europy Środkowej i Wschodniej) nie wynikało wprawdzie z motywacji ochrony klimatu, tylko z transformacji gospodarczej, co było procesem kosztownym społecznie. Szczególnie dotkliwy był wzrost bezrobocia, w tym trwałego bezrobocia, np. w wyniku zamykania branży górniczej. **Ł. Ambroziak, J. Chojna i in.**, *Grupa Wyszehradzka...*, s. 31.

¹¹ Dokumentami formalnymi podpisanymi przez strony uczestniczące w UE są: Traktat Karty Energetycznej, Europejska Karta Energetyczna, Białe Księgi UE, Zielona Księga oraz Dyrektywy PE i Rady UE.

nieodzowną kwestią poruszaną w debacie politycznej. Wyzwaniem na kolejne lata jest bowiem spełnienie celów klimatyczno-energetycznych, jakie wyznaczyła Unia Europejska w przeciwdziałaniu globalnemu ociepleniu.

2. Przegląd literatury

Na podstawie przeglądu literatury można dokonać podziału badań nad związkami pomiędzy emisjami dwutlenku węgla (dalej: CO₂), bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi (dalej: BIZ), wzrostem gospodarczym i zużyciem energii na trzy główne grupy badawcze. Wyróżnia się bowiem analizy skupiające się nad badaniem związków pomiędzy wzrostem gospodarczym a emisją CO₂ (weryfikowaniu podlega hipoteza ECK), negatywnymi konsekwencjami bezpośrednich inwestycji zagranicznych (pobudzających wzrost gospodarczy) na emisję CO₂ (weryfikowaniu podlega hipoteza „rajów dla zanieczyszczeń”) oraz badaniem wpływu zużycia energii na wspomnianą emisję dwutlenku węgla, tj. CO₂.

2.1. Badania związków pomiędzy wzrostem gospodarczym a emisją CO₂ (środowiskowa krzywa Kuznetsa)

Pierwszym z zaprezentowanych aspektów będzie odniesienie się do związków rozwoju gospodarczego i jego wpływu na środowisko. Zwłaszcza obecnie, w dobie globalnego ocieplenia, aspekt zmian klimatu stanowi istotny przedmiot międzynarodowych rozważań. Stąd też poszukuje się przyczyn pogarszania jakości środowiska. W tym kontekście istotne są prace empiryczne skupiające się na związku pomiędzy emisjami CO₂ a wzrostem gospodarczym, które testują słuszność hipotezy środowiskowej krzywej Kuznetsa (*Environmental Kuznets Curve* – ECK)¹². Hipoteza ta prezentuje nieliniową zależność pomiędzy poziomem rozwoju gospodarczego a stanem środowiska. Zgodnie z tą krzywą (przybierającą kształt odwróconej litery „U”) początkowo wzrost gospodarczy łączy się z rosnącym zanieczyszczeniem środowiska aż do osiągnięcia pewnego

¹² 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*. Zob. **G.M. Grossman, A.B. Krueger**, *Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement*, w: **P. Garber** (red.), *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1993, s. 14–19.

punktu zwrotnego. W kolejnych okresach wzrostowi poziomu dochodów towarzyszy postępująca poprawa stanu środowiska¹³. Środowiskowa krzywa Kuzneta znajduje szerokie zastosowanie w badaniach nad zależnością pomiędzy zanieczyszczeniem środowiska a czynnikami gospodarczymi. Występowanie zależności pomiędzy substancjami zanieczyszczającymi a wzrostem gospodarczym, mierzonym jako PKB *per capita*, potwierdziło wielu badaczy, na przykład A. Kasman i Y.S. Duman, którzy analizowali nowe kraje Unii Europejskiej oraz kraje kandydujące w latach 1992–2010, uzyskali wyniki potwierdzające hipotezę o środowiskowej krzywej Kuzneta¹⁴. Nie brak także prac, których wyniki nie wspierają tej koncepcji¹⁵. W niektórych opracowaniach można spotkać się także z łączeniem hipotezy o środowiskowej krzywej Kuzneta z innymi koncepcjami, np. z hipotezą o „rajach” dla zanieczyszczeń.

2.2. Badania dotyczące hipotezy rajów dla zanieczyszczeń (*Pollution Haven Hypothesis* – PHH)

Choć można uznać, że zwiększone BIZ stanowią istotny czynnik pobudzający wzrost gospodarczy¹⁶, prowadzą także do pewnych negatywnych konsekwencji. Ich napływ może być związany z przyciąganiem inwestorów zagranicznych poprzez tworzenie korzystnego otoczenia prawnego, dotyczącego środowiska. Stąd też drugą grupą badawczą są próby badania hipotezy o „raju” dla zanieczyszczeń czy też „równania w dół” (*pollution havens*)¹⁷. Hipoteza rajów dla

¹³ M. Galeotti, *Economic growth and the quality of the environment*, Environment, Development and Sustainability 2007/9, s. 427–454; N. Munier, *Economic growth and sustainable development: could multicriteria analysis be used to solve this dichotomy?*, Environment, Development and Sustainability 2006/8, s. 425–443.

