

Janusz Korol

Uniwersytet Szczeciński

EKONOMETRYCZNE MODELOWANIE REGIONALNEGO WZROSTU GOSPODARCZEGO OPARTEGO NA WIEDZY

1. Wstęp

Podstawowym elementem teorii wzrostu endogenicznego i modeli precyzujących te teorie jest pojęcie „gospodarka oparta na wiedzy” (*knowledge economy*). Inwestycje w wiedzę definiowane są jako wydatki na edukację (w szczególności na szkolnictwo wyższe), na badania i rozwój (B+R) oraz na *software*. Wiedza naukowa i nakłady na wiedzę są jednym z czynników produkcji i oddziałują na wzrost gospodarczy w wyniku ich akumulacji. Nagromadzona wiedza naukowa to skumulowane wyniki badań naukowych (B+R) oraz poziom społeczeństwa wyrażony przez osiągnięty poziom wykształcenia.

Celem podjętego badania jest ocena wpływu nakładów na rozwój i jego komponenty, takie jak nakłady na środki trwałe, nakłady na B+R oraz ich relacje do PKB, jako czynnika różnicującego wzrost gospodarczy poszczególnych regionów Polski¹.

Badanie obejmuje dwa etapy:

- charakterystykę przestrzennego zróżnicowania skłonności do rozwoju regionów;
- ocenę wpływu działalności badawczo-rozwojowej na wzrost gospodarczy regionów.

W zakresie oceny zróżnicowania działalności badawczo-rozwojowej wykorzystano miernik nazwany taksonomiczną miarą skłonności do rozwoju (opartego na wiedzy), zbudowany na koncepcji uogólnionej miary odległości (GDM). W drugiej części badania oszacowano podażowe modele wzrostu regionalnego dla danych panelowych, stosując równania z efektami stałymi (FE) i losowymi (RE) oraz dokonując wszechstronnej weryfikacji na podstawie procedur programu R.

W opisie gospodarki opartej na wiedzy występują dwa główne podejścia metodologiczne²:

- prezentacja wielu wskaźników i kroków w kierunku zbudowania jednego wskaźnika opisującego GOW,

¹ Interesujące badania z tego zakresu o charakterze opisowo-statystycznym zostały przedstawione w pracach: [Chojnicki, Czyż 2006; *Konkurencyjność Polski...*2008; *Wiedza a wzrost...* 2003].

² Już od kilku lat Główny Urząd Statystyczny rozwija i udoskonala system badań statystycznych z zakresu innowacji i nauki, dostosowując go do zaleceń OECD i Unii Europejskiej. Corocznie GUS wydaje publikacje pn. *Nauka i technika*. Tam też zdefiniowane są podstawowe kategorie związane z GOW.

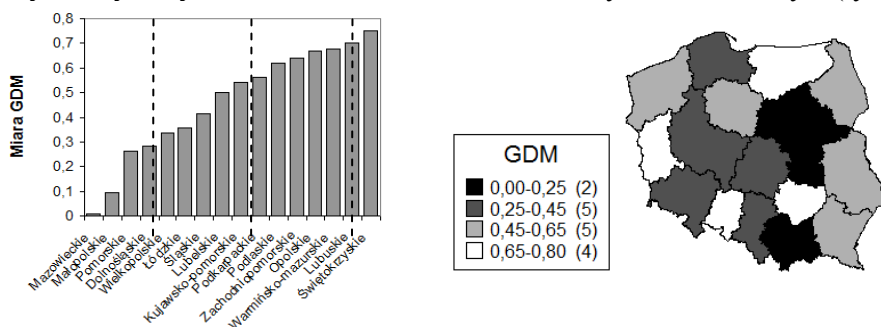
- prezentacja udziału sektorów gospodarki opartej na wiedzy i wysoko wykwalifikowanej siły roboczej w PKB.

Podstawową kategorią stosowaną w badaniach statystycznych B+R są nakłady wewnętrzne na tę działalność. Są to nakłady poniesione na prace B+R w jednostce sprawozdawczej i w roku sprawozdawczym niezależnie od źródła pochodzenia nakładów. Obejmują one nakłady zarówno bieżące, jak i inwestycyjne na środki trwałe związane z działalnością B+R, lecz nie obejmują amortyzacji tych środków. Do ustalenia faktycznego zatrudnienia w działalności B+R jako jednostki przeliczeniowe wykorzystuje się ekwiwalenty pełnego czasu pracy. Przez pojęcie pracowników naukowo-badawczych rozumie się przy tym specjalistów zajmujących się pracą koncepcyjną i tworzeniem nowej wiedzy, wyrobów, usług, procesów metod i systemów, a także kierowaniem projektami badawczymi związanymi z realizacją tych zadań.

