



Hanna Kruk

METODY POMIARU I OCENY WYMIARU EKOLOGICZNEGO ROZWOJU ZRÓWNOWAŻONEGO NA POZIOMIE KRAJOWYM I PONADNARODOWYM

Hanna Kruk, dr – Akademia Morska w Gdyni

adres korespondencyjny:

Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa

ul. Morska 83, 81-225 Gdynia

e-mail: h.kruk@wpit.am.gdynia.pl

MEASUREMENT AND ESTIMATION METHODS OF ECOLOGICAL DIMENSION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT AT THE NATIONAL AND SUPRANATIONAL LEVELS

SUMMARY: Ecological (environmental) dimension of the sustainable development concerns land management and planning, ecosystem services, maintenance of proper performance of the ecosystems, their resilience and preserving biodiversity. Referring to the above-mentioned elements, different measuring methods are used. Commonly used indicators not only apply to conservation of individual components of the environment, but also to the anthropogenic (socio-economic) impact on the environment. The aim of this article is to present selected, best known estimation methods of the environment at national and supranational levels, and to an attempt to find differences and similarities between them.

KEYWORDS: indices, environment, sustainable development

Wstęp

Istotną kwestią w koncepcji rozwoju zrównoważonego jest pomiar i ocena poziomu rozwoju czy stanu zachowania trzech podstawowych jego wymiarów: ekologicznego (środowiskowego), społecznego i gospodarczego. Ocena ta pozwala na ustalenie, czy założone cele zostały osiągnięte. System mierników jest bardzo rozbudowany, może dotyczyć skali mikroekonomicznej, mezoekonomicznej i makroekonomicznej. Warto również zauważyć, iż w najczęściej spotykanym układzie, mierniki są dzielone na trzy grupy: wywieranej presji, zachowanego stanu i reakcji (działań zapobiegawczych)¹. Stosowanie mierników umożliwia ocenę bieżącej sytuacji oraz, dzięki porównywaniu wyników z kolejnych lat, pozwala na określenie tempa i kierunku zachodzących zmian. Kwestią kluczową jest wybór takich mierników, które są proste w stosowaniu, zrozumieniu i interpretacji, a dane są łatwe do uzyskania.

Celem artykułu jest przedstawienie kilku wybranych metod pomiaru wymiaru ekologicznego rozwoju zrównoważonego, z uwzględnieniem pomiaru dokonywanego w Unii Europejskiej i Polsce oraz próba znalezienia podobieństw i różnic między metodami pomiaru.

Wymiar ekologiczny (środowiskowy) rozwoju zrównoważonego

Rozwój zrównoważony (ang. *sustainable development*) jest najczęściej definiowany jako taki rozwój, który pozwoli na zaspokajanie potrzeb obecnych i przyszłych pokoleń². W ten sposób podkreślono więc kwestie społeczne: zaspokajanie potrzeb ludzkich i poprawę jakości życia – jest to klasyczne ujęcie antropocentryczne. Część autorów propaguje jednak ekocentryczny punkt widzenia, a w którym za najważniejsze uznaje się zachowanie równowagi i ochronę ekosystemów³.

W definicji rozwoju zrównoważonego przyjętej przez Międzynarodowy Instytut Środowiska i Rozwoju (ang. *International Institute for Environment and Development* – IIED) wyróżniono 3 systemy (określane później również jako wymiary, sfery, łądy czy kapitały), stanowiące podstawę do dalszego rozwoju: gospodarczy, społeczny i środowiskowy (ekologiczny, przyrodniczy)⁴. Zakłada się, że te wymiary mają być równorzędne. Jednak część autorów uważa, że wymiar

¹ B. Fiedor, *Ogólny przegląd doświadczeń i koncepcji*, w: T. Borys (red.), *Wskaźniki ekorozwoju*, Białystok 1999, s. 153-155.

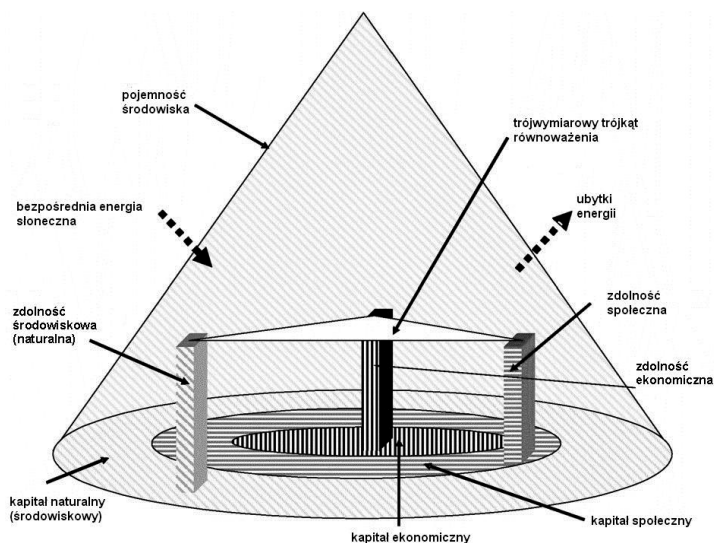
² *Report of the World Commission on Environment and Development "Our Common Future"*, United Nations 1987, s. 15.

³ S. Imran, K. Alam, N. Beaumont, *Reinterpreting the definition of sustainable development for a more ecocentric reorientation*, "Sustainable Development" 2014 nr 22, s. 136.

⁴ D. Mebratu, *Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review*, "Environmental Impact Assessment Review" 1998 nr 18, s. 505.

środowiskowy (a ściślej tak zwana ekosfera) jest kluczowy, gdyż warunkuje on trwanie życia na Ziemi. Znajduje to odzwierciedlenie w graficznych modelach rozwoju zrównoważonego⁵, szczególnie w tak zwanym modelu kół koncentrycznych⁶ czy modelu przestrzennym zaproponowanym przez V. Mauerhofera⁷.

Rysunek 1
Model trójwymiarowego równoważenia



Źródło: V. Mauerhofer, *3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development*, "Ecological Economics" 2008 nr 64, s. 498.

W obu wspomnianych modelach wymiar ekologiczny (kapitał naturalny) otacza pozostałe dwa, co oznacza ograniczoną pojemność środowiska i jego zasobów, które następnie warunkują rozwój społeczno-gospodarczy. Społeczeństwo funkcjonuje w środowisku przyrodniczym, od którego zależy życie ludzi (którzy również są, jako gatunek, jego składową). W takim ujęciu wymiar gospodarczy jest traktowany jako składowa sfery społecznej – zależy on od kapitału naturalnego (zasobów naturalnych i przestrzeni wykorzystywanych w procesach produkcji) i od kapitału społecznego⁸.

