

JAKUB GAZDA, MARCIN PUZIAK*

Poznań

MECHANIZMY WZROSTU GOSPODARCZEGO W UNII EUROPEJSKIEJ UJĘCIE BAYESOWSKIE

STRESZCZENIE

Celem głównym artykułu jest określenie determinant wzrostu gospodarczego w wybranych regionach krajów Unii Europejskiej. Badanie objęło lata 1995–2007 i zostało przeprowadzone dla wszystkich regionów UE-15. Na podstawie jego wyników stwierdzono, że w procesie wzrostu gospodarczego w regionach, zgodnie z teorią konwergencji, znaczenie ma początkowy poziom PKB *per capita*. Istotnym czynnikiem wzrostu w analizowanym okresie było również posiadanie waluty euro oraz lokalizacja (duże regiony w Hiszpanii i/lub w Wielkiej Brytanii).

Słowa kluczowe: wzrost gospodarczy, proces konwergencji, Unia Europejska

Wprowadzenie

Zjawisko wzrostu gospodarczego należy do jednego z najważniejszych zagadnień ekonomicznych XX i XXI wieku. Jest ono szczególnie ważne zarówno z punktu widzenia nauki, jak i polityki gospodarczej. Jest również przedmiotem wielu analiz tak pod kątem poszczególnych gospodarek, jak i całych ugrupowań gospodarczych. Ewolucja koncepcji teoretycznych i badań empirycznych

* Jakub Gazda, dr, Katedra Mikroekonomii, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, e-mail: j.gazda@ue.poznan.pl; Marcin Puziak, dr, Katedra Mikroekonomii, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, e-mail: marcin.puziak@ue.poznan.pl.

obejmujących zagadnienie wzrostu gospodarczego doprowadziła do znacznego poszerzenia spektrum badawczego, zdominowanego w początkowym okresie przez zmiany zachodzące na poziomie całych gospodarek. Stopniowo punkt ciężkości w badaniach nad wzrostem gospodarczym przesunął się z poziomu makroekonomicznego na niższe stopnie agregacji gospodarek. Jednym z nich jest region, rozumiany zgodnie z klasyfikacją NUTS (*Nomenclature d'Unités Territoriales Statistiques*). Do podniesienia rangi regionu jako jednostki terytorialnej, ekonomicznej i społecznej doszło wraz z rozszerzeniem Unii Europejskiej i pojawieniem się polityki kohezji, wspierającej niwelowanie różnic między regionami, szczególnie w krajach o niższym poziomie rozwoju.

W badaniach nad wzrostem gospodarczym najważniejszym aspektem wydaje się konieczność udzielenia odpowiedzi na pytania dotyczące źródeł samego wzrostu i czynników determinujących jego tempo. Wyniki badań empirycznych ściśle zależą od doboru analizowanych krajów czy regionów i od metody badawczej. Prawidłowe określenie czynników wpływających na tempo wzrostu gospodarczego jest jednym z najistotniejszych wyzwań tak współczesnej teorii ekonomii, jak i polityki gospodarczej. Nabiera ono szczególnego znaczenia w przypadku analizy regionów należących do Unii Europejskiej, gdzie poprzez aktywne uczestnictwo państwa podejmowana jest próba kształtowania przebiegu procesów wzrostu gospodarczego oraz konwergencji.

Niniejsza publikacja mieści się w nurcie regionalnych badań nad wzrostem gospodarczym, a głównym celem prowadzonej analizy było udzielenie odpowiedzi na pytanie, jakie są determinanty wzrostu gospodarczego w wybranych regionach krajów Unii Europejskiej.

Zakres czasowy badania objął lata 1995–2007, co pozwoliło zidentyfikować zmiany, jakie zaszły w dekadzie obejmującej przełom wieków do czasu światowego kryzysu finansowego. Przyjęcie tego okresu było także zdeterminowane dostępnością danych statystycznych (Eurostat). Wartości PKB w euro na mieszkańca w poszczególnych regionach wyrażono w cenach stałych z 2000 roku.

