

dr hab. Małgorzata BURCHARD-DZIUBIŃSKA

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki

e-mail: malbur@uni.lodz.pl.

mgr Natalia SZUBSKA-WŁODARCZYK

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Uniwersytet Łódzki

e-mail: natszub@uni.lodz.pl

DOI: 10.15290/ose.2016.03.81.06

KONTROWERSJE ZWIĄZANE Z WSKAŹNIKOWĄ OCENĄ ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO – PRZYCZYNEK DO DYSKUSJI

Streszczenie

W artykule zaproponowano konstrukcję syntetycznego wskaźnika umożliwiającego klasyfikację województw według osiąganego poziomu ładu środowiskowego dzięki danym dostępnym w bazie BDL GUS. Łączne zestawienie wyników obliczeń własnych i danych z OECD umożliwiło sprawdzenie, i na ile wnioskowanie na podstawie tylko jednej zmiennej, jak to miało miejsce w przypadku raportu OECD, było zbieżne z oceną ładu środowiskowego opartą na wszystkich zmiennych dostępnych w BDL dotyczących tej kategorii. Oba podejścia przyczyniły się do wysnucia bardzo zbliżonych wniosków.

Słowa kluczowe: ocena wskaźnikowa, środowisko przyrodnicze

CONTROVERSIES RELATED TO THE INDICATOR ASSESSMENT OF NATURAL ENVIRONMENT – CONTRIBUTION TO THE DISCUSSION

Summary

The article proposes the construction of a synthetic indicator which allows the classification of regions according to the achieved level of environmental governance based on the data available in the database BDL GUS. The comparison of results of own calculations and data from the OECD allows to assess, if the inference based on only one variable, as is in the case of OECD report, is consistent with the assessment of environment based on all available in BDL variables. Both approaches lead to very similar conclusions.

Key words: indicator assessment, natural environment

JEL: C10, Q01

1. Wstęp

Inspiracją związaną z budową syntetycznego wskaźnika ładu środowiskowego dla województw była dyskusja, jaka wywiązała się w polskich mediach po opublikowaniu przez OECD raportu *Regional Well-Being 2014*. Zarówno w prasie [Żurawik, 2014], jak i programach telewizyjnych pojawiły się komentarze, opinie i wątpliwości głośno wyrażane głównie przez polityków, czy wskaźniki zaproponowane przez OECD można uznać za odpowiednie do wnioskowania o jakości życia w przekroju regionalnym, a zwłaszcza, czy na podstawie tylko jednego wskaźnika można wysnuwać bardzo ogólne wnioski. Te natomiast największą konsternację wywołały chyba u mieszkańców województwa łódzkiego, które znalazło się na ostatnim miejscu wśród wszystkich polskich województw. Stało się to przede wszystkim za sprawą dwóch wskaźników szczegółowych dotyczących zdrowia (ostatnie – 16. miejsce wśród województw) i środowiska przyrodniczego (przedostatnie – 15. miejsce). Dotąd kwestie te nie były postrzegane jako najistotniejsze pod względem jakości życia w tym województwie. Za znacznie bardziej ważne powszechnie uważano problemy rynku pracy czy stosunkowo niski poziom dochodu na członka gospodarstwa domowego. W artykule podjęto dyskusję na temat wskaźnikowej charakterystyki ładu środowiskowego jako elementu realizacji rozwoju zrównoważonego, który generalnie ma służyć zapewnianiu wysokiej jakości życia w długim okresie (obecnym i przyszłym generacjom). Szczegółowym celem opracowania jest zbadanie ładu środowiskowego w Polsce na poziomie regionalnym (wojewódzkim) dzięki danym Banku Danych Lokalnych (BDL), a następnie porównanie tak otrzymanych wyników z danymi z raportu *Regional Well-Being 2014* [Regional Well-Being..., 2014]. Na podstawie danych zawartych w bazie BDL GUS w artykule zaproponowano konstrukcję syntetycznego wskaźnika umożliwiającego klasyfikację województw według poziomu osiągniętego ładu środowiskowego. Łączne zestawienie wyników obliczeń własnych i danych OECD pozwoliło sprawdzić, na ile wnioskowanie na podstawie tylko jednej zmiennej, jak to miało miejsce w przypadku raportu OECD, było zbieżne z oceną ładu środowiskowego opartą na wszystkich zmiennych dostępnych w BDL, które można uznać za istotne pod względem tego ładu w warunkach rozwoju zrównoważonego.

2. Istota ładu środowiskowego

Ład to harmonijny układ czegoś, porządek. Ład środowiskowy można zatem zdefiniować jako harmonijny, uporządkowany sposób gospodarowania środowiskiem przyrodniczym, pozwalający zachować trwały dostęp do jego zasobów i walorów będących źródłem licznych korzyści materialnych i niematerialnych dla społeczeństwa i gospodarki. Dzięki badaniom prowadzonym na całym świecie coraz lepiej jest uświadamiana rola środowiska przyrodniczego zarówno w procesie gospodarowania, jak i w kształtowaniu jakości życia ludności. Szczególną uwagę zwraca się na kategorię usług ekosystemowych, przez które rozumie się całokształt korzyści osiąganych przez człowieka z metabolizmu ekosystemów lub też korzyści wynikające z samoistnego funkcjonowania układów przyrodniczych [Rzeńca, 2014, s. 38-39]. Podkreśla się rangę i znaczenie za-

