A C T A U N I V E R S I T A T I S L O D Z I E N S I S
FOLIA OECONOMICA 293, 2013
https://doi.org/10.18778/0208-6018.293.13

Joanna Górna[*], *Karolina Górna*[**]

PRZESTRZENNE I PRZESTRZENNO-CZASOWE TENDENCJE I ZALEŻNOŚCI PKB W WYBRANYCH KRAJACH EUROPEJSKICH W LATACH 2001–2009

1. WSTĘP

Artykuł prezentuje analizę PKB *per capita* na wyodrębnionym obszarze ośmiu krajów europejskich w latach 2001–2009, przy wykorzystaniu metodologii z zakresu ekonometrycznego modelowania przestrzennych i przestrzenno-czasowych procesów stochastycznych $Z(\mathbf{s}_i)$ oraz $Z(\mathbf{s}_i, t)$, gdzie: $\mathbf{s}_i = [x_i, y_i]$ – współrzędne lokalizacji na płaszczyźnie, i = 1, 2, …, N – jednostki przestrzenne (regiony), t = 1, 2, …, T. Celem artykułu jest: po pierwsze, zbadanie przestrzennych tendencji i zależności PKB *per capita* w wybranych krajach europejskich w okresie przed i po wstąpieniu do UE oraz rozważenie tendencji i zależności przestrzenno-czasowych, po drugie zaś, analiza β-konwergencji w kontekście powiązań przestrzennych regionów NUTS-2 badanych krajów w okresie 2001–2009. Przedmiotem analizy są zmiany w PKB *per capita* jako jednej z najważniejszych zmiennych charakteryzujących wzrost gospodarczy. Wyższy poziom dochodu pozwala zaspokajać wszelkie potrzeby w większym stopniu. Wobec tego PKB *per capita* może być także dobrym przybliżeniem poziomu rozwoju.

Realizacja wyżej wymienionych celów związana jest z poszukiwaniem odpowiedzi na następujące pytania:

1) Czy na wyodrębnionym terenie w badanym okresie występują trendy przestrzenne PKB *per capita* i czy można zaobserwować trend przestrzenno-czasowy?
2) Czy istnieje autokorelacja przestrzenna PKB na wyodrębnionym obszarze w badanym okresie? Czy zmienia się ona w czasie?
3) Jaki jest prawdopodobny przestrzenno-czasowy model PKB *per capita* dla badanych krajów?
4) Czy zachodzi zjawisko β-konwergencji regionów NUTS-2 rozważanych krajów europejskich?
5) Czy przy weryfikacji β-konwergencji należy uwzględniać powiązania przestrzenne regionów?

[*] Mgr, Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu.
[**] Mgr, Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu.

Układ artykułu jest następujący: W rozdziale 2 określono przedmiot i zakres badania, sformułowano hipotezy badawcze oraz wskazano na sposoby i metody ich weryfikacji. W rozdziale 3 scharakteryzowano krótko dane wykorzystane w badaniu. Rozdział 4 prezentuje metodologię badania. W rozdziale 5, który stanowi główną część opracowania przedstawiono uzyskane wyniki. Podsumowanie zawiera wnioski i wskazanie na kierunki dalszych badań.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES BADANIA

Znaczenie zależności przestrzennych w analizach ekonomicznych jest potwierdzone tzw. pierwszym prawem ekonometrii przestrzennej: „wszystko jest powiązane ze sobą, ale bliższe obiekty są bardziej zależne od siebie niż odległe"(patrz, np.: Domański 2002, s. 23, Suchecki (red.) 2010, s.16). Toteż istotna dla wyjaśnienia kształtowania się procesów gospodarczych w wybranych regionach jest analiza tych procesów w kontekście powiązań sąsiedzkich między regionami. Analizując wartości PKB *per capita* na wyodrębnionym obszarze w ustalonym okresie zbadano przestrzenne i przestrzenno-czasowe tendencje w kształtowaniu się tych wartości oraz zależności między nimi w przekroju regionów wyodrębnionych zgodnie z europejską klasyfikacją systemu NUTS-2. Zbadano także zmiany regionalnych zależności w czasie. W badaniu wykorzystano koncepcje trendów przestrzennych i przestrzenno-czasowych oraz przestrzennej autokorelacji. Ponadto, wyspecyfikowano i zweryfikowano pewien ekonometryczny przestrzenno-czasowy model autoregresyjny. Przeprowadzono także analizę β-konwergencji w kontekście powiązań przestrzennych regionów NUTS-2 badanych krajów w okresie 2001–2009. Hipoteza konwergencji gospodarczej jest jednym z najważniejszych zagadnień związanych z modelem wzrostu Solowa-Swana. Hipoteza ta zakłada, że w gospodarkach działają mechanizmy, powodujące wyrównywanie się poziomów bogactwa między różnymi regionami. Najbardziej popularnym rodzajem konwergencji jest właśnie konwergencja typu β, która zakłada, że regiony biedniejsze mają szybsze tempo wzrostu niż regiony początkowo bogatsze. W artykule uwagę ograniczono do tzw. konwergencji absolutnej, która oznacza, że wszystkie badane gospodarki zmierzają do tego samego poziomu zamożności. Jest on wyrażony przez PKB *per capita*.

