



Jan Mizgajski

WPŁYW POLSKO-NIEMIECKIEGO HANDLU PRODUKTAMI SEKTORÓW PRZEMYSŁOWYCH NA EMISJĘ CO₂ W TYCH KRAJACH

Jan Mizgajski, mgr – Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

adres korespondencyjny:
Katedra Koniunktury Gospodarczej
al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań
e-mail: jan.mizgajski@ue.poznan.pl

IMPACT OF POLISH-GERMAN TRADE OF INDUSTRIAL PRODUCTS ON CO₂ PRODUCTION IN THESE COUNTRIES

SUMMARY: The paper presents the impact of trade in products of industrial sectors between Poland and Germany on the CO₂ emission in these countries in 2008. The methodology used in the study is based on input-output approach and calculates emission embodied in bilateral trade (EEBT). The results indicates that the Polish-German trade contributed to the creation of more than 20 Mt of CO₂ on both sides of the border. In Poland, the trade resulted in significantly higher emission than in Germany, despite the Germany's trade surplus in the balance of trade of these countries.

KEY WORDS: input-output, CO₂ emissions, EU climate policy, carbon embodied

Wstęp

Rosnące zainteresowanie zmianami klimatu służy rozwojowi badań interdyscyplinarnych. W dużym stopniu korzystają z tego nauki techniczne, przyrodnicze i ekonomiczne, których współpraca powinna dostarczać systemowych rozwiązań przeciwdziałania zmianom klimatu. Jednym z istotnych interdyscyplinarnych zagadnień jest transfer gazów cieplarnianych w związku z międzynarodową wymianą handlową. Handel okazuje się mieć istotny wpływ na globalne starania o redukcję emisji gazów cieplarnianych¹. Zauważono, że kraje rozwinięte, zobowiązane do redukcji swoich emisji, poprzez import towarów z krajów rozwijających się mogą przyczynić się do globalnego wzrostu emisji gazów cieplarnianych i ograniczać skuteczność globalnego reżimu klimatycznego². Handel w tym przypadku jest nie tylko czynnikiem wzrostu gospodarczego, dokonującego się poprzez podnoszenie efektywności alokacji zasobów, ale także mechanizmem pozwalającym na przenoszenie uciążliwej środowiskowo produkcji do krajów o niższych standardach ochrony środowiska³. Powiązanie emisji i handlu jest szczególnie istotne w odniesieniu do produktów sektorów przemysłowych. Produkcja artykułów przemysłowych łączy się zwykle z wysoką energochłonnością, co pociąga za sobą emisje gazów cieplarnianych, stanowiące niemal 20% wszystkich antropogenicznych emisji tych gazów⁴.

W tym świetle istotne jest oszacowanie emisji spowodowanych przez handel (*carbon embodied in trade*). Przesłanką do przeprowadzenia analizy jest rozpoznanie efektu określanego jako „ucieczka emisji” gazów cieplarnianych (*carbon leakage*). Zjawisko to polega na wzroście emisji gazów cieplarnianych w krajach nieobjętych zobowiązaniami redukcyjnymi, na skutek prowadzenia polityki ograniczania ich emisji w innych krajach i jest często dyskutowane w literaturze⁵.

¹ A. W. Wyckoff, J. M. Roop, *The embodiment of carbon in imports of manufactured products: Implications for international agreements on greenhouse gas emissions*, „Energy Policy” 1994 nr 22(3), s. 187-194.

² S. Subak, *Methane embodied in the international trade of commodities: Implications for global emissions*, „Global Environmental Change” 1995 nr 5(5), s. 433-446.; R. Schaeffer, L. d. S. André, *The embodiment of carbon associated with Brazilian imports and exports*, „Energy Conversion and Management” 1996 nr 37(6-8), s. 955-960.; M. Lenzen, *Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input-output analysis*, „Energy Policy” 1998 nr 26(6), s. 495-506.

³ H.-C. Rhee, H.-S. Chung, *Change in CO₂ emission and its transmissions between Korea and Japan using international input-output analysis*, „Ecological Economics” 2006 nr 58(4), s. 788-800.

⁴ *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. R. K. Pachauri, A. Reisinger, IPCC, Geneva 2007; IEA, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2011*, OECD, Paris 2011

⁵ *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds. B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge 2007; A. Bernard, M. Vielle, *Assessment of European Union*

Za prowadzeniem analiz relacji handlu do emisji przemawiają także argumenty praktyczne. Peters i Hertwich⁶ uważają, że emisje gazów cieplarnianych spowodowane przez handel międzynarodowy mogą mieć istotny wpływ na efektywność globalnych porozumień dotyczących zmian klimatu. Rozpoznanie tego zjawiska może znaleźć również zastosowanie w tworzeniu regionalnych i ponadregionalnych polityk ograniczających emisje gazów cieplarnianych. Świadczy o tym coraz częściej dyskutowana możliwość włączenia rozwiązań z dziedziny polityki handlowej do działań prowadzonych na rzecz ochrony klimatu⁷. Inwentaryzacja emisji indukowanych za granicą przez handel może także służyć określeniu odpowiedzialności za ich powstawanie. Przede wszystkim jednak pozwala to na obserwację rzeczywistych postępów redukcyjnych dokonywanych przez poszczególne kraje.

W ostatnich latach liczba opracowań poświęconych emisjom spowodowanym przez handel systematycznie wzrasta. Przeglądu publikacji powstałych na ten temat w latach 2007-2009 dokonał Wiedmann⁸. Od tego czasu ukazało się wiele nowych artykułów. Większość opublikowanych prac dotyczy Chin. Ich autorzy przeanalizowali: wpływ eksportu z Państwa Środka na światowe emisje CO₂⁹, udział poszczególnych sektorów w emisjach powodowanych przez chiński eksport¹⁰, kształtowanie się emisji CO₂ spowodowanych przez handel Chin z Japonią (lata 1990-2000) i USA¹¹. Wśród opracowań poświęconym innym krajom znaleźć

transition scenarios with a special focus on the issue of carbon leakage, „Energy Economics” 2009 nr 31(Supplement 2), s. 274-284.; G. P. Peters, E. G. Hertwich, *CO₂ Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy*, „Environmental Science & Technology” 2008 nr 42(5), s. 1401-1407.; O. Kuik, M. Hofkes, *Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage*, „Energy Policy” 2010 nr 38(4), s. 1741-1748.

⁶ G. Peters, E. Hertwich, *CO₂ Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy*, „Environmental Science & Technology” 2008 nr 42(5), s. 1401-1407.

