



Anna Łatuszyńska

# PROPOZYCJA MIARY AGREGATOWEJ EFEKTÓW DZIAŁALNOŚCI ŚRODOWISKOWEJ

---

Anna Łatuszyńska, dr inż. – Uniwersytet Szczeciński

adres korespondencyjny:

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania

ul. Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin

e-mail: [latuszynska@gmail.com](mailto:latuszynska@gmail.com)

## THE PROPOSAL OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE COMPOSITE INDICATOR

**SUMMARY:** The concept of sustainable development is present in political discourse for many years. Considering the complexity of this issue in all studies related to the topic it is very important to choose the appropriate measures used to determine the achievements of regions in terms of sustainable development. Due to the multitude of aspects taken into account, commonly used measures are not precise enough when decisions about environmental policy must be made. Therefore, the approaches which focus only on the development of that aspect are used. One of the most significant approaches is the Environmental Performance Index (EPI). The aim of the article is to present general information about EPI and its rankings limited to European Union countries. Additionally, based on data used for the calculation of EPI, the composite indicator with arithmetic of increments and vector calculus is presented.

**KEYWORDS:** environmental performance, composite indicator, sustainable development

---

## Wstęp

Pojęcie zrównoważonego rozwoju jest obecne w dyskursie społeczno-ekonomicznym i politycznym już od wielu lat, od kiedy zostało po raz pierwszy zdefiniowane w raporcie „Nasza wspólna przyszłość”, który powstał pod egidą Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych<sup>1</sup>. O tym, że nie traci ono wcale na ważności i aktualności, świadczy między innymi najnowsza strategia przyjęta w 2010 roku w Unii Europejskiej pod nazwą „Europa 2020”<sup>2</sup>. Zrównoważony rozwój opiera się na trzech filarach: ekonomicznym, społecznym i ekologicznym<sup>3</sup>. W związku z zakresem problemu, bardzo istotne jest odpowiednie dobranie miar do określenia poziomu zrównoważonego rozwoju. Stosuje się w tym celu wiele różnych mierników. Wśród najpopularniejszych można wymienić między innymi miernik ekonomicznego dobrobytu (*Measure of Economic Welfare* – MEW)<sup>4</sup>, zrównoważony dochód narodowy (*Sustainable National Income* – SNI)<sup>5</sup>, miernik trwałego dobrobytu ekonomicznego (*Index of Sustainable Economic Welfare* – ISEW)<sup>6</sup> czy zrównoważony indeks korzyści netto (*Sustainable Net Benefit Index* – SNBI)<sup>7</sup>. Niektóre z nich są jednak zbyt pojemne, aby miały większe znaczenie praktyczne w kwestii ustalania polityki ochrony środowiska<sup>8</sup>. Wobec tego często jest stosowane podejście skupiające się tylko na tym jednym aspekcie rozwoju. Jego celem jest przeprowadzenie kompleksowej analizy, pozwalającej na określenie kierunku pożądanych zmian i stosowny podział funduszy<sup>9</sup>. Przykładem takiego podejścia jest zastosowanie Indeksu Działalności Środowiskowej (*Environmental Performance Index* – EPI)<sup>10</sup>. Oprócz corocznych podsumowań, daje on informację o trendach zmian zachodzących w dłuższym okresie. Nie pozwala jednak na uzyskanie całościowej informacji na temat rozwoju pojedynczego obiektu i pomija aspekt zmienności miary w latach. W kontekście tak zarysowanego problemu celem artykułu jest zapropo-

<sup>1</sup> *Our common future*, Oxford 1987.

<sup>2</sup> *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, www.eur-lex.europa.eu [10-03-2014].

<sup>3</sup> R. Janikowski, *Zrównoważony rozwój lokalny. Teoria i praktyka*, Warszawa – Katowice 2006.

<sup>4</sup> W. D. Nordhaus, J. Tobin, *Is growth obsolete?*, w: *The measurement of economic and social performance*, red. M. Moss, Nowy Jork 1973.

<sup>5</sup> R. Hueting, *Nieuwe Shaarste en Economische Groei*, Amsterdam 1974.