Nakłady na działalność innowacyjną obejmują: nakłady na prace badawcze i rozwojowe (B+R) wykonane przez własne zaplecze badawcze przedsiębiorstw, jak również nabyte od innych jednostek. Przedsiębiorstwo innowacyjne to przedsiębiorstwo, które w badanym okresie (najczęściej trzyletnim) wprowadziło na rynek przynajmniej jedną innowację techniczną (nowy lub istotnie ulepszony produkt bądź nowy lub znacznie ulepszony proces technologiczny).

2. Zróżnicowanie działalności badawczo-rozwojowej w regionach

Do oceny zróżnicowania poziomu działalności badawczo-rozwojowej wykorzystano 8 zmiennych diagnostycznych; ich podstawowe charakterystyki przedstawiono w tab. 1. Na podstawie tych wskaźników zbudowano taksonomiczny miernik, który nazwano miarą skłonności do rozwoju regionów, wykorzystujący formułę uogólnionej odległości od wzorca [Walesiak 2006]³. Miarę obliczono dla każdego roku badanego okresu 1999-2005; jej poziom oraz przestrzenną ilustrację poziomu miary w województwach dla roku 2005 przedstawiono na rys. 1, natomiast zmiany poziomu miary dla wybranych lat 1999-2005 zilustrowano na wykresie radarowym (rys. 2).



Rys. 1. Taksonomiczna miara skłonności do rozwoju za rok 2005

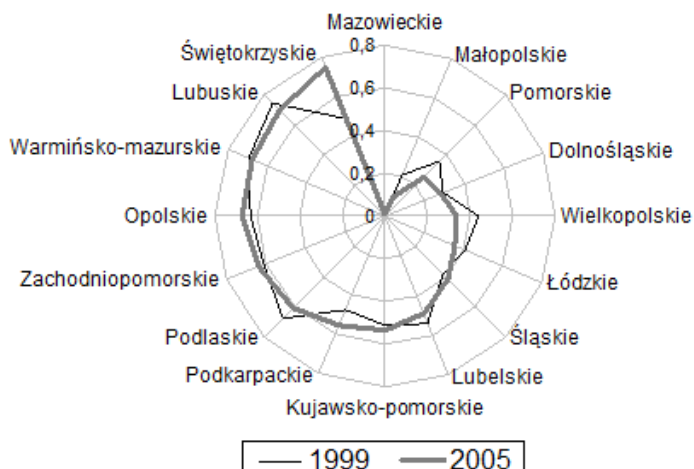
Źródło: opracowanie własne.

³ Wszystkie cechy są stymulantami; jako formułę normalizacji zastosowano przekształcenie ilorazowe.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki zmiennych diagnostycznych

Rok	Poziom minimalny	Poziom maksymalny	Średnia arytmetyczna	Współczynnik zmienności
X1 – liczba jednostek badawczo-rozwojowych na 100 tys. mieszkańców				
1999	0,82 podlaskie	5,12 mazowieckie	2,07	50,02
2005	1,00 zachodniopomorskie	6,20 mazowieckie	2,38	48,73
X2 – zatrudnieni w działalności B+R na tys. osób aktywnych zawodowo				
1999	1,10 lubuskie	12,10 mazowieckie	3,77	70,21
2005	1,30 świętokrzyskie	10,70 mazowieckie	3,63	63,00
X3 – pracownicy naukowo-badawczy na tys. osób aktywnych zawodowo				
1999	0,90 świętokrzyskie	7,30 mazowieckie	2,71	59,10
2005	1,10 świętokrzyskie	8,00 mazowieckie	3,01	58,09
X4 – wartość brutto aparatury naukowo-badawczej w tys. zł na zatrudnionego				
1999	1,70 lubuskie	38,70 śląskie	23,25	41,51
2005	2,30 świętokrzyskie	82,10 dolnośląskie	45,71	52,04
X5 – odsetek nakładów podmiotów gospodarczych na B+R w PKB				
1999	0,044 lubuskie	0,474 świętokrzyskie	0,187	68,79
2005	0,018 warmińsko-mazurskie	0,305 małopolskie	0,116	72,20
X6 – odsetek nakładów na B+R w PKB				
1999	0,12 lubuskie	1,50 mazowieckie	0,50	64,59
2005	0,08 świętokrzyskie	1,10 mazowieckie	0,41	70,15
X7 – nakłady wewnętrzne na B+R w zł na mieszkańca				
1999	18,40 lubuskie	394,3 mazowieckie	87,72	99,24
2005	15,30 świętokrzyskie	450,4 mazowieckie	103,22	98,21
X8 – skumulowane nakłady na B+R w zł na mieszkańca				
2005	177 świętokrzyskie	3244 mazowieckie	717,5	99,36

