

NATALIA DRZEWOSZEWSKA, MICHAŁ BERNARD PIETRZAK

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

JUSTYNA WILK

Wydział Ekonomii, Zarządzania i Turystyki
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Grawitacyjny model przepływów handlowych między krajami Unii Europejskiej w dobie globalizacji

Streszczenie

Celem artykułu jest ukazanie siły oddziaływania czynników związanych z procesem globalizacji na wielkość przepływów handlowych między krajami. Determinanty te potraktowane zostały jako alternatywa dla fizycznej odległości między państwami w równaniu grawitacji zaproponowanym przez Tinbergena¹. W tradycyjnym modelu grawitacji wartość wymiany handlowej między dowolnymi dwoma krajami jest proporcjonalna (*ceteris paribus*) do iloczynu PKB tych krajów i odwrotnie proporcjonalna do dzielącej je odległości. We współczesnej globalnej gospodarce fizyczny dystans między państwami nie jest już tak istotnym hamulcem wymiany międzynarodowej, przez co odległość w modelu grawitacji może być rozumiana jako stopień podobieństwa handlujących gospodarek. O postępującej globalizacji świadczy długofalowe intensyfikowanie powiązań między krajami, czego przykładem w wymiarze ekonomicznym jest integracja krajowych gospodarek w ramach Unii Europejskiej. Analizie ekonometrycznej poddano zatem kraje UE w okresie badawczym obejmującym lata 1999–2010. W proponowanych panelowych modelach grawitacji istotnymi determinantami, oprócz wartości PKB, okazują się zmienne związane z postępowaniem cywilizacji, które podkreślają znaczenie spadku kosztów transportu i komunikacji, rozwoju wysokich technologii czy rosnące znaczenie kapitału ludzkiego.

¹ J. Tinbergen, *Shaping the World Economy' Suggestions for an International Economic Policy*, The Twentieth Century Fund, New York 1962.

Słowa kluczowe: handel międzynarodowy, grawitacyjny model handlu, model danych panelowych, globalizacja, Internet, Unia Europejska, PKB, transport, komunikacja

1. Wstęp

Teoria wymiany międzynarodowej jest, obok finansów międzynarodowych, jedną z dwóch kluczowych dziedzin, na jakie dzieli się ekonomia międzynarodowa². Początek wymiany międzynarodowej wiąże się ściśle z zapoczątkowaniem samej instytucji państwa. Intensywnemu rozwojowi handlu między państwami w XXw. sprzyjały różnice w strukturze handlu, różnice w wydajności pracy oraz polityka eliminowania barier w handlu, stosowana od czasu zakończenia II wojny światowej.

Handel zagraniczny wzmacnia pozycję państwa na arenie światowej. Do podstawowych skutków rozwoju wymiany handlowej między krajami, przedstawianych przez pierwszych teoretyków ekonomii międzynarodowej, można zaliczyć obustronne korzyści związane z poprawą efektywności w produkcji: możliwość specjalizacji i produkcji na większą skalę³, wzrost wynagrodzeń⁴, wzrost migracji zarobkowych⁵, wahania kursów walutowych⁶ czy koordynację międzynarodowej polityki gospodarczej. Do intensywnej koordynacji politycznej dochodzi w ramach ugrupowań państw tworzących strefę wolnego handlu, wspólny rynek czy w końcu unię monetarną.

Integrujące się kraje wspólnie przyjmują postawę reformistyczną w odpowiedzi na procesy globalizacyjne⁷. Traktują one globalizację jako wyzwanie, poszukując sposobów wykorzystania szans i korzyści, a także za pomocą reform minimalizacji zagrożeń, jakie niosą ze sobą procesy globalizacyjne. Reformy

² P.R. Krugman, M. Obstfeld, *Ekonomia międzynarodowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 10–11.

³ R. Milewski, *Podstawy ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 585.

⁴ A. Budnikowski, *Międzynarodowe stosunki gospodarcze*, PWE, Warszawa 2006, s. 92–93.

⁵ Następująca przy migracjach dyfuzja wiedzy specjalistycznej istotna jest zwłaszcza w przypadku gałęzi o wysokim stopniu innowacyjności, w których nacisk kładzie się na badania i rozwój.

⁶ Wielomilionowe transakcje handlowe wpływają na kurs walutowy danego państwa, powodując gwałtowny wzrost lub spadek cen, co wiąże się dalej ze spadkiem bądź wzrostem eksportu. P.R. Krugman, M. Obstfeld, op.cit., s. 45–80.

⁷ J.A. Scholte, *Globalization: a critical introduction*, Palgrave Macmillan, New York 2005, s. 30. Autor wyróżnia także postawę radykalną oraz neoliberalną.

te są zgodne z polityką umacniania systemowej konkurencyjności gospodarki, opierającej się nie tylko na efektywności przedsiębiorstw, ale także na efektywnym funkcjonowaniu instytucji i rynków oraz odpowiednim otoczeniu przedsiębiorstw i jakości kapitału ludzkiego. Włączenie się w procesy globalizacji staje się zatem warunkiem intensywnej wymiany handlowej współczesnych gospodarek. Stopień zglobalizowania zależy natomiast od rozwoju odpowiedniej infrastruktury globalizacyjnej, określającej warunki rozwoju powiązań wewnętrznych i zewnętrznych, takiej jak: infrastruktura fizyczna, transportowa czy regulacyjna⁸. Zdominowaną przez twory globalizacji współczesną gospodarkę światową trafnie określa Barber⁹, nazywając ją McŚwiatem. McŚwiat definiuje on jako zglobalizowany świat zachodni, o stosunkowo jednorodnej kulturze, zawierający w sobie kraje rozwinięte i rozwijające się.