⁷ R. Ismer, K. Neuhofer, *Border tax adjustment: a feasible way to support stringent emissions trading*, „European Journal of Law and Economics” 2007 nr 24, s. 137-164.; Z. Zhang, *Multilateral trade measures in a post-2012 climate change regime? What can be taken from the Montreal Protocol and the WTO?*, „Energy Policy” 2009 nr 37(12), s. 5105-5112.; Y. Dissou, T. Eyland, *Carbon control policies, competitiveness, and border tax adjustments*, „Energy Economics” 2011 nr 33(3), s. 556-564.

⁸ T. Wiedmann, *A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting*, „Ecological Economics” 2009 nr 69(2), s. 211-222.

⁹ Y. Yunfeng, Y. Laike, *China's foreign trade and climate change: A case study of CO₂ emissions*, „Energy Policy” 2010 nr 38(1), s. 350-356.

¹⁰ B. Lin, C. Sun, *Evaluating carbon dioxide...*, s. 613-621.; B. Su, H. C. Huang, B. W. Ang, P. Zhou, *Input-output analysis of CO₂ emissions embodied in trade: The effects of sector aggregation*, „Energy Economics” 2010 nr 32(1), s. 166-175.

¹¹ Y. Dong, M. Ishikawa, X. Liu, C. Wang, *An analysis of the driving forces of CO₂ emissions embodied in Japan-China trade*, „Energy Policy” 2010 nr 38(11), s. 6784-6792.; J. Guo, L.-L. Zou, Y.-M. Wei, *Impact of inter-sectoral trade on national and global CO₂ emissions: An empirical analysis of China and US*, „Energy Policy” 2010 nr 38(3), s. 1389-1397.; X. Liu, M. Ishikawa, C. Wang, Y. Dong, W. Liu, *Analyses of CO₂ emissions embodied in Japan-China trade*, „Energy Policy” 2010 nr 38(3), s. 1510-1518.

można analizy emisji CO₂ implikowanych przez relacje handlowe Austrii¹², a także analizy o zakresie globalnym, przedstawiające przepływy „wirtualnych” emisji, jak niektórzy autorzy nazywają emisje spowodowane przez handel między poszczególnymi krajami i grupami państw¹³. W Polsce pierwsze próby szacowania wpływu handlu zagranicznego na środowisko podejmowali w roku 1994 Czaja, Fiedor i Graczyk¹⁴. Znaczący wkład w rozwój tych badań z wykorzystaniem metodyki *input-output* w Polsce ma Przybyliński, który między innymi dokonał ogólnej analizy wpływu całkowitego eksportu z Polski na emisję pyłów, SO₂ i CO dla roku 1995 i 2000¹⁵. Ostatnio autor opublikował wyniki dotyczące roku 2005, dla którego przeanalizował dodatkowo wpływ eksportu na emisję CO₂¹⁶. Na szczególną uwagę w badaniach prowadzonych przez Przybylińskiego zasługują obliczenia środowiskowych *terms of trade*, które określają ekologiczną opłacalność prowadzenia wymiany handlowej. Jednakże przedstawione wyżej badania pozostawiają wiele niezbadanych obszarów z tej problematyki. Jednym z nich są bilateralne stosunki handlowe Polski. W tym kontekście handel Polski z Niemcami, jako najważniejszego partnera gospodarczego Polski, stanowi szczególnie istotny temat.

Podstawowym celem analiz przedstawionych w artykule jest określenie ilości emitowanego CO₂, która powstała w Polsce i Niemczech w wyniku produkcji sektorów przemysłowych przeznaczonych na handel pomiędzy tymi krajami. Ponadto, określono także cele szczegółowe badania, które mają dać odpowiedź na pytania o:

- udział poszczególnych sektorów źródłowych w generowaniu emisji CO₂;
- wpływ handlu poszczególnymi grupami artykułów na powstawanie emisji CO₂ w badanych krajach;
- występowanie pośredniego i bezpośredniego efektu emisyjnego spowodowanego handlem pomiędzy analizowanymi krajami.

¹² O. Gavrilova, M. Jonas, K. Erb, H. Haberl, *International trade and Austria's livestock system: Direct and hidden carbon emission flows associated with production and consumption of products*, „Ecological Economics” 2010 nr 69(4), s. 920-929.

P. Muñoz, K. W. Steininger, *Austria's CO₂ responsibility and the carbon content of its international trade*, „Ecological Economics” 2010 nr 69(10), s. 2003-2019.

¹³ Z. M. Chen, G. Q. Chen, B. Chen, *Embodied Carbon Dioxide Emissions of the World Economy: A Systems Input-Output Simulation for 2004*, „Procedia Environmental Sciences” 2010 nr 2, s. 1827-1840; G. Atkinson, K. Hamilton, G. Ruta, D. Van Der Mensbrugge, *Trade in "virtual carbon": Empirical results and implications for policy*, „Global Environmental Change” 2011 nr 21(2), s. 563-574. Z. M. Chen, G. Q. Chen, *Embodied carbon dioxide emission at supra-national scale: A coalition analysis for G7, BRIC, and the rest of the world*, „Energy Policy” 2011 nr 39(5), s. 2899-2909.

¹⁴ S. Czaja, B. Fiedor, A. Graczyk. *Handel a środowisko w okresie transformacji systemu gospodarczego (zarys podstawowych problemów)*, Wrocław 1994.

¹⁵ M. Przybyliński, *Handel zagraniczny a zanieczyszczenia powietrza w Polsce*, w: *Ochrona środowiska a procesy integracji i globalizacji*, red. A. Budnikowski, M. Cygler, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa 2004.

¹⁶ M. Przybyliński, *Metody i tablice przepływów międzygałęziowych w analizach handlu zagranicznego Polski*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012.