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z publikacji [Nauka i technika... 2006].



Rys. 2. Zmiany poziomu miary skłonności do rozwoju w latach 1999 i 2005

Źródło: opracowanie własne.

Uzyskane wyniki potwierdzają silne zróżnicowanie skłonności do rozwoju w regionach. Najwyższą skłonność do rozwoju wykazuje region mazowiecki, w którym jest zdecydowanie najwięcej jednostek prowadzących prace badawczo-rozwojowe i najwyższe nakłady ogółem, w tym relatywnie wysokie są one w sektorze przedsiębiorstw. Bardzo korzystnie wypada również region małopolski. W miarę dużą skłonność do rozwoju na tle innych regionów wykazują też regiony: pomorski, dolnośląski, wielkopolski, łódzki i śląski. Słabiej wypadają na ich tle regiony: lubelski, kujawsko-pomorski, podkarpacki, podlaski i zachodniopomorski. Jeszcze niższa skłonność do rozwoju charakteryzuje regiony: opolski, warmińsko-mazurski, lubuski i świętokrzyski. Posiadane zaplecze i niski udział przedsiębiorstw w rozpatrywanej działalności mogą stanowić istotną barierę rozwojową w tych regionach. Podział regionów na grupy według przyjętych przedziałów miary GDM wskazuje także, że większą skłonność do rozwoju wykazują regiony mające silne ośrodki metropolitalne i lepiej rozwinięte gospodarczo, a słabiej wypadają te mniejsze, nieposiadające takich ośrodków.

Zaobserwować można również pewne zmiany w regionach. Najbardziej wzrosła skłonność do rozwoju w regionach: małopolskim, pomorskim i wielkopolskim. Niektóre regiony oddaliły się jednak od wzorca, szczególnie świętokrzyski, w którym znacznie spadł udział nakładów przedsiębiorstw na działalność B+R. Zwiększają się przy tym dysproporcje możliwości rozwojowych regionów, regiony słabsze nie wykazują bowiem na tle innych regionów wzrostu skłonności do rozwoju, natomiast regiony silniejsze przybliżają się do wzorca. Potwierdza to wzrost zróżnicowania miary GDM z 40,4 do 46,6%.

3. Wpływ działalności badawczo-rozwojowej na wzrost gospodarczy w regionach

Na podstawie przeprowadzonych badań poddano ocenie wpływ zmian w działalności badawczo-rozwojowej na wzrost gospodarczy w regionach. W tym celu przeprowadzono analizę związków korelacyjnych między PKB w regionach i rozpatrywanymi w badaniu zmiennymi. Zastosowano również modelowanie regresyjne PKB, włączając do czynników wzrostu, obok zatrudnienia i majątku trwałego, zmienną charakteryzującą sferę B+R w regionach. Okresem badania objęto lata 1999-2005.

Miara taksonomiczna charakteryzująca działalność badawczo-rozwojową okazała się skorelowana z regionalnym PKB na poziomie $r = -0,62$. Regionalne PKB pozostaje w silnej korelacji z większością rozpatrywanych zmiennych diagnostycznych, zwłaszcza ze skumulowanymi nakładami na B+R: $r = 0,83$. Jako zmienną charakteryzującą sferę B+R w regionach do modelu wzrostu PKB wybrano skumulowane nakłady na tę działalność. Pozostałe dwie zmienne objaśniające to przeciętne zatrudnienie i wartość brutto środków trwałych. Wszystkie zmienne przeliczono w stosunku do liczby mieszkańców. Przyjęto następującą hipotezę modelową:

$$\ln PKB_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot \ln ZAT_{it} + \beta_2 \cdot \ln ST_{it} + \beta_3 \cdot \ln BR_{it} + u_{it},$$

gdzie: $i = 1, 2, \dots, N$ – numer obiektu, $t = 1, 2, \dots, T$ – numer okresu.

