

# Zastosowanie modelowania miękkiego do analizy poziomego zrównoważonego rozwoju województw Polski

Ewa Roszkowska, Elżbieta Misiewicz, Renata Karwowska  
Uniwersytet w Białymstoku Wydział Ekonomii i Zarządzania

# Plan wystąpienia

---

- ▶ Koncepcja zrównoważonego rozwoju
- ▶ Metodologia badania
- ▶ Model miękkiej ZR. Wyniki.
- ▶ Metoda TOPSIS ZR. Wyniki.
- ▶ Analiza porównawcza wyników klasyfikacji.
- ▶ Wnioski.

# Cel prezentacji

---

Celem prezentacji jest analiza porównawcza poziomu zrównoważonego rozwoju (ZR) województw Polski z wykorzystaniem modelowania miękkiego oraz metody taksonomicznej TOPSIS opartej na wzorcu i antywzorcu rozwoju.

W opracowaniu zostały wykorzystane dane statystyczne dotyczące województw Polski za rok 2010 publikowane przez GUS.

# Koncepcja zrównoważonego rozwoju

---

- ▶ Koncepcja rozwoju zrównoważonego zakłada bezpośrednią relację między ładem gospodarczym, środowiskowym oraz społecznym, a harmonijny rozwój polega na zachowaniu równowagi między nimi.
- ▶ Ocena poziomu zrównoważonego w praktyce głównie oparta jest na monitorowaniu odpowiednio dobranych wskaźników indywidualnych opisujących społeczną, gospodarczą oraz środowiskową sferę zrównoważonego rozwoju.

# Dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce – kryteria merytoryczne

---

Na podstawie dostępnych danych zaproponowano zbiór potencjalnych cech diagnostycznych ZR, z podziałem trzy łady z uwzględnieniem reprezentacji obszarów tematycznych.

- Ład społeczny (LS): zmiany demograficzne, zdrowie publiczne, integracja społeczna, edukacja, dostęp do rynku pracy, bezpieczeństwo publiczne, zrównoważone wzorce konsumpcji.
- Ład gospodarczy (LG): rozwój gospodarczy, zatrudnienie, innowacyjność, transport, zrównoważone wzorce produkcji.
- Ład środowiskowy (LSR): zmiany klimatu, energia, ochrona powietrza, zasoby słodkiej wody, użytkowanie gruntów, bioróżnorodność, gospodarka odpadami.
- *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski (2011), GUS, US w Katowicach*

# Dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce – kryteria statystyczne

---

## Kryteria:

- ▶ uniwersalność (wskaźniki posiadają uznaną powszechnie wagę i znaczenie),
  - ▶ porównywalność (indykatory przedstawione zostały w postaci wskaźników natężenia),
  - ▶ zróżnicowanie (współczynnik zmienności jest większy od 10%).
- ▶ Ze zbioru 57 wskaźników reprezentujących wszystkie łady, na podstawie przesłanek merytorycznych i statystycznych wybrano 31. Po analizie macierzy korelacji oraz z uwagi na ograniczenia wynikające z modelowania miękkiego, liczba wskaźników nie może przekroczyć liczby obiektów (województw), do budowy modelu miękkiego wybrano 15 wskaźników.

# Wskaźniki

---

## ▶ ŁAD GOSPODARCZY

Zmienna ukryta	Symbol	Znaczenie
LG- ład gospodarczy	LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego
	LG02	Wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca (w %)
	LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %)
	LG04	Odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo
	LG05	Nakłady na B+R w relacji do PKB (w %)

# Wskaźniki

---

## ▶ ŁAD SPOŁECZNY

Zmienna ukryta	Symbol	Znaczenie
LS- ład społeczny	<b>LS01</b>	Zagrożenie ubóstwem trwałym
	LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł
	LS03	Osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %)
	<b>LS04</b>	Stopa bezrobocia długotrwałego (w %)



# Wskaźniki

---

## ▶ ŁAD ŚRODOWISKOWY

Zmienna ukryta	Symbol	Znaczenie
LSR- ład środowiskowy	LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł
	LSR02	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca
	LSR03	Lesistość (w %)
	<b>LSR04</b>	Zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh

# Wskaźniki

## ▶ ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Zmienna ukryta	Symbol	Znaczenie
ZR- zrównoważony rozwój	LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego
	LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %)
	LG06	Powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa
	LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł
	<b>LS04</b>	Stopa bezrobocia długotrwałego (w %)
	LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł
	LSR02	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca
	LSR05	Odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności

# Modelowane miękkie

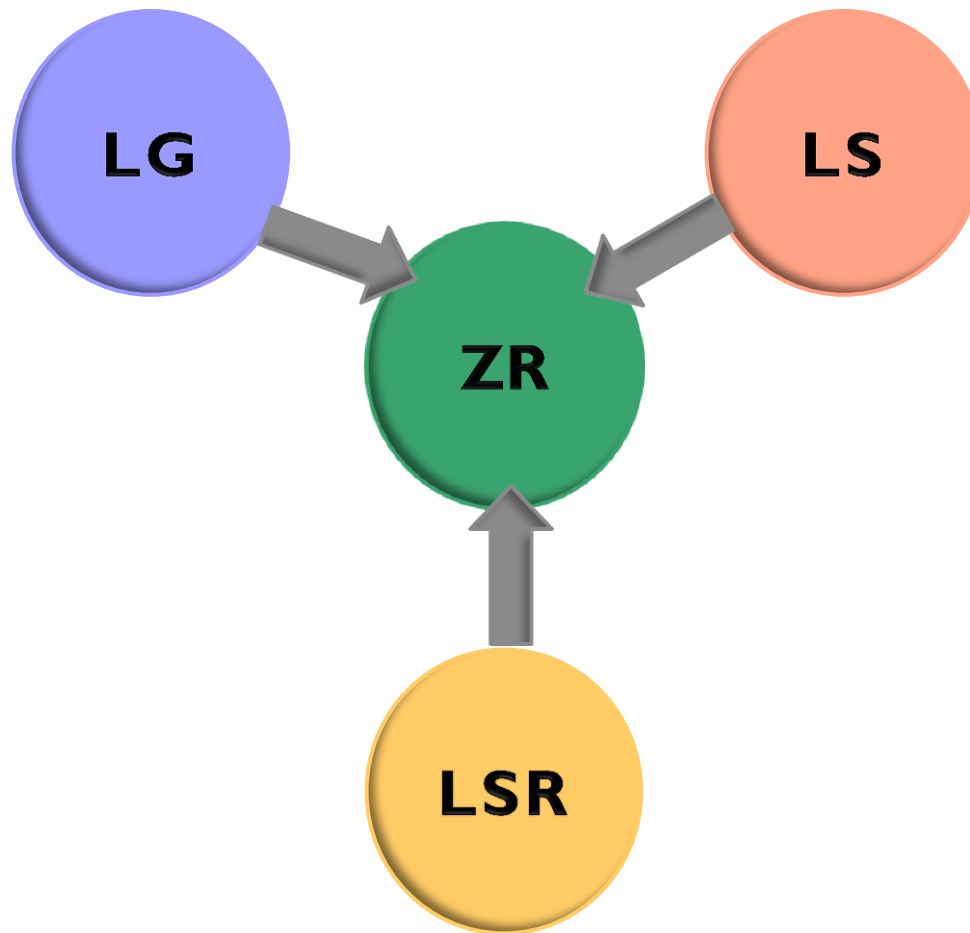
---

Modelowanie miękkie umożliwia badanie powiązań między zmiennymi nieobserwowalnymi.

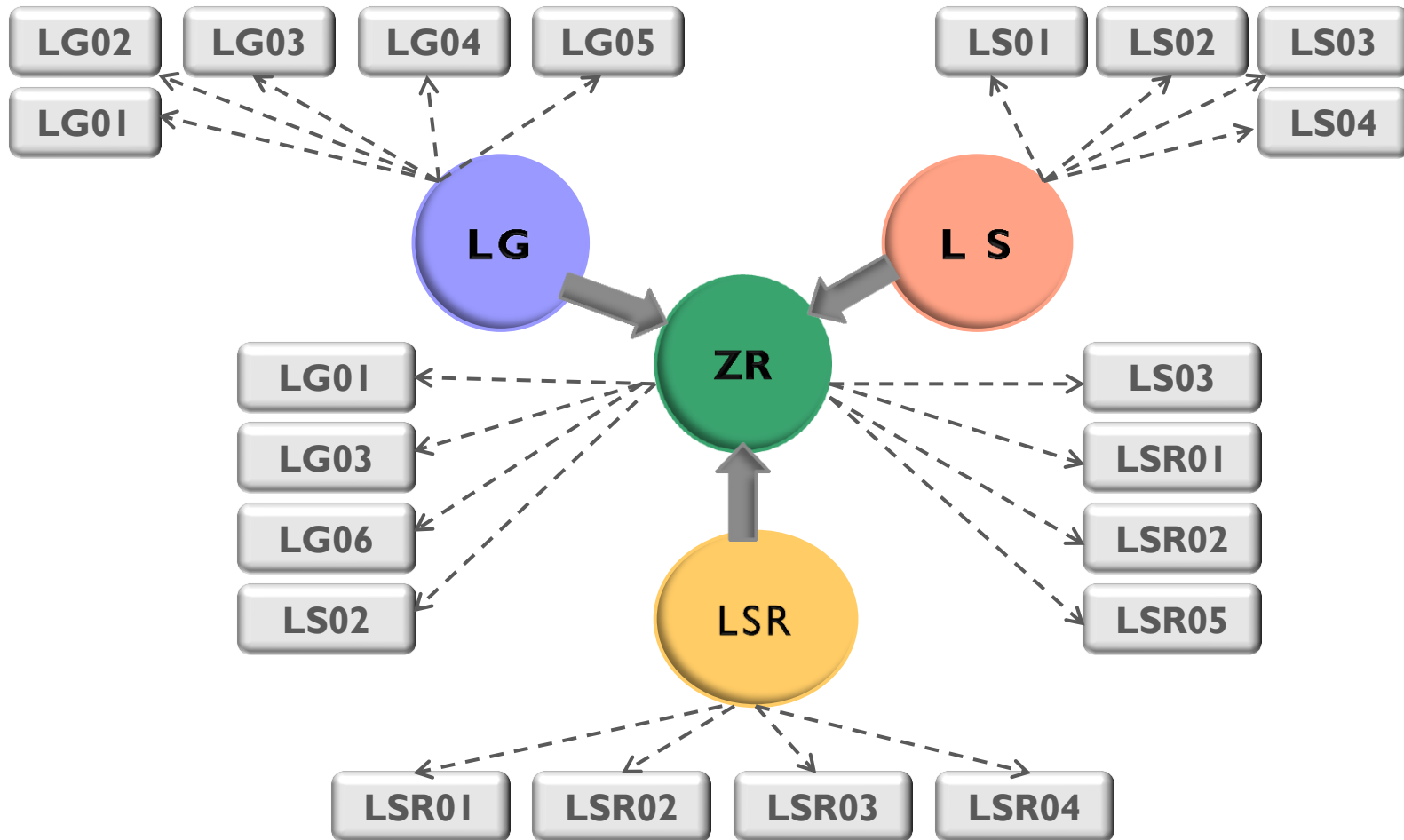
Model składa się z dwóch części: z *modelu wewnętrznego i zewnętrznego*. Parametry modelu miękkiego estymowane są metodą PLS (*partial least squares*), która umożliwia jednoczesne oszacowanie parametrów obydwu modeli.