Budnikowski¹⁰ definiuje globalizację jako proces coraz bliższego, swoistego scalania się gospodarek narodowych, które wraz ze wzrostem integracji państw cechuje coraz większa homogeniczność, sprzyjająca lepszej komunikacji. Ta zmiana w postrzeganiu niezależnych, ale otwartych na wymianę państw implikuje szersze spojrzenie na handel międzynarodowy oraz próby aktualizacji tradycyjnych determinant współczesnych przepływów handlowych między państwami. Począwszy od 1999 r., nazwanym przez Friedmana¹¹ „rokiem Internetu”, dostęp do sieci stał się synonimem produktywności, określając oblicze zarówno komunikacji, jak i biznesu. Poprawie infrastruktury sieciowej towarzyszy nieustanny rozwój infrastruktury transportowej, implikujący spadek kosztów transportu i łączności. W rezultacie problem dużych odległości dzielących partnerów wymiany jest minimalizowany, o czym świadczy rozwój outsourcingu czy offshoringu¹².

Cel artykułu stanowi analiza wpływu sytuacji ekonomicznej, odległości geograficznej i czynników infrastrukturalnych na przepływy handlowe w krajach UE-27 w okresie 1999–2010, z wykorzystaniem panelowego modelu grawitacji. Wśród czynników determinujących poziom handlu przyjęto miernik poziomu rozwoju gospodarczego państw, odległość fizyczną, a także infrastrukturę transportową, którą opisano za pomocą trzech zmiennych, tj. gęstości dróg krajowych i autostrad, gęstości linii kolejowych oraz przewozu osobowego drogą

⁸ B. Liberska, *Globalizacja. Mechanizmy i wyzwania*, PWE, Warszawa 2002, s. 34–37.

⁹ B.R. Barber, *Dżihad kontra McŚwiat*, Muza, Warszawa 2004.

¹⁰ A. Budnikowski, op.cit.

¹¹ T.L. Friedman, *Lexus i drzewo oliwne. Zrozumieć globalizację*, Rebis, Poznań 2001.

¹² Offshoring polega na przeniesieniu całej produkcji firmy za granicę. Zob. T.L. Friedman, *Świat jest płaski. Krótka historia XXI wieku*, Rebis, Poznań 2006, s. 136–150.

lotniczą *per capita*. Na potrzeby badania wykorzystano odległość ekonomiczną określoną poprzez pryzmat odległości fizycznej oraz infrastruktury transportowej. W ramach realizowanego celu postawiono dwie hipotezy badawcze. Pierwsza zakłada, że kraje o najwyższym poziomie PKB *per capita* wykazują tendencję do osiągania dodatnich sald w bilansie handlowym. Zgodnie z drugą hipotezą badawczą, niski poziom infrastruktury transportowej oraz słabe jej wykorzystanie hamują wymianę handlową z zagranicą, powiększając dystans między państwami.

2. Równanie grawitacyjne Tinbergena

Koncepcję równania grawitacyjnego dla przepływów handlowych między państwami przedstawił Tinbergen¹³. Inspirując się prawem grawitacji Newtona, założył on, iż wartość wymiany handlowej między dowolnymi dwoma krajami (Y_{ij}) jest proporcjonalna do iloczynu dochodu narodowego tych krajów ($X_i^{\alpha_1}, X_j^{\alpha_2}$) i odwrotnie proporcjonalna do dzielącej je odległości ($D_{ij}^{\alpha_3}$). Ogólną postać równania zapisać można jako:

$$Y_{ij} = \alpha_0 X_i^{\alpha_1} X_j^{\alpha_2} D_{ij}^{\alpha_3} \quad (1)$$

lub w wersji zlogarytmowanej:

$$\log Y_{ij} = \alpha'_0 + \alpha_1 \log X_i + \alpha_2 \log X_j + \alpha_3 \log D_{ij}, \quad (2)$$

gdzie: $\alpha'_0 = \log \alpha_0$ lub $\alpha'_0 = 10^{\alpha_0}$.

Tinbergen oparł swoją teorię na statycznej analizie empirycznej, której poddał przepływy handlowe 18 krajów rozwiniętych z 1958 r. Autor już wówczas zauważył znaczący wpływ porozumień handlowych między państwami na wielkość ich wymiany, dlatego rozszerzył badanie, wprowadzając do modelu dodatkowe zmienne zero-jedynkowe, wskazujące na uczestnictwo w organizacji British Commonwealth (P_C), przynależność do Beneluxu (P_B), a także istnienie wspólnej granicy z państwem będącym partnerem wymiany (N). Zmodyfikowana zlogarytmowana postać modelu wyglądała wówczas następująco:

¹³ J. Tinbergen, op.cit., s. 262–293.

$$Y_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 X_i + \alpha_2 X_j + \alpha_3 D_{ij} + \alpha_4 N + \alpha_5 P_C + \alpha_6 P_B. \quad (3)$$

Spośród dodatkowych zmiennych istotna okazała się jedynie zmienna P_C , świadcząca o uczestnictwie w British Commonwealth.