¹⁴ A. Kasman, Y.S. Duman, *CO₂ Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis*, Economic Modelling 2015/44, s. 97–103.

¹⁵ Zob. D. Wawrzyniak, *Weryfikacja środowiskowej krzywej Kuzneta dla krajów Unii Europejskiej*, Ekonomista 2018/3, s. 321.

¹⁶ Hipotezę tę częściowo tłumaczy efekt skali Grossmana i Kruegera mówiący, że kraje potrzebują więcej zasobów naturalnych i nakładów w pierwszym etapie wzrostu gospodarczego. Stąd też wzrost napędzany przez BIZ w pierwszej fazie rozwoju gospodarczego powinien prowadzić do większego zanieczyszczenia środowiska. G.M. Grossman, A.B. Krueger, *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (No. w3914). National Bureau of Economic Research 1991, s. 16–19.

¹⁷ Część autorów uważa, że jak istnieją raje podatkowe, zwane również azylami czy oazami podatkowymi (*tax havens*), tak również są na świecie raje (oazy, przystanie) dla zanieczyszczeń (*pollution havens*) o znacznie korzystniejszym, mniej restrykcyjnym prawie ochrony środowiska.

zanieczyszczeń (*Pollution Haven Hypothesis* – PHH) dotyczy sytuacji, gdy w warunkach liberalizacji handlu restrykcyjne przepisy środowiskowe stają się jednym z czynników wpływających na możliwość uzyskania przewagi względnej w handlu międzynarodowym¹⁸. Podkreśla się bowiem fakt, że liberalne przepisy dotyczące korzystania ze środowiska i emisji zanieczyszczeń czy też bardziej pobłażliwe traktowanie sprawców zanieczyszczeń przyciągają inwestorów z krajów wysoko rozwiniętych (którzy w ten sposób mogą obniżyć koszty działalności i uzyskać przewagę konkurencyjną)¹⁹. Stąd występowanie wspomnianych rajów dla zanieczyszczeń łącznie jest z bezpośrednimi inwestycjami zagranicznymi krajów rozwiniętych²⁰. Jednak nie każdy kraj o mniej restrykcyjnym prawie środowiskowym jest wspomnianym rajem dla zanieczyszczeń. Zgodnie z klasyfikacją, prezentowaną przez E. Neumayera, aby dany kraj zaklasyfikować jako „raj” dla zanieczyszczeń, muszą zostać spełnione określone warunki²¹. Badania dotyczące hipotezy „rajów” dla zanieczyszczeń możemy odnaleźć w opracowaniu związku pomiędzy BIZ, emisją zanieczyszczeń oraz wzrostem gospodarczym, a także takimi determinantami, jak: struktura przemysłu i restrykcyjność przepisów środowiskowych²². Istnieje szereg badań potwierdzających wspomnianą hipotezę²³. W opracowaniach można też spotkać się z wyjaśnieniem związku pomiędzy BIZ a zanieczyszczeniem środowiska

¹⁸ **H. Kruk**, *Hipoteza rajów dla zanieczyszczeń – ujęcie teoretyczne*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2014/347, s. 274.

¹⁹ **M.A. Cole**, *Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages*, *Ecological Economics* 2004/48, s. 71–81.

²⁰ **H. Zhu, L. Duan, Y.G.K. Yub**, *The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression*, *Economic Modelling* 2016/58, s. 238.

²¹ Po pierwsze muszą występować różnice pomiędzy standardami środowiskowymi, pomiędzy krajem rozwiniętym a rozwijającym się, które prowadzą do zmiany lokalizacji działalności przedsiębiorstwa. Musi ponadto istnieć celowość działania polegającego na przeniesieniu się do kraju rozwijającego, co pozwala uniknąć wymogów środowiskowych w kraju rozwiniętym. Zob. **H. Kruk**, *Hipoteza rajów dla zanieczyszczeń – ujęcie teoretyczne*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2014/347, s. 276.

²² Zob. **J. He**, *Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: the case of industrial emission of sulfur dioxide (SO₂) in Chinese provinces*, *Ecological Economics* 2006/60, s. 228–245.