⁵ Por. np. H. Kruk, *Przyrodnicza konkurencyjność regionów*, Toruń 2010, s. 126-131.

⁶ J.A. Elliott, *An introduction to sustainable development*, London, New York 2013, s. 20-21.

⁷ V. Mauerhofer, *3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development*, "Ecological Economics" 2008 nr 64, s. 497-499.

⁸ J.A. Elliott, op. cit. 2013, s. 21; V. Mauerhofer, op. cit., s. 497-499; B. Giddings, B. Hopewood, G. O'Brien, *Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development*, "Sustainable Development" 2002 nr 10, s. 191-192.

Wielu autorów zwraca uwagę na znaczenie środowiska przyrodniczego w rozwoju gospodarczym świata, a także na negatywne skutki związane z jego nadmierną eksploatacją (wliczając w to upadki różnych cywilizacji spowodowane naruszeniem równowagi środowiska)⁹.

Sam wymiar środowiskowy (ekologiczny) rozwoju zrównoważonego jest różnorodnie interpretowany. Generalnie można przyjąć, iż dotyczy on życia (w tym prowadzenia działań gospodarczych) w granicach zasobów środowiska przyrodniczego. Jest on utożsamiany z¹⁰:

- 1) ograniczeniem negatywnego oddziaływania człowieka i gospodarki na środowisko – zmniejszeniem zanieczyszczenia środowiska lub przynajmniej nie pogarszaniem jego stanu;
- 2) zachowaniem różnorodności biologicznej – zarówno w zakresie różnorodności wewnątrzgatunkowej (pula genowa), międzygatunkowej (gatunków wchodzących w skład danego ekosystemu), jak i różnorodności ekosystemów;
- 3) utrzymaniem integralności i prawidłowego funkcjonowania ekosystemów – a co za tym idzie, ich resiliencji, świadczonych przezeń usług oraz trwałości ich produktywności.

Z punktu widzenia realizacji założeń rozwoju zrównoważonego istotna jest trwałość zasobów środowiska przyrodniczego. Za kluczowe uznaje się więc utrzymanie bioróżnorodności i odpowiedniej jakości środowiska przyrodniczego (poprawę czystości stanu środowiska lub przynajmniej jego nie pogarszanie). Część autorów wnioskuje o zaprzestanie wykorzystania zasobów nieodnawialnych¹¹, choć ten ostatni postulat wydaje się trudny do osiągnięcia. Dlatego też niektórzy badacze uważają, że należy ograniczyć tempo ich zużywania tak, aby nie było ono szybsze niż tempo tworzenia ich odnawialnych substytutów¹².

Najczęściej pomiar stanu środowiska przyrodniczego i zmian w nim zachodzących dotyczy nie tylko zachowania poszczególnych składowych środowiska, ale jest połączony z badaniem presji na środowisko.

⁹ F.J. Ayala-Carcedo, M.R. y González-Barros, *Economic underdevelopment and sustainable development in the world: conditioning factors, problems and opportunities*, "Environment, Development and Sustainability" 2005 nr 7, s. 100-104; J. Bohdanowicz, *Ku cywilizacji ekorozwoju*, Gdańsk 1998, s. 59-64.

¹⁰ R. Moles, W. Foley, J. Morrissey, B. O'Regan, *Practical appraisal of sustainable development – Methodologies for sustainability measurement at settlement level*, "Environmental Impact Assessment Review" 2008 nr 28, s. 145; T. Borys, B. Fiedor, *Ekorozwój jako zbiór cech, w: Wskaźniki ...*, s. 74; J.A. Elliott, op. cit., 2013, s. 16; A. Pawłowski, L. Pawłowski, *Zrównoważony rozwój we współczesnej cywilizacji. Część 1: Środowisko a zrównoważony rozwój*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2008 nr 3, t. 1, s. 55.

¹¹ D.L. Russell, *Uwagi tetryka o zrównoważoności – A curmudgeon's thoughts on sustainability*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2010 nr 5, t. 1, s. 16-17.

¹² P. Ekins, *Environmental sustainability: from environmental valuation to the sustainability gap*, "Progress in Physical Geography" 2011 nr 35, s. 639.

Metody pomiaru i oceny środowiska przyrodniczego w skali międzynarodowej – informacje ogólne

W porównaniach międzynarodowych odnoszących się do wymiaru środowiskowego rozwoju zrównoważonego można wyróżnić 3 podejścia:

- 1) ocenę zachowania bioróżnorodności – dokonywaną najczęściej na podstawie obecności i zmian liczebności populacji gatunków wskaźnikowych, wybranych siedlisk czy ekosystemów (na przykład leśnych), lub też występowania obszarów chronionych¹³,
- 2) ocenę poziomu zanieczyszczenia środowiska – prowadzoną na podstawie wybranych parametrów fizykochemicznych jakości i czystości wody, ziemi (gleb) czy powietrza lub też gatunki wskazujące na poziom zanieczyszczenia,
- 3) połączenie obu wymienionych metod.

Oceny dokonuje się na podstawie grupy wybranych mierników lub też są konstruowane zbiorcze, syntetyczne wskaźniki, odnoszące się tylko do kwestii środowiskowych albo do wszystkich sfer wymiaru zrównoważonego¹⁴.

Wśród znanych metod pomiaru stanu środowiska przyrodniczego na poziomie globalnym są stosowane następujące mierniki, dotyczące wymiaru ekologicznego: wskaźnik życia planety (*Living Planet Index* – LPI), ślad ekologiczny (*Ecological Footprint* – EF) opracowane przez WWF (Światowy Fundusz na rzecz Ochrony Przyrody – *World Wildlife Fund*) czy *Environmental Performance Index* (EPI) publikowany przez Uniwersytet Yale i Uniwersytet Columbia¹⁵. Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody (*International Union for Conservation of Nature* – IUCN) zaproponowała *Red List Index* (RLI): wskaźnik umożliwiający ocenę zachowania różnorodności biologicznej. Do tego celu służy też wskaźnik kapitału naturalnego (*Natural Capital Index* – NCI) zaproponowany przez OECD (Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju – *Organisation for Economic Co-operation and Development*). OECD opracowała także system mierników wykorzystywany do oceny stanu środowiska. Eksperti ONZ (Organizacja Narodów Zjednoczonych – *United Nations*) przygotowali zestaw mierników zrównoważonego rozwoju, w tym tych związanych ze środowiskiem przyrodniczym. W Unii Europejskiej stworzono kompleksową metodę oceny poziomu rozwoju zrównoważonego, którą stosuje Eurostat. Wymiar ekologiczny jest oceniany na podstawie mierników dotyczących bioróżnorodności (pomiar obszarów chronionych zgodnie z tak zwaną Dyrektywą Siedliskową, zmian w liczebności występowania wybranych gatunków ptaków czy połówów ryb)¹⁶ oraz wybrane mierniki określające poziom antropopresji przypisane do innych obszarów tematycznych.