Podstawą do przeprowadzenia badania było stworzenie autorskiej bazy danych opracowanej dla 221 regionów gospodarek Unii Europejskiej wchodzących w skład UE-15¹. W badaniu metodą BMA (*Bayesian Model Averaging*) zaproponowano grupę zmiennych objaśniających potencjalnych czynników odpowiedzialnych za zróżnicowanie średniej stopy wzrostu PKB w regionach w ujęciu dynamicznym.

¹ Austria, Belgia, Dania, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Holandia, Irlandia, Luksemburg, Niemcy, Portugalia, Szwecja, Wielka Brytania i Włochy.

Artykuł składa się z dwóch części. Pierwsza ma charakter teoretyczny, przedstawiono w niej zastosowanie metod Bayesowskich w badaniach konwergencji regionów. Opisywana procedura badawcza znalazła zastosowanie do wyznaczenia źródeł wzrostu gospodarczego w regionach Unii Europejskiej. Podstawą do przeprowadzenia badania była wspomniana autorska baza danych opracowana dla 221 regionów 15 gospodarek Unii Europejskiej oraz wyznaczenie potencjalnych czynników wpływających na wzrost gospodarczy w badanych regionach. W drugiej części scharakteryzowano przyjęte do badań regiony oraz opisano wzięte pod uwagę czynniki potencjalnie wpływające na ich wzrost gospodarczy. Przedstawiono wyniki badań dotyczące uzyskanego metodami Bayesowskimi rankingu czynników wpływających z największym prawdopodobieństwem na wzrost gospodarczy w regionach wybranych krajów Unii Europejskiej. Zastosowany w badaniu algorytm MC³ pozwolił wskazać te modele, które mają największą moc wyjaśniającą. Jego głównym zadaniem było przeprowadzanie losowań w tych rejonach, gdzie występują najbardziej prawdopodobne modele i pominięcie tych obszarów, w których znajdują się modele najmniej prawdopodobne.

Celem artykułu jest wskazanie determinant wzrostu gospodarczego w regionach krajów UE-15 na podstawie badania przeprowadzonego metodami Bayesowskimi.

Metoda badawcza

Badając regiony Unii Europejskiej, odwołano się do standardu, który dla członków Unii Europejskiej przybrał charakter prawnie regulowanego wzorca taksonomicznego. Mowa tu o klasyfikacji jednostek terytorialnych do celów statystycznych NUTS². NUTS, jako klasycznie skonstruowana klasyfikacja statystyczna, ma układ hierarchiczny obejmujący trzy szczeble, określane jako NUTS 1, NUTS 2 i NUTS 3³. Poszczególne szczeble grupują jednostki administracyjne, których średnia wiel-

² Por. Rozporządzenie (WE) nr 1059/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 maja 2003 roku w sprawie ustalenia wspólnej klasyfikacji Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych (NUTS), Dz. Urz. L z dnia 21 czerwca 2003 r. Odpowiednim polskim aktem prawnym jest Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 listopada 2007 r. w sprawie wprowadzenia Nomenklatury Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych (NTS), DzU 2007, nr 214, poz. 1572.

³ Poziomy bardziej szczegółowe, nazwane *Local Administrative Units* (LAU) nie są regulowane przepisami rozporządzenia (WE) nr 1059/2003. Przykładowo, w Polsce poziom LAU 1 to powiaty, a LAU 2 to gminy. Z tego względu Polska nie ma obowiązku przekazywania do Eurostatu informacji w przekroju LAU.

kość powinna się mieścić w odpowiednich dla każdego poziomu NUTS granicach stanu ludności. Jeśli dla pewnego poziomu NUTS nie istnieją w danym państwie jednostki administracyjne o właściwej skali wielkości, to ten poziom tworzy się, łącząc ze sobą już istniejące mniejsze i przylegające jednostki administracyjne. W związku z tym nie można utożsamiać jednostek NUTS z jednostkami podziału administracyjnego, choć zamysłem twórców uwzględnianej tu klasyfikacji była chęć osiągnięcia daleko posuniętej porównywalności.

W niniejszej pracy przyjęto, że analiza konwergencji regionalnej oraz badanie zróżnicowania regionalnego dochodu *per capita* będzie analizowane na poziomie jednostek NUTS 2⁴. Wybór ten był podyktowany dostępnością bardzo wielu danych na tym szczeblu agregowania⁵. Dolna granica stanu ludności dla tego typu obiektów ma wynosić 800 tysięcy, a górna trzy miliony osób⁶. W przypadku Polski odpowiada to podziałowi na województwa, jednak na przykład w Wielkiej Brytanii nie pokrywa się z żadną klasyfikacją jednostek administracyjnych.

