



Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej

Aleksandra Kaszkiel

Dzmitry Fiodarau

# **Uporządkowanie i grupowanie państw UE ze względu na realizację celów zrównoważonego rozwoju**

Warszawa 2024

## Spis treści

Wstęp.....	3
Cel badania .....	4
Opis zmiennych .....	5
Analiza zmiennych .....	6
Przygotowanie zbioru danych.....	7
Porządkowanie .....	8
Grupowanie .....	10
Zakończenie .....	11
Bibliografia.....	13

## Wstęp

Koncepcja zrównoważonego rozwoju opisana jest przez założenia „Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030” przyjętej Rezolucją Zgromadzenia Ogólnego ONZ w 2015 roku i jest jednym z czołowych tematów i wyzwań stawianych sobie przez Unię Europejską w ostatnich latach.<sup>1</sup>

Pomysł związany z wprowadzeniem Celów Zrównoważonego Rozwoju (SDGs) narodził się podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zrównoważonego Rozwoju w Rio de Janeiro w 2012 roku jako odpowiedź na potrzebę stworzenia zestawu uniwersalnych celów, które sprostająby pilnym wyzwaniom środowiskowym, politycznym i gospodarczym naszych czasów.<sup>2</sup>

W konsekwencji stworzono 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju opisanych przez 169 wskaźników, które dotyczą ambitnych wyzwań m.in. eliminacji biedy i głodu, redukcji nierówności społecznych, osiągnięcie pełnej równości płci i przywrócenie zrównoważonych ekosystemów.

Niewątpliwie, istotnym elementem gwarantującym osiągnięcie Celów Zrównoważonego Rozwoju jest bieżące monitorowanie progresu państw i identyfikacja obszarów wymagających poprawy. Na rynku, powstały więc dedykowane rozwiązania tj. SGD Index, czyli indeks pozwalający na mierzenie postępów w wypełnianiu Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju, stworzony przez UN Sustainable Development Solutions Network (SDSN) we współpracy z European Economic and Social Committee (EESC) i publikowany w corocznych raportach. Raport 2023/2024 pokazuje, że progres zachodzi stosunkowo wolno i potrzebna jest identyfikacja krajów, które spowalniają ten proces.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> <https://sdgs.un.org/goals>

<sup>2</sup> <https://www.undp.org/sdg-accelerator/background-goals>

<sup>3</sup> Europe Sustainable Development Report 2023/24 (5th edition), styczeń 2024

Rysunek 1. Wyniki indeksu SDG: Średnia UE i wyniki poszczególnych krajów europejskich



Źródło: Europe Sustainable Development Report 2023/24 (5th edition), str.16

## Cel badania

Celem badania jest uzyskanie rankingu państw Unii Europejskiej oraz dokonanie ich grupowania ze względu na stopień realizacji celów zrównoważonego rozwoju.

Badanie porównawcze wyników krajów w zakresie zrównoważonego rozwoju stanowi nieocenioną możliwość zgłębienia czynników sukcesu tych, które odnoszą najlepsze rezultaty, a także określenia istotnych obszarów do udoskonalenia dla krajów, które potrzebują poprawy. Tego rodzaju analizy pozwalają na zrozumienie różnic w polityce ekonomiczno-społecznej, które przyczyniają się do osiągnięcia lub nieosiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju.

Ponadto, grupowanie krajów ze względu na realizację założeń zrównoważonego rozwoju może okazać się przydatne w opracowywaniu odpowiednich polityk ekonomiczno-społecznych na skalę regionalną. Ich implementacja dla wielu krajów jednocześnie może przełożyć się na lepsze efekty niż w przypadku wdrożenia dla pojedynczego państwa, pozwalając na osiągnięcie lepszej koordynacji między krajami.

## Opis zmiennych

W badaniu zostało użytych 17 zmiennych społeczno-ekonomicznych, pochodzących z sekcji wskaźników zrównoważonego rozwoju Eurostatu. Eurostat udostępnia katalogi wskaźników, które służą do monitorowania postępu w realizacji każdego z 17 celów zrównoważonego rozwoju. Do realizacji badania dokonano selekcji po jednym wskaźniku z każdego katalogu, reprezentującego poszczególne obszary, a ich wybór oparto na subiektywnej analizie ich znaczenia.

Tabela 1. Wybrane wskaźniki zrównoważonego rozwoju

lp.	Cel Zrównoważonego Rozwoju	Wybrany wskaźnik
1	Wylądowanie ubóstwa	Odsetek osób zagrożonych ubóstwem lub wykluczeniem społecznym (X1)
2	Wylądowanie głodu	Wsparcie rządowe dla badań i rozwoju rolnictwa w euro na mieszkańca (X2)
3	Zdrowie i dobre samopoczucie	Odsetek osób powyżej 16 roku życia o dobrym lub bardzo dobrym postrzeganym stanie zdrowia (X3)
4	Jakość edukacji	Odsetek dorosłych uczestniczących w nauce w ciągu ostatnich czterech tygodni od 25 do 64 lat (X4)
5	Równość płci	Odsetek stanowisk zajmowanych przez kobiety na wyższych stanowiskach kierowniczych (X5)
6	Czysta woda i warunki sanitarne	Odsetek gospodarstw domowych nieposiadających podstawowych udogodnień sanitarnych: wanny, prysznic, toalety ze spłukiwaniem (X6)
7	Dostępna i czysta energia	Udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto (X7)
8	Godna praca i wzrost gospodarczy	Udział inwestycji w PKB (X8)
9	Przemysł, innowacje i infrastruktura	Udział autobusów i pociągów w śródlądowym transporcie pasażerskim (X9)
10	Redukcja nierówności	Odsetek młodych osób niepracujących, niekształcących się ani nieszkolących się (X10)
11	Zrównoważone miasta i społeczeństwo	Wskaźnik poważnej deprywacji mieszkaniowej (X11)
12	Zrównoważona konsumpcja i produkcja	Średnia emisja CO2 na km z nowych samochodów osobowych (X12)
13	Działania przeciwko zmianom klimatu	Emisje gazów cieplarnianych netto w tonach na mieszkańca (X13)
14	Życie pod wodą	Odsetek kąpielisk śródlądowych (dla Malty i Cypru, morskich i przybrzeżnych) o doskonałej jakości wody (X14)

15	Życie na lądzie	Udział powierzchni leśnej (X15)
16	Pokój, sprawiedliwość i silne instytucje	Standaryzowany współczynnik zgonów spowodowanych zabójstwem (X16)
17	Partnerstwo w celu osiągnięcia celów	Oficjalna pomoc rozwojowa jako udział w dochodzie narodowym brutto (X17)

## Analiza zmiennych

Przed opracowaniem rankingu państw Unii Europejskiej pod względem zrównoważonego rozwoju, kluczowym etapem jest dokonanie analizy zmiennych diagnostycznych. Proces ten rozpoczyna się od identyfikacji rodzaju zmiennych (stymulanty, destymulanty, nominanty) oraz określenia skali pomiarowej, na której te zmienne są wyrażone, co wpłynie na wybór odpowiedniej metody stymulacji. Wyniki analizy zostały zestawione w tabeli.

Tabela 2. Analiza zmiennych pod kątem ich charakteru i skali pomiarowej

Zmienna	Charakter	Skala pomiarowa
X1	D	ilorazowa
X2	S	ilorazowa
X3	S	ilorazowa
X4	S	ilorazowa
X5	S	ilorazowa
X6	D	ilorazowa
X7	S	ilorazowa
X8	S	ilorazowa
X9	S	ilorazowa
X10	D	ilorazowa
X11	D	ilorazowa
X12	D	ilorazowa
X13	D	ilorazowa
X14	S	ilorazowa
X15	S	ilorazowa
X16	D	ilorazowa
X17	S	ilorazowa

Źródło: Opracowanie własne

S- stymulanta, D-destymulanta

Wszystkie zmienne wyrażone są na skali mocnej- skali ilorazowej. Jako destymulanty czyli zmienne wpływające negatywnie na zrównoważony rozwój kraju, zidentyfikowano:

- Odsetek osób zagrożonych ubóstwem lub wykluczeniem społecznym (X1)
- Odsetek gospodarstw domowych nieposiadających podstawowych udogodnień sanitarnych: wanny, prysznic, toalety ze spłukiwaniem (X6)
- Odsetek młodych osób niepracujących, niekształących się ani nie szkolących się (X10)
- Wskaźnik poważnej deprivacji mieszkaniowej (X11)
- Średnia emisja CO2 na km z nowych samochodów osobowych (X12)
- Emisje gazów cieplarnianych netto w tonach na mieszkańca (X13)
- Standaryzowany współczynnik zgonów spowodowanych zabójstwem (X16)

## Przygotowanie zbioru danych

Dokonano ich stymulacji za pomocą przekształcenia ilorazowego (program stym.ado), które jest stosowane wyłącznie dla zmiennych wyrażonych na skali ilorazowej.

Otrzymano zmienne X1s, X6s, X10s, X11s, X12s, X13s, X16s.

Tabela 3. Podstawowe charakterystyki zmiennych po stymulacji

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
X1s	27	.0512403	.0125355	.0290698	.0847458
X6s	27	21.44915	38.31375	.0471698	100
X10s	27	.1105386	.0445669	.050505	.25
X11s	27	.3956073	.2720598	.0704225	1.111111
X12s	27	.00896	.0018814	.0070621	.015015
X13s	27	.1990241	.2977522	.0689655	1.666667
X16s	27	1.733406	1.407899	.2816902	6.666667

Źródło: Opracowanie własne

Następnie, w celu zapewnienia porównywalności zmiennych dokonano normalizacji ich zakresu zmienności z użyciem techniki klasycznej standaryzacji (komenda egen std).

Tabela 4. Rozkład wystandaryzowanych zmiennych

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
X1st	27	-5.17e-09	1	-1.768617	2.672841
X2st	27	6.21e-10	1	-1.14405	3.027701
X3st	27	2.07e-10	1	-2.237482	1.565753
X4st	27	2.76e-09	1	-1.464097	2.732771
X5st	27	1.10e-09	1	-1.665605	1.632104
X6st	27	5.52e-09	1	-.5585979	2.0502
X7st	27	-1.38e-09	1	-.989464	3.157469
X8st	27	7.04e-09	1	-2.392212	3.123508
X9st	27	-8.49e-09	1	-2.469445	2.304127
X10st	27	-8.28e-10	1	-1.347043	3.129263
X11st	27	-9.38e-09	1	-1.195269	2.629951
X12st	27	-3.59e-09	1	-1.008738	3.218374
X14st	27	-2.76e-09	1	-2.956301	1.16136
X15st	27	-9.11e-09	1	-1.865128	1.833586
X16st	27	-8.38e-09	1	-1.031122	3.503989
X17st	27	1.21e-08	1	-1.498181	2.3485

Źródło: Opracowanie własne

## Porządkowanie

W celu otrzymania rankingu zrównoważonego rozwoju państw EU wykorzystano jedną z wzorcowych metod porządkowania liniowego – metodę Hellwiga.

Tabela 5. Wartości zmiennych dla kraju wzorcowego

X1st	X2st	X3st	X4st	X5st	X6st	X7st			
<b>2.673</b>	<b>3.028</b>	<b>1.566</b>	<b>2.733</b>	<b>1.632</b>	<b>2.050</b>	<b>3.157</b>			
X8st	X9st	X10st	X11st	X12st	X13st	X14st	X15st	X16st	X17st
<b>3.124</b>	<b>2.304</b>	<b>3.129</b>	<b>2.630</b>	<b>3.218</b>	<b>4.929</b>	<b>1.161</b>	<b>1.834</b>	<b>3.504</b>	<b>2.348</b>

Średnia wartość odległości od obiektu wzorcowego wynosi 12.075

Odchylenie standardowe odległości od obiektu wzorcowego wynosi 1.631

Źródło: Opracowanie własne



Tabela 6. Uporządkowanie krajów na podstawie miary syntetycznej

Uporządkowanie obiektów	Obiekt	Wartość zmiennej syntetycznej
1	Sweden	0.536
2	Finland	0.358
3	Ireland	0.334
4	Denmark	0.332
5	Netherlands	0.319
6	Austria	0.310
7	Germany	0.280
8	Malta	0.258
9	Belgium	0.235
10	France	0.230
11	Slovenia	0.226
12	Czechia	0.226
13	Luxembourg	0.223
14	Spain	0.199
15	Estonia	0.189
16	Slovakia	0.181
17	Italy	0.170
18	Cyprus	0.165
19	Portugal	0.146
20	Hungary	0.129
21	Poland	0.129
22	Romania	0.110
23	Latvia	0.108
24	Croatia	0.107
25	Greece	0.090
26	Lithuania	0.077
27	Bulgaria	0.072

Źródło: Opracowanie własne

Pierwsze miejsce zajęła **Szwecja** (0.536), co oznacza, że według zmiennej syntetycznej osiągnęła najwyższy poziom zrównoważonego rozwoju. Drugie i trzecie miejsce zajęły odpowiednio **Finlandia** (0.358) i **Irlandia** (0.334), wykazując jednak znacząco gorsze wartości miary syntetycznej w porównaniu z liderem rankingu.

Szwecja może być traktowana jako wzorzec dla innych krajów pod kątem kształtowania polityki społeczno-ekonomicznej w obszarze zrównoważonego rozwoju.

