

ROZWÓJ ZRÓWNOWAŻONY MIAST WOJEWÓDZKICH W POLSCE – MODEL MIĘKKI¹

Dorota PERŁO²

1. Wstęp

Teoria zrównoważonego rozwoju zakłada, że rozwój gospodarczy obecnego pokolenia nie powinien odbywać się kosztem wyczerpywania zasobów nieodnawialnych i niszczenia środowiska dla dobra przyszłych pokoleń [van den Berg, Nijkamp 1991 s. 11 – 33]. Podstawowym narzędziem monitoringu zrównoważonego rozwoju są wskaźniki, które pokazują w sposób wymierny istotę tej koncepcji rozwoju [Borys, Fiedor 2008 s. 118]. Większość naukowców klasyfikuje wskaźniki trwałego i zrównoważonego rozwoju według trzech wymiarów: gospodarczego, społecznego oraz środowiskowego [Por. m.in.: Piontek 2001 s. 19; *Raport końcowy...* 2003 s. 19; Śleszyński 2007 s. 11 – 33]. Każdy z wymiarów powinien być analizowany na podstawie odpowiednio dobranego zestawu wskaźników zrównoważonego rozwoju, spełniającego określone kryteria. Kompleksowe badanie wymaga ponadto integracji wszystkich wymiarów zrównoważonego rozwoju, które wskaże siłę zależności pomiędzy nimi, a także odpowie na pytanie, która ze sfer ma najistotniejszy wpływ na zrównoważony rozwój.

Celem referatu jest budowa modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich, badającego zależności między gospodarką, społeczeństwem a środowiskiem, oraz ich wpływ na zrównoważony rozwój.

Model miękki umożliwia badanie powiązań między zmiennymi nieobserwowalnymi, czyli zmiennymi, które nie mają jednoznacznych odpowiedników wśród zmiennych mierzalnych³. Składa się z dwóch części: z modelu wewnętrznego i zewnętrznego. Model miękki jest estymowany metodą PLS (*partial least squares*), która umożliwia jednoczesne oszacowanie parametrów obydwu modeli. W wyniku estymacji, oprócz tych parametrów, otrzymuje się również oszacowania wartości zmiennej ukrytej, które można traktować jako miarę syntetyczną.

¹ Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009 – 2010, jako projekt badawczy: Nr N N111 430137

² Dr Dorota Perło – Wydział Ekonomii i Zarządzania Uniwersytetu w Białymstoku.

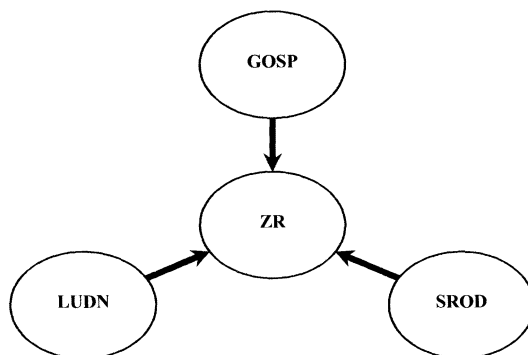
³ Teoretyczne podstawy modelowania miękkiego zawarte są przede wszystkim w publikacjach: [Wold 1980; Rogowski 1990; Perło 2004].

2. Specyfikacja modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich

Do oceny poziomu zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w wymiarach: gospodarczym, społecznym i środowiskowym należy wykorzystać odpowiednio wybrane zespoły wskaźników (indykatorów), które tworzą agregat cech, pozwalający na strukturalny opis złożonych systemów gospodarczych. Poziom zjawisk niemierzalnych może być oszacowany za pomocą metod wielowymiarowej analizy porównawczej, w szczególności metod taksonomicznych [Por. m.in.: Grabiński, Wydymus, Zeliaś 1989; Markowska, Strahl 2009; Młodak 2006]. Jednak metody te nie wskazują zależności między agregatami zmiennych, czyli między trzema analizowanymi sferami i nie pokazują siły ich oddziaływania na zrównoważony rozwój. Jednym ze sposobów wykazania omawianego związku jest budowa odpowiedniego modelu miękkiego.