<sup>6</sup> C. W. Cobb, *The index for sustainable welfare*, w: *For the common good: redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*, red. H. E. Daly, J. B. Cobb, Boston 1989, s. 401-457.

<sup>7</sup> P. Lawn, R. D. Sanders, *Has Australia surpassed its optimal macroeconomic scale? Finding out with the aid of 'benefit' and 'cost' accounts and a sustainable net benefit index*, "Ecological Economics" 1999 nr 28, s. 213-229.

<sup>8</sup> D. C. Esty, i in., *2008 Environmental performance index*, New Haven 2008.

<sup>9</sup> D. C. Esty, *Environmental protection in the information age*, "New York University Law Review" 2004 nr 79(1), s. 115-211.

<sup>10</sup> D. C. Esty, i in., *Pilot 2006 environmental performance index*, New Haven 2006.

nowanie miary agregatowej, wykorzystującej arytmetykę przyrostów oraz rachunek wektorowy, umożliwiającej wypełnienie przedstawionej luki. W artykule zaprezentowano również rezultaty zastosowania proponowanej miary w odniesieniu do państw Unii Europejskiej w latach 1999-2012.

## Wskaźnik efektów działalności środowiskowej – EPI

Indeks Działalności Środowiskowej<sup>11</sup> opiera się na Indeksie Zrównoważenia Środowiska (*Environmental Sustainability Index* – ESI)<sup>12</sup>. Jest to miara agregatowa obliczana co dwa lata od 2006 roku dla państw całego świata<sup>13</sup>. Ostatni raport został wydany w 2014 roku<sup>14</sup>. Uzyskane we wszystkich latach rezultaty zestawiono w tabeli 1<sup>15</sup>.

Metodologia wyznaczania EPI podlega ciągłym zmianom, od początku jednak skupia się na dwóch głównych celach polityki ochrony środowiska<sup>16</sup>: zdrowiu środowiskowym określającym obciążenia wynikające z warunków środowiskowych na zdrowie człowieka oraz witalności ekosystemów wyrażającej się przez ich stan oraz praktykowane zarządzanie zasobami naturalnymi. Szczegółowe wskaźniki w ramach tych kategorii różnią się w zależności od edycji raportu. Ich wybór jest oparty zawsze na przeglądzie aktualnej literatury z dziedziny i konsultacjach z ekspertami. Zestawienie wykorzystywanych wskaźników z podziałem na lata, w których brały one udział w obliczeniu miary przedstawione zostało w tabeli 2<sup>17</sup>.

Od 2010 roku, oprócz prezentacji aktualnego rankingu, wprowadzono pilotażowo badanie trendu poszczególnych wskaźników<sup>18</sup>. Z powodu braku danych przeprowadzenie stosownej analizy nie było jednak w tym raporcie możliwe. Udało się to w kolejnych jego dwóch edycjach<sup>19</sup>. Uzyskane w nich wyniki były

<sup>11</sup> Działalność środowiskowa jest rozumiana jako wymierne wyniki zarządzania aspektami środowiskowymi. Por. ISO 14031, *Environmental management – Environmental performance evaluation. Guidelines*, 2013.

<sup>12</sup> D. C. Esty, M. A. Levy, *The 2005 Environmental sustainability index: benchmarking national environmental stewardship*, New Haven 2005.

<sup>13</sup> D. C. Esty, i in., *Pilot 2006...*, op. cit.

<sup>14</sup> A. Hsu, i in., *The 2014 environmental performance index*, New Haven 2014.

<sup>15</sup> *Dokładny opis metodologii wykorzystywanej przy obliczaniu miary EPI zawarty jest w publikacjach*: D.C. Esty, i in., *Pilot 2006...*, op. cit., D. C. Esty, i in., *2008 Environmental performance...*, op. cit., J. Emerson, i in., *2010 Environmental performance index*, New Haven 2010; J.W. Emerson, i in., *2012 Environmental performance index and pilot trend environmental performance index*, New Haven 2012; A. Hsu, i in. *The 2014 environmental...*, op. cit.

<sup>16</sup> J. Emerson, i in., *2010 environmental performance...*, op. cit.