Przystępując do badania sformułowano następujące hipotezy badawcze:

1) Wartości PKB *per capita* w sąsiadujących regionach NUTS-2 badanego obszaru są podobne. Po wejściu krajów do UE podobieństwo to wzrasta.
2) Uzasadnione jest uwzględnienie powiązań przestrzennych w analizie β-konwergencji regionów NUTS-2 na wyodrębnionym obszarze.

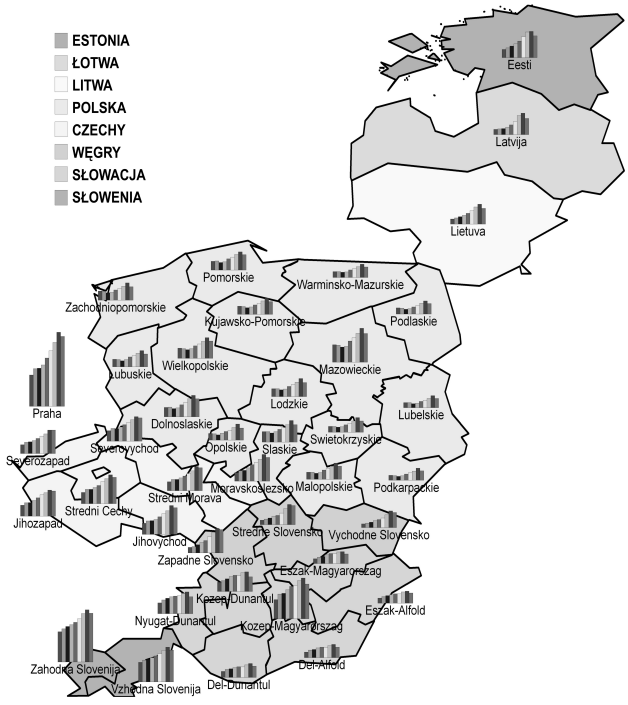
Do weryfikacji hipotezy pierwszej wykorzystano takie sposoby i narzędzia analizy, jak: test Morana *I* autokorelacji przestrzennej, badanie zmian statystyki Morana w czasie, modele trendu przestrzennego, przestrzenne modele autoregresyjne (SAR). Z kolei, weryfikację hipotezy drugiej przeprowadzono wykorzystując model tempa wzrostu PKB oraz porównując model tempa wzrostu

PKB bez składnika kwantyfikującego powiązania przestrzenne z modelem zawierającym taki składnik. Modele klasyczne estymowane były Klasyczną Metodą Najmniejszych Kwadratów (KMNK), a modele zawierające zależności przestrzenne – Metodą Największej Wiarygodności (MNW).

Obliczenia zostały przeprowadzone w środowisku *R*-Cran w wersji 2.7.2.