¹³ Przykładowo: H. Kruk, *Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności*, „Ekonomia i Środowisko” 2014 nr 2(49), s. 49-57.

¹⁴ Te ostatnie – syntetyczne mierniki rozwoju zrównoważonego – zostały w tym artykule pominięte.

¹⁵ Są także inne metody pomiaru, niewymienione tutaj, np. plecak ekologiczny. Por. H. Kruk, *Przyrodnicza konkurencyjność...*, s. 122-123.

¹⁶ Por. np. H. Kruk, *Przegląd wybranych...*, s. 57-60.

W Polsce przy pomiarze rozwoju zrównoważonego, w odniesieniu do wymiaru środowiskowego pod uwagę bierze się między innymi powierzchnię obszarów chronionych, uszkodzenia drzewostanów czy lesistość kraju. Generalnie, metody oceny środowiska przyrodniczego można podzielić na te, w których stworzono syntetyczne mierniki lub takie, w których ocenie i interpretacji podlegają zmiany poszczególnych, wybranych wskaźników.

Wybrane autonomiczne mierniki agregatowe

Do tej grupy można zaliczyć syntetyczne wskaźniki umożliwiające ocenę zachowania poziomu bioróżnorodności (LPI, Red List Index, NCI) oraz uwzględniające inne kwestie jak zanieczyszczenie środowiska i innych przejawy antropopresji (śląd ekologiczny, EPI).

Wskaźnik życia planety LPI odnosi się do zasobów ożywionych środowiska i umożliwia ocenę zachowania bioróżnorodności przez badanie trendów zmian liczebności populacji kręgowców na Ziemi: pod uwagę bierze się 10380 populacji 3038 gatunków ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków. Jest to wskaźnik zintegrowany: globalny LPI składa się z 3 mierników obrazujących zmiany zachodzące w podstawowych typach siedlisk: LPI dla obszarów lądowych (*terrestrial* LPI), wód słodkich (*freshwater* LPI) oraz morskich (*marine* LPI). W LPI uwzględniono także różne strefy klimatyczne (regiony biogeograficzne). Obliczenia dotyczą okresu od 1970 roku do 2010. Tempo zmian jest mierzone dla każdej populacji z osobna, z roku na rok. Metoda została niedawno zmodyfikowana: wprowadzono system wagowy, aby odzwierciedlić znaczenie danej gromady w poszczególnych regionach świata (udział procentowy w ogólnej liczbie gatunków)¹⁷.

Drugim wskaźnikiem mierzonym przez WWF jest śląd ekologiczny, zwany również ekologicznym odciskiem stopy. Wskaźnik ten łączy styl życia z oddziaływaniem na środowisko. Służy on do pomiaru presji wywieranej przez działalność ludzką, a ściślej – do określenia wielkości zasobów naturalnych, jaka są potrzebne do zaspokojenia bieżących potrzeb (poziomu konsumpcji dóbr). Pomiar jest dokonywany w tak zwanych globalnych hektarach (gha) ogółem lub przypadających na mieszkańca: szacowana jest powierzchnia produktywnych biologicznie obszarów (lądowych i wodnych) zdolnych do wytwarzania zasobów wykorzystywanych przez człowieka, do asymilacji odpadów i absorpcji CO₂. Śląd ekologiczny *per capita* demonstruje, jaka jest konsumpcja dóbr i usług przez przeciętnego mieszkańca. Składa się on z następujących elementów: węgiel (emisja pochodząca ze spalania paliw kopalnych), obszary zajmowane przez tereny uprawne, łąki i pastwiska, lasy, tereny zabudowane oraz łowiska ryb. Uzyskany wynik obrazujący bieżącą konsumpcję zasobów porównuje się z pojemnością

¹⁷ *Living Planet Report 2014*, WWF 2014, s. 16-25, 136-137, 140-145; B. Collen, i in., *Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index*, "Conservation Biology" 2009 nr 23, s. 318-320; J. Loh, i in., *The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity*, "Philosophical Transaction of the Royal Society B" 2005 nr 360, s. 289-292.

biologiczną (biopotencjałem – *biocapacity*) obszarów produkcyjnych, a więc z ich zdolnością do regeneracji. Ekologiczny odcisk stopy powyżej pojemności biologicznej oznacza deficyt ekologiczny. Może on być mierzony na poziomie całej kuli ziemskiej (globalny ślad ekologiczny), jego regionów lub poszczególnych krajów¹⁸.

Kolejny miernik agregatowy, EPI, został skonstruowany z 20 wskaźników przyporządkowanych do dwóch głównych grup: żywotność ekosystemów (*ecosystem vitality*) oraz zdrowie środowiskowe (*environmental health*). Pierwsza z wymienionych grup obejmuje 13 wskaźników umożliwiających ocenę stanu zachowania ekosystemów. Dotyczą one: klimatu i energii (między innymi emisji CO₂), zachowania bioróżnorodności i siedlisk (obszary chronione lądowe i morskie, zagrożone ekosystemy objęte ochroną), rybołówstwa (stan populacji ryb i presja wywierana przez połów ryb), leśnictwa (zmiany powierzchni lasów), rolnictwa (w tym stosowania pestycydów) oraz zasobów wód (oczyszczanie ścieków). Natomiast druga z wymienionych grup: zdrowie środowiskowe służy do oceny stanu zanieczyszczenia środowiska i, co za tym idzie, pozwala na określenie, w jakim stopniu zdrowie ludzkie jest chronione przed niekorzystnymi zmianami środowiska. Sześć mierników przypisanych do tej grup podzielono na 3 podkategorie: woda i stan sanitarny (dostęp do wody pitnej i kanalizacji), jakość powietrza (mierniki dotyczące emisji zanieczyszczeń i stanem jakości powietrza) oraz wpływ na zdrowie (mierzony śmiertelnością dzieci). Ostatnim wskaźnikiem, który nie jest jednak uwzględniany w ocenie sytuacji poszczególnych państw jest dostęp do elektryczności. Przy obliczaniu EPI dane są standaryzowane, z uwzględnieniem PKB, liczebności populacji, co umożliwi dokonywanie porównań między krajami. Wyniki są podawane w skali od 0 do 100, gdzie 0 oznacza najgorszą obserwowaną wartość (najdalszą od przyjętego celu) a 100 – najlepszą (najbliższą celowi). Sami autorzy przyznają jednak, iż EPI jest niedoskonały, gdyż pominięto w nim takie kategorie, jak jakość wód słodkich, jakość gleb i ich degradacja, pustyńnienie, utrata terenów podmokłych, ekspozycja na związki toksyczne i inne¹⁹.