W ramach artykułu został zbudowany model miękki zrównoważonego rozwoju, na podstawie danych przekrojowych odnoszących się do szesnastu miast wojewódzkich w Polsce, w 2008 r.⁴ Schemat modelu wewnętrznego jest zawarty na rysunku 1.

Rysunek 1. Model wewnętrzny zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w Polsce



Gdzie: ZR – zrównoważony rozwój, GOSP – wymiar gospodarczy, LUDN – wymiar społeczny, SROD – wymiar środowiskowy.

Źródło: Opracowanie własne.

Do analizy wybrano cztery zmienne ukryte: zrównoważony rozwój (ZR), wymiar gospodarczy (GOSP), wymiar społeczny (LUDN), wymiar środowiskowy

⁴ Rok 2008 r. został wybrany do analizy, ponieważ w momencie budowy modeli miękkich dane statystyczne z tego roku były najbardziej aktualne z dostępnych informacji statystycznych.

(SROD). Założono, że na zrównoważony rozwój mają wpływ wszystkie trzy badane sfery. W odniesieniu do zmiennych nieobserwowalnych przyjęto podejście dedukcyjne, które oznacza, że zmienna niemierzalna jest pierwotna w stosunku do zbioru wskaźników. Zatem w modelu występują indykatory odbijające (*reflective indicators*).

3. Dobór wskaźników zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w Polsce

Baza Banku Danych Regionalnych zawiera kilka tysięcy wskaźników zrównoważonego rozwoju. Selekcję dostępnego zbioru i wskazania, które ze wskaźników są najistotniejsze z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju, przeprowadził zespół pod kierownictwem T. Borysa [*Raport końcowy...* 2003 s. 19]. Dla potrzeb budowy modelu wskaźniki te poddano selekcji, otrzymując zbiór 57.

Punktem wyjścia przy doborze wskaźników było sprawdzenie, czy spełnione są odpowiednie własności statystyczne. Dokonując wyboru mierników diagnostycznych, które tworzą agregaty miar syntetycznych, kierowano się kryteriami, takimi jak: uniwersalność, porównywalność, zróżnicowanie, ważność, średnie tempo zmian powyżej 5%⁵, umiarkowana zależność korelacyjna pomiędzy indykatorami (Por.: tabele 1. i 2.), [Hellwig, Siedlecka, Siedlecki 1997 s. 25; Nowak 1990 s. 24 – 28].

Tabela 1. Indykatory zmiennych ukrytych modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w Polsce

Symbol	Indykator	Jednostka miary
G0108	Dochody ogółem budżetów gmin i miast na prawach powiatu	zł/mieszk.
G0208	Podmioty gospodarki narodowej zarejestrowane w rejestrze REGON	jedn. gosp./10 tys. mieszk.
G0308	Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto	zł
G0408	Nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach	zł/mieszk.
G0508	Mieszkania oddane do użytkowania	jedn./tys. mieszk.
L0108	Liczba zameldowań w stosunku do wymeldowań	os./os.
L0208	Liczba stwierdzonych przestępstw gospodarczych	jedn./10 tys. mieszk.
L0308	Stopa bezrobocia	%
L0408	Gęstość zaludnienia	os./km ²
S0108	Zanieczyszczenia pyłowe zatrzymane lub zneutralizowane w urządzeniach do redukcji	t na km ²
S0208	Zanieczyszczenia gazowe zatrzymane lub zneutralizowane w urządzeniach do redukcji	t na km ²

Źródło: Opracowanie własne.

⁵ To kryterium było istotne z punktu widzenia doboru wskaźników wymiaru gospodarczego i społecznego.