W związku z wydarzeniami i procesami, jakie zachodzą od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku (przejście większości państw przyjętych do UE po 2004 roku od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej; zmiany geopolityczne: zjednoczenie Niemiec, rozpad Czechosłowacji, odzyskanie niepodległości przez kraje należące do ZSRR; rewolucja technologiczna – internetowa, a także niespotykane dotychczas procesy integracyjne w ramach UE itp.), oraz zmianami w obliczaniu rachunków narodowych (standard ESA 1995), w niniejszej analizie badaniami objęto dane z lat 1995–2007. W ten sposób pominięto okres szoku transformacyjnego, który najczęściej wypacza wyniki badań empirycznych.

Prawidłowe określenie czynników wpływających na tempo wzrostu gospodarczego stanowi jedno z najistotniejszych wyzwań zarówno współczesnej teorii ekonomii, jak i polityki gospodarczej. Nabiera ono szczególnego znaczenia w przypadku analizy regionów należących do Unii Europejskiej. Literatura przedmiotu⁷ zawiera wiele opracowań, w których wymieniane są różne czynniki i grupy czynników odpowiedzialne za kształtowanie procesów wzrostu gospo-

⁴ Wykaz jednostek NUTS 2 stanowi załącznik do rozporządzenia (WE) nr 1059/2003.

⁵ Przyjęcie poziomu NUTS 3 powoduje, że nie ma możliwości przeprowadzenia analizy dla całej UE.

⁶ W praktyce na poziomie badanych jednostek NUTS 2 występują takie, które mają zarówno mniej niż 800 tys. mieszkańców, jak i takie, które mają więcej niż 3 mln mieszkańców.

⁷ Por. X. Sala-i-Martin, G. Doppelhofer, R.I. Miller, *Determinants of long-term growth. A Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) approach*, "American Economic Review" 2004, vol. 94, no. 4, s. 813 – 835.

darczego. Opracowania te stały się bazą przedstawianych rozważań. W literaturze panuje zgodność co do ogólnego traktowania metod wykształconych na gruncie ekonometrii Bayesowskiej jako właściwych do analizy tak złożonego zjawiska ekonomicznego, jakim jest analiza źródeł wzrostu gospodarczego.

Wnioskowanie Bayesowskie, w tym algorytm MC³, umożliwia wybór najbardziej prawdopodobnej kombinacji zmiennych niezależnych spośród bardzo dużego zbioru tych zmiennych, a także obliczenie mocy wyjaśniającej wszystkich interesujących badacza modeli i ich uszeregowanie w kolejności od najbardziej do najmniej prawdopodobnego oraz uśrednianie ocen *a posteriori* (w tym średniej i wariancji), gdzie jako wagi występują prawdopodobieństwa *a posteriori* modeli.

DLaczego w przypadku prostego modelu regresji istnieje potrzeba stosowania Bayesowskiego łączenia wiedzy i technik numerycznych, skoro przy odpowiednio wybranych rozkładach *a priori* możemy otrzymać wyniki estymacji w sposób analityczny⁸? Odpowiedź na to pytanie jest bardzo prosta. W modelu regresji przy bardzo dużej liczbie zmiennych niezależnych obliczenie wszystkich możliwych kombinacji tych zmiennych jest bardzo czasochłonne lub wręcz niemożliwe. Dodatkowo, bardzo często okazuje się, że model, który ma największą moc wyjaśniającą, ma niewielkie prawdopodobieństwo *a posteriori*. Gdy skupimy się jedynie na tym jednym modelu, pomijamy tak naprawdę mnóstwo dodatkowych informacji zawartych w pozostałych modelach, których łączne prawdopodobieństwo *a posteriori* może być bardzo wysokie. Ponadto David Madigan i Jeremy York⁹ wykazali, że popularne metody doboru zmiennych mogą prowadzić do wyboru różnych zmiennych niezależnych i tym samym do innych wniosków.