Do oceny stanu zachowania bioróżnorodności wykorzystywany jest *Red List Index*, bazujący na tak zwanych czerwonych listach lub czerwonych księgach gatunków (są to wykazy gatunków roślin i zwierząt o różnym stopniu zagrożenia wyginięciem). Podstawą dla RLI jest liczba gatunków (grzybów, roślin, bezkręgowców i kręgowców) znajdujących się na tego typu listach czy w księgach sporządzanych dla danego kraju czy regionu świata²⁰. Zwraca się uwagę nie tylko na liczbę zagrożonych gatunków, ale i liczbę gatunków w danej kategorii²¹. Uwzględ-

¹⁸ *Living Planet Report 2014*, s. 32-41, 148-154.

¹⁹ *2014 Environmental Performance Index. Full report and Analysis*, CELP, Yale University, CIESIN, Columbia University, New Haven – Palisades 2014, s. 13, 18-26; A. Hsu, L.A. Johnson, A. Lloyd, *Measuring progress: A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI)*, New Haven 2013, s. 43-45, 60-64.

²⁰ Pod uwagę bierze więc rozmiary populacji danego gatunku, trendy zmian liczebności (spadki), zasięg występowania.

²¹ W czerwonych księgach i listach stosowane są następujące kategorie: gatunek wymarły, wymarły w gatunkach naturalnych, krytycznie narażony na wyginięcie, silnie zagrożony,

nia się także zmiany kategorii. Indeks może dotyczyć skali globalnej, poszczególnych regionów świata lub państw. Może być też opracowywany w odniesieniu do poszczególnych gromad zwierząt (ryby, płazy, gady, ptaki, ssaki) czy roślin lub też dla poszczególnych ekosystemów (morskich, wód słodkich, leśnych, użytków zielonych). Na ogół do porównań jako lata bazowe przyjmuje się lata osiemdziesiąte XX wieku (najczęściej rok 1988)²².

Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju opracowała dla krajów należących do tej organizacji NCI – wskaźnik kapitału naturalnego, służący do określenia poziomu zachowania różnorodności biologicznej oraz trendów zachodzących zmian. Pod uwagę brane są dwa czynniki: jakość ekosystemu (*ecosystem quality* – zmieniana wskutek antropopresji, mierzona jako procent stanu bazowego oznaczającego naturalnie zachowany ekosystem) i wielkość ekosystemu (*ecosystem quantity* – utrata danego siedliska, mierzona udziałem procenta jego powierzchni w danym kraju czy regionie świata)²³. We wskaźniku jakości ekosystemów uwzględniono: przeciętną obfitość wybranych gatunków (rodzimych, typowych dla poszczególnych siedlisk), bogactwo gatunkowe oraz przeciętną strukturę ekosystemu, a więc elementy decydujące o stopniu zachowania naturalności danego ekosystemu. Przy obliczaniu NCI rozpatruje się 5 głównych typów siedlisk naturalnych: lasy, użytki zielone (tereny trawiaste: łąki, pastwiska, stepy) pustynie i półpustynie, tundrę i tereny podmokłe. NCI przyjmuje wartości od 0 do 100%. Za rok bazowy najczęściej przyjmuje się 1900²⁴.

Zestawienie głównych cech omówionych powyżej mierników syntetycznych dotyczących stanu środowiska przyrodniczego przedstawiono w tabeli 1.

Wszystkie wymienione mierniki służą nie tylko do monitorowania zmian stanu środowiska zachodzących w badanym okresie. Indeksy dotyczą stanu zachowania różnorodności biologicznej oraz tempa zachodzących zmian (utrata bioróżnorodności). Najczęściej bazują one na zmianach liczebności wybranych gatunków wskaźnikowych. W NCI uwzględniono nie tylko same gatunki, ale i stan naturalności poszczególnych siedlisk (ekosystemów), co również łączy się z zachowaniem różnorodności biologicznej. W wypadku EPI, bioróżnorodność też jest brana pod uwagę, ale jako jeden z elementów szerszej oceny całościowego stanu środowiska przyrodniczego. Z kolei ślad ekologiczny bada antropopresję, a ściślej: konsumpcję zasobów naturalnych przez człowieka w odniesieniu do pojemności biologicznej środowiska.

narażony, niższego ryzyka, niezagrożony.

²² IUCN Red List Index. Guidance for national and regional use, IUCN 2009, s. 3-9; S.H.M. Butchart, i in., *Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond*, "Philosophical Transaction of the Royal Society B" 2005 nr 360, s. 255-259.

²³ A ściślej: NCI to iloczyn obu tych elementów.

²⁴ B. ten Brink, *Biodiversity indicators for the OECD. Environmental outlook and strategy. A feasibility study*, RIVM Report 402001014, Bilthoven 2000, s. 6-16, 23-28; B. Czúcz, i in., *Using the natural capital index framework as a scalable aggregation methodology for regional biodiversity indicators*, "Journal for Nature Conservation" 2012 nr 20, s. 144-146.

Tabela 1
Wybrane autonomiczne mierniki zagregowane dotyczące środowiska

Miernik	Podmiot odpowiedzialny	Skala	Badany obszar
LPI (wskaźnik życia planety)	WWF	globalna lub regiony świata	utrata bioróżnorodności na podstawie zmiany liczebności kręgowców
NCI (wskaźnik kapitału naturalnego)	OECD	regiony świata lub poszczególne kraje	utrata bioróżnorodności na podstawie zmian zachodzących w ekosystemach (zmiany ich powierzchni i stopnia naturalności)
RLI (Red List Index)	IUCN	globalna, regiony świata lub poszczególne kraje	utrata bioróżnorodności na podstawie liczby zagrożonych gatunków (grzyby, rośliny, zwierzęta) i poziomu ich zagrożenia (kategorie)
EPI (Environmental Performance Index)	Uniwersytet Yale, Uniwersytet Columbia	poszczególne kraje	stan zachowania ekosystemów i ochrona zdrowia mierzona głównie żywotnością ekosystemów, wpływem człowieka na środowisko a także warunkami życia
EF (śląd ekologiczny)	WWF	globalna, regiony świata lub poszczególne kraje	poziom konsumpcji zasobów mierzony wielkością powierzchni potrzebnej do dostarczenia zasobów naturalnych niezbędnych do zaspokojenia bieżącej konsumpcji

Wybrane zestawy mierników odnoszące się do wymiaru środowiskowego

Do tej grupy można zaliczyć różne zestawienia wskaźników rozwoju zrównoważonego, w tym metody pomiaru zaproponowane przez Organizację Narodów Zjednoczonych (ONZ – United Nations), Eurostat, polski Główny Urząd Statystyczny (GUS) czy OECD. Zmiany poszczególnych parametrów są interpretowane oddzielnie.

