EKONOMIA i ŚRODOWISKO

Czasopismo Polskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych

numer 2 (49) • 2014

Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko

copyright © by: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
Białystok 2014

ISSN 0867-8898
ISSN 2300-6420 (online)

Wydanie czasopisma dofinansowane przez
Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawca: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
15-092 Białystok, ul. Sienkiewicza 22
tel. +48-85 744 60 96, fax: +48-85 746 04 97
www.fe.org.pl; e-mail: fundacja@fe.org.pl

Redaktor: Janina Demianowicz
Tłumacz języka angielskiego: Łukasz Ławrysz
Korektor: zespół
Współpraca: Adrian Janowicz

Projekt i skład: Agencja Wydawnicza EkoPress
Andrzej Poskrobko / tel. 601 311 838

Druk i oprawa: Zakład Poligraficzny ARES s.c.
Roman Józefowicz / tel. 506 177 893

EKONOMIA I ŚRODOWISKO

Czasopismo Polskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych

ECONOMICS AND ENVIRONMENT

Journal of the Polish Association of Environmental and Resource Economists

RADA PROGRAMOWA

prof. Zbigniew Bochniarz (USA) • prof. Tadeusz Borys • prof. Adam Budnikowski
prof. Józefa Famielec • prof. Bogusław Fiedor • prof. Wojciech J. Florkowski (USA)
prof. Kazimierz Górka • prof. Włodzimierz Kaczyński (USA) • prof. Teresa Łaguna
prof. Rafał Miłaszewski • prof. Anatolij I. Popow (Rosja) • prof. Bazyli Poskrobko
prof. Leszek Preisner • prof. Tomasz Żylicz

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Redaktor naczelny – dr inż. Elżbieta Broniewicz
Redaktorzy działowi – dr hab. Stanisław Czaja
dr hab. Eugeniusz Kośmicki, dr hab. Barbara Kryk
dr hab. Dariusz Kiełczewski, dr hab. Małgorzata Burchard-Dziubińska
Redaktor statystyczny – dr Elżbieta Gołąbeska
Sekretarz redakcji – dr Bogumiła Powichrowska

SPIS TREŚCI

PROBLEMY TEORETYCZNE I METODYCZNE

Bazyli Poskrobko, Kształtowanie odporności jednostek organizacyjnych na zagrożenia globalne 10

Konrad Prandecki, Racjonalność planetarna jako narzędzie realizacji zrównoważonego rozwoju 29

Hanna Kruk, Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności 44

Anna Dubel, Analiza cech ryzyka powodzi w aspekcie projektowania instrumentów jego transferu 63

POLITYKA EKOLOGICZNA I ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKIEM

Elwira Skibicka-Sokołowska, Realizacja priorytetów Strategii „Europa 2020" poprzez działania Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w obecnej i przyszłej perspektywie programowej 78

Urszula Motowidlak, Rola transportu drogowego w kreowaniu zrównoważonej gospodarki w Polsce 100

Tadeusz Pindór, Mariusz Trela, Perspektywy zrównoważonego rozwoju transportu drogowego w Polsce do 2030 roku 117

Kazimierz Pieńkowski, Jan Skibicki, Cezary Pieńkowski, Produkcja zdrowej i leczniczej żywności oraz pozyskiwanie odnawialnych źródeł energii jako kierunek zrównoważonego rozwoju północno-wschodniej Polski 130

Bożena Ciupek, Obowiązki fiskalne przedsiębiorców względem środowiska i ich wpływ na strategię finansową przedsiębiorstwa. Wybrane problemy 145

STUDIA I MATERIAŁY

Ewa Roszkowska, Elżbieta Izabela Misiewicz, Renata Karwowska, Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku 168

Elżbieta Antczak, Analiza zanieczyszczenia powietrza w Polsce z wykorzystaniem przestrzennej dynamicznej metody przesunięć udziałów 190

Jan Cetner, Kazimierz Dyguś, Marta Ogonowska, Jerzy Wojtatowicz, Metoda ogólnej oceny stanu środowiska obszarów wiejskich na podstawie informacji z z Banku Danych Regionalnych GUS i oszacowań programu EMEP 210

Anetta Zielińska, Tomasz Poskrobko, Analiza zestawu wskaźników rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych województw podlaskiego i dolnośląskiego na podstawie Banku Danych Lokalnych 221

Iwona Bąk, Wojciech Zbaraszewski, Dariusz Pieńkowski, Wykorzystanie analizy korespondencji w badaniach transgranicznego ruchu turystycznego w Wolińskim Parku Narodowym 236

PROBLEMATYKA OGÓLNOEKOLOGICZNA I SPOŁECZNA

Khaliunaa Erdenekhuu, Przyrodnicze uwarunkowania rozwoju Mongolii 254

Anna Matwiejuk, Monitoring środowiska z wykorzystaniem porostów 271

Elżbieta Bonda-Ostaszewska, Pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń w ocenie skażenia środowiska, narażenia organizmów oraz prognozowaniu ekologicznych efektów zanieczyszczeń 288

Lidia Kłos, Świadomość ekologiczna Polaków jako podstawa „zielonej" gospodarki 298

RECENZJE, OMÓWIENIA, PRZEGLĄDY

Eugeniusz Koźmicki, Recenzja „Rocznika Ekologii" 2014: Odwaga do tworzenia nowej wizji społeczeństwa i gospodarki. Mosty na rzecz przyszłości 320

Dorota Wyszkowska, Sprawozdanie z I Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Ekonomia i polityka zrównoważonego rozwoju. Teoria i ujęcie statystyczne" 326

Informacje dla autorów 333

CONTENTS

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS

Bazyli Poskrobko, Shaping the immunity of organizational units to global threats 10

Konrad Prandecki, Planetary rationality as a tool for sustainable development implementation 29

Hanna Kruk, Review of chosen biodiversity assessment methods 44

Anna Dubel, Analysis of flood risk features in terms of risk transfer instruments design 63

ECOLOGICAL POLICY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Elwira Skibicka-Sokołowska, Implementation of the prioroty Strategy ‚Europa 2020' with Operational Program Infrastructure and Environment Projects in present and future program perspective 78

Urszula Motowidlak, Part of road transport in the process of building of a sustainable economy in Poland 100

Tadeusz Pindór, Mariusz Trela, Perspective on the development of sustainable road transportation in Poland until 2030 117

Kazimierz Pieńkowski, Jan Skibicki, Cezary Pieńkowski, Healthy and medicinal food production and use of renewable energy resources as a direction of sustainable development of north-eastern Poland 130

Bożena Ciupek, Fiscal responsibilities of companies towards environment and its impact on financial strategy of the company. Selected problems 145

STUDIES AND MATERIALS

Ewa Roszkowska, Elżbieta Izabela Misiewicz, Renata Karwowska, The analisis of level of sustainable development in Polish regions in year 2010 168

Elżbieta Antczak, Analysis of air pollution in Poland using the Spatial Dynamic Shift-Share Method 190

Jan Cetner, Kazimierz Dyguś, Marta Ogonowska, Jerzy Wojtatowicz, Method of general assessment of the rural environment using data of Regional Statistic Offices and EMP estimation 210

Anetta Zielińska, Tomasz Poskrobko, Analysis of indicators of sustainable development for landscape parks of Podlaskie and Lower Silesia Voivodships on the basis of Local Bank Data 221

Iwona Bąk, Wojciech Zbaraszewski, Dariusz Pieńkowski, Using the correspondence analisys in the research on transboundary tourist traffic in Wolin National Park 236

GENERAL ECOLOGICAL AND SOCIAL PROBLEMS

Khaliunaa Erdenekhuu, Natural conditions of development of Mongolia 254

Anna Matwiejuk, Monitoring of environment with use of lichens 271

Elżbieta Bonda-Ostaszewska, Measurement of pollutants bioconcentration in point of the environmental assessment of contamination, exposure of organisms and forecasting the ecological effects of pollution 288

Lidia Kłos, Environmental awareness of Polish citizens as the base for the „green" economy 298

DISCUSSION AND REVIEWS

Eugeniusz Koźmicki, Review of "Ecology Yearbook" 2014: Courage to creating new vision of society and economy. Bridges for the future 320

Dorota Wyszkowska, Report from the I International Scientific Conference on Economy and politics of suistainable development. Theory and statistic 326

Information for the authors 334

PROBLEMY TEORETYCZNE I METODYCZNE

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROBLEMS

Bazyli Poskrobko

KSZTAŁTOWANIE ODPORNOŚCI JEDNOSTEK ORGANIZACYJNYCH NA ZAGROŻENIA GLOBALNE

Bazyli Poskrobko, prof. dr hab. – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomii i Zarzadzania
ul. Warszawska 63, 15-062 Białystok
e-mail: bposkrobko@wp.pl

SHAPING THE IMMUNITY OF ORGANIZATIONAL UNITS TO GLOBAL THREATS

SUMMARY: In the modern history global threats have never been visible to such degree and extent as it is at present. For several years for the needs of the World Economic Forum in Davos there have been analyzed fifty threats. The number of these threats is not becoming smaller, yet the degree to which some of them have influence does change. Global threats are becoming a great challenge for management sciences. There emerged an urgent demand for designing methods, processes and instruments of management. The paper presents those examples of threats that are present in each element of the macrosystem: economy-society-environment-information-institutions as well as the conditionings and the manner of shaping the resistance of organizational units to these threats. The paper discusses the manner of understanding as well as the way of shaping its capacity. As the key instrument there was shown the National strategy of increasing the resistance to global threats. The strategy ought to constitute the collection of several strategies and detailed programs, e.g. it needs to comprise the Strategy of shaping the resistance to climate changes, long-term plan of national spatial management or the Program of counteracting social exclusion and poverty.

KEY WORDS: global threats, immunity to global threats, characteristics of immunity, instruments of shaping immunity, National strategy of increasing immunity to global threats

Uwagi wstępne

Koncepcja odporności *(resilence)* przez nauki o zarządzaniu została zaadoptowana z psychologii. W ogólnym ujęciu dotyczy fenomenu, jakim jest dobre funkcjonowanie niektórych jednostek mimo niekorzystnych warunków otoczenia i występowania nadzwyczajnych zdarzeń. *Resilence* w dosłownym tłumaczeniu oznacza 'elastyczność, prężność, odporność, zdolność do regeneracji'. W naukach o zarządzaniu pojęcie odporność zostało odniesione do określenia działań zarządczych w sytuacjach nieprzewidywalnych zagrożeń przy niewielkiej wiedzy dotyczącej ich skutków i ograniczonych środków przeciwdziałania. Kształtowanie odporności, w odróżnieniu od bieżących działań zarządczych, odnosi się do przedsięwzięć długoterminowych, które mają na celu przygotowanie się państwa, jednostki terytorialnej lub gospodarczej na sytuacje, które nie są pewne i mogą nastąpić za kilkanaście lub kilkadziesiąt lat.

Organizatorzy Światowego Forum Ekonomicznego w Davos od kilku lat realizują coroczne badanie 1000 ekspertów reprezentujących przemysł, rząd, naukowców oraz społeczeństwo. Celem badania jest wskazanie pięćdziesięciu zagrożeń globalnych, które najprawdopodobniej wystąpią w ciągu najbliższych dziesięciu lat. W raporcie *Globalne zagrożenia 2013* podzielono je na pięć grup według elementów (systemów składowych) makrosystemu gospodarka–środowisko–społeczeństwo–informacja–instytucje[1].

Przykładowe zagrożenia, które, zdaniem badanych, występują w latach 2014-2023:

- w systemie gospodarka – załamanie się systemu finansowego, znaczące rozbieżności w dochodach, długotrwała nierównowaga na rynku pracy;
- w systemie środowisko – niepowodzenie w przystosowaniu się do zamian klimatu, dalsza emisja zanieczyszczeń niepoddających się asymilacji w środowisku, uporczywe skrajne warunki pogodowe;
- w systemie społeczeństwo – brak dostępu do słodkiej wody, podatność na pandemie, narastający fanatyzm religijny, terroryzm;
- w systemie informacji – cyberataki, masowe kradzieże danych, ogromna dezinformacja cyfrowa;
- w systemie instytucje – brak odpowiedzialnych za sterowanie odpornością na globalne zagrożenia, krótkoterminowa polityka rządów.

W raporcie zwraca się uwagę na fakt, że zainteresowanie rządzących wciąż jest skoncentrowane w głównej mierze na problemach gospodarczych, chociaż ciągle wzrasta presja na środowisko przyrodnicze Ziemi i pojawiają się niebezpieczne tendencje w pozostałych elementach makrosystemu. Może to spowodować „wieloaspektowy globalny kryzys o trudnych do przezwyciężenia

[1] *Global Risks 2013.* Eighth Edition, World Economic Forum, Geneva 2013.

konsekwencjach"[2]. W takiej sytuacji narasta potrzeba podjęcia działań mających na celu podniesienie odporności makrosystemu na globalne zagrożenia.

W opracowaniu podjęto próbę weryfikacji trzech tez:

1. Wzrasta zagrożenie pojawienia się niepokojów społecznych z powodu postępującego rozwarstwienia i wykluczenia ekonomicznego.
2. Wzrasta groźba katastrofy globalnego systemu przyrodniczego, która może spowodować tak istotne zmiany parametrów biosfery, że będzie to skutkowało załamaniem się gospodarki i redukcją ludzkiej populacji.
3. Ludzkość już tworzy podstawy nowej cywilizacji, która zmniejszy antropogeniczne obciążenie biosfery i stopniowo będzie eliminować zagrożenia gospodarcze (głównie techniczno-technologiczne i finansowe), społeczne i informatyczne.

Celem opracowania jest ukazanie globalnych zagrożeń w sposób bezpośredni i pośredni oddziałujących na habitat człowieka oraz wstępne przedstawienie problemu kształtowania odporności na zagrożenia.

Zakres opracowania obejmuje podstawowe charakterystyki globalnych zagrożeń zidentyfikowanych w każdym z elementów (systemów składowych) makrosystemu „społeczeństwo-gospodarka-środowisko-informacja-instytucje", rozumienie odporności obiektów i systemów technicznych oraz systemów samoadoptujących się, elementy charakteryzujące odporność, a także narzędzia sterowania kształtowaniem odporności na globalne zagrożenia.

Globalne zagrożenia środowiska przyrodniczego

W literaturze wskazuje się na wiele zagrożeń ludzkości, które mogą być powodowane czynnikami zewnętrznymi pochodzącymi z kosmosu, katastrofami przyrodniczymi, niezależnymi od działalności człowieka (przykładowo trzęsienie ziemi) lub wywołane tą działalnością w sposób bezpośredni lub pośredni (rysunek 1).

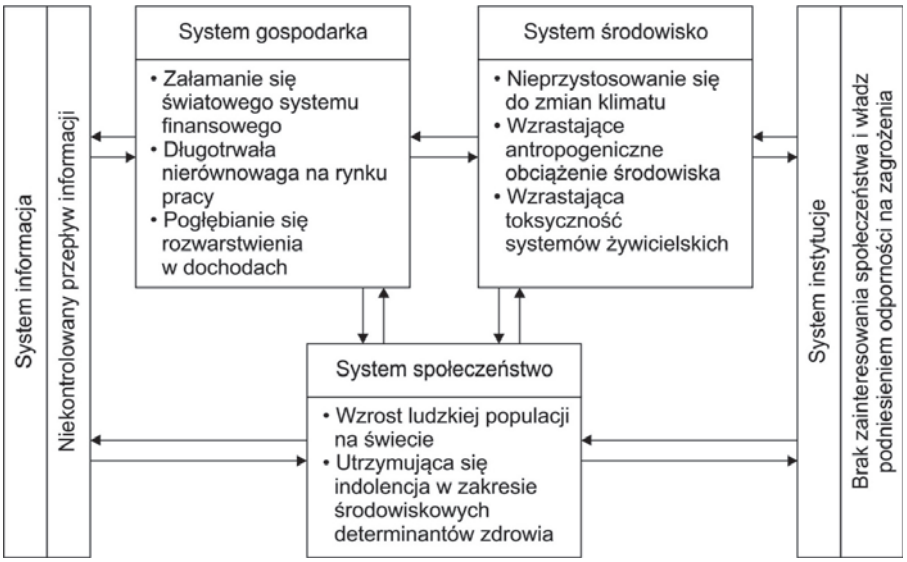
Z powodu ograniczonej objętości artykułu zasygnalizowano tylko pięć zagrożeń, które obecnie postrzegane są jako wysoce prawdopodobne.

Załamanie się światowego systemu finansowego

Globalizacja informatyzacji umożliwiła wirtualizacje gospodarki finansowej świata. Jest to jedno z największych zagrożeń współczesnego świata, ponieważ wywołuje konflikt między gospodarką realną, jako głównym miejscem pracy i tworzenia wartości dodanej a wirtualną gospodarką finansową, jako miejscem spekulacji na rynkach finansowych. „Przez ostatnie dwadzieścia lat – stwierdzono w *Raporcie Polska 2050* – systematycznie rósł rozmiar średniego zadłużenia świata, dzisiaj przekraczający ponaddwukrotnie roczny produkt globalny brutto. (…)

[2] Ibidem, s.11.

Rysunek 1
Przykładowe zagrożenia globalne w układzie makrosystemu gospodarka-środowisko-społeczeństwo-informacja-instytucje



Źródło: opracowanie własne.

Zyski z operacji finansowych, w dużej części spekulacyjnych, wielokrotnie przekraczają akumulację kapitału, inwestycje w gospodarkę realną. (...) Jeśli nie rozwiąże się tego konfliktu, to nieuchronne będzie powtarzanie się załamań gospodarczych, jak w latach 2008-2011, co może powodować głębokie kryzysy społeczne”[3].

W Raporcie *Global Risks 2013* stwierdza się, że światowa sytuacja gospodarcza jest niepewna. Międzynarodowy Fundusz Walutowy przewidywał, że w latach 2012-2017 w krajach wysoko rozwiniętych wzrost gospodarczy będzie na poziomie około 1,3%, maksymalnie do 2,6%[4]. Dwa minione lata (2012-2013) potwierdzają to przypuszczenie. Rządy tych państw nie podejmują radykalnych działań na rzecz zmniejszenia wydatków budżetowych. W efekcie wzrasta zadłużenie lub emisja pieniędzy bez pokrycia, szczególnie w Stanach Zjednoczonych. Szacuje się, że w 2013 roku suma cen towarów znajdujących się na globalnym rynku stanowiła około 45-50% wartości sumy walut wymienialnych. Oznacza to, że drukowanie pieniędzy nie według możliwości gospodarki, ale potrzeb państwa, nie powoduje natychmiastowej reakcji negatywnej, szczególnie w państwach, których waluta ma globalny charakter. Jednak zgodnie z teorią klasycznej

[3] *Raport Polska 2050*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 2011, s. 26-27.
[4] *Global Risks 2013*, op. cit, s. 17.

ekonomii, taka nierównowaga wcześniej lub później musi doprowadzić do nowej odsłony światowego kryzysu finansowego i gospodarczego. Można oczekiwać, że nastąpi urealnienie pieniądza w skali światowej, tak jak miało to miejsce w skali poszczególnych państw, na przykład w Rosji czy Argentynie w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Jak zwykle, najwięcej stracą zwykli ludzie.

W Europejskim Obszarze Gospodarczym zagrożeniem jest niestabilność Strefy Euro. Są poglądy, że Grecja, Włochy, Hiszpania i Portugalia nie mają szans wejścia na szybką ścieżkę wzrostu. Sposób stabilizacji finansowej i gospodarczej w tych państwach wywołuje protesty społeczne. To może prowadzić do wyboru rządów odrzucających euro jako wspólną walutę lub nawet rezygnacje z członkostwa w Unii Europejskiej, potencjalnie destabilizując światowy system finansowy.

Światowy kryzys finansowy i gospodarczy jest groźny sam w sobie, ale także groźne mogą być jego skutki dla mocno obciążonej biosfery. Zawsze podczas kryzysu zmniejszają się wydatki na cele społeczne i ochronę środowiska. Zmniejszyć jest bardzo łatwo, zwiększyć zaś znacznie trudniej. Zmniejszenie wydatków na ochronę środowiska zwiększy antropogeniczne obciążenie biosfery, a to prowadzi do zmiany jej stanu, zaprzestania pełnienia wielu funkcji, które są ważne dla bytu i rozwoju gatunku *homo sapiens*, a których często nawet się nie dostrzega lub nie uświadamia.

Dysproporcja dochodów najbogatszych i najbiedniejszych, bezrobocie i ubóstwo młodzieży

W 2012 roku najzamożniejsi bogacili się szybciej niż następował wzrost światowej gospodarki, nawet szybciej niż przed kryzysem. W 2012 roku majątek najbogatszych na świecie wzrósł o 7,8% do poziomu 135,5 bln dolarów. Jest to wielkość ośmiokrotnie wyższa od PKB USA i 270 razy większa od PKB Polski. Gdyby te pieniądze zainwestować w sferze realnej, zostałoby rozwiązane najważniejsze problemy współczesnego świata.

Rozwój wirtualnej gospodarki finansowej świata umożliwiała działalność rządów i instytucji, które w ostatnich latach intensywnie się zadłużały. Dotyczy to głównie Stanów Zjednoczonych, Japonii, Wielkiej Brytanii i Europejskiego Banku Centralnego. Warto wspomnieć, że w 2011 roku w takich krajach, jak: Belgia, Islandia, Stany Zjednoczone, Irlandia, Portugalia, Włochy, Japonia i Grecja zadłużenie przekraczało roczną wielkość PKB, a więc nie jest możliwe jego szybkie spłacenie[5]. Badania Boston Consulting Group przeprowadzone w krajach OECD dowodzą, że następuje rozwarstwienie między średnimi dochodami 10% najbiedniejszych i 10% najbogatszych mieszkańców tych państw. Średnio w krajach OECD w 2010 roku rozwarstwienie to wynosiło 9,8 razy, ale w Meksyku i Chile ponad 25 razy, w Stanach Zjednoczonych, Turcji i Izraelu średnio 15 razy; nawet w stosunkowo biednej Polsce 7,7 razy. W 1970 roku średnia zarobków szefa w największych amerykańskich korporacjach była 28 razy wyższa niż średnia

[5] Ibidem, s.17.

zarobków wszystkich pracowników – od stróża do dyrektora zakładu. W 2012 roku była wyższa już 380 razy! Czy rzeczywiście wkład pracy dyrektora (prezesa zarządu) jest taki, jak 380 pracowników? Niepokojącym zjawiskiem jest fakt, że w krajach o największym rozwarstwieniu, w tym także w Stanach Zjednoczonych, poziom dochodów liczony wartością nabywczą dolara w latach 2001-2010 nie zmienił się w grupie średnio i najniżej zarabiających. Cały dziesięcioletni przyrost bogactwa skoncentrował się w grupie najwyżej zarabiających[6].

W posiadaniu jednego procenta najbogatszych rodzin w 2012 roku znajdowało się 40% światowego majątku, podczas gdy na 80% populacji przypadało tylko 7%. Połowę wszystkich akcji i obligacji posiadało 1% społeczeństwa, tych najbogatszych, a biedniejsza połowa społeczeństwa posiadała ich tylko 0,5%. Te dysproporcje majątku w okresie od 1980 do 2012 roku wzrosły blisko trzykrotnie. „To nie wolny rynek – pisze Andrzej Lubowski – ale system rynkowy zbudowany pod dyktando najsilniejszych, prywatyzacja sukcesu i uspołecznienie porażki doprowadziły do tego stanu rzeczy”[7].

Rozwarstwieniu społecznemu pod względem dochodów towarzyszy wzrost bezrobocia i ubóstwa. Liczba pracujących w krajach Unii Europejskiej (27) w latach 2007-2012 zmniejszyła się o 8,7 mln osób, a liczba bezrobotnych wzrosła aż o 9,3 mln osób. W latach 2008-2012 w Stanach Zjednoczonych Ameryki liczba pracujących zmniejszyła się o 7,7 mln osób, pomimo, że w tym czasie powstało 3,3 mln nowych miejsc pracy. Liczba bezrobotnych wzrosła o 7,0 mln osób.[8] Przyczyną tego stanu był zarówno kryzys lat 2008-2011, jak i trend robotyzacji i innowacji procesów produkcyjnych. Na rynku pracy szczególnie niepokojący jest fakt, że bezrobocie w ponadprzeciętnym stopniu obejmuje młode pokolenie. W Unii Europejskiej w latach 2007-2012 systematycznie wzrastała średnia stopa bezrobocia (od 6,8% w 2007 do 10,7% w 2012 roku). Wskaźnik ten był jednak dwukrotnie wyższy wśród młodych. W wielu krajach UE stopa bezrobotnych wśród młodych utrzymywała się na poziomie ponad 20% przez dwanaście lat (2000-2011)[9]. Jest to główny skutek braku zainteresowania kapitału gospodarką realną oraz braku umiejętności społeczeństw i rządów rozwijania alternatywnych miejsc pracy.

Bezrobociu towarzyszy zagrożenie ubóstwem, szczególnie niebezpieczne dla młodzieży do osiemnastego roku życia. W 2011 roku w dziesięciu krajach Unii Europejskiej wskaźnik zagrożenia ubóstwem dzieci i młodzieży do 18 roku życia przekroczył 20%. Najwyższy był w Rumunii (31,3%), Bułgarii (26,8%), na Łotwie (26,6%) i w Hiszpanii (26,2%). W Polsce wynosił 22,5%[10]. Tak się dzieje na

[6] Ibidem.
[7] A. Lubowski, *Świat w 2040 roku. Czy Zachód musi przegrać?*, Wyd. Znak, Kraków 2013, s. 68.
[8] M. Kabaj, *Problemy współczesnego rynku pracy*, Referat na Konferencji Komitetu Prognoz PAN „Zagrożenia jakości życia człowieka. Perspektywa długookresowa”, Mądralin, 27-28 czerwca 2013, materiał powielony.
[9] Przykładowo, w takich krajach, jak: Bułgaria, Estonia, Finlandia, Francja, Grecja, Hiszpania, Polska, Rumunia, Słowacja i Włochy. *Rocznik statystyczny 2012*, GUS, Warszawa 2012.
[10] Ibidem.

obszarze bogatej organizacji gospodarczej, która przeznacza miliardy euro na programy spójności i restrukturyzacji oraz na „walkę" z bezrobociem.

Nierówności są jeszcze bardziej dramatyczne na innych kontynentach. Milenijne cele rozwoju do 2015 roku, mające ograniczyć skalę ubóstwa oraz pomóc wypracować globalny model upowszechniania dobrobytu, nie zostaną osiągnięte. Nie jest także pewne, czy po roku 2015 uda się wypracować kolejny program integrujący działania na rzecz poprawy rozwoju społecznego. Wciąż utrzymują się takie tendencje globalnych nierówności, jak:

- wzrastająca liczba osób wykluczonych ekonomicznie ze względu na brak kompetencji kulturowych (wykształcenie, umiejętność pracy), umożliwiających podjęcie działalności lub migrację zarobkową;
- obniżanie się skuteczności stanowienia i egzekwowania prawa, zapewnienia ładu i porządku społecznego;
- wykluczenie technologiczne, wynikające ze stosowania technologii zrozumiałej i możliwej do obsługiwania tylko przez wysoko wykwalifikowaną klasę kreatywną[11].

Utrzymanie się takich tendencji, a szczególnie dalsze rozwarstwianie się dochodów, bezrobocie wśród młodych i rozszerzający się zakres względnego ubóstwa może prowadzić do niepokojów społecznych, terroryzmu lub innych działań o charakterze rewolucyjnym, oddalając realne zmniejszenie antropogenicznego obciążenia środowiska. Niepokojący jest fakt, że powtarza się sytuacja społeczna, która miała miejsce w drugiej połowie XIX wieku, co doprowadziło do rewolucyjnych wystąpień niemal w całej Europie w 1905 roku i w latach 1917--1918 oraz do dwóch wojen światowych.

Nieprzystosowanie się do zmian klimatu

Zmiany klimatu są efektem wzrostu gazów cieplarnianych w atmosferze, spowodowanym działalnością człowieka. Dotyczy to głównie takich gazów, jak dwutlenek węgla (CO_2), metan (CH_4), podtlenek azotu (N_2O) oraz chlorofluorowęglowodory o handlowej nazwie freony i halony. Stężenie tych gazów w atmosferze rośnie głównie z powodu ciągłego zwiększania się ich emisji przez przemysł, fermy hodowlane, pola ryżowe oraz w wyniku rozkładania się mineralnych nawozów azotowych w uprawach a także wskutek zmniejszania się naturalnej absorpcji dwutlenku węgla w wyniku wylesiania i pustynnienia planetu oraz nagrzewania się wody w oceanach.

W okresie epoki przemysłowej (od 1750 do 2010 roku) stężenie CO_2 w atmosferze wzrosło o 37%, z poziomu 280 ppm do 385 ppm. Wzrost emisji innych gazów cieplarnianych jest jeszcze większy. Całkowite stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze wynosi obecnie 455 ppm CO_2-eq. Badanie składu pęcherzyków powietrza rdzeni lodowych wskazuje, że jest to najprawdopodobniej

[11] M. Fronia i in., *Polska 2050 r. Wyzwania na drodze do przyspieszenia*, w: *Wizja przyszłości Polski. Studia i analizy*, t. 1, Komitet Prognoz PAN, Warszawa 2011, s. 347.

najwyższe stężenie tych gazów w ostatnich kilkunastu tysiącach (a nawet setkach tysięcy) lat.[12]

Wraz ze wzrostem udziału gazów cieplarnianych w atmosferze wzrasta temperatura ziemi. Badania dowodzą, że proces ten następuje od 1880 roku. W XX wieku temperatura Ziemi wzrosła o 0,8°C. Jest to najwyższy wzrost w ostatnich dwunastu tysiącach lat.

Istnieje duże prawdopodobieństwo, że od 2005 do 2050 roku stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze wzrośnie o 25-30%, co spowoduje wzrost temperatury Ziemi minimum o 2°C. Międzyrządowy Zespół do spraw Zmian Klimaty (IPCC) dowodzi, że stanie się tak nawet wtedy, gdy uda się ustabilizować antropogeniczną emisję tych gazów na obecnym poziomie. Na razie w skali świata nie widać takiej możliwości. Wzrasta więc stopień prawdopodobieństwa, że w 2100 roku temperatura Ziemi wzrośnie aż o 4°C[13].

Ocieplenie klimatu o 1°C, według IPCC, może spowodować podniesienie się poziomu oceanów i mórz co najmniej o 30 cm (realnie w drugiej połowie XX wieku poziom oceanów wzrósł o 17 cm), przy ociepleniu 2°C o 1 m, a przy wzroście temperatury o 3-4°C woda podniesie się o około 4 m. Poziom oceanów i mórz wzrasta w wyniku zwiększania objętości wody pod wpływem ciepła oraz w efekcie topnienia lodowców.

Wzrost temperatury atmosfery sprawia, że ulega przyspieszeniu obieg wody w przyrodzie. Woda na naszej planecie znajduje się w stałym obiegu między atmosferą, powierzchnią Ziemi (litosferą) i hydrosferą. Zbigniew W. Kundzewicz opisuje to jako przepływ wody między jej trzema wielkimi naturalnymi „magazynami": parą wodna w atmosferze, wodą na powierzchni Ziemi – w oceanach, morzach, rzekach, jeziorach i w lodowcach oraz wodą pod powierzchnią Ziemi. Szczególne znaczenie ma woda dostępna dla ludzi i ekosystemów, a więc słodka woda powierzchniowa i niezbyt głęboko położona woda podziemna. Im wyższa temperatura, tym intensywniejsze parowanie i bardziej gwałtowne opady. Intensywność opadów powoduje ich nierównomierne rozłożenie nie tylko w układzie stref klimatycznych, ale także w strefie klimatu umiarkowanego. W drugiej połowie XX wieku znaczny wzrost opadów miał miejsce na terenach północnej Europy i zachodniej Rosji, a znaczne zmniejszenie w rejonie Morza Śródziemnego. Taka nierównomierność wielkości opadów jest widoczna również na obszarze Polski. W 2003 roku na obszarze województwa zachodniopomorskiego nie było opadów przez trzy pierwsze miesiące okresu wegetacyjnego, co w istotny stopniu wpłynęło na wielkość plonów.