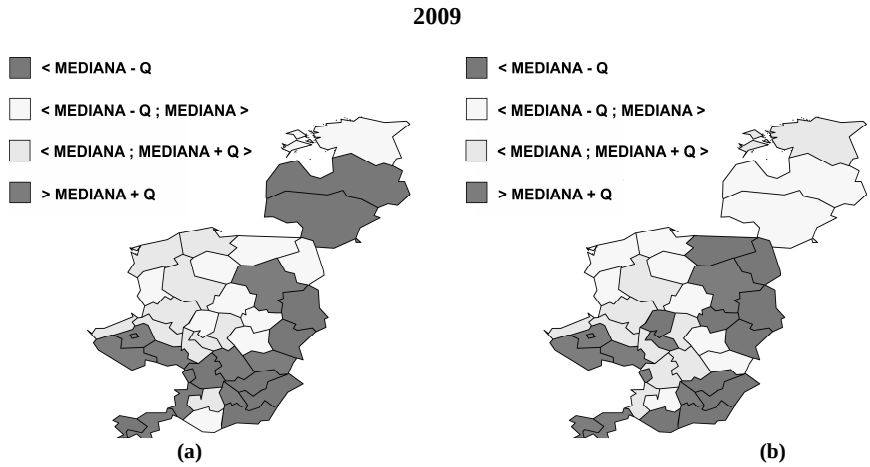
3. DANE

W przeprowadzonym badaniu wykorzystano dane w przekroju 40 regionów 8 krajów (Czechy, Estonia, Węgry, Łotwa, Litwa, Polska, Słowacja i Słowenia) z 9 lat, zaczerpnięte z bazy Eurostatu (ec.europa.eu/eurostat/). Do badania wybrano kraje, które wstąpiły do UE 1 maja 2004r. Pominięte zostały wyspy Cypr i Malta, które z wybranymi krajami nie mają żadnych wspólnych granic. Okres badania został zdeterminowany przez dostępność danych w bazie Eurostat. Rysunek 1 prezentuje mapę badanego obszaru wraz z prezentacją zmian wartości PKB *per capita* w latach 2001–2009 według regionów. Rysunek 2 przedstawia geograficzny rozkład PKB *per capita* w pierwszym i ostatnim roku badanego okresu.



Rysunek 1. Mapa 40 regionów wyodrębnionych zgodnie klasyfikacją systemu NUTS-2 8. krajów europejskich wraz z wartościami PKB per capita dla lat 2001–2009

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Przestrzenny rozkład PKB *per capita* w 40 europejskich regionach: (a) rok 2001, (b) rok

Źródło: opracowanie własne.

4. METODOLOGIA

Jedną z koncepcji metodologicznych wykorzystywaną w ekonometrycznych analizach zjawisk przestrzennych, takich jak PKB w regionach na wyodrębnionym obszarze, jest potraktowanie ich jako stochastyczne procesy przestrzenne $Z(\mathbf{s}_i)$ gdzie: $\mathbf{s}_i = [x_i, y_i]$ – współrzędne lokalizacji na płaszczyźnie, $i = 1, 2, \ldots, N$ – jednostki przestrzenne (regiony).

Metodologia badania procesu przestrzennego opiera się na konstrukcji modelu, który reprezentuje mechanizm generujący dane, tj. realizacje badanego zjawiska. Symbolicznie można zapisać (patrz np. Schabenberger&Gotway, 2005, s. 53), iż:

$$Dane = Struktura + Błąd.$$

Wynika stąd, że realizacje procesu stochastycznego (dane) posiadają dwa główne składniki: deterministyczną i/lub stochastyczną strukturę oraz losowe zakłócenia. Modelowanie struktury deterministycznej prowadzi zazwyczaj do modelu trendu przestrzennego, zaś do opisu struktury stochastycznej wykorzystuje się często modele autoregresyjne. W podobny sposób można opisać składniki danych przestrzenno-czasowych, które odnoszą się do przestrzenno-czasowych procesów stochastycznych $Z(\mathbf{s}_i, t)$, gdzie: $\mathbf{s}_i$, i – jak wyżej, $t = 1, 2, \ldots, T$.

W badaniu do opisu struktury deterministycznej wykorzystano modele trendów przestrzennych i przestrzenno-czasowych stopnia p, postaci (patrz, np. Szulc 2009, s. 19):

$$P(\mathbf{s}_i) = \sum_{k=0}^{p}\sum_{m=0}^{p} \theta_{km} x_i^k y_i^m, \quad \text{gdzie}: k+m \le p, \tag{1}$$

$$P(\mathbf{s}_i) = \sum_{k=0}^{p}\sum_{m=0}^{p} \theta_{km} x_i^k y_i^m, \quad \text{gdzie}: k+m+l \le p, \tag{2}$$