Metody analiz

W pracy wykorzystano metodologię obliczania emisji spowodowanych bilateralną wymianą handlową – EEBT (*the emissions embodied in bilateral trade*). Jedną z podstawowych właściwości metody jest założenie o takiej samej technologii w sektorze, bez względu na rynek docelowy produkcji; EEBT oblicza się na podstawie danych pochodzących ze statystyki handlu międzynarodowego w jednostkach pieniężnych¹⁷. Umożliwia to szacowanie emisji powstałych w kraju A w celu wygenerowania przepływów handlowych do kraju B. Należy pamiętać, że tak obliczona emisja nie musi być i najprawdopodobniej nie jest całkowitą emisją spowodowaną przez wymianę handlową. W trakcie produkcji rodzimej zwykle wykorzystuje się także surowce pochodzące z importu, które mają już własny bagaż emisyjny. Przykładowo, na emisję obliczaną metodą EEBT i powstałą na skutek eksportu samochodów z kraju A do kraju B składają się wszystkie emisje wygenerowane na terenie kraju A bezpośrednio w trakcie produkcji tychże samochodów oraz pośrednio, podczas wytwarzania czynników materiałowych niezbędnych do jego produkcji, o ile procesy te miały miejsce w kraju A. Zatem, metoda ta nie uwzględnia emisji powstałych w trakcie produkcji podzespołów importowanych, a uzyskane tą drogą wyniki nie mogą być utożsamiane z obliczaniem tak zwanego śladu węglowego (*carbon footprint*). Ponadto, istnieją inne ograniczenia metody EEBT. Po pierwsze, z uwagi na to, że metodologia nie wyróżnia przepływów handlowych zaspokajających popyt pośredni i finalny, lecz traktuje je łącznie, jej zastosowanie w szacowaniu emisji powstałych na skutek konsumpcji jest ograniczone. Po drugie, metoda ta nie pozwala stwierdzić na ile w obliczeniach zostały uwzględnione emisje powstałe podczas transportu eksportowanej produkcji z kraju pochodzenia do kraju importera. Mimo wspomnianych ograniczeń, w metodzie tej przeważają zalety, z których największe wiążą się z jej względną prostotą i łatwością w interpretacji wyników. Ponadto, ujęte w metodologii założenie o takiej samej technologii stosowanej przy produkcji przeznaczonej na rynek zewnętrzny i wewnętrzny, pozwala na odniesienie uzyskanych wyników do całego systemu produkcyjnego zlokalizowanego na terenie danego kraju.

Metodologia EEBT opiera się na opracowanej przez Leontiefa analizie *input-output* (I-O)¹⁸. Jej założenia były już wielokrotnie szczegółowo przedstawiane, przykładowo w pracach krajowych autorów¹⁹, dlatego dalej przywołane zostaną tylko kluczowe formuły.

¹⁷ G. Peters, *From production-based to consumption-based national emission inventories*, „Ecological Economics” 2008 nr 65(1), s. 13-23.

¹⁸ W. Leontief, *The structure of American economy, 1919-1929: an empirical application of equilibrium analysis*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1941.

¹⁹ Ł. Tomaszewicz, *Metody analizy input-output*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1994; idem, *Macierz rachunków narodowych i jej wykorzystanie w analizach ekonomicznych*, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001; M. Plich, *Budowa i zastosowanie wielosektorowych modeli ekonomiczno-ekologicznych*, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002.

Gospodarkę kraju r można przedstawić dzieląc ją na n -liczbę wzajemnie powiązanych sektorów, których produkcja globalna wyraża się wzorem:

$$x = Ax + y \quad (1)$$

gdzie:

- x - produkcja globalna w poszczególnych sektorach,
- A - macierz współczynników nakładów, której elementy a_{ij} stanowią niezbędny nakład sektora i w celu wytworzenia jednej jednostki produkcji w sektorze j ,
- Ax - wektor całkowitej konsumpcji pośredniej,
- y - wektor popytu końcowego na produkcję poszczególnych sektorów.

Następnie, w celu obliczenia x należy dokonać przekształceń:

$$\begin{aligned} x - Ax &= y \\ (I - A)x &= y \\ x &= (I - A)^{-1} y. \end{aligned} \quad (2)$$

W sekwencji równań (2) I jest macierzą jednostkową, czyli taką, której elementy głównej diagonalnej są jedności, a pozostałe elementy zerami. Macierz $(I-A)^{-1}$ to odwrotna macierz Leontiefa, fundamentalna dla analizy *input-output*, której wartości określają wpływ egzogenicznej zmiany popytu finalnego na produkcję globalną. Umożliwia ona śledzenie wzajemnych zależności pomiędzy elementami systemu produkcji.

Opierając się na równaniu (1) produkcję globalną kraju r , oznaczoną przez x^r , można zapisać wzorem:

$$x^r = A^{rr} x^r + y^r \quad (3)$$

gdzie:

- y^r - wektor popytu finalnego na produkcję krajową,
- A^{rr} - macierz, której elementy a_{ij}^{rr} oznaczają nakład krajowego sektora i na jedną jednostkę produkcji globalnej sektora j w kraju r ,
- $A^{rr}x^r$ - całkowite pośrednie zapotrzebowanie w kraju r na produkcję krajową.

Popyt finalny można wyrazić wzorem:

$$y^r = c^r + e^r, \quad (4)$$

gdzie:

- c^r - wektor konsumpcji finalnej produkcji krajowej,
- e^r - wektor eksportu.

Stąd, produkcję globalną w kraju r można zapisać równaniem:

$$x^r = A^{rr} x^r + c^r + e^r \quad (5)$$

Następnie, po przekształceniach według wzoru (3), równanie (5) można sprowadzić do postaci:

$$x^r = (I - A^{rr})^{-1}(c^r + e^r) \quad (6)$$

W celu oszacowania całkowitej emisji CO_2 powstałej podczas procesów produkcji w kraju r produkcję globalną należy pomnożyć przez wskaźnik emisyjności CO_2 :

$$f_{CO_2}^r = F_{CO_2}^r x^r = F_{CO_2}^r (I - A^{rr})^{-1}(c^r + e^r), \quad (7)$$

gdzie:

$f_{CO_2}^r$ – wektor całkowitej emisji CO_2 w kraju r w poszczególnych sektorach,

$F_{CO_2}^r$ – macierz diagonalna, której elementy niezerowe oznaczają ilość emisji CO_2 przypadającą na jednostkę produkcji globalnej w poszczególnych sektorach w kraju r .

Założenie liniowości towarzyszące podejściu *input-output* pozwala na dekompozycję równania (7) tak, że możliwe jest osobne oszacowanie efektu każdego z komponentów popytu końcowego. W opracowaniu skupiono się na rozpoznaniu efektu emisyjnego eksportu.

Całkowitą emisję CO_2 spowodowaną przez eksport z kraju r , oznaczoną jako $f_{CO_2}^{ex}$, można obliczyć równaniem:

$$f_{CO_2}^{ex} = F_{CO_2}^r (I - A^{rr})^{-1} e^r. \quad (8)$$

Ponieważ wektor eksportu e^r jest sumą przepływów handlowych z kraju r do kraju s :

$$e^r = \sum_s e^{rs}, \quad (9)$$

możliwa jest dalsza dekompozycja równania (8).

Emisje spowodowane przez przepływy handlowe do pojedynczego kraju można obliczyć według wzoru:

$$f_{CO_2}^{rs} = F_{CO_2}^r (I - A^{rr})^{-1} e^{rs}, \quad (10)$$

gdzie:

$f_{CO_2}^{rs}$ – wektor emisji spowodowanej przez eksport z kraju r do kraju s , którego elementy przyporządkowują daną wielkość emisji poszczególnym przepływom eksportowym każdego z sektorów.