sobów przyrody w kształtowaniu dobrobytu człowieka. Na gruncie ekonomii ekologicznej usługi ekosystemowe są interpretowane jako dochód wypływający z kapitału przyrodniczego. W tym kontekście środowisko przyrodnicze i świadczone przez nie usługi nabierają szczególnego znaczenia przedmiotowego pod względem nauki i praktyki zarządzania na poziomie regionalnym. Warto w tym miejscu powołać się na dwa opracowania naukowe, które wywołały gwałtowny wzrost zainteresowania kwestiami usług ekosystemowych na świecie, a to z kolei przełożyło się na budowę planów i strategii zarządzania nimi, w tym świadomego wykorzystywania sił przyrody do kształtowania bezpiecznych warunków życia ludności w wysokiej jakości środowisku przyrodniczym. Niewątpliwie, z badań prowadzonych na świecie największy wpływ na obecne rozumienie roli ekosystemów i ich klasyfikację miało opublikowanie w 2005 roku *Milenijnej oceny ekosystemów* [Millennium Ecosystem Assessment, 2005]. Dzieło to zawiera podsumowanie aktualnego stanu wiedzy na temat kondycji przyrody na świecie. Szczególny nacisk położono w nim na związek między usługami ekosystemów a jakością życia. Drugie z opracowań to raport z obszernego programu badawczego *The Economics of Ecosystem and Biodiversity* – znanego powszechnie pod akronimem TEEB [*The Economics of Ecosystems...*]. Jest to zapoczątkowana w 2007 roku międzynarodowa inicjatywa, wspierana m.in. przez: UNEP, IUCN, Komisję Europejską, agendy rządowe kilku krajów wysoko rozwiniętych, której głównym celem jest uczynienie ekonomicznej wartości natury „widzialną”, zwłaszcza dla decydentów na wszystkich szczeblach. Ma to dokonać się dzięki uporządkowanemu podejściu do wyceny ekosystemów i ich usług, które pomoże rozpoznawać te usługi i wykaże ich wartość w kategoriach ekonomicznych. Osiągnięcie tak określonego celu wymaga jednak rozwoju systemów monitoringu środowiska, a także gromadzenia i raportowania odpowiednich danych. Na świecie podjęto w tym kierunku szereg inicjatyw. W artykule odniesiono się do dwóch źródeł, tj.: GUS i OECD.

3. Ład środowiskowy jako element rozwoju zrównoważonego na podstawie danych GUS

Oczywiście, monitorowanie ładów środowiskowych wymaga rozwoju odpowiednich metod badawczych i wyboru wskaźników, które umożliwią kontrolę przebiegu naturalnych i stymulowanych przez człowieka procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym na potrzeby zarządzania ekosystemami i realizacji rozwoju zrównoważonego. Opracowaniem wartym odnotowania, wychodzącym naprzeciw tym potrzebom, jest publikacja pt.: *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, w której zostały zaprezentowane wyniki prac prowadzonych w ramach projektu *Wspieranie w zakresie rozwijania zestawu wskaźników do monitorowania narodowych strategii zrównoważonego rozwoju. Rozwój i wdrożenie polskiego zestawu wskaźników zrównoważonego rozwoju* realizowanego przez Urząd Statystyczny w Katowicach, zgodnie z umową zawartą między Komisją Europejską a Głównym Urzędem Statystycznym [*Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, 2011]. Podstawowym celem projektu było opracowanie zestawu wskaźników monitorujących rozwój zrównoważony kraju. Wskaźniki zostały pogrupowane w układzie czterech ładów:

- społecznego – identyfikującego strategiczne cele zmierzające do poprawy jakości życia społeczeństwa;
- gospodarczego – określającego strategiczne cele generujące efektywny rozwój społeczno-gospodarczy;
- środowiskowego – formułującego uwarunkowania i strategiczne cele ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska przyrodniczego;
- instytucjonalno-politycznego – obejmującego wyzwania związane z globalnym partnerstwem i dobrym zarządzaniem.

Łady te składają się na ład zintegrowany, uznawany za kluczowe pojęcie związane z rozwojem zrównoważonym. W poszczególnych ładach zostały wyodrębnione obszary tematyczne stanowiące odzwierciedlenie celów i priorytetów rozwoju zrównoważonego. W ramach ładów środowiskowego przewidziano dwadzieścia cztery wskaźniki pogrupowane według następujących kategorii (obszarów tematycznych):

- zmiany klimatu 3,
- energia 4,
- ochrona powietrza 4,
- ekosystemy morskie 1,
- zasoby słodkiej wody 3,
- użytkowanie gruntów 3,
- bioróżnorodność 2,
- gospodarka odpadami 4.

Opracowanie to, dzięki zawartym definicjom i opisom znaczenia poszczególnych wskaźników, ma wysokie walory edukacyjne i ułatwia interpretację poszczególnych kategorii.

Warto także zwrócić uwagę na wskaźniki rozwoju zrównoważonego publikowane w BDL. Ogółem jest ich sto. Wskaźniki te zostały podzielone na dziesięć głównych grup, takich jak:

- rozwój gospodarczy i zatrudnienie,
- zrównoważona produkcja i konsumpcja,
- włączenie społeczne,
- zmiany demograficzne,
- zdrowie publiczne,
- zmiany klimatu oraz gospodarowanie energią,
- zrównoważony transport,
- zasoby naturalne,
- dobre rządzenie,
- bezpieczeństwo publiczne.

Do ładów środowiskowego zostało przypisanych dwadzieścia pięć wskaźników, które w dalszej części opracowania wykorzystano do budowy wskaźnika syntetycznego (tabela 2.).