Tabela 2. Analiza statystyczna indyktorów zmiennych ukrytych modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w Polsce

Sym- bol	Wskaźniki	Jednostka miary	Wartość średnia	Współczyn- nik zmienności	Wskaź- nik asy- metrii	Wartość mini- malna w 2008 r.	Wartość maksy- malna w 2008 r.
						Miasto	Miasto
G0108	Dochody ogółem budżetów gmin i miast na prawach powiatu	zł/mieszk.	3766	19	2,18	3094 Lublin	6005 Warszawa
G0208	Podmioty gospodarki narodowej zarejestrowane w rejestrze REGON	jedn. gosp./10 tys. mieszk.	1379	17	0,59	1014 Białystok	1897 Warszawa
G0308	Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto	zł	3324	14	1,43	2763 Gorzów Wielko- polski	4505 Warszawa
G0408	Nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach	zł/mieszk.	5512	47	1,48	2785 Gorzów Wielko- polski	12024 Warszawa
G0508	Mieszkania oddane do użytkowania	jedn./tys. mieszk.	6,3	43	0,29	2 Opole	11,2 Warszawa
L0108	Liczba zameldowań w stosunku do wymeldowań	os./os.	0,84	22	0,61	0,59 Bydgoszcz	1,27 Warszawa
L0208	Liczba stwierdzonych przestępstw gospodarczych	jedn./10 tys. mieszk.	52	60	0,96	20 Warszawa	114 Kielce
L0308	Stopa bezrobocia	%	4,6	50	0,67	1,8 Katowice	9,6 Kielce
L0408	Gęstość zaludnienia	os./km ²	2077	26	0,69	1307 Opole	3306 Warszawa
S0108	Zanieczyszczenia pyłowe zatrzymane lub zneutralizowane w urządzeniach do redukcji	t na km ²	369	84	0,8	19 Poznań	983 Opole
S0208	Zanieczyszczenia gazowe zatrzymane lub zneutralizowane w urządzeniach do redukcji	t na km ²	17	238	3,34	0 Opole	159 Gdańsk

Źródło: Opracowanie własne.

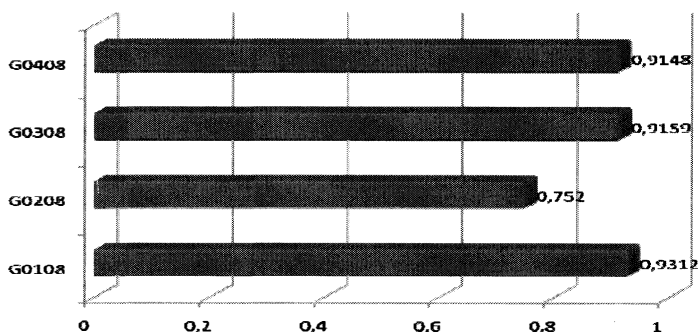
Wybrane zmienne mogą być stymulantami, tzn. ich wysoka wartość powinna informować o lepszej pozycji województwa w rankingu, lub destymulantami, tzn. ich niska wartość powinna informować o lepszej pozycji województwa w rankingu (tabela 1.).

4. Estymacja i weryfikacja modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju regionów

Estymacji poddano model miękki, którego schemat przedstawiono na rysunku 1. Oszacowania parametrów relacji zewnętrznych zmiennych ukrytych: ZR, GOSP, LUDN i SROD przedstawiono w tabeli 3. i na wykresach 1. – 3. Wyniki estymacji wag i ładunków czynnikowych, co do znaku, są zgodne z oczekiwaniami.

Większość indykatorów zrównoważonego rozwoju to stymulanty. Wszystkie indykatory zmiennej ukrytej GOSP są stymulantami, co oznacza, że ich wyższe wartości świadczą o wyższym poziomie rozwoju. Zdecydowanym liderem rozwoju gospodarczego jest Warszawa, która zajmuje pierwsze miejsca w rankingu pod względem wszystkich wskaźników zmiennej ukrytej GOSP i części zmiennej LUDN, a ponadto wartości te są prawie dwukrotnie wyższe od średnich krajowych (por. tabela 2.).

