



Ewa Roszkowska • Elżbieta Izabela Misiewicz • Renata Karwowska

# ANALIZA POZIOMU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WOJEWÓDZTW POLSKI W 2010 ROKU

---

Ewa Roszkowska, dr hab. prof. UWB – Uniwersytet w Białymstoku

Elżbieta Izabela Misiewicz, dr – Uniwersytet w Białymstoku

Renata Karwowska, mgr – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:

Wydział Ekonomii i Zarządzania

ul. Warszawska 63, 15-062 Białystok

e-mail: erosz@o2.pl

## THE ANALYSIS OF LEVEL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN POLISH REGIONS IN YEAR 2010

**SUMMARY:** The aim of this paper is to analyze the level of sustainable development (SD) in voivodeships of Poland in the year 2010. The level of SD of voivodeships in Poland was estimated in three dimensions: economic, social and environmental with two methods: soft modeling and TOPSIS.

On the basis of sustainable development theory, a soft model has been built to show relations between economy, society and environment as well as their impact on sustainable development. The analysis of results shows optimal relations between the level of economic, social and environmental development, which will allow future generations to make use of existing resources.

Application of the soft modeling and TOPSIS method had enabled classification of regions in regard of economy level, society and environment so as the comparison of the results of grouping achieved using this methods. The study was completed with data of Polish Statistic Office collected in 2010.

**KEY WORDS:** soft modeling, TOPSIS, sustainable development

---

## Wstęp

Zrównoważony rozwój (ZR) określa się jako „pożądany kierunek rozwoju świata i cywilizacji, który wymaga integracji działań w obszarze wzrostu gospodarczego, równomiernego podziału korzyści, ochrony zasobów naturalnych i środowiska oraz rozwoju społecznego”<sup>1</sup>. Koncepcja zrównoważonego rozwoju zakłada gospodarowanie zasobami naturalnymi uwzględniające ich wyczerpywanie się i prowadzące do użytkowania zgodnie z potrzebami społecznymi i gospodarczymi. Wymaga to realizacji sprawiedliwości wewnątrzpokoleniowej oznaczającej dążenie do zmniejszania dysproporcji rozwojowych, likwidacji biedy i głodu, ochrony różnorodności kulturowej oraz sprawiedliwości międzypokoleniowej zakładającej równość szans dostępu do dóbr naturalnych także przyszłym pokoleniom, a nie tylko obecnym<sup>2</sup>.

Środowisko w ujęciu rozwoju regionalnego i koncepcji zrównoważonego rozwoju traktowane jest jako element, który z jednej strony decyduje o możliwościach rozwoju społeczno-gospodarczego regionu, zaś z drugiej – ze względu na ograniczony potencjał, określoną pojemność oraz wyczerpywalność zasobów może stanowić przeszkodę. Ład środowiskowy ZR dotyczy zachowania różnorodności biologicznej i równowagi w ekosystemach, określając możliwość użytkowania środowiska przyrodniczego, użyteczność ekosystemów w kontekście zaspokajania potrzeb ludzkich oraz szeroko pojmowanej jakości życia. Na poziomie regionalnym ład ekonomiczny rozwoju zrównoważonego dotyczy ekologizacji działań, dostarczania bezpiecznych dóbr zaspakajających potrzeby konsumentów, które nie powodują trwałych szkód w środowisku oraz wzajemne powiązanie różnych form działalności, w tym odejście od jednokierunkowej specjalizacji regionalnej. Rozwój społeczny jest postrzegany w wielu wymiarach, przykładowo kulturowym, mentalnym, technologicznym, a nie tylko w wymiarze ekonomicznym i traktowany jest jako motor wzrostu gospodarczego, środek do osiągnięcia poprawy jakości życia, dążenia do dobrobytu i poprawy bezpieczeństwa socjalnego<sup>3</sup>.

Zrównoważony rozwój zakłada bezpośrednią relację między ładem ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym, a harmonijny rozwój polega na zachowaniu równowagi między nimi opartej na tak zwanym ładzie zintegrowanym. „Integralność ładów realizuje się poprzez zrównoważoną ochronę kapitału (środowiska) przyrodniczego, kapitału społecznego i ludzkiego oraz kapitału antro-

<sup>1</sup> M. Gerwin, *Plan zrównoważonego rozwoju dla Polski. Lokalne inicjatywy rozwojowe*, Earth Conservation, Sopot 2008.

<sup>2</sup> J. Berdo, *Zrównoważony rozwój. W stronę życia w harmonii z przyrodą*, Earth Conservation, Sopot 2006.

<sup>3</sup> G. Krzyminiewska, *Rozwój zrównoważony w perspektywie nowych strategii rozwoju społecznego Unii Europejskiej*, „Journal of Agribusiness and Rural Development” 2009 nr 1(19).

pogenicznego (wytworzonego przez człowieka, a zwłaszcza kapitału kulturowego i ekonomicznego)<sup>4</sup>.

Dużą rolę we wdrażaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju w praktyce odgrywają władze lokalne i regionalne, które tworzą strategie i plany rozwoju regionu. Do ich zadań należy dbałość o infrastrukturę, jej rozbudowę, dostarczanie usług, troska o środowisko, przeciwdziałanie ubóstwu i wykluczeniu społecznemu, przyciągnięcie inwestorów, promocja regionu.<sup>5</sup>

Do oceny stanu realizacji i monitorowania koncepcji ZR w regionie wykorzystuje się wskaźniki indywidualne, które opisują ład społeczny, gospodarczy oraz środowiskowy zrównoważonego rozwoju<sup>6</sup>. Tworzenie wskaźników zrównoważonego wzrostu ma praktyczne znaczenie na poziomie regionalnym, a pomiar zrównoważonego rozwoju powinien powstawać jako suma potrzeb w obszarach: środowisko, populacja, gospodarka i zasoby, kultura i społeczeństwo – w odniesieniu do lokalnych społeczności<sup>7</sup>.

Celem artykułu jest ocena poziomu zrównoważonego rozwoju (ZR) województw Polski w 2010 roku w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy z wykorzystaniem dwóch metod: modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS na podstawie odpowiednio dobranych agregatów wskaźników indywidualnych.

## Założenia badawcze

Punktem wyjścia do rozważań, umożliwiających ocenę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski w rozbiciu na łady oraz ogólny jej poziom, były wskaźniki prezentowane w opracowaniu *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju* przygotowanym przez Urząd Statystyczny w Katowicach<sup>8</sup>. Zestaw wskaźników zrównoważonego rozwoju UE obejmuje dziesięć obszarów tematycznych odzwierciedlających między innymi siedem wyzwań strategii zrównoważonego rozwoju. Są to: rozwój społeczno-ekonomiczny, zrównoważona produkcja i konsumpcja, wyłączenie społeczne, zmiany demograficzne, zdrowie publiczne, zmiany klimatu, energia, zrównoważony transport, zasoby naturalne, globalne partnerstwo oraz dobre rządzenie<sup>9</sup>.

<sup>4</sup> *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, GUS, Katowice 2011.