# Modelowane miękkie-model wewnętrzny

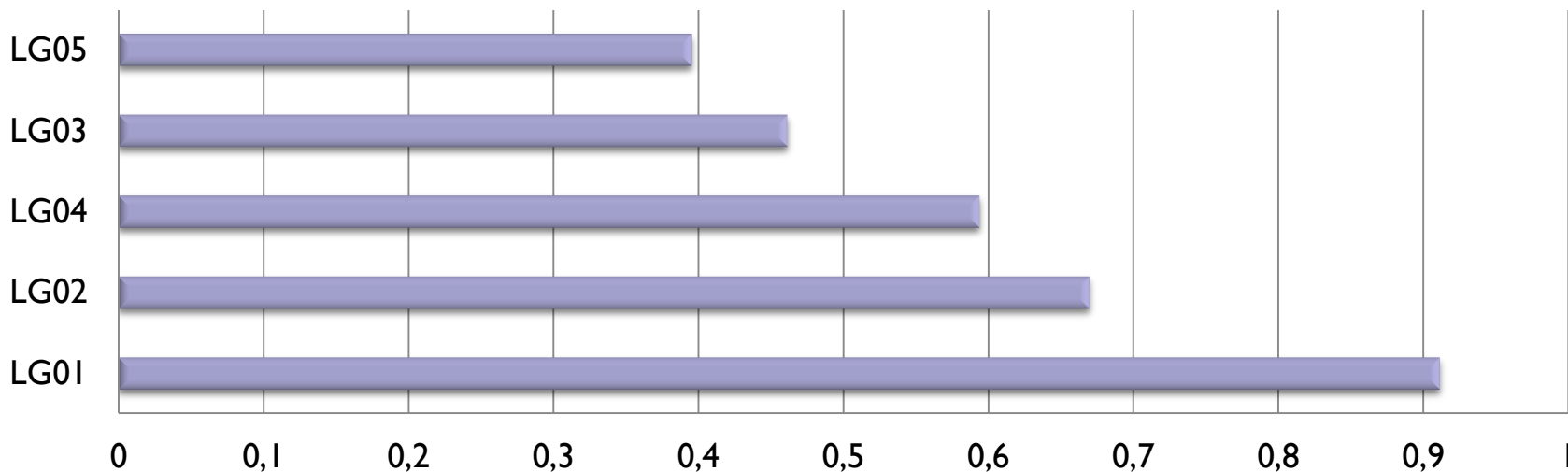
---



# Schemat modelu miękkiego

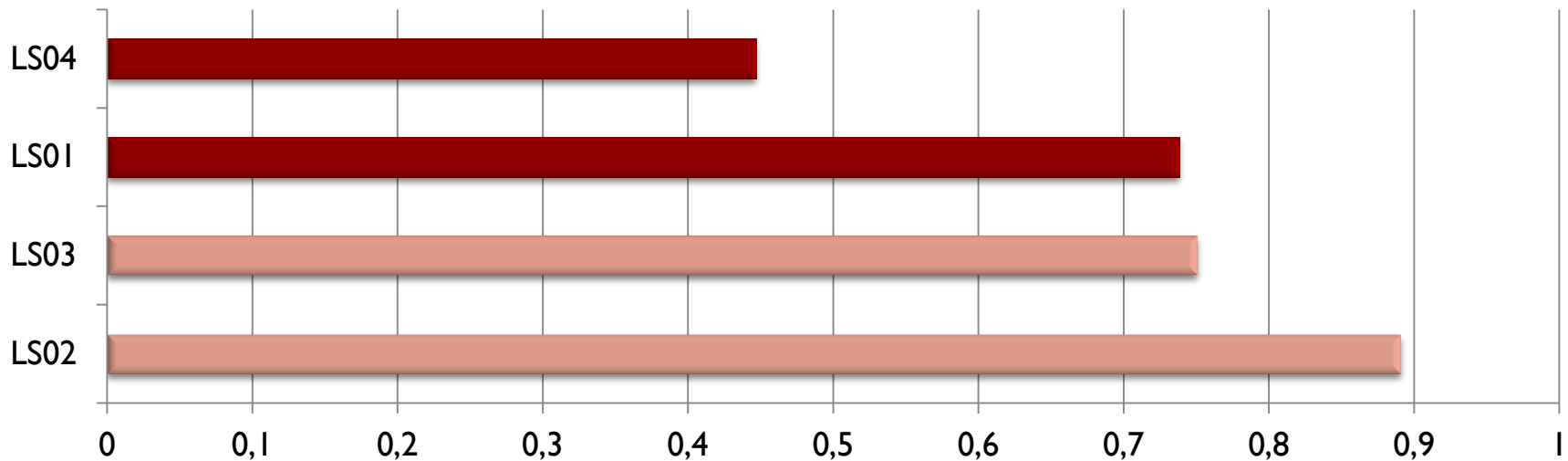


# Ładunki czynnikowe indyktorów zmiennej ukrytej „ład gospodarczy”



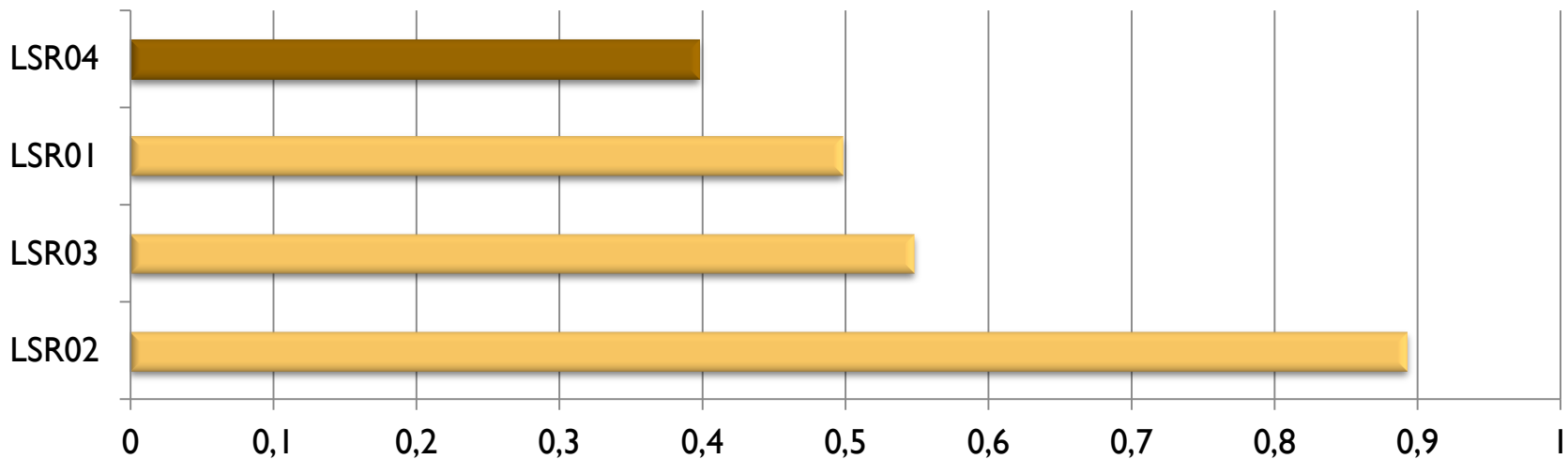
LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego
LG02	Wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca (w %)
LG04	Odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo
LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %)
LG05	Nakłady na B+R w relacji do PKB (w %)