Różnice w ogrzewaniu się powierzchni Ziemi oraz intensywność parowania prowadzą do powstania huraganów i innych ekstremalnych zjawisk pogodowych. W latach 1950-1959 stwierdzono na świecie 13 ekstremów pogodowych, które spowodowały straty w wysokości 40 mld dolarów, a w latach 1990-1999

[12] Z. W. Kundzewicz, P. Kowalczak, *Zmiany klimatu i ich skutki,* Wyd. Kurpisz S.A., Poznań 2008, s. 32.
[13] *Global Risks 2013*, op. cit., s. 18.

aż 74 ekstrema, a straty wyniosły 430 mld dolarów[14]. Po 2000 roku nastąpił wzrost siły ekstremalnych sytuacji pogodowych, wzrost liczby ofiar śmiertelnych i wielkości powodowanych strat w sferze materialnej[15]. Przykładowo, można wymienić 35 tys. ofiar śmiertelnych upałów w Europie w 2003 roku, 146 tys. ofiar powodzi w Birmie (Myanmar) w 2008 roku oraz około 7 tys. ofiar tajfunu Haiyan na Filipinach w 2013 roku. Oprócz ofiar śmiertelnych, niezwykle wysokie są straty materialne, na przykład w Stanach Zjednoczonych huragan Katrina w 2005 roku spowodował szkody w wysokości 125 mld dolarów, a huragan Sandy w 2012 roku 70 mld dolarów. Ogółem na świecie straty spowodowane przez katastrofy naturalne w 2011 roku zostały oszacowane na 371 mld dolarów, a w 2012 roku na 138 mld dolarów[16].

W Polsce w latach 2003-2012 huraganowe wiatry spowodowały szkody w drzewostanach na obszarze 1,3 mln ha, czyli 17% całkowitej powierzchni leśnej znajdującej się pod administracją Lasów Państwowych[17]. Wzrosła liczba i wielkość strat w gospodarstwach rolnych i ogrodniczych. Powódź w dorzeczu Wisły w 2010 roku spowodowała straty szacowane na 12,2 mld złotych. Dorobek życia straciło 40 tys. ludzi, woda zniszczyła lub uszkodziła 680 tys. mieszkań, 9 tys. firm, 14,4 tys. km dróg, 4 tys. mostów.

Ogólne antropogeniczne obciążenia środowiska

Emisja gazów cieplarnianych jest tylko jednym z elementów antropogenicznego obciążenia środowiska przyrodniczego planety. Ważne znaczenie posiada również eksploatacja zasobów naturalnych nieodnawialnych i odnawialnych oraz wydalanie do środowiska antropogenicznych zanieczyszczeń, takich jak pyły, tlenki azotu, metale ciężkie oraz sztucznie syntetyzowane związki chemiczne niewystępujące w przyrodzie w sposób naturalny.

Naukowcy porównali wielkość zasobów przyrody wykorzystywanych przez człowieka ze zdolnością planety Ziemia do regeneracji. Uzyskany współczynnik nazwano śladem ekologicznym. Jest to szacowana liczba hektarów powierzchni lądu potrzebna do rekompensacji zużytych zasobów oraz do absorbcji odpadów mierzona w globalnych hektarach na osobę zamieszkałą na badanym obszarze (gha/os). Zasoby planety są szacowane na 2,2 gha/os. Ślad ekologiczny krajów Unii Europejskiej wynosi 4,7 gha/os, czyli eksploatacja środowiska przyrodniczego jest ponaddwukrotnie większa niż jego możliwości samoregeneracji biosfery. Najwyższy wskaźnik śladu ekologicznego – ponad 10 gha/os – mają Zjednoczone Emiraty Arabskie i Stany Zjednoczone Ameryki, również bardzo wysoki – około 8 gha/os – Kuwejt, Kanada i Australia. Polski ślad ekologiczny wynosi

[14] Ceny bieżące.
[15] *Globalne ocieplenie a kryzys żywnościowy*, Fundacja Polskie Centrum Pomocy Międzynarodowej, Warszawa 2008.
[16] *Global Risks 2013*, op. cit., s. 18.
[17] *Zagrożenia lasów zależne od stanu atmosfery,* red. P. Lech, M. Kwiatkowski, T. Zachary, Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa 2013, s. 88.

3,3 gha/os[18]. Oznacza to, że współczesne pokolenia żyją kosztem pogarszania przyrodniczych możliwości zaspokajania potrzeb przyszłych pokoleń.

Drugim, obok śladu ekologicznego, sposobem określenia wielkości antropogenicznego obciążenia środowiska przyrodniczego jest wyznaczenie naukowo uzasadnionych parametrów ogólnoludzkich funkcji biosfery, umożliwiających trwanie i rozwój gatunku *homo sapiens*. Propozycje kilku granicznych limitów dla biosfery Ziemi opracował zespół pod kierunkiem Johana Rockströma[19]. Zespół ten dowodzi, że współczesna nauka już wskazała główne granice stanu biosfery, których ludzkość nie powinna przekraczać. Wyznaczają je między innymi takie parametry, jak: stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze (sugerowany limit 350 ppm; stan rzeczywisty 387 ppm), współczynnik wymieralności gatunków (sugerowany limit 10 gatunków na rok; stan faktyczny ponad 100 gat./rok), ilość wydalanego do środowiska azotu (limit 35 mln Mg/rok; stan faktyczny 121). Problemem jest dostęp do słodkiej wody niezbędnej do życia człowieka. Na kuli ziemskiej woda jest rozmieszczona bardzo nierównomiernie. Połowa słodkiej wody na Ziemi jest zmagazynowana w trzech miejscach: w jeziorze Bajkał 20% (23 000 km^3 wody), w dorzeczu Amazonki kolejne 20% oraz w Wielkich Jeziorach Stanów Zjednoczonych. Większość obszaru Ziemi to regiony ze znacznym deficytem wody słodkiej. W miarę ocieplenia powiększa się obszar Ziemi, gdzie woda staje się coraz bardziej deficytowym zasobem naturalnym. Ubywa zasobów wód podziemnych, które gromadziły się tam przez tysiące lat. Głównym powodem jest ich wypompowywanie na powierzchnię ziemi oraz spowolnienie naturalnego procesu ich odnawiania z powodu intensywności i nierównomierności opadów, regulacji rzek i osuszania (likwidacji) terenów bagiennych oraz zmniejszania się powierzchni leśnej.

Wzrastającym i wciąż niedocenianym niebezpieczeństwem jest produkcja i wydalanie do środowiska metali ciężkich oraz różnych związków chemicznych wymyślonych przez człowieka, a niewystępujących w przyrodzie. Wiele spośród nich kumuluje się w przyrodzie, a tym samym wcześniej czy później przekroczy granicę stężenia bezpiecznego dla życia w ogóle oraz zdrowia i życia człowieka w szczególności. Według OECD, w 2012 roku produkowano ponad dwa tysiące tego typu związków, w tym 51 chlorowcoorganicznych. Przedostają się one do ludzkiego organizmu w sposób bezpośredni z powietrza wody lub z pożywienia, a także w sposób pośredni poprzez bakterie, plankton, owady i inne organizmy łańcucha żywieniowego. Najbardziej niebezpieczne są związki chlorowcoorganiczne, pochodzące ze spalania tworzyw sztucznych. Badania naukowe dowodzą, że szczególnie dioksyny, polichlorowane dwufenyle (PCB) i furany powodują zaburzenia działania hormonów. Jest to jedną z ważnych zdiagnozowanych przyczyn nowotworów piersi i jąder oraz spadku liczby plemników wytwarzanych przez mężczyzn. W Holandii badania w tym zakresie są prowadzone już od ponad sześćdziesięciu lat. Wynika z nich, że produkcja plemników przez współczesnych mężczyzn w wieku rozrodczym jest niższa aż o 50-70% w porównaniu

[18] Dane UNEP, Nairobi 2006.
[19] J. Rockström i in., *A safe operating space for humanity*, „Nature" 2009 nr 461/24, s. 472-475.

z ich dziadkami. Badania fińskie dowodzą, że wzrasta udział mężczyzn w wieku rozrodczym, którzy w ogóle nie wytwarzają zdrowych plemników, w 2012 już wynosił 20%. Problemy rozmnażania występują także u innych gatunków, na przykład na Florydzie stwierdzono postępujący zanik zdolności rozrodczych aligatorów[20]. W Polsce wciąż spala się w piecach domowych co najmniej 10% opakowań wytworzonych z różnych polimerów, a wydalane z kominów związki przedostają się do organizmów około połowy mieszkańców kraju.

Niebezpieczeństwo powrotu pandemii chorób zakaźnych

Ludzkość zawsze była zagrożona chorobami zakaźnymi. W XX wieku, dzięki poznaniu ich etiologii, łatwości przepływu informacji oraz wynalezieniu antybiotyków udało się ograniczyć ich oddziaływanie na człowieka. Medycyna odnotowuje nowe sposoby leczenia i wygaszania epidemii pojawiających się chorób, czego przykładem może być opanowanie rozprzestrzeniania HIV, które rozpoczęło się w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. W ubiegłym dziesięcioleciu pojawiły się pandemie SARS, ptasiej oraz świńskiej grypy. Na szczęście nie były to zbyt groźne mutacje i łatwo dało się je opanować. Pandemie te były swego rodzaju ostrzeżeniem dla ludzkości. Pokazały one, jak śmiercionośne bakterie i wirusy mogą łatwo się mutować i rozprzestrzeniać wśród ludzi oraz przechodzić na człowieka z innych gatunków. Nigdy nie wiadomo, kiedy biologiczne mutacje mogą pokonać nawet najlepsze innowacje człowieka. Przykładem mogą być antybiotyki. Lek został odkryty i pierwotnie zastosowany do zwalczania zakaźnych chorób bakteryjnych ludzi, a następnie zwierząt. W pierwszych dziesięcioleciach (licząc od zastosowania penicyliny w 1928 roku) antybiotyki wykorzystywano tylko w trudnych przypadkach, jednak w miarę wzrostu produkcji i obniżenia ich ceny zaczęto podawać także w leczeniu drobnych dolegliwości, niewymagających tak silnego leku; co gorsze, antybiotyki zaczęto stosować profilaktycznie „na wszelki wypadek". W krajach Unii Europejskiej w latach 2009-2013 antybiotyki zażywało 35-40% populacji (przy trendzie malejącym). W badaniach przeprowadzonych w 2013 roku dwie trzecie (66%) respondentów wiedziała, że nadużywanie antybiotyków ma skutki uboczne dla organizmu. Znacznie więcej (84%) było świadomych, że nieprawidłowe i niepotrzebne stosowanie antybiotyków powoduje zmniejszanie się ich skuteczności. Jednocześnie połowa badanych nie wiedziała, że antybiotyki nie działają na wirusy[21].

Największe jednak zagrożenie pojawienia się zmutowanych bakterii lub wirusów jest związane z zastosowanie antybiotyków w przemysłowej hodowli trzody chlewnej, drobiu i ryb. W wielu krajach sprzedaż antybiotyków jest dostępna na wolnym rynku w sklepach detalicznych. Zużycie tych leków w hodowli w niektórych krajach jest wprost zatrważające; przykładowo, w 2010 roku w Hiszpanii i na Węgrzech zużywano około 250 miligramów antybiotyków na

[20] M. Carley, Ph. Spapens, *Dzielenie się Światem,* Instytut na rzecz Ekorozwoju, Białystok-Warszawa 2000, s. 46-47.
[21] Eurobarometr 2013, próba 26,5 tys. osób, błąd ±3%.

Tabela 1
Nowe rodzaje antybiotyków i udział złośliwych szczepów bakterii odpornych na antybiotyki znajdujące się w powszechnym użyciu

Lata	Nowe rodzaje antybiotyków	Udział złośliwych szczepów bakterii odpornych na antybiotyki [%]
1928-1939	Insulina (1928), Sulfamidy(1931)	8,5
1940-1949	Aminoklizoidy (1943), Tetracykliny (1945), Nitrofurany (1946), Polimyksyny (1947), Cefalosporyny (1948), Pleuromutyliny (1950)	17,8
1950-1959	Makrolidy (1952), Glikopeptydy (1953), Streptograminy (1953), Cykloseriny (1955)	
1960-1969	Rifamyciny (1961), Trimetoprim (1961), Kwinolony (1962), Fosfomycyny (1969)	21,0
1970-1979	Mupirociny (1971), Karbapenemy (1976), Oksazolidynody (1978), Monobaktamy (1979)	25,7
1980-1989	Lipopeptydy (1987)	
1990-1999	-	36,5
2000-2009	-	57,4
2010-2013	Oxazolidynody (2010)	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Global Risks 2013*, op. cit., s. 31.

każdy 1kg masy ciała zwierząt hodowlanych, w Belgii i Portugalii około 200, w Holandii, Francji około 150, podczas gdy w Norwegii, Szwecji i Finlandii około 10 mg/kg masy ciała. Jest to jedna spośród głównych przyczyn niemal wykładniczego wzrostu pojawiania się i rozprzestrzeniania złośliwych szczepów bakterii odpornych na antybiotyki (tabela 1).

W latach trzydziestych udział szczepów bakterii odpornych na znane wówczas antybiotyki wynosił tylko 8,5%, w latach pięćdziesiątych ten odsetek się podwoił, w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych tempo wzrostu spadło, ponieważ odkrywano i uruchomiano produkcję wielu nowych antybiotyków. Obecnie już co drugi szczep bakterii chorobotwórczych jest odporny na stosowane antybiotyki, a produkcja nowych została zahamowana. W ciągu 27 lat (od roku 1952 do 1979) wprowadzono na rynek 12 nowych rodzajów antybiotyków, a w ciągu 33 lat (od 1980 do 2013) tylko dwa, przy czym są one także efektem odkryć z poprzedniego okresu. Wśród powodów tego stanu raport *Glabal Risks 2013* wymienia komercjalizację firm farmaceutycznych i brak zainteresowania rządów dotowaniem badań i produkcji małych partii antybiotyków oraz niedostateczny rozwój badań w takich dyscyplinach, jak genomika, nanoinżynieria i biologia syntetyczna[22].

[22] *Global Risks 2013*, op. cit., s. 32.

Straty spowodowane rozprzestrzenianiem się bakterii odpornych na antybiotyki są szacowane tylko w niektórych krajach, na przykład w Ameryce Północnej zmutowane bakterie powodują śmierć 99 tys. osób rocznie. Przeciwdziałanie zakażeniom kosztuje amerykańską służbę zdrowia 21-34 mld dolarów rocznie. W Unii Europejskiej (27) w latach 2007-2012 koszty zwalczania bakterii odpornych na antybiotyki wynosiły średnio 1,5 mld euro rocznie. Gorzej się dzieje w krajach słabiej rozwiniętych, na przykład w Tajlandii w 2011 roku zmutowane bakterie zaatakowały 140 tys. osób, spośród których 30 tys. zmarło.

Rozwiązanie problemu jest bardzo trudne, ponieważ zmutowane bakterie nie znają granic, rozprzestrzeniają się po całym świecie i jeżeli gdzieś znajdą sprzyjające warunki rozwoju, mogą się namnożyć w takiej ilości, która zagrozi całej społeczności świata. „Era po antybiotykach w praktyce oznacza koniec współczesnej medycyny. Dolegliwości tak powszechne, jak zainfekowane gardło czy skaleczone kolano dziecka mogą ponownie zabijać”[23].

Odporność na globalne zagrożenia

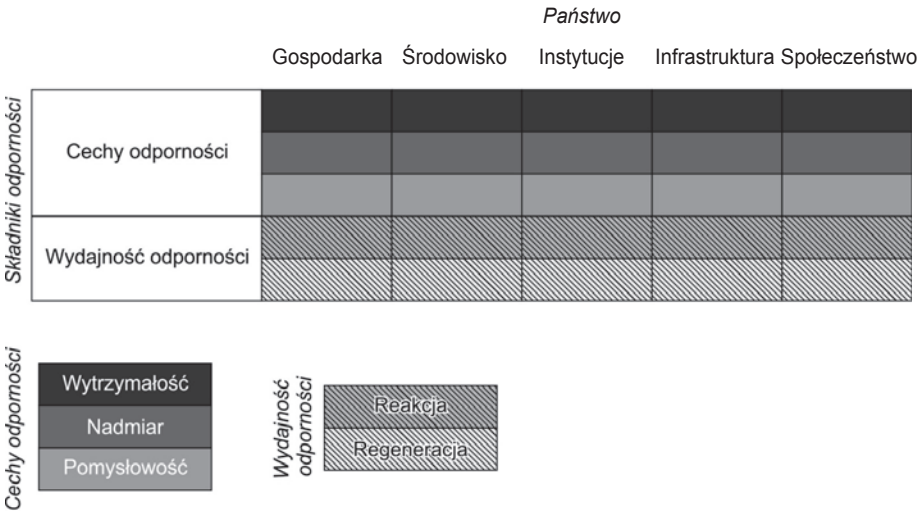
Odporność na globalne zagrożenia może być rozpatrywana na kilku poziomach. W Raporcie *Global Risks 2013* odporność rozpatruje się na poziomie obiektu technicznego, systemu technicznego oraz systemu samoadaptującego się. Odporność (wytrzymałość) obiektu technicznego jest to jego zdolność do znoszenia wielkich napięć. Większość budowli jest narażona na wielkie napięcia spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, na przykład obciążenie linii elektrycznych szadzią lub zamarzającymi kroplami deszczu, odporność budowli i jej elementów na niespotykane dotychczas porywy wiatru lub odporność warstwy nośnej drogi na ekstremalne temperatury. W Polsce najczęściej huraganowe wiatry powodują zerwanie dachów budynków i budowli. Oznacza to, że inaczej trzeba zaprojektować ich konstrukcję, aby zapewnić odpowiednią odporność.

Odporność systemu technicznego jest to jego zdolność do znoszenia napięć i podtrzymywania funkcji w momencie zakłócenia. Przykładem może być system energetyczny. Odporność w tym przypadku oznacza zdolność do zapewnienia nieprzerwanej dostawy energii elektrycznej w warunkach ekstremalnych sytuacji przyrodniczych lub antropogenicznych. Odporność systemu na takie zagrożenie jak zerwanie linii będzie polegała na zapewnieniu odporności technicznej, ale także działań prewencyjnych, takich jak: budowanie linii umożliwiających wielostronne zasilanie obiektu/miejscowości, tworzenie lokalnych źródeł energii.

Odporność systemów samoadaptujących się oznacza zdolność złożonych systemów gospodarczych (w tym przedsiębiorstw), przyrodniczych lub społecznych (w tym jednostek terytorialnych), a także megasystemu gospodarka-środo-

[23] M. Chan, *Dyrektor Generalny Światowej Organizacji Zdrowia*, marzec 2012, w: *Global Risks 2013*, op. cit., s. 29.

Rysunek 2
Elementy składowe supersystemu państwo



Źródło: *Global Risks 2013,* op. cit., s. 38.

wisko-społeczeństwo do znoszenia ekstremalnych sytuacji i powracania do poprzedniej formy lub adaptowania się do nich. Może to być wielkie przedsięwzięcie inwestycyjne, na przykład budowa wałów zabezpieczających przyszłe tereny depresyjne[24] przed trwałym zalaniem lub prewencyjne zachowania społeczne, na przykład niepozostawianie na czas burzy samochodów i innych maszyn pod drzewami i w zasięgu ich ewentualnego upadku. System samoadoptujący się może wykazywać odporność nie przez powracanie w pełni do poprzedniego stanu, lecz przez odnajdywanie innych sposobów pełnienia swych funkcji.

W ujęciu podziału administracyjnego największym systemem samoadaptującym się jest państwo. Odporność państwa na globalne zagrożenia jest to zdolność do przystosowania się do zmieniających warunków, znoszenie nieoczekiwanych wstrząsów oraz powracania do pożądanej równowagi, istniejącej wcześniej lub nowej, jednocześnie zachowując ciągłość swoich działań. Innymi słowy, odporność państwa to zdolność szybkiego dochodzenia do stanu sprzed kryzysu oraz przystosowania się w odpowiednim czasie do zmieniającego się środowiska[25]. Odporność państwa powinna być oceniana jako odporność megasystemu (systemu super złożonego) i określana stopniem odporności każdego elementów (systemów) megasystemu.

[24] Depresja – teren położony poniżej poziomu morza.
[25] *Global Risks 2013*, op. cit., s. 37.

W każdym z elementów składowych megasystemu systemów wydziela się pięć składników odporności: wytrzymałość, nadmiar, pomysłowość, reagowanie oraz regeneracja (rysunek 2).

Odporność charakteryzują jej cechy, takie jak: wytrzymałość, nadmiar i pomysłowość oraz wydajność postrzegana jako szybkość reakcji i zdolność do regeneracji. Wytrzymałość jest to zdolność łagodzenia i znoszenia sytuacji ekstremalnych i kryzysów. Wytrzymałość systemu samoadaptującego się jest odnoszona do wielu zagrożeń analizowanych w układzie systemowym. Zapewnieniu wytrzymałości takich systemów służy ich modularność, usieciowienie struktury zarządzania umożliwiającej sprawne podejmowanie decyzji w każdych okolicznościach, stałe monitorowanie i ocenianie jakości.

Nadmiar oznacza projektowanie rezerwowej pojemności i systemów wsparcia, które umożliwiają utrzymanie kluczowej funkcji w razie zakłóceń. Dotyczy to obiektów i systemów technicznych, ale także polityki, strategii i metod zarządzania w sytuacjach kryzysowych. Zdarzenia postrzegane jako ekstremalne po pewnym czasie mogą się okazać tylko ponadnormalnymi, ponieważ pojawią się groźniejsze. W odniesieniu do systemu samoadaptującego się, jakim jest państwo, pojęcie nadmiaru można rozumieć jako zapewnienie odporności infrastruktury i instytucji na załamanie w przypadku zagrożeń. Nadmiar to różnorodność strategii i rozwiązań dla określonej funkcji.

Pomysłowość oznacza zdolność przystosowania się do kryzysów, odpowiadanie na nowe wyzwania w sposób elastyczny oraz – w razie potrzeby – przekształcanie wpływu negatywnego na pozytywny. System zdolny do przystosowania się z założenia musi być elastyczny. Na przykład, jeżeli określona wspólnota jest zdolna do budowania zaufania w ramach swojej działalności oraz posiada zdolność do samoorganizacji, to może reagować spontanicznie i podejmować niekonwencjonalne działania w przypadku pojawiających się zagrożeń. Zdolność do samoorganizacji zależy od takich czynników, jak: poziom kapitału społecznego i ludzkiego, relacja miedzy sieciami społecznymi a państwem, istnienie instytucji umożliwiających bezpośrednie kontakty między społeczeństwem a państwem oraz kreatywność i innowacja.

Wydajność odporności, czyli reakcja systemu na zagrożenia i jego zdolność do regeneracji, zależy od rodzaju i czasu trwania zagrożenia. Wskazują one, jak system zachowuje się w sytuacjach kryzysowych. Reakcja oznacza zdolność szybkiej mobilizacji w razie kryzysu. Za pomocą tego składnika ocenia się, czy naród dysponuje dobrymi metodami zbierania istotnych informacji technicznych, społecznych i organizacyjnych oraz ich przekazywania do decydentów i zainteresowanych społeczności. Jest to także zdolność decydentów do szybkiego rozpoznawania pojawiających się problemów.

Regeneracja oznacza zdolność odzyskania normalności po kryzysie lub wydarzeniu, włączając w to elastyczność systemu i łatwość przystosowania się do nowych lub zmienionych okoliczności po ukazaniu się zagrożenia. W odniesieniu do super systemu państwo ocenia się zdolność narodu do wprowadzania zmian, budowy nowych strategii i polityki gospodarczej, a także zdolność decydentów podejmowania działania w zmieniających się okolicznościach. Najważniejsze dla

tej właściwości jest umiejętność odkrywania braków w istniejącej wiedzy, zlecanie badań celem ich eliminowania oraz wdrożenie wrażliwych mechanizmów regulujących informację zwrotną, na przykład okoliczności, w jakich strategia odporności państwa na zagrożenia musi być aktualizowana[26].

Ocena i budowa odporności jest związana z oceną ryzyka i taktyką postępowania. Może to być taktyka równoważenia ryzyka, redukowania ryzyka, uodporniania na ryzyko lub stabilizacji ryzyka. Miarą ryzyka jest prawdopodobieństwo zdarzenia losowego. Jest to stosunek danego zdarzenia do ilości wszystkich prób, zjawisk, czy obiektów. Przykładowo, przy projektowaniu reaktorów atomowych założono, że prawdopodobieństwo awarii pojedynczego reaktora wynosi 1:10000 (jedna awaria na dziesięć tysięcy lat). Jeżeli przyjmiemy, że na świecie pracuje 500 reaktorów[27], to prawdopodobieństwo wystąpienia awarii wynosi 500:10 000, czyli jedna awaria na 20 lat. Założenie to sprawdza się w rzeczywistości, co oznacza, że projektanci reaktorów atomowych poprawnie założyli poziom prawdopodobieństwa awarii. Prawdopodobieństwo wzrostu temperatury globu o 2°C do 2050 roku jest szacowane z prawdopodobieństwem 95:100. Można określić prawdopodobieństwo wystąpienia w Polsce huraganu o prędkości wiatru przekraczającej 140 km/h, wykorzystując do obliczeń dane „historyczne" i trendy zmian zachodzących pod wpływem ocieplenia klimatu.

Kształtowania odporności państwa na globalne zagrożenia jest zależne od wielu czynników. Jednym z nich jest wiedza o zagrożeniach i sposób ich traktowania. Zagrożenie o charakterze ponadregionalnym lub globalnym jest najpierw postrzegane jako zjawisko niezależne od człowieka, społeczeństwa i państwa, jako „dopust Boży". Edukacja nieformalna wyzwala refleksję i pozwala uświadomić, że zagrożenia są normalnymi zjawiskami, którym można zapobiec albo ograniczyć możliwe szkody. Na tym etapie rozwoju świadomości pojawia się potrzeba uwzględniania zagrożeń globalnych w procesach zarządczych, w projektowaniu oraz zachowaniu społecznym i indywidualnym ludzi. Drugim czynnikiem jest ocena przez społeczeństwo i decydentów stopnia prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia, kolejnym zaś wiedza o możliwości i sposobach adaptacji do nasilających się zagrożeń oraz gotowość decydentów do podjęcia działań prewencyjnych, wzmacniających lub wyprzedzających pojawienie się negatywnych skutków (rysunek 3).

Wiedza o zagrożeniach i sposobach przeciwdziałania ich skutkom jest podstawą poszukiwania narzędzi zarządzania odpornością systemów samoadaptujących.

[26] *Global Risks 2013*, op. cit., s. 38-40.

[27] Na świecie jest więcej dużych reaktorów eksploatowanych w elektrowniach atomowych, ale jednocześnie w ruchu znajduje się ±500 (bez reaktorów na statkach i okrętach oraz w małych, lokalnych elektrowniach atomowych).

Rysunek 3
Czynniki kształtujące realne działania na rzecz budowy odporności na globalne zagrożenia

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Global Risks 2013*, op. cit., s. 37.

Narzędzia sterowania odpornością na globalne zagrożenia

Podstawowym narzędziem sterowania w tym obszarze może być Narodowa strategia podnoszenia odporności na globalne zagrożenia. Dokument ten może mieć różną formę. Wydaje się, że można preferować formę zbioru skorelowanych ze sobą strategii problemowych. Tak opracowany dokument będzie spełniać wymóg dostosowania działań do rodzaju zagrożenia i etapu jego rozwoju. W warunkach Polski częściami składowymi Narodowej strategii… mogą być:

- Strategia kształtowania odporności terytorium kraju na skutki zmiany klimatu.
- Długookresowy plan przestrzennego zagospodarowania kraju, na przykład do roku 2050 z perspektywą do roku 2075.
- Narodowy program ograniczenia chemizacji środowiska i procesów produkcji żywności.
- Narodowy plan ochrony przed globalną epidemią chorób zakaźnych.
- Program przeciwdziałania wykluczeniu społecznemu i ubóstwu.

Strategia kształtowania odporności terytorium kraju na skutki zmiany klimatu powinna być odniesiona do dwóch poziomów ocieplenia powierzchni Ziemi – o 2°C oraz o 4°C. Przy pierwszym progu celem głównym tej strategii na najbliższe trzy dziesięciolecia powinna być prewencja, między innymi poprzez ekologiczną edukację społeczeństwa oraz wprowadzanie problemów przeciwdziałania zagrożeniom do polityki państwa, a szczególnie do planów przestrzennego zagospodarowania, norm projektowych oraz wprowadzanie zmian w sposobach organizacji społeczeństwa. Na drugim planie powinna się znaleźć mitygacja, czyli adaptacja społeczeństwa, gospodarki, środowiska, systemów informacji i zarządzania do nowej sytuacji oraz działania łagodzące skutki nadzwyczajnych zdarzeń. Na trzecim poziomie powinny być ujęte działania umożliwiające przetrwanie (*coping*), w tym likwidacja pojawiających się strat oraz dostosowywanie się do nowych warunków gospodarowania i życia.

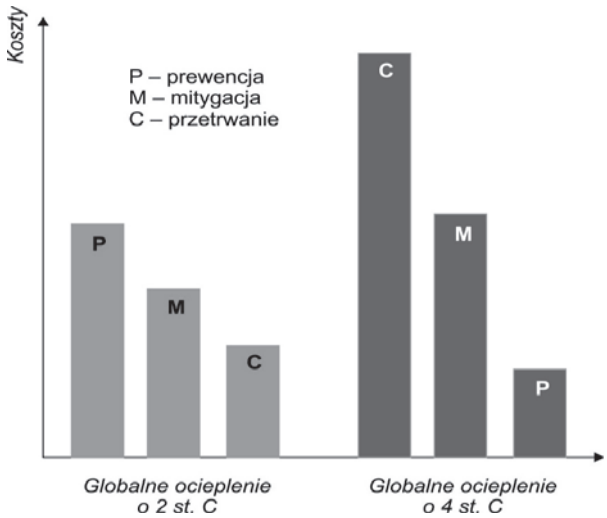
Strategia kształtowania odporności na zmiany klimatu powinna być ukierunkowana na adaptację proaktywną (przewidującą), to znaczy adaptację do sytuacji, która jeszcze nie zaszła, ale jej wystąpienie jest prawdopodobne. Społeczeństwo i gospodarka kształtowały się w warunkach bardziej spokojnego klimatu, który nie ulegał znaczniejszym zmianom przez setki lat, stąd wyprzedzające dostosowania się do nowych warunków jest wyzwaniem, które może napotkać zarówno na niezrozumienie decydentów, jak i społeczny opór.

Proaktywna adaptacja dotyczy przede wszystkim planowania przestrzennego, gospodarki wodnej, energetycznej, budownictwa, ochrony zdrowia. W planowaniu przestrzennym należy uwzględnić sposób osłony przez klęskami żywiołowymi lub potencjalnym zalaniem terenów, które po podniesieniu się poziomu oceanów staną się depresjami. Należy już teraz wskazać sposób zagospodarowania przybrzeżnych terenów o wysokości do 1m ponad poziom morza (przyszłych depresjach), które zostaną zalane, a które można ochronić za pomocą urządzeń technicznych.

W przypadku globalnego ocieplenia o 4°C celem głównym strategii do realizacji w ciągu najbliższych siedemdziesięciu lat powinno być zapewnienie warunków przetrwania społeczności dotkniętych skutkami zmian, na przykład przesiedlenie ludzi z terenów zalewanych w wyniku podniesienia się poziomu mórz i oceanów lub ich „ogrodzenie" za pomocą wałów. Już teraz należy przemyśleć strategie przenoszenia ludności, budowli i urządzeń, a być może także próchnicznej warstwy gleby z takich terenów. Konieczne jest określenie, dokąd ludzie

Rysunek 4

Proporcje wielkości nakładów na realizację strategii podnoszenia odporności na zmiany klimatu



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem: Z.W. Kundzewicz, *Zmiany klimatu i ich skutki – obserwacje i projekcje,* prezentacja na Konferencji Komitetu Prognoz PAN, Warszawa, 21 kwietnia 2010.

mogą być przeniesieni, od kiedy rozpocznie się ten proces, jak zorganizować system informacji i konsultacji z mieszkańcami takich terenów. Na obszarach przeznaczonych do obrony należy podjąć budowę urządzeń technicznych: wałów, zapór, śluz, pompowni, nowego układu dróg. Są to inwestycje kosztochłonne, a ich realizacja wymaga czasu. Trudniej będzie je zrealizować, gdy rozpocznie się podtapianie.