Jednocześnie wzór (10) umożliwia następujące wyprowadzenie wskaźnika emisyjności eksportu z kraju r do kraju s , $i_{CO_2}^{rs}$:

$$i_{CO_2}^{rs} = \frac{f_{CO_2}^{rs}}{e^{rs}}, \quad (11)$$

gdzie:

$f_{CO_2}^{rs}/e^{rs}$ – działanie polegające na dzieleniu każdego elementu i wektora $f_{CO_2}^{rs}$ przez odpowiadający mu element i wektora e^{rs} .

Ponadto, w całkowitym efekcie emisyjnym eksportu z kraju r do kraju s , obliczonym według wzoru (10), można wyróżnić efekt bezpośredni i pośredni. Efekt bezpośredni $fd_{CO_2}^{rs}$ wyrażony wzorem (12), dotyczy emisji CO_2 powstałych podczas produkcji przeznaczonych bezpośrednio na eksport, czyli bez uwzględnienia emisji u dostawców:

$$fd_{CO_2}^{rs} = F_{CO_2}^r e^{rs}. \quad (12)$$

Efekt pośredni uwzględnia emisje powstałe w obrębie krajowego łańcucha dostaw sektorów eksportujących. Są one wywołane popytem pośrednim na dobra krajowe, stanowiąc tym samym pośredni efekt emisyjny eksportu z kraju r do kraju s , który został oznaczony jako $fi_{CO_2}^{rs}$ i można go obliczyć według wzoru:

$$f i_{CO_2}^{rs} = f_{CO_2}^{rs} - f d_{CO_2}^{rs}. \quad (13)$$

Dane wykorzystane w obliczeniach należą do ostatnich osiągalnych i dotyczą 2008 roku. Wyjątek stanowi macierz krajowych współczynników technicznych, która obrazuje stan z 2005 roku. Implikuje to wprowadzenie założenia o niezmienności techniki w obu analizowanych gospodarkach w okresie 2005-2008. Takie założenie jest konieczne z powodu braku danych pozwalających na pozyskanie lub oszacowanie współczynników technicznych dla 2008 roku i jest dopuszczalne w stosowanej metodologii. Potwierdzają to Dietzenbacher i Hoen²⁰ wskazując, że powszechną praktyką w pracach empirycznych jest zakładanie stałości parametrów modelu *input-output* w czasie i wykorzystywanie w tym celu parametrów uzyskanych z ostatniej dostępnej tablicy przepływów międzygałęziowych. Podkreślają przy tym, że takie założenie nie wydaje się być nieprawdopodobne w odniesieniu do krótkiego przedziału czasu. Podobnego zdania jest Miller i Blair²¹ oraz inni autorzy, którzy uważają, że współczynniki nakładów tabeli *input-output* dla danego roku mogą pozostawać użyteczne także w badaniach innych okresów.

Źródłem danych o przepływach międzygałęziowych oraz o międzynarodowej wymianie handlowej jest należąca do OECD baza STAN²². Wykorzystane tabele *input-output* cechuje układ sektor na sektor, który najlepiej służy analizie powiązań międzygałęziowych. Ponadto taka ich forma umożliwi odniesienie zawartych w nich danych do informacji o wielkościach emisji dostępnych także w układzie sektorowym. Dane dotyczące emisji CO₂ pochodzą z bazy prowadzonej przez Eurostat i są opracowane na podstawie rocznych krajowych sprawozdań do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu (UNFCCC). Z danych tych wyłączono emisje CO₂ ze spalania biomasy z uwagi na zamknięty cykl obiegu zawartego w niej węgla w przyrodzie. Sektorowe wskaźniki emisyjności CO₂ są wynikiem przeprowadzonych szacunków. W tym celu skojarzono agregacje sektorowe, którymi posługują się wymienione bazy danych. Następnie, produkcję globalną Niemiec i Polski z roku 2008, wyrażoną w cenach bieżących w walucie krajowej, przeliczono na dolary amerykańskie według średniego kursu z 2008 roku podanego przez OECD²³. Ostatecznie, poszczególne wielkości sektorowych emisji CO₂ zostały podzielone przez wartość produkcji globalnej odpowiadających im sektorów, pozyskane z bazy STAN i wyrażone w tonach CO₂ na 1000 USD. Za towary przemysłowe przyjęto produkty sektorów przetwórstwa

²⁰ E. Dietzenbacher, A. R. Hoen, *Coefficient stability and predictability in input-output models: a comparative analysis for the Netherlands*, „Construction Management and Economics” 2006 nr 24(7), s. 671-680.

²¹ R. Miller, P. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions.*, Cambridge University Press, New York 2009.

²² OECD, *STAN Bilateral trade database by industry and end-use category*, w: STAN: OECD Structural Analysis Statistics (baza danych), Paris 2012; OECD, *STAN Input-output: Domestic tables*, w: STAN: OECD Structural Analysis Statistics (baza danych), Paris 2011.

²³ OECD, *Aggregate National Accounts: PPPs and exchange rates*, w: OECD National Accounts Statistics (baza danych), Paris 2010.

przemysłowego ujętych w sekcji D PKD 2004, z wyłączeniem produkcji artykułów spożywczych i wyrobów tytoniowych. Badaniu poddano 17 sektorów, które wyodrębniono w oparciu o międzynarodowy standard ISIC Rev. 3, kompatybilny z klasyfikacjami NACE Rev. 1 i PKD 2004.

Wyniki obliczeń i dyskusja uzyskanych szacunków

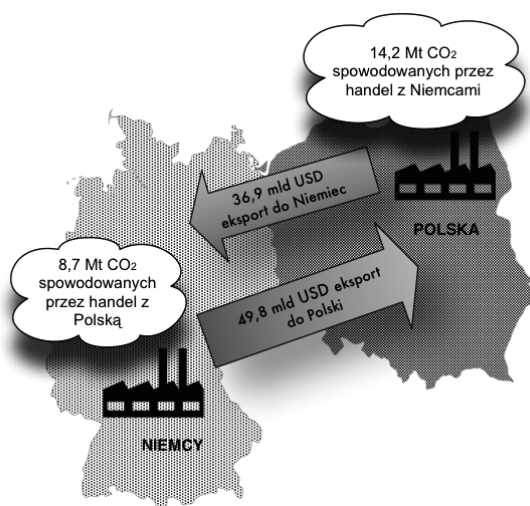
Wyniki analiz wskazują, że w roku 2008 eksport polskich sektorów przemysłowych do Niemiec o wartości 1 USD spowodował średnio 0,38 kg emisji CO₂ w Polsce. Wskaźnik ten można nazwać emisyjnością eksportu towarów przemysłowych. Analogicznie oszacowana emisyjność niemieckiego eksportu towarów przemysłowych do Polski wyniosła 0,18 kg CO₂ na 1 USD, co jest o ponad połowę niższym wynikiem.