ONZ opracowała zestaw wskaźników dotyczących zrównoważonego rozwoju na poziomie krajów²⁵. Zostały one podzielone na czternaście grup, z czego 6 odnosi się do wymiaru społecznego (ubóstwo, rządzenie, zdrowie, edukacja, demografia), 3 do wymiaru ekonomicznego (rozwój gospodarczy, globalne partnerstwo, wzorce konsumpcji i produkcji), a pozostałe 6 dotyczy wymiaru środowiskowego (zagrożenia naturalne, atmosfera, ląd, oceany, morza i wybrzeża, wody słodkie oraz bioróżnorodność). Mierniki ONZ związane z tym ostatnim wymiarem przedstawiono w tabeli 2²⁶.

²⁵ Z czego 50 wskaźników zostało uznanych za kluczowe.

²⁶ *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, United Nations, New York 2007, s. 9-10, 59-75.

Tabela 2

Wskaźniki zrównoważonego rozwoju ONZ odnoszące się do stanu środowiska

Grupa	Główne wskaźniki	Pozostałe wskaźniki
Zagrożenia naturalne	<ul style="list-style-type: none"> odsetek osób żyjących na terenach zagrożonych występowaniem niebezpiecznych zjawisk (susze, powodzie, cyklony, trzęsienia ziemi, wulkany itp.) 	<ul style="list-style-type: none"> straty w ludziach (jako % populacji) i straty gospodarcze (jako % PKB) powstałe wskutek katastrof naturalnych
Atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> antropogeniczna emisja CO₂ konsumpcja substancji niszczących warstwę ozonową stężenie substancji zanieczyszczających powietrze w miastach 	<ul style="list-style-type: none"> emisja gazów cieplarnianych (GHGs, CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs i SF₆)
Łąd	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnia terenów uprawnych (ogółem i do produkcji żywności) udział terenów zalesionych w powierzchni kraju ogółem (lesistość) 	<ul style="list-style-type: none"> zmiany w użytkowaniu ziemi udział obszarów zdegradowanych (wskutek naturalnych zjawisk lub działalności człowieka) udział terenów dotkniętych pustynnieniem efektywność wykorzystania nawozów wykorzystanie pestycydów w rolnictwie udział obszarów objętych rolnictwem organicznym odsetek drzewostanu dotknięty defoliacją powierzchnia lasów objęta zrównoważoną gospodarką leśną
Oceany, morza i wybrzeża	<ul style="list-style-type: none"> odsetek populacji żyjącej na wybrzeżu (do 100 km od linii brzegowej i do 50 m npm) udział zasobów ryb łowionych w granicach produktywności biologicznej udział morskich obszarów chronionych w powierzchni wód terytorialnej i strefy ekonomicznej kraju 	<ul style="list-style-type: none"> jakość wody w kąpieliskach (spełniająca standardy fizykochemiczne i mikrobiologiczne) morski indeks troficzny (<i>marine trophic index</i> – miara integralności ekosystemów) powierzchnia ekosystemów raf koralowych i % pokrycia żywymi organizmami
Wody słodkie (pitne)	<ul style="list-style-type: none"> % wód podziemnych i powierzchniowych wykorzystywanych gospodarczo i na cele bytowe w stosunku do zasobów wód ogółem intensywność wykorzystania wód przez podmioty gospodarcze obecność w wodach słodkich bakterii kałowych z grupy coli 	<ul style="list-style-type: none"> zapotrzebowanie na tlen biochemiczny w wodzie udział ścieków podlegających oczyszczaniu
Bioróżnorodność	<ul style="list-style-type: none"> udział lądowych obszarów chronionych (ogółem i w odniesieniu do poszczególnych regionów ekologicznych) zmiany statusu zagrożenia gatunków (zgodnie z kategoriami IUCN) 	<ul style="list-style-type: none"> efektywność zarządzania obszarami chronionymi powierzchnia wybranych, kluczowych ekosystemów fragmentacja kluczowych siedlisk (ekosystemów) obecność i liczebność wybranych gatunków uznanych za kluczowe występowanie gatunków obcych, inwazyjnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, United Nations, New York 2007, s. 12-13, 59-75.

Zgodnie z metodyką Eurostatu, ponad 100 mierników dotyczących rozwoju zrównoważonego została podzielonych na 10 głównych obszarów tematycznych: rozwój społeczno-gospodarczy, zrównoważona konsumpcja i produkcja, włączenie społeczne, zmiany demograficzne, zdrowie publiczne, zmiany klimatu i energia, zrównoważony transport, zasoby naturalne, globalne partnerstwo oraz dobre rządzenie. W każdym obszarze tematycznym został wyodrębniony wskaźnik kluczowy, wskaźniki celów operacyjnych oraz zmienne dotyczące działań / objaśniające. Stanu zachowania i ochrony środowiska przyrodniczego dotyczą głównie mierniki przypisane do obszaru: zasoby naturalne (tabela 3), ale również wskaźniki przypisane do innych kategorii na poziomie operacyjnym oraz zmienne dotyczące działań / objaśniające. Przykładowo są to²⁷:

- 1) w obszarze: zrównoważona produkcja – generowanie odpadów (w tym na poziomie zmiennych: wytwarzanie opadów niebezpiecznych, emisja SO_x, NO_x, NH₃ czy NMLZO²⁸), zużycie energii, zarejestrowane organizacje z wdrożonym systemem zarządzania środowiskowego EMAS;
- 2) w obszarze: zdrowie publiczne – wskaźnik produkcji substancji toksycznych (oraz na poziomie mierników prezentujących działania: populacja żyjąca w miastach narażona na zanieczyszczenia powietrza czy hałas);
- 3) w obszarze: zmiany klimatu i energia – emisja gazów cieplarnianych, udział energii odnawialnej w poziomie konsumpcji energii ogółem;
- 4) w obszarze: zrównoważony transport – emisja gazów cieplarnianych pochodząca ze środków transportu.