Szacunkowe relacje kosztów prewencji, mitygacji (adaptacji) i przetrwania ilustruje rysunek 4.

Podane przykłady działań adaptacyjnych dotyczą tylko wybranych aspektów jednego zagrożenia – zmiany klimatu. Każdy, kto zna ekonomię klasyczną oraz rozumie politykę gospodarczą bez problemu stwierdzi, że ich realizacja nie będzie łatwym przedsięwzięciem. Stąd konieczność budowy odporności kraju na globalne zagrożenia wymaga nie tylko działań adaptacyjnych, ale zmiany sposobu (filozofii) gospodarowania.

Podsumowanie

Istnieje wiele innych niż przedstawione narzędzi sterowania odpornością państwa na globalne zagrożenia. Strategia podnoszenia odporności państwa na skutki zmiany klimatu wymusza długookresowe myślenie, podejmowanie działań z korzyścią dla współczesnych i następnych pokoleń. Podnoszenie odporności w żadnym przypadku nie ogranicza rozwoju, a odwrotnie – służy jego wzrostowi. Strategia odporności jednostki produkcyjnej lub usługowej musi być opracowana na etapie pomysłu działalności i wyboru jej lokalizacji. Jednostki już funkcjonujące, położone na obszarach szczególnie dotkniętych zagrożeniami muszą przemyśleć, opracować i wdrożyć strategię stopniowego podnoszenia swej odporności. Wystąpienie kataklizmu może wyrządzić o wiele większe szkody jednostkom nieprzygotowanym na ich przyjęcie aniżeli tym, które są w stanie przewidzieć pewne zjawiska i „wyjść im naprzeciw".

Konrad Prandecki

RACJONALNOŚĆ PLANETARNA JAKO NARZĘDZIE REALIZACJI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Konrad Prandecki, dr – Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Państwowy Instytut Badawczy

adres korespondencyjny:
ul. Świętokrzyska 20
00-002 Warszawa
e-mail: Konrad.Prandecki@ierigz.waw.pl

PLANETARY RATIONALITY AS A TOOL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IMPLEMENTATION

SUMMARY: The implementation of the concept of sustainable development faces many obstacles. The most important of them are the lack of social acceptance and the inadequacy of mainstream economic theory to the risks that could lead to limits to growth. The consequence is an attempt to change the paradigm of economics, leading among others to the emergence of economics of sustainable development.

One of the solutions to the implementation of the principles of sustainable development is the planetary rationality. Its basic principles were formulated by J. Pajestka at the end of 80's of XX century. It is based on a holistic approach, which assumes that by knowing the projected threats, human are able to make rational decisions for preventing unfavorable developments. It is essential to solving problems followed at the level of the whole of humanity, rather than individual societies.

This article presents the principles of planetary rationality and the possibilities of implementation of this concept into the modern economy. The primary tool used in research is a critical analysis of available literature on the theory of rationality.

KEY WORDS: planetary rationality, sustainable development, theory of economy

Wstęp

Współczesne trendy rozwojowe wskazują, że osiągnięcie założeń koncepcji zrównoważonego rozwoju nie będzie możliwe w perspektywie 2050 roku, nawet w najbardziej rozwiniętych państwach[1]. Wydaje się nawet, że istnieje realne zagrożenie wystąpienia granic wzrostu, co może spowodować załamanie rozwoju cywilizacyjnego. Jedną z przyczyn tej sytuacji jest dynamiczny rozwój gospodarczy oparty na paradygmacie wzrostu gospodarczego i konieczności narastania konsumpcji. Opierając się na mikroekonomicznym podejściu do racjonalności, ekonomiści uzasadniają, że są wskazane maksymalizacja zysku i egoistyczne zachowania w celu osiągnięcia jak największych korzyści. Jednakże podejmowanie działań na poziomie państwa, przykładowo w ramach polityki gospodarczej, pokazuje, że racjonalne mogą być również inne zachowania, zwłaszcza dotyczące określonej wspólnoty, na przykład narodu.

Przeniesienie tego myślenia na jeszcze wyższy poziom, czyli planetarny, może doprowadzić do podejmowania działań racjonalnych z punktu widzenia całej ludzkości. Oznacza to, że racjonalność w skali całego świata może być skutecznym narzędziem realizacji celów zrównoważonego rozwoju. Istnieje jednak szereg barier ograniczających możliwości zastosowania tego kryterium na poziomie globalnym.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie teoretycznej analizy możliwości wykorzystania pojęcia racjonalności planetarnej w ekonomii zrównoważonego rozwoju. Badania zostały oparte na analizie krytycznej dostępnej literatury.

Racjonalność planetarna

Idea racjonalności planetarnej jest nazywana również globalną lub egzystencjalną. Te dwa ostanie określenia pojawiają się w pracach J. Pajestki, czyli twórcy tej koncepcji. Zegar[2] sugeruje, że takie podejście lepiej jest nazywać racjonalnością planetarną, ponieważ „globalny" często kojarzy się z czymś złożonym, wieloaspektowym, a przymiotnik „planetarny" podkreśla jedność i zamkniętość danego układu. Podstawowym argumentem za wdrożeniem tej racjonalności jest brak alternatywnych rozwiązań umożliwiających redukcję ryzyka związanego z degradacją środowiska naturalnego. Użycie określenia „planetarna" bardziej podkreśla przestrzenne ograniczenie i brak alternatyw w przypadku wystąpienia zagrożeń. Autor niniejszego opracowania podziela to stanowisko. Ponadto, warto

[1] K. Prandecki, K.A. Nawrot, M. Fronia, M. Wawrzyński, *Megatrends and Sustainable Development Megatrendy a rozwój zrównoważony*, „Problemy Ekorozwoju" 2013 nr 8(2), s. 49-61.

[2] J.S. Zegar, *Przedmowa*, w: *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym,* red. J.S. Zegar, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013, s. 7, www.ierigz.waw.pl [20-09-2013].

podkreślić, że idea racjonalności w skali świata może stanowić ważne uzupełnienie koncepcji granic planetarnych[3], a więc również powinna być określana jako planetarna.

Pajestka po raz pierwszy podjął ten temat na początku lat siedemdziesiątych XX wieku[4], aby po prawie dwudziestu latach scharakteryzować go w książce całkowicie poświęconej temu zagadnieniu[5]. Jej powstanie nie było więc efektem impulsu, ale wynikiem wieloletnich obserwacji i przemyśleń.

Koncepcja racjonalności planetarnej opiera się na konieczności wspierania homogeniczności cywilizacji ludzkiej wokół najważniejszych wartości w celu racjonalnego rozwiązywania wyzwań w skali globalnej. Takie podejście nie wymaga konieczności przebudowy struktur społecznych i politycznych świata. Wydaje się więc, że może być skutecznym narzędziem realizacji założeń zrównoważonego rozwoju. W tym miejscu warto podkreślić, że J. Pajestka uważał, iż podjęcie działań na rzecz ominięcia granic wzrostu jest bardziej prawdopodobne przez użycie nowych racjonalnych instrumentów kierujących wzrost gospodarczy na tory minimalizujące presję człowieka na środowisko niż zapewnienie trwałości rozwoju poprzez zrównoważenie trzech podstawowych ładów.

Idea racjonalności planetarnej nie została przez J. Pajestkę zdefiniowana. Autor twierdził, że należy ją traktować w możliwie najszerszym zakresie i z tego powodu nie należy zamykać jej w żadne ramy. Traktował on to pojęcie znacznie szerzej niż tylko z ekonomicznego punktu widzenia, nawiązując do całego procesu ewolucji cywilizacyjnej człowieka. Jednakże takie podejście utrudnia zrozumienie, czym jest ta koncepcja i w jaki sposób może być przydatna do rozwiązywania problemów w skali całego świata. Z tego powodu warto przytoczyć definicję racjonalności egzystencjalnej K. Kłosińskiego[6], który traktuje ją jako „zestaw cech i wzorców zachowań przynoszących trwanie egzystencji gatunku ludzkiego w istniejących i antycypowanych warunkach planetarnych, przy czym <<trwanie egzystencji>> jest rozwojem w dynamicznej równowadze biospołecznej, rozwojem umożliwiającym nabywanie nowych cech oraz umiejętności". Ta definicja dobrze oddaje intencje J. Pajestki i idee przyświecające koncepcji racjonalności na poziomie całej planety. Warto podkreślić, że ten opis powstał na gruncie filozofii, co powoduje, że przedstawione podejście różni się od neoklasycznego sposobu pojmowania racjonalności, gdzie za podstawę uznaje się dochód narodowy, a nie szerszą grupę nieokreślonych celów społecznych[7]. Paradoksalnie, J. Pajestka, tworząc swoją uniwersalną koncepcję, często odwoływał się do prac O. Langego, uznając siebie za kontynuatora jego filozofii, mimo że ten ograniczał stosowa-

[3] J. Rockström i in., *Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity*, "Ecology and Society" 2009 nr 14(2), www.cabdirect.org [13-12-2013].

[4] J. Pajestka, *Need for a Greater World-Wide Rationality*, w: *Economic Structure and Development. Essays in Honour of Jan Tinbergen*, Elsevier, Amsterdam-London-New York 1973.

[5] J. Pajestka, *Prolegomena globalnej racjonalności człowieka*, PWN, Warszawa 1990.

[6] K.A. Kłosiński, *Racjonalność egzystencjalna ludzkości w XXI wieku*, „Przegląd Filozoficzny – Nowa Seria" 2012 nr 2(82), s. 272.

[7] B. Czarny, *Racjonalność makroekonomiczna versus mikroekonomiczna, czyli o pewnym wątku dyskusji ekonomicznych*, „Zeszyty Naukowe Kolegium Gospodarki Światowej" 1997 nr 2, s. 55.

nie kryterium racjonalności tylko do zagadnień związanych z dochodem. W efekcie koncepcja racjonalności planetarnej powoduje wiele komplikacji, ponieważ jej rozumienie wydaje się być odmienne od powszechnie przyjętego w naukach ekonomicznych.

Jak więc należy rozumieć pojęcie racjonalności planetarnej? Jako otwarty zbiór zachowań umożliwiających uniknięcie globalnych barier rozwoju. Liczba narzędzi, jakie mogą znaleźć się w takiej grupie jest bardzo różnorodna, począwszy od edukacji w celu zmiany świadomości społecznej odnośnie nadchodzących zagrożeń, przez instrumenty ekonomiczne, na przykład internalizację efektów zewnętrznych, aż po narzędzia polityki gospodarczej i prawa. Nie można więc traktować koncepcji racjonalności planetarnej jako rozwiązania czysto ekonomicznego, ponieważ ma ono charakter interdyscyplinarny z silnym naciskiem na ekonomiczne aspekty oddziaływania. Do rozwiązywania odpowiednich problemów w skali globu nie jest konieczne stosowanie zawsze tych samych rozwiązań; istotne jest jedynie, aby wspólnie, uczciwie, dążyć do określonego celu. W ten sposób J. Pajestka zdecydowanie opowiedział się za szerszym podejściem do racjonalności, czyli racjonalnością końca, inaczej nazywaną ewaluacyjną lub ekspresyjną, która oznacza dostosowanie odpowiednich argumentów do wyboru najbardziej oczekiwanego rezultatu. Znacznie częściej stosowanym rozwiązaniem jest podejście instrumentalne (nazywane również racjonalnością środków lub poznawczą). Polega ona na zastosowaniu odpowiedniego powodu, aby wybrać najlepsze z możliwych środków do zrealizowania swoich celów[8].

W koncepcji racjonalności planetarnej istotne jest więc nie stosowane narzędzie i efektywność jego zastosowania, ale osiągnięcie zamierzonego celu. Takie podejście i poziom komplikacji problemów do rozwiązania powodują, że oprócz racjonalnych działań, podstawowym elementem tej koncepcji staje się badanie przyszłości służące jak najbardziej konkretnemu określeniu przyszłych zagrożeń oraz pośrednich skutków ich zaistnienia. Tylko dokładne określenie zagrożenia oraz jego przyczyn umożliwia podjęcie działań eliminujących ryzyko. Z tego powodu wdrożenie racjonalności planetarnej musi być poprzedzone studiami nad przyszłością.

Najlepszym tego przykładem jest wspomniana już koncepcja granic planetarnych[9]. Jej autorzy w przekonujący sposób udowodnili przekroczenie zdolności odtworzeniowych Ziemi w zakresie bioróżnorodności, naruszenia cykli obiegu azotu w przyrodzie oraz zdolności adaptacyjnej do zmian klimatycznych. Wiedza ta, poza społecznym nawoływaniem do podjęcia zmian, nie została wykorzystana. Oparcie się na prognozach przekroczenia granic planetarnych umożliwia podjęcie działań na skalę globalną pozwalających na zahamowanie negatywnych trendów. Powszechnie stosowane rozwiązania ekonomiczne nie umożliwiają przeprowadzenie zmian, ponieważ koszty wynikające z przekroczenia granic nie są uwzględniane w rachunku ekonomicznym. Trudno jest również spodziewać

[8] J. Tomer, *Beyond the rationality of economic man, toward the true rationality of human man,* "The Journal of Socio-Economics" 2008 nr 37, s. 1703–1712.

[9] Porównaj: J. Rockström i in., op. cit.

się, aby włączenie efektów zewnętrznych do rachunku ekonomicznego nastąpiło w dającym się przewidzieć czasie. Dlatego też, konieczne jest użycie innych narzędzi (w tym politycznych) opartych na mechanizmach rynkowych. Ponadto, warto zwrócić uwagę, że do realizacji tego samego celu, w różnych regionach świata mogą być użyte odmienne narzędzia. W ten sposób istniejące zagrożenie w postaci wystąpienia granic wzrostu może być rozwiązywane globalnie.

Racjonalność planetarna może mieć wiele wymiarów i powinna być traktowana w sposób kompleksowy, czyli jednocześnie powodować maksymalizację korzyści i minimalizację kosztów na wielu płaszczyznach. Zazwyczaj problematyka ta jest sprowadzana jedynie do kwestii środowiskowych. Posługując się koncepcją racjonalności ekologicznej, można stwierdzić, że wystąpienie określonych ograniczeń uwarunkuje decyzje podejmowane przez człowieka i w ten sposób zmusi go do poszukiwania rozwiązań umożliwiających ominięcie przewidywanych barier. Jednakże takie podejście wymaga odpowiedniej (adekwatnej i sporządzonej z niezbędnym wyprzedzeniem) analizy negatywnych trendów (ich skali oraz tempa). Nie jest to jedyny warunek. Samo zidentyfikowanie problemów nie oznacza, że człowiek podejmie działania naprawcze. Pomijając takie aspekty jak emocje, wiarę, stereotypy, uprzedzenia, należy zwrócić uwagę, że rozum ludzki nie funkcjonuje na tej samej płaszczyźnie co procesy fizyczne i polityka. Powoduje to, że pomiędzy myślą a działaniem występują liczne zapożyczenia oraz opóźnienia czasowe[10].

Racjonalność ekologiczna wyjaśnia również zjawiska współcześnie uznawane za irracjonalne, czyli takie, gdzie człowiek pomimo wystąpienia zagrożeń zachował się nieodpowiednio i doprowadził do katastrofy. W ten sposób tłumaczy się dewastację środowiska na Wyspach Wielkanocnych, upadek kultury babilońskiej i inne wydarzenia historyczne[11]. Oznacza to, że koncepcja ta jedynie w pewnym stopniu może stanowić rozwiązanie przyszłych problemów.

Podsumowując, racjonalność planetarna opiera się na kryteriach jakościowych, a nie ilościowych. Zakłada się, że ludzkość jest świadoma celu do jakiego dąży, co umożliwia wyznaczenie najbardziej optymalnej (racjonalnej) ścieżki rozwoju. Analiza przyszłych trendów umożliwia pokazanie barier na drodze do wyznaczonego celu, co zgodnie z założeniem o podejmowaniu racjonalnych wyborów powinno skłonić społeczeństwa do zmiany postaw w celu uniknięcia katastrofy. Takie podejście nie wymaga konieczności tworzenia odpowiednich instytucji wdrażających i promujących zmiany, ponieważ opiera się ono na założeniu o skuteczności miękkich inicjatyw realizowanych w myśl idei *global governance*, czyli ogólnoświatowego współrządzenia. Jednakże wymaga ono ustalenia wspólnego globalnego celu rozwoju tak skonstruowanego, aby odmienne kulturowo i cywilizacyjnie społeczeństwa były skłonne uznać go za jeden ze swoich priorytetów.

---

[10] L. Zacher, *Ku nowym paradygmatom rozumienia i działania świata, krajów, człowieka,* w: *O orientację na przyszłość w reformach polskich*, Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 1994, s. 166.

[11] V.L. Smith, *Rationality in economics: constructivist and ecological forms*, Cambridge University Press, Cambridge, New York 2009, s. 24-42.

Racjonalność w teorii ekonomii

Rozważania na temat racjonalności planetarnej mają charakter społeczno-gospodarczy, a nawet jeszcze szerszy – interdyscyplinarny, co powoduje, że nie zawsze pokrywają się z podobnymi przemyśleniami w obszarze ekonomii. Kotarbiński[12] wyróżnia dwa rodzaje racjonalności: rzeczową i metodologiczną. Rzeczowa oznacza dobór środków do realizacji celu odpowiadający prawdziwej, obiektywnie postrzeganej sytuacji. Z kolei racjonalność metodologiczna jest rozumiana jako działanie adekwatne do celu z punktu widzenia podejmującego decyzję, zgodną z jego stanem posiadanej wiedzy. Ten drugi rodzaj przez długi czas nie był dostrzegany w naukach ekonomicznych, co podkreśla między innymi H. Simon[13], zauważając, że istnieją co najmniej trzy różnice pomiędzy postrzeganiem racjonalności w ekonomii i innych naukach społecznych. Należą do nich: brak postrzegania celów i wartości jednostki, postulat spójności zachowań oraz postulat jednorodności świata (zarówno obecnie, jak i w przyszłości). Z tego powodu do oceny skuteczności zastosowania tej koncepcji niezbędne jest wcześniejsze scharakteryzowanie podstawowych, ekonomicznych zagadnień związanych z racjonalnością. Jest to dość trudne, ponieważ problematyka ta stanowi jedną z najczęściej poruszanych w teorii ekonomii, co powoduje, że istnieje co najmniej kilka odrębnych stanowisk w tym zakresie. Bardzo upraszczając można wyróżnić trzy podstawowe ujęcia:

- pełnej racjonalności – zakładające, że decyzje są podejmowane na podstawie racjonalnych przesłanek oraz przy pełnym dostępie do informacji;
- nieracjonalności – decyzje są podejmowane na podstawie emocji i działania innych, bez uwzględnienia racjonalnych przesłanek;
- ograniczonej racjonalności – decyzje są podejmowane w warunkach ograniczonego dostępu do informacji oraz w sytuacji, kiedy wielu uczestników podejmuje rozstrzygnięcia oparte na nieracjonalnych przesłankach, ale nadal większość decyzji, po uwzględnieniu warunków, w jakich były podejmowane ma charakter racjonalny.

Pierwsza z wyżej wymienionych grup wywodzi się z ekonomii klasycznej i neoklasycznej. Dwie kolejne są oparte na ekonomii behawioralnej, jednakże obserwacje doprowadziły badaczy do odmiennych wniosków.

Ekonomię definiuje się jako naukę o dokonywaniu wyborów[14]. Jej celem jest odpowiedź na pytania o to, co, jak i dla kogo wytwarzać[15]. Zakłada się, że te decyzje są podejmowane w sposób racjonalny. W większości przypadków jest ona racjonalnością rzeczową. Świadczy o tym między innymi koncepcja *homo oeconomicus* i teoria racjonalnych wyborów. Jest to istotne zarówno dla koncepcji

[12] T. Kotarbiński, *Traktat o dobrej robocie*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław – Warszawa 1958, s. 138.
[13] H.A. Simon, *Rationality in Psychology and Economics*, "Journal of Business" 1986 nr 49(4-2).
[14] P.A. Samuelson, W.D. Nordhaus, *Ekonomia*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1999, s. 25.
[15] D. Begg, S. Fisher, R. Dornbusch, *Mikroekonomia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 1997, s. 29.

pozytywnych, jak i normatywnych. Jednakże w obu aspektach wywołuje wiele problemów. Za przykład może posłużyć paradygmat *homo oeconomicus*, który traktowany w sposób dosłowny nie miałby żadnego praktycznego zastosowania. Jest to jedną z przyczyn wyjaśniających, dlaczego definicje racjonalności są bardzo ogólne i nie próbują oceniać zachowań podejmowanych w różnych sytuacjach uzasadniając, że w odpowiednim momencie działania uznawane za sprzeczne mogą być traktowane jako racjonalne.

W ekonomii racjonalność jest jednym z nadużywanych terminów. Teoretycznie każdy wie, co ona oznacza, ale w praktyce niezmiernie trudno jest precyzyjnie zdefiniować to pojęcie. Najczęściej za miarę racjonalności uznaje się efektywność definiowaną w sposób ilościowy[16], czyli odpowiadającą na pytanie, czy da się coś zrobić taniej lub szybciej, ewentualnie czy da się osiągnąć większe korzyści przy określonej ilości nakładów?

Istnieje szereg teorii odwołujących się do tego pojęcia i wyjaśniających zachowanie człowieka z ekonomicznego punktu widzenia. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć teorie:

- racjonalnego wyboru;
- oczekiwanej użyteczności;
- subiektywnej racjonalnej użyteczności;
- racjonalnych oczekiwań;
- niekooperacyjnej teorii gier.

Najprościej, za racjonalne można uznać najbardziej optymalne z możliwych działanie prowadzące do osiągnięcia najlepszego efektu. Podstawowym założeniem wyżej wymienionych teorii jest wiara w racjonalne zachowanie człowieka, który w krótkim okresie będzie działał w celu maksymalizacji swojej korzyści. Jednakże ich zadaniem nie jest tylko wyjaśnianie zachowań pojedynczych ludzi, ale całych społeczności. Zawsze znajdą się osoby odbiegające od utartych schematów, ale niekoniecznie to oznacza, że model nie ma praktycznego zastosowania oraz nie wyjaśnia działań zbiorowości.

Dla ekonomii neoklasycznej, racjonalność oznacza dokonywanie wyboru pozostającego w zgodzie z uporządkowanym zbiorem preferencji w warunkach doskonałego i niezwiązanego z żadnymi kosztami dostępu do informacji. Przez zbiór preferencji należy rozumieć działania w celu maksymalizacji efektów lub osiągania założonych efektów przy minimalizacji nakładów[17]. W ramach nowej ekonomii klasycznej to ujęcie zostało uszczegółowione przez stwierdzenie, że jeżeli występuje niepewność dotycząca przyszłych wyników działania, to racjonalność oznacza maksymalizację oczekiwanej użyteczności, będącej wynikiem iloczynu tej użyteczności oraz prawdopodobieństwa jej pojawienia się[18].

---

[16] Z. Sadowski, *The Concept of Rationality and the Macro-Indicators of Goal Attainment in Socio-Economic Development*, The United Nations University, Warsaw 1980, s. 2.

[17] Porównaj: P.W. Glimcher, M.C. Dorris, H.M. Bayer, *Physiological utility theory and the neuroeconomics of choice*, "Games and Economic Behavior" 2005 nr 52, s. 213–256; N. Naqvi, B. Shiv, A. Bechara, *The role of emotion in decision making*, "Current Directions in Psychological Science" 2006 nr 15, s. 260–264.

[18] M. Noga, *Makroekonomia*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000.

Z kolei behawioryści zauważyli, że podejmowane decyzje są oparte na ograniczonym zasobie wiedzy; ponadto znaczna część społeczeństwa nie kieruje się racjonalnością. Wyróżnia się pięć podstawowych źródeł nieracjonalności[19]:

- psychiatryczne;
- medyczne;
- poziom inteligencji;
- klasę społeczną;
- wiek.

W efekcie za osoby zachowujące się nieracjonalnie można uznać: dzieci, osoby starsze, ciężko chore, zwłaszcza biorące leki wpływające na postrzeganie świata (również narkotyki), osoby psychicznie chore oraz takie, które z różnych przyczyn nie mogą podejmować racjonalnych wyborów, na przykład więźniowie, czy też osoby ubogie, które nie stać na racjonalne zachowania[20]. Ponadto, warto zauważyć, że zmiany technologiczne również przyczyniają się do wzrostu zachowań nieracjonalnych. Możliwość zakupu produktów przez Internet i ich zwrotu w określonym czasie spowodowała, że ludzie podejmują więcej nieprzemyślanych decyzji. Ponadto, jak zauważono[21], prawdopodobieństwo, że ludzie korzystający z zakupów przez Internet mogą być pod wpływem alkoholu lub środków odurzających jest znacznie większe niż w przypadku innych form komunikacji, ponieważ czują się anonimowi.

Przełomowe badania w tym zakresie przeprowadzili dwaj psycholodzy Kahneman i Tversky[22], którzy poddali siebie wielu eksperymentom. Ich wyniki wykazały, że decyzje ludzkie opierają się bardziej na emocjach i doświadczeniach niż racjonalnych wyborach. Publikacje tych dwóch autorów są uznawane za próbę rozbicia klasycznego postrzegania teorii ekonomii, jednakże warto zwrócić uwagę, że w swoich opracowaniach zaproponowali oni wiele nowych rozwiązań, spośród których wyróżnić należy między innymi: teorię perspektywy, awersję do strat oraz efekt *status quo*.

Zupełnie inaczej brak pełnej racjonalności został opisany przez P. Albina[23], który swoją krytykę skierował głównie na zagadnienie złożoności. Jednakże, w przeciwieństwie do poprzednich autorów, jego rozważania są oparte na logice, a nie eksperymentach i obserwacjach. Zestawienie prac Kahnemana i Tverskyego i Albina powoduje, że neoklasyczne podejście do racjonalności zostało podważone zarówno na płaszczyźnie teoretycznej, jak i empirycznej. Jak już wspomniano, poszczególni autorzy podejmujący podobne badania dochodzili do wniosku o braku istnienia pełnej racjonalności, różnili się jedynie skalą negacji tego zjawi-

---

[19] B. Yang, D. Lester, *Reflections on rational choice. The existence of systematic irrationality*, "The Journal of Socio-Economics" 2008 nr 37, s. 1218–1233.

[20] Ibidem.

[21] Porównaj: D.W. Zeigler i in., *The neurocognitive effects of alcohol on adolescents and college students*, "Preventive Medicine" 2005 nr 40, s. 23–32.

[22] D. Kahneman, A. Tversky, *Choices, values, and frames*, Russell Sage Foundation, Cambridge University Press, New York, Cambridge 2000.

[23] P. Albin, *Barriers and Bounds of Rationality: Essays on Economic Complexity and Dynamics in Interactive Systems*, Princeton University Press, Princeton 1997.

ska. Na przykład prace A. Kahnemana i T. Tverskyego[24] oraz B. Yanga i D. Lestera[25] należy zaliczyć do nurtu negującego racjonalizm, a prace P. Albina[26] i H.A. Simona[27] sytuują się w nurcie popierającym ograniczoną racjonalność. Warto podkreślić, że pojęcie ograniczonej racjonalności zostało stworzone przez ostatniego z wymienionych badaczy.

Z kolei B.Y. Lester[28] przekonuje, że każda jednostka może jednocześnie podejmować zarówno racjonalne, jak i nieracjonalne decyzje. Wynika to z dwóch elementów ograniczonej racjonalności. Po pierwsze, istnieją sytuacje, kiedy człowiek zachowuje się racjonalnie, pomimo istnienia nieracjonalnych elementów jego zachowania. Za przykład mogą posłużyć badania związane z podejmowaniem decyzji w sklepach spożywczych, gdzie w pierwszym odruchu klient sięga po produkt w atrakcyjnym opakowaniu, ale niejednokrotnie przemyśli swoją decyzję i wybiera tańszy, ale o tych samych właściwościach. Po drugie, człowiek może zachowywać się nieracjonalnie pomimo racjonalnych elementów jego zachowania. Klasycznym przykładem takiego działania może być używanie karty kredytowej, kiedy koszty kredytu są przenoszone na sprzedawcę, a klient spłaca zaciągnięty dług pod koniec okresu kredytowego. W ten sposób, poprzez oszczędności własnych środków, można uzyskać określone korzyści. Jednakże istnieje grupa osób, która zapomina spłacić kredyt na czas lub też robi to zbyt wcześnie, przez co ponosi straty lub zmniejsza korzyści. Autor przekonuje, że te decyzje nie zapadają jednocześnie, ale są wynikiem złożonego procesu, który trwa w czasie. Jest to nowe podejście do tematyki racjonalności, które można uznać za element nurtu dotyczącego ograniczonej racjonalności.

Kwestia perspektywy czasowej stanowi szerszy aspekt krytyki tradycyjnego sposobu postrzegania racjonalności. Zauważa się, że działania uznawane za racjonalne dotyczą tylko krótkiego okresu, co niekoniecznie musi prowadzić do długookresowych racjonalnych wyborów. Ponadto, oparty na klasycznej racjonalności paradygmat *homo oeconomicus* pomija pozaekonomiczne pobudki. Z tego powodu nie uwzględnia takich cech, jak na przykład uczynność, przyzwyczajenie[29].

---

[24] D. Kahneman, A. Tversky, *Prospect theory: an analysis of decision under risk*, "Econometrica" 1979 nr 47, s. 313–327; D. Kahneman, A. Tversky, *Choices, values, and frames*, Russell Sage Foundation, Cambridge University Press, New York, Cambridge 2000.

[25] B. Yang, D. Lester, *New directions for economics*, "Journal of Socio-Economics" 1995 nr 24, s. 433–446; B. Yang, D. Lester, *Reflections on rational choice. The existence of systematic irrationality*, "The Journal of Socio-Economics" 2008 nr 37, s. 1218–1233.

[26] P. Albin, *Barriers and Bounds of Rationality: Essays on Economic Complexity and Dynamics in Interactive Systems*, Princeton University Press, Princeton 1997.

[27] H.A. Simon, *Models of Man*, Wiley, New York 1957; H.A. Simon, *Rationality in Psychology and Economics*, "Journal of Business" 1986 nr 49(4-2); H.A. Simon, *Models of Bounded Rationality*, MIT Press, Cambridge MA, 1982.

[28] B.Y. Lester, *An exploratory analysis of composite choices: Weighing rationalityversus irrationality*, "The Journal of Socio-Economics" 2011 nr 40, s. 949–958.

[29] Porównaj: D. Kiełczewski, *Homo oeconomicus i homo sustinens jako wyzwania ekonomii zrównoważonego rozwoju*, w: *Teoretyczne aspekty ekonomii zrównoważonego rozwoju*, red. B. Poskrobko, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011; K. Prandecki, K.A. Nawrot,

Analizując zagadnienie racjonalności warto podkreślić, że teoria związana z tym pojęciem odnosi się przede wszystkim do mikroekonomii, gdzie przyjęcie zachowań ludzi i przedsiębiorstw jako racjonalnych pozwala wyjaśnić wiele procesów. Jednakże w aspekcie makroekonomicznym rozważania w tym zakresie są znacznie bardziej ubogie. Racjonalność jest utożsamiana z maksymalizacją użyteczności, czyli za racjonalne należy uznać te zachowania, które pozwalają na uzyskanie jak największych korzyści, zarówno indywidualnych, jak i dla całej grupy. Niestety, są one analizowane najwyżej na poziomie narodowym, a nie globalnym. W efekcie, jak stwierdził J. Stacewicz[30] „suma racjonalności cząstkowych nie gwarantuje racjonalności całościowej, globalnej".