<sup>17</sup> Por.: D. C. Esty, i in., *Pilot 2006...*, op. cit.; D. C. Esty, i in., *2008 environmental performance...*, op. cit.; J. Emerson, i in., *2010 environmental performance...*, op. cit.; J. W. Emerson, i in., *2012 environmental...*, op. cit.; A. Hsu, i in., *The 2014 environmental...*, op. cit.

<sup>18</sup> J. Emerson, i in., *2010 environmental...*, op. cit.

<sup>19</sup> Por.: J.W. Emerson, i in., *2012 environmental performance...*, op. cit.; A. Hsu, i in., *The 2014 environmental...*, op. cit.

Tabela 1

Rankingi państw Unii Europejskiej pod względem wartości EPI w latach 2006-2014

Rok	2006	2008	2010	2012		2014	
Lp.	Wskaźnik EPI	EPI	EPI	EPI	Trend	EPI	Trend
1.	Szwecja	Szwecja	Szwecja	Łotwa	Łotwa	Luksemburg	Estonia
2.	Finlandia	Finlandia	Francja	Luksemburg	Rumunia	Czechy	Słowenia
3.	Czechy	Austria	Austria	Francja	Słowacja	Niemcy	Rumunia
4.	Wielka Brytania	Łotwa	Malta	Austria	Irlandia	Hiszpania	Litwa
5.	Austria	Francja	Finlandia	Włochy	Belgia	Austria	Portugalia
6.	Dania	Niemcy	Słowacja	Wielka Brytania	Włochy	Szwecja	Chorwacja
7.	Irlandia	Wielka Brytania	Wielka Brytania	Szwecja	Bułgaria	Holandia	Grecja
8.	Portugalia	Słowenia	Niemcy	Niemcy	Węgry	Wielka Brytania	Łotwa
9.	Francja	Litwa	Włochy	Słowacja	Francja	Dania	Holandia
10.	Grecja	Słowacja	Portugalia	Holandia	Wielka Brytania	Słowenia	Dania
11.	Włochy	Portugalia	Łotwa	Litwa	Portugalia	Portugalia	Węgry
12.	Niemcy	Estonia	Czechy	Czechy	Czechy	Finlandia	Bułgaria
13.	Hiszpania	Chorwacja	Hiszpania	Finlandia	Hiszpania	Irlandia	Wielka Brytania
14.	Słowacja	Węgry	Dania	Chorwacja	Dania	Estonia	Czechy
15.	Holandia	Włochy	Węgry	Dania	Słowenia	Słowacja	Francja
16.	Cypr	Dania	Chorwacja	Polska	Finlandia	Włochy	Belgia
17.	Słowenia	Hiszpania	Litwa	Belgia	Niemcy	Grecja	Luksemburg
18.	Węgry	Luksemburg	Luksemburg	Słowenia	Szwecja	Francja	Włochy
19.	Polska	Irlandia	Irlandia	Hiszpania	Austria	Węgry	Malta
20.	Belgia	Polska	Rumunia	Grecja	Chorwacja	Polska	Polska
21.	Bułgaria	Grecja	Holandia	Irlandia	Grecja	Malta	Słowacja
22.	Rumunia	Cypr	Słowenia	Portugalia	Holandia	Belgia	Cypr
23.	Chorwacja	Holandia	Estonia	Cypr	Malta	Cypr	Niemcy
24.	Estonia	Bułgaria	Polska	Węgry	Litwa	Łotwa	Hiszpania
25.	Litwa	Belgia	Bułgaria	Bułgaria	Luksemburg	Bułgaria	Austria
26.	Luksemburg	Czechy	Grecja	Estonia	Polska	Chorwacja	Irlandia
27.	Łotwa	Rumunia	Belgia	Malta	Cypr	Litwa	Szwecja
28.	Malta	Malta	Cypr	Rumunia	Estonia	Rumunia	Finlandia

Obiekty nieklasyfikowane

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów EPI z lat 2006-2014.