Analiza regionalna również dostarcza ciekawych wniosków:

- Europa Północna i Zachodnia: Państwa te generalnie uzyskały wyższe pozycje w rankingu, co może wynikać z długoterminowych inwestycji w zrównoważony rozwój, wysokiej jakości instytucji oraz zaawansowanych technologii.
- Europa Środkowa i Wschodnia: Państwa z tego regionu zajmują niższe pozycje, co może sugerować konieczność wzmocnienia polityk proekologicznych i zwiększenia inwestycji w zrównoważony rozwój.

## Grupowanie

Zasadniczym celem grupowania obiektów jest utworzenie jak najbardziej jednorodnych skupień na podstawie podobieństwa struktury zmiennych. Aby uzyskać najbardziej jednorodne grupy, zastosowano metodę Spatha-Szczotki, która opiera się na macierzy odległości pomiędzy badanymi obiektami. W kontekście naszego badania, poszukujemy grup państw Unii Europejskiej, które najlepiej realizują cele zrównoważonego rozwoju.

Na początku przeprowadzono porządkowanie metodą Spatha-Szczotki. Wyniki tego procesu są następujące:

Tabela 7. Uporządkowanie krajów według metody Spatha-Szczotki

Pozycja	Państwo
1	Szwecja
2	Holandia
3	Malta
4	Irlandia
5	Dania
6	Finlandia
7	Niemcy
8	Luksemburg
9	Czechy
10	Cypr
11	Włochy
12	Estonia
13	Portugalia
14	Rumunia
15	Chorwacja
16	Litwa
17	Łotwa
18	Grecja
19	Bułgaria
20	Węgry
21	Polska
22	Słowacja
23	Słowenia
24	Hiszpania
25	Austria
26	Belgia
27	Francja

Źródło: Opracowanie własne

Później kraje zostały zgupowane tą samą metodą. Wyniki są następujące:

Tabela 8. Tabela 8. Grupowanie Państw według metody Spatha- Szczotki

Numer grupy	Państwo
1	Belgia, Bułgaria, Czechy, Dania, Estonia, Niemcy, Irlandia
2	Grecja, Francja, Hiszpania, Austria, Chorwacja, Włochy, Cypr, Łotwa, Litwa, Luksemburg, Węgry, Malta, Holandia, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Słowenia, Finlandia
3	Szwecja

Źródło: Opracowanie własne

Możemy zaobserwować, że Szwecja wyróżnia się spośród innych państw, będąc absolutnym liderem w rankingu zrównoważonego rozwoju, co potwierdziły również wyniki porządkowania. Z tego powodu została umieszczona w oddzielnej kategorii.

Grupa pierwsza, charakteryzująca się bardzo wysokim poziomem zrównoważonego rozwoju, obejmuje państwa takie jak Dania, Niemcy i Irlandia. Wyjątkiem w tej grupie jest Bułgaria, co można wytłumaczyć faktem, iż jej przystąpienie do Unii Europejskiej przyczyniło się do wzrostu gospodarczego i spadku poziomu ubóstwa w krótkim okresie.

Pozostałe państwa, znajdujące się w grupie drugiej, borykają się z problemami, które uniemożliwiają znaczną poprawę ich sytuacji w kontekście zrównoważonego rozwoju. Te problemy mogą obejmować kwestie ekonomiczne, społeczne oraz ekologiczne, które wymagają bardziej zintegrowanych i długoterminowych działań.

## Zakończenie

Przeprowadzone badanie pozwoliło na usystematyzowanie i porównanie wyników państw Unii Europejskiej w zakresie realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Ranking oraz grupowanie metodą Spatha-Szczotki umożliwiły wyłonienie liderów oraz wskazanie obszarów wymagających poprawy.

Szwecja, jako lider zrównoważonego rozwoju, może stanowić wzór do naśladowania dla innych państw. Europa Północna i Zachodnia generalnie osiągnęła wyższe pozycje w rankingu, co można przypisać długoterminowym inwestycjom w zrównoważony rozwój, wysokiej jakości instytucjom oraz bardziej zaawansowanym technologiom. Z kolei państwa Europy Środkowej i Wschodniej powinny skoncentrować się na wzmocnieniu polityk proekologicznych i zwiększeniu inwestycji w zrównoważony rozwój.

Analiza umożliwiła lepsze zrozumienie różnic w politykach ekonomiczno-społecznych oraz wskazanie czynników sukcesu, co stanowi cenną wskazówkę dla decydentów politycznych w dalszym doskonaleniu strategii zrównoważonego rozwoju.

## **Bibliografia**

- <https://sdgs.un.org/goals>
- <https://www.undp.org/sdg-accelerator/background-goals>
- Europe Sustainable Development Report 2023/24 (5th edition), styczeń 2024