Wyniki skłoniły Tinbergena do kolejnych analiz, przy których zwiększał zakres próby oraz wprowadzał dodatkowe zmienne zero-jedynkowe, uwzględniające sąsiedztwo, porozumienia handlowe oraz przeszłe powiązania kolonijne, a także współczynnik Giniego mierzący dywersyfikację handlu. Wszystkie przypadki wykazywały, iż większy wpływ na eksport ma krajowy dochód narodowy aniżeli dochód partnera. Pozwala to na sformułowanie wniosku, że duże kraje zawsze eksportują więcej do małych krajów, aniżeli importują od nich – występuje brak równowagi, gdyż pojawia się dodatni eksport netto w dużych krajach i ujemny w małych. Ponadto badania Tinbergena wykazały, iż większa dywersyfikacja eksportowanych produktów zwiększa przepływy eksportowe.

Autor podkreślił świadomość tego, iż proponowane przez niego modele grawitacji są dość prymitywne i wymagają uzupełnienia dalszymi badaniami. Podejmują je liczni badacze, dążąc do bardziej precyzyjnego modelu światowych przepływów handlowych, pozwalającego na długookresowe wnioski dotyczące kierunku i siły determinant wymiany międzynarodowej, w tym „lokalizacji” kluczowych barier handlowych.

3. Konstrukcja grawitacyjnych modeli wymiany handlowej na podstawie danych panelowych

Modele grawitacji dla danych panelowych korzystają najczęściej z uogólnionej wersji równania Tinbergena, dopuszczającej szerszy zakres zmiennych objaśniających oraz inną zmienną objaśnianą aniżeli obroty handlowe (np. ruchy migracyjne lub przepływy BIZ¹⁴). Po wykonaniu linearyzacji logarytmicznej¹⁵ postać uogólnionego panelowego modelu grawitacji z efektami stałymi (*fixed effects*) można opisać za pomocą wzoru:

¹⁴ Przewaga stosowania panelowych modeli grawitacji w badaniach przepływów handlowych nad wykorzystaniem w analizach ruchów migracyjnych czy przepływów BIZ wynika w dużej mierze z relatywnie większej dostępności danych statystycznych opisujących wymianę międzynarodową.

¹⁵ Wszystkie zmienne są logarytmami wyjściowych wartości.

$$\bar{Y}_{it} = \bar{\alpha}_i + \bar{\alpha}_t + X_{oit} \bar{\beta}_o + X_{dit} \bar{\beta}_d + Z_i \bar{\gamma} + \bar{\varepsilon}_{it}, \quad (4)$$

gdzie \bar{Y}_{it} jest wektorem wartości przepływów między regionami, X_{oit} , X_{dit} są macierzami zmiennych objaśniających, odpowiednio dla regionów źródeł i regionów docelowych, Z_i jest macierzą zawierającą zmienne stałe w czasie, w tym odległość między regionami, $\bar{\alpha}_i$ jest wektorem efektów indywidualnych, a $\bar{\alpha}_t$ stanowi wektor efektów okresowych, $\bar{\beta}_o, \bar{\beta}_d, \bar{\gamma}$ są to wektory parametrów strukturalnych modelu, $\bar{\varepsilon}_{it}$ stanowi wektor składnika losowego, $i = 1, 2, \dots, N$ jest numerem obiektu¹⁶, a $t = 1, 2, \dots, T$ jest numerem okresu.

Interpretacja panelowych modeli grawitacji jest złożona ze względu na możliwość występowania efektów indywidualnych, a także efektów czasowych. Ponadto w przypadku modelu bilateralnego pojawia się kwestia jednoczesnego oddziaływania dwóch efektów: efektu wypychania przepływów w przypadku regionów źródeł oraz efektu przyciągania przepływów w przypadku regionów docelowych. Statystyczna istotność odpowiedniego parametru strukturalnego świadczy o istnieniu efektu wypychania lub efektu przyciągania, natomiast statystyczna nieistotność wskazuje na ważny z ekonomicznego punktu widzenia brak wpływu procesów zachodzących w regionach źródłach albo regionach docelowych na badane zjawisko. Znak uzyskanej oceny parametru wskazuje z kolei na kierunek oddziaływania zmiennej objaśniającej w regionie będącym źródłem lub w regionie docelowym na zmienną objaśnianą.

Analizę grawitacyjnego modelu wymiany handlowej między 15 krajami w latach 1960–2001 z wykorzystaniem danych panelowych przeprowadzili Serlenga i Shin¹⁷, stosując metodę estymacji Hausmana–Taylora (HT)¹⁸. Oprócz eliminacji obciążenia estymatora, autorzy osiągnęli bardziej wiarygodne wyniki niż w przypadku konwencjonalnego podejścia opartego na stałych efektach indywidualnych. Metodę HT szacowania za pomocą zmiennych instrumentalnych

¹⁶ W przypadku panelowych modeli grawitacji, w których analizowane są przepływy między regionami, obiektem (jednostką) jest para regionów. Dla n analizowanych regionów badaniu podlega $(n^2 - n)$ obiektów, czyli par regionów, między którymi obserwowane są przepływy.

¹⁷ L. Serlenga, Y. Shin, *Gravity Models of the Intra-EU Trade: Application of the Hausman-Taylor Estimation in Heterogeneous Panels with Common Time-specific Factors*, University of Edinburgh, February 2004.