<sup>5</sup> Można przyjąć, że przeciwdziałanie ubóstwu i wykluczeniu społecznemu jest praktyczną realizacją zasady sprawiedliwości wewnątrzpokoleniowej.

<sup>6</sup> „Wskaźniki zrównoważonego rozwoju to podstawowe narzędzie monitoringu odślaniające w sposób wymierny istotę tej koncepcji rozwoju.” Wskaźniki umożliwiają „stworzenie statystycznego obrazu kraju z punktu widzenia implementacji nowego paradygmatu rozwoju”, *Wskaźniki zrównoważonego...*, s. 15-17.

<sup>7</sup> B. Bal-Domańska, J. Wilk, *Gospodarcze aspekty zrównoważonego rozwoju województw – wielowymiarowa analiza porównawcza*, „Przegląd Statystyczny” 2011 nr 3-4.

<sup>8</sup> *Wskaźniki zrównoważonego ...* op. cit.

<sup>9</sup> *Ibidem*, s. 5-9.

Na wstępie dokonano wyboru oraz weryfikacji merytoryczno-statystycznej potencjalnego zestawu zmiennych opisujących ZR ze względu na poszczególne łady i obszary tematyczne. Analiza doboru zmiennych diagnostycznych przebiegała według następujących etapów badawczych<sup>10</sup>: wybór zmiennych diagnostycznych oparty na przesłankach merytorycznych; weryfikacja zmiennościowa (współczynnik zmienności poniżej 10%), weryfikacja korelacyjna zmiennych, stymulacja i normalizacja zmiennych.

Ze zbioru 57 wskaźników reprezentujących wszystkie łady na podstawie przesłanek merytorycznych, statystycznych oraz ze względu na ograniczenia wynikające z założeń modelowania miękkiego do dalszej analizy wybrano 15 wskaźników indywidualnych. Opierając się na wyznaczonym zestawie wskaźników dokonano oceny poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski za pomocą modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS. Obie metody są z powodzeniem stosowane do analizy zjawisk społeczno-ekonomicznych, w tym także analizy zrównoważonego rozwoju<sup>11</sup>.

Zbudowano model miękkie pokazujący zależności między gospodarką, społeczeństwem a środowiskiem oraz ich wpływ na zrównoważony rozwój. Przeprowadzona analiza wyników wskazała optymalne proporcje pomiędzy poziomem rozwoju gospodarczego, społecznego i środowiskowego, które umożliwiają przyszłym pokoleniom korzystanie z istniejących zasobów i walorów. Modelowanie miękkie pozwoliło także uporządkować regiony Polski ze względu na poszczególne łady oraz ogólny poziom zrównoważonego rozwoju.

Następnie oceny poziomu rozwoju w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny i środowiskowy oparto na metodzie TOPSIS<sup>12</sup>. Wyznaczono odpowiednie wartości wskaźników rozwoju gospodarczego, społecznego, środowiskowego, zbudowano rankingi województw Polski ze względu na badane zjawisko oraz dokonano podziału na klasy o różnym poziomie rozwoju.

Porównano rezultaty grupowania województw uzyskanych metodą modelowania miękkiego oraz metodą TOPSIS. Otrzymane wyniki posłużyły do ogólnej analizy poziomu ZR w ujęciu województw. Wykorzystano dane GUS-u za 2010 rok.

<sup>10</sup> A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Wyd. Difin, Warszawa 2006, s. 65.

<sup>11</sup> D. Perło, E. Roszkowska, *Zastosowanie wybranych metod klasyfikacji do analizy zrównoważonego rozwoju*, Zeszyty Naukowe 176, *Wzrost Gospodarczy. Teoria. Rzeczywistość*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznań 2011, s. 372-399; E. Piotrowska, E. Roszkowska, *Analiza zróżnicowania województw Polski w aspekcie kształtowania się gospodarki opartej na wiedzy, w: W kierunku zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w Polsce*, red. P. Sochaczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011, s. 12-30; E. Piotrowska, E. Roszkowska, *Analiza zróżnicowania województw Polski pod względem poziomu innowacyjności*, „Optimum. Studia Ekonomiczne” 2011 nr 2(50), s. 65-85.

<sup>12</sup> W metodzie TOPSIS wyznacza się wyznacza odległość każdego obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju w odróżnieniu do metody Hellwiga, która uwzględnia tylko odległości od wzorca; Z. Hellwig, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” 1968 nr 4; A. Młodak, op. cit.; F. Wysocki, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wyd. Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań 2010.

## Dobór zmiennych

Doboru zmiennych diagnostycznych dokonano w taki sposób, aby spełniały określone kryteria formalne, merytoryczne oraz statystyczne. Na podstawie dostępnych danych zaproponowano zbiór potencjalnych zmiennych diagnostycznych ZR, z podziałem na trzy łady: społeczny (LS), gospodarczy (LG) oraz środowiskowy (LSR) z uwzględnieniem reprezentacji następujących obszarów tematycznych<sup>13</sup>:

- 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. Wyboru wskaźników dokonano opierając się na następujących kryteriach<sup>14</sup>:
- uniwersalność (wskaźniki posiadają uznaną powszechnie wagę i znaczenie);
- porównywalność (indykatory przedstawione zostały w postaci wskaźników natężenia);
- zróżnicowanie (współczynnik zmienności jest większy od 10%).

Początkowy zbiór wskaźników reprezentujących wszystkie łady liczył 57 elementów<sup>15</sup>. Na podstawie przesłanek merytoryczno-statystycznych, po analizie macierzy korelacji oraz uwzględnieniu ograniczeń modelowania miękkiego (liczba indykatów nie może przekroczyć liczby obiektów), do zestawu zmiennych diagnostycznych opisujących zrównoważony rozwój wybrano piętnaście wskaźników, z czego sześć objaśniających ład gospodarczy, cztery – ład społeczny oraz pięć – ład środowiskowy. Zestaw wskaźników, na podstawie którego przeprowadzono analizę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski oraz ich podstawowe charakterystyki opisowe zawarto w tabeli 1.

Trzydzieści wskaźników, w tym wszystkie opisujące ład gospodarczy, to stymulanty, zatem ich wysoka wartość powinna informować o lepszej pozycji województwa w rankingu. Trzy wskaźniki: zagrożenie ubóstwem trwałym, stopa bezrobocia długotrwałego (w %) oraz zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh to destymulanty, czyli ich wysoka wartość powinna informować o gorszej pozycji województwa w rankingu.

<sup>13</sup> Opracowanie *Wskaźniki zrównoważonego ...*, zawiera dokładne omówienie wskaźników rozważanych w pracy wraz z uzasadnieniem ich znaczenia dla monitorowania koncepcji ZR w ujęciu regionalnym.

<sup>14</sup> Z. Hellwig, U. Siedlecka, J. Siedlecki, *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997, s. 25; E. Nowak, *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990, s. 24-28; A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Wyd. Difin, Warszawa 2006.

<sup>15</sup> Punktem wyjścia do rozważań, umożliwiających ocenę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski, były wskaźniki prezentowane w opracowaniu: *Wskaźniki zrównoważonego...* Na jego podstawie dokonano wstępnego wyboru zmiennych.