4. Środowisko przyrodnicze jako czynnik kształtujący dobrobyt w raportach OECD

Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (The Organisation for Economic Cooperation and Development OECD) zrzesza najbardziej rozwinięte kraje świata. Zajmuje się przede wszystkim gromadzeniem danych i przeprowadzaniem analiz społeczno-ekonomicznych, a także propagowaniem idei wspierających: likwidację nierówności społecznych, dobre rządzenie czy wdrażanie rozwoju zrównoważonego. W ramach *Joint UNECE/OECD/Eurostat Working Group on Statistics for Sustainable Development* współpracuje z innymi organizacjami w zakresie rozwoju zrównoważonego. Działalność tej grupy koncentruje się na pracach nad poszczególnymi miernikami rozwoju oraz na wyznaczeniu głównych wskaźników do porównań międzynarodowych. Przedmiotem zainteresowania są również sposoby pozyskiwania danych, w szczególności badania statystyczne i administracyjne źródła danych.

Dużym zainteresowaniem cieszy się raportowanie danych w ramach projektu *The Better Life Index*, obrazujących różne aspekty dobrobytu. W 2014 roku badania zostały rozszerzone. Pokazano sytuację w 362 regionach państw OECD. Wyniki są dostępne zarówno w postaci książkowej [*How's Life in Your Region...*, 2014], jak i w Internecie [*Regional Well-Being...*, 2014].

Zdecydowano się na wybór danych przypisanych do następujących kategorii:

- siła robocza z co najmniej średnim wykształceniem,
- stopa zatrudnienia,
- stopa bezrobocia,
- dochód do dyspozycji gospodarstw domowych *per capita*,
- wskaźnik zabójstw na 100 000 mieszkańców,
- wskaźnik umieralności na 1 000 mieszkańców,
- oczekiwana długość życia (w latach),
- zanieczyszczenie powietrza mierzone ilością pyłu PM_{2,5} (w $\mu\text{m}/\text{m}^3$),
- frekwencja wyborcza (w %),
- dostęp do szerokopasmowego Internetu (w % gospodarstw domowych),
- liczba pomieszczeń na osobę.

Kwestie środowiskowe reprezentuje wskaźnik poziomu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} w $\mu\text{g}/\text{m}^3$, szacowany na podstawie zdjęć satelitarnych. Dane opublikowane dla województw Polski zawiera tabela 1.

Zasadne jest postawienie pytania, czy na podstawie tego jednego wskaźnika można wyciągać bardziej ogólne wnioski na temat stanu środowiska przyrodniczego. Warto zatem bliżej przyjrzeć się temu rodzajowi zanieczyszczenia, jego pochodzeniu i związanym z nim zagrożeniom.

TABELA 1.

Stan środowiska przyrodniczego według województw w 2012 roku

Województwo	Stan środowiska przyrodniczego: zanieczyszczenie pyłem PM _{2,5} (w $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
łódzkie	20,4
mazowieckie	16,9
małopolskie	19,8
śląskie	21,4
lubelskie	17,9
podkarpackie	18,0
świętokrzyskie	17,6
podlaskie	15,1
wielkopolskie	18,5
zachodniopomorskie	14,1
lubuskie	16,7
dolnośląskie	15,9
opolskie	19,7
kujawsko-pomorskie	17,0
warmińsko-mazurskie	14,1
pomorskie	12,5

Źródło: [Regional Well-Being..., 2014].

Zapylenie powietrza jest ważnym problemem środowiskowym, gdyż wpływa zarówno na zdrowie ludzi, jak i na globalne ocieplenie [Kociolek-Balawejder, Stanisławski, 2012, s. 129-138]. Pył może być pochodzenia naturalnego (np.: erozja wietrzna podłoża, wybuchy wulkanów) lub antropogenicznego (np.: spalanie paliw, górnictwo, rolnictwo, przemysł, transport). Pył (PM – ang. *particulate matter*) jest zanieczyszczeniem powietrza składającym się z mieszaniny substancji organicznych i nieorganicznych zawieszonych w powietrzu w postaci cząstek stałych i/lub ciekłych. Może zawierać substancje toksyczne, takie jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (m.in. benzo(a)piren B(a)P), metale ciężkie oraz dioksyny i furany. Cząstki te różnią się wielkością, składem i pochodzeniem. PM₁₀ to pyły o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż 10 μm , które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc. PM_{2,5} to cząstki pyłu o średnicy aerodynamicznej mniejszej niż 2,5 μm , które nie tylko przedostają się do układu oddechowego, ale mają zdolność przenikania przez ściany naczyń krwionośnych. Wysokiej toksyczności niektórym substancjom towarzyszy zdolność do kumulacji w organizmie. Wiele z nich jest silnie rakotwórczych i mutagennych.