¹⁸ J.A. Hausman, W.E. Taylor, *Panel Data and Unobservable Individual Effect*, „Econometrica” 1981, vol. 49, no. 6, s. 1377–1398.

zaczepnęli z badania Bruna, Carrère, Guillaumonta i de Melo¹⁹, dotyczącego modeli grawitacyjnych wymiany międzynarodowej. Model panelowy uwzględnił wpływ podstawowych zmiennych równania grawitacji, czyli PKB i odległości, a także wielkości populacji. Następnie rozszerzono podstawową specyfikację, dodając zmienne zero-jedynkowe, takie jak: wspólny język, wspólna granica, członkostwo w strefie wolnego handlu czy unii walutowej. Otrzymane wyniki modelu HT były zgodne z oczekiwaniami badaczy i teorią modelu grawitacyjnego, gdyż wpływ zmiennej PKB okazał się w każdym przypadku znacząco pozytywny, przy negatywnym wpływie odległości oraz pozytywnym wpływie wspólnego dla badanych krajów języka oraz łączącej je granicy. Zmienna opisująca wielkość populacji wykazała w większości brak istotności.

Ku metodzie HT skłonili się także Cieślik, Michałek i Mycielski²⁰, prognozując przy użyciu uogólnionego modelu grawitacyjnego skutki handlowe przystąpienia Polski do Europejskiej Unii Monetarnej (EMU). W swym badaniu wykorzystali dane panelowe z lat 1993–2006 dotyczące członków strefy euro oraz dane prawie 100 innych krajów będących jej partnerami w wymianie międzynarodowej. Potencjał handlowy krajów Europy Środkowo-Wschodniej (EŚW) był wcześniej kilkakrotnie badany przy użyciu modelu grawitacyjnego²¹. Polscy badacze skorzystali z założenia o niepełnej specjalizacji w produkcji, przy czym sam model grawitacyjny, zgodnie z teorią, opisywał proporcjonalną wielkość obrotów handlowych do masy ekonomicznej (PKB) krajów prowadzących wymianę i odwrotnie proporcjonalną do odległości pomiędzy nimi. Za dodatkowe czynniki przyjęto zmienną obrazującą bilateralną zmienność kursową między walutami obu krajów, zmienną binarną odzwierciedlającą członkostwo obu krajów w UE oraz unii monetarnej czy udział obu krajów w ERM II. Do estymacji finalnie wybrano metodę HT, gdyż pozwala ona na oszacowanie modelu ze zmiennymi stałymi w czasie oraz na korelację efektów czasowych ze zmiennymi objaśniającymi. Ponadto, zauważono, iż przykładowo decyzja o przynależności do systemu walutowego może mieć związek z nieobserwowalnymi czynnikami wpływającymi na wielkość handlu. Przy szacowaniu parametrów modelu

¹⁹ J. Brun, C. Carrère, P. Guillaumont, J. de Melo, *Has Distance Died? Evidence from a Panel Gravity Model*, unpublished manuscript, University of d'Auvergne, 2002, cyt. za: L. Serlenga, Y. Shin, op.cit.

²⁰ A. Cieślik, J.J. Michałek, J. Mycielski, *Prognoza skutków handlowych przystąpienia do Europejskiej Unii Monetarnej dla Polski przy użyciu uogólnionego modelu grawitacyjnego*, „Bank i Kredyt” 2009, nr 40(1), s. 69–88.

²¹ Np. J. Fidrmuc, J. Huber, J. Michałek, *Poland's Accession to the European Union: Demand for Protection of Selected Sensitive Products*, „MOCT-MOST Economic Policy in Transitional Economies” 2001, vol. 11, no. 1, s. 45–67.

przyjęto zatem założenie, że zero-jedynkowe zmienne objaśniające związane z przynależnością do ugrupowań walutowych są traktowane jako zmienne endogeniczne. Estymator HT okazał się zatem najbardziej wiarygodny, również ze względu na możliwość występowania problemu endogeniczności głównych zmiennych objaśniających, związanych z członkostwem w unii monetarnej, ERM II czy innymi formami powiązania kursów walut narodowych z euro występującymi w niektórych krajach EŚW. Wadę badania stanowi założenie, że kraje nowo przyjęte do unii monetarnej uzyskają korzyści z akcesji podobne do tych, które uzyskali założyciele EMU. Oszacowany model wykazał, iż funkcjonowanie strefy euro stymuluje import z reszty świata oraz powoduje koncentrację eksportu w krajach należących do strefy euro, co można interpretować jako skutek kreacji handlu wewnętrznego i zewnętrznej ekspansji handlu.

Prostą metodę estymacji modelu grawitacyjnego przyjęła Maliszewska²², wybierając KMNK do opisu bilateralnych strumieni handlu pomiędzy krajami Europy Środkowo-Wschodniej i Unii Europejskiej w latach 1992–2002. Badanie ukazywało istniejące i potencjalne strumienie handlu EŚW w sytuacji istnienia Europejskiej Unii Monetarnej i w sytuacji, gdy unia ta nie istniałaby. Maliszewska otrzymała dodatni szacunek parametru przy zmiennej EMU (0,23), co świadczyło o tym, że w wyniku przyjęcia euro handel w krajach EŚW wzrośnie średnio o 23%. Na kolejnym etapie badania autorka wykorzystała otrzymane parametry do oszacowania potencjalnego handlu poszczególnych krajów i ukazania różnicy w stosunku do rzeczywistego handlu z 2002 r. Celem badania była odpowiedź na pytanie, o ile zmieni się handel, jeśli kraje EŚW osiągną taki sam poziom otwarcia jak UE-15 oraz EMU. W niektórych przypadkach rzeczywisty handel nowo przyjętych państw z EŚW był większy od potencjalnego, typowego dla starych członków Unii, zastosowanie współczynników intensywności wymiany, charakterystycznych dla UE-15, obniżyłoby zatem handel członków z EŚW. Natomiast w przypadku państw mniej otwartych na handel oznaczałoby to znaczny przyrost wymiany. Oszacowany współczynnik przy EMU wskazał z kolei na potencjalny przyrost handlu państw EŚW ze starymi członkami UE, wynikający z przyjęcia wspólnej waluty.