# Ładunki czynnikowe indyktorów zmiennej ukrytej „ład społeczny”



LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł
LS03	Osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %)
LS01	Zagrożenie ubóstwem trwałym
LS04	Stopa bezrobocia długotrwałego (w %)

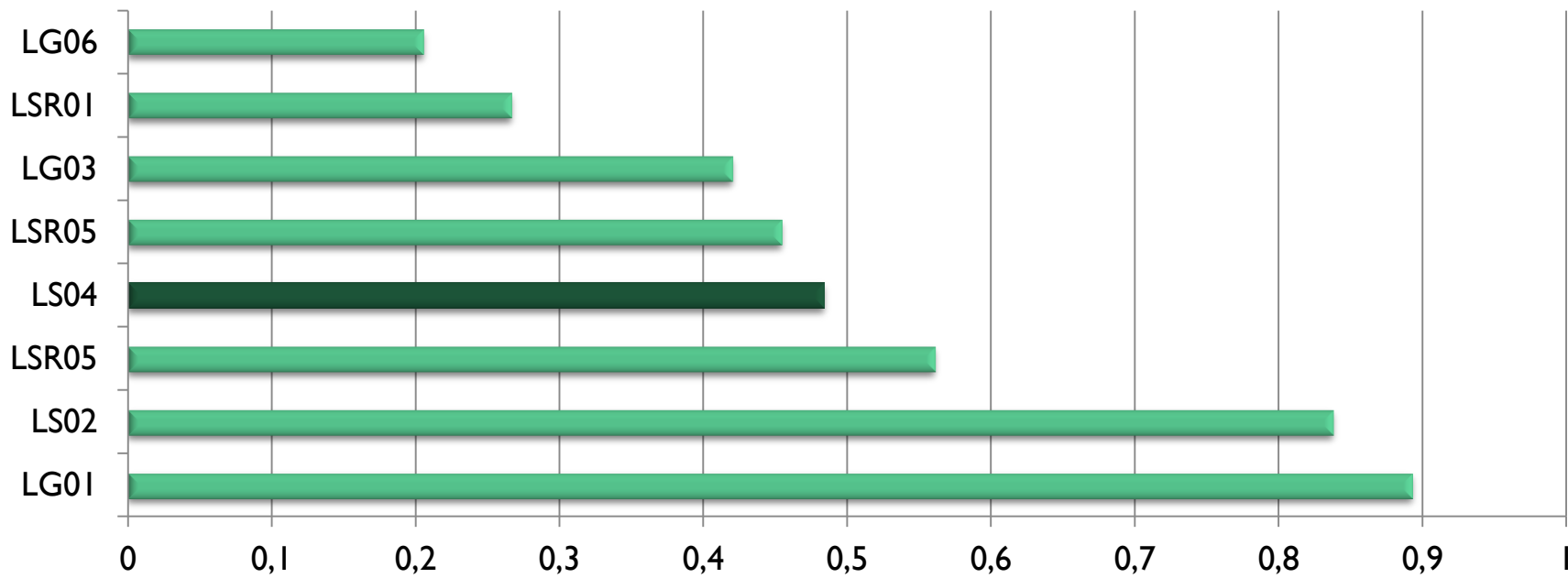
# Ładunki czynnikowe indyktorów zmiennej ukrytej „ład środowiskowy”



LSR02	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca
LSR03	Lesistość (w %)
LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł
LSR04	Zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh



# Ładunki czynnikowe indyktorów zmiennej ukrytej „zrównoważony rozwój”



LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego
LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł
LSR05	Odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności
LS04	Stopa bezrobocia długotrwałego (w %)
LSR05	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca
LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %)
LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł
LG06	Powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa

# Wyniki estymacji modelu wewnętrznego

---

$$\hat{ZR} = 0,3628 \text{ LG} + 0,5186 \text{ LS} + 0,3803 \text{ LSR} + 2,3260$$

(0,0862)(0,1093)(0,0625)(0,4962)

