

**PRZESTRZENNA ANALIZA STOPY BEZROBOCIA W POLSCE W LATACH  
2004-2008**

**SPATIAL ANALYSIS OF THE UNEMPLOYMENT RATE IN POLAND IN  
2004-2008**

Iwona Müller-Frączek, Michał Bernard Pietrzak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika

muller@econ.umk.pl, pietrzak@umk.pl

Słowa kluczowe:

autoregresyjny model przestrzenny SAR, autokorelacja przestrzenna, stopa bezrobocia

Abstrakt

Celem artykułu jest modelowanie stopy bezrobocia w powiatach Polski w latach 2004 - 2008. Zmienna ta wykazuje dodatnią autokorelację przestrzenną, stąd do jej opisu wykorzystuje się modele przestrzenne. W artykule zastosowano przestrzenny model autoregresyjny (SAR) z przestrzennym trendem liniowym oraz dwiema zmiennymi-przyczynami: wielkością inwestycji na mieszkańca oraz liczbą podmiotów gospodarczych na 10000 mieszkańców. Zbudowano modele dla kolejnych lat od 2004 do 2008 roku. Wszystkie one były ekonomicznie interpretowalne oraz miały prawidłowe własności statystyczne i mogą zostać wykorzystane do dalszych analiz.

Key words:

spatial autoregressive model SAR, spatial autocorrelation, unemployment rate

Abstract:

## Wprowadzenie

Bezrobocie jest jednym z głównych negatywnych zjawisk towarzyszących rozwojowi regionalnemu. Badania nad rozwojem regionalnym, w szczególności dotyczące regionalnych centrów rozwoju leżą w obszarze zainteresowań autorów artykułu. Decydenci poszukują narzędzi, które pomogą im skutecznie walczyć z lokalnymi problemami, w tym z bezrobociem. Metody ilościowe mogą wspomóc podejmowanie przez nich decyzji. Potrzebne są więc modele, które dobrze oddadzą charakter zjawiska bezrobocia, m.in. obserwowaną zależność przestrzenną. Stąd podjęta próba wykorzystania w celu opisu stopy bezrobocia modelu przestrzennego z autozależnościami zmiennej objaśnianej. Do analiz wybrano model przyczynowo-skutkowy z przestrzenną częścią autoregresyjną (SAR). Mała dostępność materiału statystycznego ogranicza jednak szczegółowość badania pod względem przestrzennym (powiaty) jak i czasowym (2004 r.) oraz przy poszukiwaniu zmiennych-przyczyn.

## Metodologia

Model klasycznej regresji liniowej może zostać uogólniony tak, by przy jego użyciu możliwe było uwzględnienie zależności przestrzennych, charakterystycznych dla wielu zjawisk ekonomicznych. Jedną z możliwości jest uwzględnienie w modelu opóźnień przestrzennych zmiennej objaśnianej, które opisują uśredniony wpływ sąsiadów na obserwację w danym punkcie przestrzeni. Model taki, zwany autoregresyjnym modelem przestrzennym SAR (spatial autoregressive model), określają wzory (por. [1]):

$$Y = \rho WY + \beta X + \varepsilon, \quad (1)$$

$$Y = (I - \rho W)^{-1} \beta X + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon, \quad (2)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I), \quad (3)$$

gdzie  $W$  jest ustaloną z góry macierzą sąsiedztwa, a parametr autoregresji przestrzennej  $\rho$  odzwierciedla siłę powiązań między obserwacjami zmiennej objaśnianej w różnych lokalizacjach. Proces  $\varepsilon$  jest w modelach tego typu nazywany *szumem przestrzennym*.

Podstawowy model SAR można rozszerzyć o trend przestrzenny, który charakteryzuje ogólną tendencję badanego zjawiska. Tego typu model został wykorzystany w artykule.