Łącznie w 2008 roku obroty handlowe towarami przemysłowymi między analizowanymi krajami wyniosły 86,7 mld USD. Wytworzenie produktów o tej wartości pociągnęło za sobą emisje o wielkości 23,1 Mt CO₂ tylko w obrębie granic Polski i Niemiec. Wielkość ta stanowiła 2% całkowitej emisji CO₂ ze spalania paliw w tych krajach. Jednakże, była ona na tyle znacząca, że przewyższyła wspólne emisje CO₂ ze spalania paliw Litwy i Łotwy, w których w tym okresie wyemitowano w sumie 20,3 Mt CO₂. To porównanie wskazuje na istotną rolę handlu towarami przemysłowymi pomiędzy Polską a Niemcami w kształtowaniu emisji gazów cieplarnianych w krajach Unii Europejskiej.

Emisje, które wywołał handel artykułami przemysłowymi między Polską a Niemcami, przedstawia rysunek 1. W 2008 roku Polska wyeksportowała do

Rysunek 1

Emisje CO₂ wywołane przez polsko-niemiecki handel bilateralny towarami przemysłowymi w 2008 roku



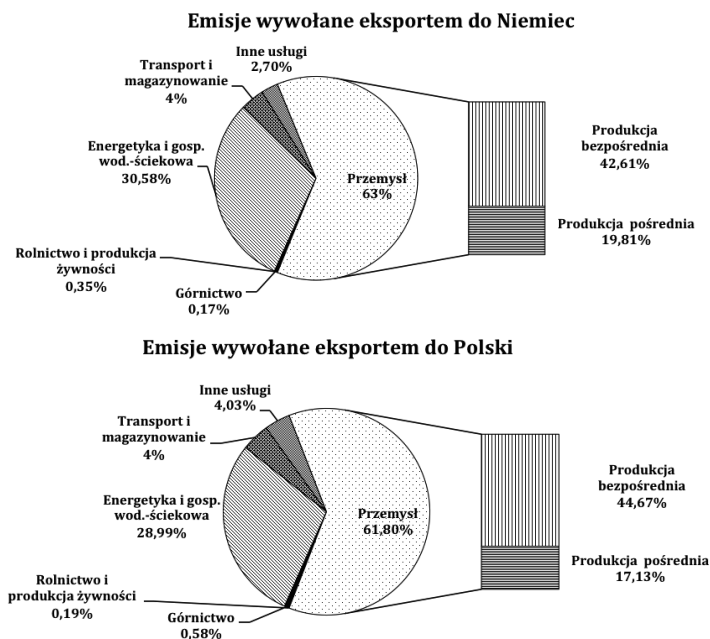
Źródło: opracowanie własne.

Niemiec towary przemysłowe o wartości 36,9 mld USD, co spowodowało emisję CO₂ o wielkości 14 Mt CO₂ w całej gospodarce Polski. Stanowiło to 4% całkowitej emisji CO₂ pochodzącej ze spalania paliw w kraju. Równolegle, Niemcy wyeksportowały do Polski towary przemysłowe o wartości 49,8 mld USD, których produkcja spowodowała obciążenie niemieckiej gospodarki emisjami w ilości 8,7 Mt CO₂. Ilość ta obejmowała niecały 1% wszystkich emisji CO₂ ze spalania paliw w tym kraju. Ilość CO₂ wyemitowana w Niemczech była zdecydowanie niższa niż w Polsce, pomimo że przepływy eksportowe z Niemiec pod względem wartości znacznie przewyższają przepływy z Polski.

Zaprezentowane wyniki odzwierciedlają związek pomiędzy popytem zagranicznym a emisjami krajowymi. Oszacowane emisje dotyczą systemu produkcyjnego zlokalizowanego tylko na terenie danego kraju. Konstrukcja powiązań międzygałęziowych powoduje, że produkcja danego sektora powoduje zwykle pewną emisję CO₂ w tym sektorze, a także we wszystkich pozostałych sektorach gospodarki. Zastosowana metodologia, za pomocą działań rachunku macierzowego, pozwala na przyporządkowanie produkcji danego sektora określonej emisji wyemitowanej w poszczególnych sektorach całej gospodarki. Wyniki tych obliczeń dla Polski i Niemiec prezentuje rysunek 2.

Rysunek 2

Udział poszczególnych sektorów w emisjach CO₂ spowodowanych produkcją artykułów przemysłowych przeznaczonych na handel pomiędzy Polską a Niemcami w 2008 roku [%]



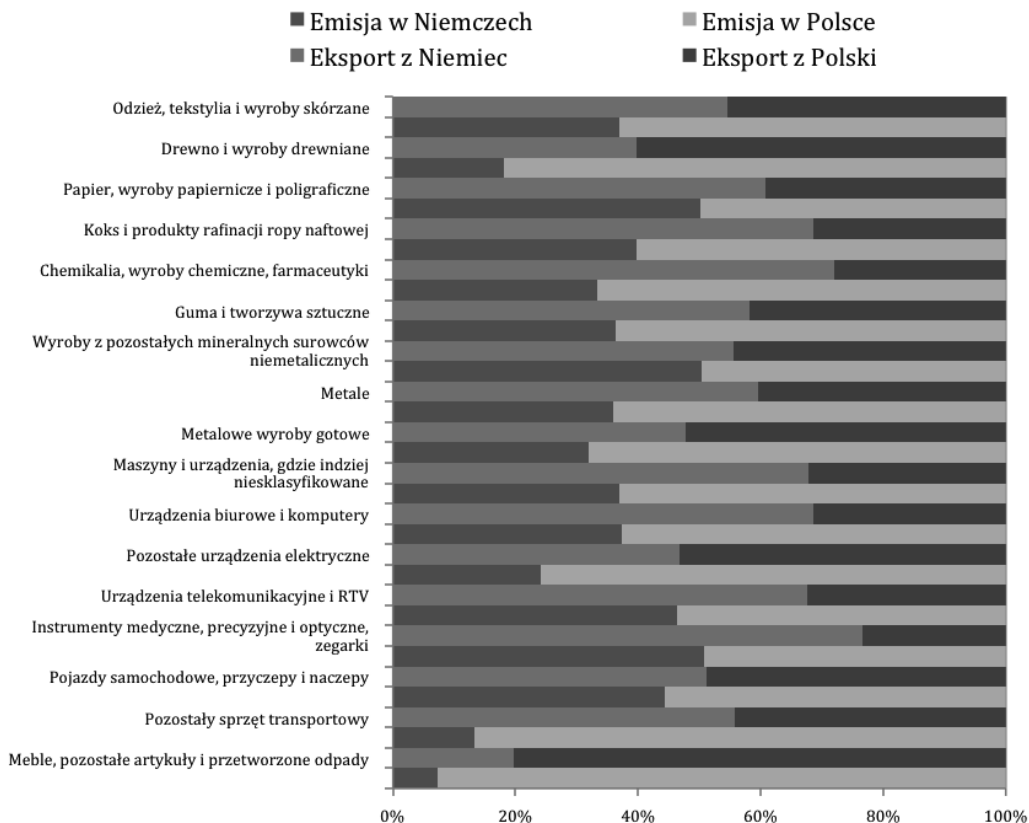
Źródło: opracowanie własne.