²³ Np. **E. Akbostancı, G.I. Tunc, S. Türüt-Aşık**, *Pollution haven hypothesis and the role of dirty industries in Turkey's exports*, *Environ Dev. Econ.* 2007/12 (2), s. 297–322. **P. Kiviyro, H. Arminen**, *Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: causality analysis for sub-Saharan Africa*, *Energy* 2014/74, s. 595–606.

poprzez hipotezę neutralności²⁴. Istotnym czynnikiem wpływającym na charakter otrzymanych wyników jest wybór kraju bądź pewnej grupy krajów podlegających badaniu. Analiza literatury pozwala stwierdzić, że zwłaszcza w odniesieniu do krajów europejskich liczba badań dotycząca związków BIZ a poziomowi zanieczyszczenia środowiska jest ograniczona. Co więcej, identyfikacja raju dla zanieczyszczeń nie jest sprawą prostą. Istnieje szereg badań, w których nie wykazano jednoznacznej odpowiedzi co do jej potwierdzenia bądź obalenia. Może to wynikać m.in. z braku wypracowania jednolitej metody badawczej, uwzględniającej wszystkie aspekty tego zjawiska.

Na koniec należy także podkreślić, że w odniesieniu do przemieszczania się przedsiębiorstw z państw rozwiniętych do rozwijających się możemy mówić (zgodnie z hipotezą rajów dla zanieczyszczeń) o rosnącym zanieczyszczeniu środowiska, w drugim podejściu natomiast podkreśla się fakt, że wskutek owego przemieszczenia działalności może nastąpić poprawa stanu środowiska poprzez wprowadzenie wyższych standardów, zaczerpniętych z kraju rozwiniętego (wyjściowego dla BIZ). Stąd kontrapozycję dla hipotezy rajów zanieczyszczeń stanowi hipoteza „halo zanieczyszczeń” (ang. *pollution halo hypothesis*²⁵). Uważa się bowiem, że firmy zagraniczne stosują lepsze praktyki zarządzania i zaawansowane technologie, które sprzyjają czystemu środowisku w kraju przyjmującym.

2.3. Badania związków wykorzystania energii i emisji CO₂

Można wskazać także na analizy dotyczące badania związku pomiędzy wykorzystaniem energii a emisjami CO₂. W tym zakresie również istnieją rozbieżności co do jednoznacznej oceny. Istnieje szereg analiz empirycznych, które potwierdzają istotne związki pomiędzy wspomnianymi zmiennymi. Na przykład badania prowadzone przez H.H. Lean i R. Smyth, obejmujące grupę pięciu krajów Azji Południowo-Wschodniej (ASEAN²⁶), dowodzą istnienia długoter-

²⁴ M.S. Shaari, N.E. Hussain, H. Abdullah, S. Kamil, *Relationship among foreign direct investment, economic growth and CO2 emission: a panel data analysis*, Int J Energy Econ Policy 2014/4 (4), s. 706–715.

²⁵ Hipoteza halo zanieczyszczenia (ang. *pollution halo hypothesis*) głosi, że firmy z krajów rozwiniętych inwestujących przyczyniają się do redukcji emisji w kraju przyjmującym, ponieważ ich struktura produkcji opiera się na zielonych technologiach, w przeciwieństwie do istniejącej produkcji w kraju przyjmującym (źródło: M. Mert, A.E. Caglar, *Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective*, Environ Sci Pollut Res Int. 2020 Jun 10: 1–11, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09469-7>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7283984/>).

²⁶ Tj. Indonezję, Malezję, Filipiny, Singapur oraz Tajlandię.

minowego związku pomiędzy zużyciem energii elektrycznej a emisją CO₂ we wszystkich badanych krajach²⁷. Taki sam wynik otrzymali M.E.H. Arouri, A.B. Youssef, H. M'henni, C. Rault, którzy badali wpływ wspomnianych zmiennych w odniesieniu do krajów Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej. Ich wyniki pokazały pozytywny wpływ zużycia energii na emisję CO₂²⁸. Oczywiście, istnieją także badania, które pokazują, że emisji CO₂ nie można przypisać zużyciu energii (Salim i in.²⁹; Apergis i. in.³⁰; Menyah, Wolde³¹).

Podsumowując powyższe rozważania, należy podkreślić, iż w kontekście badań nad emisją CO₂ największe znaczenie przypisywane jest trzem zmiennym ekonomicznym, tj. wzrostowi gospodarczemu, wykorzystaniu energii (efektywności ekonomicznej) oraz bezpośrednim inwestycjom zagranicznym (BIZ). W nawiązaniu do debaty nad niekorzystnymi zmianami klimatycznymi w ujęciu globalnym coraz większą wagę przypisuje się kontrolowaniu emisji CO₂ oraz rozwijaniu gospodarki niskoemisyjnej. Samo zużycie energii i wzrost gospodarczy mogą nie być wystarczające, aby wyjaśniać emisję CO₂³².