W przeprowadzonym badaniu struktury autoregresyjnej ograniczono się do rozważenia autozależności pierwszego rzędu. W tym celu wykorzystano test Morana *I*, następującej postaci (por. np.: Schabenberger&Gotway, 2005, s. 21; Bivand i in. 2008, s. 259):

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\left[z(\mathbf{s}_i)-\overline{z}\right]\left[z(\mathbf{s}_j)-\overline{z}\right]}{\sum_{i=1}^{N}\left[z(\mathbf{s}_i)-\overline{z}\right]^2}, \tag{3}$$

gdzie: $z(\mathbf{s}_i)$, $z(\mathbf{s}_j)$ – wartość badanego zjawiska w przestrzennej jednostce *i* oraz *j*, $\overline{z}$ – wartość średnia, w_{ij} – waga kwantyfikująca przestrzenne powiązanie jednostki *i* oraz *j* (element macierzy sąsiedztwa **W**).

Stwierdzenie autokorelacji przestrzennej w analizowanym procesie $Z(\mathbf{s}_i)$ upoważnia do wykorzystania przestrzennego modelu autoregresyjnego (SAR) postaci:

$$Z(\mathbf{s}_i) = \rho \mathbf{W} Z(\mathbf{s}_i) + \varepsilon(\mathbf{s}_i), \tag{4}$$

lub, gdy w procesie wykryto również trend przestrzenny, modelu:

$$Z(\mathbf{s}_i) = \sum_{k=0}^{p}\sum_{m=0}^{p} \theta_{km} x_i^k y_i^m + \rho \mathbf{W} Z(\mathbf{s}_i) + \varepsilon(\mathbf{s}_i), \tag{5}$$

Możliwe są re-specyfikacje uogólniające modele (4)–(5), odpowiednie do analizy procesów przestrzenno-czasowych $Z(\mathbf{s}_i, t)$.

Jednym z wątków przeprowadzonego badania było zagadnienie konwergencji gospodarczej. W celu weryfikacji hipotezy β-konwergencji wykorzystano dwa podejścia: tradycyjne, ignorujące powiązania przestrzenne między regionami oraz drugie, które takie powiązania uwzględnia. Uwzględnianie powiązań przestrzennych między regionami w analizach konwergencji gospodarczej można znaleźć w literaturze z zakresu wzrostu gospodarczego np. w pracach: Arbia G. (2006), Bode E., Rey S.J. (2006), Rey S.J., Le Gallo J. (2009).

Podejście tradycyjne polega na testowaniu statystycznej istotności współczynnika β w modelu postaci:

$$\ln\left[\frac{Z(\mathbf{s}_i)_T}{Z(\mathbf{s}_i)_0}\right] = \alpha + \beta \ln Z(\mathbf{s}_i)_0 + \varepsilon(\mathbf{s}_i), \tag{6}$$

gdzie: $Z(\mathbf{s}_i)_T$, $Z(\mathbf{s}_i)_0$ – odpowiednio, PKB *per capita* w regionie *i*-tym w ustalonym okresie *t*, $t = T$ oraz $t = 0$ (okres bazowy).

W drugim podejściu wykorzystuje się model postaci:

$$\ln\left[\frac{Z(\mathbf{s}_i)_T}{Z(\mathbf{s}_i)_0}\right] = \alpha + \beta \ln Z(\mathbf{s}_i)_0 + \rho\mathbf{W}\ln\left[\frac{Z(\mathbf{s}_i)_T}{Z(\mathbf{s}_i)_0}\right] + \varepsilon(\mathbf{s}_i), \tag{7}$$

gdzie: $Z(\mathbf{s}_i)_T$, $Z(\mathbf{s}_i)_0$ – jw., **W** – macierz powiązań przestrzennych.

Współczynniki β w modelach (6)–(7) istotnie mniejsze od zera świadczą o konwergencji.

4. WYNIKI ANALIZA TRENDÓW

W celu zbadania trendów przestrzennych wykorzystano dwuwymiarową funkcję wielomianową – model (1). Szacowano i weryfikowano modele stopnia 1, 2. oraz 3. dla kolejnych lat. Głównym kryterium wyboru modelu była statystyczna istotność parametrów, oceniana za pomocą testu t-Studenta. Tabela 1. prezentuje wyniki estymacji i weryfikacji modeli trendu przestrzennego stopnia 1. W badanym procesie dla żadnego roku nie wykryto trendu przestrzennego wyższego stopnia.