Rozważmy na przykład model regresji z trzema potencjalnymi zmiennymi niezależnymi X_1, X_2, X_3 . Mamy w tym przypadku $L = 2^3 = 8$ liniowych kombinacji zmiennych niezależnych. Można je wypisać w następujący sposób:

$$M_1 : y = \alpha_0 + e, \quad M_2 : y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + e,$$

$$M_4 : y = \alpha_0 + \alpha_3 X_3 + e,$$

$$M_5 : y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + e,$$

$$M_7 : y = \alpha_0 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + e, \quad M_8 : y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + e.$$

⁸ Por. A. Zellner, *An introduction to Bayesian inference in econometrics*, John Wiley and Sons, New York 1971.

⁹ Por. D. Madigan, J. York, *Bayesian graphical models for discrete data*, "International Statistical Review" 1995, no. 63, s. 215–232.

Założmy, że składnik losowy ma rozkład normalny i skończone momenty. Przy sprzężonych rozkładach *a priori* estymację parametrów we wszystkich wymienionych modelach możemy przeprowadzić w sposób analityczny bez konieczności stosowania metod numerycznych¹⁰. Przyjęte założenia umożliwiają również analityczne obliczenie mocy wyjaśniającej konkurencyjnych modeli i określenie, który z nich jest najbardziej prawdopodobny *a posteriori*.

W podejściu klasycznym (teoretycznopróbkowym) typowa procedura budowy modelu polega na odrzuceniu zmiennych nieistotnych, tak aby stworzyć jeden poprawny model i na jego podstawie wnioskować na temat interesujących nas wielkości. W podejściu tym pomija się zatem niepewność związaną z mocą wyjaśniającą modelu. Wnioskowanie Bayesowskie różni się od podejścia klasycznego między innymi tym, że uwzględnia niepewność związaną z wyborem modelu, poprzez obliczenie jego prawdopodobieństwa *a posteriori*. Założmy na przykład, że największą moc wyjaśniającą uzyskał model piąty M_5 z prawdopodobieństwem *a posteriori* równym 0,3. Wszystkie pozostałe modele miały mniejszą moc wyjaśniającą, jednak łącznie ich wspólne prawdopodobieństwo wyniosło 70%. Jeżeli będziemy analizować tylko jeden model, to pominiemy mnóstwo dodatkowych informacji zawartych w pozostałych. Stąd właśnie istnieje niekiedy potrzeba stosowania metody Bayesowskiego łączenia wiedzy, polegającej między innymi na uśrednianiu ocen parametrów i ich rozkładów *a posteriori*, gdzie jako wagi występują prawdopodobieństwa *a posteriori* poszczególnych specyfikacji. Na temat interesujących nas wielkości możemy zatem wnioskować nie tylko na podstawie jednego modelu, lecz wszystkich modeli, zgodnie z ich mocą wyjaśniającą.

Gdy zbiór potencjalnych zmiennych niezależnych składa się z 30 elementów, to liczba możliwych kombinacji wzrasta aż do $L = 2^{30} = 1073741824$. Przy założeniu, że obliczenie każdej z nich zajmie nam tylko sekundę, to na wyliczenie wszystkich trzeba by czekać aż 34 lat! Z tego też powodu potrzebujemy bardziej efektywnego algorytmu obliczania kombinacji, tak aby koncentrować się na wariantach najbardziej prawdopodobnych, a pomijać te o znikomym prawdopodobieństwie *a posteriori*. W tym właśnie celu D. Madigan i J. York¹¹ opracowali

¹⁰ Idea rozkładów sprzężonych polega na tym, że jeżeli rozkład *a priori* interesującego nas parametru należy do danej rodziny rozkładów, to dla dowolnej liczebności próby n i dowolnych wartości obserwacji jego rozkład *a posteriori* należy również do tej samej rodziny. Idealna rodzina rozkładów to taka, dla której łatwo uzyskać punktową ocenę parametru, a jednocześnie jest ona elastyczna na tyle, że łatwo jest nią wyrazić wstępną informację.