Ilość i skład pyłów na danym obszarze wiele mówi o antropopresji i podejściu do ochrony środowiska przyrodniczego. Obowiązująca w Polsce średnioroczna dopuszczalna zawartość pyłów w powietrzu od stycznia 2010 roku wynosi 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W stosunku do frakcji PM_{2,5} nie ustala się żadnych norm, gdyż każda ilość tych pyłów jest groźna dla zdrowia. Badania przeprowadzone w Polsce wykazują, że poziom zapylenia jest zróżnicowany w zależności od usytuowania punktu pomiarowego na terenie

kraju [Ochrona powietrza..., 2014; Analiza stanu..., 2008]. Bardzo istotnym źródłem zanieczyszczeń jest niska emisja pochodząca ze spalania paliw kopalnych w paleniskach domowych i małych kotłowniach lokalnych. Dodatkowe zagrożenie generowane przez te źródła jest konsekwencją dość powszechnego spalania śmieci – tworzyw sztucznych, opon itp., które są przyczyną wyjątkowo groźnych dla zdrowia frakcji zanieczyszczeń. Podsumowując, dane na temat zapylenia pyłem PM_{2,5} są wskaźnikiem wiele mówiącym nie tylko o stanie powietrza atmosferycznego, ale przede wszystkim o zagrożeniach dla zdrowia ludzi oraz o podejściu społeczności zamieszkującej dany obszar do: kwestii produkcji i konsumpcji energii, transportu, ochrony klimatu i szerzej – ochrony środowiska w ogóle. Wybór tego wskaźnika jako reprezentatywnego dla całokształtu kwestii środowiskowych można uznać za trafny także z tej racji, że cała społeczność w regionach jest narażona na oddziaływanie tego zanieczyszczenia.

5. Budowa syntetycznego wskaźnika ładunku środowiskowego dla województw

Dane Banku Danych Lokalnych znajdujące się w module rozwoju zrównoważonego wykorzystano do budowy syntetycznego wskaźnika ładunku środowiskowego. Wzięto pod uwagę wskaźniki z 2012 roku. Do analizy zastosowano 25 cech diagnostycznych, wśród których wyróżniono: stymulanty, destymulanty i dominanty. Zestaw analizowanych cech przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2.

Zestaw wybranych cech diagnostycznych opisujących ładunek środowiskowy w poszczególnych województwach

Zmienna	Kategoria zrównoważonego rozwoju przypisana do ładunku środowiskowego	Cecha opisująca zjawisko
X ₁ (S)	Wzorce produkcji rolniczej	Udział ekologicznych gospodarstw rolnych (z certyfikatem) w powierzchni użytków rolnych ogółem
X ₂ (D)	Wzorce produkcji rolniczej	Zużycie nawozów mineralnych na 1 ha użytków rolnych
X ₃ (S)	Wzorce produkcji rolniczej	Obsada zwierząt w sztukach dużych ogółem na 1 hektar użytków rolnych
X ₄ (S)	Wzorce produkcji rolniczej	Udział gospodarstw wielkopowierzchniowych w liczbie gospodarstw rolnych ogółem
X ₅ (D)	Wzorce konsumpcji	Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w kWh)
X ₆ (D)	Wzorce konsumpcji	Zużycie gazu w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w m ³)
X ₇ (D)	Wzorce konsumpcji	Zużycie wody w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w m ³)
X ₈ (D)	Wzorce konsumpcji	Liczba samochodów osobowych na 1 000 ludności

X ₉ (S)	Gospodarka odpadami	Odpady komunalne zebrane selektywnie w relacji do ogółu odpadów komunalnych zebranych w ciągu roku (w %)
X ₁₀ (D)	Gospodarka odpadami	Ilość zmieszanych odpadów komunalnych z gospodarstw domowych zebranych w ciągu roku, przypadająca na 1 mieszkańca (w kg)
X ₁₁ (D)	Gospodarka odpadami	Udział ścieków komunalnych i przemysłowych oczyszczanych w ogóle ścieków wymagających oczyszczenia (w %)
X ₁₂ (D)	Ochrona powietrza	Emisja zanieczyszczeń gazowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych (w t/r)
X ₁₃ (D)	Ochrona powietrza	Emisja zanieczyszczeń pyłowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych (w t/r)
X ₁₄ (D)	Zmiany klimatu	Emisja dwutlenku węgla z zakładów szczególnie uciążliwych (w t/r)
X ₁₅ (S)	Energia	Udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ogółem (w %)
X ₁₆ (D)	Energia	Zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB (w GWh)
X ₁₇ (S)	Energia	Nakłady na środki trwale służące ochronie środowiska związane z oszczędzaniem energii elektrycznej na 1 mieszkańca (w PLN)
X ₁₈ (N)	Bioróżnorodność	Udział obszarów prawnie chronionych w powierzchni ogółem (w %)
X ₁₉ (N)	Bioróżnorodność	Udział obszarów specjalnej ochrony ptaków (w %)
X ₂₀ (N)	Bioróżnorodność	Udział specjalnych obszarów ochrony siedlisk (w %)
X ₂₁ (S)	Bioróżnorodność	Nakłady na środki trwale służące ochronie środowiska i gospodarce wodnej, według kierunków inwestowania: ochrona różnorodności biologicznej i krajobrazu na 1 mieszkańca (w PLN)
X ₂₂ (S)	Zasoby słodkiej wody	Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych – przyrost lub ubytek w stosunku do roku poprzedniego (w hm ³)
X ₂₃ (S)	Użytkowanie gruntów	Udział powierzchni odnowień i zalesień w powierzchni lasów ogółem (w %)
X ₂₄ (N)	Użytkowanie gruntów	Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem (w %)
X ₂₅ (S)	Użytkowanie gruntów	Lesistość (w %)

D – destymulanta, S – stymulanta, N – nominanta

Źródło: opracowanie własne.

Destymulanty i nominanty za pomocą przekształceń ilorazowych zostały zamienione w stymulanty [Borys, 1984; 1999]. Transformacja cech prostych została dokonana za pomocą standaryzacji klasycznej [Walesiak, 2004]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - \overline{x_{ij}}}{s_j},$$

gdzie:

$\overline{x_{ij}}$ – średnia, s_j – odchylenie standardowe.