Tabela 1  
Wskaźniki opisujące ład gospodarczy (LG), ład społeczny (LS), ład środowiskowy (LSR) łady oraz ich podstawowe statystyki opisowe w 2010 roku

Symbol	Opis wskaźnika (indykatora)	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	Wartość max	Wartość min
LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego [zł]	84447,06	14746,50	17	121703	62843
LG02	Wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca [%]	3,28	0,93	28	5	1,90
LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych [%]	10,00	9,25	93	43,40	2,89
LG04	Odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo	0,56	0,35	63	1,45	0
LG05	Nakłady na B+R w relacji do PKB [%]	0,56	0,32	57	1,35	0,13
LG06	Powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa [%]	0,23	0,16	69	0,61	0,06
LS01	Zagrożenie ubóstwem trwałym [%]	18,29	4,66	26	30,70	12,40
LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł	1149,85	144,71	13	1601,97	907,28
LS03	Osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu [%]	4,92	1,01	20	7,50	3,30
LS04	Stopa bezrobocia długotrwałego [%]	28,67	4,22	15	37,40	23,60
LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca [zł]	295,66	104,93	35	604,90	180,98
LSR02	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca [%]	95,01	28,65	30	148,26	47,10
LSR03	Lesistość [%]	29,93	6,84	23	49,00	21,10
LSR04	Zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB [kWh]	0,11	0,02	23	0,17	0,07
LSR05	Odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności	65,27	8,89	14	79,30	48,90

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Rocznik statystyczny województw*, GUS, Warszawa 2011; Bank Danych Lokalnych.

## Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku z wykorzystaniem modelowania miękkiego

### Modelowanie miękkie – podstawy teoretyczne i specyfikacja modelu

Model miękkie (*soft model*)<sup>16</sup> jest uogólnionym modelem ekonometrycznym pozwalającym na badanie zależności pomiędzy zmiennymi, które mogą być obserwowalne albo nieobserwowalne i wtedy zwane są teoretycznymi lub ukrytymi. Jeżeli zmienna jest nieobserwowalna wówczas należy określić zbiór wskaźników (indykatorów), przez które zostanie ona wyrażona.

Tworząc model najpierw należy określić, w jaki sposób funkcjonuje obiekt ekonomiczny, który zostanie poddany badaniu oraz zależności w nim zachodzące. W tym celu przede wszystkim należy kierować się opisem danych zjawisk czy procesów, nie zaś zależnościami statystycznymi, gdyż to opis ma decydujące znaczenie przy doborze zmiennych oraz indykatorów<sup>17</sup>.

Każdy model miękkie składa się z dwóch części: modelu wewnętrznego oraz zewnętrznego – pierwszy z nich stanowi schemat zależności między zmiennymi ukrytymi, drugi zawiera definicje zmiennych nieobserwowalnych<sup>18</sup>.

Zmienne ukryte występujące w modelach miękkich można definiować dwoma sposobami<sup>19</sup>:

1. Dedukcyjnie – wtedy zakłada się, że zmienna ukryta jako pojęcie teoretyczne jest punktem wyjścia do poszukiwania danych empirycznych, czyli jest ona zmienną pierwotną w stosunku do danego indykatora. Wskaźniki takich typów zmiennych ukrytych nazywa się odbijającymi. Powinny się one charakteryzować wysoką korelacją między sobą, gdyż reagują na zmiany wartości tej samej wielkości.
2. Indukcyjnie – w tym przypadku następuje przejście od zmiennych obserwowalnych do ukrytych, a indykatory nazywa się tworzącymi.

Budując modele zawierające zmienne ukryte należy najpierw określić sposób powiązań pomiędzy zmiennymi ukrytymi a ich indykatorami, a następnie dokonać specyfikacji i weryfikacji modelu. Ponieważ zrównoważony rozwój oraz łądy: społeczny, gospodarczy i środowiskowy to nie tylko agregaty bardzo złożone, ale i bezpośrednio nieobserwowalne, stąd w celu dokonania badania powią-

<sup>16</sup> H. Wold, *Soft Modelling: Intermediate between Traditional Model Building and Data Analysis*, Banach Centre Publication 6, Mathematical Statistics 1980; J. Rogowski, *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Wyd. Filii Uniwersytetu Warszawskiego w Białymstoku, Białystok 1990; D. Mierzyńska, *Modele miękkie w analizie porównawczej złożonych zjawisk społeczno-ekonomicznych*, rozprawa doktorska, Wyd. Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 1999.

<sup>17</sup> J. Rogowski, *Modele miękkie...*, op. cit., s. 25.

<sup>18</sup> Ibidem, s. 33.

<sup>19</sup> D. Perło, *Źródła finansowania rozwoju regionalnego*, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2004, s. 137-138.

zań i zależności występujących pomiędzy nimi wykorzystano modelowanie miękkie.

Relacje wewnętrzne w modelach miękkich mają charakter liniowy, a przyjęty w analizie model wewnętrzny ma następującą postać:

$$ZR = \alpha_0 + \alpha_1 LG + \alpha_2 LS + \alpha_3 LSR + \varepsilon \quad (1)$$

gdzie:

ZR - zrównoważony rozwój,

LG - ład gospodarczy,

LS - ład społeczny,

LSR - ład środowiskowy,

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  - parametry modelu,

$\varepsilon$  - składnik losowy.

Założono, że zmienna ukryta jest pierwotna w stosunku do zbioru wskaźników, co oznacza przyjęcie podejścia dedukcyjnego.

Zmienną LG definiuje pięć wskaźników: wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego (w zł), wzrost PKB w stosunku do roku 2009 = 100 na 1 mieszkańca (w %), odsetek osób zatrudnionych w B+R w ludności aktywnej zawodowo (w %), udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %) oraz nakłady na B+R w relacji do PKB (w %). Zmienną LS określają cztery indykatory: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł), osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %), zagrożenie ubóstwem trwałym i stopa bezrobocia długotrwałego (w %); dwa ostatnie indykatory to destymulanty (porównaj tabela 1). Ład środowiskowy (LSR) został opisany przez cztery wskaźniki: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł), nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł), lesistość (w %) oraz zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh, który to wskaźnik to destymulanta (porównaj tabela 1). Zmienną ZR definiuje 8 wskaźników, z czego:

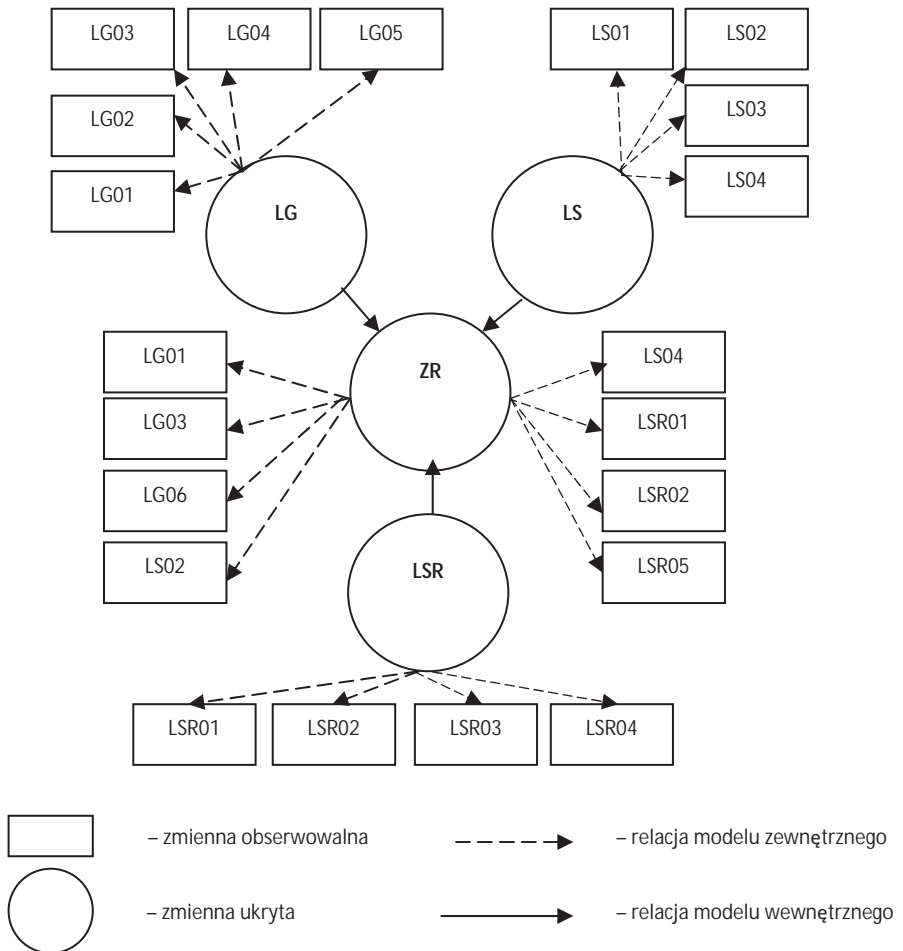
- trzy reprezentują LG: wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego, udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %) oraz powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa;
- dwa opisują LS: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł, stopa bezrobocia długotrwałego (w %);
- trzy charakteryzują LSR: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł, nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności.

Model miękki, którego schemat relacji wewnętrznych i zewnętrznych został przedstawiony na rysunku 1, zawiera cztery zmienne ukryte: LG, LS, LSR i ZR.

Lista wskaźników definiujących poszczególne zmienne nieobserwowalne występujące w modelu miękkim znajduje się w tabeli 1.



Rysunek 1  
Schemat modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju



Źródło: opracowanie własne.

W celu oszacowania parametrów modelu miękkiego stosuje się metodę PLS (*partial least squares*), czyli częściową metodę najmniejszych kwadratów. Estymacja metodą PLS odbywa się w trzech etapach<sup>20</sup>:

- 1) poszukuje się estymatorów wag i ładunków czynnikowych;
- 2) wyznacza się wartości zmiennych ukrytych oraz metodą najmniejszych kwadratów szacuje się parametry modelu wewnętrznego;
- 3) oblicza się wyrazy wolne wszystkich relacji modelu.

<sup>20</sup> Ibidem, s. 139.

Dzięki zastosowaniu PLS uzyskuje się jednocześnie oszacowanie parametrów modelu zewnętrznego oraz wewnętrznego. Oprócz tego otrzymuje się także oszacowania wartości zmiennych ukrytych, które można określić mianem zmiennych syntetycznych. Zmienne te nie mają merytorycznej interpretacji, można natomiast dokonywać oceny zmiany ich wartości.

Po oszacowaniu parametrów modelu należy dokonać jego weryfikacji. Podobnie jak w przypadku klasycznego modelu ekonometrycznego dokonuje się najpierw weryfikacji merytorycznej, a następnie statystycznej. Sprawdza się, czy oceny parametrów relacji wewnętrznych oraz zewnętrznych są zgodne z przyjętym opisem teoretycznym. Jakość modelu, czyli stopień dopasowania modelu wewnętrznego do oszacowanych zmiennych ukrytych określa się także za pomocą kwadratu współczynników korelacji wielorakiej  $R^2$  oraz odchyłeń standardowych ocen parametrów.

Do oszacowania dokładności predykcji modelu miękkiego stosuje się test Stonea-Geissera (test S-G). Polega on na „zasłanianiu” części obserwacji indicatorów wybranej zmiennej i szacowaniu modelu z danymi niekompletnymi. W taki sposób prognozuje się te „zasłonięte” wartości. W kolejnym kroku liczy się błędy predykcji, których kwadraty sumuje się. Tę operację powtarza się do momentu, w którym każda obserwacja wybranego indikatora przynajmniej raz jest prognozowana. Wartość tego testu nie jest ograniczona z dołu, górne ograniczenie wynosi 1. Jeżeli wartość testu wynosi 0, to jakość prognozy z modelu i przyjętej prognozy trywialnej są takie same, dla 1 prognozy są bezbłędne, a wartość ujemna testu oznacza gorszą własność predykcyjną modelu w stosunku do prognozy trywialnej<sup>21</sup>.

## Estymacja i weryfikacja modelu miękkiego

Model miękki oszacowano częściową metodą najmniejszych kwadratów, która pozwala na równoczesne uzyskanie ocen parametrów modelu wewnętrznego i zewnętrznego. W wyniku estymacji otrzymano następujące oszacowania parametrów relacji wewnętrznych (w nawiasach podano odchylenia standardowe otrzymane za pomocą cięcia Tuckey'a).

$$\hat{Z}R = 0,3628LG + 0,5186LS + 0,3803LSR + 2,3260 \quad R^2 = 0,943 \quad (2)$$

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

Na podstawie wyników estymacji modelu wewnętrznego można stwierdzić, że na zmienną *zrównoważony rozwój* największy wpływ ma *ład społeczny* (0,5186), w mniejszym stopniu *ład środowiskowy* (0,3803) i *ład gospodarczy* (0,3628). Parametry modelu zewnętrznego są statystycznie istotne (reguła „2s”). Współczynnik determinacji przyjmuje wartość 0,943, co oznacza bardzo dobre dopasowanie do oszacowanych wartości zmiennych ukrytych.

Ponieważ w modelu występują indykatory odbijające, analizy zmiennych dokonuje się opierając się na ładunkach czynnikowych. Ładunki te to współczynni-

<sup>21</sup> J. Rogowski, op. cit., s. 47-54.

ki korelacji między zmienną nieobserwowalną a jej indykatorami, wskazują one stopień i kierunek, w jakim zmienność danego indykatora odzwierciedla zmienność zmiennej ukrytej<sup>22</sup>.

Tak jak zakładano, wartości ładunków czynnikowych co do znaku są zgodne z oczekiwaniami i wszystkie, poza wartościami ładunków czynnikowych indykatorów: zagrożenie ubóstwem trwałym, stopą bezrobocia długotrwałego (w %) oraz zużyciem energii elektrycznej na 1 mln zł PKB, mają dodatnie znaki (tabela 2).