¹¹ Por. D. Madigan, J. York, *Bayesian graphical models...*

algorytm MC³. Bayesowski sposób estymacji modelu regresji wraz z algorytmem MC³ został obszernie omówiony przez Jerzego Kwiatkowskiego, Marcina Błażejowskiego i Jakuba Gazdę w *Zastosowanie metod Bayesowskich w badaniach nad wzrostem gospodarczym w regionach*¹². Wspomniana procedura badawcza została zastosowana do wyznaczenia źródeł wzrostu gospodarczego w regionach Unii Europejskiej.

Baza danych wykorzystana na potrzeby niniejszego artykułu zawiera grupę zmiennych objaśniających potencjalnych czynników odpowiedzialnych za zróżnicowanie średniej stopy wzrostu PKB w regionach w ujęciu dynamicznym. Na rozwój regionów potencjalnie może wpływać bardzo wiele czynników. Sama ich próba uporządkowania natrafia na problemy klasyfikacyjne, trudno wskazać kryteria podziału. Z jednej strony trzeba bowiem wyróżnić określone grupy czynników, z drugiej – źródła oddziaływania. Wyboru dokonano na podstawie przeglądu literatury z zakresu wzrostu gospodarczego oraz konwergencji Xaviera Sala-i-Martina¹³ oraz wcześniej przeprowadzonych badaniach empirycznych¹⁴.

Chcąc uwzględnić znaczną liczbę potencjalnych źródeł, możliwie wszystkich, które da się pozyskać ze źródeł statystycznych, bez nadawania im z góry znaczenia, należy sięgnąć do metod Bayesowskich. Zastosowany w badaniu algorytm MC³ pozwala na łatwe „wychycenie” tych modeli, które mają największą moc wyjaśniającą. Jego głównym zadaniem jest przeprowadzanie losowań w tych rejonach, gdzie występują najbardziej prawdopodobne modele, i pominięcie tych obszarów, w których znajdują się modele najmniej prawdopodobne. Celem badania jest prezentacja rankingów, ze względu na wartość prawdopodobieństwa zarówno modeli, jak i zmiennych, które opisują zmiany średniej stopy wzrostu PKB w regionach UE-15.

¹² Por. J. Kwiatkowski, M. Błażejowski, J. Gazda, *Zastosowanie metod Bayesowskich w badaniach nad wzrostem gospodarczym w regionach*, w: *Etapy konwergencji w rozwiniętych krajach Unii Europejskiej*, red. M. Kokocińska, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2012, s. 98–112.

¹³ Por. X. Sala-i-Martin, G. Doppelhofer, R.I. Miller, *Determinants...*, s. 813–835.

¹⁴ Por. M. Puziak, *Real convergence of New EU Members. An experience for Ukraine*, „Journal of International Studies” 2009, no. 1, s. 40–50; M. Kokocińska, M. Puziak, *Structural changes in the economy in the light of the neoclassical approach. A case study: Spain and Poland*, „The Journal of World Economics” („Revista de Economia Mundial”) no. 21, Sociedad de Economía Mundial, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva 2009, s. 169–193 oraz J. Gazda, M. Puziak, *Realna konwergencja gospodarek nadbałtyckich w świetle dekompozycji wzrostu gospodarczego*, Prace Katedry Mikroekonomii Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Zeszyty Naukowe nr 132, Poznań 2010.

Wszystkie wykorzystane do budowy panelu dane ekonomiczne pochodzą z baz danych Eurostatu. Panel oprócz danych ekonomicznych zawiera również zmienne typu 0–1 (dummies). W tabeli 1 wymieniono wszystkie zmienne użyte w panelu badawczym wraz z ich szczegółowym opisem.

Liczba iteracji, jakie zostały zrealizowane w symulacji Monte Carlo, wynosi 5 000 000, przy czym pierwszych 10% przebiegów zostało uznanych za „spalone” – zostały wykorzystane w celu wyeliminowania wpływu wartości startowych (początkowych). W związku z tym, że w literaturze przedmiotu brakuje jednoznacznego określenia liczby powtórzeń regresji, a na podstawie doświadczeń empirycznych określono, że zwiększanie liczby iteracji dla analizowanych baz nie przynosiło zmiany wyników, przyjętą liczbę iteracji uznano za wystarczającą.