Tabela 2  
Zestawienie wskaźników EPI w latach 2006-2014

Wyszczególnienie		2006	2008	2010	2012	2014
Zdrowie środowiskowe	Śmiertelność dzieci (Odsetek zgonów na 1000 dzieci w wieku 1-4 lat)		Odsetek zgonów z powodu chorób związanych z zanieczyszczeniem środowiska		Śmiertelność dzieci (Odsetek zgonów na 1000 dzieci w wieku 1-4 lat)	
	Zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach (Odsetek gospodarstw domowych korzystających z paliw stałych)					
	Odsetek populacji z dostępem do wody pitnej					
	Odsetek populacji z dostępem do odpowiednich warunków sanitarnych					
	Pył w miastach [mikrogramy na metr sześcienny]					
	Stężenie ozonu na km <sup>2</sup>					
Zanieczyszczenie powietrza	Skumulowane godzinowe stężenie ozonu na osobę					
	Emisja dwutlenku siarki na km <sup>2</sup> zaludnionego terenu			Emisja tlenu azotu na km <sup>2</sup> zaludnionego terenu		Zanieczyszczenie powietrza (mg/m <sup>3</sup> )
Woda	Ilość miligramów azotu na litr wody w zbiornikach wodnych			Emisja lotnych związków organicznych na km <sup>2</sup> zaludnionego terenu		
	Procent terytorium z niewystarczającymi zasobami wody			Jakość wody (indeks złożony obliczony na podstawie ilości tlenu, fosforu, azotu i pH)	Zmiana w ilości wody (redukcja średniego przepływu w rzekach spowodowana przez wyciąłwanie się wody i zbiorniki retencyjne)	Odsetek zebranych ścieków, które są poddawane oczyszczaniu
Bioróżnorodność i siedliska	Odsetek dzikich obszarów będących pod ochroną		Stosunek terytorium będącego pod ochroną do terytorium przekształconego przez człowieka			
	Ochrona biomów (skala 0 - 1: od 0 do 100% wszystkich biomów pod ochroną)		Odsetek siedlisk, które zostały skutecznie zachowane w biomach		Odsetek terytorium biomów będących pod ochroną do całkowitego obszaru biomów w danym państwie	
	Odsetek chronionych siedlisk zamieszkiwanych przez zagrożone gatunki					
	Odsetek obszaru wyłącznej strefy ekonomicznej państwa będący pod ochroną					

Wyszczególnienie	2006	2008	2010	2012	2014
Całkowita objętość drewna w lasach	Zmiana wielkości rosnącego drzewostanu (m <sup>3</sup> /ha)	Zmiana powierzchni lasów (%/rok)			
				Utrata lasów (odsetek zniszczonych lasów do całkowitego obszaru zależnego)	
		Zróżnicowanie troficzne wyłącznej strefy ekonomicznej państwa	Zróżnicowanie troficzne wyłącznej strefy ekonomicznej	Nadmierna eksploatacja zasobów rybnych (odsetek łowionych gatunków ryb zagrożonych wyginięciem)	Odsetek całkowitego połowu danego kraju dokonany w wyłącznej strefie ekonomicznej kraju
Produktywne zasoby naturalne	Nadmierne połowy (skala 1-7)	Odsetek obszaru wyłącznej strefy ekonomicznej, w którym dokonuje się tralowania	Nateżenie połowów przybrzeżnych (waga złowionych ryb na km <sup>2</sup> wyłącznej strefy ekonomicznej)		
		Dopłaty rolne (odsetek PKB rolnictwa)			
		Odsetek nawadnianych obszarów znajdujących się na terenie dotkniętym deficytem wody			
		Odsetek gruntów ornych w krajobrazie zdominowanym przez rolnictwo	Zużycie wody w rolnictwie		
		Odsetek spalonego obszaru kraju			
	Rozporządzenia w kwestii pestycydów (skala 0 - 22)				

Wyszczególnienie	2006	2008	2010	2012	2014						
Efektywność energetyczna (Teradżule na 1 mln dolarów PKB)	Energia odnawialna (Odszetek całkowitego zużycia energii)			Energia odnawialna (Odszetek całkowitego zużycia energii)							
						Energia odnawialna (Odszetek całkowitego zużycia energii)				Emisja dwutlenku węgla w stosunku do PKB	
						Emisja dwutlenku węgla w stosunku do PKB				Emisja dwutlenku węgla w stosunku do PKB	
Klimat i energia		Emisje gazów cieplarnianych per capita									
						Emisja dwutlenku węgla na kilowatogodzinę wyprodukowanej energii					
						Emisje dwutlenku węgla z przemysłu do przemysłowego PKB	Emisje dwutlenku węgla z przemysłu w stosunku do przemysłowego PKB	Intensywność zużycia węgla w produkcji energii elektrycznej [g/kWh]		Intensywność emisji przemysłowych	