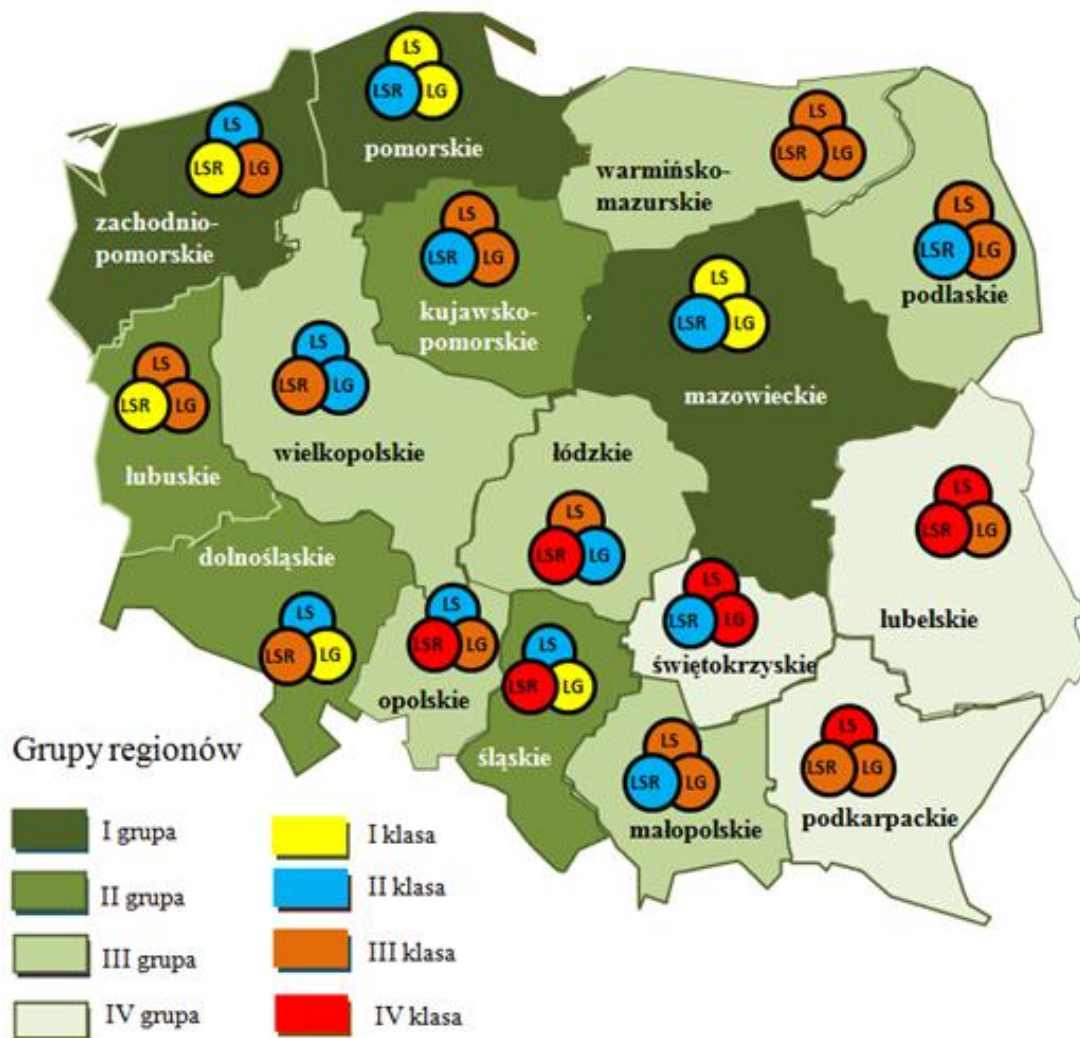
$$R^2 = 0,943$$

Symbol indykatora	Test Stone'a- Gaissera
LG01	0,5035
LG03	0,6769
LG06	0,2179
LS02	0,2841
LS03	0,2796
LSR01	0,9602
LSR02	0,7037
LSR05	0,9686
<b>OGÓLNY</b>	<b>0,476</b>

# Uporządkowanie województw według zmiennych ukrytych

Województwo	LG	LS	LSR	ZR
DOLNOŚLĄSKIE	3	4	9	4
KUJAWSKO-POMORSKIE	7	13	6	7
LUBELSKIE	13	15	14	16
LUBUSKIE	12	10	2	5
ŁÓDZKIE	6	9	13	11
MAŁOPOLSKIE	10	11	7	12
MAZOWIECKIE	1	1	4	1
OPOLSKIE	11	5	16	9
PODKARPACKIE	14	16	11	15
PODLASKIE	16	8	8	13
POMORSKIE	2	2	3	2
ŚLĄSKIE	4	3	15	6
ŚWIĘTOKRZYSKIE	15	14	5	14
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	9	12	10	10
WIELKOPOLSKIE	5	7	12	8
ZACHODNIOPOMORSKIE	8	6	1	3