Tabela 1

Zmienne wykorzystane w badaniu i ich opis

Oznaczenie	Definicja
1	2
Y	średnia stopa wzrostu PKB <i>per capita</i> w latach 1997–2007
X ₁	przeciętna wielkość gospodarstwa rolnego w regionie w latach 1997–2007
X ₂	powierzchnia całkowita regionu
X ₃	liczba ludności w regionie w 1997 r.
X ₄	wartość współczynnika feminizacji w regionie w 1997 r.
X ₆	przeciętne nakłady na badania i rozwój w regionie w latach 1997–2007
X ₇	przeciętny udział nakładów na badania i rozwój w regionie w sektorze przedsiębiorstw prywatnych w stosunku do PKB w latach 1997–2007
X ₈	przeciętny udział nakładów na badania i rozwój w regionie w sektorze rządowym w stosunku do PKB w latach 1997–2007
X ₉	przeciętny udział nakładów na badania i rozwój w regionie w sektorze szkolnictwa wyższego w stosunku do PKB w latach 1997–2007
X ₁₀	liczba patentów na jeden milion mieszkańców w regionie w 1997 r.
X ₁₁	liczba patentów wysokiej technologii na jeden milion mieszkańców w regionie w 1997 r.
X ₁₂	liczba patentów ICT na jeden milion mieszkańców w regionie w 1997 r.
X ₁₃	przeciętna liczba przyjazdów obcokrajowców w latach 1997–2007
X ₁₄	przeciętna liczba miejsc noclegowych w latach 1997–2007
X ₁₅	przeciętna liczba noclegów w hotelach nieobcokrajowców w latach 1997–2007
X ₁₆	przeciętna liczba noclegów w hotelach obcokrajowców w latach 1997–2007
X ₁₇	współczynnik aktywności zawodowej w 1997 r.
X ₁₈	odsetek osób posiadających wykształcenie w 1997 r.
X ₁₉	odsetek osób posiadających wykształcenie podstawowe w 1997 r.
X ₂₀	odsetek osób posiadających wykształcenie średnie w 1997 r.

1	2
X_{21}	odsetek osób posiadających wykształcenie wyższe w 1997 r.
X_{22}	logarytm naturalny PKB <i>per capita</i> w 1997 r.
X_{23}	udział sektora rolnego w wytwarzaniu wartości dodanej brutto w 1997 r.
X_{24}	udział sektora przem. przetwórczego w wytwarzaniu wartości dodanej brutto w 1997 r.
X_{25}	udział sektora usług w wytwarzaniu wartości dodanej brutto w 1997 r.
X_{26}	odsetek zatrudnionych w rolnictwie w 1997 r.
X_{27}	odsetek zatrudnionych w przemyśle w 1997 r.
X_{28}	odsetek zatrudnionych w sektorze usług w 1997 r.
X_{29}	średnia stopa nakładów na inwestycje w środki trwałe w latach 1997–2007
D_1	przynależność regionu do „dużej gospodarki europejskiej”
D_2	region stołeczny
D_3	region w kraju należącym do strefy EURO w 2002 r.
D_4	przynależność regionu do Wielkiej Brytanii
D_5	przynależność regionu do Hiszpanii
D_6	przynależność regionu do Francji
D_7	przynależność regionu do Niemiec

Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy danych Eurostatu.

Badanie

W pierwszym kroku badania szacowana jest postać modelu wykorzystująca wszystkie dostępne zmienne niezależne, a następnie z tego modelu odrzucone są te zmienne, dla których poziom istotności¹⁵ $p < \alpha$, gdzie $\alpha = 0,6$. W wyniku tych działań spośród zaproponowanych zmiennych otrzymano te, których prawdopodobieństwo wystąpienia jest najwyższe, a także postaci modeli najbardziej prawdopodobnych spośród wszystkich dostępnych (tabela 2). Za zmienne, które są istotne, uznano te, których wartość prawdopodobieństwa *a posteriori* jest większa od 0,5 i jednocześnie dodanie bądź odjęcie od uśrednionej wartości oczekiwanej *a posteriori* współczynnika regresji uśrednionej wartości odchylenia standardowego *a posteriori* współczynnika regresji nie zmienia znaku uśrednionej wartości oczekiwanej *a posteriori* współczynnika regresji.