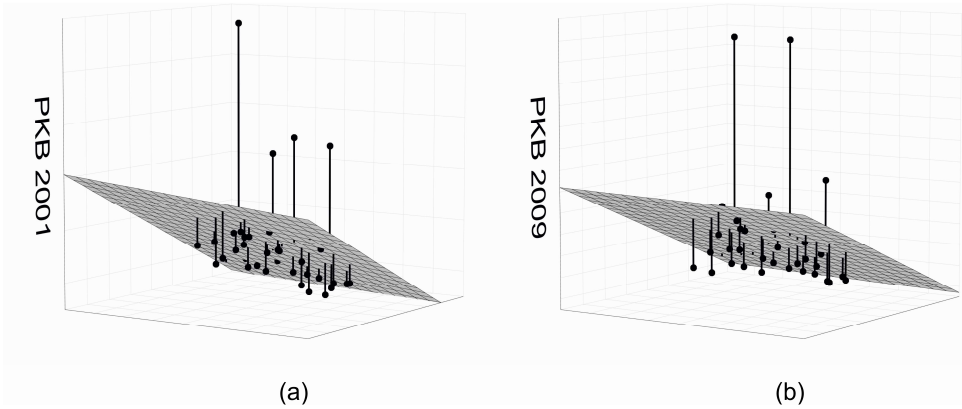
Tabela 1. Wyniki estymacji i weryfikacji modeli trendu przestrzennego pierwszego stopnia PKB *per capita* w latach 2001–2009

Ocena	**Rok**								
	2001	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
$\hat{\theta}_{00}$	15140,90	20196,40	23883,10	26699,90	25413,00	22992,30	24193,10	25472,90	27097,90
$S(\hat{\theta}_{00})$	6058,80	6999,30	7588,80	8228,20	9384,30	10566,10	12491,40	13800,60	13879,70
t_{00}	2,50	2,89	3,15	3,25	2,71	2,18	1,94	1,85	1,95
wartość p	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,06	0,07	0,06
$\hat{\theta}_{10}$	– 384,90	– 431,90	– 400,70	– 414,40	– 480,30	– 566,60	– 587,30	– 692,90	– 732,10
$S(\hat{\theta}_{10})$	126,90	146,70	159,00	172,40	196,70	221,40	261,80	289,20	290,90
t_{10}	– 3,03	– 3,95	– 2,52	– 2,40	– 2,44	– 2,56	– 2,24	– 2,40	– 2,52
wartość p	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02

Ocena	Rok								
	2001	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
$\hat{\theta}_{01}$	– 43,55	– 116,60	– 200,40	– 239,70	– 171,80	– 75,91	– 67,01	– 28,29	– 68,35
$S(\hat{\theta}_{01})$	134,70	155,60	168,70	182,90	208,60	234,90	277,20	306,80	308,60
t_{01}	– 0,32	– 0,75	– 1,19	– 1,31	– 0,82	– 0,32	– 0,24	– 0,09	– 0,22
wartość p	0,75	0,46	0,24	0,20	0,42	0,75	0,81	0,93	0,83
R^2	0,26	0,28	0,27	0,27	0,23	0,21	0,16	0,17	0,19

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3 przedstawia dopasowanie powierzchni trendu przestrzennego do danych dla lat 2001 i 2009.



Rysunek 3. Trendy przestrzenne pierwszego stopnia PKB *per capita*: (a) rok 2001, (b) rok 2009

Źródło: opracowanie własne.

W wyniku badania trendów przestrzennych PKB w kolejnych latach dopasowano także model trendu przestrzenno-czasowego, tj.:

$$\hat{PKB}_{i,t} = \underset{(0,0015)}{20092.94} - \underset{(0,0000)}{521.25}\, x_i - \underset{(0,9818)}{112.40}\, y_i + \underset{(0,0000)}{672.29}\, t \quad . \qquad (8)$$

$$R^2 = 0.3241$$

Model (8), podobnie jak modele trendów czysto przestrzennych (patrz tabela 1), charakteryzuje się niskim stopniem dopasowania oraz autokorelacją reszt. Zatem modele te nie są wystarczające do charakterystyki PKB *per capita* na wyodrębnionym obszarze w badanym okresie.