# Podział województw na grupy według zmiennej ukrytej ZR



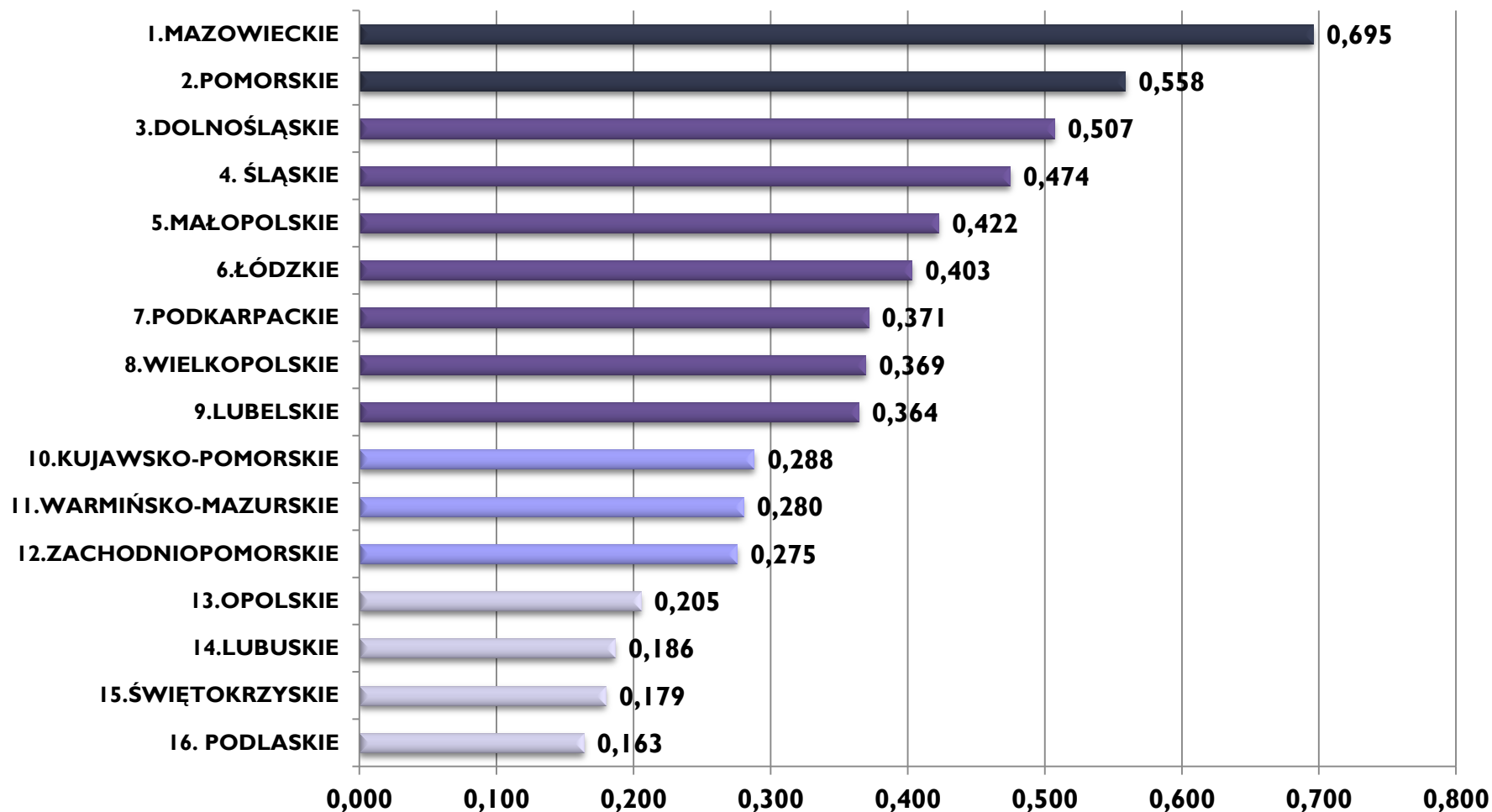
# Metoda TOPSIS

---

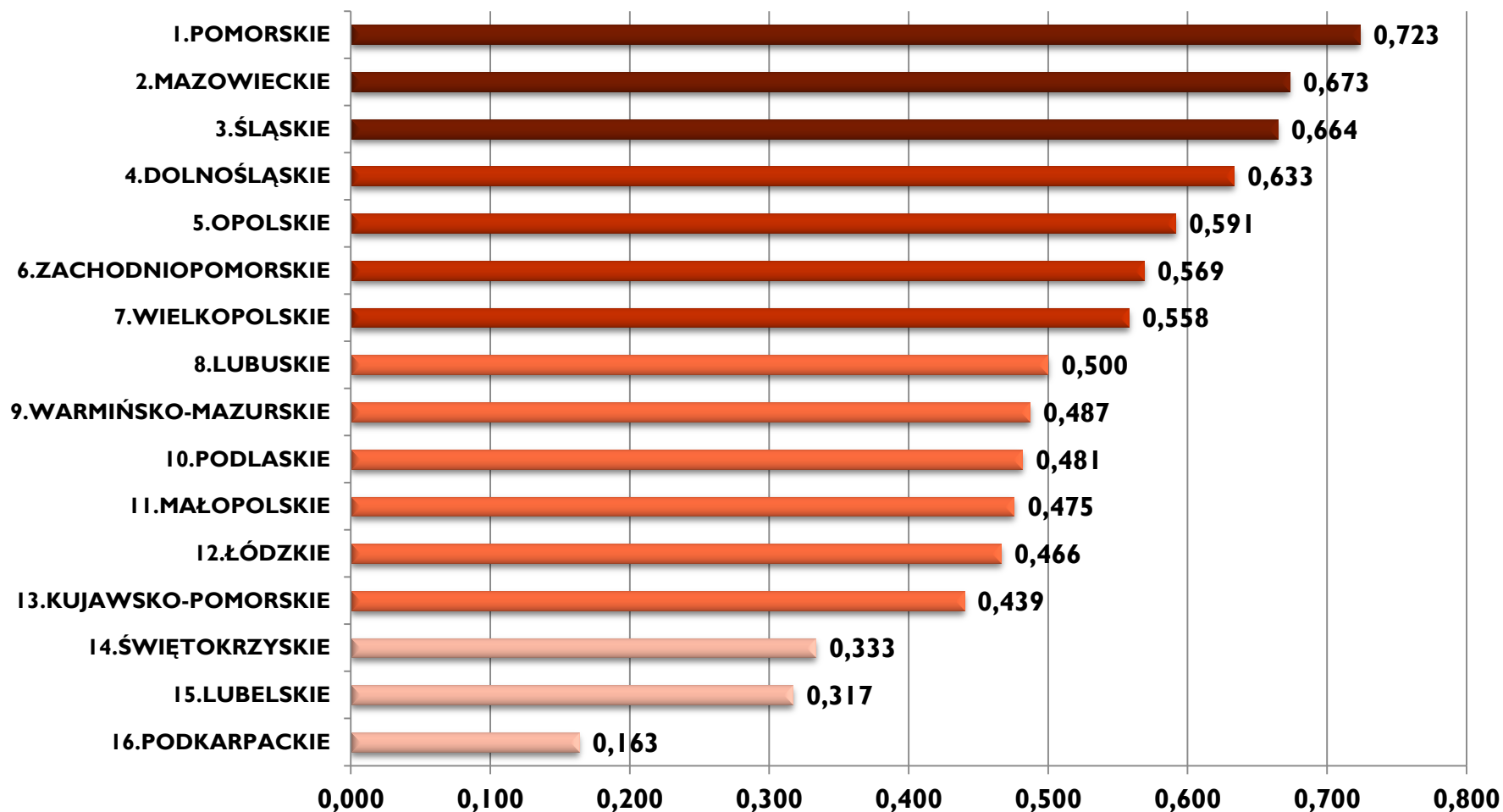
- ▶ Metoda TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) polega na wyznaczeniu odległości każdego obiektu wielocechowego od wzorca i antywzorca rozwoju a następnie liniowym uporządkowaniu tych obiektów.
- ▶ Podstawowym narzędziem były syntetyczne mierniki osiągniętego poziomu zrównoważonego rozwoju ze względu na poszczególne łady dla województw Polski, będące funkcją agregującą wskaźniki zrównoważonego rozwoju.
- ▶ Na podstawie obliczonych wartości mierników syntetycznych wyodrębniono cztery klasy typologiczne województw o różnym stopniu zrównoważonego rozwoju.