Zagadnieniem rzadziej poruszanym w kontekście racjonalności jest kwestia dóbr publicznych. Zazwyczaj nie stanowi ona podstawowego dylematu konsumenta lub producenta i z tego powodu racjonalność działań nie jest analizowana z punktu widzenia dób publicznych i wolnych. Jednakże te dylematy mają znaczenie w kontekście racjonalności planetarnej. Badania pokazują, że w takich przypadkach bardziej prawdopodobne są zachowania związane ze schematycznym działaniem (na przykład sortuję śmieci, bo tak mnie nauczono) lub emocjami (nie wypada czegoś robić) niż na podstawie maksymalizacji użyteczności. Często, na przykład w przypadku działań związanych z ochroną środowiska, ankietowani nie znają zagadnienia (posiadają niepełną wiedzę) i porównują je do znanych sobie sytuacji[31]. Najczęściej taki brak racjonalności pojawia się w przypadku chęci do podejmowania inicjatyw ochronnych bez analizy kosztów tego działania. Badania Barona[32] pokazują, że nieracjonalność może dotyczyć również postaw wynikających z niechęci do utraty własnych korzyści. Autor podkreśla, że w Stanach Zjednoczonych spośród osób deklarujących głosowanie przeciw wprowadzeniu dodatkowego środowiskowego opodatkowania paliwa, prawie połowa uznawała proponowane narzędzie jako słuszne rozwiązanie problemów klimatycznych.

Problemy środowiskowe, które mogą stanowić pewną analogię dla szerszej grupy zjawisk związanych z granicami wzrostu pojawiają się w niektórych analizach dotyczących teorii racjonalności. Za prekursora takiego podejścia należy uznać noblistę F. Hayeka[33], który podzielił racjonalność na konstruktywistyczną i ekologiczną. Zazwyczaj przez tą drugą rozumie się ocenę zachowań w ramach

---

M. Fronia, M. Wawrzyński, *Megatrends and Sustainable Development, Megatrendy a rozwój zrównoważony*, „Problemy Ekorozwoju" 2013 nr 8(2), s. 49–61; H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju, Teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010; M. Zafirovski, *Human Rational Behavior and Economic Rationality*, "Electronic Journal of Sociology" 2003 nr 7(2/02), www.sociology.org [13-11-2013].

[30] J. Stacewicz, *Ekonomia na rozdrożu*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Warszawa 1991, s. 49.

[31] D. McFadden, *Rationality for Economists?*, www.santafe.edu [20-11-2013].

[32] J. Baron, *Nonconsequentialist decisions*, "Behavioral and Brain Sciences" 1994 nr 1(17), s. 1–10.

[33] F. Hayek, *Law, Legislation and Liberty* (Vols. 1-3, Vol. Rules and Orders vol. 1),University of Chicago Press, Chicago 1973.

określonego środowiska ludzkiego[34], ale nie jest to pełne wyjaśnienie zagadnienia. Kolejny noblista[35] traktuje je znacznie szerzej, pokazując że racjonalność ekologiczna ma swoje korzenie w procesach biologicznych i w ewolucji. W przeciwieństwie do racjonalności konstruktywistycznej, w której racjonalne działania człowieka zawsze stanowią przyczynę określonych postaw, racjonalność ekologiczna umożliwia zrozumienie procesów, które pozornie wydają się nieracjonalne. Jednakże uwzględnienie wymogów szeroko pojętego środowiska (zarówno naturalnego, jak i człowieka) powoduje, że wiele działań na powrót zyskuje kryterium racjonalności. Liczne przykłady przedstawione przez V. Smitha udowadniają tezę, ale jedynie w skali mikro, co powoduje, że trudno jest bezpośrednio zastosować tę teorię do koncepcji racjonalności planetarnej.

Uogólniając powyższe rozważania, należy przyjąć, że osiągnięcie pełnej racjonalności zachowań jest niemożliwe, a zastosowanie kryterium ograniczonej racjonalności umożliwia wyjaśnienie wielu postaw ludzkich, a więc jest przydatne do przewidywania przyszłości, w szczególności w procesach mikroekonomicznych. W efekcie, w ekonomii, przez zasadę racjonalności należy rozumieć zjawisko[36]:

- nieoznaczające kompletnej lub symetrycznej informacji;
- nieoznaczające, że wszystkie jednostki muszą zachowywać się w sposób egoistyczny; chociaż nacisk położony jest na zrozumienie indywidualnych preferencji, te teorie należy traktować jako próby wyjaśnienie działań zbiorowości, gdzie badanie indywidualnych działań jest metodą, a nie aksjomatem;
- nieoznaczające oczekiwanej użyteczności; obecnie za pomocą racjonalnych wyborów wyjaśnia się znacznie bardziej skomplikowane zagadnienia;
- nieoznaczające racjonalnych oczekiwań; w żadnym modelu nie ma założeń dotyczących posiadania prawidłowych przekonań.

Istotne jest, aby zwrócić uwagę, że ograniczona racjonalność nie reprezentuje ani procesów optymalizacji, ani nieracjonalności. Nie powinna też być traktowana jako gorsza forma racjonalności. Jest ona efektem głębszego poznania przyczyn zachowań ludzkich, opartego na ekonomii behawioralnej, co prowadzi do wykształcenia nowych teoretycznych podstaw racjonalności i całej ekonomii[37]. Warto jednak uznać ją za bardziej adekwatne wytłumaczenie zjawisk zachodzących na świecie, niż tradycyjne klasyczne podejście oparte na pełnej racjonalności. Ponadto, należy podkreślić, że brak racjonalności nie oznacza chaosu[38], większość nieracjonalnych zachowań uwzględnia rozumowanie i myślenie, co powoduje, że osiągnięty efekt nie jest optymalny, ale jest zadowalający.

---

[34] V. M. Darley, S.A. Kauffman, *Natural Rationality*, "SFI Working Paper" 1996 nr 8(71), s. 1–28; pozyskano z: www.santafe.edu [19-08-2013].
[35] V.L. Smith, *Rationality in economics ....*
[36] L.E. Blume, D. Easley, *Rationality. In New Palgrave Dictionary of Economics*, Palgrave 2007, www.tuvalu.santafe.edu [20-11-2013].
[37] R. Ianole, V. Cornescu, *Overconsumption Society through the Looking-Glass of Behavioral Economics*, "Procedia Economics and Finance" 2013 nr 6, s. 66–72.
[38] H.A. Simon, *Rationality in Psychology ....*

Bariery racjonalności planetarnej

Współczesne rozważania na temat racjonalności w ekonomii wskazują na ograniczony charakter jej oddziaływania. Niemniej pomimo dominującego, behawioralnego podejścia do tego pojęcia, nadal w analizie teoretycznej, a zwłaszcza praktyce gospodarczej wykorzystuje się głównie narzędzia oparte na neoklasycznych zasadach. To powoduje, że pozaekonomiczne przesłanki działania często są pomijane. W efekcie koncepcje ominięcia granic wzrostu, na przykład zrównoważonego rozwoju, nie mają większego zastosowania w praktyce. Wynika to z wielu problemów, ale wydaje się, że jednym z podstawowych jest kwestia niezgodności postrzegania tych samych wyzwań w naukach społecznych i naukach o ochronie środowiska. W pierwszej grupie dominuje antropocentryczne nastawienie, a w drugiej przeważa ekocentryczne. To powoduje, że te dwa światy mają trudności ze wzajemnym zrozumieniem się.

W połączeniu z innym zagadnieniem, czyli dominacją krótkookresowego podejścia do problemów gospodarczych w teorii ekonomii, powoduje to prawie całkowite pominięcie wyzwań cywilizacyjnych w ekonomii głównego nurtu. Koncepcje granic wzrostu, trwałości rozwoju oraz paradygmaty z nimi powiązane nie są popularne, ponieważ swoim horyzontem działania wykraczają poza okres zainteresowania współczesnego człowieka. Co prawda, coraz częściej strategiczne decyzje, na przykład dotyczące zadłużenia lub wyboru systemu emerytalnego są podejmowane w perspektywie dziesiątków lat, ale nadal większość długookresowych decyzji, na przykład dotyczących systemów ogrzewania nowobudowanych domów lub rozwoju kariery zawodowej jest podejmowana co najwyżej z kilkuletnim wyprzedzeniem. Powyższe czynniki oraz pominięcie roli człowieka w środowisku i znaczenia środowiska naturalnego dla człowieka powoduje, że zainteresowanie problemami natury jest niewielkie, w szczególności w społeczeństwach o niższych dochodach.

Trudno więc spodziewać się, że hasła racjonalności planetarnej zyskają wielu zwolenników. Wymagają one długookresowego i interdyscyplinarnego podejścia do problematyki rozwoju, co powoduje, że niektórych aspektów nie da się uwzględnić w rachunku ekonomicznym.

Ponadto, jak wykazano wcześniej, człowiek podejmując różne decyzje często posługuje się pozaracjonalnymi przesłankami. To powoduje, że w przypadku zjawisk planetarnych również należy spodziewać się podobnego podejścia, jednakże nie w skali jednostek, a całych państw. Wspólne osiąganie celu wymaga współpracy na poziomie całego globu. Współcześnie jest to zasadne nie tylko z powodu kwestii granic wzrostu, ale również rozwiązywania wielu innych zagadnień gospodarczych, między innymi przepływów finansowych, inwestycji zagranicznych, unikania płacenia podatków i wykorzystywania świadczeń socjalnych. Z tego powodu, świat stoi w obliczu konieczności podjęcia radykalnych zmian w teorii ekonomii, porównywalnych do stworzenia makroekonomii keynesowskiej w XX wieku.

Problemem jest brak konkurencji. Jest ona jedną z podstawowych sił sprawczych we współczesnej gospodarce. Możliwość konkurowania powoduje zwiększenie efektywności prowadzenia działalności gospodarczej zarówno w skali mikroekonomicznej i makroekonomicznej. Przykłady gospodarek socjalistycznych (w szczególności Korei Północnej) pokazują, że brak konkurencji, w długim okresie może być bardzo destrukcyjny. W przypadku świata nie istnieje konkurent, co powoduje, że trudno jest wyobrazić sobie możliwość stosowania ogólnoplanetarnych rozwiązań nie tylko w ramach racjonalności, ale całej ekonomii.

Osiągnięcie racjonalności planetarnej wydaje się również niemożliwe ze względu na zbyt dużą złożoność problemów. Liczba interakcji, jakie mogą zaistnieć przy podejmowaniu nawet prostych decyzji wykracza poza możliwości poznawcze[39]. W wielu sytuacjach nawet superkomputery mają problemy ze znalezieniem rozwiązania maksymalizującego korzyści. W przypadku złożonych zagadnień, jak na przykład zmiany klimatyczne, liczba możliwych wariantów wydaje się być nieskończona.

Człowiek jest w stanie podejmować decyzje, ponieważ upraszcza rozwiązania, sprowadzając je w swojej głowie do modelu zawierającego najbardziej istotne konsekwencje. Jednakże takie podejście bardzo często jest dalekie od optymalnego, warto jednak pamiętać, że modelowanie w ekonomii jest również podobnym uproszczeniem rzeczywistości, co nie oznacza, że nie ma ono zastosowania do opisu rzeczywistych zjawisk.

Z kolei J.S. Gans[40] zauważa, że zastosowanie racjonalności nie jest możliwe w przypadku posiadania niekompletnych informacji. Biorąc pod uwagę, że problemy globalne są ze swojej natury skomplikowane i zazwyczaj wymagają długiego okresu do ich rozwiązania, można wywnioskować, że zawsze istnieje określony przedział niewiedzy związany z danym problemem. Oznaczałoby to, że racjonalności nie da się zastosować w skali planetarnej, ponieważ zawsze decyzje nie będą podejmowane na podstawie kompletnej informacji. W praktyce należy stwierdzić, że decyzje oparte na pełnym zakresie wiedzy są rzadko podejmowane. J. Pajestka zwracał uwagę na tę kwestię i podkreślał znaczenie analizowania przyszłości dla możliwości podejmowania racjonalnych wyborów. Zakładał on, że całokształt procesów składających się na rozwój ludzkości może być zrozumiany i przewidziany. Prognozowanie zjawisk powinno być bardzo dokładne, ale ma sens jedynie wtedy, gdy umożliwi zidentyfikowanie odpowiednich wniosków umożliwiających ominięcie przyszłych zagrożeń. W ten sposób studia nad przyszłością mają być narzędziem umożliwiającym zidentyfikowanie granic rozwojowych w celu odwrócenia negatywnych trendów. Bodźcem do zmian ma być idea racjonalności, która zmusi ludzkość do działania na rzecz swojego długookresowego interesu[41].

---

[39] P. Albin, *Barriers and Bounds of Rationality: Essays on Economic Complexity and Dynamics in Interactive Systems*, Princeton University Press, Princeton 1997.

[40] J.S. Gans, *On the impossibility of rational choice under incomplete information*, "Journal of Economic Behavior&Organization" 1996 nr 29, s. 287–309.

[41] J. Pajestka, *Prolegomena ...*

Podsumowanie

Najprawdopodobniej gospodarcza przyszłość świata będzie uzależniona od kierunku rozwoju rynków wschodzących, znajdujących się w najbardziej zaludnionych krajach świata (czyli głównie w Chinach, Indiach i Indonezji, ale również w Nigerii) oraz krajach konsumujących najwięcej zasobów (na przykład USA). To powoduje, że wszelkie koncepcje ominięcia granic wzrostu i zapewnienia trwałości rozwoju cywilizacji ludzkiej powinny być sformułowane w sposób akceptowalny przez społeczeństwa i władze tych podmiotów.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju nie do końca spełnia te oczekiwania, ponieważ jednym z jej istotnych elementów jest konieczność ograniczenia konsumpcji w celu zmniejszenia presji człowieka na środowisko. Dodatkowo wdrożenie tej koncepcji determinuje konieczność zmiany paradygmatów ekonomii w celu innego sposobu określania bogactwa i włączenia do rachunku ekonomicznego efektów zewnętrznych. To powoduje, że w społeczeństwach, które dopiero wchodzą na ścieżkę wysokiego spożycia, popularność trwałego i zrównoważonego rozwoju jest znikoma. Należy więc poszukiwać alternatywnych rozwiązań, które oparte na utrwalonych już koncepcjach gospodarczych mogłyby skłonić mieszkańców rynków wschodzących do uwzględnienia w swoich rachunkach problemów środowiskowych. Jednym z narzędzi, który może okazać się skuteczne, jest idea racjonalności planetarnej, stworzona przez J. Pajestkę.

Pojęcie racjonalności planetarnej wywodzi się z ekonomii normatywnej. Wynika to z przeświadczenia o możliwości kreowania rozwoju ludzkiego w sposób umożliwiający uniknięcie granic wzrostu, a więc nie tylko obserwowanie i ocenę zachodzących zjawisk, ale aktywne wpływanie na ich bieg. Przedstawiona przez J. Pajestkę koncepcja racjonalności planetarnej zdecydowanie wykracza poza teorię ekonomii, co powoduje, że należy ją bardziej traktować jako ideę społeczno-gospodarczą, ponieważ uwzględnia nie tylko kryteria typowe dla teorii ekonomii, ale również dodatkowe elementy, na przykład wartości, co powoduje, że jest ona pojęciem interdyscyplinarnym z zakresu nauk społecznych. To powoduje, że jest ona bardziej zbliżona do zrównoważonego rozwoju niż do ekonomii głównego nurtu.

Przeprowadzona analiza pokazuje, że zachowania człowieka jedynie częściowo można określić jako racjonalne. Nie ma więc możliwości stworzenia optymalnej ścieżki rozwoju ludzkości. Wynika to z niedoskonałości prognozowania (brak kompletnej informacji), jak i niemożności (ze względu na zbyt dużą komplikację) wskazania precyzyjnej ścieżki rozwoju. To powoduje, że jedynie procesy oparte na ograniczonej racjonalności, czyli zaliczane do grupy satysfakcjonujących, są możliwe do osiągnięcia[42]. Takie rozwiązanie również umożliwia osiągnięcie celu, jakim jest uniknięcie granic wzrostu (o ile takie rozwiązanie istnieje).

Biorąc pod uwagę ograniczenia w postaci braku konkurencji oraz niemożność znalezienia wspólnego zestawu priorytetów i rozwiązań, szanse na zastoso-

[42] H.A. Simon, *Models of Bounded Rationality*, MIT Press, Cambridge MA 1982.

wanie racjonalności planetarnej maleją. Jednakże warto zwrócić uwagę, że nawet w obliczu ograniczonej konkurencji globalnej, na przykład podczas zimnej wojny, udawało się utrzymywać racjonalną równowagę sił i działań politycznych, która pomimo wielu niesprzyjających sytuacji zapobiegła wywołaniu wojny nuklearnej. Być może powstanie równowagi gospodarczej, spowodowanej powstaniem nowych mocarstw zdeterminuje podobne rozwiązanie w obszarze gospodarki. Z tego powodu należy uznać, że idea racjonalności planetarnej, zwłaszcza w obliczu istnienia granic planetarnych, może być skutecznym narzędziem realizacji części zadań zawartych w koncepcji zrównoważonego rozwoju. Wymaga to jednak stworzenia katalogu globalnych, uniwersalnych wartości, co wydaje się najtrudniejszym, aczkolwiek niezbędnym krokiem. Powstaje pytanie, czy istnieje taki zestaw cech i wzorców zachowań, które można by przyjąć jako ogólnoświatowy wzorzec postępowania w celu przeciwdziałania załamania rozwoju cywilizacyjnego? To pytanie pozostaje otwarte.

Warte podkreślenia jest, że stosowanie zasady racjonalności nie wymaga burzenia istniejących paradygmatów ekonomii, powinno więc być bardziej akceptowalne niż idee ekonomii zrównoważonego rozwoju.

Hanna Kruk

PRZEGLĄD WYBRANYCH METOD OCENY BIORÓŻNORODNOŚCI

Hanna Kruk, dr – Akademia Morska w Gdyni

adres korespondencyjny:
Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa
ul. Morska 87, 81-225 Gdynia
e-mail: h.kruk@wpit.am.gdynia.pl

REVIEW OF CHOSEN BIODIVERSITY ASSESSMENT METHODS

SUMMARY: Biodiversity is usually discussed on three levels: of genetics, of species and ecosystems. Biodiversity may be evaluated as an economic, biological, ethical or social good as well. One of main principles of the sustainable development is preserving biodiversity. To achieve this goal, biodiversity monitoring, evaluation and its protection are crucial. Biodiversity is not easy to assess in spite of many attempts. Usually the presence of chosen species, ecosystems (forest, field, water etc.), landscapes (in the case of regions) or protected areas including Natura 2000 (at national level) are used as indicators of biodiversity. According to the Eurostat, biodiversity is assessed by bioindicators such as: chosen birds, fish species and protected areas. Some other methods of biodiversity assessment are also used, from local level (biological site, like forests) to global one (for example indicators used by WWF). These methods are mainly qualitative, but some authors try to estimate costs of biodiversity loss or preservation. The main aim of the paper is an attempt to present chosen indicator methods and measures of biodiversity assessment (at different levels).

KEY WORDS: biodiversity, assessment, bioindicators, sustainable development

Wstęp

Zachowanie różnorodności biologicznej oraz racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych i ograniczenie zanieczyszczenia środowiska to wybrane główne cele wymiaru ekologicznego koncepcji rozwoju zrównoważonego. Bioróżnorodność, rozumianą jako różnorodność genetyczną, gatunkową, ekosystemową, można rozpatrywać nie tylko w kategoriach przyrodniczych, ale i ekonomicznych – jako element kapitału naturalnego, wykorzystywanego w działalności gospodarczej i świadczącego odpowiednie usługi ekosystemowe. Problem zachowania bioróżnorodności jest nierozerwalnie związany z wykorzystaniem zasobów środowiska i jego zanieczyszczeniem. Utrata bioróżnorodności jest obecnie obserwowana zarówno na poziomie lokalnym, jak i regionalnym, krajowym i światowym, co staje się coraz większym problemem, również gospodarczym. Aby podjąć działania zmierzające do ochrony różnorodności biologicznej trzeba najpierw ją zmierzyć. W praktyce stosuje się różne metody szacowania bioróżnorodności, na różnych poziomach.

W artykule podjęto próbę dokonania przeglądu wybranych metod oceny bioróżnorodności na poziomie gatunkowym i ekosystemowym oraz przedstawiononiektóre metody oceny bioróżnorodności na poziomie krajowym, międzynarodowym i globalnym.

Różnorodność biologiczna

Zgodnie z ustawą o ochronie przyrody, różnorodność biologiczna to „zróżnicowanie żywych organizmów występujących w ekosystemach, w obrębie gatunku i między gatunkami, oraz zróżnicowanie ekosystemów”[1]. Powyższa definicja stanowi uproszczenie tej, która została sformułowana w Konwencji o różnorodności biologicznej (ang. *Convention on Biological Diversity* – CBD), gdzie przyjęto, że bioróżnorodność to „zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów pochodzących, między innymi, z ekosystemów lądowych, morskich i innych wodnych ekosystemów oraz zespołów ekologicznych, których są one częścią. Dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, pomiędzy gatunkami oraz ekosystemami”[2]. Natomiast w Programie środowiskowym ONZ (ang. *United Nations Environment Program* – UNEP) pojęcie to zostało zdefiniowane jako różnorodność genetyczna (pula genowa wszystkich żywych organizmów z uwzględnieniem zróżnicowania genów w obrębie danego gatunku), różnorodność gatunkowa (rozumiana jako liczba gatunków żyjących na świecie) oraz różnorodność ekosystemów (wszystkie

[1] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst ujednolicony, Dz.U. nr 92 poz. 880); art. 5, pkt. 16.

[2] Podano za: A. Urbisz, *Ocena bioróżnorodności jako jeden z ważnych czynników ekorozwoju*, „Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development” 2010 t. 5, nr 1, s. 92.

występujące ekosystemy, relacje zachodzące między biocenozą i biotopem oraz powiązania międzygatunkowe)[3]. Bioróżnorodność została także zdefiniowana przez E.O. Wilsona jako „zróżnicowanie organizmów, rozpatrywanych na wszystkich poziomach organizacji przyrody, od odmian genetycznych w obrębie gatunku, poprzez rodzaje, rodziny, rozmaitość, jeszcze większe jednostki systematyczne, a także rozmaitość ekosystemów – zarówno zespołów organizmów żyjących w określonych siedliskach, jak i samych warunków fizycznych, w których żyją"[4]. Bioróżnorodność jest także określana jako „zmienność form życiowych na wszystkich poziomach organizacji biologicznej lub ogół genów, gatunków i ekosystemów spotykanych w danym regionie"[5].

Z powyższych definicji wynika, iż bioróżnorodność dotyczy zachowania[6]:

- puli genowej danego gatunku (różnorodność wewnątrzgatunkowa) – mierzy się ją określając różnice w genomie poszczególnych osobników (albo populacji);
- gatunków tworzących dany ekosystem – tak zwana różnorodność międzygatunkowa, dotyczy zarówno bogactwa gatunkowego, jak i liczebności poszczególnych gatunków;
- różnorodności ekosystemów (co wpływa również na zróżnicowanie krajobrazu).

Trzy poziomy oraz miary bioróżnorodności przedstawiono na rysunku 1.

Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, iż są ekosystemy przyrodniczo cenne, dla których typowe jest występowanie relatywnie niewielu gatunków je tworzących. Do takich cennych, relatywnie ubogich w gatunki roślin można między innymi zaliczyć jeziora lobeliowe czy torfowiska wysokie. Ponadto, duże urozmaicenie ekosystemów (mozaikowatość krajobrazu) może być efektem działalności człowieka, i jako takie, niekorzystnie wpływać na bioróżnorodność *sensu stricte*[7].

Pojęcie bioróżnorodności ma charakter wielowymiarowy i jest łączone z innymi terminami, zarówno w odniesieniu do różnorodności gatunkowej, jak i ekosystemowej. Na poziomie gatunków różnorodność jest łączona z bogactwem gatunkowym (liczbą gatunków występujących na danym obszarze), równocennością (rozumianą jako udział danego gatunku w ekosystemie, częstość jego występowania), różnorodnością gatunkową (miarą rozmaitości gatunków uwzględniającą liczbę gatunków oraz ich liczebność i równocenność) oraz równomierno-

[3] N. Gerber, *Biodiversity measures based on species-level dissimilarities: a methodology for assessment*, "Ecological Economics" 2011 t. 70, s. 2274.

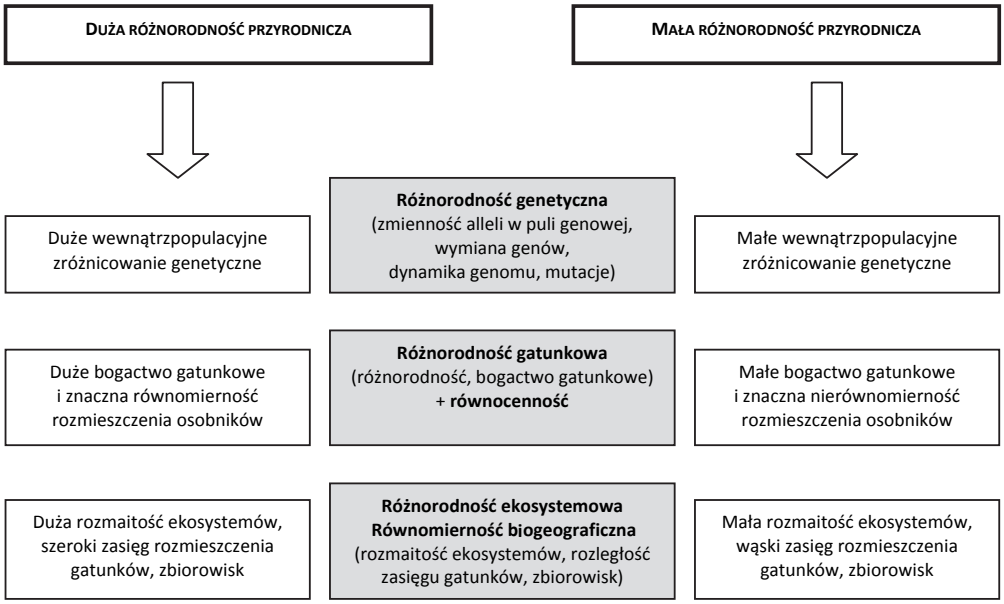
[4] Podano za: J. Sienkiewicz, *Koncepcje bioróżnorodności – ich wymiary i miary w świetle literatury*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych" 2010 nr 45, s. 9.

[5] Ibidem.

[6] A.S. Pullin, *Biologiczne podstawy ochrony przyrody*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.

[7] Powstanie wielu ekosystemów o relatywnie niewielkiej powierzchni może prowadzić do utraty typowych, specyficznych dla danego ekosystemu cech lub też zagrozić jego trwałości. Przykładowo oszacowano, że obszary leśne o powierzchni mniejszej niż 50 ha mają przypadkowy skład ornitofauny, podczas gdy lasy o większej powierzchni mają typową, leśną ornitofaunę; P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, *Poradnik lokalnej ochrony przyrody*, Wyd. Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin 1995, s. 144.

Rysunek 1
Podstawowe poziomy organizacji życia a miary bioróżnorodności



Źródło: J. Sienkiewicz, op. cit., s. 9.

ścią rozmieszczenia gatunków, a ściślej, ich populacji w badanym rejonie oraz taksonomicznym rozrzutem gatunków, co pozwala na określenie relacji między gatunkami oraz na wyodrębnienie gatunków ewolucyjnie odizolowanych. Wszystkie wymienione kategorie są również używane jako miary bioróżnorodności. Na poziomie ekosystemów można mówić o różnorodności strukturalnej (urozmaiceniu struktury i zróżnicowaniu populacji gatunków w danym ekosystemie), różnorodności funkcjonalnej (dotyczy ona różnych funkcji pełnionych w ekosystemie przez poszczególne gatunki) oraz produktywności ekosystemów. Również i te kategorie mogą być użyte przy konstruowaniu mierników bioróżnorodności[8]. Zgodnie z innym ujęciem bioróżnorodność może być rozpatrywana w trzech podstawowych aspektach: historycznym, geograficznym i środowiskowym. Pierwszy z wymienionych dotyczy analizy ewolucji gatunków, drugi – zmian w zależności od położenia geograficznego (tak zwany gradient geograficzny: bioróżnorodność najwyższa jest w strefie równikowej i maleje wraz ze wzrostem szerokości geograficznej), a trzeci – zasobności siedliska lub zróżnicowania środowiska (im jest ono wyższe, tym większe bogactwo gatunkowe)[9].

[8] J. Sienkiewicz, op. cit.
[9] K. Falińska, *Ekologia roślin*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2004.

Niezależnie od tego, w jakim aspekcie będzie rozpatrywana bioróżnorodność, ściśle łączy się ona z organizmami żywymi, zamieszkującymi świat, ich zróżnicowaniem genetycznym i bogactwem gatunkowym. Różnorodność biologiczna zależy też od warunków abiotycznych, stanowiących środowisko życia gatunków. Ze względu na zmiany wprowadzane przez człowieka, zarówno biotop, jak i biocenoza ulegają silnym przekształceniom, co często prowadzi do utraty bioróżnorodności. Bioróżnorodność może być także oceniana nie tylko w kategoriach przyrodniczych, ale jest również traktowana jako dobro ekonomiczne (kategoria kapitału ekonomicznego).

Bioróżnorodność jest wymieniana wśród wielu elementów kapitału naturalnego. Ściślej, R. Gray wymienia cztery podstawowe kategorie kapitału naturalnego[10]:

- odnawialny (na przykład plantacje leśne, zasoby ryb);
- nieodnawialny i niezastępowalny (na przykład ropa naftowa i surowce mineralne);
- nieodnawialny i zastępowalny (gospodarka odpadami);
- krytyczny (w tym właśnie różnorodność biologiczna, której ocena ma charakter jakościowy).

Wielu autorów zwraca uwagę na fakt, iż działalność prowadzona przez człowieka powoduje zagrożenie bioróżnorodności przez utratę siedlisk, ginięcie gatunków oraz zmniejszenie stabilności ekosystemów a przez to – pogorszenie świadczeń ekosystemowych, co z kolei może prowadzić do pogorszenia jakości życia człowieka[11]. Zachowanie bioróżnorodności jest więc jednym z celów rozwoju zrównoważonego, a ściślej, wśród podstawowych celów ochrony bioróżnorodności wymienia się[12]:

- zachowanie bioróżnorodności *sensu stricte* na trzech omawianych poziomach, w tym utrzymanie naturalnych procesów biologicznych;
- ograniczenie obserwowanego spadku liczebności gatunków (w tym poszczególnych populacji) oraz dalszej degradacji środowiska przyrodniczego;
- poprawę różnorodności biologicznej na terenach na których równowaga biologiczna została zachwiana wskutek antropopresji;
- utrzymanie trwałego wykorzystania zasobów naturalnych (gatunków i ekosystemów) oraz zapewnianych przez nie świadczeń (usług) środowiskowych.

W celu prowadzenia działania na rzecz ochrony bioróżnorodności konieczne jest zbadanie stanu jej zachowania lub przeprowadzenie monitoringu zachodzących zmian. Pomiar bioróżnorodności jest więc kluczowym elementem umożliwiającym podjęcie skutecznych działań przeciwdziałających utracie puli genowej, bogactwa gatunkowego, zaburzeniu relacji międzygatunkowych czy też złej kondycji ekosystemów.

---

[10] G. Lamberton, *Sustainability accounting – a brief history and conceptual framework*, "Accounting Forum" 2005 t. 29.

[11] S.E. Nielsen i in., *A new method to estimate species and biodiversity intactness using empirically derived reference conditions*, "Biological Conservation" 2007 t. 137.

[12] J. Wiśniewski, D.J. Gwiazdowicz, *Ochrona przyrody*, Wyd. Akademii Rolniczej, Poznań 2004.

Podstawowe założenia pomiaru bioróżnorodności

Istnieje wiele metod oceny bioróżnorodności. Stosunkowo rzadko prowadzona jest ocena na poziomie genetycznym – wymaga badań laboratoryjnych. Różnorodność biologiczna na poziomie genetycznym jest ponadto trudna do oszacowania, co wynika z faktu, iż jeden organizm zawiera wiele różnych genów. Jednak zachowanie różnorodności puli genowej w obrębie danego gatunku jest uważane za jeden kluczowych elementów zachowania bioróżnorodności w ogóle[13]. Ocena na tym poziomie jest możliwa, chociaż wymaga zastosowania technik laboratoryjnych. Przykładowo, J. Avise podjął próbę oceny geograficznego zróżnicowania populacji zwierząt (bezkręgowców i kręgowców) na podstawie badań mitochondrialnego DNA[14].