Wykres 1. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych indykatorów zmiennej ukrytej GOSP



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

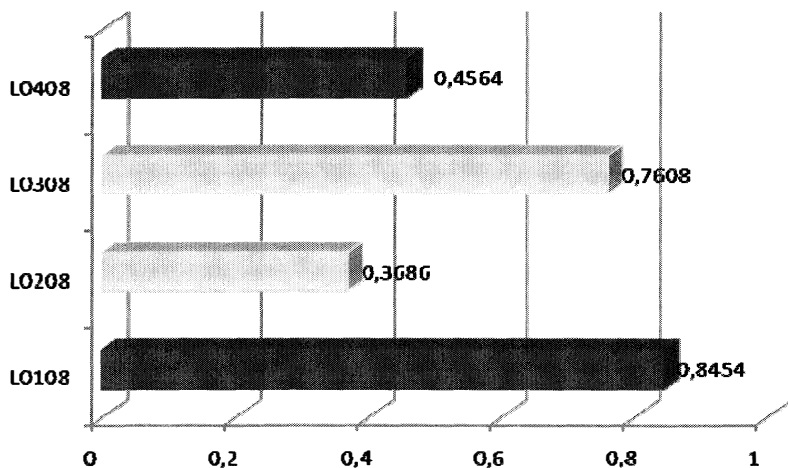
Spośród indykatorów zmiennej ukrytej LUDN stopa bezrobocia oraz liczba stwierdzonych przestępstw są destymulantami, czyli ich niższe wartości świadczą o wyższym poziomie rozwoju. Pozostałe zmienne obserwowalne to stymulanty. Indykatory zmiennej ukrytej SROD są stymulantami.

Tabela 3. Oszacowania parametrów relacji zewnętrznych (metryka standardowa) oraz standardowe błędy szacunku parametrów modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast w Polsce

Zmienna ukryta	Indyktor	Waga	Ładunek czynni- kowy	Współczynnik de- terminacji
		<i>Błąd</i>	<i>Błąd</i>	
GOSP	G0108	0,2915	0,9312	0,8672
		<i>0,0061</i>	<i>0,0014</i>	
	G0208	0,2249	0,7520	0,5655
		<i>0,0061</i>	<i>0,0041</i>	
	G0308	0,3021	0,9159	0,8388
		<i>0,0054</i>	<i>0,0020</i>	
	G0408	0,3091	0,9148	0,8368
		<i>0,0064</i>	<i>0,0023</i>	
LUDN	L0108	0,5073	0,8454	0,7148
		<i>0,0169</i>	<i>0,0091</i>	
	L0208	-0,0866	-0,3686	0,1359
		<i>0,0265</i>	<i>0,0310</i>	
	L0308	-0,5620	-0,7608	0,5788
		<i>0,0238</i>	<i>0,0213</i>	
	L0408	0,2444	0,4564	0,2083
		<i>0,0235</i>	<i>0,0317</i>	
SROD	S0108	0,6323	0,7016	0,4922
		<i>0,0452</i>	<i>0,0411</i>	
	S0208	0,7160	0,7771	0,6039
		<i>0,0422</i>	<i>0,0378</i>	
ZR	G0108	0,1827	0,8661	0,7502
		<i>0,0275</i>	<i>0,1116</i>	
	G0208	0,1366	0,6682	0,4465
		<i>0,0283</i>	<i>0,1277</i>	
	G0308	0,1884	0,8978	0,8061
		<i>0,0243</i>	<i>0,0877</i>	
	G0408	0,1886	0,9186	0,8438
		<i>0,0226</i>	<i>0,0817</i>	
	G0508	0,1287	0,6719	0,4515
		<i>0,0239</i>	<i>0,1071</i>	
	L0108	0,1405	0,6966	0,4852
		<i>0,0288</i>	<i>0,1304</i>	
	L0308	-0,1565	-0,7716	0,5954
		<i>0,0161</i>	<i>0,0622</i>	
	S0108	0,1061	0,4661	0,2173
		<i>0,0260</i>	<i>0,1291</i>	
S0208	0,1016	0,5278	0,2786	
	<i>0,0153</i>	<i>0,0720</i>		