3. Dane i metoda badawcza

3.1. Dane wykorzystane w badaniu

Badaniu zostanie poddany okres obejmujący lata 1995–2015 (tj. okres 21-letni). Wybór okresu został podyktowany dostępnością danych dla krajów Grupy Wyszehradzkiej z pominięciem Słowacji (pominięcie jest konieczne z uwagi na niedostępność danych dla szeregów czasowych odnoszących się do badanej zmiennej zależnej, tj. emisji CO₂). Zmienna zależna mierzona jest w tonach na

²⁷ H.H. Lean, R. Smyth, *CO₂ emissions, electricity consumption and output in ASEAN*, Appl. Energy 2010/87 (6), s. 1858–1864.

²⁸ M.E.H. Arouri, A.B. Youssef, H. M'henni, C. Rault, *Energy consumption, economic growth and CO₂ emissions in Middle East and North African countries*, Energy Policy 2012/45, s. 342–349.

²⁹ R. Salim, S. Rafiq, A.F.M.K. Hassan, *Causality and dynamics of energy consumption and output: evidence from non-OECD Asian countries*, J. Econ. Dev. 2008/33, s. 1–26.

³⁰ N. Apergis, J.E. Payne, K. Menyah, R.Y. Wolde, *On the causal dynamic between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth*, Ecol. Econ. 2010/69 (11), s. 2255–2260.

³¹ K. Menyah, R.Y. Wolde, *CO₂ emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in US*, Energy Policy 2010/38 (6), s. 2911–2915.

³² H. Zhu, L. Duan, Y. Guo, K. Yub, *The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression*, Economic Modelling 2016/58, s. 238.

mieszkańca. Przyjęcie tej zmiennej umotywowane jest faktem, że emisja dwutlenku węgla traktowana jest jako główny gaz cieplarniany, odpowiadający za globalne ocieplenie.

TABELA 1: *Opis zmiennych zastosowanych w badaniu empirycznym*

Zmienna	Opis zmiennej	Źródło
1	2	3
Emisja CO₂ (w tonach na mieszkańca) (CO ₂)	Emisje dwutlenku węgla ze zużycia paliw płynnych dotyczą głównie emisji wynikających ze stosowania paliw ropopochodnych jako źródła energii.	World Development Indicators (WDI)
Zużycie energii (w kg ekwiwalentu ropy naftowej na mieszkańca) (ENC)	Zużycie energii odnosi się do zużycia energii pierwotnej przed jej przetworzeniem na inne paliwa końcowe, które jest równe lokalnej produkcji powiększonej o import i zmiany zapasów, pomniejszonej o eksport i paliwa dostarczane do statków i samolotów w transporcie międzynarodowym.	WDI
Kredyt krajowy dla sektora prywatnego (w % PKB) (FINAN)	Kredyt krajowy dla sektora prywatnego odnosi się do środków finansowych udzielonych sektorowi prywatnemu przez instytucje finansowe, na przykład poprzez pożyczki, zakup nieudziałowych papierów wartościowych, kredyty handlowe i inne należności, które stanowią podstawę spłaty.	WDI
Bezpośrednie inwestycje zagraniczne, wpływy netto (w % PKB) (FDI)	Bezpośrednie inwestycje zagraniczne to wpływy netto inwestycji w celu nabycia trwałego udziału w zarządzaniu (10 procent lub więcej akcji z prawem głosu) w przedsiębiorstwie działającym w gospodarce innej niż gospodarka inwestora i jest podzielona przez PKB.	WDI
PKB na mieszkańca (w cenach stałych z 2010, w USD) (GDP)	PKB na mieszkańca to produkt krajowy brutto podzielony przez populację w połowie roku. Dane są w cenach stałych USD z 2010 r.	WDI
Ludność ogółem (w tysiącach) (POP)	Ludność ogółem obejmuje wszystkich mieszkańców bez względu na status prawny czy obywatelstwo.	WDI

TABELA 1 (cd.)

1	2	3
Struktura sektorowa gospodarki (udział usług w % PKB) (INDUS)	Usługi odpowiadają działom ISIC 50–99 i obejmują wartość dodaną w handlu hurtowym i detalicznym (w tym w hotelach i restauracjach), transporcie oraz usługach rządowych, finansowych, zawodowych i osobistych, takich jak edukacja, opieka zdrowotna i usługi związane z nieruchomościami. Przemysłowe pochodzenie wartości dodanej określa Międzynarodowa Standardowa Klasyfikacja Przemysłu (ISIC), wersja 3 lub 4.	WDI
Podatek środowiskowy (w % PKB) (TAXENV)	Podatki związane ze środowiskiem są dla rządów ważnym instrumentem kształtowania relatywnych cen towarów i usług.	https://data.oecd.org/envpolicy/environmental-tax.htm (Baza OECD)

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych.