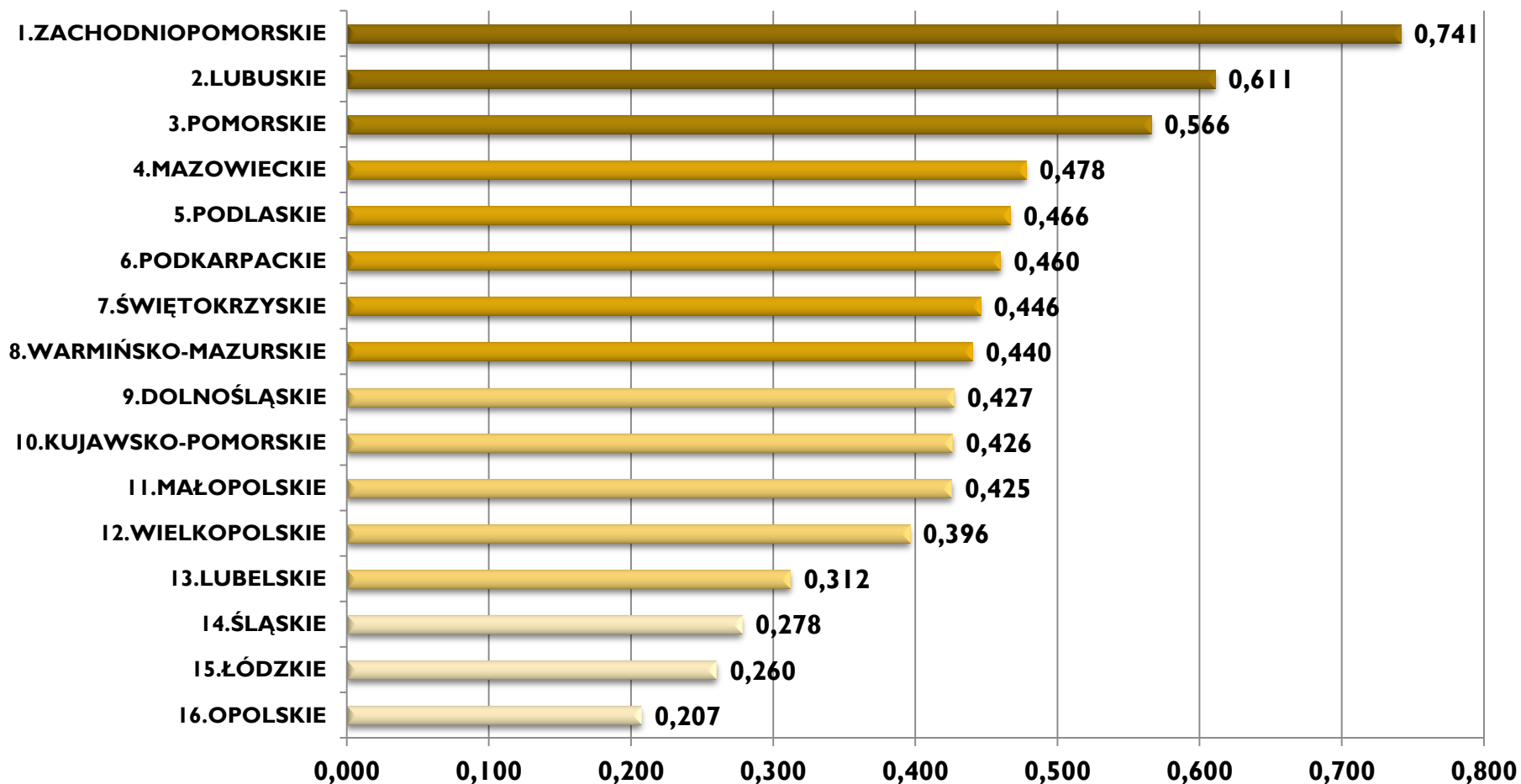
# Wartości syntetycznego miernika „ład gospodarczy” otrzymanego metodą TOPSIS