Emisje generowane przez analizowane gospodarki powstałe na skutek bilateralnego handlu w zakresie towarami przemysłowymi zostały podzielone na sześć kategorii źródłowych. Można zaobserwować duże podobieństwo struktury źródłowej emisji w Polsce i w Niemczech. W obu krajach gradacja poszczególnych sektorów pod względem ich udziału w całkowitych emisjach spowodowanych eksportem przebiegała tak samo. Najważniejszą kategorią źródłową jest przemysł, który zgodnie z oczekiwaniami odpowiada za większość powstałych emisji. Udział przemysłu w analizowanych emisjach stanowił w obu krajach ponad 60%. Emisje z tej kategorii zostały podzielone na dwie subkategorie: powstałe na skutek wytwarzania produkcji bezpośrednio zaspokajającej popyt zewnętrzny (w trakcie tak zwanej produkcji bezpośredniej) oraz podczas procesów produkcji zaspokajającej wewnętrzny popyt pośredni (w trakcie tak zwanej produkcji pośredniej). Wyniki wskazują, że emisje bezpośrednio związane z produkcją eksportową stanowią w obu krajach mniej niż połowę wszystkich emisji spowodowanych handlem, czyli około 43% w Polsce i około 45% w Niemczech. Oznacza to, że większość analizowanych emisji nie powstaje przy produkcji dóbr bezpośrednio eksportowanych, lecz podczas wytwarzania czynników ich produkcji. Drugim sektorem o największych emisjach jest energetyka i gospodarka wodno-ściekowa. W tym przypadku również brak istotnych różnic w udziale tych sektorów w emisjach pomiędzy rozpatrywanymi krajami. Energetyka razem z gospodarką wodno-ściekową odpowiadają w sumie za około 30% emisji spowodowanych eksportem w tych krajach. Znaczący udział tego sektora w powstawaniu emisji łączy się przede wszystkim z wytwarzaniem i dostarczaniem dużych ilości energii elektrycznej i ciepłej dla przemysłu. Sektor transportu odpowiada w obu krajach za 4% emisji wywołanej przez handel towarami przemysłowymi. Różnice między krajami pojawiają się natomiast w sektorach, które mają znikomy udział w analizowanych emisjach, czyli w górnictwie oraz w rolnictwie i produkcji żywności.

Na rysunku 3 przedstawiono porównanie analizowanych krajów pod względem udziału w całkowitych obrotach handlowych w zakresie towarów przemysłowych oraz pod względem całkowitej emisji CO₂ spowodowanej handlem, co zostało zaprezentowane w podziale na poszczególne kategorie produktów handlowych. Uzyskane wyniki świadczą o bezwzględnie większym obciążeniu emisyjnym polskich produktów w porównaniu z niemieckimi. Produkcja każdej z kategorii towarów przemysłowych, oprócz instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych oraz zegarków, powodowała większe emisje w Polsce, niż w Niemczech. Należy przy tym zaznaczyć, że w przypadku większości kategorii, wartość eksportu z Niemiec do Polski istotnie przeważała nad wartością przepływów w przeciwnym kierunku. Tylko w zakresie handlu produktami z przemysłów meblowego i drzewnego można było zaobserwować przewagę polskiego eksportu nad niemieckim. Największe stosunkowe różnice pomiędzy udziałem w eksporcie a udziałem w implikowanych przez handel emisjach występują dla towarów ujętych w kategoriach: „koks i produkty rafinacji ropy naftowej” oraz „chemikalia, wyroby chemiczne, farmaceutyki”. Różnice te są szczególnie niekorzystne dla produkcji polskiej, która powodowała niewspółmiernie większe emisje z tytułu handlu, niż miało to miejsce w Niemczech.

Rysunek 3

Udział Polski i Niemiec w całkowitych emisjach CO₂ spowodowanych handlem bilateralnym w porównaniu z udziałem w obrotach handlowych według kategorii produktów

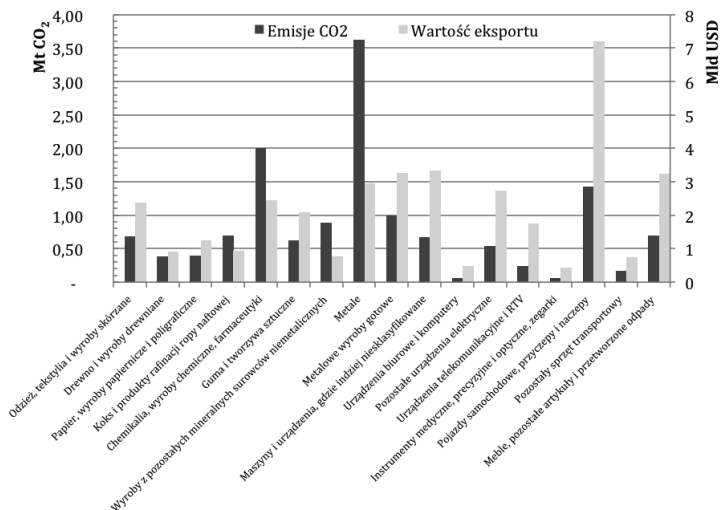


Źródło: opracowanie własne.

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono, w jaki sposób zaprezentowane na rysunku 3 zależności kształtują się w ujęciu wartościowym. Ciemne słupki pokazują wielkość eksportu poszczególnych grup produktów wyrażoną w mld USD. Natomiast jasne słupki oznaczają ilość emisji CO₂ w mln ton spowodowanych przez wygenerowanie danego przepływu towarów za granicę. Porównując oba wykresy można dostrzec istotne różnice w sytuacji w Polsce i Niemczech. Eksport niemiecki do Polski jest dużo bardziej zróżnicowany pod względem udziału poszczególnych grup towarów przemysłowych, niż przepływy w drugim kierunku. Trzy podstawowe branże wyróżniają się znacząco pod względem ich roli w eksporcie z Niemiec do Polski. Należą do nich: pojazdy samochodowe, przyczepy i naczepy (7,5 mld USD); maszyny i urządzenia gdzie indziej niesklasyfikowane (7,1 mld USD); chemikalia, wyroby chemiczne, farmaceutyki (6,3 mld). Tylko