W literaturze przedmiotu spotyka się wiele metod wyznaczania syntetycznego wskaźnika, takich jak: metody porządkowania liniowego, wykorzystanie analizy wariancji [Pluta, 1976, s. 291-303], metoda głównych składowych [Hellwig, 1968, s. 307-327].

Biorąc pod uwagę metody porządkowania liniowego, eliminacja cech nadmiernie skorelowanych jest trudna. Pojemność informacyjna zmiennej jest tym większa, im mniej jest skorelowana ze zmiennymi wchodzącymi do zbioru zmiennych diagnostycznych. Im większa korelacja między cechami, tym te cechy są bardziej do siebie podobne, co w tym kontekście oznacza przenoszenie tych samych informacji o obiektach [Panek, 2009, s.19-20]. Co więcej, istnieje ryzyko wyeliminowania cech, które mają znaczący wpływ na badane zjawisko. W artykule wykorzystano metodę głównych składowych, która umożliwia redukcję cech diagnostycznych do kilku głównych składowych w celu ułatwienia interpretacji. Metoda głównych składowych umożliwia przedstawienie wybranych cech jako liniowej kombinacji liczbowej nieskorelowanych zmiennych:

$$Y_j = a_j^T X = a_{j1}X_1 + \dots + a_{jp}X_p, \quad j = 1, \dots, p, \quad (1)$$

gdzie:

Y_j – główna składowa,

a_j^T – elementy macierzy przekształcenia ortogonalnego,

X_p – elementy wektora zmiennych obserwowalnych [Ostasiewicz, 1999].

Główne składowe nie tracą zdolności informacyjnych ze względu na to, że suma ich wariancji równa jest sumie wariancji zmiennych wejściowych [Panek, 2009, s. 175]. W celu określenia liczby głównych składowych, wchodzących do dalszej analizy, zastosowano kryterium Kaisera, tj. uwzględniono te składowe, których wartości własne są większe od jedynki [Panek, 2009, s.181-182].

6. Wyniki badań

Budowa wskaźników syntetycznych dla ładów środowiskowych w Polsce została podzielona na dwie części. W pierwszej wzięto pod uwagę wszystkie wskaźniki cząstkowe dostępne w BDL w kategorii ładów środowiskowych. W części drugiej wyeliminowano dane na temat zanieczyszczeń pyłowych w celu sprawdzenia, jak w takim układzie będzie kształtować się ład środowiskowy w poszczególnych województwach. W przypadku BDL dane na temat emisji pyłów pochodziły wyłącznie z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska (co utrudniało nieco możliwość pełnego porównania z danymi OECD). W tabelach: 3. i 4. zaprezentowano wartości własne oraz udział w wariancji całkowitej zmiennych dla 2012 roku. W tabeli 4. wartości własne zostały wyliczone po

wyeliminowaniu zmiennej X_{13} dotyczącej emisji zanieczyszczeń pyłowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych (t/r). Dla roku 2012 piętnaście głównych składowych posłużyło wyjaśnieniu wariancji całkowitej analizowanych cech diagnostycznych. Natomiast sześć pierwszych głównych składowych umożliwiło wyjaśnienie 85,22% poziomu zaawansowania rozwoju ładu środowiskowego na poziomie regionalnym.

TABELA 3.
Wartości własne oraz udział w wariancji całkowitej zmiennych dla roku 2012

Główne składowe	Wartość własna	Udział	Skumulowany udział w wariancji
1.	7,8491	0,3140	0,3140
2.	4,4454	0,1778	0,4918
3.	3,5496	0,1420	0,6338
4.	2,4596	0,0984	0,7322
5.	1,6218	0,0649	0,7970
6.	1,3791	0,0552	0,8522
7.	0,9390	0,0376	0,8897
8.	0,7701	0,0308	0,9205
9.	0,6190	0,0248	0,9453
10.	0,5348	0,0214	0,9667
11.	0,3320	0,0133	0,9800
12.	0,1995	0,0080	0,9880
13.	0,1366	0,0055	0,9934
14.	0,0895	0,0036	0,9970
15.	0,0748	0,0030	1,0000

Źródło: opracowanie własne.

Po eliminacji zmiennej X_{13} odpowiadającej za emisje zanieczyszczeń pyłowych, również piętnaście głównych składowych posłużyło wyjaśnieniu wariancji całkowitej analizowanych cech diagnostycznych. Pierwsze sześć głównych składowych umożliwiło wyjaśnienie 85,45% badanego zjawiska.

Wartości wektorów własnych były interpretowane jako współczynniki korelacji głównych składowych z uwzględnionymi zmiennymi. Dzięki pierwszej głównej składowej wyznaczono syntetyczny wskaźnik poziomu rozwoju ładu środowiskowego na poziomie regionalnym przez wyznaczenie jej wartości (Y_1).

TABELA 4.

Wartości własne oraz udział w wariancji całkowitej zmiennych z wyłączeniem zmiennej X_{13} (emisja zanieczyszczeń pyłowych) w roku 2012

Główne składowe	Wartość własna	Udział	Skumulowany udział w wariancji
1.	7,2372	0,3015	0,3015
2.	4,4412	0,1851	0,4866
3.	3,3771	0,1407	0,6273
4.	2,4595	0,1025	0,7298
5.	1,6159	0,0673	0,7971
6.	1,3782	0,0574	0,8545
7.	0,9258	0,0386	0,8931
8.	0,6358	0,0265	0,9196
9.	0,6105	0,0254	0,9450
10.	0,5058	0,0211	0,9661
11.	0,3277	0,0137	0,9798
12.	0,1983	0,0083	0,9880
13.	0,1360	0,0057	0,9937
14.	0,0889	0,0037	0,9974
15.	0,0622	0,0026	1,0000

Źródło: opracowanie własne.