Dane wykorzystane w modelu charakteryzują się częstotliwością roczną. Pozyskano je z zasobów World Development Indicators prezentowanych przez Bank Światowy (tabela 1). Dane w zakresie podatku środowiskowego pozyskano z Bazy OECD. Przedział czasowy badania obejmuje lata 1995–2015.

Jak wynika z przeprowadzonego przeglądu literatury, na wartość emisji dwutlenku węgla, prócz trzech głównych zmiennych, tj. wzrostu gospodarczego, zużycia energii oraz udziału bezpośrednich inwestycji zagranicznych, wpływ mają także inne czynniki. W modelu uwzględniono zatem, poza powyżej wspomnianymi, dane obrazujące sytuację społeczno-ekonomiczną danego kraju, tj. wielkość populacji, strukturę sektorową gospodarki (mierzoną udziałem usług w PKB), rozwój sektora finansowego (mierzony jako udział kredytów dla sektora prywatnego w PKB) oraz zmienną pomijaną w dotychczas przeprowadzanych badaniach, a mianowicie wielkość podatku środowiskowego (wyrażoną jako % PKB).

Tabela 2 przedstawia przegląd statystyk opisowych badanych zmiennych. Przed przystąpieniem do właściwej analizy warto jest sprawdzić zróżnicowanie zmiennych niezależnych (nie są bowiem stałe w czasie).

TABELA 2: Statystyki opisowe badanych zmiennych

Zmienna	Min.	I kwartył (Q1)	Mediana (Q2)	Średnia	III kwartył (Q3)	Max.
Emisja CO ₂	4,19	5,76	7,97	8,23	10,30	12,37
Zużycie energii	2 272,00	2 484,00	2 578,00	3 054,00	4 005,00	4 492,00
Kredyt krajowy dla sektora prywatnego	32 112,00	25,98	42,64	39,53	50,35	65,03
Bezpośrednie inwestycje zagraniczne, wpływy netto	-15,75	28 157,00	4,37	44 202,00	7,16	50,46
PKB na mieszkańca	6 549,00	10 242,00	13 381,00	13 382,00	14 870,00	21 561,00
Ludność ogółem	9 843 028,00	10 195 457,00	10 315 241,00	19 562 797,00	38 063 210,00	38 663 481,00
Struktura sektorowa gospodarki	49,15	54,05	55,15	54,80	56,17	58,86
Podatek środowiskowy	1,21	2,01	2,11	44 198,00	2,21	2,95

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych.

3.2. Panelowy model regresji kwantylowej dla efektów stałych (*fixed effect*)

W celu odpowiedzi na stawiane pytania badawcze zostanie zastosowany panelowy model regresji kwantylowej dla efektów stałych (ang. *fixed effect*). Stosowanie prób panelowych do budowy modelu ekonometrycznego pozwala na uwzględnienie zróżnicowania badanych jednostek i obserwacji przemian w czasie pojedynczych obiektów, przy jednoczesnej agregacji danych.

Regresja kwantylowa (ang. *quantile regression*) jest rozszerzeniem regresji średniej na inne kwantyle i została zaproponowana przez Koenkera i Bassetta³³. Opierając się na różnych punktach kwantylowych, w pełni wykorzystuje dane próbki do analizy regresji. W odróżnieniu od klasycznej analizy regresji (która przedstawia niepełny obraz zależności między zmiennymi, zwłaszcza gdy model jest heteroskedastyczny) pozwala na rozszerzenie liniowej estymacji zmian wartości dystrybuanty zmiennej objaśnianej. Dzięki temu możliwe jest uchwycenie nieobserwowalnych efektów stałych jako parametry, które należy oszacować łącznie z efektami współzmiennymi dla różnych kwantyli. Wobec powyższego w niniejszym artykule konstruujemy model regresji kwantyli panelu o stałym efekcie dla trzech gospodarek grupy Wyszehradzkiej w celu określenia między innymi wpływu wzrostu gospodarczego, bezpośrednich inwestycji zagranicznych, podatku środowiskowego i efektywności energetycznej na emisję dwutlenku węgla w tych krajach. Warunkowa funkcja kwantylowa kwantyla τ jest następująca:

$$Q_{CO_2_{it}}(\tau | \alpha_i, x_{it}, \xi_t) = \alpha_i + \beta_{1\tau} \log(ENC)_{it} + \beta_{2\tau} FINAN_{it} + \beta_{3\tau} FDI_{it} + \beta_{4\tau} \log(GDP)_{it} + \beta_{5\tau} \log(POP)_{it} + \beta_{6\tau} INDUS_{it} + \beta_{7\tau} TAXENV_{it} + \xi_t$$

gdzie: kraje są indeksowane według i , a czas według czasu t , α_i ustalone efekty stałe, $Q_{CO_2_{it}}$ jest wskaźnikiem emisji, β estymowany wektor współczynników dla danej zmiennej, ξ_t – wektorem residuum modelu w punktach pomiarowych. Zmienne objaśniające (x_{it}) wykorzystane w modelu są następujące:

- $\log(ENC)$ – zużycie energii (w kg ekwiwalentu ropy naftowej na mieszkańca),
- $FINAN$ – wskaźnik obrazujący poziom rozwoju finansowego reprezentowany przez kredyt krajowy dla sektora prywatnego (w % PKB),
- FDI – bezpośrednie inwestycje zagraniczne, wpływy netto (w % PKB),

³³ Zob. więcej R. Koenker, G. Bassett, *Regression Quantiles*, *Econometrica* 1978/46 (1), s. 33.

- $\text{Log}(\text{GDP})$ – logarytm PKB na mieszkańca (w cenach stałych z 2010 r., w dolarach amerykańskich),
- $\text{Log}(\text{POP})$ – logarytm populacji ogółem,
- INDUS – wskaźnik struktury sektorowej gospodarki (udział usług, w % PKB),
- TAXENV – podatek środowiskowy (w % PKB).

Podobnie jak Lamarche³⁴ i Alexander i in.³⁵, w tym artykule zastosowano kwantyl o jednakowej wadze, mianowicie $w_k = 1/K$, a λ jest parametrem strojenia, który poprawia wydajność estymacji β poprzez redukcję indywidualnych efektów do zera, a przyjmuje wartość 1.

4. Wyniki badania empirycznego

Na relacje między emisjami dwutlenku węgla, wzrostem gospodarczym i zużyciem energii mogą wpływać inne czynniki, należy przyjąć podejście wieloczynnikowe, aby uniknąć odchylenia od pomijanych zmiennych. Zgodnie z dotychczasową literaturą w modelu uwzględniono wektor dodatkowych zmiennych objaśniających opisanych wcześniej. W celu uchwycenia niejednorodności dystrybucji w danych zastosowano regresję kwantylową z efektami stałymi. Oszacowane współczynniki (tabela 3) w każdym z kwantyli są podane w pierwszych pięciu kolumnach oznaczonych odpowiednimi kwantylami τ , tj. dla 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 i 0.9 percentyla warunkowego rozkładu.

Podsumowując, wyniki empiryczne wskazują, że wpływ różnych czynników na emisje dwutlenku węgla jest wyraźnie niejednorodny. Wskazać można, że istotny negatywny wpływ na emisję dwutlenku węgla w dolnych kwantylach (0.1, 0.25) ma podatek środowiskowy. Co istotne, zużycie energii elektrycznej w całym badanym przekroju wpływa na wzrost emisji dwutlenku węgla. Ogólnie wyniki wskazują, że wraz ze wzrostem zużycia energii poziom emisji dwutlenku węgla wzrasta, co jest zgodne z przewidywaniami autorów, ponieważ oczekuje się, że zużycie energii spowoduje większą emisję dwutlenku węgla (z wyjątkiem sytuacji, kiedy dany kraj wykorzystuje głównie odnawialne źródła energii). Podobnie jest z wielkością populacji, która w całym badanym przekroju wpływa negatywnie na emisję. W górnych kwantylach (0.5, 0.75 i 0.9)

³⁴ C. Lamarche, *Robust penalized quantile regression estimation for panel data*, Journal of Econometrics 2010/157, s. 397.

³⁵ Szerzej na temat panelowej regresji kwantylowej z efektami stałymi M. Alexander, M. Harding, C. Lamarche, *Quantile regression for time-series-cross-section data*, International Journal of Statistics and Management System 2011/6, s. 50.

zaobserwować można pozytywny wpływ wzrostu PKB per capita na ograniczenie emisji CO₂. Wyniki projektu INDUS pokazują, że struktura sektorowa gospodarki (wyrażona jako udział usług w PKB) ma negatywny wpływ na emisję dwutlenku węgla w tych krajach, jedynie w 0.5 percentylu. Dla każdego percentylu zmienne FINAN i FDI okazały się nieistotne statystycznie, tj. nie mają wpływu na emisję dwutlenku węgla w tych krajach. Nieistotność parametru BIZ ukazuje neutralność tej zmiennej na emisję i brak zastosowania hipotezy rajów dla zanieczyszczeń oraz hipotezy „halo zanieczyszczeń” dla badanych krajów w latach 1995–2015.