¹⁵ Jest to maksymalne dopuszczalne prawdopodobieństwo popełnienia błędu I rodzaju. Określa maksymalne ryzyko błędu, jakie badacz jest skłonny zaakceptować.

Tabela 2

Wyniki estymacji modelu wzrostu gospodarczego w regionach krajów UE-15

Zmienna	Prawdopodobieństwo <i>a posteriori</i>	Uśredniona wartość oczekiwana <i>a posteriori</i> współczynnika regresji	Uśredniona wartość odchylenia standardowego <i>a posteriori</i> współczynnika regresji	B+C	B-C
	A	B	C	D	E
D ₅	0,99760	0,02001	0,00389	0,02390	0,01612
D ₁	0,96468	-0,00785	0,00269	-0,00516	-0,01054
X ₂₂	0,88951	-0,01071	0,00514	-0,00557	-0,01585
D ₄	0,85750	0,00929	0,00585	0,01514	0,00344
D ₇	0,71785	0,00608	0,00449	0,01056	0,00159
D ₃	0,49006	0,00420	0,00495	0,00916	-0,00075

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników uzyskanych z obliczeń z programu.

W przypadku analizy przeprowadzonej dla UE-15 w okresie 1997–2007 uzyskane wyniki sugerują, że średnie tempo wzrostu PKB w regionach UE-15 było skorelowane głównie ze zmiennymi 0–1 (dummy). Najsilniej zaakcentowany jest wpływ zmiennej D₅, to jest przynależność regionu do Hiszpanii. Faktycznie, w analizowanym okresie regiony hiszpańskie należały do liderów wzrostu gospodarczego w UE-15. Informacja ta sugeruje, że jeżeli dla wybranego regionu zostaną stworzone warunki przypominające te, które występowały w Hiszpanii w latach 1997–2007, to z bardzo dużym prawdopodobieństwem można się spodziewać wysokiego tempa wzrostu gospodarczego. Oprócz przynależności regionu do Hiszpanii istotnym czynnikiem wpływającym na średnie tempo wzrostu regionu była jego przynależność do kraju większego od średniej dla UE-15. Zgodnie z teorią konwergencji, w rankingu zmiennych pojawiła się wartość PKB *per capita* w 1997 roku – zmienna X₂₂. Dwie ostatnie zmienne, które spełniły przyjęte kryteria istotności, to przynależność regionu do Wielkiej Brytanii oraz jego stołeczność. Zwłaszcza ta druga zmienna w dość oczywisty sposób kojarzy się z wyższym tempem wzrostu gospodarczego; wszystkie regiony stołeczne Unii Europejskiej charakteryzują się znaczenie wyższym poziomem rozwoju. Pomimo niespełniania przyjętego kryterium wartości prawdopodobieństwa *a posteriori*, na ostatnim miejscu rankingu znalazła się zmienna D₃, czyli przynależność do strefy euro. Z punktu widzenia okresu analizy – zakres czasowy badania objął dekadę przed światowym kryzysem – należy uznać, że przynależ-

ność regionu do strefy euro była ważnym elementem jego rozwoju. Skrócenie okresu badania do ośmiu lat i przyjęcie okresu 1999–2005 powoduje, że zmienna D_3 spełnia przyjęte kryteria i jest skorelowana ze średnim tempem wzrostu PKB.

Ranking (tabela 3) został ustalony na podstawie prawdopodobieństw *a posteriori* poszczególnych modeli – od najbardziej do najmniej prawdopodobnego. W badaniu ograniczono ranking do pięciu najbardziej prawdopodobnych modeli. Średnia liczba zmiennych w modelu w przypadku badania UE-15 wynosiła 9,2257. Współczynnik korelacji pomiędzy prawdopodobieństwami analitycznymi a numerycznymi dla poszczególnych modeli wyniósł 0,9975.

Tabela 3

Ranking prawdopodobieństwa modeli

Miejsce w rankingu	Wartość prawdopodobieństwa	Postać modelu
1	0,15136	$Y=X_{17}X_{22}D_1D_2D_3D_4D_5$
2	0,13767	$Y=X_{12}X_{22}D_1D_2D_4D_5$
3	0,13767	$Y=X_{11}X_{22}D_1D_2D_4D_5$
4	0,10016	$Y=X_{11}X_{17}X_{22}D_1D_2D_3D_4D_5$
5	0,09443	$Y=X_{21}X_{22}D_1D_2D_4D_5$

Źródło: opracowanie własne.