Zazwyczaj na poziomie lokalnym i regionalnym bioróżnorodność jest szacowana w odniesieniu do gatunków lub ekosystemów. Jednym ze skutków takiego pomiaru jest wprowadzanie ochrony gatunkowej (w wypadku roślin, zwierząt i grzybów zagrożonych, najczęściej wskutek atropopresji) lub tworzenie tak zwanych terenowych form ochrony przyrody (parków narodowych, rezerwatów przyrody, obszarów Natura 2000). Często mierzy się również bogactwo gatunkowe (liczbę gatunków bytujących na danym obszarze), chociaż niektórzy autorzy uważają, że ta metoda nie jest właściwa, ponieważ nie uwzględnia się w niej zróżnicowania w obrębie danego gatunku[15]. Poza tym, należy pamiętać, iż bioróżnorodność oznacza, że występują różne typy ekosystemów – i te, dla których typowe jest występowanie wielu różnych gatunków, jak i te, które są relatywnie „ubogie" (których biocenozę stanowi relatywnie niewiele gatunków). Bioróżnorodność w szerokim ujęciu oznacza, że wszystkie te typy ekosystemów powinny zostać zachowane.

Metody oceny bioróżnorodności można podzielić na trzy podstawowe grupy, w zależności od punktu odniesienia[16]:

- ocena składu gatunkowego badanego obszaru – dokonywana w efekcie prowadzonej inwentaryzacji przyrodniczej, przykładem jest ocena stanu florystycznego (ang. *Floristic Quality Assessment*); ocenie podlegają wybrane lub wszystkie gatunki roślin i (lub) zwierząt obecnych na danym obszarze, uzyskane wyniki można także porównać z listą gatunków typowych dla danego ekosystemu;
- porównanie obecnego stanu ekosystemu z jego stanem z przeszłości (ang. *time-zero*) – to ocena zmian zachodzących w czasie; w tej metodzie wybiera się określony punkt w czasie (punkt zerowy) i do tego stanu porównuje zmiany zachodzące w kolejnych okresach;

[13] N. Gerber, *Biodiversity measures based on species-level dissimilarities: a methodology for assessment*, "Ecological Economics" 2011 t. 70.
[14] A.S. Pullin, *Biologiczne podstawy ochrony przyrody*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
[15] N. Gerber, op. cit.
[16] S.E. Nielsen i in., op. cit., s. 404.

- odniesienie do obszarów chronionych – w tej metodzie porównuje się bioróżnorodność danego obszaru (regionu) w stosunku do podobnych terenów o naturalnym, mało zmienionym środowisku, na przykład parków narodowych.

Ocena bioróżnorodności może być prowadzona w skali lokalnej, krajobrazowej (regionalnej) lub makroskali. W wypadku tej pierwszej analizuje się zróżnicowanie (różnorodność gatunkową) danego ekosystemu lub siedliska, uwzględniając przy tym obce gatunki wprowadzone przez człowieka czy inne zmiany będące skutkiem atropopresji. Na większym obszarze (tak zwana przestrzenna skala krajobrazowa) bada się różnorodność (urozmaicenie, mozaikowatość) siedlisk lub ekosystemów, w tym zmiany dotyczące zajmowanej przez nie powierzchni, wynikające z warunków naturalnych lub będące skutkiem działalności gospodarczej (wliczając to zmiany wprowadzone przez człowieka). Natomiast w wypadku makroskali ocena dotyczy różnorodności międzyregionalnej[17].

Najczęściej stosuje się metody pomiaru, które pozwalają na ocenę zachowania różnorodności biologicznej, możliwa jest także ocena stopnia utraty różnorodności biologicznej. Badania mogą dotyczyć określonych gatunków wskaźnikowych (bioindykatorów) lub też stosowania określonych miar bioróżnorodności.

Wielu autorów zwraca uwagę, że bioróżnorodność najwygodniej można badać na poziomie gatunków, gdyż zmiany zachodzące w ich występowaniu i liczebności są najbardziej czytelną miarą zmian różnorodności biologicznej czy też zmian zachodzących w stanie środowiska[18]. W wypadku bioróżnorodności w skali lokalnej, regionalnej i wyższej, część autorów zakłada konieczność dokonywania kompleksowej oceny w odniesieniu do czterech podstawowych kategorii: zmian w bioróżnorodności (wliczając w to występowanie, liczebność i rozmieszczenie gatunków), zmian w powierzchni siedlisk (lub ekosystemów) oraz struktury krajobrazu, stopnia degradacji siedliska oraz zagrożeń (rzeczywistych i potencjalnych) dla obszarów chronionych (o wysokich walorach przyrodniczych)[19].

W praktyce, najczęściej ocena bioróżnorodności jest dokonywana na poziomie gatunkowym – na podstawie występowania, liczebności oraz rozmieszczenia wybranych gatunków roślin lub zwierząt – lub zbiorowisk roślinnych (fitocenoz).

Wybrane metody oceny bioróżnorodności na poziomie gatunków i fitocenoz

Ocena bioróżnorodności w wypadku tej grupy metod bazuje na monitoringu wszystkich lub wybranych gatunków bądź też zbiorowisk roślinnych (względnie siedlisk) oraz analizie zmian w ich liczebności w danym okresie. W zależności od metody, badanie może dotyczyć gatunków pospolitych (o wysokiej tolerancji na

[17] J. Sienkiewicz, op. cit.
[18] S.E. Nielsen i in., op. cit.; J. Sienkiewicz, op. cit.
[19] H. Nagendra i in., *Remote sensing for conservation monitoring: Assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity and threats*, "Ecological Indicators" 2013 t. 33.

Tabela 1
Wybrane miary różnorodności gatunkowej

Wskaźnik	Wzór	Legenda
Simpsona (D)	$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$	p_i – proporcja gatunku i w próbie badawczej
Margalefa (d, R_1)	$d = \left(\frac{S-1}{\log N}\right)$	S – liczba gatunków na badanym obszarze N – liczba wszystkich osobników
Uproszczony wskaźnik Margalefa stosowany przez Min. Środowiska	$R = \frac{S}{\log N}$	S – liczba rodzin N – liczba wszystkich osobników
Różnorodności (H) Shannona (Shannona-Wienera, Shannona-Weavera)	$H = -\sum(pi)\cdot(\ln pi)$ $p_i = n_i / N$	p_i – udział i-tego gatunku w stosunku do sumy udziału wszystkich gatunków n_i – liczebność danego gatunku N – całkowita liczebność wszystkich gatunków
Równocenności (udziału poszczególnych gatunków) Shannona (E_H, J)	$E_H = \frac{H}{\ln S}$	H – wskaźnik różnorodności Shannona S – liczba gatunków na danym obszarze
Dominacji Shannona i Wienera (Shannona i Weavera)	$C = \sum\left(\frac{N_i}{N}\right)^2$	N_i – liczebność danego gatunku i N – całkowita liczebność wszystkich gatunków
Zmodyfikowany wskaźnik Simpsona (D)	$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$	n – liczba osobników danego gatunku N – liczba wszystkich osobników wszystkich gatunków

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Falińska, op. cit., s. 273; J. Sienkiewicz, op. cit., s. 18-20; A. Urbisz, op. cit., s. 92.

zmiany środowiska, występujących w różnych ekosystemach) lub też gatunków rzadkich, specyficznych dla określonego ekosystemu. Cześć badań opiera się na występowaniu określonych (najczęściej rzadkich, przyrodniczo cennych) gatunków roślin lub zbiorowisk roślinnych, a część – wybranych gatunków zwierząt; można także badać skład gatunkowy (szczególnie w odniesieniu do roślinności) badanego obszaru.

Najczęściej ocena dotyczy występowania gatunków i ich liczebności. Stosowane są różne miary. Można także ocenić bogactwo gatunkowe, czyli całkowitą liczbę gatunków (S) występujących na danym obszarze lub w próbie badawczej (na przykład na powierzchni próbnej). Badanie to jednak nie jest adekwatne do rzeczywistości, gdyż nie uwzględnia: liczebności poszczególnych gatunków (ich pospolitości lub rzadkości). Dlatego też znacznie częściej stosuje się wskaźniki, które bazują nie tylko na występowaniu gatunków, ale także na ich liczebności, czyli pomiar dotyczy różnorodności gatunkowej (tabela 1). Mierniki te mogą być stosowane w postaci zmodyfikowanej: zamiast logarytmu (*log*) jest logarytm naturalny (*ln*) lub odwrotnie[20].

[20] K. Falińska, op. cit.; J. Sienkiewicz, op. cit.; A. Urbisz, op. cit.

Przedstawione w tabeli 1 miary pozwalają również na ocenę podobieństw lub różnic występujących w poszczególnych zbiorowiskach[21]. Analiza bioróżnorodności na poziomie gatunkowym ściśle wiąże się z bioróżnorodnością zbiorowisk roślinnych (fitocenoz) czy ekosystemów.

W celu poznania gatunków występujących na danym terenie, w ramach inwentaryzacji przyrodniczej, opierając się na pracach terenowych i danych archiwalnych, sporządza się wykaz wszystkich gatunków z uwzględnieniem warunków siedliska, w tym spis florystyczny. Możliwe jest posługiwanie się przy tym listami ekologicznych gatunków wskaźnikowych[22]. Ocena występowania i liczebności gatunków pozwala dość płynnie przejść do oceny stanu zachowania zbiorowisk roślinnych.

Metodą stosowaną do oceny składu gatunkowego fitocenoz jest ocena jakości florystycznej (ang. *Floristic Quality Assessment* – FQA). Opiera się ona na dwóch założeniach: gatunki roślin różnią się swoją tolerancją na pojawiające się zakłócenia oraz tym, że gatunki rodzime wykazują odmienny stopień „wierności" siedlisku (w rozumieniu: integralności siedliska)[23]. Każdemu gatunkowi roślin przypisywane są tak zwane współczynniki konserwatyzmu (ang. *Coefficient of Conservatism* – CC), które przyjmują wartość od 0 do 10. Ich wartość zależy od poziomu tolerancji danego gatunku na zmiany i możliwości jego występowania w wielu różnych lub tylko konkretnych, wybranych siedliskach (w tym tylko na siedliskach niezmienionych). Przykładowo, gatunkom obcym jest przypisywany współczynnik 0, a rodzimym gatunkom roślin, o wąskiej amplitudzie ekologicznej i specyficznych wymaganiach siedliskowych, związanym tylko z określonym zbiorowiskiem, przypisywany jest najwyższy współczynnik: 10. Te ostatnie gatunki są uznawane za najcenniejsze[24], i potencjalnie najszybciej ginące z ekosystemów w efekcie wprowadzanych przez człowieka zmian. Wykorzystanie tego wskaźnika pozwala więc na nadanie określonej rangi poszczególnym gatunkom i jest skorelowane z innymi miarami wykorzystywanymi do oceny stopnia zachowania bioróżnorodności[25]. Skalę współczynników przypisywaną gatunkom roślin przedstawiono w tabeli 2.

---

[21] K. Falińska, op. cit.

[22] P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, op. cit.; C. Wysocki, P. Sikorski, *Ocena środowiska przyrodniczego na podstawie szaty roślinnej*, w: *Ocena i wycena zasobów przyrodniczych*, red. J. Szyszko, J. Rylke, P. Jeżowski, Wyd. Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2002.

[23] D.M. Mushet, N.H. Jr Euliss, T.L. Sheffer, *Floristic quality assessment of one natural and three restored wetland complexes in North Dakota, USA*, "Wetlands" 2002 t. 22, nr 1, www.bhwp.org [25-11-2013].

[24] Są to tak zwane cenoelementy – gatunki charakterystyczne dla określonych fitocenoz, o małym zakresie tolerancji na zmiany zachodzące w otoczeniu, które, wskutek tych ostatnich, ustępują jako pierwsze. Gatunki te są zazwyczaj dobrymi wskaźnikami stanu zachowania bioróżnorodności; P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, op. cit., s. 73.

[25] D.M. Mushet, N.H. Jr Euliss, T.L. Sheffer, op. cit.

Tabela 2
Przypisywanie współczynników konserwatyzmu

Wartość	Opis
0 – 3	rośliny o wysokiej ekologicznej tolerancji na zmienność środowiska, spotykane w wielu różnych fitocenozach
4 – 6	rośliny o średniej tolerancji ekologicznej, kojarzone ze specyficznymi fitocenozami
7 – 8	rośliny o niewielkim zakresie tolerancji ekologicznej, typowe dla zaawansowanych stadiów sukcesji
9 – 10	rośliny o wysokim stopniu wrażliwości na zmiany, występujące na siedliskach pierwotnych, niezmienionych (gatunki uznane za „bardzo konserwatywne")

Źródło: www.bhwp.org [25-11-2013].

Badanie oceny jakości florystycznej wymaga[26]:

- sporządzenia wykazu gatunków obecnych na danym obszarze,
- osobnej oceny dla każdego z występujących gatunków współczynnika konserwatyzmu (CC lub C).

W kolejnym etapie badania, wartości CC w połączeniu z listą rodzimych gatunków roślin dla danego obszaru, może być wykorzystane do określenia jakości florystycznej poprzez obliczenie średniej CC (wszystkie wartości CC dla poszczególnych rodzimych gatunków zostają zsumowane i podzielone przez liczbę tych gatunków), tak zwanego średniego współczynnika dla gatunków rodzimych (ang. *Native Mean Coefficient* – NMC). Na końcu oblicza się wskaźnik jakości florystycznej (ang. *Floristic Quality Index* – FQI) ze wzoru[27]:

$$FQI = NMC \cdot \sqrt{N} \tag{1}$$

gdzie: N to liczba gatunków rodzimych.

NMC pozwala na określenie przeciętnego stanu zachowania zbiorowiska. Jeśli zbiorowisko ulega degradacji to gatunkami, które najszybciej giną są te „konserwatywne", o bardzo niskiej tolerancji na zmiany otoczenia, o najwyższym współczynniku CC. W takim wartość średnia NMC przyjmuje niższe wartości, podobnie FQI. Zakłada się, iż wpływ obecności gatunków obcych (mimo że nie są brane bezpośrednio pod uwagę) jest widoczny poprzez wspomniane zmiany wskaźników NMC i FQI wynikające z utraty gatunków rodzimych. FQI może być także wykorzystywany do porównań dwóch obszarów o podobnych fitocenozach, monitoringu zmian zachodzących w czasie oraz badań pozwalających na określenie wpływu gospodarki na zmiany środowiska[28]. FQA jednak jest krytykowana ze względu na pewien subiektywizm (to eksperci przypisują wartość wskaźnika). Nie pozwala także na określenie liczebności, zagęszczenia czy dominacji poszczególnych gatunków. Ponadto metoda ta wymaga dokonania oceny CC

[26] www.bhwp.org [25-11-2013].
[27] D.M. Mushet, N.H. Jr Euliss, T.L. Sheffer, op. cit.
[28] Ibidem.

dla wszystkich rodzimych gatunków roślin obecnych na danym obszarze[29], więc jest pracochłonna a więc mało praktyczna[30].

Bioróżnorodność może być także oceniania w oparciu o gatunki wskaźnikowe – bioindykatory. Za takie uważa się wybrane organizmy (ewentualnie zbiorowiska roślinne), których występowanie, liczebność, stopień dominacji, świadczą o stanie zachowania ekosystemu lub warunkach środowiska[31]. Bioindykatorami może być wiele gatunków. Najbardziej znaną metodą oceny jest ta bazująca na występowaniu wybranych gatunków porostów w zależności od stanu zanieczyszczenia środowiska.

Powyższe metody (poza FQA) nie uwzględniają jednak zmian w składzie gatunkowym spowodowanych wprowadzeniem gatunków obcych, lub też wypieraniem gatunków rodzimych typowych dla danego ekosystemu przez gatunki synantropijne lub te o szerokim zasięgu występowania, obecne w wielu zbiorowiskach (gatunki kosmopolityczne). Podejmowano więc próby określenia stopnia synantropizacji lub też udziału gatunków nierodzimych w zbiorowisku. Przykładowo można tutaj wymienić: wskaźnik synantropizacji, indeks obecności gatunków obcych czy ocenę nienaruszalności bioróżnorodności.

Wskaźnik antropizacji (S_1) danego obszaru można wyrazić za pomocą wzoru[32]:

$$S_I = \left(\frac{A_P + A}{N}\right) \cdot 100 \tag{2}$$

gdzie:

A_P – liczba gatunków stwierdzonych na danym obszarze, które są apofitami (gatunkami rodzimymi, ale rozprzestrzenionymi na obce sobie siedliska),

A – liczba antropofitów (gatunków, które są obce geograficznie),

N – ogólna liczba wszystkich gatunków. Wskaźnik ten demonstruje procentowy udział gatunków obcych dla danego zbiorowiska (lub siedliska)[33].

Wskaźnik obecności i wpływu gatunków obcych, nierodzimych (ang. *Plant Stewardship Index* – PSI) jest modyfikacją wspomnianej już oceny jakości florystycznej (FOA). Również w tym wypadku należy sporządzić listę gatunków roślin występujących na badanym obszarze, ocenić ich CC (dla każdego gatunku z osobna) a następnie obliczyć wskaźnik obecności gatunków obcych (PSI) ze wzoru[34]:

$$PSI = TMC \cdot \sqrt{N} \tag{3}$$

gdzie:

TMC (ang. *Total Mean C*) to suma współczynników CC podzielona przez wartość ($N + I$),

N – liczba gatunków rodzimych,

I – liczba gatunków wprowadzonych do zbiorowiska.

---

[29] Lub, w wypadku jej modyfikacji (wskaźnik obecności gatunków obcych PSI – *Plant Stewardship Index*), wszystkich gatunków, łącznie obcych i rodzimych, obecnych na badanym obszarze.

[30] D.M. Mushet, N.H. Jr Euliss, T.L. Sheffer, op. cit.

[31] P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, op. cit.; J. Sienkiewicz, op. cit.

[32] C. Wysocki, P. Sikorski, op. cit.

[33] Ibidem.

[34] www.bhwp.org [25-11-2013].

Modelowanie zostało także zastosowane do oceny nienaruszalności różnorodności biologicznej (ang. *biodiversity intactness*) na podstawie metody zaproponowanej przez S.E. Nielsena i jego współpracowników. Autorzy ci zwrócili uwagę, że standardowe metody oceny bioróżnorodności, oparte na bogactwie gatunkowym (występowanie gatunków, ich liczebność), zazwyczaj nie uwzględniają zmian spowodowanych wprowadzeniem gatunków obcych geograficznie lub zmian, gdy gatunki typowe dla danego ekosystemu są wypierane przez gatunki pospolite albo też sytuacji, gdy zmiany wprowadzone przez człowieka negatywnie wpływają na obecność poszczególnych gatunków rodzimych. Zaproponowali więc model umożliwiający określenie zmian w występowaniu i liczebności ssaków wskutek antropopresji, w przypadku budowy dróg (autostrad). Badane parametry porównywali do sytuacji wzorcowej, jaką był brak sieci drogowej na danym obszarze. Po ustaleniu warunków odniesienia badanie przebiegało w następujących etapach: obliczono wskaźniki występowania i obfitości (liczebności populacji) dla danego gatunku i na ich podstawie wskaźnik nienaruszalności dla gatunku oraz stanu zachowania bioróżnorodności. W wypadku występowania zbadano (w ściśle określonym terminie) ślady pozostawione przez ssaki w wielu lokalizacjach. Gatunkowi, którego tropy zaobserwowano we wszystkich miejscach, przypisano wskaźnik występowania 100 i dokonano standaryzacji wskaźnika. Zarówno w wypadku występowania, jak i liczebności poszczególnych gatunków zbadano relację między tymi dwoma parametrami w stanie nienaruszonym i w sytuacji, gdy tereny leśne zostały przecięte siecią dróg[35]. Etapy badania zostały przedstawione w tabeli 3.

O utracie bioróżnorodności świadczyć mogą także sporządzane wykazy gatunków ginących oraz zagrożonych wyginięciem sporządzane w formie czerwonych ksiąg lub czerwonych list. Gatunki chronione (grzyby, rośliny i zwierzęta) również mogą świadczyć o zmianach zachodzących w środowisku – część z nich była wykorzystywana gospodarczo w poprzednich okresach, co przyczyniło się do znaczącego spadku ich liczebności. Kolejnym czynnikiem wpływającym na liczebność gatunków są przekształcenia siedlisk wskutek działalności prowadzonej przez człowieka. Analiza zmian gatunków (a ściślej – liczby tych gatunków) umieszczanych na wykazach gatunków chronionych, na czerwonych listach czy w czerwonych księgach, także pozwala w pewnym stopniu na ocenę bioróżnorodności[36].

Poza wybranymi gatunkami roślin czy zwierząt, bioróżnorodność może być także oceniana na podstwie wybranych siedlisk, lub grup siedlisk (tworzących krajobraz). Taka ocena jest możliwa, ale należy pamiętać, iż, co prawda, na określonych siedliskach występują pewne, typowe dla nich gatunki[37], ale z drugiej

[35] S.E. Nielsen i in., op. cit.

[36] Analogicznie można także oceniać bioróżnorodność w oparciu o listy siedlisk chronionych czy czerwone listy fitocenoz.

[37] Pojawia się także ścisła relacja między danym gatunkiem zwierzęcia a jego pokarmem, na przykład obecność pewnych gatunków owadów zależy od występowania niektórych gatunków roślin R.G.H. Bunce i in., *The significance of habitats as indicators of biodiverisity and their links to species*, "Ecological Indicators" 2013 t. 33, s. 22.

Tabela 3
Szacowanie nienaruszalności różnorodności biologicznej – etapy badania

Lp	Badanie	Wskaźnik
1.	Wskaźnik występowania (ang. *occurance index*)	dla wartości obserwowanych powyżej górnej granicy: $OI_i = 100 - [(O_i - U_i) \cdot 100]$ lub dla wartości obserwowanych poniżej dolnej granicy: $OI_i = 100 - [(\frac{\lvert (O_i - L_i \rvert}{L_i}) \cdot 100]$ OI_i – wskaźnik występowania dla gatunku *i* (od 0 – gatunek zdegradowany, do 100 – nienaruszony) O_i – udział miejsc zajmowanych przez gatunek *i* U_i – górna granica prawdopodobieństwa występowania gatunku *i* w stanie nienaruszonym (warunki odniesienia) L_i – dolna granica prawdopodobieństwa występowania gatunku *i* w stanie nienaruszonym (warunki odniesienia)
2.	Wskaźnik obfitości (ang. *abundance index*)	$AI_i = 100 - [(\frac{\lvert (Ai+0,5)^{0,5} - (Ei+0,5)^{0,5} \rvert}{(ei+0,5)^{0,5}}) \cdot 100]$ AI_i – wskaźnik obfitości dla gatunku *i* A_i – zaobserwowana średnia dla występującego gatunku *i*, E_i – oczekiwana obfitość (liczebność)dla gatunku *i*
3.	Nienaruszalność gatunków (ang. *species intactness*)	$SI_i = (OI_i \cdot AI_i) / 100$ SI_i – wskaźnik nienaruszalności dla gatunku *i* OI_i – wskaźnik występowania dla gatunku *i* AI_i – wskaźnik obfitości dla gatunku *i*
4.	Nienaruszalność bioróżnorodności (ang. *biodiversity intacntess*)	$BI = \frac{1}{R} \sum SI_i$ SI_i – wskaźnik nienaruszalności gatunków R – liczba rozpatrywanych gatunków

Źródło: S.E. Nielsen i in., op. cit., s. 405-406.

strony niektóre gatunki mogą być obecne w kilku odmiennych siedliskach, dlatego też nie zawsze pomiar bioróżnorodności dokonywany na podstawie wybranych gatunków zwierząt (lub rzadziej, roślin) można odnieść do oceny prowadzonej na podstawie typów siedlisk[38].

Ocena stanu zachowania zbiorowisk roślinnych może być dokonywana na podstawie tak zwanych zdjęć fitosocjologicznych[39] na odpowiednio dobranych powierzchniach próbnych, chociaż tego typu ocena jest do pewnego stopnia subiektywna[40]. Na poziomie fitocenoz pewną formą oceny zachowania bioróżnorodności może być określenie roślinności potencjalnej (a ściślej, mapy potencjalnej roślinności naturalnej). Jest to teoretyczne zbiorowisko roślinne (zwane w skrócie roślinnością), jakie istniałoby na danym obszarze, gdyby nie było

[38] R.G.H. Bunce i in., op. cit.
[39] Bada się udział (pokrycie powierzchni – liczebność) gatunków na wyodrębnionych powierzchniach próbnych.
[40] P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, op. cit.; J. Sienkiewicz, op. cit.

ingerencji człowieka. Różnica między roślinnością rzeczywistą (aktualnie występującą) a potencjalną pozwala na określenie stopnia zmian[41].

W wielu krajach są podejmowane próby oceny bioróżnorodności na podstawie zdjęć lotniczych lub satelitarnych[42]. Jednak ocena siedlisk czy zbiorowisk roślinnych, prowadzona na podstawie zdjęć lotniczych czy satelitarnych, nie może być do końca traktowana jako miarodajna: pozwoli na określenie typu siedliska, ale nie na określenie, jak bardzo mogło ono zostać zniekształcone wskutek antropopresji. Może być ona stosowana jako metoda uzupełniająca do oceny składu gatunkowego zbiorowisk i stopnia ich zachowania.

Inwentaryzacja przyrodnicza i ocena stanu zachowania środowiska przyrodniczego (gatunków, ekosystemów) na poziomie lokalnym umożliwia ocenę bioróżnorodności na poziomie regionalnym i wyższym oraz dokonywanie porównań międzynarodowych.

Wybrane metody oceny bioróżnorodności na poziomie krajowym, międzynarodowym i globalnym

Na poziomie państw, opierając się na analizie występowania i stanu zagrożenia gatunków można zmierzyć przeciętny wskaźnik bogactwa gatunkowego (łącznie w odniesieniu do roślin i zwierząt) dla danego kraju – stosunek ważonego bogactwa gatunkowego (ang. *weighted species enrichment* – WSE). Oblicza się go korzystając z następującego wzoru[43]:

$$WSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(k_{ij} - t_{ij}\right)}{\sum_{i=1}^{n} k_{ij}} \cdot 100 \qquad (4)$$

gdzie:

k_{ij} – liczba znanych gatunków stwierdzonych w kraju *i*, w konkretnych kategoriach *j* (przykładowo grzyby, rośliny, ryby, płazy, gady, ptaki, ssaki),

t_{ij} – liczba gatunków zagrożonych w kraju *i* w odpowiednich kategoriach *j*.

Inną metodę oceny bioróżnorodności poszczególnych obszarów bazującą na występowaniu określonych gatunków i (lub) zbiorowisk wykorzystano przy wyznaczaniu obszarów cennych przyrodniczo w Europie – tak zwanych obszarów Natura 2000. Ta sieć powstała w oparciu o dwie dyrektywy UE: tak zwaną dyrektywę ptasią[44], stanowiącą podstawę dla tworzenia obszarów specjalnej ochrony ptaków dziko żyjących (OSO) oraz tak zwaną dyrektywę siedliskową[45], na pod-

[41] P. Pawlaczyk, A. Jermaczek, op. cit.; C. Wysocki, P. Sikorski, op. cit..

[42] R.G.H. Bunce i in., op. cit.; N.C. Coops, M.A. Wulder, D. Iwanicka, *An enviroonmental domain classification of Canada using earth observation data for biodiversity assessment*, "Ecological Informatics" 2009 t. 4.

[43] G.Emm. Halkos, N.G. Tzeremes, *Measuring biodiversity performance: A conditional efficiency measurement approach*, "Environmental Modelling & Software" 2010 t. 25.

[44] Dyrektywa Rady 79/409/EWG.

[45] Dyrektywa Rady 92/43/EWG.

stawie której są tworzone specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO). W wypadku OSO pod uwagę wzięto występowanie i liczebność gatunków ptaków wymienionych w załączniku do dyrektywy ptasiej (gatunki zagrożone, wędrowne i gromadne występujące w dużych koncentracjach) oraz migrujące gatunki ptaków wodno-błotnych. Pod uwagę bierze się (poza liczebnością) także rozpowszechnienie poszczególnych gatunków[46] i bogactwo gatunkowe[47]; SOO z kolei są tworzone na obszarach, gdzie są konkretne siedliska przyrodnicze, uznane za siedliska będące przedmiotem zainteresowania wspólnoty lub za priorytetowe (uwzględnia się także stan zachowania siedliska[48], stopień reprezentatywności[49], stan zachowania jego struktury i pełnionych funkcji, zajmowaną powierzchnię oraz relację w stosunku do krajowych zasobów tego siedliska) oraz gdzie występują wybrane gatunki roślin i zwierząt, ważne w skali Europy. W wypadku gatunków pod uwagę bierze się, czy zostały one uznane za priorytetowe (podobnie jak siedliska), wielkość i zagęszczenie populacji, stopień izolacji oraz rozmieszczenie na terenie całego kraju. Kolejnym aspektem branym pod uwagę przy wyznaczaniu SOO jest ich położenie na trasach migracji zwierząt czy obszarach pełniących funkcję korytarza ekologicznego. Taka procedura umożliwia określenie względnej wartości danego obszaru[50]. Metodę wykorzystaną do wyznaczania obszarów Natura 2000 można uznać za jeden z najbardziej kompleksowych sposobów oceny bioróżnorodności, szczególnie w odniesieniu do powoływania specjalnych obszarów ochrony siedlisk.

Dość skomplikowany system oceny stopnia bioróżnorodności przyjęła Europejska Agencja Środowiska (ang. *European Environment Agency* – EEA) opierając się na kryteriach Konwencji o różnorodności biologicznej przyjętej w 1992 roku.

---

[46] Udział procentowy powierzchni w granicach obszaru badań, na której stwierdzono występowanie danego gatunku.

[47] J. Gromadzka, M. Gromadzki, *Kryteria waloryzacji Obszarów Specjalnej Ochrony*, w: *Ekologiczna sieć Natura 2000. Problem czy szansa*, red. M. Makomaska-Juchiewicz, S. Tworek, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków 2003, s. 31-35; *Monitoring ptaków lęgowych. Poradnik metodyczny dotyczący gatunków chronionych dyrektową ptasią*, red. P. Chylarecki, A. Sikora, Z. Cenian, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2009, s. 24-25; *Wdrażanie koncepcji sieci Natura 2000 w Polsce w latach 2001 – 2003*. Materiały instruktażowe dla Wojewódzkich Zespołów Realizacyjnych wraz z załącznikami, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków-Warszawa-Gdańsk 2002, s. 13-14.

[48] Chodzi tutaj o stopień zachowania typowej struktury siedliska, zachowania jego funkcji (w przyszłości) oraz możliwość jego otworzenia (renaturalizacji), *Instrukcja wypełniania Standardowego Formularza Danych obszaru Natura 2000. Wersja 2012.1*, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2012, s. 17-19.

[49] W tym wypadku określa się, w jakim stopniu dane siedlisko zostało wykształcone, *Instrukcja wypełniania...*, s. 16.

[50] M. Makomaska-Juchiewicz, S. Tworek, G. Cierlik, *O kryteriach typowania Specjalnych Obszarów Ochrony*, w: *Ekologiczna sieć Natura 2000. Problem czy szansa*, red. M. Makomaska-Juchiewicz, S. Tworek, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków 2003; rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 kwietnia 2010 r. w sprawie siedlisk przyrodniczych oraz gatunków będących przedmiotem zainteresowania Wspólnoty, a także kryteriów wyborów obszarów kwalifikujących się do uznania lub wyznaczenia jako obszary Natura 2000 (Dz.U. nr 77 poz. 510 z późn. zm.).

W 2007 roku opublikowano pierwszy zestaw wskaźników pozwalających na ocenę stanu zachowania różnorodności biologicznej w Europie[51]. Zostały one podzielone na 7 głównych grup: status i trendy składowych bioróżnorodności, zagrożenia dla bioróżnorodności, integralność ekosystemów oraz świadczenia ekosystemowe, zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych, status dostępu i udział w korzyściach (w odniesieniu do wykorzystywania zasobów genetycznych), status transferu zasobów (chodzi tutaj o finansowanie działań na rzecz bioróżnorodności) a także opinia publiczna (rozumiana głównie jako świadomość ekologiczna oraz partycypacja społeczna)[52]. Wskaźniki dotyczące pierwszego z omawianych obszarów przedstawiono w tabeli 4.