TABELA 3: Wyniki panelowego modelu regresji kwantylowej

Zmienna	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.99
log(ENC)	12.18***	11.79***	13.44***	12.41***	12.21***	13.29751***
FINAN	0.007	0.0046	0.021	0.011	0.016	0.01541
FDI	0.0054	0.0018	-0.004	-0.011	-0.004	-0.00297
log(GDP)	-3.22*	-2.65	-4.088***	-2.79***	-2.65***	-3.24925***
log(POP)	1.57***	1.51***	1.29**	1.193 **	1.12**	0.9608*
INDUS	0.078	0.056	0.11*	0.062	0.095	0.17019***
TAXENV	0.73***	0.51 *	0.56	0.11	0.096	-0.02068

Objasnienia: gdzie: 0.1*, 0.05**, 0.01***.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych.

5. Podsumowanie i wnioski

Wyniki empiryczne nie potwierdziły możliwości zastosowania hipotezy „raju zanieczyszczeń” i hipotezy „halo zanieczyszczeń” w odniesieniu do badanych krajów. Wynika to ze stwierdzenia nieistotności parametru wyjaśniającego wpływ bezpośrednich inwestycji zagranicznych na emisję dwutlenku węgla (dla wybranych percentyli). Stąd też należy stwierdzić, że bezpośrednie inwestycje zagraniczne miały neutralny wpływ na wzrost bądź obniżenie tempa wzrostu emisji CO₂ w badanym okresie.

W związku z powyższym nie jest możliwe stwierdzenie, iż kraje rozwinięte transferujące kapitał w postaci BIZ do krajów poddanych niniejszej analizie wpływają w sposób istotny na wysokie zanieczyszczenie w tych krajach, czyniąc je „rajami dla zanieczyszczeń” (biorąc pod uwagę rozważany okres

badania). Także nie zostało potwierdzone, że firmy zagraniczne stosują lepsze praktyki zarządzania i zaawansowane technologie, które sprzyjają czystemu środowisku w kraju przyjmującym. Bardziej właściwym jest stwierdzenie, że wysoka emisja dwutlenku węgla w tych krajach była wynikiem struktury produkcji i konsumpcji energii według kryterium nośników energii lub sposobów wytwarzania. Może to być wskazówką dla decydentów tych krajów, aby zostały wzmocnione odpowiednie przepisy środowiskowe w celu ochrony jakości środowiska. Kluczowe może być także wdrożenie polityki inwestycyjnej zachęcającej do stosowania czystej technologii i respektowanie zasad narodowego traktowania inwestorów zagranicznych w polityce inwestycyjnej. Dodatkowo należy stwierdzić, iż rola BIZ w badanych krajach nie jest jeszcze na tyle duża, aby mogły one odgrywać istotny wpływ na całą gospodarkę. Świadczy to o niedostatecznej ilości kapitału w formie BIZ w tych krajach. Skłaniać to może decydentów do poczynienia pewnych przedsięwzięć w kierunku przyciągnięcia i właściwego wykorzystania kapitału dostarczanego przez firmy zagraniczne w procesie transformacji energetycznej gospodarki poprzez wprowadzenie technologii niskoemisyjnych.

Bibliografia

Opracowania

- Akbostancı E., Tunc G.I., Türüt-Aşık S., *Pollution haven hypothesis and the role of dirty industries in Turkey's exports*, Environ Dev Econ 2007/12 (2), s. 297–322.
- Ambroziak Ł., Chojna J., Gniadek J., Juszcak A., Miniszewski M., Strzelecki J., Szpor A., Śliwowski P., Święcicki I., Wąsiński M., *Grupa Wyszehradzka – 30 lat transformacji, integracji i rozwoju*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2020, <https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2021/02/PIE-Raport-Grupa-Wyszehradzka.pdf>
- Apergis N., Payne J.E., Menyah K., Wolde R.Y., *On the causal dynamic between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth*, Ecol. Econ. 2010/69 (11), s. 2255–2260.
- Aroui M.E.H., Youssef A.B., M'henni H., Rault C., *Energy consumption, economic growth and CO₂ emissions in Middle East and North African countries*, Energy Policy 2012/45, s. 342–349.
- Cole M.A., *Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages*, Ecological Economics 2004/48, s. 71–81.
- Galeotti M., *Economic growth and the quality of the environment*, Environment, Development and Sustainability 2007/9, s. 427–454.
- Grossman G.M., Krueger A.B., *Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement*, w: P. Garber (red.), *The Mexico-U.S. Free Trade Agreement*, MIT Press, Cambridge Massachusetts 1993.