5. ANALIZA AUTOKORELACJI

Badanie autokorelacji przestrzennej PKB *per capita* na wyodrębnionym obszarze przeprowadzono najpierw dla danych rzeczywistych (wariant I), a następnie dla reszt z modeli trendu przestrzennego (wariant II). Wykorzystano statystykę Morana *I*, obliczaną według wzoru (3). Tabela 2 przedstawia wyniki uzyskane w wariancie I badania, natomiast tabela 3 zawiera wyniki uzyskane w wariancie II.

Tabela 2. Wyniki testowania autokorelacji przestrzennej PKB *per capita* w latach 2001–2009 (wariant I)

Rok	*I*	E(*I*)	Var(*I*)	wartość p
2001	0,2710	– 0,0256	0,0111	0,0024
2002	0,2984	– 0,0256	0,0111	0,0010
2003	0,3407	– 0,0256	0,0113	0,0003
2004	0,3381	– 0,0256	0,0114	0,0003
2005	0,2466	– 0,0256	0,0112	0,0051

Tabela 2. Wyniki testowania autokorelacji przestrzennej PKB *per capita* w latach 2001–2009 (wariant I) – ciąg dalszy

Rok	*I*	E(*I*)	Var(*I*)	wartość p
2006	0,2447	– 0,0256	0,0111	0,0052
2007	0,2089	– 0,0256	0,0110	0,0126
2008	0,1784	– 0,0256	0,0107	0,0242
2009	0,1933	– 0,0256	0,0106	0,0167

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyniki testowania autokorelacji przestrzennej PKB *per capita* w latach 2001–2009 (wariant II)

Rok	*I*	E(*I*)	Var(*I*)	wartość p
2001	0,1411	– 0,0256	0,0117	0,0613
2002	0,1395	– 0,0256	0,0115	0,0619
2003	0,1903	– 0,0256	0,0117	0,0229
2004	0,1818	– 0,0256	0,0118	0,0278
2005	0,1117	– 0,0256	0,0116	0,1009
2006	0,1355	– 0,0256	0,0115	0,0664
2007	0,1308	– 0,0256	0,0114	0,0710
2008	0,0927	– 0,0256	0,0111	0,1303
2009	0,0865	– 0,0256	0,0108	0,1401

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki prezentowane w tabelach 2 i 3 pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

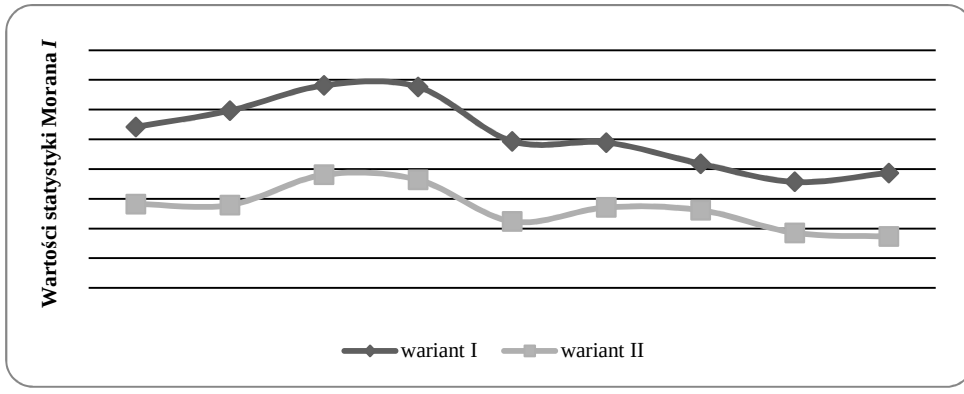
1) Stwierdzono autokorelację przestrzenną PKB *per capita* w poszczególnych latach. Wartości statystyki Morana *I* obliczone dla danych przed eliminacją trendów przestrzennych były wyższe niż wartości statystyki obliczone na podstawie danych po eliminacji trendu.

2) Po roku 2004 zaobserwowano spadek wartości oraz obniżenie statystycznej istotności statystyki *I*.

Rysunek 3 prezentuje zmiany wartości statystyki *I* w badanym okresie, obliczanej: dla PKB (wariant I) oraz na podstawie reszt z modeli trendu przestrzennego (wariant II).