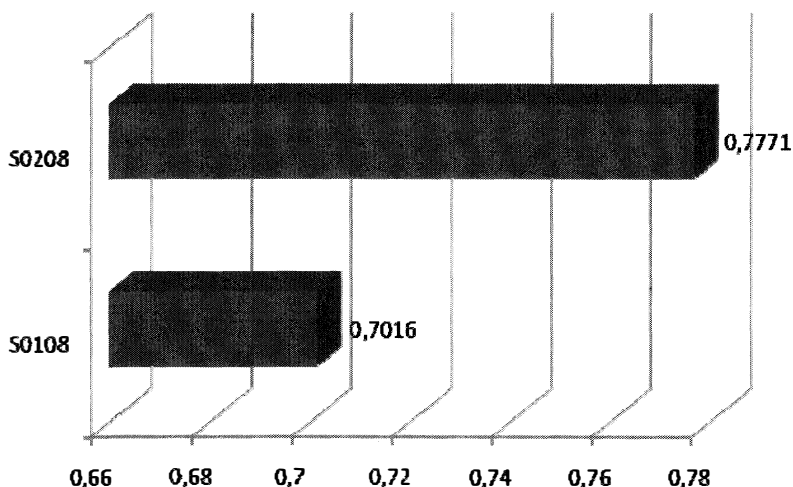
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Wykres 2. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych indyktorów zmiennej ukrytej LUDN



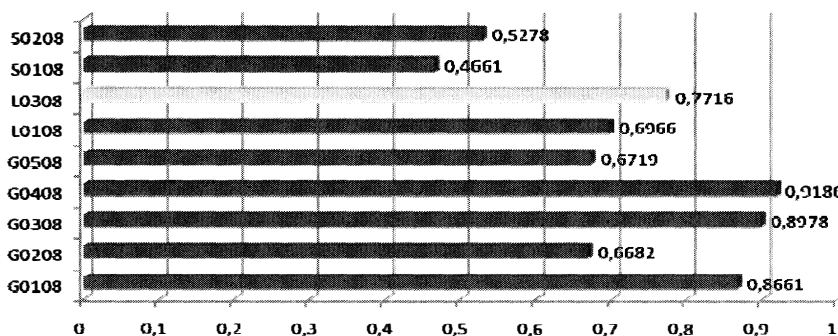
Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Wykres 3. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych indyktorów zmiennej ukrytej SROD



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Wykres 4. Wartości bezwzględne ładunków czynnikowych indyktorów zmiennej ukrytej ZR



Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Z uwagi na zastosowane podejście dedukcyjne, interpretacji wyników podlegają ładunki czynnikowe. Ładunek czynnikowy jest współczynnikiem korelacji pomiędzy oszacowaniem zmiennej ukrytej a jej indykatorem. Na zrównoważony rozwój największy wpływ mają m.in.: nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach (0,9186), przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto (0,8978) oraz dochody ogółem budżetów gmin i miast na prawach powiatu (0,8661). Są to jednocześnie indykatory opisujące wymiar gospodarczy. Znaczący wpływ na zmienną ukrytą ZR posiada również stopa bezrobocia (-0,7716) – destymulanta reprezentująca wymiar społeczny. Natomiast najsłabszą korelacją ze zrównoważonym rozwojem odznaczają się wskaźniki reprezentujące wymiar środowiskowy (przykładowo: S0108 – 0,4661).

Oszacowania parametrów relacji wewnętrznych przedstawiają poniższe równania, przy których (w nawiasach) podano odchylenia standardowe otrzymane przy pomocy cięcia Tuckey’a:

$$ZR = 0,0618 + 0,5958GOSP + 0,3547LUDN + 0,1568SROD$$

$$(0,4011) \quad (0,0710) \quad (0,0526) \quad (0,0440) \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9881$$

Na podstawie wyników estymacji modelu wewnętrznego można stwierdzić, że na zrównoważony rozwój największy wpływ ma wymiar gospodarczy (0,5958), następnie społeczny (0,3547), a najmniejszy środowiskowy (0,1568). Współczynnik determinacji równy 0,9881 oznacza bardzo wysoką jakość analizowanego modelu. Oszacowane parametry przy zmiennych zarówno modelu wewnętrznego, jak i zewnętrznego są statystycznie istotne (reguła „2s”).