# Wartości syntetycznego miernika „ład społeczny” otrzymanego metodą TOPSIS

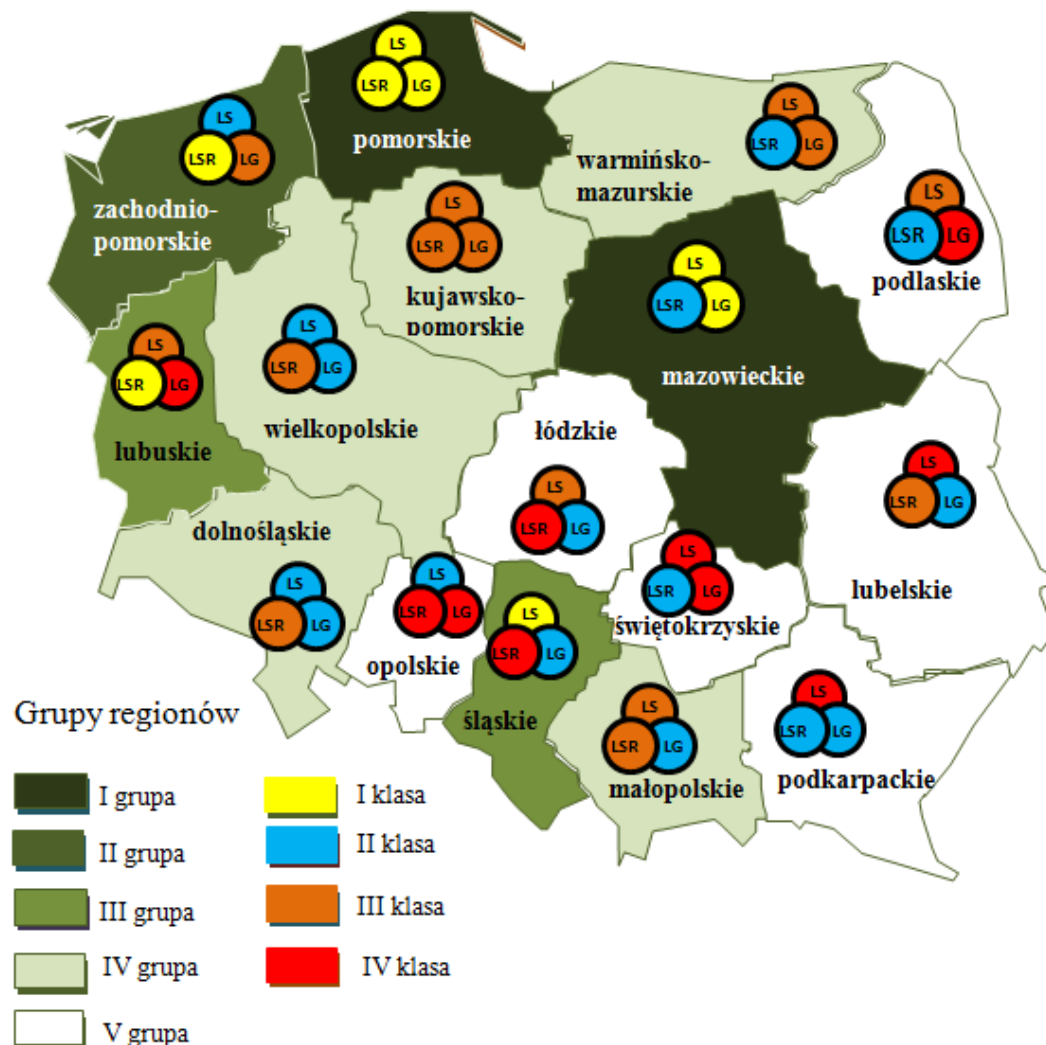


# Wartości syntetycznego miernika „ład środowiskowy” otrzymanego metodą TOPSIS





# Podział województw na grupy według ogólnego poziomu ZR



# Porównanie wyników

Województwo	Modelowanie miękkie			TOPSIS		
	LG	LS	LSR	LG	LS	LSR
DOLNOŚLĄSKIE	3	4	9	3	4	9
KUJAWSKO-POMORSKIE	7	13	6	10	13	10
LUBELSKIE	13	15	14	9	15	13
LUBUSKIE	12	10	2	14	8	2
ŁÓDZKIE	6	9	13	6	12	15
MAŁOPOLSKIE	10	11	7	5	11	11
MAZOWIECKIE	1	1	4	1	2	4
OPOLSKIE	11	5	16	13	5	16
PODKARPACKIE	14	16	11	7	16	6
PODLASKIE	16	8	8	16	10	5
POMORSKIE	2	2	3	2	1	3
ŚLĄSKIE	4	3	15	4	3	14
ŚWIĘTOKRZYSKIE	15	14	5	15	14	7
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	9	12	10	11	9	8
WIELKOPOLSKIE	5	7	12	8	7	12
ZACHODNIOPOMORSKIE	8	6	1	12	6	1

$$RS_{LG}(T,M)=0,80, RS_{LS}(T,M)=0,96, RS_{LSR}(T,M)=0,88$$

# Wnioski

---

- ▶ Skonstruowany model miękkiego zrównoważonego rozwoju prezentuje wpływ sfery gospodarczej, społecznej i środowiskowej na rozwój polskich województw.
- ▶ Wszystkie zmienne nieobserwowalne i obserwowalne zostały zweryfikowane pozytywnie, zarówno pod względem merytorycznym, jak i statystycznym.
- ▶ Najwyższą, dodatnią zależnością korelacyjną ze zmienną ukrytą ZR odznacza się wymiar społeczny, umiarkowaną – wymiar środowiskowy oraz wymiar gospodarczy.

# Wnioski

---

- Zbudowany model zrównoważonego rozwoju pokazuje, które wskaźniki mają najistotniejszy wpływ na trzy analizowane sfery i na integrującą je zmienną ukrytą ZR. Są to zmienne, które świadczą o wysokim potencjale rozwojowym regionu.
- Stosując modelowanie miękkie oraz metodę TOPSIS otrzymano zbliżone rankingi województw ze względu na zrównoważony rozwój w ramach analizowanych wymiarów.
- Wyniki badań pokazują, że województwa różnią się nie tylko ze względu na poziom realizacji koncepcji ZR w ramach każdego z łądów, ale także na charakter relacji między nimi.

# Wnioski

---

- ▶ Ze względu na brak jednej, uznanej metody pomiaru poziomu zrównoważonego rozwoju przeprowadzone badanie może być uznane, co najwyżej za jedną z propozycji w ramach literatury przedmiotu.
- ▶ Syntetyczne mierniki poziomu ładu społecznego, gospodarczego oraz środowiskowego województw są funkcją wielu zmiennych diagnostycznych wziętych do badania, które odzwierciedlają różne obszary tematyczne.
- ▶ Otrzymany wynik jest pewnym kompromisem pomiędzy próbą uzyskania oceny zróżnicowania poziomu województw ze względu na poziom ZR, a słabością niektórych zmiennych diagnostycznych, czy też wyborem metody badania.

# Zastosowanie modelowania miękkiego do analizy poziomego zrównoważonego rozwoju województw Polski

Ewa Roszkowska, Elżbieta Misiewicz, Renata Karwowska  
Uniwersytet w Białymstoku Wydział Ekonomii i Zarządzania