Dla 2012 roku z uwzględnieniem zmiennej X_{13} główna składowa najsilniej była skorelowana ze zmiennymi opisującymi następujące kategorie ładów środowiskowych: udział ekologicznych gospodarstw rolnych (z certyfikatem) w powierzchni użytków rolnych ogółem, liczba samochodów osobowych na 1 000 ludności, emisja zanieczyszczeń pyłowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych (t/r), emisja dwutlenku węgla z zakładów szczególnie uciążliwych (t/r), udział obszarów specjalnej ochrony ptaków (w %), udział specjalnych obszarów ochrony siedlisk (w %), zasoby eksploatacyjne wód podziemnych – przyrost lub ubytek w stosunku do roku poprzedniego (w hm³), udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem (w %), lesistość (w %). Natomiast najsłabsza korelacja występuje wśród zmiennych opisujących: zużycie gazu w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w m³), ilość zmieszanych odpadów komunalnych z gospodarstw domowych zebranych w ciągu roku przypadająca na 1 mieszkańca (w kg), udział ścieków komunalnych i przemysłowych oczyszczanych w ogóle ścieków wymagających oczyszczenia (w %), zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB (w GWh), nakłady na środki trwale służące ochronie środowiska związane z oszczędzaniem energii elektrycznej na 1 mieszkańca (w PLN), udział powierzchni odnowień i zalesień w powierzchni lasów ogółem (w %).

TABELA 5.

Wektory wartości własnych (ładunki głównych składowych) dla roku 2012

Zmienne	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	0,262	0,183	0,136	-0,167	-0,200	0,095
X2	0,166	-0,306	0,184	-0,158	0,245	0,078
X3	-0,128	-0,098	-0,349	-0,105	0,090	-0,340
X4	0,134	0,364	0,063	-0,056	-0,305	0,070
X5	0,196	-0,209	0,165	0,156	-0,166	0,176
X6	0,070	-0,159	-0,407	0,287	-0,048	0,132
X7	0,166	-0,258	0,269	0,130	0,215	0,121
X8	0,258	-0,204	-0,078	0,083	-0,050	0,249
X9	-0,144	-0,103	0,248	-0,401	0,239	0,065
X10	0,050	-0,433	0,131	0,046	-0,164	0,088
X11	-0,063	-0,169	0,158	0,389	-0,151	-0,349
X12	0,296	-0,024	-0,239	-0,036	0,108	-0,050
X13	0,289	-0,031	-0,211	0,007	0,061	0,027
X14	0,296	-0,023	-0,238	-0,036	0,109	-0,050
X15	0,194	0,014	-0,327	0,005	-0,108	-0,143
X16	0,060	-0,152	-0,129	-0,464	-0,022	-0,299
X17	0,040	0,071	-0,130	0,248	0,621	0,041
X18	0,136	-0,292	0,128	0,045	-0,023	-0,383
X19	0,292	0,110	-0,029	-0,261	-0,084	0,096
X20	0,284	0,013	0,021	0,045	-0,073	0,101
X21	-0,136	-0,011	-0,154	-0,022	0,073	0,505
X22	-0,282	-0,113	-0,173	-0,178	0,135	0,179
X23	-0,057	0,314	0,085	0,321	0,106	-0,065
X24	-0,235	-0,240	-0,173	0,004	-0,258	0,139
X25	0,249	0,174	0,199	-0,019	0,273	-0,107

Źródło: opracowanie własne.

Dla 2012 roku, po eliminacji zmiennej X_{13} , najsilniej pierwsza główna składowa była skorelowana ze zmiennymi określającymi: udział ekologicznych gospodarstw rolnych (z certyfikatem) w powierzchni użytków rolnych ogółem, zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w kWh), liczbę samochodów osobowych na 1 000 ludności, emisję zanieczyszczeń gazowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych (t/r), emisję dwutlenku węgla z zakładów szczególnie uciążliwych (t/r), udział obszarów specjalnej ochrony ptaków (w %), udział specjalnych obszarów ochrony siedlisk (w %), zasoby eksploatacyjne wód podziemnych – przyrost lub ubytek w stosunku do roku poprzedniego (w hm³), udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem (w %), lesistość (w %). Natomiast najsłabsza korelacja wystąpiła wśród zmiennych opisujących: zużycie gazu w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (w m³), ilość zmieszanych odpadów komunalnych z gospodarstw domowych zebranych w ciągu roku przypadająca na 1 mieszkańca (w kg), udział ścieków komunalnych i przemysłowych oczyszczanych w ogóle ścieków wyma-

gających oczyszczania (w %), nakłady na środki trwale służące ochronie środowiska związane z oszczędzaniem energii elektrycznej na 1 mieszkańca (w PLN). Informacje na ten temat zawiera tabela 6.

TABELA 6.