Alternatywne, bardziej rozbudowane podejście do oszacowania skutków przystępowania krajów do strefy euro pokazali Belke i Spies²³, wykorzystując

²² M.A. Maliszewska, *New Member States trading potential following EMU accession: A gravity approach*, „Studies and Analyses“ CASE – Center for Social and Economic Research 2004, no. 286.

²³ A. Belke, J. Spies, *Enlarging EMU to the East: What effects on trade?*, „Empirica“ 2008, vol. 35, no. 4, s. 369–389.

dane wszystkich krajów OECD i EŚW w latach 1992–2004. Estymację przeprowadzono za pomocą estymatora HT, z uwzględnieniem endogeniczności zmiennych opisujących EMU i inne ugrupowania integracyjne. Autorów interesowało to, o ile wzrosłyby handel poszczególnych krajów EŚW wskutek powstania strefy euro, bez konieczności jednak przystępowania do niej. Oszacowane parametry wskazały, iż nastąpi głównie wzrost eksportu krajów bardziej otwartych na handel, przy spadku eksportu krajów względnie zamkniętych.

4. Grawitacyjne modele przepływów handlowych między krajami Unii Europejskiej w latach 1999–2010

Do zidentyfikowania wpływu wybranych czynników na przepływy handlowe w krajach UE-27 zastosowano panelowe modele grawitacji. Dane wykorzystywane do estymacji stanowią panel – jednostką jest tu para krajów, między którymi następuje przepływ handlowy. Jako zmienną objaśnianą przyjęto wielkość eksportu z kraju źródła (*o*) do kraju docelowego (*d*), przy czym kraj, który raz jest źródłem (eksporterem), będzie w innej obserwacji z tym samym krajem występować jako docelowy (importer). Oznacza to, że każda para krajów zostaje uwzględniona w panelu dwukrotnie, co daje 702 pary w panelu dla okresu 1999–2010. Wykorzystując metody KMNK oraz HT (przy założeniu występowania efektów indywidualnych), wykonano estymację parametrów panelowych modeli handlu względem krajowych wielkości opisanych w tabeli 1.

Tabela 1. Zmienne wykorzystane w analizie przepływów handlowych

Skrócona nazwa	Proces objaśniający	Przyjęta jednostka
Eksport	Wartość eksportu z państwa źródła <i>o</i> do państwa docelowego <i>d</i>	tys. euro/osoba
PKB	Produkt krajowy brutto <i>per capita</i>	tys. euro/osoba
Gęstość dróg	Gęstość dróg krajowych i autostrad	km/tys. km ²
Gęstość sieci kolejowej	Gęstość krajowej sieci linii kolejowych	km/tys. km ²
Podróże lotnicze	Przewóz osobowy drogą lotniczą <i>per capita</i>	km/liczba mieszkańców
Odległość geograficzna	Odległość fizyczna (po linii prostej) pomiędzy stolicami państw	km

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz danych Euromonitor International oraz Eurostat.

Dla przyjętego okresu badawczego oszacowano cztery panelowe modele gravitacji z efektami indywidualnymi²⁴; model z odległością geograficzną, model ze standaryzowaną odległością geograficzną oraz dwa modele ze standaryzowaną odległością ekonomiczną²⁵. W przypadku wszystkich trzech modeli za zmienną objaśniającą przyjęto PKB *per capita*²⁶:

$$\bar{Y}_{it} = \bar{\alpha}_i + \beta_1 \bar{X}_{oit} + \beta_2 \bar{X}_{dit} + \gamma \bar{d}_{it} + \bar{\varepsilon}_{it}, \quad (5)$$

gdzie \bar{Y}_{it} jest wektorem eksportu z kraju źródła (*o*) do kraju docelowego (*d*), $\bar{X}_{oit}, \bar{X}_{dit}$ są wektorami wartości PKB dla krajów źródeł oraz krajów docelowych, \bar{d}_{it} jest wektorem odległości²⁷, $\bar{\alpha}_i$ jest wektorem efektów indywidualnych, $\bar{\alpha}_t$ stanowi wektor efektów okresowych, β_1, β_2, γ są to parametry strukturalne modelu, zaś $\bar{\varepsilon}_{it}$ stanowi wektor składnika losowego.

W modelu pierwszym miarą odległości jest stała w czasie odległość geograficzna $d_{it} = d_i(o, d)$. Dla pary krajów (obiektu *i*) odległość jest liczona jako odległość euklidesowa pomiędzy koordynatami geograficznymi krajów, kraju źródła (*o*) oraz kraju docelowego (*d*).