Rysunek 4

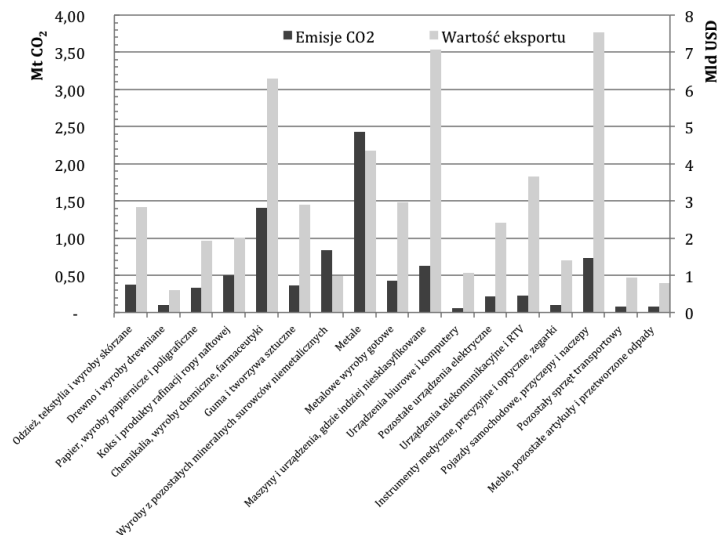
Wartość eksportu oraz emisje powodowane przez eksport poszczególnych kategorii produktów przemysłowych z Polski do Niemiec



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5

Wartość eksportu oraz emisje powodowane przez eksport poszczególnych kategorii produktów przemysłowych z Niemiec do Polski



Źródło: opracowanie własne.

ostatnia z wymienionych grup, generując w sumie 1,4 Mt CO₂, ma relatywnie duże znaczenie dla powstawania emisji w Niemczech z tytułu eksportu do Polski. Pozostałe grupy mają przeciętny wpływ na emisje. Największą ilość emisji w całym cyklu produkcyjnym generuje produkcja metali (2,4 Mt CO₂). W pozostałych grupach tylko trzy przyczyniają się do emisji większej, niż 0,5 Mt CO₂. Tymczasem w Polsce emisja tylko sześciu grup nie przekracza granicy 0,5 Mt CO₂. Podobnie jak w Niemczech, produkcja metali w Polsce jest dominującą grupą pod względem emisji i przyczynia się do uwalniania 3,6 Mt CO₂ do atmosfery. Drugą wyróżniającą się w tym względzie kategorią są chemikalia, wyroby chemiczne i farmaceutyki, których eksport do Niemiec odpowiada w sumie za 2,0 Mt CO₂ emisji w Polsce. W ujęciu wartościowym żadna z tych grup nie jest dominująca w polskich przepływach do Niemiec. Produkty o największej wielkości eksportu to, podobnie jak w Niemczech, pojazdy samochodowe, przyczepy i naczepy, których wartość eksportowa wynosi 7,2 mld USD. Pozostałe grupy nie wyróżniają się na tle innych, a wartość żadnej z nich nie przekracza 3,5 mld USD. Świadczy to o wysokim stopniu specjalizacji polskiego eksportu do Niemiec, który jest dużo mniej zróżnicowany, niż eksport w przeciwnym kierunku.

Ważną częścią analizy było obliczenie mnożników pokazujących generalne zależności pomiędzy produkcją analizowanych grup towarów przemysłowych w Polsce i Niemczech a efektami emisyjnymi w tych krajach (tabela 1). Wyróżniono trzy mnożniki: emisji bezpośredniej, emisji pośredniej, emisji całkowitej. Ich interpretacja – w zależności od rodzaju emisji, której dotyczą – przedstawia się następująco: liczba kg CO₂ wyemitowana podczas produkcji (bezpośredniej, pośredniej lub całkowitej) określonej grupy towarów w celu wygenerowania przepływu handlowego o wartości 1 USD. Zastosowanie praktyczne mnożników polega na możliwości stwierdzenia w jakim stopniu zwiększenie, bądź zmniejszenie eksportu produktów przemysłowych z danej grupy towarowej przyczyni się do zmiany emisji, które mogą być uwalniane w różnych sferach systemu produkcyjnego gospodarki. W tabeli 1 wysokim wartościom mnożników przyporządkowano ciemne kolory, natomiast niskim wartościom – jasne.

W przypadku obu krajów najwyższe wartości mnożników emisji obliczono dla produkcji towarów sektorów energochłonnych, czyli dla grup: 3, 4, 5, 7 i 8. Z kolei najniższą wartość mają mnożniki dla produkcji towarów z grup 9-17. Zarówno w Polsce i Niemczech występujące proporcje między wartościami tych mnożników są podobne. Jednocześnie, wszystkie mnożniki dotyczące sytuacji w Polsce mają wyższą wartość od odpowiadających im mnożników obliczonych dla Niemiec. Oznacza to, że pod względem warunków technicznych, innych niż energetyczne, produkcja towarów przemysłowych przebiega w obu krajach bez istotnych różnic. Natomiast wyższe wartości mnożników w Polsce są prawdopodobnie wynikiem dużo niższej efektywności energetycznej poszczególnych procesów technologicznych oraz odmiennej struktury wykorzystywanych paliw w tych krajach. Na ten stan zdają się wpływać czynniki techniczne w samym przemyśle oraz sektorze energetycznym, w których powstaje najwięcej emisji spowodowanych eksportem z Polski (rysunek 2). W kwestii struktury paliw, polski przemysł jest niemal w 40% uzależniony od paliwa węglowego, które jest

Tabela 1

Wartość mnożników emisji bezpośredniej, pośredniej i całkowitej w tonach CO₂ na 1000 USD produkcji wyrażonej w cenach bieżących dla 2008 roku