## Wyniki empiryczne

W tabeli 1 zamieszczono zmienne, wykorzystane do modelowania stopy bezrobocia. Spośród wszystkich rozważanych zmiennych ekonomicznych związanych ze zjawiskiem bezrobocia tylko one okazały się istotne statystycznie. Każda ze zmiennych składała się z 379 obserwacji w przestrzeni, tylu ile jest powiatów w Polsce.

TAB. 1. Zmienne wykorzystane do modelowania bezrobocia.

ZMIENNA	OZNACZENIE
Stopa bezrobocia (%)	Y
Inwestycje na mieszkańca (1000 zł)	X <sub>1</sub>
Liczba podmiotów gospodarczych na 10 000 mieszkańców	X <sub>2</sub>

Wcześniejsze badania autorów (por. [2]) wykazały zasadność używania modeli przestrzennych w analizach stopy bezrobocia. Zjawisko to charakteryzuje się wyraźnymi zależnościami pomiędzy poszczególnymi jednostkami terytorialnymi oraz globalną tendencją przestrzenną. Dla poszczególnych lat 2004-2008 skonstruowano więc 5 teoretycznych modeli typu SAR z trendem przestrzennym. W oparciu o dane statystyczne zaczerpnięte ze strony internetowej [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) wyestymowano parametry tych modeli. Dla wszystkich badanych lat istotne okazały się tylko współczynniki przy trendzie pierwszego rzędu, stąd ostateczne wersje modeli dla stopy bezrobocia w powiatach Polski przyjęły postać:

$$Y = \rho WY + \gamma_{00} + \gamma_{10}x + \gamma_{01}y + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (4)$$

gdzie proces  $\varepsilon$  jest szumem przestrzennym. Przestrzenna macierz wag  $W$  w powyższym modelu charakteryzuje geograficzne sąsiedztwo pierwszego rzędu powiatów Polski w sensie wspólnej granicy. Zmienne przy trendzie  $x$ ,  $y$  są natomiast współrzędnymi geograficznymi środków ciężkości powiatów.

W tabeli 2 zestawiono wyniki estymacji parametrów modeli SAR z liniowymi trendami przestrzennymi dla kolejnych lat od 2004 do 2008. Przyjęto oznaczenia zgodnie ze wzorem (4).

**TAB. 2. Parametry modeli SAR dla stopy bezrobocia w powiatach Polski w latach 2004-2008.**

PARAMETR \ ROK		2004	2005	2006	2007	2008
$\rho$	Oceny	0,6623	0,6510	0,6528	0,6397	0,6363
	Statystyka t	167,63	164,41	160,45	152,99	147,57
	p-value	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$
$\gamma_{00}$	Oceny	16,5136	15,6896	13,8977	11,4164	9,8591
	Statystyka t	8,5595	8,5930	8,0575	7,3381	6,7282
	p-value	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$
$\gamma_{10}$	Oceny	0,6144	0,5840	0,4808	0,4204	0,4146
	Statystyka t	3,5280	3,4630	2,9736	2,8250	2,9519
	p-value	0,0004	0,0005	0,0029	0,0047	0,0032
$\gamma_{01}$	Oceny	-0,8354	-0,7319	-0,6237	-0,4272	-0,3049
	Statystyka t	-4,9554	-4,5221	-3,9761	-2,9341	-2,2029
	p-value	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	0,0001	0,0033	0,0276
$\beta_1$	Oceny	-1,2012	-1,2727	-1,0681	-0,6773	-0,4878
	Statystyka t	-6,2081	-7,1759	-6,8945	-6,1520	-5,5936
	p-value	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$
$\beta_2$	Oceny	-0,7266	-0,6686	-0,5896	-0,5533	-0,5282
	Statystyka t	-6,4142	-6,2032	-5,5014	-5,5726	-5,7184
	p-value	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$	$\approx 0,0000$

Ekonomiczna interpretacja parametrów otrzymanych modeli oraz własności statystyczne modeli są prawidłowe.