Wartość prawdopodobieństwa najbardziej prawdopodobnej postaci modelu wynosi około 0,15 i nie jest satysfakcjonująca. Interpretując uzyskaną wielkość, otrzymujemy informację, że postać najbardziej prawdopodobnego modelu wyjaśnia zaledwie około 1% zmienności. Łączne prawdopodobieństwo modeli w rankingu w stosunku do wszystkich potencjalnych modeli wynosi 0,0781 i oznacza, że modele z rankingu odpowiadają 7,8% wszystkich możliwych modeli. Nie jest to wysoka wartość. Należy jednak zwrócić uwagę, że mamy tu do czynienia z bardzo dużym panelem badawczym i w związku z tym istnieje ryzyko, że zastosowana metoda wychwytyje interesujące zależności na dość wysokim poziomie ogólności. Uszczegółowienie badań przez zmniejszenie panelu badawczego pozwoliłoby na lepsze dostrzeżenie interesujących zależności.

Podsumowanie

Badanie przeprowadzone dla wszystkich regionów UE-15 pozwala ocenić, że znaczenie w procesie wzrostu gospodarczego w regionach, zgodnie z teorią konwergencji, miał początkowy poziom PKB *per capita*. Istotnymi czynnikami wzrostu w analizowanym okresie były również waluta euro oraz zlokalizowanie w dużym regionie hiszpańskim i/lub w Wielkiej Brytanii. Oznacza to, że w latach 1995–2007 Hiszpania znacząco zniwelowała różnice we wzroście gospodarczym regionów, co pozwala domniemywać o efektywnym wykorzystaniu funduszy unijnych. Wielka Brytania, z kolei, reprezentująca tak zwany europejski model anglosaski, charakteryzuje się odmienną strukturą gospodarczą w porównaniu z pozostałymi krajami i jest skoncentrowana na rozwoju usług o wysokiej produktywności pracy. Zakres czasowy i przestrzenny przeprowadzonego badania z punktu widzenia polskich regionów może być traktowany jako atraktor.

Bibliografia

- Gazda J., Puziak M., *Realna konwergencja gospodarek nadbałtyckich w świetle dekompozycji wzrostu gospodarczego*, Prace Katedry Mikroekonomii Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Zeszyty Naukowe nr 132, Poznań 2010.
- Kokocińska M., Puziak M., *Structural changes in the economy in the light of the neoclassical approach. A case study: Spain and Poland*, Revista de Economia Mundial no. 21, Sociedad de Economía Mundial, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva 2009.
- Kwiatkowski J., Błażejowski M., Gazda J., *Zastosowanie metod Bayesowskich w badaniach nad wzrostem gospodarczym w regionach*, w: *Etapy konwergencji w rozwiniętych krajach Unii Europejskiej*, red. M. Kokocińska, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2012.
- Madigan D., York J., *Bayesian graphical models for discrete data*, "International Statistical Review" 1995, no. 63.
- Puziak M., *Real convergence of new EU members. An experience for Ukraine*, "Journal of International Studies" 2009, no. 1.
- Sala-i-Martin X., Doppelhofer G., Miller R.I., *Determinants of long-term growth: A Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) approach*, "The American Economic Review" 2004, vol. 94, no. 4.

Sala-i-Martin X., *Regional cohesion. Evidence and theories of regional growth and convergence*, "European Economic Review" 1996, vol. 40.

Zellner A., *An introduction to Bayesian inference in econometrics*, John Wiley and Sons, New York 1971.

MECHANISMS OF ECONOMIC GROWTH IN THE EU THE BAYESIAN APPROACH

SUMMARY

The basic aim of the article is to find the determinants of economic growth in a selected EU regions. The research embraced the years of 1995-2007 and it was conducted for all the regions of EU-15. As a result of research, according to the process of convergence, the crucial factor in the economic growth process was the initial level of GDP per capita. The important element of growth in the indicated period were also the euro currency membership and the localization (regions of large countries Spain and Great Britain).

Keywords: Economic Growth, Convergence Process, European Union