Zaproponowano zmianę powyższych wskaźników w kolejnym okresie (strategia do roku 2020). Przykładowo, w wypadku gatunków zaproponowano obserwację nie tylko ich liczebności i rozmieszczenia, ale także ocenę zagrożenia wyginięciem, a w wypadku analogicznych siedlisk – nie tylko zmiany powierzchni, ale

Tabela 4

Wskaźniki dotyczące statusu składowych bioróżnorodności oraz trendów ich zmian

Główny wskaźnik	Wskaźniki specyficzne
Trendy dotyczące liczebności i rozmieszczenia wybranych gatunków	Rozmieszczenie i liczebność: wybranych gatunków: • ptaków • motyli
Zmiany w statusie gatunków zagrożonych i (lub) chronionych	Wykazy gatunków: • czerwona lista gatunków europejskich • gatunki będące przedmiotem zainteresowania wspólnoty
Trendy dotyczące rozszerzania się wybranych biomów[52], ekosystemów i siedlisk	Pod uwagę bierze się: • powierzchnię ekosystemu • siedliska będące przedmiotem zainteresowania wspólnoty
Trendy dotyczące różnorodności genetycznej zwierząt udomowionych, roślin hodowlanych i gatunków ryb o dużym znaczeniu dla gospodarki	Uwzględnia się genetyczne zróżnicowanie inwentarza żywego
Powierzchnia obszarów chronionych	Uwzględnia się następujące formy obszarów chronionych: • obszary chronione tworzone w oparciu o prawo krajowe, • obszary Natura 2000 (OSO, SOO)

Źródło: *Streamlining European biodiversity indicators 2020* ..., s. 14.

[51] Tak zwany SEBI 2010 Indicators (SEBI – *The Streamlining European Biodiversity Indicators*).

[52] *Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from SEBI 2010 process*, EEA Technical report No. 11/2012, European Environment Agency, Copenhagen 2012.

[53] Biom to zbiorowisko roślin i zwierząt występujących na stosunkowo dużym, zróżnicowanym ekologicznie obszarze.

także stanu zachowania, ich reprezentatywności, wrażliwości oraz efektywności prowadzonych działań ochronnych[54].

Zmiany liczebności wybranych gatunków ptaków (z różnych rodzin) są stosowane jako miary bioróżnorodności przez Eurostat. Jeśli chodzi o ścisłość, pod uwagę bierze się gatunki ptaków typowe dla terenów uprawnych i dla kompleksów leśnych. Ponadto, uwzględnia się różnice w rozmieszczeniu geograficznym ptaków – dla każdego kraju jest sporządzania liczba monitorowanych gatunków[55]. Na tej podstawie wyliczane są 3 wskaźniki pozwalające na określenie procentowej zmiany liczebności: dla ptaków typowych dla terenów uprawnych (36 gatunków), ptaków leśnych (29-33) oraz wskaźnik obejmujący wszystkie monitorowane gatunki (136-149). Za rok bazowy przyjęto 2000 i wszystkie zmiany są mierzone w odniesieniu do tego roku[56]. Ponadto bioróżnorodność w państwach europejskich, zgodnie z metodyką Eurostatu, jest mierzona także w oparciu o utworzone obszary chronione, a ściślej – obszary Natura 2000 tworzone zgodnie z dyrektywą siedliskową (SOO). Pod uwagę brany jest udział procentowy tych obszarów w powierzchni danego kraju, zarówno w odniesieniu do obszarów lądowych jak i morskich. Trzecim elementem mierzonym przez Eurostat jest połów ryb przez kraje Unii Europejskiej w Północno-Wschodnim Atlantyku powyżej granic bezpieczeństwa ekologicznego.

Zmiany występowania poszczególnych gatunków (typowych dla danych ekosystemów) są również wykorzystywane przez WWF przy konstruowaniu miary LPI – *Living Planet Index*, tak zwanego wskaźnika życia planety. W tym wypadku zmiany zachodzące w występowaniu gatunków są porównywane ze stanem środowiska z 1970 roku. *Living Planet Index* umożliwia monitoring środowiska, na bazie pomiaru liczebności populacji kręgowców. Badanie jest prowadzone na podstawie 9014 populacji 2688 gatunków ssaków, ptaków, gadów, płazów i ryb, żyjących zarówno w strefie klimatu umiarkowanego, jak i podzwrotnikowego. Globalny indeks LPI jest wypadkową trzech wskaźników: LPI dla terenów lądowych, morskiego LPI oraz LPI dla wód słodkich. W raporcie są także zamieszczane zmiany liczebności wybranych gatunków. Z raportu przygotowanego przez WWF w 2012 roku wynika, że znacząco zmniejsza się liczebność gatunków w strefie podzwrotnikowej (o 62% w stosunku do stanu w roku 1970), a liczebność badanych populacji dla strefy klimatu umiarkowanego rośnie (wzrost o 31%). W tym drugim wypadku wzrasta liczebność badanych gatunków ptaków oraz niektórych waleni[57].

---

[54] *Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from SEBI 2010 process*, EEA Technical report No 11/2012, European Environment Agency, Copenhagen 2012.

[55] Poza listą na poziome europejskim wykorzystuje się listy gatunków na poziomie krajowym. Najmniej monitorowanych gatunków ptaków typowych dla terenów uprawnych jest w Norwegii (7), Finlandii (9) i Irlandii (9), najwięcej – na Węgrzech (22), w Polsce (23), Hiszpanii (25) i we Włoszech (27).

[56] www.epp.eurostat.ec.europa.eu [30-09-2013].

[57] *Living Planet Report 2012. Biodiversity, biocapacity and better choices*, WWF, www.panda.org [20-11-2013].

Poza WWF, bioróżnorodność na poziomie kontynentu lub całego świata mierzą także: *The European Topic Centre on Biodiversity, Global Biodiversity Information Facility* (GBiF) oraz *Group on Earth Observation Biodiversity Observation Natwork* (GEO-BON), które podjęły próbę ujednolicenia standardów wykorzystywanych do monitoringu i oceny bioróżnorodności[58]. Poza wyżej wymienionymi metodami oceny, próbuje się również powiązać stan zachowania bioróżnorodności z kwestiami społeczno-ekonomicznymi. Dość często stosowana jest metoda WTP (ang. *Willingness to Pay*)[59], choć trzeba pamiętać, że jej wyniki (jak i rezultaty metody WTA – *Willingness to Accept*) są obarczone pewnymi błędami[60].

Interesujący sposób pomiaru bioróżnorodności na poziomie państw, z uwzględnieniem czynników ekonomicznych zaproponowali G.E. Halkos, N.G. Tzemeres. Zbadali oni relację między poziomem zachowania bioróżnorodności a populacją wybranych państw, emisją CO_2, PKB *per capita* i współczynnikiem Giniego (wskaźnikiem nierówności społecznej). Do analizy wykorzystali następujące zmienne[61]:

- wskaźnik całkowitej produkcji rolnej – ze względu na to, iż rolnictwo wiąże się obecnie z powszechnym wykorzystaniem nawozów, środków ochrony roślin, często zmianą upraw, co wiąże się ze zmianami w środowisku przyrodniczym i wpływa negatywnie na zachowanie bioróżnorodności;
- intensywność wykorzystania energii w branżach gospodarki – z uwagi na to, iż często im wyższe zużycie energii to większe zakłócenia pojawiają się w środowisku (zwiększa się defragmentacja krajobrazu, poziom urganizacji, intensywnie pozyskuje się energię z różnych źródeł, pojawiają się zmiany klimatyczne);
- udział procentowy obszarów chronionych (kluczowych dla zachowania bioróżnorodności) w całkowitej powierzchni kraju.

Na poziomie państw i wyższym, różnorodność biologiczna również może być oceniana w różny sposób. Generalnie jednak, podobnie jak na niższym poziomie, bada się wybrane gatunki lub ekosystemy i dokonuje porównań międzynarodowych. Co interesujące, są podejmowane próby dotyczące nie tylko oceny przyrody ożywionej *sensu stricte*, ale niektórzy autorzy starają się także wycenić różnorodność biologiczną lub próbują określić relację między stanem zachowania bioróżnorodności a klasycznymi miarami społeczno-gospodarczymi.

[58] R.H.G. Jongman, *Biodiversity observation from local to global*, "Ecological Indicators" 2013 t. 33.
[59] G. Emm. Halkos, N.G. Tzeremes, op. cit.
[60] P. Jeżowski, *Metoda deklarowanych preferencji na tle metod analizy i wyceny wartości ekologicznych*, w: *Ocena i wycena zasobów* ….
[61] G. Emm. Halkos, N.G. Tzeremes, op. cit.

Podsumowanie

Spośród wielu stosowanych miar i wskaźników bioróżnorodności na różnych poziomach: od genetycznego, przez gatunkowy po ekosystemowy, w artykule przedstawiono wybrane. Najczęściej różnorodność biologiczna jest mierzona na poziomie gatunkowym. Przy ocenie bioróżnorodności najczęściej bada się wybrane gatunki wskaźnikowe (zwierzęta i rośliny) – albo te powszechnie występujące, albo rzadkie (zagrożone, często objęte ochroną prawną) lub też skład gatunkowy danego zbiorowiska (lub ekosystemu). Wydaje się, że dla pełnego obrazu sytuacji należałoby również monitorować występowanie gatunków obcych wprowadzonych (celowo lub nie) przez człowieka, które często wypierają gatunki rodzime, zakłócając równowagę ekosystemów.

Ocena prowadzona w skali lokalnej daje podstawy do oceny bioróżnorodności w skali regionalnej, na poziomie kraju, kontynentu lub nawet całego świata. Należy jednak pamiętać, iż część metod jest uznawana za pracochłonne i (lub) subiektywne, część opisuje tylko wybrane parametry, pomijając inne. Badanie pojedynczego wskaźnika (parametru) nie daje więc pełnego obrazu sytuacji. Badając bioróżnorodność należałoby stosować kilka różnych metod, które wzajemnie by się uzupełniały.

Głównym celem prowadzonych badań jest ocena stanu zachowania bioróżnorodności (na którą wpływa wiele różnych czynników, w tym i te związane z gospodarką prowadzoną przez człowieka), co daje podstawy do zaplanowania odpowiednich działań prowadzących do poprawy stanu zachowania środowiska. Trzeba jednak pamiętać, iż istotną kwestią, poza kompleksowością badań nad bioróżnorodnością jest ich ciągłość. Jongman zwraca uwagę na fakt, że badania w poprzednich okresach dotyczyły zazwyczaj obszarów cennych przyrodniczo (przykładowo parków narodowych), nie były prowadzone w sposób systematyczny i przy zastosowaniu ujednoliconej metodyki. Obecnie tego typu monitoring i pomiar nie są prowadzone w sposób skoordynowany[62]. Konstatując można stwierdzić, że w praktyce stosuje się wiele metod oceny bioróżnorodności, prostych i bardziej skomplikowanych, na różnych poziomach, jednak dopiero od niedawna podejmowane są próby ich ujednolicania.

[62] R.H.G. Jongman, op. cit.

Anna Dubel

ANALIZA CECH RYZYKA POWODZI W ASPEKCIE PROJEKTOWANIA INSTRUMENTÓW JEGO TRANSFERU

Anna Dubel, dr inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

adres korespondencyjny:
Wydział Zarządzania
ul. A. Gramatyka 10, 30-067 Kraków
e-mail: alasut@zarz.agh.edu.pl

ANALYSIS OF FLOOD RISK FEATURES IN TERMS OF RISK TRANSFER INSTRUMENTS DESIGN

SUMMARY: Design of risk transfer instruments, such as insurance against natural disasters should be preceded by the analysis of the risk features. Such analysis will help to select the instrument which will finish the task the best way. The primary objective of the instrument design is efficient risk transfer. In the paper the analysis of flood risk characteristics in Poland was presented. The relations between the flood risk characteristics and key features of flood risk transfer instruments were identified. As the result the recommendations for the risk transfer instruments design were indicated. Assumptions and their influence on outcomes were discussed. The author's analysis aims at deepening knowledge about relations between the characteristics of flood risk and key features of flood risk transfer instruments for the better design of efficient instruments.

KEY WORDS: risk, risk transfer, flood

Wstęp

Cechy ryzyka powodzi to właściwości charakteryzujące to ryzyko. Powódź jest zjawiskiem naturalnym, którego wystąpienie określane jest mianem katastrofy naturalnej. W sytuacjach nadzwyczajnego zagrożenia i często wysokich strat powodzie nazywane są również klęskami żywiołowymi. Konstytucja RP w art. 228 i art. 232 przewiduje wprowadzenie stanu nadzwyczajnego, tak zwanego stanu klęski żywiołowej na części albo na całym terytorium Polski w celu zapobieżenia skutkom katastrof naturalnych lub awarii technicznych noszących znamiona klęski żywiołowej oraz w celu ich usunięcia. W związku z wagą problemu, jakim jest powódź i związane z nią zagrożenie życia ludzi i straty w aktywach przeprowadzono analizę cech występującego w Polsce ryzyka powodzi. Ich identyfikacja ma na celu dostarczenie informacji dla projektowania jego instrumentów transferu, poprzez określenie relacji pomiędzy cechami ryzyka powodzi a kluczowymi charakterystykami jego instrumentów transferu. Relacje zdefiniowano jako zależności pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów jego transferu, wyrażone funkcjami. Celem było zidentyfikowanie wynikających z cech ryzyka powodzi istotnych dla minimalizacji strat cech instrumentów transferu ryzyka powodzi. Efektem jest analiza prowadząca do rekomendacji dla projektowania takich instrumentów. Między innymi zastosowano analizę wielowymiarową uwzględniającą kryteria i funkcje istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka.*

Cechy ryzyka powodzi

Dyrektywa powodziowa bardzo ogólnie definiuje zjawisko powodzi, eksponując jego naturalny charakter. „Powódź oznacza czasowe pokrycie wodą terenu, który normalnie nie jest pokryty wodą”[1]. Definicje powodzi sformułowane w Polsce podkreślają społeczno-gospodarcze znaczenie tego naturalnego zjawiska. „Powódź jest szczególnym przypadkiem wezbrania, to znaczy wezbraniem, które przynosi straty gospodarcze i społeczne”[2]. Definicja ryzyka powodzi ujęta w dyrektywie powodziowej doprecyzowuje znaczenie strat społeczno-gospodarczych, a nie eksponuje podatności aktywów na zniszczenia. „Ryzyko powodziowe oznacza kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i związanych z powodzią potencjalnych negatywnych konsekwencji dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej.” Ryzyko powodziowe można określić poniższym wzorem.

* Badania przeprowadzono w ramach projektu, który został sfinansowany ze środków Narodowgo Centrum nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/03/D/HS4/01933.

[1] Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23.10.2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dz. Urz. UE L 288 z 06.11.2007).

[2] *Definicje i rodzaje powodzi,* www.oki.krakow.rzgw.gov.pl [15-01-2014].

$$E(D|event) = P(I|event) \cdot P(D|I) \cdot W \quad (1)$$

gdzie:
E(D|event) – maksymalna prawdopodobna strata,
P(I|event) – prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi,
P(D|I) – wrażliwość: prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania,
W – wartość aktywów.

Wzór ten uwzględnia zarówno zaistnienie niebezpieczeństwa powodzi, jak i prawdopodobieństwo wystąpienia strat w przypadku zalania mienia. Wysokość strat jest uzależniona od wrażliwości, czy też odporności aktywów na zniszczenia w przypadku wystąpienia powodzi, czyli między innymi od przyjętych metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych.

Zjawisko powodzi nie jest jednorodne, ale charakteryzuje się dużą zmiennością, w zależności między innymi od czynników fizycznych, przykładowo dynamiki opadu, spływu i przepływu, czynników hydrologicznych, jak przykładowo intensywności opadu, temperatury, czy czynników hydromorfologicznych, jak przykładowo ukształtowanie terenu, rodzaj podłoża, rządna przepływu. W związku z tym powodzie można sklasyfikować jak w tabeli 1. Pomimo to, iż zjawisko powodzi nie występuje wszędzie w taki sam sposób, to każdy ze wskazanych w tabeli 1 rodzajów powodzi przebiega dość przewidywalnie i we właściwy dla siebie sposób, można więc opisać jego przyczyny i cechy charakterystyczne.

Różnice pomiędzy wskazanymi w tabeli 1 rodzajami powodzi dotyczą przede wszystkim:

- częstotliwości ich występowania (prawdopodobieństwo powodzi jest też określane indywidualnie dla danego miejsca);
- intensywności przebiegu zjawiska;
- czasu trwania;
- głębokości zalewu;
- rodzaju czynników niszczących;
- wysokości strat;
- najbardziej adekwatnych sposobów ochrony.

Na podstawie powyższej analizy można wyróżnić następujące kluczowe cechy charakterystyczne dla ryzyka powodzi: zmienne prawdopodobieństwo, zmienna wysokość strat, możliwość prognozowania wysokości strat oraz prawdopodobieństwa. Z uwagi na przyczyny i zasięg występowania powodzi istnieje współzależność pomiędzy stratami (na przykład powodzie w dolinach rzecznych, wzdłuż cieku wodnego), a także możliwość wpływania na wrażliwość, czy też odporność aktywów na zniszczenia poprzez podejmowanie metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych. Cechy te są istotne z punktu widzenia transferu ryzyka. Warto również zwrócić uwagę na paradoksy, na przykład efektem wprowadzenia niektórych metod ochrony przeciwpowodziowej, przykładowo zabezpieczeń technicznych, takich jak wały, jest złudne poczucie bezpieczeństwa właścicieli gruntów, prowadzące do zwiększenia inwestycji w infrastrukturę na tych terenach, jest to tak zwany *moral hazard*. Ponadto, polityka dyskrecjonalna (uznaniowa) rządu dotycząca wsparcia finansowego dla poszkodowanych

Tabela 1
Klasyfikacja rodzajów powodzi

Rodzaj powodzi		Przyczyny	Zasięg	Typ	Czynnik niszczący	Straty	Zapobieganie
OPADOWE	gwałtowne (nawalne)	lokalne silne powodzie na potokach górskich i małych ciekach mogą powodować lokalne silne powodzie błotne i namułowe	lokalne deszcze nawalne, burze termiczne	W/R	mechaniczny wpływ szybkiego spływu powierzchniowego, prawdopodobne duże ilości osadu	wysoka częstotliwość w różnych miejscach, relatywnie mniejsze straty, erozja	sprawne melioracje, systemy odprowadzania wody, specjalne sposoby konstrukcji, 'ucieczka'
		zwykłe powodzie o szerokim zasięgu	deszcze frontalne	W			
	rozlewne (frontalne)	długotrwałe groźne powodzie o dużym zasięgu	deszcze frontalne zasilane opadami orograficznymi	R	długotrwały wpływ wody, zanieczyszczenia wody na przykład przez oleje	niska częstotliwość, potencjalnie wysokie straty	wczesne ostrzeganie, techniczne i nietechniczne metody ochrony, ewakuacja
ROZTOPOWE		gwałtowne topnienie śniegu, zasilane silnymi deszczami jednocześnie przy zamarzniętej powierzchni gruntu lub znikomej retencji	powodzie o szerokim zasięgu terytorialnym	R			
ZATOROWE	zatorowo-śryżowe	lokalne powodzie w miejscach specjalnie predysponowanych	gwałtowny spadek temperatury poniżej -10°C w układzie wyraźnie antycyklonalnym	R			
	zatorowo-lodowe	lokalne, groźne powodzie na rzekach i potokach, w miejscach o hamowanym spływie lodów, najczęściej sztucznie zwężonych	spiętrzenie wody na zatorze w czasie spływu lodów	R			
SZTORMOWE		silny wiatr od morza, sytuacja baryczna sprzyjająca tym powodziom	wybrzeże morskie	Wb	słona woda, fale	niska częstotliwość, bardzo wysokie straty	dobre zabezpieczenia techniczne, wały, wczesne ostrzeganie, ewakuacja

skróty: W – mogące wystąpić wszędzie, R – rzeczne, Wb – na wybrzeżu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J. Lambor, *Klasyfikacja typów powodzi i ich przewidywanie*, „Gospodarka Wodna" 1954 nr 4.

w wyniku powodzi może powodować problem niespójności czasowej (*time inconsistency*). Polega on na zmianie zachowań mieszkańców na skutek polityki uznaniowej (mieszkańcy nie podejmują indywidualnych zabezpieczeń lub innego sposobu transferu ryzyka, na przykład ubezpieczeń) i, w konsekwencji, potrzebę zmiany polityki (rząd wprowadza zasadę braku odszkodowań, aby stymulować inne sposoby transferu ryzyka). Łamanie przez rząd przyjętych reguł w sytuacji powodzi prowadzi do pogorszenia wiarygodności władzy w zakresie stosowanej polityki i ostatecznie do porażki tej polityki.

Instrumenty transferu ryzyka powodzi

Podejmowanie indywidualnych lub grupowych sposobów transferu ryzyka pozwala na przeniesienie tego ryzyka na inny podmiot. Dzięki transferowi możliwa jest odbudowa aktywów po powodzi oraz w szczególnych sytuacjach stymulowanie pożądanych sposobów ochrony przeciwpowodziowej. Powinien on być także ważnym elementem zarządzania kryzysowego.

Możliwe sposoby transferu ryzyka to ubezpieczenia i reasekuracja, fundusze katastroficzne (klęskowe), podatki katastroficzne, opcje katastroficzne, czy dotacje z budżetu państwa. Ryzyko przejmowane jest w przypadku ubezpieczeń i reasekuracji przez ubezpieczycieli i reasekuratorów dobrowolnie i za wynagrodzeniem. Podobnie jest w przypadku opcji katastroficznych, kiedy to inwestorzy dobrowolnie kupują ten instrument finansowy, który może wypracować dla nich zysk. Podatki katastroficzne i dotacje z budżetu państwa umożliwiają finansowanie skutków katastrof przez wszystkich podatników, najczęściej niedobrowolnie. Podobnie jest w przypadku funduszu katastroficznego, gdzie transfer ryzyka odbywa się od podmiotów zagrożonych występowaniem powodzi do podmiotów tworzących fundusz. W tej sytuacji ryzyko finansowane jest ponoszone raczej niedobrowolnie przez wszystkich podatników, jak w przypadku funduszy (rezerw) celowych budżetu państwa lub dobrowolnie przez podmioty decydujące się utworzyć taki fundusz z własnej woli. Brak transferu ryzyka angażuje środki własne osób poszkodowanych w powodzi, lub inny kapitał, między innymi udzielone im pożyczki lub kredyty preferencyjne, dotacje ze środków zagranicznych, dotacje od instytucji pomocowych, takich jak na przykład Caritas Polska, PAH. Obecnie są dostępne na rynku ubezpieczenia dobrowolne mienia od ognia i innych zdarzeń losowych oraz ubezpieczenia obowiązkowe budynków w gospodarstwach rolnych od ognia i innych zdarzeń losowych. Od wielu lat w środowiskach naukowych oraz rządowych rozważane są schematy ubezpieczeń, które mogłyby zostać wprowadzone w Polsce. Są to między innymi ubezpieczenia powszechne dobrowolne (wysokie składki dla zagrożonych), ubezpieczenia powszechne obowiązkowe (wysokie składki dla zagrożonych), ubezpieczenia powszechne obowiązkowe (niskie składki dla wszystkich, również niezagrożonych). Każdy z tych schematów ubezpieczeniowych charakteryzują koszty i korzyści dla grup o różnych zagrożeniu powodziowym. Ponadto, schematy te posia-

dają założone, często odmienne, cele oraz pełnią różne funkcje, na przykład dochodotwórczą, transferową, ochronną, bodźcowo-motywacyjną, czy informacyjno-edukacyjną.

Doświadczenia z innych państw z ubezpieczeniami od ryzyk katastroficznych można sklasyfikować według następujących modeli[3]: model publiczny (opiekuńcza funkcja państwa, powołanie funduszu lub quasi-ubezpieczenia), model prywatny (oferta ubezpieczeniowa obejmująca kompensację szkód katastroficznych bez wprowadzania ograniczeń prawnych i ingerencji państwa), model mieszany (skomplikowany, posiada elementy wspomnianych modeli publicznych i prywatnych, wykorzystuje formułę partnerstwa publiczno-prywatnego), modele międzynarodowe (na przykład Fundusz Solidarnościowy UE, ubezpieczenia parametryczne), czy model zerowy, czyli incydentalna pomoc państwa dla poszkodowanych.

Jedna z rozważanych opcji przyszłych polskich ubezpieczeń od skutków katastrof naturalnych, w tym powodzi, zawiera następujące elementy:

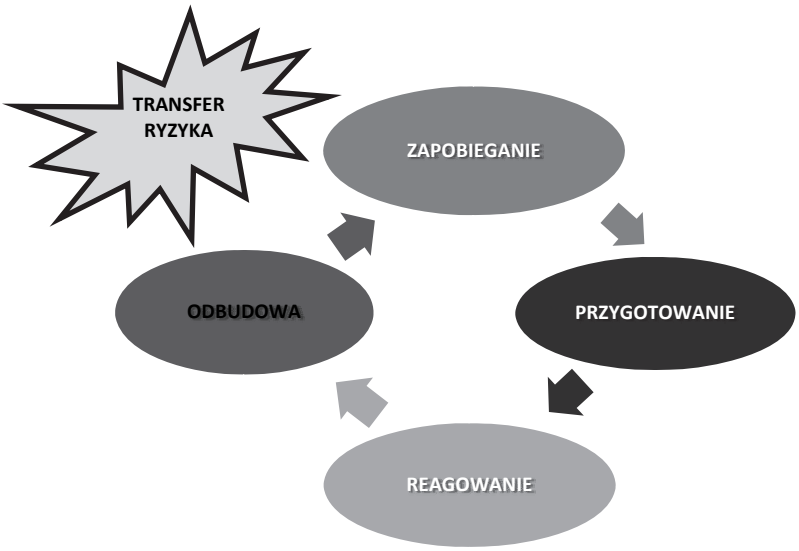
- przedmiotem ubezpieczenia miałyby być: lokale i budynki mieszkalne, budynki wchodzące w skład gospodarstwa rolnego, bez ruchomości domowych;
- ubezpieczane ryzyka: powódź, huragan, ogień, obsunięcie się ziemi, bez ryzyka zalania (podtopienia);
- pozostawienie decydowania o wysokości składki zakładom ubezpieczeń (nieujednolicanie składek);
- różne możliwości ingerencji państwa: ograniczenie wysokości składki, na przykład powszechne dofinansowanie (to rozwiązanie kosztowne, ale łatwe do wprowadzenia i rozliczenia), udział państwa w odszkodowaniach w przypadku katastrofy (pozwala to na zmniejszenie ryzyka ubezpieczycieli);
- możliwe rozwiązania obejmują także jednolity zakres ubezpieczeń lub określenie minimalnego zakresu ochrony[4].

Zarządzanie ryzykiem katastrof jednak bezpośrednio nie uwzględnia transferu tego ryzyka. W cyklu zarządzania ryzykiem (rysunek 1) transfer mógłby być uwzględniony w zapobieganiu i odbudowie. Zapobieganie to redukcja lub eliminacja prawdopodobieństwa wystąpienia klęski żywiołowej na danym obszarze lub jej skutków przez metody strukturalne i niestrukturalne. Na przykład przez: unikanie rozwoju budownictwa i infrastruktury na terenach zalewowych, dostosowanie planów zagospodarowania terenu do ryzyka powodzi, czy promowanie właściwego użytkowania terenu, głównie rolniczego i gospodarki leśnej w dorzeczu. Natomiast odbudowa to usuwanie skutków przez: przywracanie majątku do

[3] M. Wałachowska, M. Ziemniak, *Modele ubezpieczania ryzyk katastroficznych na świecie ze szczególnym uwzględnieniem ustawodawstw germańskich*, w: *Aspekty prawno-ekonomiczne projektu obowiązkowego ubezpieczenia budynku od ryzyk katastroficznych*. Konferencja naukowa współorganizowana przez Katedrę Prawa Ubezpieczeniowego Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu i Polska Izbę Ubezpieczeń, Warszawa, 28 lutego 2013, s. 58-68.

[4] P. Lewiński, *Koncepcja ubezpieczenia budynków mieszkalnych od ryzyk katastroficznych z punktu widzenia zakładu ubezpieczeń*, w: ibidem, s. 89-96.

Rysunek 1
Miejsce transferu ryzyka w cyklu zarządzania ryzykiem powodzi



Źródło: opracowanie własne.

stanu sprzed powodzi, pomoc w powrocie do normalnych warunków, odtworzenie infrastruktury telekomunikacyjnej, energetycznej, paliwowej, transportowej, usuwanie negatywnych skutków społecznych i ekonomicznych dotykających ludzi, mienie i środowisko naturalne, a także przeglądy i doskonalenie procedur zarządzania ryzykiem.

Transfer ryzyka pozwala realizować liczne korzyści w zakresie zapobiegania i odbudowy po powodzi. Jednak istotne są pytania, jaki sposób organizacji transferu (oferowany jako indywidualny instrument, czy jako zbiorowy instrument) byłby najkorzystniejszy dla zainteresowanych podmiotów zagrożonych ryzykiem powodzi, a jaki, uwzględniając całkowite korzyści netto, w tym koszty i korzyści zewnętrzne, dla wszystkich podmiotów (zagrożonych i niezagrożonych). Ważne są także pytania, dlaczego podmioty decydują się na transfer ryzyka lub z jakich przyczyn go nie podejmują.

Z badań prowadzonych przez autorkę w zlewni Przemszy wynika, iż najczęstsze przyczyny transferu ryzyka to awersja do ryzyka oraz wymóg jego przekazania. Natomiast przyczyny braku transferu ryzyka to: niska świadomość ryzyka, brak wiedzy o możliwościach transferu ryzyka, pogląd o nieopłacalności transferu ryzyka, niskie dochody lub zbyt wysokie dochody mieszkańców. Dalsze pytania pogłębiające mogą wskazywać, jakie czynniki i w jaki sposób kształtują postawy interesariuszy dotyczące transferu ryzyka. Przykładowymi czynnikami są: regulacje prawne, dostępność i warunki korzystania z instrumentów, między

Tabela 2
Cechy ryzyka powodzi i instrumentów transferu ryzyka powodzi

Cechy ryzyka powodzi	Pożądany poziom cech ryzyka powodzi	Pożądany poziom cech instrumentów transferu ryzyka powodzi	Cechy i funkcje instrumentów transferu ryzyka powodzi (ITRP)
A_i	A_{ip}	B_{ip}	B_i
Prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	jak najniższe (zerowe) prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	nie dotyczy	brak cech i funkcji ITRP, które miałyby wpływ na tą cechę ryzyka powodzi
Zmienne prawdopodobieństwo	jak najniższe (zerowe) prawdopodobieństwo zaistnienia niebezpieczeństwa powodzi	nie dotyczy	brak cech i funkcji ITRP, które miałyby wpływ na tą cechę ryzyka powodzi
Wrażliwość: prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania odporność: (1 – prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania)	obniżenie wrażliwości lub poprawa odporności na poniesienie strat (prawdopodobieństwo strat w przypadku zalania = 0, odporność na poniesienie strat = 1)	sfinansowanie potrzebnych sposobów ochrony i zapobiegania w 100%	(ewentualny) wpływ na wrażliwość, czy też odporność aktywów na zniszczenia poprzez finansowanie podejmowanie metod ochrony i zabezpieczeń przeciwpowodziowych
Wartość aktywów zainwestowana na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi	jak najniższa (zerowa) wartość aktywów na terenach zalewowych	brak złudnego poczucia bezpieczeństwa i zachęcania do podejmowania nadmiernego ryzyka (moral hazard)	poczucie bezpieczeństwa dotyczące możliwości odbudowy majątku po katastrofie
Występowanie szkód	minimalizacja wielkości szkód (zerowa wielkość)	całkowite (100%) zabezpieczenie przed szkodami	stymulacja zabezpieczeń
		brak motywacji dozabudowy terenów zalewowych	demotywacja do zabudowy terenów zalewowych
		wysoka motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń	motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń

Występowanie strat, zmienna wysokość strat, możliwość prognozowania wysokości strat oraz prawdopodobieństwa	minimalizacja wysokości strat (zero)	przejęcie ryzyka w 100%	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia
Długo utrzymujące się negatywne skutki powodzi i ich pośredni wpływ na większy obszar niż zalane tereny	minimalizacja wysokości strat pośrednich (zero)	przejęcie ryzyka w 100%	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia
Szczególne cechy wybranych rodzajów powodzi			
Wysoka częstotliwość występowania zjawiska powodzi przy relatywnie niskich stratach Stymulujący wpływ na dodatkowe zjawiska powodujące szkody jak na przykład erozja	minimalizacja wysokości strat (zero); minimalizacja wartości wpływu na dodatkowe zjawiska powodujące szkody	przejęcie ryzyka w 100%, całkowite (100%) zabezpieczenie przed szkodami, brak motywacji dozabudowy terenów zalewowych, wysoka motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia, stymulacja zabezpieczeń, demotywacja do zabudowy terenów zalewowych, motywacja do podejmowania indywidualnych lub grupowych zabezpieczeń
Niska częstotliwość występowania zjawiska powodzi, potencjalnie wysokie straty	nieopłacalne jest budowanie zabezpieczeń, potrzeba transferu ryzyka, solidarności z poszkodowanymi	przejęcie ryzyka w 100%, maksymalizacja zapobiegania (informowanie)	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia, stymulacja zapobiegania (informowanie)
Niska częstotliwość występowania zjawiska powodzi, bardzo wysokie straty	nieopłacalne jest budowanie zabezpieczeń, potrzeba transferu ryzyka, solidarności z poszkodowanymi	przejęcie ryzyka w 100%, finansowanie odbudowy	dobrowolne lub niedobrowolne przejęcie ryzyka, za lub bez wynagrodzenia, finansowanie odbudowy

Źródło: opracowanie własne.