Tabela 2

Oszacowania parametrów relacji zewnętrznych modelu miękkiego

Zmienna ukryta	Symbol indykatora	ładunek czynnikowy	Błąd szacunku
LG	LG01	0,9108	0,0361
	LG02	0,6695	0,0704
	LG03	0,4614	0,0342
	LG04	0,5938	0,1470
	LG05	0,3954	0,1652
LS	LS01	-0,7384	0,1652
	LS02	0,8905	0,0394
	LS03	0,7504	0,0475
	LS04	-0,4466	0,0663
LSR	LSR01	0,4981	0,0845
	LSR02	0,8924	0,0462
	LSR03	0,5478	0,0635
	LSR04	-0,3974	0,1139
ZR	LG01	0,8924	0,0672
	LG03	0,4199	0,0851
	LG06	0,2053	0,0915
	LS02	0,8372	0,0721
	LS04	-0,4835	0,1115
	LSR01	0,2665	0,0934
	LSR02	0,4542	0,0723
	LSR05	0,5605	0,1047

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Zmienną *ład gospodarczy* najsilniej odbijają: wartość dodana brutto na 1 pracującego (0,9108), wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca (0,6695) i odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo (0,5938). Silną korelacją ze zmienną *ład społeczny* odznaczają się wskaźniki: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł (0,8905), osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (0,7504) oraz zagrożenie ubóstwem trwałym (-0,7384). Najsilniej *ład środowiskowy* odzwierciedlają nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (0,8924), pozostałe wskaźniki są umiarkowanie skorelowane ze zmienną LSR. Dwa, spośród ośmiu indykatorów *zrównoważonego rozwoju* są bardzo silnie skorelowane ze zmienną ukrytą ZR, są to: wartość dodana brutto na 1 pracujące-

go (0,8924) oraz przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł (0,8372).

Oceny jakości modelu można dokonać także na podstawie testu Stone'a-Geisser'a, który weryfikuje model pod względem jego przydatności do predykcji. Ogólna wartość testu S-G (0,476), jak i wartości tego testu dla poszczególnych indicatorów zmiennej ukrytej *zrównoważony rozwój* są większe od zera (tabela 3), co świadczy o dobrej wartości prognostycznej zbudowanego modelu.

Tabela 3  
Wartości testu Stone'a-Geissera

Symbol indikatora	LG01	LG03	LG06	LS02	LS03	LSR01	LSR02	LSR06	Ogólny
Test S-G	0,5035	0,6769	0,2179	0,2841	0,2796	0,9602	0,7037	0,9686	0,476

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Na podstawie uzyskanych danych oszacowania modelu miękkiego zarówno tych dotyczących relacji zewnętrznych, jak i wewnętrznych, model został pozytywnie zweryfikowany.

## Uporządkowanie województw Polski w 2010 roku ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju

Zastosowanie modelowania miękkiego pozwala nie tylko na oszacowanie relacji zachodzących pomiędzy zmiennymi ukrytymi, ale także na oszacowanie wartości tych zmiennych. Otrzymujemy w ten sposób zmienną syntetyczną, której wartości nie mają interpretacji merytorycznej, ale mogą służyć do analizy porównawczej. Porównań można dokonywać na kilka sposobów, jednym z nich jest uporządkowanie rosnąco bądź malejąco wartości zmiennych ukrytych i nadanie im rang. Najwyższej wartości zmiennej syntetycznej przypisano rangę 1 – co oznacza województwo najlepsze pod względem badanej zmiennej nieobserwowalnej, najniższą rangę 16 – dla województwa najgorszego. Rangi przyporządkowane poszczególnym województwom umieszczono w tabeli 4.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że poza trzema województwami (kujawsko-pomorskim, opolskim i podlaskim) rozwój województw pod względem wymiaru gospodarczego i społecznego jest na podobnym poziomie (różnica między rangami wynosi maksymalnie 3), a województwa mazowieckie i pomorskie charakteryzują się stabilnym rozwojem gospodarczym i społecznym, gdyż różnica pomiędzy rangami LG i LS równa jest zero. Odmienny ranking uzyskuje się analizując województwa z uwagi na LS. Na pierwszych pozycjach znajdują się województwa zachodniopomorskie, lubuskie i pomorskie, a na ostatnich śląskie i opolskie.

Tabela 4

Uporządkowanie województw Polski ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju w 2010 roku 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

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Porównując rangi poszczególnych zmiennych ukrytych dostrzegamy znaczne różnice w ich wartościach, z wyjątkiem województwa pomorskiego, dla którego rangi LG, LS, LSR są najmniej zróżnicowane (LG=2, LS=2, a LSR=3), dlatego też można mówić o zrównoważonym rozwoju tego regionu z uwagi na nieznaczne różnice występujące pomiędzy rangami dla wszystkich ładów.

Z powodu występowania znacznego zróżnicowania pozycji województw w rankingach cząstkowych, dokonano kompleksowego ujęcia zrównoważonego rozwoju województw poprzez zmienną ukrytą ZR, która integruje trzy analizowane łady (rysunek 2).

Ze względu na wartość zmiennej syntetycznej ZR, wyodrębniono cztery grupy. Podziału dokonano opierając się na wartości rang. W pierwszej grupie znalazły się województwa o rangach od 1-4, czyli: mazowieckie, pomorskie, zachodniopomorskie i dolnośląskie. Do drugiej grupy należą województwa dla których wartości rang wynoszą 5-8: lubuskie, śląskie, kujawsko-pomorskie i wielkopolskie. Trzecią grupę tworzą województwa o rangach 9-12: opolskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie i małopolskie. Czwarta grupa to województwa o rangach 13-16, znajdujące się w południowo-wschodniej i wschodniej Polsce: podlaskie, świętokrzyskie, podkarpackie i lubelskie.

Rysunek 2  
Podział województw na grupy według ogólnego poziomu ZR



Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

## Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w roku 2010 z wykorzystaniem metody TOPSIS

### Procedura TOPSIS

Metoda TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*), umożliwia ilościowy opis złożonego zjawiska, którego nie można bezpośrednio zmierzyć. Analizę poziomu badanego zjawiska przy użyciu zbioru wskaźników zastępuje się analizą zagregowanej wielkości tak zwanego syntetycznego miernika, którego konstrukcja polega na wyznaczeniu odległości każdego obiektu wielocechowego od wzorca i antywzorca rozwoju, a następnie liniowym uporządkowaniu tych obiektów. Wskaźnik syntetyczny wyznaczony metodą TOPSIS

przyjmuje wartości z przedziału  $\langle 0,1 \rangle$ , przy czym wyższa wartość oznacza, że badany obiekt znajduje się bliżej idealnego wzorca. Etapy budowy wskaźnika są następujące<sup>23</sup>:

1. Wybór wskaźników zrównoważonego rozwoju na podstawie przesłanek merytoryczno-statystycznych oraz konstrukcja macierzy danych

$$X = [x_{ik}] \quad (3)$$

gdzie:

$x_{ik}$  – wartość  $k$ -tego tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju dla  $i$ -tego województwa;

$i = 1, 2, \dots, n$  – liczba województw ( $n = 16$ );  $k = 1, 2, \dots, m$  – liczba wskaźników zrównoważonego rozwoju.