Tabela 4. Test Stone'a-Geissera ogólny i dla indyktorów zmiennej ukrytej ZR z modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju miast wojewódzkich w Polsce

Wyszczególnienie	G0108	G0208	G0308	G0408	G0508	L0108	L0308	S0108	S0208	Ogólna wartość
Wartość testu S-G	0,3589	0,2064	0,6453	0,6568	0,298	0,2587	0,5557	0,0758	0,1144	0,6947

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Test Stone'a-Geissera weryfikuje model miękki pod względem jego przydatności do predykcji. Wartość prognostyczna rozważanego modelu jest dość wysoka, co ilustruje ogólny test Stone'a-Geissera dla modelu równy 0,6947 (Por.: tabela 4.).

5. Analiza otrzymanych wyników

Szacując model miękki metodą PLS, otrzymuje się oszacowania wartości zmiennych ukrytych, które nie mają interpretacji merytorycznej, ale można interpretować zmiany ich wartości. Ranking miast wojewódzkich w Polsce, według poziomu zrównoważonego rozwoju przedstawia tabela 5.

Tabela 5. Ranking miast wojewódzkich w Polsce, według poziomu zrównoważonego rozwoju

Miejsce w rankingu	Miasto	Wartość zmiennej ukrytej ZR
1.	Warszawa	2,8947
2.	Gdańsk	1,3554
3.	Katowice	0,5255
4.	Wrocław	0,4927
5.	Kraków	0,4633
6.	Poznań	0,4079
7.	Opole	-0,1117
8.	Olsztyn	-0,1457
9.	Szczecin	-0,3914
10.	Rzeszów	-0,398
11.	Gorzów Wielkopolski	-0,5488
12.	Łódź	-0,7142
13.	Bydgoszcz	-0,7513
14.	Białystok	-0,99
15.	Lublin	-1,0138
16.	Kielce	-1,0745

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Na podstawie wartości syntetycznych zmiennej ukrytej ZR miasta województwa podzielono na cztery grupy. W pierwszej grupie wyodrębniono tylko Warszawę, która odznacza się najwyższym potencjałem ekonomicznym i społecznym.

Tabela 6. Uporządkowanie miast wojewódzkich, według zmiennych ukrytych: GOSP, LUDN i SROD

Miasto	GOSP	LUDN	SROD
Białystok	16	10	8
Bydgoszcz	13	15	7
Gdańsk	2	4	1
Gorzów Wielkopolski	14	9	11
Katowice	4	6	4
Kielce	11	16	14
Kraków	6	2	6
Lublin	15	14	15
Łódź	12	13	5
Olsztyn	10	5	12
Opole	7	12	3
Poznań	3	7	13
Rzeszów	8	8	16
Szczecin	9	11	10
Warszawa	1	1	2
Wrocław	5	3	9

Źródło: Opracowanie własne na podstawie wyników modelu.

Do drugiej grupy należą miasta wojewódzkie, które zajęły pozycje od 2. do 6. w rankingu pod względem zmiennej ZR, tj.: Gdańsk, Katowice, Wrocław, Kraków i Poznań. Zajmują one wysokie pozycje w kraju pod względem indykatów, które najsilniej odbijają zmienną ukrytą ZR. Wartości wskaźników wymiaru środowiskowego kształtują się w tych regionach na poziomie przeciętnym. Tylko Katowice odznaczają się jedną z najwyższych w Polsce emisją zanieczyszczeń, wysokim poziomem wytwarzanych odpadów, ale jednocześnie jest to miasto, które najaktywniej działa na rzecz ochrony środowiska.

Do trzeciej grupy należą miasta: Opole, Olsztyn, Szczecin, Rzeszów, Gorzów Wielkopolski i Łódź. Są to gminy, których rozwój gospodarczy i społeczny kształtuje się na poziomie zbliżonym do średniej krajowej. Rozwój ten następuje jednak kosztem degradacji środowiska. Szczecin charakteryzuje się najwyższym w Polsce zużyciem wody oraz złą gospodarką odpadami, nastawioną na ich składowanie, a nie poddawanie odzyskowi.