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów EPI z lat 2006–2014.

podsumowaniem 10-letniego okresu obejmującego dekadę przed publikacją raportu, co pozwoliło na pokazanie dynamiki zmian. Nie pokazało jednak, na ile stabilne są uzyskane rankingi, gdyż nie została wzięta pod uwagę zmienność miary w badanym okresie.

Celem przebudowania tego aspektu analizowanego problemu, na podstawie danych zebranych przez twórców EPI, w dalszej części artykułu przedstawiono propozycje miary agregatowej skonstruowanej na podstawie arytmetyki przyrostów i rachunku wektorowego<sup>20</sup>.

## Miara agregatowa efektów działalności środowiskowej – procedura tworzenia i wyniki badań

Punktem wyjścia do przeprowadzenia procedury tworzenia miary agregatowej jest trójwymiarowa macierz danych reprezentujących wartości wskaźników dla wszystkich obiektów w całym badanym okresie. Dane zostały pozyskane ze strony internetowej powiązanej z raportem EPI<sup>21</sup>. Do dalszej procedury wybrano jedynie te wskaźniki, które posiadały najpełniejszą reprezentację w dostępnych plikach. Konstrukcja miary agregatowej została przeprowadzona według następujących etapów:

- Eliminacja zmiennych na podstawie wartości współczynnika istotności:

$$V_k = \frac{S_k}{\bar{x}_k}, \quad (1)$$

gdzie  $V_k$  jest współczynnikiem istotności dla  $k$ -tej zmiennej,  $s_k$  odchyleniem standardowym  $k$ -tej zmiennej a  $\bar{x}_k$  – wartością średnią  $k$ -tej zmiennej<sup>22</sup>.

- Eliminacja zmiennych z wykorzystaniem metody parametrycznej bazującej na korelacjach pomiędzy wskaźnikami<sup>23</sup>.
- Określenie dwójek uporządkowanych: wartość średnia i odchylenie standardowe oraz wartość średnia i wariancja<sup>24</sup>, które opisują wartości wskaźników<sup>25</sup>:

<sup>20</sup> M. Borawski, *Rachunek wektorowy z arytmetyką przyrostów w przetwarzaniu obrazów*, Warszawa 2012.

<sup>21</sup> [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu) [20-04-2014].

<sup>22</sup> Przyjmuje się, że zmienne, dla których obliczony współczynnik przyjmuje wartości z zakresu  $\langle 0; 0,1 \rangle$  (Porównaj: K. Kukuła, *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Warszawa 2000) lub jest mniejszy od zadanej z góry wartości należy eliminować je ze zbioru rozpatrywanych zmiennych.

<sup>23</sup> *Więcej na temat metody w*: E. Nowak, *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, Warszawa 1990.

<sup>24</sup> Rozróżnienie dwóch par jest konieczne, gdyż w przypadku wykorzystania odchylenia standardowego zakłada się całkowitą zależność zdarzeń, natomiast przy wariancji – całkowitą ich niezależność. W praktyce występuje zwykle częściowa zależność. Z tego powodu obliczenia są wykonywane równoległe dla obu par.

<sup>25</sup> K. Nermend, M. Łuniewska-Tarczyńska, *Badanie jednorodności przestrzennej i czasowej rozwoju obiektów społeczno-gospodarczych*, „Przegląd Statystyczny” 2013 nr 40(1), s. 85-100.



$$\left( \Delta \bar{x}_{ik}, \Delta s_{ik} \right) = \left( \bar{x}_{ik} - x_0, s_{ik} - s_0 \right), \quad (2)$$

$$\left( \Delta \bar{x}_{ik}, \Delta s_{ik}^2 \right) = \left( \bar{x}_{ik} - x_0, s_{ik}^2 - s_0^2 \right), \quad (3)$$

gdzie  $x_0$ ,  $s_0$  i  $s_0^2$  są punktami odniesienia, odpowiednio dla przyrostu wartości średniej, przyrostu odchylenia standardowego oraz przyrostu wariancji. Aby uprościć obliczenia punkty odniesienia można przyjąć jako równe zero.