Wektory wartości własnych oraz udział w wariancji całkowitej zmiennych dla 2012 roku z wyłączeniem zmiennej X₁₃

Zmienne	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X1	0,284	0,174	0,108	-0,167	-0,198	0,094
X2	0,178	-0,314	0,159	-0,159	0,248	0,082
X3	-0,150	-0,087	-0,351	-0,103	0,104	-0,335
X4	0,150	0,359	0,053	-0,056	-0,303	0,068
X5	0,211	-0,218	0,136	0,156	-0,166	0,175
X6	0,045	-0,150	-0,424	0,289	-0,040	0,135
X7	0,181	-0,268	0,253	0,129	0,210	0,121
X8	0,266	-0,208	-0,128	0,085	-0,034	0,258
X9	-0,137	-0,107	0,267	-0,403	0,231	0,065
X10	0,052	-0,437	0,116	0,045	-0,168	0,085
X11	-0,057	-0,172	0,160	0,389	-0,151	-0,352
X12	0,289	-0,023	-0,270	-0,034	0,114	-0,048
X14	0,289	-0,022	-0,269	-0,035	0,115	-0,049
X15	0,190	0,017	-0,371	0,008	-0,085	-0,134
X16	0,053	-0,150	-0,144	-0,464	-0,018	-0,299
X17	0,037	0,074	-0,136	0,249	0,634	0,054
X18	0,144	-0,298	0,105	0,045	-0,020	-0,384
X19	0,305	0,105	-0,067	-0,260	-0,075	0,100
X20	0,298	0,007	-0,018	0,046	-0,064	0,106
X21	-0,153	-0,004	-0,135	-0,022	0,064	0,503
X22	-0,305	-0,102	-0,143	-0,178	0,130	0,178
X23	-0,053	0,314	0,111	0,320	0,097	-0,069
X24	-0,257	-0,231	-0,155	0,004	-0,262	0,135
X25	0,269	0,164	0,186	-0,020	0,271	-0,107

Źródło: opracowanie własne.

Ranking województw, który obrazuje poziom rozwoju ładu środowiskowego, przedstawiono w tabeli 7.

Jak wynika z danych zaprezentowanych w tabeli 7., najlepsza sytuacja w zakresie ładu środowiskowego była w województwach: podlaskim, warmińsko-mazurskim i podkarpackim, a najgorsza w: wielkopolskim, mazowieckim i łódzkim. Wylimitowanie zmiennej dotyczącej emisji pyłów tylko zmieniło kolejność wśród pierwszych trzech województw i nie wpłynęło na kolejność województw zamykających listę.

TABELA 7.

Klasyfikacja województw według poziomu rozwoju ładu środowiskowego

Lp.	Województwo	Y ₁	Województwo	Y ₁
	Rok 2012		Rok 2012 z wyłączeniem zmiennej X ₁₃	
1.	podlaskie	4,687868	podkarpackie	3,995444
2.	warmińsko-mazurskie	4,099736	podlaskie	3,901365
3.	podkarpackie	3,898566	warmińsko-mazurskie	3,705715
4.	lubuskie	3,31391	lubuskie	3,065564
5.	zachodniopomorskie	2,557332	zachodniopomorskie	2,884542
6.	pomorskie	0,358313	pomorskie	0,480558
7.	świętokrzyskie	0,314474	świętokrzyskie	0,458738
8.	małopolskie	-0,73216	małopolskie	-0,49485
9.	lubelskie	-0,80337	dolnośląskie	-0,6045
10.	dolnośląskie	-0,88814	lubelskie	-0,9053
11.	kujawsko-pomorskie	-1,87681	śląskie	-1,53242
12.	śląskie	-1,89067	kujawsko-pomorskie	-1,85236
13.	opolskie	-2,49105	opolskie	-2,62434
14.	wielkopolskie	-2,76216	wielkopolskie	-2,64147
15.	mazowieckie	-3,34417	mazowieckie	-3,24792
16.	łódzkie	-4,44168	łódzkie	-4,58876

Źródło: opracowanie własne.

W celu odpowiedzi na pytanie postawione we wstępie, czy wnioskowanie na podstawie jednej zmiennej dotyczącej emisji pyłów, jak to miało miejsce w przypadku raportu OECD, było nadmiernym uproszczeniem obrazu ładu środowiskowego, w tabeli 8. zestawiono wyniki badań własnych z danymi z raportu OECD. Rzeczywiście, okazuje się, że w rankingu nastąpiły pewne przesunięcia w kolejności województw. Awansowały województwa nadmorskie, które zajęły dwa pierwsze miejsca w zestawieniu OECD. Można to wyjaśnić bliskością morza, które skutecznie zmniejsza zagrożenie zanieczyszczenia pyłami. Województwa: podlaskie i warmińsko-mazurskie utrzymały swoje wysokie pozycje, natomiast gorzej wypadło województwo podkarpackie, w którym zanieczyszczenia pyłowe odgrywają dość istotną rolę. Województwo łódzkie we wszystkich rankingach uplasowało się na ostatnim lub przedostatnim miejscu. Z analizy danych BDL i OECD wynika, że zapylenie jest także poważnym zagrożeniem w województwie śląskim.

TABELA 8.