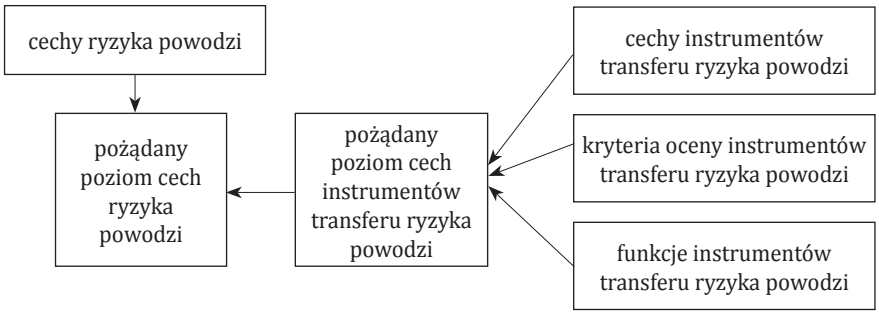
innymi działania rządu, samorządu, władz lokalnych i instytucji zarządzających. Prowadzone badania powinny wykazać, czy eliminacja przyczyn braku transferu ryzyka powodzi, na przykład zwiększenie świadomości mieszkańców o tym ryzyku, zwiększy liczbę przypadków dokonywania jego transferu.

Do wspólnych cech, które charakteryzują instrumenty transferu ryzyka powodzi i wynikają z ich funkcji, należą przede wszystkim: przejęcie ryzyka (dobrowolne/niedobrowolne, za wynagrodzeniem, bez wynagrodzenia), stymulacja zapobiegania (większa ochrona, dzięki bodźcom finansowym motywującym do podejmowania zabezpieczeń przy odpowiednio zdefiniowanym instrumencie transferu), informowanie (zwiększenie świadomości społecznej mieszkańców o ryzyku na danym obszarze), finansowanie odbudowy. Najważniejsze znaczenie dla minimalizacji strat mają następujące cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi: stymulacja zapobiegania oraz informowanie.

Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a instrumentami transferu tego ryzyka

Sposób doboru instrumentów do cech zagrożenia określa poniższa analiza. Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów transferu tego ryzyka przedstawiono koncepcyjnie na rysunku 2.

Rysunek 2
Relacje pomiędzy cechami ryzyka powodzi a cechami instrumentów transferu tego ryzyka



Źródło: opracowanie własne.

Instrumenty transferu ryzyka powodzi powinny być dopasowane do cech ryzyka powodzi, gdyż tylko wówczas będą skuteczne, czyli będą prowadzić do ograniczania strat. Tą i inne korzyści można osiągnąć przez optymalizację funkcji i kryteriów, które powinny spełniać instrumenty transferu ryzyka powodzi, w taki sposób, aby uzyskać pożądane wartości cech ryzyka powodzi. Dany instru-

ment ryzyka powodzi będzie służył uzyskaniu tych wartości. Bardzo ważne jest określenie w jaki sposób pożądany poziom cech instrumentów transferu ryzyka powodzi wpłynie na pożądany poziom cech ryzyka powodzi. W tabeli 2 uwzględniono wynikające z cech powodzi istotne cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi odpowiadające potrzebom zapewnienia skuteczności tych instrumentów. Cechy ryzyka powodzi analizowano też pod kątem wspomnianych instrumentów. Cecha ryzyka powodzi definiuje problem, na który wpływa instrument transferu ryzyka zapobiegając mu lub go neutralizując. Pomiędzy zmiennymi B_ii A_i, które w celu maksymalizacji skuteczności powinny przyjmować odpowiednio wartości B_{ip}, A_{ip}jak wskazano w tabeli 2, istnieje zależność nieliniowa wyrażona wpływem $B_i$na $A_{i.}$
Przykładowo:

$$A_3 = v*D_3*A_p + w_n*Z_i*A_p \tag{2}$$

gdzie:

A_3 – wartość aktywów zainwestowana na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi [zł],

v – wartość parametru stochastycznego zależna od indywidualnych decyzji interesariuszy i czynników, które na te decyzje wpływają, na przykład skłonność interesariuszy do inwestowania w zależności od poczucia bezpieczeństwa,

D_3 – poczucie bezpieczeństwa dotyczące możliwości odbudowy majątku po katastrofie,

A_p – potencjalna wartość aktywów możliwa do zainwestowana na terenach o danym prawdopodobieństwie wystąpienia zjawiska powodzi,

w_n – wartości innych parametrów stochastycznych zależna od indywidualnych decyzji interesariuszy i czynników, które na te decyzje wpływają,

Z_i – inne istotne czynniki wpływające na wartość aktywów.

Analiza przedstawiona w tabeli 2 pokazuje, iż na wiele cech ryzyka powodzi instrumenty jego transferu nie mają wpływu. Wynika to z ich istoty i charakteru. Instrumenty służą przeniesieniu ryzyka, umożliwiają stymulację określonych zachowań u interesariuszy i mogą wpływać na podejmowanie przez nich decyzji, a nie oddziałują na naturę zjawiska powodzi, na przykład na prawdopodobieństwo jej wystąpienia.

Rekomendacje dla projektowania instrumentów

W celu wskazania rekomendacji dla projektowania instrumentów wyniki analizy relacji pomiędzy cechami powodzi a instrumentami może uzupełnić analiza uwzględniająca kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka.

Na przedstawiony w tabeli 2 pożądany poziom cech ryzyka powodzi wpływają, jak wskazano na rysunku 2, również kryteria oceny instrumentów transferu ryzyka powodzi. W tabeli 3 zdefiniowano pożądane poziomy cech ryzyka powodzi dla wybranych cech instrumentów transferu zależnie od przyjętych kryteriów oceny instrumentów.

Tabela 3
Analiza uwzględniająca kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka

	Przykładowe kryteria istotne przy ocenie instrumentu transferu ryzyka (optymalizacja funkcji celu)			
Funkcje instrumentów transferu ryzyka	Skuteczny (maksymalizacja efektu = maksymalizacja pożądanego celu dla jakiego projektowany jest instrument = maksymalizacja funkcji realizowanej przez instrument)	Efektywność kosztowa (minimalizacja kosztów przy założonym poziome efektu)	Efektywność finansowa (maksymalizacja wskaźnika korzyści/koszty)	Maksymalizacja korzyści społecznych netto (maksymalizacja wskaźnika całkowite korzyści/koszty, z uwzględnieniem korzyści i kosztów zewnętrznych, społecznych)
Stymulacja zapobiegania poprzez informowanie, motywowanie, ochronę	Zapobiega się 100% strat (straty nie występują)[a]	Zapobiega się x% strat przy jak najniższych kosztach	Maksymalizacja zapobiegania strat i innych korzyści/ minimalizacja kosztów	Maksymalizacja zapobiegania strat i innych korzyści/ minimalizacja kosztów
Finansowanie odbudowy	Sfinansowanie 100% kosztów odbudowy[a]	Sfinansowanie x% strat przy jak najniższych kosztach	Sfinansowanie jak najwięcej strat przy jak najniższych kosztach	Sfinansowanie jak najwięcej strat przy jak najniższych kosztach

[a] pożądany poziom cechy instrumentów transferu ryzyka powodzi

Źródło: opracowanie własne.

Przez odpowiednie ustalenie warunków korzystania z instrumentów transferu ryzyka oraz celowe określenie parametrów instrumentów transferu ryzyka powodzi [na przykład warunki wypłaty dotacji czy odszkodowań, wysokość składki ubezpieczeniowej, jej zmienność w zależności od przyjęcia indywidualnych czy grupowych (na przykład na poziomie gminy) sposobów zabezpieczeń], można kształtować poziom cech, które przyjmują instrumenty transferu (B_{ip}).

Przy projektowaniu instrumentów transferu ryzyka należy uwzględnić również takie cechy ryzyka powodzi jak korelacja pomiędzy stratami (na przykład powodzie w dolinach rzecznych). Brak korelacji jest istotny dla niektórych instrumentów jak na przykład ubezpieczenia i ewentualna korelacja powinna zostać uwzględniona w ich wycenie.

Po przeprowadzeniu analizy statystycznej danych dotyczących ryzyka, optymalizacji funkcji celu z punktu widzenia przyjętych kryteriów oraz agregacji preferencji w globalnym modelu, w wyniku symulacji modelu otrzymywane będą wyniki, które pozwolą interesariuszom na podjęcie decyzji o najlepszym dla nich i według nich sposobie transferu ryzyka. Optymalizacja problemu decyzyjnego za pomocą analizy wielokryterialnej, przeprowadzona mogłaby być za pomocą modelu ELECTRE. Zaletami tej metody w kontekście rozwiązania zadania decyzyjnego jest modelowanie zależności w ujęciu relacyjnym, komparatywna ocena wariantów, dopuszczenie sytuacji nieporównywalności i brak przechodniości preferencji.

Podsumowanie

Celem zaprezentowanej w artykule autorskiej analizy było pogłębienie wiedzy o relacjach pomiędzy cechami ryzyka powodzi a kluczowymi charakterystykami instrumentów transferu na potrzeby projektowania skutecznych instrumentów. Do najważniejszych cech ryzyka powodzi mających znaczenie dla transferu ryzyka należą: przejęcie ryzyka, stymulacja zapobiegania, informowanie, finansowanie odbudowy. Instrumenty transferu ryzyka powodzi, które maksymalizowałyby korzyści społeczne netto byłyby projektowane z uwzględnieniem ich wpływu na realizację cech ryzyka powodzi. Gromadzenie danych o cechach ryzyka powodzi pomogłoby w podejmowaniu decyzji dotyczących sposobów adaptacji do powodzi. Publiczny dostęp do informacji o charakterystykach zjawiska powodzi na danym obszarze miałby znaczenie dla indywidualnych decyzji o podejmowaniu zabezpieczeń przed katastrofami, czy decyzjach dotyczących zatrzymania czy przeniesienia ryzyka. Mógłby również mieć potencjalne znaczenie dla stymulacji podejmowania grupowych sposobów zabezpieczeń przed ryzykiem i tworzenia instrumentów jego transferu.

POLITYKA EKOLOGICZNA I ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKIEM

ECOLOGICAL POLICY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

Elwira Skibicka-Sokołowska

REALIZACJA PRIORYTETÓW STRATEGII „EUROPA 2020" POPRZEZ DZIAŁANIA PROGRAMU OPERACYJNEGO INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO W OBECNEJ I PRZYSZŁEJ PERSPEKTYWIE PROGRAMOWEJ

Elwira Skibicka-Sokołowska, dr – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Warszawska 63, 15-062 Białystok
e-mail: e.skibicka@uwb.edu.pl

IMPLEMENTATION OF THE PRIOROTY STRATEGY 'EUROPA 2020' WITH OPERATIONAL PROGRAM INFRASTRUCTURE AND ENVIRONMENT PROJECTS IN PRESENT AND FUTURE PROGRAM PERSPECTIVE

SUMMARY: In the future achieving a smart, sustainable and inclusive growth would mean the implementation of the XXI century social market economy which vision is presented in the Strategy Paper „Europe 2020." Content of the national reform program assumed a link between the Polish development objectives and priorities pointed out in the Strategy Paper „Europe 2020". The economy minister have the responsibility to coordinate the implementation of the Strategy „Europe 2020" at the national level. The operational programs are part of a group of instruments which the Member States can implement as a challenges, put in the Lisbon Strategy and subsequently in the Strategy Paper „Europe 2020". The implementation of national operational programmes is to contribute in achieving the objectives of the cohesion policy of the European Union at the national level.

KEY WORDS: cohesion policy, susitainable development, development of the regions, effectiveness, the priority axis, operational program, programming, competitive economy, economy cohesion, Lisbon Strategy, Strategy "Europe 2020"

Wstęp

W chwili zatwierdzenia przez Radę Unii Europejskiej w roku 2010 dokumentu *Strategii rozwoju inteligentnego, zrównoważonego i przeciwdziałającego wykluczeniu społecznemu Europa 2020* (Strategia „Europa 2020")[1], określono priorytety rozwojowe dla krajów członkowskich realizowane w ramach wspólnej polityki na rzecz spójności w następnym okresie dziesięciolecia. Komisja Europejska przeprowadziła szczegółową analizę efektywności obligatoryjnych zasad funkcjonowania polityki spójności. Wnioski z tej analizy zapisano w *Piątym raporcie kohezyjnym na temat spójności*[2], z którego wynika, iż kraje członkowskie w nowym okresie programowania winny skupiać większą uwagę na osiąganiu rezultatów i zintegrowanym podejściu do rozwoju, mając na względzie efektywny sposób wykorzystania swoich potencjałów, przy wsparciu komplementarnymi instrumentami finansowymi Unii Europejskiej. W opracowaniu przedstawiono realizację założeń wynikających z zapisów Strategii Lizbońskiej, a w dalszej kolejności ze Strategii „Europa 2020" przez jeden z krajowych programów operacyjnych odnoszący się do sfery środowiska i infrastruktury w obecnym i nowym okresie programowania polityki spójności.

Strategia Lizbońska a Strategia „Europa 2020"

Strategia „Europa 2020" ma umożliwić państwom członkowskim UE powrót na drogę wzrostu, przy czym powinien być to wzrost inteligentny i zrównoważony, sprzyjający włączeniu społecznemu, dostosowany do sytuacji każdego regionu UE i służący wzmacnianiu spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej. Strategia zawiera dwa komponenty, cele liczbowe, których realizacja może zostać

[1] *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020*, www.ec.europa.eu [20-11-2013].
[2] *Inwestowanie w przyszłość Europy*, Piąty raport na temat spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej, Komisja Europejska, Bruksela, listopad 2010.

stwierdzona poprzez osiągnięcie odpowiednich wskaźników[3] oraz inicjatywy flagowe, zamierzenia wyznaczające ogólne kierunki działań[4].

Przygotowanie Strategii „Europa 2020" poprzedziło opracowanie w 2000 roku Strategii Lizbońskiej[5]. Wówczas za cel strategiczny działań UE uznano stworzenie europejskiego ugrupowania integracyjnego z najbardziej konkurencyjną i dynamiczną, zbudowaną na wiedzy gospodarką na świecie, zapewniającą wzrost możliwy do utrzymania w długim okresie, z większą liczbą lepszych miejsc pracy oraz zachowaniem społecznej spójności. Strategia Lizbońska miała niwelować lukę w obszarze konkurencyjności między Europą a krajami Stanów Zjednoczonych Ameryki. Strategia stała się okazją do wyraźnego wskazania na

[3] Skwantyfikowane cele/wskaźniki realizacji Strategii „Europa 2020":
- podniesienie stopy zatrudnienia wśród osób w wieku od 20 do 64 lat z obecnych 69% do co najmniej 75%;
- wydatkowanie 3% PKB na prace badawczo-rozwojowe w warunkach jednoczesnego zwiększania możliwości podejmowania tych prac przez sektor prywatny i wprowadzania nowych sposobów monitorowania zjawisk zachodzących na tym obszarze;
- zmniejszenie przynajmniej o 20% emisji gazów cieplarnianych w stosunku do ich poziomu z 1990 roku, zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20% całego zużycia energii oraz podniesienie o 20% efektywności wykorzystania energii;
- zmniejszenie liczby młodzieży kończącej edukacje na poziomie elementarnym z obecnych 15 do 10% oraz powiększenie udziału osób z wykształceniem wyższym wśród ludzi w wieku 30-34 lat z obecnych 31 do 40%;
- zmniejszenie liczby osób żyjących poniżej granicy ubóstwa o 25% drogą wyjścia z biedy 20 milionów ludzi.

[4] Inicjatywy flagowe Strategii „Europa 2020":
- poprawa otoczenia instytucjonalnego prac badawczo-rozwojowych i sposobów ich finansowania (Unia Innowacji);
- poprawa jakości systemu edukacji i zwiększenie atrakcyjności studiów wyższych w Europie (Młodzież w Drodze);
- przyspieszenie procesu rozpowszechniania się szybkiego Internetu i upowszechniania się korzyści z istnienia cyfrowego jednolitego rynku (Europejska Agenda Cyfrowa);
- wsparcie rozdzielenia procesów wzrostu gospodarczego od stanu środowiska naturalnego drogą odejścia od wysokiego zużycia węgla, upowszechniania się źródeł energii odnawialnej, unowocześnienia systemu transportowego i poprawy efektywności wykorzystania energii (Europa efektywnie korzystająca z zasobów);
- poprawa stanu otoczenia biznesu zwłaszcza w przypadku małych i średnich firm oraz wsparcia silnej, zdolnej do trwałego rozwoju bazy przemysłowej (Polityka przemysłowa w erze globalizacji);
- unowocześnienie rynku pracy szczególnie powiększając mobilność zasobów pracy, kształcenie ustawiczne i osiągnięcie lepszej równowagi między popytem a podażą na rynku pracy (Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia);
- poprawa stanu zwartości (kohezji) społecznej i terytorialnej Unii, co z kolei będzie przeciwdziałać wyłączeniu społecznemu i życiu w ubóstwie (Europejski program walki z ubóstwem).

[5] *Strategia Lizbońska, Droga do sukcesu zjednoczonej Europy,* Departament Analiz Ekonomicznych i Społecznych, Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Bruksela 2000.

fundamentalne znaczenia kwestii konkurencyjności międzynarodowej integrujących się krajów Europy[6].

Powstały w dziesięć lat po zatwierdzeniu Strategii Lizbońskiej dokument Strategii „Europa 2020" nie jest zatem inicjatywą zupełnie nową, ponieważ powstał jako zmodyfikowana kontynuacja wspomnianej Strategii Lizbońskiej. Nowa strategia została określona przez przewodniczącego Rady Europejskiej Hermana van Rompuy jako połączenie zasad społecznej gospodarki rynkowej i silnego nastawienia proekologicznego. Jednak porównanie obu dokumentów dowodzi, iż inaczej ocenia się je jako strategie zwiększania konkurencyjności, a inaczej jako ogólne inicjatywy wyznaczające kierunek polityki gospodarczej. W dokumencie Strategia „Europa 2020" wzrost określa się jako „inteligentny, zrównoważony i przeciwdziałający wyłączeniu społecznemu" (*smart, sustainable and inclusive*), prezentowana strategia to droga do ożywienia (*reviving*) wzrostu. Z kolei Strategia Lizbońska dotyczyła przede wszystkim konkurencyjności gospodarki europejskiej[7].

Ze względu na fakt, iż dokument Strategii „Europa 2020" obejmuje trzy uzupełniające się obszary tematyczne, uznane jako priorytetowe (rozwój inteligentny, równoważony oraz sprzyjający włączeniu społecznemu),[8] aby konkretniej ująć działania mające służyć realizacji powyższych priorytetów tematycznych, kraje członkowskie wspólnie określiły zamierzenia do osiągnięcia w 2020 roku na poziomie unijnym, traktowane jako inicjatywy flagowe. Ponadto, decyzją UE przyjęto tak zwane Zintegrowane wytyczne[9] dotyczące polityk gospodarczych i polityk zatrudnienia państw członkowskich, wyznaczające warunki reform niezbędnych do zrealizowania w państwach członkowskich aby osiągnąć cel Strategii „Europa 2020"[10].

Podejmowane przez kraje członkowskie działania, dotyczące realizacji założeń Strategii „Europa 2020" określono jako zobowiązania, przygotowywane na podstawie głównych celów wyznaczonych dla całej UE, a wspomagające je cele szczegółowe, miały wynikać z inicjatyw flagowych czy zapisów zintegrowanych

---

[6] L.J. Jasiński, *Uwagi na temat Strategii Europa 2020*, Konwersatorium o „Przyszłości Społecznej i Gospodarczej Polski." Aktualna prognoza makroekonomiczna, INE-PAN, maj 2010, www.pte.pl, [12-12-2013].

[7] Ibidem, s. 4.

[8] Priorytetowe obszary tematyczne:

- rozwój inteligentny (ang s*mart growth*) rozwój gospodarki opartej na wiedzy i innowacjach;
- rozwój zrównoważony (ang. *sustainable growth*) promowanie gospodarki zrównoważonej – mniej obciążającej środowisko, efektywniej wykorzystującej zasoby, a zarazem konkurencyjnej;
- rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu (ang. *inclusive growth*) wzmacnianie gospodarki charakteryzującej się wysokim zatrudnieniem oraz spójnością ekonomiczną, społeczną i terytorialną.

[9] Decyzja Rady w sprawie wytycznych dla polityki zatrudnienia państw członkowskich. Zintegrowane wytyczne dotyczące Strategii „Europa 2020" – część druga, Komisja Europejska, Bruksela, 27 kwietnia 2010, KOM(2010) 193 wersja ostateczna, 2010/0115 (NLE).

[10] *Programowanie perspektywy finansowej 2014 -2020. Uwarunkowania strategiczne*, Departament Koordynacji Polityki Strukturalnej, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013.

wytycznych. Każde z państw członkowskich zobligowane do przedstawienia krajowego programu reform, zostało też zobowiązane do ich aktualizacji co roku, pod kątem procesu realizacji zapisów Strategii „Europa 2020."

Wiosną 2012 roku Rada Ministrów przyjęła zaktualizowany Krajowy Program Reform na rzecz realizacji Strategii „Europa 2020" (KPR), który w swej treści dotyczy działań związanych z nadrabianiem zaległości rozwojowych, tworzeniem nowych przewag konkurencyjnych, w następujący obszarach priorytetowych[11]:

- innowacyjność dla wzrostu inteligentnego (rozwój sektora B+R; zacieśnianie współpracy między ośrodkami badawczymi a przedsiębiorstwami; zapewnienie odpowiednio wykwalifikowanych kadr);
- infrastruktura dla wzrostu zrównoważonego (budowa i modernizacja infrastruktury technicznej: drogowej, kolejowej, energetycznej, ochrony środowiska, jak również infrastruktury społecznej oraz działania związane z tworzeniem efektywnego systemu zarządzania rozwojem);
- aktywność dla wzrostu sprzyjającego włączeniu społecznemu (kształcenie obywateli oraz podejmowanie aktywnych form przeciwdziałania wykluczeniu społecznemu i integracji społecznej osób wykluczonych).

Dla każdego z trzech obszarów rozwojowych w ramach KPR określono priorytety, działania i zadania planowane do realizacji w danym roku. W programie reform szczególną uwagę zwrócono na rozwój infrastruktury: transportowej, energetycznej, teleinformatycznej, ochrony środowiska, badawczej oraz infrastruktury społecznej, gdyż luki w infrastrukturze to istotny problem, który utrudnia rozwój polityki innowacyjnej oraz kapitału ludzkiego.

Aktualizacja programów reform przeprowadzana każdego roku uwzględnia *Zalecenia Rady Unii Europejskiej dla poszczególnych państw członkowskich* (tak zwane *Country-specific recommendations*)[12], dokumentu opracowywanego dla każdego okresu programowania, będącego podstawowym podczas przygotowania programów operacyjnych. W opinii Rady Unii Europejskiej wyrażonej w *Zaleceniach* co do planowanych interwencji, Polska powinna skoncentrować się na przyspieszeniu wdrażania projektów inwestycyjnych szczególnie w obszarze[13]:

- energetyka i efektywność energetyczna (inwestycje w moce wytwórcze energii i efektywność energetyczną w całym łańcuchu energetycznym, przyspieszenie rozbudowy elektroenergetycznej sieci przesyłowej, w tym transgranicznych połączeń międzysystemowych, wyeliminowanie przeszkód w transgranicznej wymianie energii elektrycznej oraz pobudzenie konkurencji w sektorze gazowym poprzez stopniowe wycofywanie cen regulowanych oraz utworzenie platformy handlu gazem);

[11] *Krajowy Program Reform. Europa 2020*, Aktualizacja 2013/2014, Rzeczpospolita Polska, Przyjęty przez Radę Ministrów 30 kwietnia 2013 roku.

[12] Zalecenia Rady w sprawie krajowego programu reform Polski z 2013 roku, zawierające opinię Rady na temat przedstawionego przez Polskę programu konwergencji na lata 2012–2016, Komisja Europejska, COM(2013) 371, Wersja ostateczna, Bruksela 29 maja 2013.

[13] Ibidem.

- transport (wzmocnienie roli i zasobów urzędu sprawującego nadzór nad rynkiem kolejowym oraz zapewnienie skutecznego i sprawnego wdrożenia projektów inwestycyjnych w kolejnictwie).

Powiązanie tworzenia nowoczesnej infrastruktury z rozwojem zrównoważonym oraz tworzeniem gospodarki konkurencyjnej, uwzględniającej priorytety rozwoju UE określone w Strategii „Europa 2020" uwidocznione zostało również w zapisach krajowych dokumentów strategicznych czyli *Długookresowej strategii rozwoju kraju. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności* (DSRK)[14]; *Strategii rozwoju kraju 202*0 (SRK 2020); *Krajowej strategii rozwoju regionalnego 2010-2020* (KSRR) oraz strategiach zintegrowanych[15].

W DSRK nastąpiło łączenie celów i zasad europejskiej polityki spójności oraz polityki konkurencyjności celem otrzymania wysokiego poziomu środków pomocowych na rozwój infrastrukturalny. Wynikiem takich działań stało się współtworzenie przez kraje UE nowych, przyszłych przewag konkurencyjnych przez:

- konkurencyjną i innowacyjną gospodarkę (bezpieczeństwo energetyczne i środowiska);
- równoważenie potencjału rozwojowego regionów Polski (transport i infrastruktura społeczna).

W SRK 2020 wskazano na zadania dotyczące bezpieczeństwa energetycznego i środowiska oraz zwiększenia efektywności w ramach obszaru strategicznego konkurencyjna gospodarka. Jako determinantę poprawy jakości życia określono zachowanie zasobów przyrodniczych w stanie niepogorszonym oraz zwiększenie ich jakości i trwałości.

Realizacja założeń Strategii „Europa 2020" przez działania Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w okresie 2007-2013[16]

Programy operacyjne to jeden z instrumentów realizacji wyzwań, jakie przed państwami członkowskimi postawiła Strategia Lizbońska, a dalszej kolejności Strategia „Europa 2020". Realizacja krajowych programów operacyjnych przyczynia się do osiągania celów polityki spójności Unii Europejskiej na poziomie krajowym. Strategie realizacji programów winny być spójne z założeniami odnowionej Strategii Lizbońskiej i obecnie Strategii „Europa 2020."

[14] *Długookresowa strategia rozwoju kraju. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności*, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, Warszawa 2012 r. – dokument przyjęty przez RM 11 stycznia 2013 roku.

[15] Strategia innowacyjności i efektywności gospodarki, Strategia rozwoju kapitału ludzkiego, Strategia rozwoju transportu, Strategia bezpieczeństwo energetyczne i środowisko, Strategia Sprawne państwo, Strategia rozwoju kapitału społecznego, Krajowa strategia rozwoju regionalnego – Regiony, miasta, obszary wiejskie, Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa, Strategia rozwoju systemu bezpieczeństwa narodowego RP.

[16] Analiza realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w ujęciu tematycznym dotyczy stanu na koniec 2012 roku.

W obowiązującej wersji 3.0 Programu[17] nie ma informacji dotyczącej wkładu Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ) w realizację Strategii „Europa 2020."[18] Mając jednak na względzie fakt, iż jest ona kontynuacją wizji rozwoju nakreślonej przez Strategię Lizbońską i analizując jej założenia można stwierdzić, że ponad 97% alokacji POIiŚ wpisuje się w realizację poszczególnych inicjatyw flagowych Strategii „Europa 2020". Wskazać należy, że aż 31 spośród 35 kategorii interwencji w POIiŚ wpisuje się w Strategię „Europa 2020"[19].

Założenia programu POIiŚ wpisują się w realizację wszystkich priorytetów strategii, w największym jednak stopniu dotyczy to priorytetu jakim jest *rozwój zrównoważony*. Najwięcej projektów realizowanych w ramach POIiŚ koreluje z realizacją inicjatywy flagowej *Europa efektywnie korzystająca z zasobów.* W ramy tej inicjatywy kwalifikuje się 28 kategorii interwencji dla POIiŚ, czyli 93% jego alokacji. Realizowane są projekty z celów tematycznych: *klimat, energia, mobilność.* Prowadzone są przedsięwzięcia dotyczące zmiany w kierunku niskoemisyjnego i efektywnie korzystającego z zasobów społeczeństwa, racjonalnie wykorzystującego zasoby.

Kolejna inicjatywa flagowa Strategii „Europa 2020", której można przyporządkować projekty realizowane w ramach POIiŚ to *Unia Innowacji.* Inicjatywa ta ma na celu poprawę warunków ramowych i dostępu do finansowania badań i innowacji, tak by innowacyjne pomysły stawały się nowymi produktami czy usługami oraz przyczyniały się do wzrostu gospodarczego i tworzenia nowych miejsc pracy. W ramach inicjatywy są realizowane projekty z kategorii 02 *Infrastruktura B+RT* (w tym wyposażenie w sprzęt, oprzyrządowanie i szybkie sieci informatyczne łączące ośrodki badawcze oraz specjalistyczne ośrodki kompetencji technologicznych), co stanowi ponad 2% alokacji dla Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko[20].

W obszarze edukacji w ramach inicjatywy flagowej *Młodzież w drodze,* mającej na celu usprawnienie wyników systemów kształcenia oraz ułatwianie młodzieży wejścia na rynek pracy, są realizowane projekty z kategorii 75 *Infrastruktura systemu oświaty*. W realizację tej inicjatywy wpisuje się 0,4% alokacji POIiŚ.

Z kolei w ramach inicjatywy flagowej *Europejski program walki z ubóstwem,* obejmującej działania na rzecz zapewnienia spójności społecznej i terytorialnej, tak aby korzyści płynące ze wzrostu gospodarczego i zatrudnienia były szeroko dostępne, a osoby ubogie i wykluczone społecznie mogły żyć godnie i aktywnie uczestniczyć w życiu społeczeństwa, są realizowane projekty w ramach kategorii 75 *Infrastruktura systemu oświaty* i 76 *Infrastruktura ochrony zdrowia.* Wsparcie tej inicjatywy stanowi 2% alokacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

---

[17] www.mir.gov.pl [14-01-2014].

[18] Zapisy Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013 odnoszą się do wkładu programu w realizację celów odnowionej Strategii Lizbońskiej, ponieważ w tym okresie programowania taki dokument przewodni obowiązywał.

[19] *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego*, Warszawa 2013, s. 44, 38.

[20] Ibidem, s. 39.