W modelu drugim wykorzystano standaryzowaną odległość geograficzną, a w modelu trzecim standaryzowaną odległość ekonomiczną²⁸. Procedura standaryzacji odległości ekonomicznej przebiega w następujący sposób. Na odległość ekonomiczną składają się cztery czynniki: gęstość dróg krajowych i autostrad x_{1it} , gęstość sieci linii kolejowych x_{2it} , przewóz osobowy drogą lotniczą *per capita* x_{3it} oraz odległość fizyczna x_{4it} ²⁹. Z każdym obiektem *i* związane są wartości $x_{jit} = x_{joit} + x_{jdit}$ czynnika *j*, gdzie x_{joit} jest cząstkową wartością czynnika dla kraju źródła (*o*) oraz x_{jdit} jest cząstkową wartością dla kraju docelowego (*d*)³⁰.

²⁴ Wykonane testy wykazały istotność efektów indywidualnych.

²⁵ Modele te będą się różnić między sobą wartościami przyjętych wag.

²⁶ Opisaną dalej w tekście jako PKB.

²⁷ Stałej w czasie odległości geograficznej lub zmiennej w czasie odległości ekonomicznej.

²⁸ Procedura standaryzacji jest taka sama w obydwu przypadkach.

²⁹ W przypadku czynników gęstość dróg krajowych i autostrad, gęstość sieci linii kolejowych oraz przewóz osobowy drogą lotniczą *per capita* wartości tych zmiennych zostały poddane przekształceniu zgodnie ze wzorem $x_{jdit}^* = 1/x_{jdit}$, $x_{joit}^* = 1/x_{joit}$. Wynika to z faktu, że wysokie wartości tych czynników zostały uznane za stymulanty handlu międzynarodowego.

³⁰ Na przykład, dla czynnika gęstości sieci linii kolejowych dla dowolnego obiektu *i* (np. pary krajów Polski i Niemiec) na wartość x_{2it} złożą się gęstość sieci linii kolejowych w kraju źródła (Polski) oraz gęstość sieci linii kolejowych w kraju docelowym (Niemiec), w okresie *t*. W przypadku odległości geograficznej dla każdego obiektu *i* uzyskana zostanie podwójna wartość odległości geograficznej między krajami.

Przed wyznaczeniem odległości ekonomicznej dla każdego obiektu i czynniki x_{jit} poddawane są kolejno standaryzacji zgodnie ze wzorem:

$$x_{jit}^s = \frac{x_{jit} - \overline{x_{jit}}}{S_{jit}}, \quad (6)$$

gdzie:

$$\overline{x_{jit}} = \frac{\overline{x_{joit}} + \overline{x_{jdit}}}{2}, \quad \overline{S_{jit}} = \frac{S_{joit} + S_{jdit}}{2}, \quad \overline{x_{joit}} = \frac{1}{N} \sum_{i \in A} x_{jit}, \quad \overline{x_{jdit}} = \frac{1}{N} \sum_{i \in B} x_{jit},$$

$$S_{joit} = \sqrt{\frac{\sum_{i \in A} (x_{jit} - \overline{x_{joit}})^2}{N}}, \quad S_{jdit} = \sqrt{\frac{\sum_{i \in B} (x_{jit} - \overline{x_{jdit}})^2}{N}},$$

gdzie A jest zbiorem obiektów i , w którym parę krajów współtworzy kraj źródłowy (o), B jest zbiorem obiektów i , w którym parę krajów współtworzy kraj docelowy (d)³¹, $\overline{x_{joit}}, \overline{x_{jdit}}$ są średnimi wartościami czynnika j dla wszystkich obiektów i ze zbioru A oraz ze zbioru B , a S_{joit}, S_{jdit} są odchyleniami standardowymi czynnika j dla wszystkich obiektów i ze zbioru A oraz ze zbioru B .

Następnie dla każdego obiektu i wyznaczana jest odległość ekonomiczna między parami krajów, zgodnie ze wzorem³²:

$$d_{it} = \ln(w_1 x_{1it}^s + w_2 x_{2it}^s + w_3 x_{3it}^s + w_4 x_{4it}^s), \quad (7)$$

gdzie w_1, w_2, w_3, w_4 są to wagi określające ważność poszczególnych zmiennych.

Modele panelowe pierwszy oraz drugi zostały oszacowane metodą HT ze względu na stałą w czasie odległość geograficzną. Model trzeci i czwarty został oszacowany za pomocą KMNK³³. Tabela 2 zawiera wyniki estymacji parametrów panelowych modeli grawitacji w okresie 1999–2010. W okresie tym nastąpiło znaczne nasilenie procesów globalizacyjnych.

³¹ W przypadku standaryzacji każdego z czynników dla dowolnego obiektu i (np. para krajów Polska i Niemcy) zbiór A tworzą wszystkie wartości czynnika x_{jit} , gdy krajem źródłem jest Polska. Natomiast zbiór B tworzą wszystkie wartości czynnika x_{jit} , gdy krajem docelowym są Niemcy.

³² Dla standaryzowanej odległości geograficznej wzór zredukuje się do postaci $d_i = \ln(x_{4i}^s)$.

³³ W modelu trzecim przyjęto wagi na poziomie $w_1 = 0,1, w_2 = 0,1, w_3 = 0,1, w_4 = 0,7$, a w modelu czwartym $w_1 = 0,2, w_2 = 0,2, w_3 = 0,2, w_4 = 0,4$. Największy udział wag przypadał odległości geograficznej, jako głównemu czynnikowi wpływającym na wielkość przepływów handlowych. W przypadku pozostałych zmiennych udział wag ustalony został arbitralnie na równym poziomie.