W wypadku obszaru tematycznego: zasoby naturalne, wybrano tylko jeden kluczowy miernik, mimo, iż nie odnosi się on do wszystkich celów operacyjnych. Jest to *Common Bird Index* (CBI) – wskaźnik monitorujący liczebność powszechnie występujących ptaków²⁹. Mierzone są zmiany w liczebności pospolitych ptaków leśnych (34 gatunki), pospolite gatunki typowe dla obszarów rolniczych (39 gatunków) i zmiany dotyczące 167 wszystkich pospolitych gatunków ptaków. Za bazy przyjęto w tym wskaźniku 1990 rok³⁰.

Dość podobny do metody Eurostatu system oceny rozwoju zrównoważonego stosuje GUS. W tym jednak wypadku mierniki zostały podzielone zgodnie z 4 wymiarami (ładami) rozwoju zrównoważonego: społecznym, gospodarczym, instytucjonalno-politycznym oraz środowiskowym. W odniesieniu do ładu środowiskowego GUS wymienia następujące obszary tematyczne i przypisane do nich mierniki³¹:

- 1) zmiany klimatu – 3 wskaźniki dotyczące emisji gazów cieplarnianych: w ekwiwalencie CO₂ w stosunku do roku 1988 (rok bazowy protokołu z Kioto), według głównych sektorów gospodarki (jako % całej emisji), oraz przypadającej na jednostkę zużytej energii w odniesieniu do roku 2000 (rok bazowy);

²⁷ www.ec.europa.eu [20-08-2015].

²⁸ NMLZO (NMVOC) to niemetanowe lotne związki organiczne, np. toluen, benzen, ksylen.

²⁹ Pomija się gatunki rzadkie.

³⁰ www.ec.europa.eu [20-08-2015].

³¹ *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, Katowice 2011, s. 112-160.

Tabela 3

Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Eurostatu w 8. obszarze tematycznym: zasoby naturalne

Wskaźnik kluczowy	Wskaźniki celów operacyjnych	Zmienne dotyczące działań / objaśniające
Common Bird Index	Bioróżnorodność:	
	<ul style="list-style-type: none"> dostateczna ilość obszarów objętych ochroną zgodnie z tzw. Dyrektywą Siedliskową UE [%] 	<ul style="list-style-type: none"> martwe drewno
	Zasoby wody słodkiej (pitnej):	
	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik zużycia wody słodkiej w ciągu roku [%] 	<ul style="list-style-type: none"> odsetek ludności miejskiej posiadającej dostęp do systemu kanalizacji z systemem oczyszczania ścieków minimum II stopnia* zapotrzebowanie biochemiczne na tlen w rzekach
	Ekosystemy morskie:	
--		<ul style="list-style-type: none"> flota połowowa, całkowita moc silników
Użytkowanie przestrzeni:		
	<ul style="list-style-type: none"> obszary zabudowane [% powierzchni kraju] pozyskanie (wyrąb) drewna i przyrost drzewostanu w lasach 	<ul style="list-style-type: none"> bilans składników pokarmowych brutto na terenach rolniczych

* II stopień oznacza oczyszczalnie biologiczne i z podwyższonym usuwaniem biogenów

Źródło: www.ec.europa.eu [20-08-2015].

- 2) energia – 4 wskaźniki: energia pochodząca z odnawialnych źródeł (OZE) w końcowym zużyciu energii brutto [%], biopaliwa zużywane w transporcie (jako % całkowitego zużycia paliw), samowystarczalność energetyczna (% krajowej produkcji nośników energii pierwotnej) oraz nakłady na środki trwałe w wypadku OZE (udział w nakładach ogółem na środki trwałe na rzecz środowiska);
- 3) ochrona powietrza – 4 wskaźniki: 2 dotyczą stopnia redukcji zanieczyszczeń gazowych (bez CO₂) i pyłowych w zakładach uznanych za szczególnie uciążliwe dla środowiska [%], a 2 kolejne dotyczą transportu: emisji zanieczyszczeń powietrza przez środki transportu oraz średniej emisji CO₂ na 1 km z nowych samochodów;
- 4) ekosystemy morskie – wskaźnik dotyczący wielkości floty rybackiej (określonej, jak w metodzie Eurostatu, łączną mocą silników floty rybackiej);
- 5) zasoby wód słodkich – 2 mierniki dotyczące zużycia wody pitnej przez przemysł (wodochłonność przemysłu) oraz na potrzeby gospodarki narodowej i ludności (na cele produkcyjne i socjalne) oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków (co najmniej II stopnia);
- 6) użytkowanie gruntów – 3 wskaźniki: udział powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w ogólnej powierzchni kraju, udział powierzchni zajętej przez

Tabela 4
Wskaźniki środowiskowe OECD

Obszar tematyczny	Wskaźniki:		
	presji	stanu	reakcji
Zmiany klimatu	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik emisji gazów cieplarnianych (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆) 	<ul style="list-style-type: none"> koncentracja w atmosferze gazów cieplarnianych przeciętne temperatura globalna 	<ul style="list-style-type: none"> efektywność energetyczna (energochłonność) instrumenty ekonomiczne i podatkowe
Warstwa ozonowa	<ul style="list-style-type: none"> wskaźnik konsumpcji substancji niszczących warstwę ozonową jawna konsumpcja freonów (CFC) i halonów 	<ul style="list-style-type: none"> koncentracja w atmosferze substancji niszczących warstwę ozonową promieniowanie UV-B przy ziemi poziom ozonu w stratosferze 	<ul style="list-style-type: none"> współczynnik regeneracji
Jakość powietrza	<ul style="list-style-type: none"> indeks substancji zakwaszających (emisja NO_x i SO_x) 	<ul style="list-style-type: none"> przekroczenie krytycznych ładunków kwasowości (pH) samochody wyposażone w katalizatory wydajność urządzeń do redukcji zanieczyszczeń ze źródeł stacjonarnych 	<ul style="list-style-type: none"> emisje zanieczyszczeń powietrza w miastach (natężenie ruchu ulicznego, własność pojazdów) ludność narażona na kontakt z substancjami zanieczyszczającymi powietrze instrumenty ekonomiczne, podatkowe i regulacyjne
Generowanie odpadów	<ul style="list-style-type: none"> wytwarzanie odpadów: miejskich, przemysłowych, niebezpiecznych i jądrowych przewóz odpadów niebezpiecznych 	<ul style="list-style-type: none"> wpływ na jakość wód, gleb i powietrza, wykorzystanie przestrzeni skażenie substancjami toksycznymi 	<ul style="list-style-type: none"> minimalizacja odpadów (recykling) instrumenty ekonomiczne i podatkowe, wydatki
	eutrofizacja		
	<ul style="list-style-type: none"> bilans składników pokarmowych w glebie (emisja N i P do wody i gleby) 	<ul style="list-style-type: none"> biochemiczne zapotrzebowanie na tlen i tlen rozpuszczony w wodach śródlądowych 	<ul style="list-style-type: none"> ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków II i III stopnia (użytkownicy korzystający z oczyszczalni ścieków, udział w rynku detergentów bez fosforanów)
Jakość wód słodkich (pitnych)	skażenie substancjami toksycznymi		
	<ul style="list-style-type: none"> emisja metali ciężkich emisja związków organicznych konsumpcja pestycydów 	<ul style="list-style-type: none"> koncentracja metali ciężkich i związków organicznych w środowisku 	---
	zakwaszenie		
	---	<ul style="list-style-type: none"> przekroczenie krytycznego poziomu pH w wodzie 	---