- Grossman G.M., Krueger A.B.**, *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (No. w3914), National Bureau of Economic Research, 1991, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf
- He J.**, *Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: the case of industrial emission of sulfur dioxide (SO₂) in Chinese provinces*, *Ecological Economics* 2006/60, s. 228–245, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.12.008>
- Jasiecki K.**, *Rola i znaczenie współpracy gospodarczej państw Grupy Wyszehradzkiej w Unii Europejskiej od 2015 roku*, *Studia Europejskie – Studies in European Affairs* 2020/24 (3), s. 183–205, <https://doi.org/10.33067/SE.3.2020.10>
- Kasman A., Duman Y.S.**, *CO₂ Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis*, *Economic Modelling* 2015/44, s. 97–103.
- Kiviyiro P., Arminen H.**, *Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: causality analysis for sub-Saharan Africa*, *Energy* 2014/74, s. 595–606.
- Kruk H.**, *Hipoteza rajów dla zanieczyszczeń – ujęcie teoretyczne*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 2014/347, s. 272–281, <https://doi.org/10.15611/pn.2014.347.25>
- Lean H.H., Smyth R.**, *CO₂ emissions, electricity consumption and output in ASEAN*, *Appl. Energy* 2010/87 (6), s. 1858–1864.
- Menyah K., Wolde R.Y.**, *CO₂ emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in US*, *Energy Policy* 2010/38 (6), s. 2911–2915.
- Mert M., Caglar A.E.**, *Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective*, *Environ Sci Pollut Res Int.* 2020 Jun 10, s. 1–11, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09469-7>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7283984/>
- Munier N.**, *Economic growth and sustainable development: could multicriteria analysis be used to solve this dichotomy?*, *Environment, Development and Sustainability* 2006/8, s. 425–443.
- OECD**, *Detailed Benchmark Definition of Foreign Direct Investment*, Paris 1994, <https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf>
- OECD**, *Foreign Direct Investment for Development. Maximising Benefits, Minimising Costs*, 2002, <https://www.oecd.org/investment/investmentfordevelopment/1959815.pdf>
- Salim R., Rafiq S., Hassan A.F.M.K.**, *Causality and dynamics of energy consumption and output: evidence from non-OECD Asian countries*, *J. Econ. Dev.* 2018/33, s. 1–26.
- Shaari M.S., Hussain N.E., Abdullah H., Kamil S.**, *Relationship among foreign direct investment, economic growth and CO₂ emission: a panel data analysis*, *Int J Energy Econ. Policy* 2014/4 (4), s. 706–715.
- Wawrzyniak D.**, *Weryfikacja środowiskowej krzywej Kuzneta dla krajów Unii Europejskiej*, *Ekonomista* 2018/3, s. 318–324.
- Zhu H., Duan L., Yub Y.G.K.**, *The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: Evidence from panel quantile regression*, *Economic Modelling* 2016/58, s. 237–248.

Strony internetowe

UNCTAD, <https://unctad.org/topic/investment/world-investment-report>; stan na 20.05.2021 r.

Robert MATUSIAK, Marta PADUSZYŃSKA

THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENTS, ECONOMIC GROWTH, AND ENERGY CONSUMPTION ON CARBON DIOXIDE EMISSION – AN EXAMPLE OF SELECTED COUNTRIES OF THE VISEGRAD GROUP

Abstract

Background: The article is part of a larger research into the impact of macroeconomic variables on the environment. It is a topic often discussed in the literature, but there are no clear conclusions about the impact of foreign direct investment (FDI), economic growth, or energy consumption on carbon dioxide (CO₂) emissions and thus on environmental pollution. The results of the study provide new arguments in relation to the countries of the Visegrad group.

Research purpose: The authors aimed to examine the impact of FDI, economic growth, and energy consumption on carbon dioxide emissions in three selected Visegrad Group (i.e., Poland, the Czech Republic, and Hungary).

Methods: The article uses a panel quantile regression model that takes into account unobserved individual heterogeneity. Based on different quantile points, it takes full advantage of the sample data for regression analysis. This approach captures unobservable fixed effects as parameters to be estimated together with covariate effects for different quantiles.

Conclusions: The empirical results did not confirm the applicability of the “pollution paradise” or “pollution halo” hypotheses in relation to the studied countries. Therefore, it is not possible to conclude that developed countries transferring capital (i.e., FDI) to the countries analyzed in this analysis significantly contribute to high pollution in these countries, making them “pollution havens” (considering the period under consideration research). Nor was it confirmed that foreign companies apply better management practices and advanced technologies that favour a clean environment in the host country. In addition, the study found that energy consumption increases carbon dioxide emissions, with the strongest effects occurring at higher quantiles. Hence the conclusion that high carbon dioxide emissions in these countries are the result of the existing structure of energy production and consumption according to the criterion of energy carriers or production methods. This may indicate that policymakers in these countries should strengthen the relevant environmental legislation in this regard.

Keywords: FDI, economic growth, environmental protection, Visegrad Group, quantile regression model.