2. Normalizacja wartości wskaźników zrównoważonego rozwoju zgodnie ze wzorami:

– dla stymulant:

$$Z_{ik} = \frac{x_{ik} - \min_i \{x_{ik}\}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}} \quad (4)$$

– dla destymulant:

$$Z_{ik} = \frac{\max_i \{x_{ik}\} - x_{ik}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}} \quad (5)$$

gdzie:

$i$  – numer województwa ( $i = 1, 2, \dots, n = 16$ );

$k$  – numer wskaźnika zrównoważonego

rozwoju (cechy prostej) ( $k = 1, 2, \dots, m$ );

$\max_i \{x_{ik}\}$  – maksymalna wartość  $k$ -tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju;

$\min_i \{x_{ik}\}$  – minimalna wartość  $k$ -tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju.

3. Obliczenie odległości euklidesowej województw od wzorca rozwoju  $z^+ = (1, 1, \dots, 1)$  oraz antywzorca rozwoju  $z^- = (0, 0, \dots, 0)$  zgodnie ze wzorami:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - z_k^+)^2}, \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - z_k^-)^2} \quad (6)$$

dla ( $i = 1, 2, \dots, n = 16$ ).

4. Wyznaczenie wartości syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju zgodnie ze wzorem:

$$q_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad \text{gdzie } (i = 1, 2, \dots, n = 16) \quad (7)$$

<sup>23</sup> C.L. Hwang, K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin 1981; F. Wysocki, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wyd. Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań 2010.

Zachodzi przy tym  $0 \leq q_i \leq 1$ . Wyższe wartości miernika  $q_i$  świadczą o wyższej pozycji w rankingu  $i$ -tego województwa ze względu na zrównoważony rozwój.

5. Uporządkowanie liniowe i klasyfikacja wyodrębnionych województw ze względu na wartość syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju przy wykorzystaniu średniej arytmetycznej ( $\bar{q}$ ) oraz odchylenia standardowego ( $S_q$ ) z wartości syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju:

$$\text{klasa I (poziom wysoki): } q_i \geq \bar{q} + S_q;$$

$$\text{klasa II (poziom średni wyższy): } \bar{q} + S_q > q \geq \bar{q};$$

$$\text{klasa III (poziom średni niższy): } \bar{q} > q_i \geq \bar{q} - S_q;$$

$$\text{IV (poziom niski): } q_i < \bar{q} - S_q.$$

W opracowaniu wyznaczono cząstkowe syntetyczne mierniki opisujące oddzielnie każdy z łądów zrównoważonego rozwoju. Następnie opierając się na kryterium statystycznym wykorzystującym średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe z wartości syntetycznych mierników poziomu zrównoważonego rozwoju dokonano podziału województw Polski na 4 klasy obejmujące regiony o wysokim, średnim wyższym, średnim niższym lub niskim poziomie zrównoważonego rozwoju w ramach każdego łądu.

## Analiza poziomu rozwoju łądu gospodarczego, społecznego, środowiskowego województw Polski w roku 2010 z wykorzystaniem metody TOPSIS

Zestaw wskaźników stanowiących podstawę budowy modelu miękkiego ZR województw wykorzystano do budowy syntetycznych mierników zrównoważonego rozwoju w rozbiciu na poszczególne łądy (porównaj tabela 1). W kolejnych etapach procedury TOPSIS destymulanty przekształcono w stymulanty, wartości wskaźników zrównoważonego rozwoju unormowano, a następnie zagregowano za pomocą metody TOPSIS.

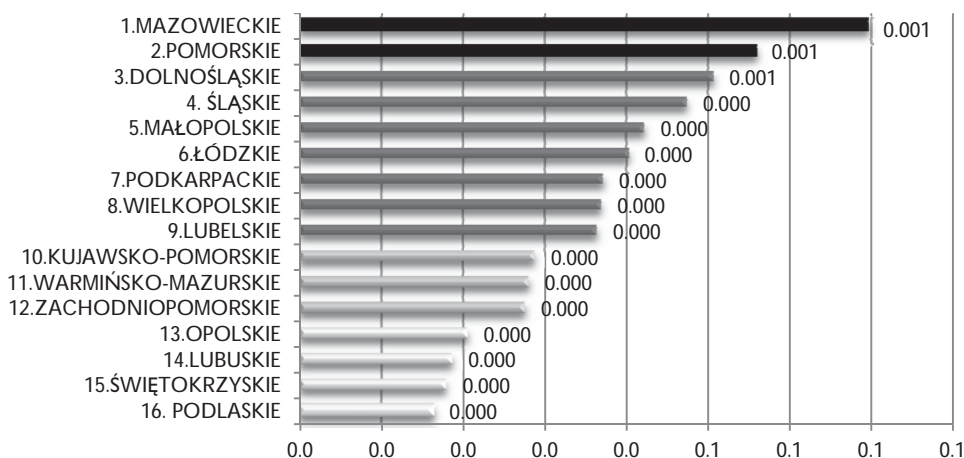
Wartości syntetycznych mierników ze względu na poszczególne łądy opisujące poziom zrównoważonego rozwoju, jak również rankingi województw w obrębie każdego z łądów zaprezentowano na rysunkach 3-6.

Wartości cząstkowych syntetycznych mierników zawierają się w przedziale  $\langle 0,163; 0,695 \rangle$  dla „łądu gospodarczego”, w przedziale  $\langle 0,163; 0,723 \rangle$  dla „łądu społecznego”, w przedziale  $\langle 0,207; 0,741 \rangle$  dla „łądu środowiskowego”. Oznacza to, że nie ma województwa, które byłoby „najlepsze” bądź „najgorsze” ze względu na poszczególne zmienne w ramach rozważanych łądów. We wszystkich województwach zaobserwowano zróżnicowanie pozycji w poszczególnych rankingach cząstkowych. Największa różnica lokat w cząstkowych rankingach występuje dla województwa lubelskiego (12 lokat), zachodniopomorskiego (11 lokat), opolskiego (11 lokat), a najmniejsza dla województwa pomorskiego (2 lokaty), dolnośląskiego (3 lokaty), mazowieckiego (3 lokaty) oraz warmińsko-mazur-