Obszar tematyczny	Wskaźniki:		
	presji	stanu	reakcji
Zasoby wód słodkich	<ul style="list-style-type: none"> intensywność wykorzystania zasobów wody pitnej (pozyskanie w stosunku do dostępnych zasobów) 	<ul style="list-style-type: none"> częstotliwość czas trwania rozmiar niedoborów wody 	<ul style="list-style-type: none"> cena wody i opłaty za oczyszczanie ścieków
Zasoby leśne	<ul style="list-style-type: none"> intensywność pozyskania zasobów leśnych (wyręb w stosunku do zdolności produkcyjnych lasów) 	<ul style="list-style-type: none"> powierzchnia i rozmiar lasów według biomów (typy lasów według dominujących gatunków drzew) udział lasów zdegradowanych w powierzchni lasów ogółem 	<ul style="list-style-type: none"> zarządzanie lasami i ich ochrona (procent obszarów chronionych w lasach, procent zregenerowanych lub ponownie zalesionych obszarów leśnych)
Zasoby ryb	<ul style="list-style-type: none"> połowry ryb 	<ul style="list-style-type: none"> rozmiary stad ryb dojrziałych, zdolnych do rozrodu (obszary przełowione) 	<ul style="list-style-type: none"> kwoty połowowe (zasoby rybne których pozyskanie jest regulowane kwotami, wydatki na monitoring ryb)
zmiany klimatu			
Energia	---	---	<ul style="list-style-type: none"> efektywność energetyczna: <ul style="list-style-type: none"> – energochłonność – instrumenty ekonomiczne i podatkowe (ceny energii, podatki, wydatki)
wskaźniki ogólne i społeczno-gospodarcze: struktura podaży energii			
Bioróżnorodność	<ul style="list-style-type: none"> zmiany siedlisk i sposobu użytkowania terenu w odniesieniu do stanu naturalnego 	<ul style="list-style-type: none"> udział gatunków zagrożonych lub ginących powierzchnia ekosystemów uznanych za kluczowe 	<ul style="list-style-type: none"> udział obszarów chronionych jako procent ogólnej powierzchni kraju i zgodnie z typem ekosystemów (oraz gatunki chronione)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *OECD key environmental indicators*, OECD 2008, s. 8, 12-31.

- grunty zdewastowane i zdegradowane, lesistość kraju [% udziału powierzchni lasów w całkowitej powierzchni kraju];
- 7) bioróżnorodność – mierzona 2 wskaźnikami: powierzchnią obszarów chronionych (odsetek całkowitej powierzchni kraju) oraz uszkodzeniami drzewostanów (udział drzew dotkniętych minimum 25% defoliacją);
 - 8) gospodarka odpadami – 2 mierniki dotyczące wytwarzania odpadów: odpady nieminerálne [kg] i komunalne [kg] przypadające na mieszkańca i 2 dotyczące ich utylizacji: odpady komunalne składowane [kg na mieszkańca] oraz recykling odpadów opakowaniowych [%].

W zestawie kluczowych wskaźników środowiskowych zaproponowanych przez OECD można wyodrębnić na dwie grupy mierników: tych odnoszących się

zanieczyszczenia środowiska (*pollution issues*) oraz do zasobów naturalnych i aktywów środowiska (*natural resources & assets*). W tej pierwszej grupie znalazły się³² mierniki dotyczące zmian klimatycznych (emisja CO₂ i gazów cieplarnianych), warstwy ozonowej (konsumpcja substancji niszczących ozon), jakości powietrza (emisja NO_x i SO_x), generowania odpadów (komunalnych) oraz jakości wód słodkich (odsetek ścieków podlegających oczyszczeniu). Do zasobów i aktywów przyrodniczych odnoszą się takie mierniki, jak: intensywność wykorzystania (pozyskiwania) zasobów wód, lasów, ryb czy wykorzystania energii oraz, w wypadku bioróżnorodności: zagrożone gatunki. Poza tymi bazowymi, uwzględniane są także inne, uzupełniające, przedstawiane w układzie presja – stan – reakcja (tabela 4)³³.

Podsumowując prezentację wybranych zestawów mierników odnoszących się do wymiaru środowiskowego rozwoju zrównoważonego można stwierdzić, iż większość z nich uwzględnia te same elementy, chociaż w różny sposób i w różnym zakresie. Są to: zanieczyszczenia powietrza (i zmiany klimatu), wód (ze szczególnym uwzględnieniem stanu wód pitnych), gleb, gospodarka odpadami, zasoby wód morskich (ryb), zagospodarowanie przestrzenne, gospodarka leśna oraz zachowanie bioróżnorodności (ochrona przyrody). Do elementów różnicujących przedstawione systemy mierników można zaliczyć mierniki, które występują tylko w wybranych metodach dotyczące: hałasu, warstwy ozonowej, stosowania pestycydów czy nawozów w rolnictwie oraz wykorzystywania odnawialnych źródeł energii.

Podsumowanie

W artykule dokonano przeglądu wybranych mierników agregatowych czy też zestawów wskaźników odnoszących się do wymiaru ekologicznego rozwoju zrównoważonego. Warto zwrócić na pewne podobieństwa między nimi:

- w wypadku agregatowych mierników dotyczących stanu zachowania bioróżnorodności (LPI, RLI, NCI) zachodzące zmiany są mierzone na podstawie zmian liczebności i występowania poszczególnych, wybranych gatunków wskaźnikowych: zwierząt (najczęściej) lub roślin i zwierząt; znacznie rzadziej uwzględniana jest powierzchnia obszarów chronionych lub wybranych siedlisk (ekosystemów); pozostałe 2 mierniki (EPI i EF) służą także do oceny antropopresji;
- metody pomiaru bazujące na zestawach różnych mierników zazwyczaj uwzględniają również presję człowieka na środowisko i spowodowane nią zanieczyszczenie i degradację poszczególnych elementów (woda, gleba, powietrze), wytwarzanie odpadów, stan zachowania poszczególnych typów ekosystemów (głównie lasów i łowisk ryb) oraz zachowanie bioróżnorodno-

³² OECD wyróżnia mierniki bieżące, dla których dane są dostępne dla większości państw i mierniki średniookresowe. W tym zestawieniu uwzględniono tylko te pierwsze.