Tabela 2. Oszacowania wpływu skumulowanych nakładów na B+R na PKB za pomocą MNK*

Okres	2005	2004-2005	2003-2005	2002-2005	2001-2005	2000-2005	1999-2005
Stała	-2,959 (-6,27)	-2,629 (-8,04)	-2,034 (-6,19)	-1,885 (-6,48)	-1,849 (-7,15)	-1,759 (-7,38)	-1,634 (-7,06)
ln ST	0,285 (2,32)	0,345 (3,92)	0,451 (5,24)	0,492 (6,57)	0,548 (8,34)	0,591 (10,15)	0,640 (11,49)
ln ZAT	0,961 (6,27)	0,840 (8,27)	0,614 (6,40)	0,542 (6,73)	0,485 (7,52)	0,427 (7,93)	0,344 (7,10)
ln BR	-0,025 (-1,15)	-0,008 (-0,62)	0,030 (2,45)	0,041 (3,78)	0,048 (4,73)	0,055 (5,61)	0,075 (7,08)
R ²	-	-	0,920	0,911	0,903	0,901	0,897

*Pod ocenami parametrów podano wartości statystyki t .

Źródło: obliczenia własne.

Nakłady na B+R kumulowano dla różnych okresów⁴. Oszacowania parametru modelu MNK zawarto w tab. 3.

Wpływ zmiennej nakłady na B+R na PKB w krótkim okresie okazuje się mało istotny dla kształtowania się regionalnego PKB. Wskazują na to wyniki dotyczące roku 2005 i próby odnoszącej się do okresu 2004-2005. Wpływ ten uwidacznia się, gdy kumuluje się nakłady w okresie co najmniej trzech lat (próba 2003-2005). Wpływ ten ulega zwielokrotnieniu w kolejnych latach. Wyraża to ciągłość inwestycji w nowoczesność gospodarki. Elastyczność PKB względem skumulowanych nakładów na B+R sięga przy tym 0,075. Stwierdzić również można, że zwiększa się w ostatnim okresie wpływ zatrudnienia na PKB, a maleje wpływ środków trwałych na PKB, zwłaszcza w ostatnich dwóch latach. Pamiętać jednak należy, że we wcześniejszych latach wzrost gospodarczy w kraju wynikał ze wzrostu wydajności pracy i że do roku 2002 występował spadek zatrudnienia.

Po włączeniu do rozpatrywanego modelu⁵ efektów stałych (*fixed effect*) równanie jest następujące:

$$\ln PKB_{it} = \alpha_i + \beta_1 \cdot \ln ZAT_{it} + \beta_2 \cdot \ln ST_{it} + \beta_3 \cdot \ln BR_{it} + u_{it},$$

gdzie: α_i – zróżnicowany wyraz wolny dla regionów (efekt indywidualny).

⁴ Za stan początkowy przyjęto nakłady w poczynione w pierwszym rozpatrywanym roku, dodając do nich nakłady w następnych latach.

⁵ Model z efektami stałymi zakłada, że efekty indywidualne α_i nie są przypadkowe i możliwe jest ich oszacowanie. Poszczególne α_i można oszacować MNK jako parametry przy zmiennych zero-jedynkowych. Jeśli jednak T jest bardzo małe, a N duże, to duża liczba zmiennych może spowodować utratę zgodności estymatora. Zastosowanie znajduje wówczas model z efektami losowymi. W modelu z efektami losowymi różnice między obiektami odzwierciedla się przez zróżnicowanie części składnika losowego. Wówczas oszacowaniu podlega poziom dyspersji efektów indywidualnych [Maddala 2006, s. 643-654].

Model z efektami losowymi RE (*random effect*) z kolei przybiera postać:

$$\ln PKB_{it} = \alpha + \beta_1 \cdot \ln ZAT_{it} + \beta_2 \cdot \ln ST_{it} + \beta_3 \cdot \ln BR_{it} + v_{it}, \text{ dla } v_{it} = \alpha_i + u_{it},$$

gdzie: α_i – efekt indywidualny będący częścią składnika losowego, u_{it} – czysty błąd losowy.