Rysunek 3

Wartości syntetycznego miernika „ład gospodarczy” otrzymanego metodą TOPSIS

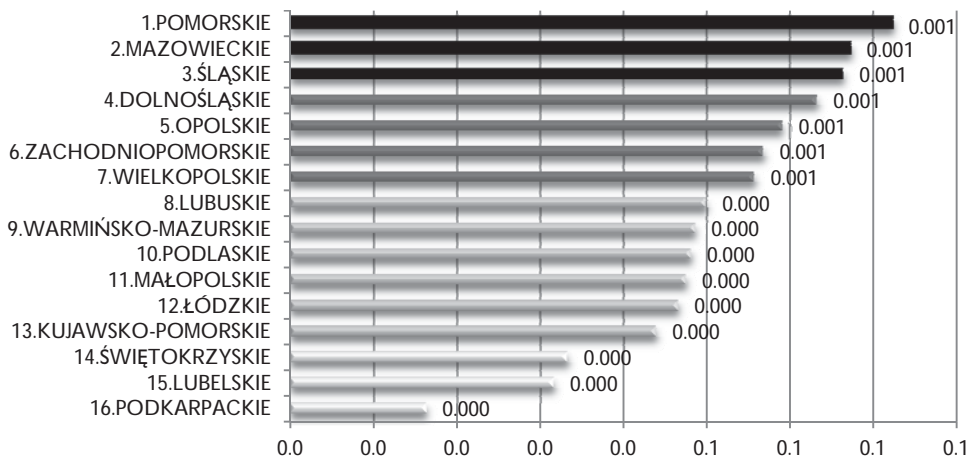


Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

Rysunek 4

Wartości syntetycznego miernika „ład społeczny” otrzymanego metodą TOPSIS

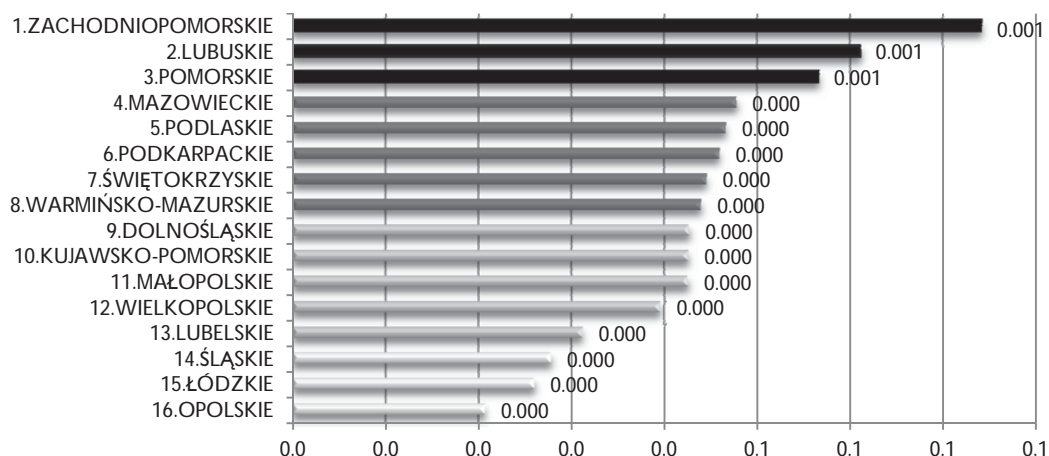


Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

Rysunek 5

Wartości syntetycznego miernika „ład środowiskowy” otrzymanego metodą TOPSIS



Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

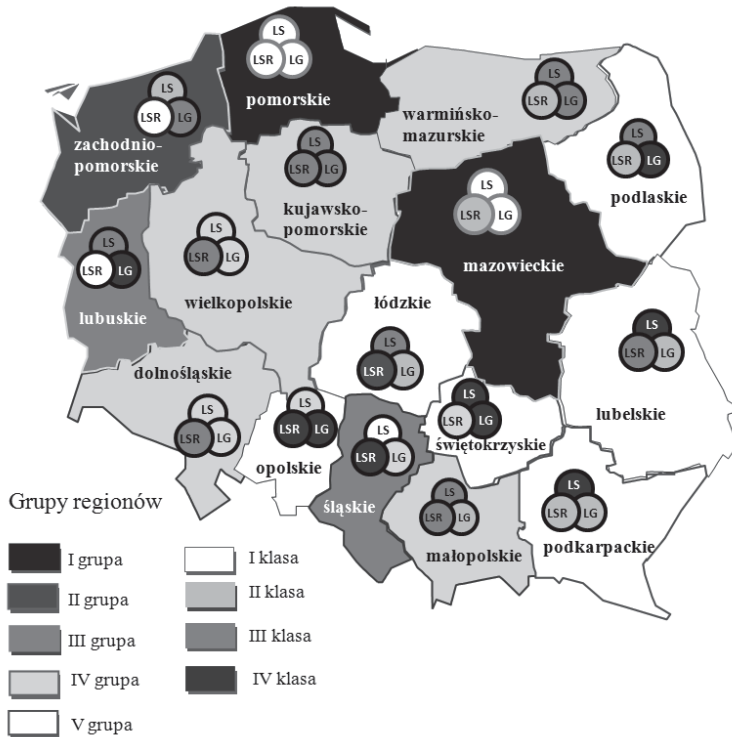
skiego (3 lokaty). Pozostałe województwa charakteryzują się różnicami między pozycjami w rankingach od 6 do 9 lokat.

Ze względu na duże zróżnicowanie pozycji województw w rankingach cząstkowych kompleksowego ujęcia realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju regionów dokonano przez porównanie przynależności regionu do klas typologicznych w ramach ładów. Jednakowy poziom zrównoważonego rozwoju ze względu na każdy z ładów reprezentują dwa województwa: *województwo pomorskie* – poziom najwyższy oraz *województwo kujawsko-pomorskie* – poziom średnio niski. Pozostałe województwa reprezentują poziom wysoki lub średnio wyższy, ze względu, na co najmniej jeden z analizowanych ładów ZR. Największe zróżnicowanie pozycji w rankingu województw dla trzech ładów zaobserwowano dla województwa śląskiego. Podział województw na grupy według ogólnego poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w roku 2010 przedstawia rysunek 6.

Grupa pierwsza obejmuje województwa o wysokim lub średnio wysokim poziomie rozwoju ze względu na każdy z trzech analizowanych ładów. Zaliczają się do niej województwa: mazowieckie oraz pomorskie. W ramach poszczególnych wskaźników *województwo mazowieckie* zajęło pierwszą pozycję ze względu na: wartość dodaną brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego (w zł); nakłady na B+R w relacji do PKB (w %); odsetek osób zatrudnionych w B+R w ludności aktywnej zawodowo; przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł); osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %). Ponadto województwo to posiada najniższe zużycie energii elektrycznej na 1 mln

Rysunek 6

Podział województw na grupy według ogólnego poziomu ZR



Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

zł PKB (w kWh). *Województwo pomorskie* jest liderem ze względu na udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %).

Grupę drugą tworzą województwa, w których co najmniej jeden z łańdów reprezentuje wysoki oraz co najmniej jeden średnio niższy poziom rozwoju. Zostało do niej zakwalifikowane *województwo zachodniopomorskie*, które przoduje ze względu na: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł); nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł), ale zajmuje najgorszą pozycję ze względu na udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %).

Grupa trzecia obejmuje dwa regiony, w których co najmniej jeden z łańdów reprezentuje wysoki, a co najmniej jeden niski poziom rozwoju. Należą do niej dwa województwa: śląskie oraz lubuskie. W województwie śląskim odnotowano

najniższy wskaźnik zagrożenia ubóstwem trwałym (w %), najniższą stopę bezrobocia długotrwałego (w %), oraz najniższe nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł). Województwo lubuskie posiada najwyższy wskaźnik lesistości (w %), zajmuje ostatnią lokatę ze względu na odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo.