Porównanie rankingu województw z badań własnych i raportu OECD

Ranking województw	Województwa według wartości wskaźnika ładu środowiskowego z uwzględnieniem wszystkich zmiennych	Województwa według wartości wskaźnika ładu środowiskowego bez uwzględnienia wskaźnika zapylenia	Województwa według raportu OECD na podstawie wskaźnika zapylenia pyłem PM _{2,5}
1.	podlaskie	podkarpackie	pomorskie
2.	warmińsko- mazurskie	podlaskie	zachodniopomorskie warmińsko- mazurskie
3.	podkarpackie	warmińsko- mazurskie	–
4.	lubuskie	lubuskie	podlaskie
5.	zachodniopomorskie	zachodniopomorskie	dolnośląskie
6.	pomorskie	pomorskie	lubuskie
7.	świętokrzyskie	świętokrzyskie	mazowieckie
8.	małopolskie	małopolskie	kujawsko- pomorskie
9.	lubelskie	dolnośląskie	świętokrzyskie
10.	dolnośląskie	lubelskie	lubelskie
11.	kujawsko- pomorskie	śląskie	podkarpackie
12.	śląskie	kujawsko- pomorskie	wielkopolskie
13.	kujawsko- pomorskie	opolskie	opolskie
14.	wielkopolskie	wielkopolskie	małopolskie
15.	mazowieckie	mazowieckie	łódzkie
16.	łódzkie	łódzkie	śląskie

Źródło: opracowanie własne.

7. Podsumowanie

Metoda pomiaru oparta na wskaźnikach jest zawsze kontrowersyjna. Dobór wskaźników cząstkowych, ich standaryzacja, a zwłaszcza agregacja ma charakter subiektywny i wyniki trzeba traktować ze sporą ostrożnością. Trudno także uznać za w pełni satysfakcjonujące podejście oparte jedynie na wskaźnikach cząstkowych, jak to miało miejsce w raporcie OECD *Regional Well-Being 2014*. Porównanie wskaźników syntetycznych wyliczonych na podstawie danych BDL ze wskaźnikami OECD pozwoliło stwierdzić, że istnieje jednak pewna zbieżność wyników. Województwa o wysokim poziomie ładu środowiskowego charakteryzowały się również mniejszym zapyleniem pyłem PM_{2,5}, zaś w tych o niskim poziomie tego ładu odnotowano najwyższe emisje tego pyłu. Wyjątek stanowiły województwa: pomorskie i zachodniopomorskie, w których zapylenie pyłem PM_{2,5} było najniższe ze względu na bliskość morza, podczas gdy inne aspekty ładu środowiskowego obniżyły ich pozycję w rankingach tworzonych na podstawie danych BDL. Potwierdziło to pewną generalną prawidłowość, że zapylenie pyłem PM_{2,5} pochodzenia antropogenicznego jest na danym terenie odzwierciedleniem podejścia do kwestii ekologicznych. Największe znaczenie w kształtowaniu ładu

środowiskowego miały: udział ekologicznych gospodarstw rolnych w powierzchni ogółem, liczba samochodów na 1 000 ludności oraz emisje zanieczyszczeń powietrza związane ze spalaniem paliw kopalnych. Są to dane ilustrujące preferowane: sposoby produkcji, konsumpcji i wytwarzania energii, a zatem wiele mówiące o sposobie gospodarowania na terenie poszczególnych województw.

Wkład autorów w powstanie artykułu

dr hab. Małgorzata Burchard-Dziubińska – opracowanie koncepcji, gromadzenie danych – 50%

mgr Natalia Szubska-Włodarczyk – gromadzenie danych, obliczenia – 50%

Literatura

- Analiza stanu zanieczyszczenia pyłem PM109 i PM2,5 z uwzględnieniem składu chemicznego pyłu, w tym metali ciężkich i WWA*, 2008, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Borys T., 1984, *Kategoria jakości w statystycznej analizie porównawczej*, Prace Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 284, Wrocław.
- Borys T., 1999, *Wskaźniki ekorozwoju*, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Hellwig Z., 1968, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznych podziałów krajów ze względu na ich poziom rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny”, nr 4.
- How's Life in Your Region? Measuring Regional and Local Well-being for Policy Making*, 2014, OECD, Paris.
- Kociolek-Balawejder E., Stanisławska E., 2012, *Chemia środowiska*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and human well-being: synthesis*, 2005, Island Press, Washington, D.C.
- Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami*, 2014, Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa, www.nik.gov.pl (data wejścia: 20.09.2015).
- Panek T., 2009, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa.
- Pluta W., 1974, *Zastosowanie metod taksonomicznych i analizy czynnikowej do konstruowania syntetycznych wskaźników techniczno-ekonomicznych*, „Przegląd Statystyczny”, r. XXII, z. 2.
- Pluta W., 1976, *Agregatowe zmienne diagnostyczne w badaniach regresyjnych*, „Przegląd Statystyczny”, r. XXIII, z. 1.
- Regional Well-Being: A Closer Measure of Life*, 2014, <http://www.oecdregionalwellbeing.org> (data wejścia: 15.09.2015).
- Rzeńca A., 2014, *Ład przyrodniczy*, [w:] *Zrównoważony rozwój – naturalny wybór*, M. Burchard-Dziubińska, A. Rzeńca, D. Drzazga (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.

Statystyczne metody analizy danych, 1999, W. Ostasiewicz (red.), Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity, <http://www.teebweb.org/> (data wejścia: 05.09.2015).

Walesiak M., 2004, *Problemy decyzyjne w procesie klasyfikacji obiektów*, Prace Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, „Ekonometria 13”, nr 1010, Wrocław.

Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski, 2011, Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Katowicach, Katowice.

www.stat.gov.pl (data wejścia: 10.09.2015).

Żurawik M., 2014, *Polska to jedno z najtrudniejszych miejsc do życia*, http://wyborcza.biz/biznes/1,100896,16777502,Polska_to_jedno_z_najtrudniejszych_miejsc_do_zycia_.html#ixzz3nIIioru1 (data wejścia: 29.09.2015).