³³ *OECD key environmental indicators*, OECD 2008, s. 8, 12-31.

ści; głównym miernikiem stosowanym w odniesieniu do tej ostatniej jest powierzchnia obszarów chronionych;

- w wypadku zestawów mierników, część mierników się powtarza niezależnie od metody; przykładowo, są to: emisja CO₂ i innych gazów cieplarnianych, lesistość, połowy ryb morskich czy obszary chronione.

W stosowanych metodach pomiaru wymiaru środowiskowego rozwoju zrównoważonego są też istotne różnice. Są to między innymi:

- syntetyczne mierniki mogą odnosić się do poziomu poszczególnych krajów, regionów świata czy też skali całej Ziemi, natomiast zestawy mierników służą raczej do określania stanu środowiska w poszczególnych krajach, i do porównań w poszczególnych regionach świata;
- autorzy poszczególnych metod mają różne podejście do konstrukcji poszczególnych mierników i metod prezentacji wyników; przykładowo EPI pokazuje poziom zbieżności z celem, a EF jest mierzony w globalnych hektarach;
- różna waga przykładana do poszczególnych ocenianych kategorii w wypadku zestawów mierników, co wiąże się z ilością stosowanych mierników w danym obszarze tematycznym, jak i ich szczegółowością;
- różne lata odniesienia stanowiące rok bazowy dla prowadzonych obserwacji (zarówno w wypadku mierników syntetycznych jak i zestawów wskaźników).

Konstatując można przyjąć, iż każda z powyżej przedstawionych metod ma swoje wady i zalety. Obserwacja zmian liczebności gatunków wskaźnikowych (o ile zostały one właściwie dobrane) umożliwia określenie stanu zachowania poszczególnych ekosystemów i, tym samym, różnorodności biologicznej. W metodach służących zarówno do oceny bioróżnorodności jak i stanu zanieczyszczenia środowiska (wskaźniki syntetyczne lub zestawy mierników) pod uwagę brane są wszystkie elementy kluczowe środowiska, a szczególnie jakość podstawowych elementów: wód, gleb i powietrza oraz kluczowych siedlisk (las, tereny rolnicze, łowiska ryb). W wypadku tych metod bioróżnorodność (jako składowa) częściej jest mierzona powierzchnią obszarów chronionych niż występowaniem gatunków wskaźnikowych.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż często jeden podmiot stosuje różne metody oceny, których stosowanie daje uzupełniające się wyniki. Tak jest w wypadku WWF (śląd ekologiczny i wskaźnik życia planety) oraz OECD (wskaźnik kapitału naturalnego oraz system wskaźników środowiskowych).

Niezależnie od stosowanej metody pomiaru środowiska przyrodniczego, trzeba pamiętać, iż równie istotna jak kompleksowość prowadzonych badań jest ich ciągłość, umożliwiająca monitorowanie zachodzących zmian i podejmowanie działań zapobiegających tym niekorzystnym.

Literatura

- 2014 *Environmental Performance Index. Full report and Analysis*, CELP, New Haven – Palisades, 2014
- Ayala-Carcedo F.J., González-Barros M.R., *Economic underdevelopment and sustainable development in the world: conditioning factors, problems and opportunities*, "Environment, Development and Sustainability" 2005 nr 7
- Bohdanowicz J., *Ku cywilizacji ekorozwoju*, Gdańsk 1998
- Borys T., Fiedor B., *Ekorozwój jako zbiór cech*, w: T. Borys (red), *Wskaźniki ekorozwoju*, Białystok 1999
- Brink B., *Biodiversity indicators for the OECD. Environmetnal outlook and strategy. A feasibility study*, RIVM Report 402001014, Bilthoven, 2000
- Butchart S.H.M., i in., *Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond*, "Philosophical Transaction of the Royal Society B" 2005 nr 360
- Collen B., i in., *Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index*, "Conservation Biology" 2009 nr 23
- Czúcz B., i in., *Using the natural capital index framework as a scalable aggregation methodology for regional biodiversity indicators*, "Journal for Nature Conservation" 2012 nr 20
- Ekins P., *Environmental sustainability: from environmental valuation to the sustainability gap*, "Progress in Physical Geography" 2011 nr 35
- Elliott J.A., *An introduction to sustainable development*, Routledge, London, New York 2013.
- Fiedor B., *Ogólny przegląd doświadczeń i koncepcji*, w: T. Borys (red.), *Wskaźniki ekorozwoju*, Białystok 1999
- Giddings B., Hopewood B., O'Brien G., *Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development*, "Sustainable Development" 2002
- Hsu A., Johnson L.A., Lloyd A., *Measuring progress: A practical guide from the developers of the Environmental Performance Index (EPI)*, New Haven 2013
- Imran S., Alam K., Beaumont N., *Reinterpreting the definition of sustainable development for a more ecocentric reorientation*, "Sustainable Development" 2014 nr 22
- Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, New York 2007
- IUCN Red List Index. Guidance for national and regional use*, IUCN 2009
- Kruk H., *Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności*, „Ekonomia i Środowisko” 2014 nr 2 (49)
- Kruk H., *Przyrodnicza konkurencyjność regionów*, Toruń 2010
- Living Planet Report 2014*, WWF 2014
- Loh J., i in., *The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity*, "Philosophical Transaction of the Royal Society B" 2005 nr 360
- Mauerhofer V., *3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development*, "Ecological Economics" 2008 nr 64
- Moles R., Foley W., Morrissey J., O'Regan B., *Practical appraisal of sustainable development – Methodologies for sustainability measurement at settlement level*, "Environmental Impact Assessment Review" 2008 nr 28
- OECD key environmental indicators*, OECD 2008
- Pawłowski A., Pawłowski L., *Zrównoważony rozwój we współczesnej cywilizacji. Część 1: Środowisko a zrównoważony rozwój*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2008 nr 3, t. 1
- Report of the World Commission on Environment and Development "Our Common Future"*, United Nations 1987
- Russell D.L., *Uwagi tetryka o zrównoważoności – A curmudgeon's thoughts on sustainability*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2010 nr 5 t. 1
- Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, Główny Urząd Statystyczny, Katowice 2011
- www.ec.europa.eu