- Standaryzacja dwójek uporządkowanych zgodnie ze wzorami<sup>26</sup>:

$$\left( \Delta \bar{z}_{ik}, \Delta s'_{ik} \right) = \left( \frac{\Delta \bar{x}_{ik} - \bar{x}_{\Delta \bar{x}_{ik}}}{s_{\Delta x_{ik}}}, \frac{\Delta s_{ik}}{s_{\Delta x_{ik}}} \right), \quad (4)$$

$$\left( \Delta \bar{z}_{ik}, \Delta s_{ik}^{\prime 2} \right) = \left( \frac{\Delta \bar{x}_{ik} - \bar{x}_{\Delta \bar{x}_{ik}}}{s_{\Delta x_{ik}}}, \frac{\Delta s_{ik}^2}{s_{\Delta x_{ik}}^2} \right). \quad (5)$$

gdzie  $\bar{x}_{\Delta \bar{x}_{ik}}$  jest wartością średnią wartości średnich  $\Delta x_{ik}$  a  $s_{\Delta x_{ik}}$  i  $s_{\Delta x_{ik}}^2$  ich odchyleniem standardowym i wariancją.

- Obliczenie wzorca oraz antywzorca na podstawie pierwszego i trzeciego kwartyla:

$$\Delta \bar{z}_k^w = \begin{cases} \Delta \bar{z}_k & \text{dla destymulant,} \\ & kw_{III} \\ \Delta \bar{z}_k & \text{dla stymulant,} \\ & kw_I \end{cases} \quad (6)$$

gdzie:  $\Delta \bar{z}_k^w$  jest wartością  $k$ -tej zestandaryzowanej zmiennej dla wzorca. W przypadku antywzorca  $\Delta \bar{z}_k^w$  postępuje się odwrotnie, jako współrzędne przyjmuje się wartości pierwszego kwartyla dla stymulant i trzeciego kwartyla dla destymulant.

- Wyznaczenie wartości miary agregatywnej w oparciu o iloczyny skalarne wektorów reprezentujących obiekty i wektory wzorca oraz antywzorca zgodnie ze wzorem:

$$\Delta q_i^{\prime \bar{x}} = \frac{\sum_{k=1}^m \left( \frac{\Delta \bar{z}_{ik} - \Delta \bar{z}_k}{aw} \right) \left( \frac{\Delta \bar{z}_i - \Delta \bar{z}_k}{w} \right)}{\sum_{k=1}^m \left( \frac{\Delta \bar{z}_k - \Delta \bar{z}_k}{w} \right)^2}. \quad (7)$$

Do określenia maksymalnego możliwego odchylenia miary agregatywnej stosuje się wzór:

$$\Delta q_i^{\prime s} = \max \left\{ \frac{\max_k (\Delta s'_{ik})}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left( \frac{\Delta \bar{z}_k - \Delta \bar{z}_k}{w} \right)^2}}, \frac{\sqrt{\max_k (\Delta s_{ik}^{\prime 2})}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m \left( \frac{\Delta \bar{z}_k - \Delta \bar{z}_k}{aw} \right)^2}} \right\}. \quad (8)$$

<sup>26</sup> Ibidem.

Tabela 3

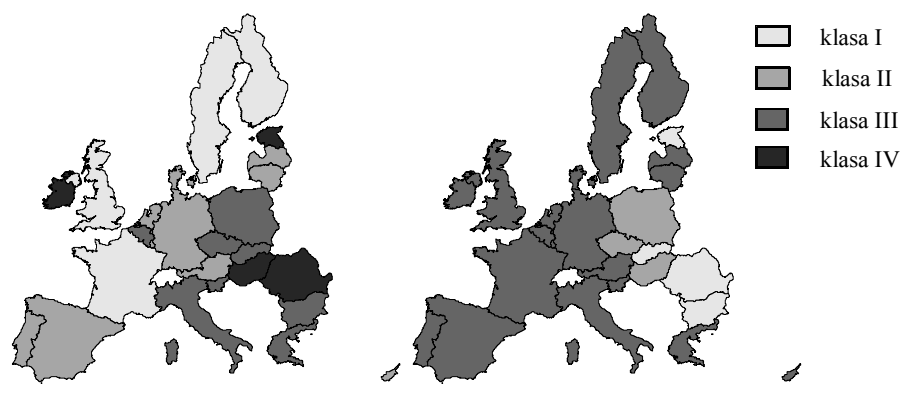
Wskaźniki w mierze agregatywnej z arytmetyką przyrostów i rachunkiem wektorowym