Do ostatniej grupy należą miasta: Bydgoszcz, Białystok, Lublin i Kielce, odznaczające się niskim potencjałem ekonomicznym. Indykatory wymiaru społecznego pierwszych trzech miast kształtują się na poziomie wyższym niż średni. Natomiast w Kielcach występuje najwyższa stopa bezrobocia i największa liczba stwierdzonych przestępstw gospodarczych, co świadczy o niskim lokalnym poziomie życia. Jedynie w wymiarze środowiskowym indykatory, szczególnie określające walory środowiskowe, są na najwyższych poziomach w kraju.

6. Podsumowanie

Skonstruowany model zrównoważonego rozwoju prezentuje wpływ sfery gospodarczej, społecznej i środowiskowej na rozwój miast wojewódzkich w Polsce. Wszystkie zmienne nieobserwowalne i obserwowalne zostały zweryfikowane pozytywnie, zarówno pod względem merytorycznym, jak i statystycznym, co umożliwiło analizę uzyskanych wyników.

Najwyższą, dodatnią zależnością korelacyjną ze zmienną ukrytą ZR odznacza się wymiar gospodarczy, średnią – wymiar społeczny i środowiskowy. Wyniki te przenoszą się bezpośrednio na ranking miast wojewódzkich pod względem zmiennej ukrytej ZR. Pierwsze miejsca w rankingu uzyskały regiony o najwyższym potencjale społecznym i ekonomicznym, a także średnim środowiskowym. W rankingu miast są widoczne również takie, których pozycja bez dogłębnej i szczegółowej analizy może wydawać się niepoprawna.

Zbudowany model zrównoważonego rozwoju pokazuje ponadto, które wskaźniki mają najistotniejszy wpływ na trzy analizowane sfery i na integrującą je zmienną ukrytą ZR. Są to te zmienne, które świadczą o wysokim potencjale rozwojowym regionu. Wszystkie indykatory, najsilniej odbijające zmienną ukrytą ZR, są stymulantami i odznaczają się wysoką tendencją rozwojową, co jest przejawem trwałości rozwoju miast wojewódzkich w Polsce.

Literatura

- van den Berg J.C.J.M., Nijkamp P. 1991 *Operationalizing sustainable development: dynamic ecological – economic model*, "Ecological Economics", nr 4.
- Borys T., Fiedor B. 2008 *Operacjonalizacja i pomiar kategorii zrównoważonego rozwoju – przyczynek do dyskusji*, [w:] *Rachunki narodowe. Wybrane problemy i przykłady zastosowań*, red. M. Plich, Łódź.
- Grabiński T., Wydymus S., Zeliaś A. 1989 *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, Warszawa.
- Hellwig Z., Siedlecka U., Siedlecki J. 1997 *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, Warszawa.
- Markowska M., Strahl D. 2009 *Miejsce Polski w europejskiej przestrzeni regionalnej*, Wrocław.
- Nowak E. 1990 *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, Warszawa.

- Nowak E. 1984 *Problemy doboru zmiennych do modelu ekonometrycznego*, Warszawa.
- Perło D. 2004 *Źródła finansowania rozwoju regionalnego*, Białystok.
- Ekonomia a rozwój zrównoważony. Teoria i kształcenie, Tom 1.* 2001, red. F. Piontek, Białystok.
- Raport końcowy z realizacji pracy: „Opracowanie modelu wdrożeniowego wskaźników zrównoważonego rozwoju na poziomie wojewódzkim w ramach banku danych regionalnych”* 2003, Jelenia Góra-Warszawa.
- Rogowski J. 1990 *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Białystok.
- Śleszyński J. 2007 *Wskaźniki trwałego rozwoju Unii Europejskiej*, [w:] *Zrównoważony rozwój i ochrona środowiska w gospodarce*, red. D. Kielczewski, B. Dobrzańska, Białystok.
- Wold H. 1980 *Soft Modelling: Intermediate between Traditional Model Building and Data Analysis*, Banach Centre Publication 6, Mathematical Statistics.