Wniosek o zmniejszającym się podobieństwie PKB *per capita* w sąsiadujących regionach po 2004 roku został potwierdzony przez kształtowanie się wartości współczynnika regresji w przestrzennych modelach autoregresyjnych (modele postaci (4) i (5)). Tabela 4 przedstawia szacunki parametru ρ otrzymane w odpowiednich modelach.

Wartości współczynnika ρ w modelach SAR dla wartości rzeczywistych PKB per capita były wysokie i statystycznie istotne, tj. $\rho \in (0{,}41 - 0{,}59)$. Natomiast w modelach SAR dla reszt po eliminacji trendu $\rho \in (0{,}24 - 0{,}40)$.



Rysunek 3. Wartości statystyki Morana *I* w latach 2001–2009

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wartości współczynnika autokorelacji przestrzennej w latach 2001–2009

Rok	Wariant I		Wariant II	
	ρ	wartość p	ρ	wartość p
2001	0,5164	0,0120	0,2998	0,1860
2002	0,5483	0,0061	0,3117	0,1711
2003	0,5922	0,0020	0,4018	0,0646
2004	0,5873	0,0022	0,3931	0,0733
2005	0,4795	0,0220	0,2669	0,2554
2006	0,4935	0,0203	0,3179	0,1737
2007	0,4491	0,0428	0,3112	0,1888
2008	0,4051	0,0778	0,2385	0,3345
2009	0,4273	0,0584	0,2304	0,3526

Źródło: opracowanie własne.

6. PRAWDOPODOBNY MODEL PRZESTRZENNO-CZASOWY

Łączna analiza przestrzenno-czasowa PKB *per capita* na wyodrębnionym obszarze w badanym okresie doprowadziła do sformułowania następującej hipotezy modelowej:

$$PKB_{i,t} = \theta_{000} + \theta_{100} x_i + \theta_{010} y_i + \theta_{001} t + \rho \mathbf{W} PKB_{i,t} + \varepsilon_{i,t} . \qquad (9)$$

Wyniki estymacji i weryfikacji modelu (9) prezentuje tabela 5.

Tabela 5. Wyniki estymacji i weryfikacji modelu (9)

Parametr	Ocena parametru	Błąd standardowy	wartość p
θ_{000}	14081,565	3452,457	0,0000
θ_{100}	– 426,032	73,748	0,0000
θ_{010}	– 57,924	71,832	0,4200
θ_{001}	467,260	81,720	0,0000
$\hat{\rho}$ = 0,33112 test *LR*: 18,683, wartość p: 0,0000			
Statystyka *Walda*: 29,811, wartość p: 0,0000 *AIC*: 6904,2 (*AIC* dla lm: 6920,9)			
Autokorelacja reszt Test *LM*: 0,64365, wartość p: 0,42239 Test Morana: 0,2227, wartość p: 0,4119			

Źródło: opracowanie własne.

Przestrzenno-czasowy model empiryczny charakteryzuje się istotnymi parametrami oraz brakiem autokorelacji w resztach.

7. ANALIZA β-KONWERGENCJI – UJĘCIE TRADYCYJNE

Do badania zjawiska β-konwergencji w ujęciu tradycyjnym wykorzystano model (6). Tabela 6 zawiera wyniki estymacji i weryfikacji tego modelu.

Tabela 6. Wyniki estymacji i weryfikacji modelu (6)

Parametr	Ocena parametru	Błąd standardowy	wartość p
α	0,1653	0,8491	0,8470
β	0,0412	0,0987	0,6790
R^2: 0,0046			
Statystyka *F*: 0,174, wartość p: 0,6789			
Autokorelacja reszt Test Morana: 3,8017, wartość p: 0,0001			

Źródło: opracowanie własne.

Hipoteza o absolutnej β-konwergencji nie została potwierdzona (parametr β statystycznie nieistotny). Ponieważ w resztach modelu występuje autokorelacja, należy zaproponować inny model.

8. ANALIZA β-KONWERGENCJI – MODEL Z POWIĄZANIAMI PRZESTRZENNYMI

Do badania zjawiska β-konwergencji gospodarczej rozważanych regionów wykorzystano również model (7), który uwzględnia powiązania przestrzenne między regionami. Wyniki estymacji i weryfikacji modelu (7) przedstawia tabela 7 – poniżej. Również w tym wypadku hipoteza o absolutnej β-konwergencji nie została potwierdzona. Jednak ze względu na lepsze własności modelu, wniosek ten jest bardziej wiarygodny niż w podejściu tradycyjnym.