Wyszczególnienie	Mnożniki emisji w Polsce			Mnożniki emisji w Niemczech		
	Mnożnik emisji bezpośredniej	Mnożnik emisji pośredniej	Mnożnik emisji całkowitej	Mnożnik emisji bezpośredniej	Mnożnik emisji pośredniej	Mnożnik emisji całkowitej
Odzież, tekstylia i wyroby skórzane	0,057	0,234	0,291	0,028	0,017	0,132
Drewno i wyroby drewniane	0,103	0,316	0,419	0,035	0,035	0,170
Papier, wyroby papiernicze i poligraficzne	0,093	0,230	0,323	0,062	0,047	0,172
Koks i produkty rafinacji ropy naftowej	0,591	0,161	0,752	0,184	0,075	0,249
Chemikalia, wyroby chemiczne, farmaceutyki	0,589	0,232	0,821	0,127	0,082	0,223
Guma i tworzywa sztuczne	0,041	0,259	0,301	0,018	0,012	0,126
Wyroby z pozostałych mineralnych surowców niemetalicznych (miedzy innymi szkło, ceramika)	0,737	0,411	1,148	0,637	0,532	0,865
Metale	0,842	0,385	1,227	0,381	0,257	0,558
Metalowe wyroby gotowe	0,032	0,273	0,305	0,018	0,013	0,145
Maszyny i urządzenia, gdzie indziej niesklasyfikowane	0,030	0,171	0,201	0,009	0,007	0,089
Urządzenia biurowe i komputery	0,016	0,104	0,120	0,005	0,003	0,056
Pozostałe urządzenia elektryczne	0,024	0,172	0,196	0,009	0,007	0,090
Urządzenia telekomunikacyjne i RTV	0,013	0,123	0,136	0,005	0,003	0,063
Instrumenty medyczne, precyzyjne i optyczne, zegarki	0,023	0,128	0,151	0,008	0,005	0,072
Pojazdy samochodowe, przyczepy i naczepy	0,014	0,185	0,199	0,009	0,009	0,097
Pozostały sprzęt transportowy	0,052	0,173	0,225	0,007	0,005	0,085
Meble, pozostałe artykuły i przetworzone odpady	0,035	0,180	0,215	0,013	0,009	0,096

Źródło: opracowanie własne.

najbardziej emisyjnym nośnikiem energii. Dużo mniej emisyjny jest gaz ziemny, który jest drugim nośnikiem energii co do wielkości wykorzystania w przemyśle w Polsce. Tymczasem w Niemczech gaz ziemny stanowi podstawowe paliwo, które pokrywa 56% przemysłowego zapotrzebowania na energię, podczas gdy węgiel spełnia tę rolę tylko w 20%. Pozostałe paliwa w produkcji przemysłowej obu krajów są wykorzystywane w podobnym stopniu. Pod względem emisyjności wytwarzanej energii elektrycznej sytuacja w sektorze energetycznym w Polsce jest wysoce niekorzystna. W Polsce aż 92% energii elektrycznej pochodzi z węgla, podczas gdy w Niemczech tylko 44%. Ponadto w Niemczech istotną część elektryczności wytwarza się bezemisyjnie w elektrowniach jądrowych (23%),

czy stosując odnawialne źródła energii (18%). Także znaczący, bo 13% udział w produkcji energii elektrycznej, ma energetyka oparta na spalaniu gazu ziemnego, które jest najmniej emisyjnym paliwem kopalnym. Wyraźne różnice występujące pomiędzy Polską a Niemcami w sferze wytwarzania energii są więc niewątpliwie przyczyną odmiennych mnożników emisyjnych eksportu tych krajów.

Podsumowanie

Dwustronna wymiana handlowa Polski z Niemcami przyczyniła się w 2008 roku do postawienia ponad 20 Mt CO₂ po obu stronach granicy. W obu krajach ponad 50% emisji związanych z handlem powstawało na skutek produkcji stanowiącej zaopatrzenie analizowanych sektorów przemysłowych. Oznacza to, że problem emisji związanej z produkcją przemysłową jest wielopłaszczyznowy. Stąd ewentualne działania mające na celu zmniejszenie wpływu produkcji przemysłowej na emisje w tych krajach powinny być ukierunkowane na cały łańcuch tworzenia wartości dodanej.

Mimo że wartość niemieckiego eksportu do Polski przewyższała o około 30% wartość eksportu z Polski do Niemiec, przepływy handlowe z Polski przyczyniały się do o ponad 60% większych emisji niż przepływy handlowe w przeciwnym kierunku. Oznacza to, że w Polsce produkcja sektorów przemysłowych łączy się z dużo większymi emisjami bezpośrednimi i pośrednimi, niż w Niemczech. Wyniki wskazują na dużo gorsze parametry emisyjne w polskim przemyśle, kształtowane głównie przez bardziej emisyjną strukturę paliwową w sektorach przemysłowych i energetyce. Dodatkową prawdopodobną przyczyną tego stanu jest niska efektywność energetyczna w Polsce.

Kierując się uzyskanymi wynikami można przypuszczać, że substytucja polskich towarów przemysłowych niemieckimi może wpływać na absolutną redukcję emisji CO₂, co powinno budzić obawy polskich przedsiębiorców (głównie eksporterów) i decydentów, odpowiedzialnych za realizację polityki gospodarczej w Polsce. Teza ta wynika z coraz mocniej ingerującej w rynek polityki klimatycznej UE. Przykładem tego jest przebudowa systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, który w nowej formie ma funkcjonować od 2013 roku. Nowy system przewiduje konieczność nabywania relatywnie większych ilości uprawnień do emisji dla produkcji o słabszych parametrach emisyjnych²⁴. Jednocześnie przy określaniu tychże parametrów bierze się pod uwagę emisje bezpośrednie i pośrednie, w tym te, wynikające z określonej struktury energetycznej kraju. Komisja Europejska informuje, że w metodologii obliczania wspomnianych parametrów: *...nie dokonano jakiegokolwiek rozróżnienia na podstawie lokalizacji geograficznej lub stosowanych technologii, surowców lub paliw, aby nie zakłócić przewagi komparatywnej w odniesieniu do niskoemisyjności w całej*

²⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w celu usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.

*gospodarce UE (...)*²⁵. Oznacza to, że polskie przedsiębiorstwa przemysłowe będą obarczone koniecznością ponoszenia większych kosztów związanych z zakupem uprawnień do emisji, niż te same przedsiębiorstwa działające w Niemczech, między innymi z powodu bardziej emisyjnych paliw stosowanych w polskiej energetyce. Jednocześnie przedstawiony fragment decyzji Komisji Europejskiej daje podstawy do przypuszczeń, że podejście to będzie kontynuowane w przyszłości, także po wprowadzeniu kolejnych planowanych obostrzeń w zakresie redukcji gazów cieplarnianych.

W przypadku utrzymywania się wykazanych dysproporcji w zakresie emisyjności analizowanych przepływów handlowych, aktualnie realizowana polityka klimatyczna może stać się czynnikiem kształtującym relacje handlowe pomiędzy Polską a Niemcami. Ewentualny wpływ tej polityki polegać będzie na obniżaniu konkurencyjności polskich wyrobów przemysłowych na rynku krajowym i w Niemczech względem produktów niemieckich. Skutkiem tego może być w przyszłości pogłębianie się ujemnego salda Polski w zakresie handlu bilateralnego produktami przemysłowymi z Niemcami.

²⁵ Decyzja Komisji z dnia 27 kwietnia 2011 roku w sprawie ustanowienia przejściowych zasad dotyczących zharmonizowanego przydziału bezpłatnych uprawnień do emisji w całej Unii na mocy art. 10a dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady.