

Marek KULESZA

Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie

Stanisława OSTASIEWICZ

WSOWL im T. Kościuszki we Wrocławiu

## **Porządkowanie krajów Unii Europejskiej według poziomu zrównoważonego rozwoju**

### **Wprowadzenie**

Celem pracy jest porównanie osiągnięć krajów UE w zakresie zrównoważonego rozwoju, określonego za pomocą dziewięciu wskaźników wiodących. Kraje traktowane są jako punkty w przestrzeni wielowymiarowej, dlatego też w celu ich uporządkowania można stosować metody wielowymiarowej analizy porównawczej. W prezentowanej pracy wykorzystano dwie metody: metodę interpolacyjną i metodę średniego miejsca. Wskaźniki charakteryzujące poszczególne kraje uzyskano z bazy Eurostat.

### **1. Rozwój zrównoważony – podstawowe problemy**

W roku 1968 odbyła się Międzynarodowa Konferencja Ekspertów Naukowych UNESCO, poświęcona wzajemnym powiązaniom środowiska i rozwoju. W czasie konferencji powstał międzynarodowy interdyscyplinarny program „Człowiek i biosfera” (MAB). Ujęto w nim najważniejsze fakty wskazujące na rosnące zagrożenie Ziemi katastrofą ekologiczną, spowodowaną degradacją środowiska naturalnego, a także na wystąpienie katastrofy ekonomiczno-społecznej. Raport z konferencji przekonał ludzi do konieczności podjęcia wspólnych działań mających na celu uratowanie świata.

Na zwołanej w roku 1972 konferencji w Sztokholmie, która poświęcona była problemom środowiska naturalnego, po raz pierwszy padło określenie „rozwój zrównoważony”. Ostatecznie definicja rozwoju zrównoważonego (ekorozwoju)

została sformułowana na II sesji UNEP (United Nations Environment Programm) w 1975 roku.

W roku 1987 ukazał się Raport Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju ONZ, który nosił nazwę „Nasza Wspólna Przyszłość”, przygotowany przez komisję pod przewodnictwem G.H. Brundtland. W raporcie tym dookreślono pojęcie rozwoju zrównoważonego (*Sustainable Development*) oraz wskazano zasady, wedle których ów rozwój ma się odbywać. W raporcie G.H. Brundtland znajduje się stwierdzenie: „na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokojone bez zmniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”.

W omawianym dokumencie podkreślono konieczność integracji światowych działań w trzech podstawowych obszarach (por. [9]):

- wzrostu gospodarczego i równomiernego podziału korzyści, w celu osiągnięcia odpowiedzialnego długookresowego wzrostu, który ma być udziałem wszystkich narodów i społeczności,
- ochrony zasobów naturalnych i środowiska poprzez opracowanie rozwiązań, które ograniczą zużycie zasobów naturalnych oraz powstrzymają skażenie środowiska,
- rozwoju społecznego – międzynarodowa społeczność ma dołożyć wszelkich starań, aby zaspokoić potrzeby ludzi w zakresie pracy, żywności, edukacji, energii, opieki zdrowotnej, wody i systemów sanitarnych. Jednocześnie nie powinno być naruszone bogactwo kulturowe i jego różnorodność.

W dniach od 3 do 14 czerwca 1992 roku odbył się kolejny, o bardzo dużym zasięgu, Szczyt Ziemi w Rio de Janeiro, zorganizowany przez ONZ. Dotyczył on spraw środowiska i rozwoju. Efektem tej konferencji jest bardzo ważny dokument, który został podpisany przez ministrów większości krajów świata, jest to tzw. deklaracja z Rio. Idea zrównoważonego rozwoju została tu określona w sposób bardzo szczegółowy za pomocą 27 punktów (por. [4]). Punkty te są rozwinięciem trzech zasad rozwoju zrównoważonego: rozwoju ekonomicznego, społecznego i ekologicznego.

Podczas tego szczytu powstał też inny bardzo ważny dokument, noszący nazwę Agenda 21 (por. [4]). W dokumencie tym zawarty jest plan działania dla Narodów Zjednoczonych, grup społecznych, rządów, w każdym obszarze, w którym człowiek ma wpływ na środowisko w XXI wieku. Agendę tę sygnowały 172 kraje. Znajduje się tu także stwierdzenie (por. [4]): „Ludzkość doszła do przełomowego momentu w historii. Kontynuując dotychczasową politykę, przyczyniamy się do pogłębienia przepaści gospodarczej w społeczeństwach i między państwami, rozszerzenia się sfer ubóstwa, głodu, chorób i analfabetyzmu. Będziemy też powodować postępującą degradację środowiska naturalnego, od którego zależy życie na Ziemi”. W dokumencie tym znajduje się również zalecenie w sprawie zmiany postępowania w przyszłości. Celem określonym

w Agendzie 21 jest bezpieczny i sprawiedliwy świat, w którym każda żywa istota będzie w stanie zachować swoją godność.

W 2000 roku odbył się Szczyt Milenijny Organizacji Narodów Zjednoczonych, na którym zdefiniowane zostały Milenijne Cele Rozwoju, które powinny być osiągnięte do 2015 roku.

Najważniejszymi celami określonymi w tym dokumencie są:

- wyeliminowanie głodu i skrajnego ubóstwa (zmniejszenie o połowę liczby ludności, której dochód nie przekracza 1 dolara dziennie),
- zapewnienie powszechnego nauczania na poziomie podstawowym,
- promowanie równości płci (wyeliminowanie do 2015 nierównego dostępu płci do wszystkich szczebli edukacji),
- zmniejszenie o  $\frac{2}{3}$  wskaźnika umieralności dzieci do lat 5,
- zmniejszenie o  $\frac{3}{4}$  wskaźnika umieralności matek,
- powstrzymywanie rozprzestrzeniania się HIV, malarii i innych chorób,
- stosowanie metod hamujących ubożenie zasobów naturalnych, zmniejszenie o połowę liczby ludności niemającej dostępu do wody pitnej, poprawa warunków życia 100 milionów mieszkańców slumsów,
- stworzenie globalnego partnerskiego porozumienia na rzecz rozwoju.

Po opublikowaniu raportu ONZ z roku 2011 wiadomo, że niektóre cele na pewno nie będą osiągnięte w zaplanowanym czasie, a niektóre zostaną zrealizowane tylko częściowo.

Kolejna konferencja, nosząca nazwę Światowy Szczyt Ziemi, odbyła się w roku 2002 w Johannesburgu. W konferencji tej brały udział 22 000 uczestników. Wśród nich znalazło się 100 głów państw z całego świata. Szczyt ten poświęcony był głównie problemom wody pitnej na świecie, ale omawiano również inne kwestie. Podjęto wówczas decyzję o zmniejszeniu do 2012 emisji gazów cieplarnianych do atmosfery o 5,2%.

Próbowano też zbadać, jak przebiega realizacja zobowiązań podjętych dwa lata wcześniej, na Szczycie Milenijnym. Okazało się, że Milenijne Cele Rozwoju nie mają szans realizacji w założonym terminie. Na zakończenie konferencji ogłoszono deklarację w sprawie zrównoważonego rozwoju, która nosi nazwę deklaracja z Johannesburga. Sformułowano w niej wyzwania, przed którymi stoi ludzkość, jak również podjęto zobowiązania do ich realizacji. Zobowiązano się również do śledzenia sposobów realizacji przyjętych zamierzeń.

Efektom ostatniego zobowiązania jest opracowanie systemu wskaźników zrównoważonego rozwoju (*sustainable development indicators*, w skrócie SDI), mających na celu monitorowanie postępu rozwoju zrównoważonego oraz rozpoznawanie obszarów wymagających szczególnej troski.

W Polsce pojęcie zrównoważonego rozwoju zdefiniowano w ustawie Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku (por. [6], [7]).

Zrównoważony rozwój to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych,

z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego, jak i przyszłych pokoleń.

## 2. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju

Na podstawie zaleceń zawartych w dokumencie ONZ globalny program działań – Agenda 21, przyjętym na konferencji w Rio de Janeiro w 1992 roku, został opracowany – przez Komisję Narodów Zjednoczonych do spraw Zrównoważonego rozwoju (UNCSD) – zestaw 130 wskaźników dotyczących procesów mających wpływ na kształtowanie się rozwoju zrównoważonego (por. [5]). Wskaźniki te tworzą tak zwany poziom 3 wskaźników zrównoważonego rozwoju (SDI).

Wskaźniki poziomu 3 zostały następnie podzielone na 10 grup tematycznych. W każdym temacie wyróżniono podtematy. Wskaźniki należące do poszczególnych podtematów zostały zagregowane i tworzą wskaźniki poziomu 2.

Z kolei w wyniku agregacji wskaźników poziomu 2 otrzymuje się wskaźniki wiodące (*Headline indicators*) dla grup tematycznych (wskaźniki 1 poziomu).

W tabeli 1 przedstawiono wskaźniki poziomu 3, poziomu 2 (operacyjne) i wskaźniki poziomu 1 (globalne, wiodące) dla grupy tematycznej „rozwój ekonomiczno-społeczny”.

**Tabela 1.** Wskaźniki 1, 2 i 3 poziomu dla grupy tematycznej „rozwój ekonomiczno-społeczny”

Wskaźnik poziomu 1 (wskaźnik wiodący)	Wskaźniki poziomu 2 (operacyjne)	Wskaźniki poziomu 3
Realny PKB na mieszkańca	Rozwój gospodarczy	
	Inwestycje	Regionalne dysproporcje w PKB
		Oszczędności gospodarstw domowych
		Dochód narodowy netto
	Konkurencyjność, innowacje i ekoefektywność	
	Wydajność pracy	Całkowite wydatki na badania i rozwój
		Energochłonność
		<i>Real effective exchange rate</i>
		<i>Turnover from innovation</i>
	Zatrudnienie	
	Ogólny współczynnik zatrudnienia	Zatrudnienie kobiet
		Zatrudnienie osób z wykształceniem wyższym

Tabela 1. Wskaźniki 1, 2 i 3 poziomu... (cd.)

Wskaźnik poziomu 1 (wskaźnik wiodący)	Wskaźniki poziomu 2 (operacyjne)	Wskaźniki poziomu 3
Realny PKB na mieszkańca	Zatrudnienie	
	Ogólny współczynnik zatrudnienia	Regionalne dysproporcje w zatrudnieniu
		Regionalne dysproporcje w zatrudnieniu według płci
		Bezrobocie według płci
		Bezrobocie według wieku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [12], [5].

W grupie tematycznej „rozwój ekonomiczno-społeczny” wyróżniono 3 podtematy, obejmujące rozwój gospodarczy, konkurencyjność, innowacje i efektywność oraz zatrudnienie.

Dokładnie w taki sam sposób skonstruowano wskaźniki dla pozostałych grup tematycznych. Lista obszarów tematycznych i wskaźniki wiodące we wszystkich grupach przedstawione są w tabeli 2. Przedstawione są tu również oznaczenia wskaźników i jednostki, w których zostały one wyrażone.

Tabela 2. Obszary tematyczne i wskaźniki wiodące

Numer grupy tematycznej	Nazwa grupy tematycznej	Wskaźniki wiodące	Nazwa wskaźnika	Jednostka
1	Rozwój ekonomiczno-społeczny	Wzrost produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca	SDI 1	%
2	Zrównoważona konsumpcja i produkcja	Produktywność zasobów	SDI 2	EUR/kg
3	Włączenie społeczne	Ludność narażona na ubóstwo lub wykluczenie społeczne	SDI 3	%
4	Zmiany demograficzne	Wskaźnik zatrudnienia osób starszych	SDI 4	%
5	Zdrowie publiczne	Przeciętne dalsze trwanie życia i dalsze trwanie życia w zdrowiu	SDI 5	lata
6	Zmiana klimatu i energia	Emisja gazów cieplarnianych i zużycie energii ze źródeł odnawialnych	SDI 6	%

**Tabela 2.** Obszary tematyczne i wskaźniki wiodące (cd.)

Numer grupy tematycznej	Nazwa grupy tematycznej	Wskaźniki wiodące	Nazwa wskaźnika	Jednostka
7	Zrównoważony transport	Zużycie energii w transporcie w relacji do PKB	SDI 7	%
8	Zasoby naturalne	Występowanie pospolitych gatunków ptaków i ochrona zasobów rybnych	SDI 8	%
9	Globalne partnerstwo	Oficjalna pomoc rozwojowa	SDI 9	%
10	Dobre rządzenie	Nie ma wskaźnika wiodącego	—	—

Źródło: opracowanie własne na podstawie [5].

Wskaźniki SDI opracowane zostały głównie w celu monitorowania osiągnięć rozwoju zrównoważonego.

Rezultaty rozwoju zrównoważonego, charakteryzowane za pomocą wskaźników wiodących, w Unii Europejskiej prezentowane są w raportach monitorujących w sprawie strategii zrównoważonego rozwoju UE (por. [8], [12], [13]). Raporty takie wydawane były już kilkakrotnie: w 2005, 2007, 2009 i ostatni w 2011 roku. W każdym z nich porównywane są wskaźniki wiodące ze wskaźnikami wiodącymi publikowanymi w raporcie poprzednim.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki porównania (sformułowane werbalnie) wskaźników wiodących z roku 2009 ze wskaźnikami z roku 2007 i wskaźników z 2011 roku ze wskaźnikami z roku 2009.

**Tabela 4.** Porównanie wskaźników rozwoju zrównoważonego

Numer grupy tematycznej	Nazwa grupy tematycznej	Wskaźnik wiodący	Ocena zmian w raporcie z 2009 roku w porównaniu z raportem z 2007 roku	Ocena zmian w raporcie z 2011 roku w porównaniu z raportem z 2009 roku
1	Rozwój ekonomiczno-społeczny	Wzrost produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca	Zmiany korzystne	Zmiany umiarkowanie korzystne
2	Zrównoważona konsumpcja i produkcja	Produktywność zasobów	Zmiany umiarkowanie niekorzystne	Zmiany umiarkowanie niekorzystne
3	Włączenie społeczne	Ludność narażona na ubóstwo lub wykluczenie społeczne	Zmiany korzystne	Zmiany korzystne

Tabela 4. Porównanie wskaźników rozwoju zrównoważonego (cd.)

Numer grupy tematycznej	Nazwa grupy tematycznej	Wskaźnik wiodący	Ocena zmian w raporcie z 2009 roku w porównaniu z raportem z 2007 roku	Ocena zmian w raporcie z 2011 roku w porównaniu z raportem z 2009 roku
4	Zmiany demograficzne	Wskaźnik zatrudnienia osób starszych	Zmiany umiarkowanie korzystne	Zmiany umiarkowanie niekorzystne
5	Zdrowie publiczne	Przeciętne dalsze trwanie życia i dalsze trwanie życia w zdrowiu	Zmiany umiarkowanie korzystne	Zmiany umiarkowanie korzystne
6	Zmiana klimatu i energia	Emisja gazów cieplarnianych i zużycie energii ze źródeł odnawialnych	Zmiany korzystne	Zmiany korzystne
7	Zrównoważony transport	Zużycie energii w transporcie w relacji do PKB	Zmiany umiarkowanie niekorzystne	Zmiany umiarkowanie niekorzystne
8	Zasoby naturalne	Występowanie pospolitych ptaków i ochrona zasobów rybnych	Zmiany umiarkowanie niekorzystne	Zmiany umiarkowanie niekorzystne
9	Globalne partnerstwo	Oficjalna pomoc rozwojowa	Zmiany wyraźnie niekorzystne	Zmiany wyraźnie niekorzystne
10	Dobre rządzenie	Nie ma wskaźnika wiodącego	—	—

Źródło: opracowanie własne na podstawie [12], [13].

Jak wynika z porównania wyników wybranych raportów tylko w dwóch tematach, włączenie społeczne i zmiany klimatu, przez dwa kolejne okresy następowyły zmiany pozytywne. Natomiast zmiany wyraźnie niekorzystne zachodziły w temacie dotyczącym globalnego partnerstwa.

### 3. Metody porządkowania obiektów wielowymiarowych

Poniżej zostaną omówione najbardziej znane metody porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych.

Założmy, że mamy zbiór obiektów  $\{O_1, O_2, \dots, O_N\}$  scharakteryzowanych za pomocą  $n$  cech, oznaczonych  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Wartość każdej z cech  $X_j$

(( $j=1, 2, \dots, n$ ) dla każdego obiektu  $O_i$  ( $i=1, 2, \dots, N$ ) może być bezpośrednio zmierzona w pewnej skali, wynik pomiaru oznaczamy  $x_{ij}$ .

Wyniki pomiaru wszystkich cech dla wszystkich badanych obiektów mogą być zapisane w postaci następującej macierzy danych:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & & & \\ x_{N1} & x_{N2} & \cdots & x_{Nn} \end{bmatrix}$$

Zadanie analizy porównawczej polega na znalezieniu takiego miernika syntetycznego  $f$ , który spełnia warunek:

$$O_i \prec O_j \Leftrightarrow f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}) < f(x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$$

gdzie  $\prec$  oznacza „gorszy”

Założmy, że  $y_i = f(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$   $i=1, 2, \dots, N$ .

Można wówczas powiedzieć, że funkcja  $f$  przekształca macierz  $X$  w wektor mierników syntetycznych  $Y$ , gdzie

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix}$$

Składowe miernika syntetycznego są to liczby charakteryzujące rozpatrywane obiekty. Niżej omówione zostaną metody konstrukcji miernika syntetycznego.

### 3.1. Metoda interpolacyjna (por. [10])

W tej metodzie powinien być znany obiekt najgorszy i obiekt najlepszy.

Obiekt  $O_w \in \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$  nazwiemy najgorszym, jeśli  $O_w \prec O_i$  dla każdego  $O_i$ , zaś obiekt  $O_b \in \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$  nazwiemy najlepszym, jeśli  $O_b \succ O_i$  dla każdego  $O_i$ .

Oznaczmy symbolem  $x^w$  wartości cechy odpowiadające obiektowi najgorszemu, a symbolem  $x^b$  wartości odpowiadające obiektowi najlepszemu. Niech to będą obiekty, którym odpowiadają następujące wektory cech:

$$x^w = (x_1^w, x_2^w, \dots, x_n^w)$$

$$x^b = (x_1^b, x_2^b, \dots, x_n^b)$$



O pozostałych punktach nic nie wiemy i dlatego chcemy je uporządkować tak, aby  $x^w$  był to element najmniejszy, a  $x^b$  największy.

Funkcja  $f$

$$f : \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow R,$$

musi zachowywać porządek obiektów. Muszą być więc spełnione relacje:

$$f(x^w) \leq f(x_i) \text{ i } f(x_i) \leq f(x^b) \quad (1)$$

dla dowolnych  $x_i \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ .

Załóżmy, że badany zbiór elementów jest uporządkowany liniowo i znany jest obiekt „najgorszy” i „najlepszy”.

Algorytm porządkowania obiektów konstruujemy wówczas następująco:

Punkty  $x^w$  i  $x^b$  łączymy prostą, a pozostałe punkty rzutujemy na tę prostą, uzyskując w ten sposób uporządkowanie obiektów od najgorszego do najlepszego.

Współrzędne rzutu  $z_{ij}$  punktu  $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$  odpowiadające obiektowi  $O_i$  oblicza się według wzoru:

$$z_{ij} = x_j^w + \frac{k_j (\sum_{i=1}^n k_i x_{i1} - \sum_{l=1}^n k_l x_l^w)}{\sum_{l=1}^n k_l^2} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, N, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

gdzie  $k_j = x_j^b - x_j^w$

Oznaczmy rzut punktu odpowiadającego najgorszemu obiektowi symbolem  $z^w = (z_1^w, z_2^w, \dots, z_n^w)$ , zaś najlepszemu – symbolem  $z^b = (z_1^b, z_2^b, \dots, z_n^b)$ .

Odległość dowolnego punktu  $O_i$  od obiektu najgorszego oblicza się ze wzoru:

$$d_i = \frac{1}{R} \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_j^w - z_{ij})^2} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

$$\text{gdzie } R = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_j^w - z_j^b)^2}$$

Powyższą metodę można stosować nawet wtedy, gdy nie wiemy, który obiekt jest najgorszy, a który najlepszy. Wystarczy wiedzieć, który z dwóch wybranych obiektów jest lepszy, a który gorszy, i przeprowadzić przez nie prostą.

Poniżej omówione zostaną inne proste metody porządkowania stosowane w badaniach empirycznych.

### 3.2. Metoda miernika rozwoju

W metodzie tej ustalany jest punkt odniesienia nazywany wzorcem (por [2]), a odległość punktów od wzorca określa kolejność porządkowanych elementów.

Współrzędne wzorca określa się, korzystając z następującego wzoru:

$$x_{0j} = \begin{cases} \max x_{ij} & \text{jeśli } X_j \text{ jest stymulantą} \\ \min x_{ij} & \text{jeśli } X_j \text{ jest destymulantą} \end{cases}$$

Odległość między wzorcem  $x_{0j}$  a poszczególnymi obiektami  $x_{ij}$  oblicza się według wzoru:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{j0})^2} \quad i=1, 2, \dots, N$$

Syntetyczna miara rozwoju określona jest następująco:

$$d_i = 1 - \frac{d_{i0}}{c}$$

gdzie  $c = \bar{d} + 2 \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (d_{i0} - \bar{d})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$

$\bar{d}$  oznacza średnią odległość obiektów od wzorca rozwoju i określone jest następująco:

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_{i0}$$

### 3.3. Miernik średniego miejsca

W tej metodzie (por. [3]) porządkujemy obiekty ze względu na każdą cechę osobno i następnie – dla każdego obiektu – liczymy miejsce średnie ze względu na wszystkie cechy.

Miernik średniego miejsca obiektu  $O_i$ , który oznaczamy  $l_i$ , obliczamy według wzoru:

$$l_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n l_{ij} \quad i=1, 2, \dots, N$$

$l_{ij}$  oznacza numer miejsca, które obiekt  $O_i$  zajmuje ze względu na wartość cechy  $X_j$ .

### 3.4. Zmienna syntetyczna

Dla każdego obiektu  $O_1, O_2, \dots, O_N$  konstruowana jest w następujący sposób miara syntetyczna  $d_i$  (por. [1]):

$$d_i = \sum_{j=1}^n \frac{x_{ij}}{x_{0j}} \quad i = 1, 2, \dots, N$$

gdzie wartość  $x_{0j}$  określona jest następująco:

$$x_{0j} = \begin{cases} \min_i x_{ij}, & \text{jeśli } x_{ij} \text{ jest stymulantą} \\ \max_i x_{ij} & \text{jeśli } x_{ij} \text{ jest destymulantą} \end{cases}$$

Istnieje jeszcze wiele innych sposobów liniowego porządkowania obiektów i wszystkie polegają na tym, że obliczana jest odległość obiektów (punktów) od pewnego ustalonego punktu  $x_0$ . W zależności od stosowanej metryki oraz od sposobu wyboru punktu  $x_0$  otrzymuje się różne miary.

## 4. Uporządkowanie państw UE według rozwoju zrównoważonego

Każdy z 27 krajów UE scharakteryzowany jest za pomocą 9 wskaźników wiodących charakteryzujących rozwój zrównoważony.

Wartości tych wskaźników z roku 2009 dla poszczególnych krajów przedstawione są w tabeli 5.

Tabela 5. Wskaźniki wiodące dla krajów UE w roku 2011

Kraj	SDI1	SDI2	SDI3	SDI4	SDI5	SDI6	SDI7	SDI8	SDI9
Belgia	2,2	1,47	21,6	34,4	82,6	90,8	3,0	86,3	0,43
Bułgaria	7,0	0,14	60,7	42,6	76,7	64,7	9,1	101	0,06
Czechy	5,6	0,42	15,8	4,6	80,2	75,6	7,3	111,2	0,11
Dania	1,2	1,24	16,8	58,6	80,6	97,0	18,1	105,0	0,81
Niemcy	2,8	1,71	20,6	51,5	82,7	77,7	9,1	86,6	0,37
Estonia	7,1	0,27	22,0	60,0	78,8	54,0	17,1	86,2	0,08
Irlandia	3,1	0,66	23,1	53,8	82,1	123,4	3,4	98,0	0,55
Grecja	3,9	0,98	28,3	42,4	81,8	127,7	8,1	91,6	0,17
Hiszpania	1,7	0,9	23,1	44,6	84,3	153,9	9,6	100,9	0,37
Francja	1,8	1,8	19	38,2	84,8	94,1	10,2	87,9	0,38
Włochy	0,7	1,6	26,1	33,8	84,2	106,9	5,2	99,4	0,19

Tabela 5. Wskaźniki wiodące dla krajów UE w roku 2011 (cd.)

Kraj	SDI1	SDI2	SDI3	SDI4	SDI5	SDI6	SDI7	SDI8	SDI9
Cypr	3,6	0,64	25,2	55,9	82,2	187	3,1	87,1	0,12
Łotwa	10,6	0,31	36,0	57,7	76,5	45,8	29,7	97,5	0,06
Litwa	10,4	0,43	28,7	53,4	77,2	51,2	14,2	99,0	0,11
Luksemburg	5,0	4,32	15,9	32,0	0,82	97,5	2,0	103,7	0,92
Węgry	0,9	0,6	29,4	33,1	77,8	77,8	6,0	110,9	0,08
Malta	3,2	2,14	19,1	28,5	82,2	146,9	0,2	90,4	0,15
Holandia	3,7	2,6	15,7	50,9	82,5	97,6	3,0	99,5	0,81
Austria	3,3	1,4	16,7	38,6	83,1	111,2	26,6	110,8	0,5
Polska	6,8	0,38	34,4	29,7	79,8	88,2	7,4	121,8	0,10
Portugalia	2,2	0,62	25,0	50,9	82,2	134,7	22,2	102,2	0,22
Rumunia	6,5	0,14	45,9	41,4	76,9	63,1	18,7	91,0	0,07
Słowenia	6,3	17,1	0,46	33,5	82,0	111,3	15,6	98,7	0,12
Słowacja	10,4	0,49	21,3	35,6	78,4	64,6	7,4	91,2	0,09
Finlandia	4,9	0,79	17,4	55,0	83,1	111,0	28,9	93,3	0,39
Szwecja	2,2	1,79	13,9	70,0	83,1	91,3	44,2	89	0,93
Anglia	2,0	2,54	22,8	57,4	81,8	82,9	1,7	90,1	0,35

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8].

Niżej przedstawiono wyniki czterech prób porządkowania krajów Unii Europejskiej według stopnia rozwoju zrównoważonego – trzy uporządkowania za pomocą metody interpolacyjnej i jedno za pomocą miernika średniego miejsca. Rozpoczniemy od metody interpolacyjnej. W metodzie tej powinno być wiadomo który kraj jest bardziej rozwinięty, a który mniej. Oceny tej dokonujemy w sposób subiektywny.

#### 4.1. Porządkowanie metodą interpolacyjną

Przyjmijmy, że krajem najmniej rozwiniętym wśród krajów UE jest **Rumunia**, a krajem najbardziej rozwiniętym – **Belgia**. Prowadzimy prostą przez te punkty, zaś wszystkie pozostałe obiekty (kraje) rzutujemy na tę prostą. Następnie dla każdego kraju obliczamy jego odległość (por. wzór 3) od kraju, który został wybrany jako gorszy. Wielkości tych odległości wyznaczają uporządkowanie krajów w kolejności od najmniej do najbardziej rozwiniętego. Wyniki uporządkowania przy różnym wyborze krajów gorszego i lepszego przedstawione są w tabeli 6.

Tabela 6. Uporządkowanie krajów UE według zrównoważonego rozwoju

Ranga	Kraj gorszy: Rumunia Kraj lepszy: Belgia		Kraj gorszy: Bułgaria Kraj lepszy: Belgia		Kraj gorszy: Polska Kraj lepszy: Finlandia	
	Odległość $d_i$	Kraj	Odległość $d_i$	Kraj	Odległość $d_i$	Kraj
1	0	Łotwa	0	Bułgaria	0	Bułgaria
2	8,47645	Bułgaria	15,1047	Rumunia	0,724283	Polska
3	13,8477	Rumunia	17,0188	Polska	4,91221	Węgry
4	14,3942	Litwa	19,0935	Węgry	12,831	Litwa
5	19,9722	Estonia	22,77	Litwa	12,9525	Rumunia
6	34,2617	Słowacja	23,8591	Słowacja	13,9978	Słowacja
7	37,9486	Węgry	25,4173	Łotwa	14,9592	Czechy
8	38,4778	Szwecja	32,5828	Belgia	17,3184	Łotwa
9	40,4242	Polska	32,6305	Czechy	19,7902	Luksemburg
10	41,5727	Czechy	34,3268	Luksemburg	25,3561	Włochy
11	42,0175	Niemcy	34,5264	Włochy	26,169	Belgia
12	45,5876	Anglia	34,6825	Estonia	27,801	Estonia
13	50,2902	Dania	36,3694	Anglia	30,8183	Anglia
14	55,4198	Belgia	37,8449	Niemcy	31,3827	Niemcy
15	55,9516	Francja	40,481	Francja	31,7871	Holandia
16	57,0601	Finlandia	43,0238	Holandia	32,5312	Francja
17	58,9993	Holandia	46,4323	Grecja	34,355	Słowenia
18	59,4401	Austria	46,586	Słowenia	35,0244	Austria
19	61,6828	Włochy	49,3069	Irlandia	38,0602	Dania
20	61,7814	Luksemburg	50,7113	Malta	42,9879	Irlandia
21	65,1594	Słowenia	51,5042	Dania	43,0296	Grecja
22	70,7727	Portugalia	52,472	Austria	45,1309	Malta
23	71,3378	Irlandia	59,7652	Portugalia	51,3658	Portugalia
24	71,9146	Grecja	60,0005	Hiszpania	52,9875	Hiszpania
25	90,9927	Hiszpania	62,1868	Finlandia	53,0519	Finlandia
26	95,7093	Malta	71,3586	Szwecja	61,595	Szwecja
27	113,437	Cypr	74,099	Cypr	76,8315	Cypr
Mediana odległości $d_i$						
55,4198	Belgia	37,8449	Niemcy	31,3827	Niemcy	

Źródło: opracowanie własne.

Porównując trzy otrzymane rankingi krajów UE, widać, że są one różne. Nie badano stopnia zgodności tych uporządkowań, jednak można zauważyć, że jeśli znajdziemy medianę odległości  $d_i$  dla każdego z tych uporządkowań, to kraje

dawnego Bloku Wschodniego znajdują się na ogół w zbiorowości krajów o zrównoważonym rozwoju niższym niż mediana. Nie przeprowadzono badania odnośnie do tego, czy wartość któregoś wskaźnika wiodącego powoduje tę sytuację, czy też generalnie wszystkie wskaźniki wiodące dla tych krajów są gorsze.

#### 4.2. Porządkowanie za pomocą miernika średniego miejsca

Pierwszym etapem porządkowania krajów według zrównoważonego rozwoju jest ich uporządkowanie według każdego wskaźnika z osobna. Następnie każdemu z krajów przyporządkowano rangi według wskaźników SDI. Jak widać, porządek krajów według poszczególnych wskaźników jest różny. Jeżeli popatrzymy na Włochy, to zauważymy, że ze względu na wzrost produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca mają one rangę najniższą, natomiast ze względu na przeciętne trwanie życia i dalsze trwanie życia (wskaźnik SDI5) zajmują miejsce 25, czyli są w czołówce krajów Unii Europejskiej.

Uporządkowanie wszystkich krajów wraz z wartościami rang podane jest w tabeli 7. Dla oznaczenia krajów wykorzystywane są symbole Unii Europejskiej (por. [11]).

Tabela 7. Uporządkowanie krajów według poszczególnych cech

Ran- ga	Kraj	SDI1	Kraj	SDI2	Kraj	SD3	Kraj	SDI4	Kraj	SDI5	Kraj	SDI6	Kraj	SDI7	Kraj	SDI8	Kraj	SDI9
1	IT	0,7	RO	0,14	SI	0,46	CZ	4,6	LU	0,82	LV	45,8	MT	0,2	EE	86,2	LV	0,06
2	HU	0,9	BG	0,14	SE	13,9	MT	28,5	LV	76,5	LT	51,2	UK	1,7	BE	86,3	BG	0,06
3	DK	1,2	EE	0,27	NI	15,7	PL	29,7	BG	76,7	EE	54,0	LU	2,0	DE	86,6	RO	0,07
4	ES	1,7	LV	0,31	CZ	15,8	LU	32,0	RO	76,9	RO	63,1	BE	3,0	CY	87,1	EE	0,08
5	FR	1,8	PL	0,38	LU	15,9	HU	33,1	LT	77,2	SK	64,6	NI	3,0	FR	87,9	HU	0,08
6	UK	2,0	CZ	0,42	AT	16,7	SI	33,5	HU	77,8	BG	64,7	CT	3,1	SE	89	SK	0,09
7	BE	2,2	LT	0,43	DK	16,8	IT	33,8	SK	78,4	CZ	75,6	IE	3,4	UK	90,1	PL	0,10
8	PT	2,2	SK	0,49	FI	17,4	BE	34,4	EE	78,8	DE	77,7	IT	5,2	MT	90,4	LT	0,11
9	SE	2,2	HU	0,6	FR	19	SK	35,6	PL	79,8	HU	77,8	HU	6,0	RO	91,0	CZ	0,11
10	DE	2,8	PT	0,62	MT	19,1	FR	38,2	CZ	80,2	UK	82,9	CZ	7,3	SK	91,2	CY	0,12
11	IE	3,1	CY	0,64	DE	20,6	AT	38,6	DK	80,6	PL	88,2	SK	7,4	EL	91,6	SI	0,12
12	MT	3,2	IE	0,66	SK	21,3	RO	41,4	UK	81,8	BE	90,8	PL	7,4	FI	93,3	MT	0,15
13	AT	3,3	FI	0,79	BE	21,6	EL	42,4	EL	81,8	SE	91,3	EL	8,1	LV	97,5	EL	0,17
14	CY	3,6	ES	0,9	EE	22,0	BG	42,6	SI	82,0	FR	94,1	BG	9,1	IE	98,0	IT	0,19
15	NL	3,7	EL	0,98	IE	23,1	ES	44,6	IE	82,1	DK	97,0	DE	9,1	SI	98,7	PT	0,22
16	EL	3,9	DK	1,24	ES	23,1	NI	50,9	MT	82,2	LU	97,5	ES	9,6	LT	99,0	UK	0,35
17	FI	4,9	AT	1,4	PT	25,0	PT	50,9	PT	82,2	NI	97,6	FR	10,2	IT	99,4	DE	0,37
18	LU	5,0	BE	1,47	CY	25,2	DE	51,5	CY	82,2	IT	106,9	LT	14,2	NI	99,5	ES	0,37
19	CZ	5,6	IT	1,6	IT	26,1	LT	53,4	NI	82,5	FI	111,0	SI	15,6	ES	100,9	FR	0,38

Tabela 7. Uporządkowanie krajów według poszczególnych cech (cd.)

Ran- ga	Kraj	SDI1	Kraj	SDI2	Kraj	SD3	Kraj	SDI4	Kraj	SDI5	Kraj	SDI6	Kraj	SDI7	Kraj	SDI8	Kraj	SDI9
20	SI	6,3	DE	1,71	EL	28,3	IE	53,8	BE	82,6	AT	111,2	EE	17,1	BG	101,0	FI	0,39
21	RO	6,5	SE	1,79	LT	28,7	FI	55,0	DE	82,7	SI	111,3	DK	18,1	PT	102,2	BE	0,43
22	PL	6,8	FR	1,8	HU	29,4	CY	55,9	AT	83,1	IE	123,4	RO	18,7	LU	103,7	AT	0,5
23	BG	7,0	MT	2,14	UK	22,8	UK	57,4	FI	83,1	EL	127,7	PT	22,2	DK	105,0	IE	0,55
24	EE	7,1	UK	2,54	PL	34,4	LV	57,7	SE	83,1	PT	134,7	AT	26,6	AT	110,8	NI	0,81
25	LT	10,4	NI	2,6	LV	36,0	DK	58,6	IT	84,2	MT	146,9	FI	28,9	HU	110,9	DK	0,81
26	SK	10,4	LUR	4,32	RO	45,9	EE	60,0	ES	84,3	ES	153,9	LV	29,7	CZ	111,2	LU	0,92
27	LV	10,6	SI	17,1	BG	60,7	SE	70,0	FR	84,8	CY	187	SE	44,2	PL	121,8	SE	0,93

Źródło: [5]

Aby określić pozycję krajów ze względu na wszystkie wskaźniki łącznie, policzymy dla każdego z nich rangę średnią. Rangi krajów ze względu na każdą z cech oraz rangę dla wszystkich cech łącznie przedstawiono w tabeli 8, natomiast porządek krajów według rangi średniej został zaprezentowany w tabeli 9.

Tabela 8. Rangi krajów według poszczególnych wskaźników oraz ranga średnia

Kraj	SDI1 Ranga	SDI2 Ranga	SDI3 Ranga	SDI4 Ranga	SDI5 Ranga	SDI6 Ranga	SDI7 Ranga	SDI8 Ranga	SDI9 Ranga	Ranga średnia
Belgia	7	18	13	8	20	12	4	2	21	3,89
Bułgaria	23	2	27	14	3	6	14	1	20	4,07
Czechy	19	6	4	1	10	7	10	26	26	4,04
Dania	3	16	7	25	11	15	21	23	23	5,33
Niemcy	10	20	11	18	21	8	15	3	17	4,55
Estonia	24	3	14	26	8	3	20	1	4	3,81
Irlandia	11	12	15	20	15	22	7	14	23	5,15
Grecja	16	15	20	13	13	23	13	11	13	5,07
Hiszpania	4	14	16	15	26	26	16	19	18	5,70
Francja	5	22	9	10	27	14	17	5	19	4,74
Włochy	1	19	19	7	25	18	8	17	14	4,37
Cypr	14	11	18	22	18	27	6	4	4	4,59
Łotwa	27	4	25	24	2	1	26	13	1	4,55
Litwa	25	7	21	19	5	2	18	16	8	4,48
Luksemburg	18	26	5	4	1	16	3	22	22	3,96
Węgry	2	9	22	5	6	9	9	25	25	4,14
Malta	12	23	10	2	16	25	1	8	12	4,04
Holandia	15	25	3	16	19	17	5	18	24	5,26

**Tabela 8.** Rangi krajów według poszczególnych wskaźników oraz ranga średnia (cd.)

Kraj	SDI1 Ranga	SDI2 Ranga	SDI3 Ranga	SDI4 Ranga	SDI5 Ranga	SDI6 Ranga	SDI7 Ranga	SDI8 Ranga	SDI9 Ranga	Ranga średnia
Austria	13	17	6	11	22	20	24	24	22	5,89
Polska	22	5	24	3	9	11	12	27	27	5,26
Portugalia	8	10	17	17	17	24	23	21	21	5,85
Rumunia	21	1	26	12	4	4	22	9	3	3,78
Słowenia	20	27	1	6	14	21	19	15	11	4,96
Słowacja	26	8	12	9	7	5	11	10	6	3,48
Finlandia	17	13	8	21	23	19	25	12	20	5,85
Szwecja	9	21	2	27	24	13	27	6	27	5,41
Anglia	6	24	23	23	12	10	2	7	16	4,55

Źródło: [5]

Niżej przedstawione jest uporządkowanie krajów według rangi średniej

**Tabela 9.** Porządek krajów według rangi średniej

Nr miejsca	Ranga średnia	Kraj	Nr miejsca	Ranga średnia	Kraj
1	3,48	Słowacja	15	4,59	Cypr
2	3,78	Rumunia	16	4,74	Francja
3	3,81	Estonia	17	4,96	Słowenia
4	3,89	Belgia	18	5,07	Grecja
5	3,96	Luksemburg	19	5,15	Irlandia
6	4,04	Czechy	20	5,26	Holandia
7	4,04	Malta	21	5,26	Polska
8	4,07	Bulgaria	22	5,33	Dania
9	4,14	Węgry	23	5,41	Szwecja
10	4,37	Włochy	24	5,70	Hiszpania
11	4,48	Litwa	25	5,85	Portugalia
12	4,55	Niemcy	26	5,85	Finlandia
13	4,55	Łotwa	27	5,89	Austria
14	4,55	Anglia			

Źródło: [5]

Mediana rang średnich wynosi 4,55. W grupie krajów, których ranga średnia nie przekracza mediany, znajdują się prawie wszystkie państwa (oprócz Polski) dawnego Bloku Wschodniego. Rezultat uporządkowania uzyskany za pomocą obu wykorzystanych metod jest podobny.



## 5. Wnioski końcowe

Międzynarodowe konferencje poświęcone sprawom rozwoju społeczno-gospodarczego i środowiska naturalnego uświadomiły wszystkim kwestię istniejącego zagrożenia katastrofą społeczno-gospodarczą, a także ekologiczną. Podjęto już szereg działań mających na celu zaktywizowanie rządów i społeczeństw do podjęcia prac naprawczych w podstawowych obszarach wymagających szczególnej troski (wzrostu gospodarczego, ochrony zasobów naturalnych, w tym także czystości środowiska naturalnego oraz rozwoju społecznego). Mimo że problemy te zostały nagłośnione i podjęto pewne działania zapobiegawcze, to jednak stopień tej aktywności jest niewystarczający (por. [12], [13]). Opracowano programy i harmonogramy mające szybko poprawić dostęp ludności do podstawowych potrzeb, takich jak czysta woda, urządzenia sanitarne, schronienie, energia, ochrona zdrowia, żywność, oraz zapewnić ochronę różnorodności biologicznej. Podjęto zobowiązanie zwalczania czynników stanowiących zagrożenie dla zrównoważonego rozwoju. Czynnikiem takimi są: głód, okupacja przez obce siły, konflikty zbrojne, handel narkotykami, zorganizowana przestępczość, handel ludźmi, nienawiść rasowa, etniczna i religijna.

Zgodnie z deklaracją z Johannesburga ludzkość przyjęła na siebie zbiorową odpowiedzialność i od niej zależą dalsze losy Świata.

## Literatura

- [1] Bartosiewicz S., *Ekonometria*, PWE, Warszawa 1975.
- [2] Hellwig Z., *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie do badania wielocechowych obiektów gospodarczych*, ZBSE GUS „Przegląd Statystyczny” 1983.
- [3] Hellwig Z., Kania-Gospodarowicz A., *Zastosowanie analizy porównawczej w badaniach międzynarodowych*, Warszawa 1975.
- [4] <http://artykuly.ekologia.pl/27-Zasad-Zrównowazonego-Rozwoju,7035.html>.
- [5] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/potal/sdi/indicators>.
- [6] <http://www.dolceta.eu/polska/Mod5/Wskazniki-zrownowazonego-rozwoju.html>.
- [7] [http://www.stat.gov.pl/gus/5840\\_wskazniki\\_sdi\\_PLK\\_HTML.htm](http://www.stat.gov.pl/gus/5840_wskazniki_sdi_PLK_HTML.htm).
- [8] *Monitoring report of the EU sustainable development strategy*, Sustainable development in the European Union, 2011.
- [9] *Nasza wspólna przyszłość*, Raport Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju pod kierunkiem G.H. Brundtland, PWE, Warszawa 1991.
- [10] Ostasiewicz W., *Zastosowanie miary rozmytej do porównań syntetycznych*, „Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu”, nr 190, Wrocław 1981.

- [11] Ostasiewicz W., *Badania Statystyczne*, Oficyna Wolters Kluwer Business, Warszawa 2011.
- [12] *Zrównoważony rozwój w Unii Europejskiej*, Eurostat, raport monitorujący z 2009 w sprawie strategii zrównoważonego rozwoju UE, Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luksemburg 2009.
- [12] *Zrównoważony rozwój w Unii Europejskiej*, Eurostat, Raport monitorujący z 2011 w sprawie strategii zrównoważonego rozwoju UE, Urząd Publikacji Unii Europejskiej, Luksemburg 2011.

## Summary

### **Ordering of European Union member countries according to the level of well-balanced development**

We have linearly ordered the values of sustainable development indicators for European Union countries, using Eurostat's data. For that purpose an interpolation method of multidimensional objects ordering was used.