Dla wszystkich badanych lat otrzymano ujemne współczynniki przy zmiennych objaśniających ( $\beta_1, \beta_2$ ), co odzwierciedla korzystny wpływ wzrostu inwestycji oraz ilości podmiotów gospodarczych na spadek stopy bezrobocia w powiatach. Jednak da się zauważyć, że w miarę upływu lat wpływ obu czynników maleje, szczególnie zmalało znaczenie inwestycji.

Zależność przestrzenna między stopą bezrobocia obserwowaną w różnych powiatach Polski ( $\rho$ ) jest silna i wydaje się być stabilna w czasie.

Trend liniowy odzwierciedlający główną tendencję zjawiska w przestrzeni zmienia się w czasie, jednak stałe są znaki współczynników przy współrzędnych  $x$  i  $y$  ( $\gamma_{10}, \gamma_{01}$ ), co oznacza, że podstawowy przestrzenny charakter stopy bezrobocia się nie zmienia - maleje na północ i rośnie na wschód.

W badanym okresie zmniejsza się natomiast stała przy trendzie ( $\gamma_{00}$ ) co oznacza, że globalnie stopa bezrobocia jest coraz niższa. Ponadto nachylenie płaszczyzny trendu, wyznaczone przez wartości  $\gamma_{10}$ , i  $\gamma_{01}$  staje się coraz mniej strome, maleją więc dysproporcje stopy bezrobocia pomiędzy poszczególnymi powiatami.

Statystyczną jakość powstałych modeli zbadano obliczając odpowiednie charakterystyki dla reszt. Były to: wartość współczynnika determinacji, wartość globalnej statystyki Morana oraz ocena jej istotności. Wartości wymienionych charakterystyk zostały przedstawione w tabeli 2. Wszystkie one świadczą o dobrym dopasowaniu modeli do danych statystycznych.

**TAB. 3. Własności reszt modeli SAR dla stopy bezrobocia w powiatach Polski w latach 2004-2008.**

WŁASNOŚĆ \ ROK	2004	2005	2006	2007	2008
$R^2$	0,64	0,63	0,6	0,57	0,55
$I$	0,0318	0,0279	0,0362	0,0133	-0,0034
$(I-E(I))/S(I)$	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026
p-value	0,1565	0,1854	0,1275	0,3199	0,5091

## Podsumowanie

Modele zaproponowane w artykule do opisu stopy bezrobocia na poziomie powiatów w Polsce wykazały dobre własności statystyczne oraz prawidłową interpretowalność w sensie ekonomicznym. Zwiększenie poziomu inwestycji lub liczby podmiotów gospodarczych przypadających na mieszkańca ma pozytywny wpływ na spadek stopy bezrobocia. Modele przestrzenne mogą stać się narzędziem analiz jak i stanowić trzon modeli bardziej rozwiniętych np. przez uwzględnienie opóźnień czasowych w zmiennych objaśniających.

Zaobserwowane podobieństwo modeli dla poszczególnych lat od 2004 do 2008 świadczy o możliwości budowy wartościowego modelu przestrzenno-czasowego, co będzie stanowiło dalszy etap badań autorów.

## Literatura:

- [1] Arbia J., Spatial econometrics. Statistical Foundation and Application to Regional Convergence, 2006, Springer, ISBN 13978-3-540-32304-4
- [2] LE SAGE, J.P., PACE, R.P. *Introduction to Spatial Econometrics*, 2009, CRC Press, ISBN 142006424X
- [3] MÜLLER-FRĄCZEK, I., PIETRZAK, M. B. Analiza stopy bezrobocia w Polsce z wykorzystaniem przestrzennego modelu MESS, *Folia Oeconomica*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, w druku
- [4] SUCHECKI, B, *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, C.H. Beck Wydawnictwo Polska, ISBN 9788325511227
- [5] SZULC, E. *Ekonometryczna analiza wielowymiarowych procesów gospodarczych*, 2007, Wydawnictwo UMK, Toruń, ISBN 9788323121251

dr Iwona Müller-Frączek, dr Michał Bernard Pietrzak

Uniwersytet Mikołaja Kopernika

ul. Gagarina 13 a

87-100 Toruń