Do grupy czwartej zostały zakwalifikowane województwa warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, dolnośląskie, małopolskie. Województwa te znajdują się w klasie drugiej lub trzeciej ze względu na każdy z ładu zrównoważonego rozwoju. Województwo dolnośląskie odnotowało najwyższy wzrost PKB w stosunku do roku 2009 na 1 mieszkańca (w %). Województwo małopolskie zajmuje ostatnią lokatę ze względu na nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł).

Grupę piątą tworzą województwa, w których co najmniej jeden z ładów reprezentuje średnio wysoki oraz co najmniej jeden z nich niski poziom rozwoju. Zostało do niej zakwalifikowanych sześć województw: podlaskie, łódzkie, lubelskie, opolskie, świętokrzyskie, podkarpackie. W województwie podlaskim odnotowało najniższy wzrost PKB w stosunku do roku 2009 na 1 mieszkańca (w %). Województwo łódzkie posiada najniższy wskaźnik lesistości (w %). W województwie lubelskim występuje najniższa wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego oraz najwyższy wskaźnik zagrożenia ubóstwem trwałym (w %). Z kolei, województwie opolskim odnotowano najniższe nakłady na B+R w relacji do PKB (w %) oraz najwyższe zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB (w kWh). Województwo podkarpackie zajmuje ostatnią lokatę ze względu na przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł); osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %) oraz posiada najwyższą stopę bezrobocia długotrwałego (w %).

## Analiza porównawcza otrzymanych wyników

Wyniki uporządkowania województw otrzymane za pomocą modelowania miękkiego (MM) oraz metody TOPSIS (TP) przedstawiono w tabeli 5.

Otrzymane wyniki świadczą o dużej zgodności otrzymanych rankingów. Zgodność klasyfikacji ze względu na obie metody w przypadku poziomu zrównoważonego rozwoju występuje w 10 województwach w odniesieniu do ładu społecznego, 7 województwach w odniesieniu do ładu gospodarczego, a w 6 dla ładu środowiskowego. Współczynniki Spearmana korelacji rang wynoszą odpowiednio dla ładu społecznego 0,96, ładu gospodarczego 0,80, ładu środowiskowego 0,88. Najwyższą zgodność klasyfikacji otrzymano dla ładu społecznego, a najniższą dla ładu gospodarczego.

Tabela 5

Uporządkowanie województw w Polsce w 2010 roku według ładu gospodarczego (LG), ładu społecznego (LS) oraz ładu środowiskowego (LSR) – porównanie

Lp.	Województwo	LG		LS		LSR	
		MM	TP	MM	TP	MM	TP
1	Dolnośląskie	3	3	4	4	9	9
2	Kujawsko-pomorskie	7	10	13	13	6	10
3	Lubelskie	13	9	15	15	14	13
4	Lubuskie	12	14	10	8	2	2
5	Łódzkie	6	6	9	12	13	15
6	Małopolskie	10	5	11	11	7	11
7	Mazowieckie	1	1	1	2	4	4
8	Opolskie	11	13	5	5	16	16
9	Podkarpackie	14	7	16	16	11	6
10	Podlaskie	16	16	8	10	8	5
11	Pomorskie	2	2	2	1	3	3
12	Śląskie	4	4	3	3	15	14
13	Świętokrzyskie	15	15	14	14	5	7
14	Warmińsko-mazurskie	9	11	12	9	10	8
15	Wielkopolskie	5	8	7	7	12	12
16	Zachodniopomorskie	8	12	6	6	1	1

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą modelowania miękkiego (MM) oraz metodą TOPSIS (TP).

## Podsumowanie

Istotą rozwoju zrównoważonego są działania pozwalające na trwałą integrację trzech jego ładów: gospodarczego, społecznego oraz środowiskowego, między innymi przez realizację polityk sektorowych i programów rozwoju w regionie, czego skutkiem ma być poprawa jakości życia<sup>24</sup>. W koncepcji rozwoju zrównoważonego przyjmuje się zachowanie równowagi między tymi trzema ładami – żaden z nich nie powinien być traktowany jako nadrzędny, co w praktyce jednak może być trudne do uzyskania. W ujęciu regionalnym rozwój zrównoważony

<sup>24</sup> K. Heffner, K. Malik, *Paradygmat sustainable development we współczesnej polityce regionalnej*, w: *Implementacyjne aspekty wdrażania zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.

będzie dotyczył nie tylko równoważności relacji: społeczeństwo – gospodarka – środowisko na poziomie mezoekonomicznym, ale także składowych stanowiących każdą z jej ładów<sup>25</sup>.

W pracy dokonano analizy poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy. Zastosowanie modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS pozwoliło ocenić stan realizacji koncepcji ZR w badanych regionach.

Skonstruowany model miękkiego zrównoważonego rozwoju prezentuje wpływ trzech analizowanych ładów na zrównoważony rozwój województw w Polsce. Parametry modelu wewnętrznego i zewnętrznego oszacowane zostały metodą PLS. 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 społeczny, umiarkowaną wymiary środowiskowy oraz gospodarczy, ale różnice pomiędzy wartościami oszacowań poszczególnych parametrów modelu wewnętrznego nie są zbyt duże. Oznacza to, że wszystkie trzy wymiary mają znaczny i porównywalny wpływ na ZR. Wyniki te przenoszą się bezpośrednio na ranking województw pod względem zrównoważonego rozwoju. Pierwsze miejsca w rankingu uzyskiwały województwa mazowieckie i pomorskie, a więc te regiony, które cechuje wysoki potencjał społeczny oraz gospodarczy, a także wysoka aktywność na rzecz środowiska. Natomiast na ostatnich miejscach w rankingu uplasowały się województwa podkarpackie i lubelskie, w których potencjał w trzech analizowanych sferach był na niskim poziomie.

Zbudowany model miękkiego zrównoważonego rozwoju pokazuje ponadto, które wskaźniki mają najistotniejszy wpływ na trzy analizowane łady oraz na integrującą je zmienną ukrytą ZR. Są to: wartość dodana brutto na 1 pracującego (w zł), przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł) oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności, a więc wskaźniki odzwierciedlające każdy z analizowanych ładów.

Do uporządkowania województw Polski w 2010 roku w ze względu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy wykorzystano także metodę TOPSIS. Ustalono ranking poszczególnych województw oraz wyznaczono odległości każdego województwa od abstrakcyjnego województwa o najkorzystniejszych wartościach poszczególnych wskaźników.

Stosując modelowanie miękkie oraz metodę TOPSIS otrzymano zbliżone rankingi województw ze względu na zrównoważony rozwój oraz w ramach analizowanych ładów. Wyniki badań pokazują, że województwa różnią się nie tylko ze względu na poziom realizacji koncepcji ZR w ramach każdego z ładów, ale także na charakter relacji między nimi.

<sup>25</sup> M. Gerwin, *Plan zrównoważonego rozwoju dla Polski. Lokalne inicjatywy rozwojowe*, Earth Conservation, Sopot 2008.

Przeprowadzone badanie można traktować, co najwyżej, za jedną z propozycji w ramach literatury przedmiotu. 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.