Zmienna	Charakter zmiennej
Dopłaty rolne (odsetek PKB rolnictwa)	d
Rozporządzenia w kwestii pestycydów	s
Zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach (Odsetek gospodarstw domowych korzystających z paliw stałych)	d
Zanieczyszczenie powietrza ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	d
Odsetek terytorium biomów będących pod ochroną do całkowitego obszaru biomów	s
Intensywność emisji przemysłowych (kg/jednostka PKB)	d
Intensywność zużycia węgla w produkcji energii elektrycznej (g/kWh)	d
Śmiertelność dzieci (Odsetek zgonów na 1000 dzieci w wieku 1-4 lat)	d
s – stymulanta, d – destymulanta	

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 1

Wyniki klasyfikacji badanych obiektów pod względem: a) wartości miary agregatywnej; b) odchylenia standardowego miary agregatywnej



Źródło: opracowanie własne.

- Podział na 4 klasy pod względem wartości miary agregatywnej i jej maksymalnego możliwego odchylenia – do klasy pierwszej należą najlepsze, a do klasy czwartej najgorsze.

Po przeprowadzeniu wstępnych etapów procedury, z 18 wskaźników EPI pozostało 8 (por. tabela 3). Końcowe wyniki obliczeń w formie map zaprezentowane są na rysunku 1<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> W przedstawionych wynikach brakuje Chorwacji, gdyż musiała ona zostać pominięta ze względu na zbyt duże braki w danych.

Uzyskane wyniki można potraktować jako uzupełniające do przedstawionych w rankingach EPI. Mapa na rysunku 1a) pokazuje uśrednione wyniki za cały okres, który był brany pod uwagę (lata 1999-2012). Można przy tym zaobserwować, że kraje, które uzyskiwały wysokie wyniki w kolejnych edycjach EPI (od 2006 roku) zaliczone są przede wszystkim do pierwszej klasy pod względem wartości miary (Szwecja, Finlandia, Francja, Wielka Brytania). W czwartej klasie znajdują się natomiast te państwa, które wypadały zwykle słabiej i były zaliczane do trzeciej dziesiątki państw UE. Stabilność uzyskanych wyników przedstawiona na rysunku 1b) wskazuje, że najmniejszą zmienność pod względem miary wykazywały państwa należące do najsłabszych. W obrębie pozostałych klas zmienność ta jest już większa, co wskazuje na fakt, że w poszczególnych latach mogły występować duże różnice w wartościach miary.

## Podsumowanie

Indeks Efektywności Środowiskowej jest miernikiem mogącym znacznie wspomóc podejmowanie decyzji w kwestii ustalania polityki ochrony środowiska pokazując, na jakim poziomie znajdują się badane regiony i jakie aspekty wymagają jeszcze poprawy. Dużą zaletą jest to, że jego twórcy nie poprzestają na publikowaniu jedynie bieżących wyników, ale podejmują się również oceny stanu środowiska w badanych krajach w dłuższym okresie. Pozwala to na analizę nie tylko aktualnego stanu, ale również postępów czynionych w zakresie ochrony środowiska. Dokonujące się zmiany są przedstawiane w postaci wyznaczonych trendów, co obrazuje dynamikę przemian. Jak pokazały badania przedstawione w niniejszym artykule, uzupełnieniem do EPI może być miara agregatowa z arytmetyką przyrostów i rachunkiem wektorowym. Pozwala ona na uzyskanie dodatkowych informacji w postaci podsumowania pozycji danego państwa w całym badanym okresie oraz określenia stabilności uzyskanego rankingu.