Tabela 7. Wyniki estymacji i weryfikacji modelu (7)

Parametr	**Ocena parametru**	**Błąd standardowy**	**wartość p**
α	– 0,0937	0,6750	0,8896
β	0,0343	0,0784	0,6613
ρ = 0,6134 test *LR*: 11,67, wartość p: 0,0006			
Statystyka *Walda*: 21,152, wartość p: 0,0000 *AIC*: – 17,242 (*AIC* dla *LM*: – 7,5718)			
Autokorelacja reszt Test *LM*: 0,9000, wartość p: 0,3428 Test Morana: 0,5781, wartość p: 0,2816			

Źródło: opracowanie własne.

9. PODSUMOWANIE

Hipoteza o przestrzennej autokorelacji PKB *per capita* regionów NUTS-2 na wyodrębnionym obszarze krajów w badanym okresie została potwierdzona. Jednakże, przypuszczenie, że autokorelacja wzrasta po wstąpieniu tych krajów do UE nie zostało potwierdzone (patrz, tabele 2 i 3).Hipoteza stwierdzająca, ze tradycyjne podejście do badaniaβ-konwergencji wymaga modyfikacji w kierunku włączenia do modelu wzrostu powiązań przestrzennych między regionami, została potwierdzona. Model ze składnikiem przestrzennym (model (7)) ma lepsze właściwości niż model tradycyjny (model (6)).

W dalszych badaniachβ-konwergencji powinno rozważać się kolejne respecyfikacje modelu tradycyjnego, w szczególności kolejne modele z zakresu ekonometrii przestrzennej i przestrzenno-czasowej.

BIBLIOGRAFIA

Anselin L. (1988), *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

Arbia G. (2006), *Spatial Econometrics. Statistical Foundations and Applications to Regional Convergence*, Springer-Verlag Berlin Haidelberg.

Bivand S.R., Pebesma E.J., Gómez-Rubio V. (2008), *Applied Spatial Data Analysis with R*, Springer Science+Busines Media, LLC.

Bode E., Rey S.J.(2006),*The spatial dimension of economic growth and convergence*. Papers in Regional Science, 85 (2), s. 171–176.

Domański R. (2002), *Gospodarka przestrzenna*¸ Wydawnictwo Naukowe PWN.

LeSage J., Pace R. K. (2009), *Introduction to Spatial Econometrics*, Champion & Hall/CRC, New York.

Rey S.J., Le Gallo J. (2009), *Spatial analysis of economic convergence*. (w:) T.C. Mills, K. Patterson (eds.), *Palgrave Handbook of Econometrics*, Volume II: Applied Econometrics. Palgrave MacMillan, New York, s. 1251–1290.

Schabenberger O., Gotway A.C. (2005), *Statistical Methods for Spatial Data Analysis*, Champion & Hall/CRC, New York.

Suchecki B. (red.) (2010), *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.

Szulc E. (2007), *Ekonometryczna analiza wielowymiarowych procesów gospodarczych*, Wydawnictwo UMK, Toruń.

Szulc E. (2009), *Modeling of Dynamic Spatial Processes*, (w:) *Dynamic Econometric Models*, Nicolaus Copernicus University, vol. 9, Wydawnictwo UMK, Toruń.

Joanna Górna, Karolina Górna

SPATIAL AND SPATIO-TEMPORAL TENDENCIES AND DEPENDENCE OF GDP IN SELECTED EUROPEAN COUNTRIES IN THE YEARS 2001–2009

The paper presents the analysis of per capita GDP in the area of eight European countries in the period before and after their accession to the European Union. They are: the Czech Republic, Estonia, Hungary, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia and Slovenia. In particular, the spatial and spatio-temporal tendencies of GDP and the dependence among the values of per capita GDP across the established regions according to the European classification system NUTS-2 are considered. The changes in time of the dependence are analyzed as well. In the investigation the ideas of spatial and spatio-temporal trends and spatial autocorrelation were used. Additionally some econometric space-time autoregressive model was specified and verified. The concept of β-convergence of NUTS-2 regions of the investigated countries in the context of spatial connections was analyzed. The data relating to the established regions was taken from the database released by Eurostat.