W tabeli 3 wyniki uzyskane za pomocą obu estymatorów w porównaniu z wynikami uzyskanymi dzięki MNK.

Tabela 3. Oszacowania wpływu skumulowanych nakładów na B+R na PKB metodami dla danych panelowych

Okres analizy 1999-2005	MNK	FE	RE
Stała	-1,634 (-7,055)	zróznicowana	-1,337 (-4,196)
ln ST	0,640 (11,486)	0,751 (7,833)	0,712 (10,254)
ln ZAT	0,344 (7,104)	0,139 (1,321)	0,230 (4,182)
ln BR	0,075 (7,084)	0,077 (4,464)	0,085 (6,910)
R ²	0,897	0,933*	0,919
Rho			0,541
Theta			0,671
Test Walda		$F = 28,344; p < 0,001$	
Test Breuscha-Pagana			$LM = 157,32; p < 0,001$
Test Hausmana			$H = 1,292; p = 0,731$

*Pomijając efekty indywidualne.

Źródło: obliczenia własne w programie R.

Testy Walda i Breuscha-Pagana⁶ wskazują na występowanie efektów indywidualnych w regionach i istotność ich wariancji. Należy zatem przyjąć, że estymatory FE i RE są właściwszymi niż MNK estymatorami dla analizowanych danych. Spośród nich, jak wskazują wyniki testu Hausmana, efektywniejszy jest estymator RE. Na podstawie oszacowań parametrów tego modelu stwierdzić można, że oddziaływanie nakładów na B+R na PKB może być nawet większe niż to wskazywał estymator MNK.

Elastyczność PKB względem nakładów na B+R wynosić może nawet 0,085. Zauważyć także należy przeszacowaną przez estymator MNK elastyczność PKB względem zatrudnienia. Uzyskane wyniki pozwalają również stwierdzić, że niezmiennie w czasie nieobserwowalne charakterystyki indywidualne regionów odpowiadają za 54,1% (ocena Rho) łącznego błędu losowego. Jedną z takich charakterystyk może być położenie geograficzne regionów, na co wskazują oszacowania indywidualnych parametrów dla regionów w modelu FE. Prowadzi to do modelu przestrzennej autokorelacji, co wymaga dalszych badań.

⁶ Test Walda zakłada, że wszystkie wyrazy wolne dla badanych obiektów są równe, przeciwko założeniu, że są one różne. W praktyce rozstrzyga więc on o wyborze estymatora pomiędzy MNK i FE. Test Breuscha-Pagana jest testem istotności stałości wariancji składnika losowego dla obiektów, rozstrzygający o wyborze estymatora między MNK i RE. Test Hausmana bada występowanie korelacji pomiędzy zmiennymi objaśniającymi a efektami indywidualnymi. Z założenia taką korelację dopuszcza estymator FE, a nie dopuszcza jej estymator RE. Natomiast przy theta = 0 estymator MNK jest szczególnym przypadkiem estymatora RE, a przy theta = 1 estymator FE jest szczególnym przypadkiem estymatora RE.

Literatura

- Chojnicki Z., Czyż T. (2006), *Aspekty regionalne gospodarki opartej na wiedzy*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Gospodarka oparta na wiedzy* (2007), red. W. Welfe, PWE, Warszawa.
- Konkurencyjność Polski w procesie pogłębiania integracji europejskiej i budowy gospodarki opartej na wiedzy* (2008), red. T. Michalski, K. Piech, SGH, Warszawa.
- Maddala G.S. (2006), *Ekonometria*, PWN, Warszawa.
- Nauka i technika* (2006), GUS, Warszawa.
- Walesiak M. (2006), *Uogólniona miara odległości w statystycznej analizie wielowymiarowej*, AE, Wrocław.
- Wiedza a wzrost gospodarczy* (2003), red. L. Zienkowski, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa, s. 15-16.

ECONOMETRIC MODELLING OF KNOWLEDGE-BASED REGIONAL ECONOMIC GROWTH

Summary

The paper presents the results of the research verifying the hypothesis on the spatial diversification of endogenous growth in Polish regions between 1999 and 2005. The research encompasses the characteristics of spatial diversification of the region's tendency to develop and the evaluation of impact of the R&D sphere on the regional economic growth. The taxonomic measure of knowledge-based tendency to develop has been used and supply-based models of regional economic growth have been estimated for the panel data. A broad verification has been carried out according to the *R* software procedures.