Tabela 2. Wyniki estymacji grawitacyjnych modeli I–IV dla okresu 1999–2010

parametry	Model I		Model II		Model III		Model IV	
	oceny	<i>p</i> -value	oceny	<i>p</i> -value	oceny	<i>p</i> -value	oceny	<i>p</i> -value
β_1	1,24	0,00	1,25	0,00	1,35	0,00	1,31	0,00
β_2	0,76	0,00	0,77	0,00	0,87	0,00	0,83	0,00
γ	-1,35	0,00	-4,25	0,00	-5,14	0,00	-4,83	0,00
$\beta_2 - \beta_1$	-0,48		-0,48		-0,48		-0,48	
Współczynnik R ²	0,96		0,96		0,92		0,91	

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem oprogramowania R-CRAN.

Analizując uzyskane wyniki dla czterech modeli, należy stwierdzić, że w przypadku wszystkich modeli wpływ odległości fizycznej na wielkość obrotów handlowych okazał się statystycznie istotny³⁴. Ujemne oceny parametrów opisujących odległość wskazują na zmniejszanie się natężenia handlu wraz ze wzrostem odległości pomiędzy krajami. Również w przypadku wszystkich modeli obydwa parametry β_1 i β_2 dla zmiennej PKB okazały się statystycznie istotne, a ich oceny dodatnie. Biorąc pod uwagę dodatnią ocenę parametru β_2 , należy stwierdzić, że – bez względu na przyjętą odległość – dla krajów docelowych (importerów) zachodzi pozytywny wpływ wzrostu PKB na efekt przyciągania przepływów handlowych. Świadczy to o pozytywnym wpływie poziomu PKB na wartość importu tych krajów. Im wyższy poziom PKB kraju, tym lepsza jego sytuacja gospodarcza, co przekłada się na wzrost poziomu dóbr importowanych. Z kolei dodatnia ocena parametru β_1 oznacza, że wzrost poziomu PKB przekłada się pozytywnie, poprzez efekt wypychania, na wzrost eksportu. Kraje o wysokim poziomie PKB, oprócz większych potrzeb importowych wynikających z dobrej sytuacji gospodarczej, posiadają również większy potencjał eksportowy, co przekłada się na wyższy poziom eksportu w porównaniu z krajami o niższych wartościach PKB.

Najistotniejsza w interpretacji jest różnica pomiędzy ocenami parametrów dla wybranej zmiennej objaśniającej (parametru dla krajów docelowych oraz parametru dla krajów źródeł). Ponieważ przepływy pomiędzy dwoma krajami odbywają się dwukierunkowo, dwa wybrane kraje są jednocześnie eksporterami i importerami. O ostatecznym bilansie przepływów na korzyść eksportera albo importera świadczy znak policzonej różnicy. Dodatnia różnica ocen pa-

³⁴ Do oceny istotności statystycznej parametrów przyjęto 5% poziom istotności.

rametrów dla PKB oznacza większe przepływy w kierunku krajów o wyższych wartościach PKB. W przypadku badanych obrotów handlowych dodatnia różnica wskazywać będzie na tendencję do osiągnięcia ujemnego salda w bilansie handlowym przez kraje o najwyższych wartościach PKB. Natomiast ujemna różnica pomiędzy ocenami parametrów dla regionów docelowych i regionów źródeł świadczy o tendencji do większych przepływów w kierunku regionów o niższych wartościach PKB. Uzyskane ujemne różnice dla zmiennej PKB dla wszystkich czterech modeli wskazują na bardzo ważny aspekt analizowanego zjawiska obrotów handlowych – tendencję do tworzenia się nierówności w przepływach na korzyść krajów o najwyższych wartościach PKB *per capita*. Oznacza to tendencję do osiągnięcia dodatniego salda w bilansie handlowym przez kraje o najwyższym poziomie PKB, czyli przez kraje o najwyższym poziomie rozwoju gospodarczego. Obserwowany na przestrzeni lat wzrost konkurencyjności oraz rozwoju gospodarczego sprzyja uzyskiwaniu w tych krajach dodatniego salda w bilansie handlowym. Pozwala to na weryfikację hipotezy pierwszej, zakładającej, że kraje o najwyższym poziomie PKB wykazują tendencję do osiągnięcia dodatnich sald w bilansie handlowym, co z kolei będzie się przekładać na wzmacnianie ich dobrej sytuacji gospodarczej. Należy podkreślić, że – bez względu na przyjętą odległość – dla wszystkich modeli otrzymano różnicę parametrów na podobnym poziomie.

Porównanie pierwszego i drugiego modelu pozwala na wyciągnięcie dwóch wniosków. Pierwszy dotyczy stwierdzenia poprawności wykorzystanej procedury standaryzacji odległości. Model drugi ze standaryzowaną odległością geograficzną daje podobne oceny dla zmiennej PKB co wyjściowy model pierwszy z odległością geograficzną. Dodatkowo, łatwo stwierdzić, że różne wielkości miar odległości nie pozwalają na bezpośrednie porównanie modeli. Otrzymana ocena dla modelu drugiego na poziomie $(-4,25)$ nie oznacza silniejszego oddziaływania standaryzowanej odległości w porównaniu z modelem pierwszym, którego ocena wyniosła $(-1,35)$. Siła oddziaływania odległości w obydwu modelach jest taka sama, a różnice w ocenach wynikają z różnych wielkości miar odległości. Procedura standaryzacji teoretycznie pozwala na ocenę siły oddziaływania odległości fizycznej oraz odległości ekonomicznej. Jednak różne stopnie dopasowania modeli do danych empirycznych (różne poziomy współczynnika determinacji) stawiają pod znakiem zapytania poprawność takiej interpretacji. Natomiast na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że czynniki opisujące stan infrastruktury drogowej, kolejowej oraz lotniczej mają istotny wpływ na wielkość eksportu krajów.

5. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Niniejszy artykuł miał na celu identyfikację czynników determinujących przepływy handlowe pomiędzy 27 państwami UE w latach 1999–2010 oraz ocenę ich siły oddziaływania przy użyciu panelowych modeli grawitacji. Przeprowadzone badanie świadczy o tym, iż model grawitacyjny z powodzeniem może być wykorzystywany do opisu wymiany międzynarodowej, również w przypadku wzbogacenia miary odległości między państwami o zmienne związane z procesem globalizacji. Wyniki estymacji modeli pozwoliły na ich logiczną interpretację pod względem ekonomicznym. Zweryfikowana została pierwsza hipoteza badawcza, mówiąca o tym, że kraje o najwyższym poziomie PKB osiągają dodatnie salda w bilansie handlowym. Nie udało się zweryfikować hipotezy drugiej, mówiącej o tym, że poprawa infrastruktury transportowej sprzyja wymianie międzynarodowej, zmniejszając negatywną siłę oddziaływania odległości geograficznej między krajami.

Przeprowadzone badanie wskazuje na przydatność modelu grawitacji do opisu zjawiska wymiany międzynarodowej w krajach UE-27. Otrzymane wyniki sugerują, iż stan infrastruktury transportowej, będący jednym ze składników infrastruktury globalizacyjnej, zyskuje na znaczeniu jako determinanta międzynarodowych przepływów handlowych.

Bibliografia

1. Barber B.R., *Dżihad kontra McŚwiat*, Muza, Warszawa 2004.
2. Belke A., Spies J., *Enlarging EMU to the East: What effects on trade?*, „Empirica” 2008, vol. 35, no. 4, s. 369–389.
3. Budnikowski A., *Międzynarodowe stosunki gospodarcze*, PWE, Warszawa 2006.
4. Cieślak A., Michałek J.J., Mycielski J., *Prognoza skutków handlowych przystąpienia do Europejskiej Unii Monetarnej dla Polski przy użyciu uogólnionego modelu grawitacyjnego*, „Bank i Kredyt” 2009, nr 40(1), s. 69–88.
5. Fidrmuc J., Huber J., Michałek J., *Poland's Accession to the European Union: Demand for Protection of Selected Sensitive Products*, „MOCT-MOST Economic Policy in Transitional Economies” 2001, vol. 11, no. 1, s. 45–67.
6. Friedman T.L., *Lexus i drzewo oliwne. Zrozumieć globalizację*, Rebis, Poznań 2001.
7. Friedman T.L., *Świat jest płaski. Krótka historia XXI wieku*, Rebis, Poznań 2006.

8. *Globalizacja. Mechanizmy i wyzwania*, red. B. Liberska, PWE, Warszawa 2002.
9. Hausman J.A., Taylor W.E., *Panel Data and Unobservable Individual Effect*, „Econometrica” 1981, vol. 49, no. 6, s. 1377–1398.
10. Krugman P.R., Obstfeld M., *Ekonomia międzynarodowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
11. Maliszewska M.A., *New Member States trading potential following EMU accession: A gravity approach*, „Studies and Analyses” CASE – Center for Social and Economic Research 2004, no. 286.
12. Milewski R., *Podstawy ekonomii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
13. Scholte J.A., *Globalization: a critical introduction*, Palgrave Macmillan, New York 2005.
14. Serlenga L., Shin Y., *Gravity Models of the Intra-EU Trade: Application of the Hausman-Taylor Estimation in Heterogeneous Panels with Common Time-specific Factors*, University of Edinburgh, February 2004.
15. Tinbergen J., *Shaping the World Economy’ Suggestions for an International Economic Policy*, The Twentieth Century Fund, New York 1962.

Źródła sieciowe

1. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> [dostęp 21.03.2013].
2. <http://www.euromonitor.com> [dostęp 20.03.2013].

* * *

Gravity model of trade flows between European Union countries in the era of globalization

The aim of the paper is to examine trade flows between UE-27 members in the period of 1999–2010 with using of panel gravity model. Three factors such as economic situation (GDP *per capita*), geographical distance (physical distance between capital cities) and transport availability (density of road network, density of railway network and transportation by air) were considered to explain values of trade flows from an origin to a destination state. The research results show that the countries which represent relatively good economic situation demonstrate high export potential and positive balance of trade exchange. This results in strengthening their economic position. The impact of improving transport infrastructure was confirmed in the study. In the era of globalization a long distance between countries is still main but less significant factor of international trade.

Keywords: international trade, European Union, globalization, gravity model, panel model

Zgodnie z deklaracją autorów, ich udział w przygotowaniu artykułu wynosi odpowiednio: Natalia Drzewoszevska – 40%, Michał Pietrzak – 40%, Justyna Wilk – 20%.