Stan realizacji założeń Strategii „Europa 2020" na podstawie umów o dofinansowanie i wniosków o płatność w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko Interwencja w obszarze Środowisko

Działania realizowane w tym sektorze należą do 2 priorytetu Strategii *Rozwój zrównoważony*, a cele związane ze zrównoważonym rozwojem są realizowane między innymi zgodnie z założeniami ochrony środowiska naturalnego, ograniczeniem emisji gazów cieplarnianych i zapobieganiem utraty różnorodności biologicznej. Wszelkie przedsięwzięcia w ramach tego obszaru są związane z rozwojem gospodarczym, ograniczeniem konsumpcji zasobów i przechodzeniem do gospodarki, korzystającej ze swych zasobów w sposób oszczędny. Wartość podpisanych umów w części dofinansowania UE oraz wartość wniosków o płatność w części UE, która została przeznaczona na realizację projektów w ramach Strategii „Europa 2020", w podziale na kategorie interwencji z obszaru Środowisko przedstawiono w tabeli 1.

Umowy o największej wartości zostały zawarte dla interwencji 46 *Oczyszczanie ścieków* oraz 52 *Promowanie czystego transportu miejskiego*, a o najniższej

Tabela 1

Wartość kontraktacji i wydatkowania dla projektów na realizację Strategii Europa 2020 w podziale na kategorie interwencji [mln euro]

Kategorie interwencji PS 2007-2013 wpisujące się w realizacji Strategii „Europa 2020"	Umowy o dofinansowanie	Wnioski o płatność
	Dofinansowanie	
44 *Gospodarka odpadami komunalnymi i przemysłowymi*	832	177
45 *Gospodarka i zaopatrzenie w wodę pitną*	2	2
46 *Oczyszczanie ścieków*	2 773	1 062
47 *Jakość powietrza*	108	50
48 *Zintegrowany system zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń*	41	24
50 *Rewaloryzacja obszarów przemysłowych i rekultywacja skażonych gruntów*	51	1
51 *Promowanie bioróżnorodności i ochrony przyrody (w tym NATURA 2000)*	80	33
52 *Promowanie czystego transportu miejskiego*	1 462	593
53 *Zapobieganie zagrożeniom*	672	102
54 *Inne działania na rzecz ochrony środowiska i zapobiegania zagrożeniom*	0,47	0,32
Razem	6 021,47	2 044,32

Źródło: opracowanie na podstawie: *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012,* Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44.

wartości w kategorii 45 *Gospodarka i zaopatrzenie w wodę pitną* oraz 54 *Inne działania na rzecz ochrony środowiska i zapobiegania zagrożeniom*. Łącznie w sferze środowiska zakontraktowano środki o wartości 6 021,47 mln euro dofinansowania, a wydatkowano 2 044,32 mln euro (tabela 1).

Interwencja w obszarze Transport

Inicjowanie inwestycji z dziedziny transportu istotnie przyczynia się do realizacji jednego z głównych celów 2 piorytetu Strategii *Rozwój zrównoważony*, szczególnie inicjatywy flagowej *Europa efektywnie korzystająca z zasobów.* Przedsięwzięcia realizowane w tym obszarze tematycznym mają na celu kreowanie inteligentnej, zmodernizowanej i połączonej infrastruktury transportowej. To przede wszystkim inwestycje w autostrady i przedsięwzięcia prowadzące do redukcji szkodliwych dla środowiska i klimatu emisji gazów cieplarnianych (tabela 2).

Umowy o największej wartości zostały zawarte dla interwencji 21 *Autostrady (sieci TEN-T)*, 17 *Kolej (sieci TEN-T)*, *20 Autostrady* oraz 22 *Drogi krajowe*. Natomiast dla interwencji 27 *Transport multimodalny (sieci TEN-T)* zawarto umowy tylko na wartość 30 mln euro. Zakontraktowano środki na kwotę 14 871 mln euro dofinansowania, wydatkowano kwotę 8 899 mln euro (tabela 2).

Tabela 2

Wartość kontraktacji i wydatkowania dla projektów na realizację Strategii „Europa 2020" w podziale na kategorie interwencji [mln euro]

Kategorie interwencji PS 2007-2013 wpisujące się w realizację Strategii „Europa 2020"	Umowy o dofinansowanie	Wnioski o płatność
	Dofinansowanie	
16 *Kolej*	521	50
17 *Kolej (sieci TEN-T)*	1 790	374
19 *Tabor kolejowy (sieci TEN-T)*	240	36
20 *Autostrady*	1 781	1 076
21 *Autostrady (sieci TEN-T)*	7 961	5 861
22 *Drogi krajowe*	1 491	1 230
26 *Transport multimodalny*	63	3
27 *Transport multimodalny (sieci TEN-T)*	30	4
28 *Inteligentne systemy transportu*	122	7
29 *Porty lotnicze'*	272	115
30 *Porty*	518	128
31 *Śródlądowe drogi wodne (regionalne i lokalne)*	82	15
Razem	14 871	8 899

Źródło: opracowanie na podstawie: *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012,* Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44.

Interwencja w obszarze Energetyka

Determinantą osiągania celów Strategii „Europa 2000" jest funkcjonowanie nowoczesnej infrastruktury energetycznej. Projekty realizowane w ramach programu mają przyczyniać się do wzrostu efektywności energetycznej, osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego, rozwoju infrastruktury, jak też tworzenia konkurencyjnych rynków energii elektrycznej i gazu ziemnego. Kategorie interwencji w ramach sektora energetyki realizują założenia 2 priorytetu Strategii *Rozwój zrównoważony*, czyli zmierzają do wspierania gospodarki korzystającej z zasobów w sposób efektywny, przyjazny środowisku. Realizacja działań programu przyczyni się do realizacji celów w zakresie klimatu i energii.[21]

W obszarze energetyki najwięcej umów zawarto dla interwencji 35 *Gaz ziemny*, 43 *Efektywność energetyczna, produkcja skojarzona (kogeneracja), zarządzanie energią* oraz 39 *Energia odnawialna: wiatrowa*. Z kolei dla interwencji w temacie 41 *Energia odnawialna: biomasa* zawarto umowy na wartość 62 mln euro. W sumie zakontraktowano kwotę 1 436 mln euro dofinansowania, z kolei wydatkowano 545 mln euro (tabela 3).

Tabela 3

Wartość kontraktacji i wydatkowania dla projektów na realizację Strategii „Europa 2020" w podziale na kategorie interwencji [mln euro]

Kategorie interwencji PS 2007-2013 wpisujące się w realizację Strategii „Europa 2020"	Umowy o dofinansowanie	Wnioski o płatność
	Dofinansowanie	
34 *Energia elektryczna (sieci TEN-E)*	128	4
35 *Gaz ziemny*	492	157
36 *Gaz ziemny (sieci TEN-E)*	157	110
39 *Energia odnawialna: wiatrowa*	259	131
41 *Energia odnawialna: biomasa*	62	28
43 *Efektywność energetyczna, produkcja skojarzona (kogeneracja), zarządzanie energią*	338	115
Razem	1 436	545

Źródło: opracowanie na podstawie *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44.

Interwencja w obszarze Kultura

Projekty realizowane dla sektora kultury wpisują się w priorytet XI *Kultura i dziedzictwo kulturowe* POIiŚ. Przedsięwzięcia realizują założenia Strategii „Europa 2020", czyli kwestie różnorodności kulturowej, poszanowania równo-

[21] Dla Polski określono: 20% redukcję emisji gazów cieplarnianych, 15% udział OZE w konsumpcji energii, 20% wzrost efektywności energetycznej.

uprawnienia, bogactwa europejskiego dziedzictwa kulturowego, jak również innowacyjności i unikalności zastosowanych rozwiązań. Wsparcie otrzymują projekty innowacyjne polegające między innymi na digitalizacji zabytkowych zasobów czy też tworzeniu wirtualnych instytucji kultury. Priorytetowo traktowane są inwestycje, gdzie znajdują się innowacyjne rozwiązania organizacyjne, techniczne i technologiczne. Przedsięwzięcia realizują priorytety Strategii: *rozwój inteligentny* i *rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu*[22].

Interwencja w obszarze Ochrona zdrowia

Projekty obszaru ochrony zdrowia realizują 2 priorytet Strategii *Rozwój sprzyjający włączeniu społecznemu* w tematyce walki z ubóstwem i wykluczeniem społecznym. Za środek zwalczania ubóstwa wskazuje się wspieranie utrzymania dobrego poziomu zdrowia zasobów pracy przez obniżenie poziomu śmiertelności oraz skutków powikłań powstających w wyniku wypadków i innych stanów nagłego zagrożenia zdrowotnego oraz zapewnianie dostępu do opieki zdrowotnej wysokiej jakości. Jednym ze sposobów na obniżenie poziomu śmiertelności oraz niepełnosprawności jest rozwój zintegrowanego systemu ratownictwa medycznego. Realizacja projektów ochrony zdrowia przyczynia się do poprawy jakości specjalistycznych środków transportu sanitarnego i infrastruktury lądowisk dla śmigłowców ratunkowych oraz infrastruktury szpitalnych oddziałów ratunkowych. Umowy w ramach tego sektora zawarto na kwotę prawie 395 mln euro, wydatkowano 234 mln euro (tabela 4).

Tabela 4

Wartość kontraktacji i wydatkowania dla projektów na realizację Strategii „Europa 2020" w podziale na kategorie interwencji [mln euro]

Kategorie interwencji PS 2007-2013 wpisujące się w realizację Strategii „Europa 2020"	Umowy o dofinansowanie	Wnioski o płatność
	Dofinansowanie	
76 *Infrastruktura ochrony zdrowia*	395	234

Źródło: opracowanie na podstawie: *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44.

[22] W obszarze Edukacja projekty z sektora kultury realizują założenia inicjatywy flagowej *Młodzież w drodze.* W temacie *Walka z ubóstwem* jest realizowana inicjatywa *Europejski program walki z ubóstwem,* tego typu projekty dają szansę osobom ubogim i wykluczonym społecznie na aktywną partycypację w życiu społecznym. Ze względu na brak informacji w *Sprawozdaniu rocznym z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w roku 2012* nie ujęto danych dla kontraktacji i wydatkowania środków pomocowych w obszarze *Kultura*.

Interwencja w obszarze Szkolnictwo wyższe oraz Infrastruktura B+RT

Działania w ramach obszaru Szkolnictwa wyższe oraz Infrastruktura B+RT, koncentrują się nad realizacją priorytetu Strategii *Rozwój inteligentny*. Przez inwestycje należy realizować cele związane ze wzrostem zatrudnienia oraz zwiększeniem produktywności i spójności społecznej. Odpowiedni poziom kształcenia wpływa na zwiększone szanse na rynku pracy, a zwiększanie stopy zatrudnienia przyczynia się do zmniejszania ubóstwa. Ogromne możliwości w ramach działalności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej we wszystkich sektorach gospodarki oraz efektywniejsze korzystanie z zasobów polepszają konkurencyjność gospodarki przyczyniają się do tworzenia nowych miejsc pracy.

W obszarze System oświaty zakontraktowano prawie 131 mln euro, wydatkowano 62 mln euro. Z kolei w ramach inwestycji z kategorii Infrastruktura B+RT podpisano kontrakty na kwotę prawie 590 mln euro, a wydatkowano 304 mln euro (tabela 5).

Tabela 5

Wartość kontraktacji i wydatkowania dla projektów na realizację Strategii „Europa 2020" w podziale na kategorie interwencji [mln euro]

Kategorie interwencji PS 2007-2013 Wpisujące się w realizację Strategii „Europa 2020"	Umowy o dofinansowanie	Wnioski o płatność
	Dofinansowanie	
75 *Infrastruktura systemu oświaty*	131	62
02 *Infrastruktura B+RT*	590	304

Źródło: opracowanie na podstawie: *Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44.

Do końca roku 2012 w ramach POIiŚ zawarto 1 491 umów o dofinansowanie projektów realizujących cele Strategii „Europa 2020". Wartość umów stanowiła ponad 23,4 mld euro, czyli aż 97% wartości wszystkich podpisanych umów, co świadczy o bardzo dobrym wyniku. Analizując podpisane umowy o dofinansowanie i kategorie interwencji wpisujące się w realizację Strategii, najwyższą wartość przyznano na realizację projektów w ramach kategorii *21 Autostrady (sieci TEN-T).* Było to około 8 mld euro, czyli 34% dofinansowania przyznanego w ramach wszystkich podpisanych umów w ramach Strategii. Następna kategoria o wysokim poziomie dofinansowania to 46 *Oczyszczanie ścieków.* W tym obszarze realizowano projekty na wartość dofinansowania około 2,8 mld euro, czyli 12% dofinansowania dla sygnowanych umów realizowanych w ramach Strategii. Pomoc w ramach kategorii 17 *Kolej (sieci TEN-T)* to 1,8 mld euro, czyli 8% w całej puli podpisanych umów[23].

[23] Sprawozdanie roczne z realizacji Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2012, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2013, s. 44-45.

Realizacja założeń Strategii „Europa 2020" poprzez działania Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko nowej perspektywy programowej 2014-2020

Przygotowany projekt *Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020* to jeden z krajowych programów operacyjnych, który w największym stopniu skupia się na realizacji celów polityki spójności w obszarze infrastruktury rozwoju zrównoważonego, z uwzględnieniem uwarunkowań krajowych. Zgodnie z zapisami Strategii „Europa 2020" rozwój zrównoważony to „tworzenie zrównoważonej i konkurencyjnej gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów, czyli jednocześnie uwzględniającej wymiar środowiskowy i gospodarczy prowadzonych działań"[24].

W programie wyznaczono krajowe cele w obszarze rozwoju zrównoważonego przy zachowaniu spójności i równowagi pomiędzy działaniami inwestycyjnymi w zakresie niezbędnej infrastruktury oraz wsparcia skierowanego do wybranych obszarów gospodarki. Działania programu mają przyczyniać się do osiągnięcia celu głównego, jakim jest: „wsparcie gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów i przyjaznej środowisku oraz sprzyjającej spójności terytorialnej i społecznej"[25]. Założono równie wiodące cele tematyczne i odpowiedni dobór instrumentów wsparcia. Ustalono podejmowanie interwencji przekrojowych w różnych obszarach sektorowych[26]. Działania w ramach programu realizowane w obrębie polityk sektorowych, mają wspierać osiąganie celów tematycznych, jak między innymi efektywność energetyczna, ochrona przed negatywnymi skutkami zmian klimatycznych, poprawa bezpieczeństwa energetycznego, ochrona środowiska i efektywne korzystanie z zasobów zakładające poprawę infrastruktur sieciowych w zakresie transportu i energetyki. Takie zamierzenia będą wiązały się z wykorzystaniem zasady komplementarności finansowanych przedsięwzięć.

Prace związane z koordynacją programu prowadzi Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju; ponadto zaangażowano też inne resorty monitorujące realizację kolejnych osi priorytetowych. Instytucjonalny aspekt realizacji poszczególnych priorytetowych osi rozwoju w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w okresie 2014-2020 przedstawiono w tabeli 6.

Celem głównym programu jest wsparcie gospodarki wykorzystującej zasoby w sposób efektywny i przyjazny środowisku oraz sprzyjającej spójności teryto-

[24] Komunikat Komisji Europa 2020, *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020*, Komisja Europejska, Bruksela Marzec 2010, KOM (2010) 2020, Wersja ostateczna.

[25] *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, październik 2013, projekt.

[26] Wyznaczone cele strategiczne nie powinny dotyczyć poszczególnych sektorów gospodarki, jak w przypadku Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013.

Tabela 6
Realizacji osi priorytetowych w ramach poszczególnych resortów

Nazwa osi priorytetowej	Instytucja
OŚ PRIORYTETOWA I Promocja odnawialnych źródeł energii i efektywności energetycznej	Ministerstwo Gospodarki
OŚ PRIORYTETOWA II Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu	Ministerstwo Środowiska
OŚ PRIORYTETOWA III Rozwój infrastruktury transportowej przyjaznej dla środowiska i ważnej w skali europejskiej	Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej
OŚ PRIORYTETOWA IV Zwiększenie dostępności do transportowej sieci europejskiej	Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej
OŚ PRIORYTETOWA V Rozwój infrastruktury bezpieczeństwa energetycznego	Ministerstwo Gospodarki
OŚ PRIORYTETOWA VI Ochrona i rozwój dziedzictwa kulturowego	Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego
OŚ PRIORYTETOWA VII Wzmocnienie strategicznej infrastruktury ochrony zdrowia	Ministerstwo Zdrowia

Źródło: *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, październik 2013, projekt, s. 6.

rialnej i społecznej. Cel główny będzie wspomagany przez realizację działań skupiających się na trzech obszarach tematycznych[27]:

- czystej i efektywnej energii (efektywność energetyczna, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, rozwój energii ze źródeł odnawialnych oraz integracja i poprawa funkcjonowania europejskiego rynku energii);
- adaptacji do zmian klimatu oraz efektywnego korzystania z zasobów, wzmocnienie odporności systemów gospodarczych na zagrożenia związane z klimatem oraz zwiększeniu możliwości zapobiegania zagrożeniom (w tym zagrożeniom naturalnym) i reagowania na nie;
- konkurencyjności (wnoszeniu istotnego wkładu w utrzymanie przez UE wdrażania na rynku europejskim technologii przyjaznych środowisku, zapewniając jednocześnie efektywne korzystanie z zasobów i usuwając przeszkody w działaniu najważniejszych infrastruktur sieciowych, celem zwiększenia konkurencyjność gospodarki polskiej i UE).

[27] *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, październik 2013, projekt.

Nowy Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko będzie podejmował interwencje w ramach następujących celów tematycznych:

- CT 4 Wspieranie przejścia na gospodarkę niskoemisyjną we wszystkich sektorach;
- CT 5 Promowanie dostosowania do zmian klimatu, zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem;
- CT 6 Ochrona środowiska naturalnego i wspieranie efektywności wykorzystania zasobów;
- CT 7 Promowanie zrównoważonego transportu i usuwanie niedoborów przepustowości w działaniu najważniejszych infrastruktur sieciowych;
- CT 9 Wspieranie włączenia społecznego i walka z ubóstwem (w ograniczonym zakresie).

W programie wyznaczono następujące osie priorytetowe, których celem jest realizacja priorytetów wynikających z zapisów *Strategii rozwoju inteligentnego, zrównoważonego i przeciwdziałającego wykluczeniu społecznemu Europa 2020*.

Interwencja w obszarze Środowisko

Oś priorytetowa II: Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu

W ramach tej osi połączono priorytety inwestycyjne z CT 5 i 6. Działania w ramach osi będą koncentrować się na rozwoju infrastruktury w zakresie gospodarki odpadami i wodno-ściekowej, przeciwdziałaniu spadkowi różnorodności biologicznej, zwiększeniu możliwości zapobiegania zagrożeniom naturalnym oraz wzmocnieniu odporności na zagrożenia związane z negatywnymi efektami zmian klimatu. Uzupełniająco będą realizowane działania wpływające na poprawą jakości powietrza oraz transportu przyjaznego środowisku. Przewiduje się wsparcie następujących przedsięwzięć[28]:

- opracowanie lub aktualizacja dokumentów strategicznych wymaganych prawem unijnym lub krajowym;
- zabezpieczenie przed skutkami zmian klimatu obszarów szczególnie wrażliwych;
- poprawa bezpieczeństwa powodziowego i przeciwdziałanie suszy;
- działania wspierające między innymi: rozwój systemów wczesnego ostrzegania i prognozowania zagrożeń oraz wsparcie, systemu ratownictwa chemiczno-ekologicznego i służb ratowniczych na wypadek wystąpienia zjawisk katastrofalnych lub poważnych awarii.

Wsparcie otrzymywać będą jednostki samorządu terytorialnego i ich związki oraz działające w ich imieniu jednostki organizacyjne, administracja rządowa oraz podległe jej organy i jednostki organizacyjne, organizacje pozarządowe, jednostki naukowe przedsiębiorców, podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego

[28] Ibidem, s. 79.

nie będących przedsiębiorcami. Główną grupą docelową stanowią indywidualni użytkownicy korzystający z zasobów środowiska.

Interwencja w obszarze Transport

Oś priorytetowa III: Rozwój infrastruktury transportowej przyjaznej dla środowiska i ważnej w skali europejskiej

W ramach osi połączono wybrane priorytety inwestycyjne z CT 4 i 7. Integracja w jednej osi działań transportowych zapewni spójność planowania i wdrażania projektów transportowych.

Wsparcie transportu publicznego będzie jednym z elementów realizacji, wynikających z przygotowanych przez samorządy planów gospodarki niskoemisyjnej. W obszarze transportu miejskiego kontynuowane będą działania mające na celu zmniejszenie zatłoczenia motoryzacyjnego w miastach, poprawę płynności ruchu i ograniczenie negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne w miastach i na ich obszarach funkcjonalnych. Interwencja będzie dotyczyła przedsięwzięć w zakresie rozwoju transportu zbiorowego, wynikających z planów gospodarki niskoemisyjnej miast.

W obszarze transportu beneficjentami będą jednostki samorządu terytorialnego, działające w ich imieniu jednostki organizacyjne i spółki specjalnego przeznaczenia, a także zarządcy infrastruktury służącej transportowi miejskiemu oraz przewoźnicy świadczący usługi w zakresie transportu pasażerskiego. Natomiast grupami docelowymi staną się użytkownicy indywidualni i przedsiębiorcy korzystający z miejskiej infrastruktury transportowej i środków transportu zbiorowego.

Oś priorytetowa IV: Zwiększenie dostępności do transportowej sieci europejskiej

W ramach osi przewiduje się wsparcia dwóch priorytetów inwestycyjnych w ramach CT 7. Przewidziano w niej interwencje dla różnych kategorii regionów, ponieważ wybrane do realizacji projekty drogowe będą zlokalizowane na terenie całego kraju. Wynika to z istniejących potrzeb w zakresie poprawy dostępności ośrodków do sieci TEN-T, wyprowadzania ruchu z miast oraz poprawy bezpieczeństwa drogowego, które występują na terenie całego kraju, niezależnie od kategorii regionu. W warunkach polskich krajowa sieć drogowa jest rozwijana z poziomu centralnego, a efekt zwiększenia dostępności transportowej wymaga kompleksowego podejścia i działań w obrębie regionów niezależnie od ich kategorii.

W obszarze sektora drogowego beneficjentem będzie zarządca krajowej infrastruktury drogowej. Ze względu na charakter horyzontalny, grupami docelowymi wsparcia będą użytkownicy indywidualni i przedsiębiorcy korzystający z dofinansowanej środkami UE infrastruktury transportowej w sieci kompleksowej TEN-T.

Energetyka

Oś priorytetowa I: Promocja odnawialnych źródeł energii i efektywności energetycznej

W ramach realizacji tej osi zaplanowano wsparcie wybranych priorytetów inwestycyjnych CT 4. Skupienie interwencji w ramach tej osi zapewni spójność w realizacji działań powiązanych ze sobą i przyczyni się do osiągnięcia sformułowanych celów związanych z podniesieniem efektywności energetycznej oraz rozwojem odnawialnych źródeł energii. Realizacji celów osi będą sprzyjały działania wynikające z przygotowanych przez samorządy planów gospodarki niskoemisyjnej, obejmujących przeciwdziałanie zmianom klimatu, poprawę jakości powietrza na obszarach, na których odnotowano przekroczenia standardów jakości powietrza. Zintegrowane w ten sposób działania, w połączeniu z działaniami w pozostałych osiach priorytetowych, przyczynią się do lepszej realizacji celów zrównoważonego gospodarowania zasobami, poprawy stanu środowiska oraz zapewnienia gospodarce bezpiecznego i konkurencyjnego zaopatrzenia w energię. Przewidywane wsparcie będzie dotyczyć budowy oraz rozbudowy: lądowych farm wiatrowych; instalacji na biomasę i biogaz; sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, umożliwiających przyłączenia jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, a także w ograniczonym zakresie, jednostek wytwarzania energii elektrycznej wykorzystującej wodę i słońce oraz ciepła przy wykorzystaniu energii geotermalnej.

Potencjalni beneficjenci oraz grupy docelowe to jednostki samorządu terytorialnego, działające w ich imieniu jednostki organizacyjne, jednostki administracji rządowej oraz podległe jej organy, organizacje pozarządowe, przedsiębiorcy, a także podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji obowiązków własnych jednostek samorządu terytorialnego niebędące przedsiębiorcami. Ponieważ interwencja z programu będzie miała charakter horyzontalny, zasięgiem obejmie cały kraj, to grupami docelowymi wsparcia będą użytkownicy indywidualni i przedsiębiorcy korzystający z sieci elektroenergetycznych, gazowych (w zakresie biogazu) i ciepłowniczych.

Rozwój energetyki odnawialnej zależeć będzie od uwarunkowań terytorialnych, zatem wsparcie dla energii z danego źródła będzie zależało od istnienia na danym obszarze odpowiednich zasobów naturalnych[29].

---

[29] Zgodnie z zapisami *Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2030* obszary najlepsze dla rozwoju energetyki wiatrowej występują w północnej części Polski, najlepsze warunki do wykorzystania energii słonecznej występują w części województwa lubelskiego, południowo-zachodniej części województwa podlaskiego, wschodniej oraz zachodniej części Mazowsza, a także na Wybrzeżu Gdańskim, najlepsze warunki dla geotermii znajdują się zaś w północno-zachodniej Polsce.

Rozwój energetyki odnawialnej jest możliwy na obszarach określonych w planach zagospodarowania przestrzennego województw. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii może być szansą wyrównania warunków rozwoju, szczególnie na obszarach wiejskich, ponieważ

Oś priorytetowa V: Rozwój infrastruktury bezpieczeństwa energetycznego

Działania w ramach osi w obrębie CT 7 będą miały na celu rozwój inteligentnej infrastruktury bezpieczeństwa energetycznego w sektorach gazowym oraz elektroenergetyki. Planowana interwencja ma zapewnić spójność w realizacji działań powiązanych ze sobą i przyczynić się do osiągnięcia rezultatów z innych osi priorytetowych dotyczących między innymi energetyki, poprzez takie działania, jak optymalne wykorzystanie krajowych zasobów surowców energetycznych, przy jednoczesnym zastosowaniu nowych technologii. Działania te umożliwią osiąganie założonych celów dotyczących zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska, zapewnienie gospodarce bezpiecznego i konkurencyjnego zaopatrzenia w energię.

Głównym beneficjentem realizowanych przedsięwzięć będą przedsiębiorstwa energetyczne działające w obszarze przesyłu, dystrybucji, magazynowania, regazyfikacji gazu ziemnego oraz przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się przesyłem i dystrybucją energii elektrycznej. Pomoc będzie miała charakter horyzontalny, zatem zasięgiem obejmie obszar kraju korzystający z sieci gazowej czy elektroenergetycznej.

Kultura

Oś priorytetowa VI: Ochrona i rozwój dziedzictwa kulturowego

W ramach tej osi zakłada się wspieranie efektywnego wykorzystania zasobów dziedzictwa materialnego, zarówno naturalnego, jak i wytworzonego przez człowieka. Wśród tych zasobów szczególne miejsce zajmuje dziedzictwo kulturowe, taktowane kompleksowo, jako integralny element szeroko pojętych zasobów, których efektywne wykorzystanie może przynieść wymierne korzyści środowiskowe oraz gospodarcze. Dziedzictwo kulturowe jest postrzegane jako ważny czynnik postaw kreatywnych w społeczeństwie, oddziałujący na wspieranie działań innowacyjnych, zwiększenie atrakcyjności inwestycyjnej i osiedleńczej regionów, rozwój turystyki, tworzenie rynku pracy czy współokreślanie funkcji metropolitalnych miast w układach ekonomicznym i przestrzennym. Dziedzictwo kulturowe postrzegane jako czynnik wspierający rozwój zrównoważony.

Beneficjentami będą instytucje kultury, archiwa państwowe, jednostki samorządu terytorialnego, szkoły i uczelnie artystyczne prowadzone i nadzorowane przez ministra kultury i dziedzictwa narodowego, kościoły i związki wyznaniowe, organizacje pozarządowe, podmioty zarządzające obiektami indywidualnie wpisanymi na Listę Dziedzictwa UNESCO. Pomoc będzie dotyczyła infrastruktury ponadregionalnej oraz światowej (lista UNESCO), zatem grupami docelowymi

zróżnicowane zasoby tych obszarów umożliwiają tworzenie innowacji i prowadzenia działalności pozarolniczej.

wsparcia będą użytkownicy tej infrastruktury, czyli mieszkańcy całej Polski oraz turyści (z kraju i zza granicy).

Ochrona zdrowia

Oś priorytetowa VII: Wzmocnienie strategicznej infrastruktury ochrony zdrowia

Inwestycje w infrastrukturę zdrowotną mają służyć wspieraniu włączenia społecznego oraz przeciwdziałaniu ubóstwu. Wsparcie infrastruktury zdrowotnej będzie skierowane na rozwój strategicznych elementów infrastruktury ochrony zdrowia o znaczeniu krajowym (ratownictwa medycznego oraz wysokospecjalistycznych ośrodków medycznych), celem tworzenia warunków dla zwiększenia dostępu do niej wszystkim obywatelom. Wsparcie będzie uzupełnieniem interwencji programu w obszarach: ochrony środowiska i gospodarki niskoemisyjnej, gdzie przewiduje się realizacje inwestycji dotyczących poprawy jakości powietrza i redukcji zanieczyszczeń przez duże przedsiębiorstwa oraz wsparcie systemu ratownictwa ekologiczno-chemicznego.

Beneficjentami realizowanych projektów będą podmioty lecznicze udzielające świadczeń zdrowotnych w zakresie ratownictwa medycznego oraz podmioty utworzone przez ministra lub centralny organ administracji rządowej, publiczną uczelnię medyczną lub publiczną uczelnię prowadzącą działalność dydaktyczną i badawczą w dziedzinie nauk medycznych, instytuty badawcze prowadzące badania naukowe i prace rozwojowe w dziedzinie nauk medycznych, uczestniczące w systemie ochrony zdrowia. Z kolei grupy docelowe będą stanowić użytkownicy, którym zostanie udzielona pomoc w ramach systemu ratownictwa medycznego oraz korzystający z infrastruktury szpitali ponadregionalnych.

W celu zapewnienia sprawnej oraz efektywnej realizacji Programu niezbędne będzie utrzymanie wysoko wykwalifikowanej kadry pracowników. W okresie programowania 2007-2013 stworzono stabilny system zarządzania i wdrażania programów. Determinantą optymalnego wdrażania nowego Programu będzie utrzymanie wysoko wykwalifikowanej oraz doświadczonej kadry[30].

Udział Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w realizacji zasady zrównoważonego rozwoju

Działania realizowane w ramach programu operacyjnego są zgodne z normami wynikającymi z prawa wspólnotowego oraz z charakteryzującymi je zasadami horyzontalnymi, czyli z zasadą: zrównoważonego rozwoju, partnerstwa, równości płci oraz niedyskryminacji. Zgodnie z zapisami art. 8 rozporządzenia ustana-

[30] Ibidem, s. 141.

wiającego wspólne przepisy ... (*CPR*), cele funduszy objętych zakresem wspólnych ram strategicznych będą osiągane w ramach zrównoważonego rozwoju oraz unijnego wsparcia dla celu ochrony i poprawy jakości środowiska naturalnego, zgodnie z art. 11 Traktatu o funkcjonowaniu UE, z uwzględnieniem zasady zanieczyszczający płaci[31]. Jednocześnie konieczne jest uwzględnienie wymogów ochrony środowiska, efektywności zasobów, dostosowania do zmiany klimatu i łagodzenia jej skutków, odporności na klęski żywiołowe oraz zapobieganie ryzyku i zarządzanie ryzykiem podczas przygotowywania i realizacji programu operacyjnego[32].

W kontekście programu operacyjnego, którego celem jest wsparcie infrastruktury rozwoju zrównoważonego rozwoju, realizację tej zasady należy rozpatrywać zarówno na poziomie celów strategicznych wsparcia funduszy, jak też na poziomie pojedynczych projektów. W odniesieniu do celów funduszy, interwencja w ramach programu łączy cele gospodarcze ze środowiskowymi w jednym, spójnym nurcie interwencji publicznej. Przyjmuje się, że wsparcie infrastruktury rozwoju zrównoważonego w ramach POIiŚ przyniesie znaczący wkład w rozwój gospodarki, która będzie bardziej konkurencyjna, a jednocześnie bardziej zrównoważona w wymiarze ekonomicznym, środowiskowym i przestrzennym. W odniesieniu do projektów ta zasada obejmuje finansowanie przedsięwzięć minimalizujących oddziaływanie działalności człowieka na środowisko. Realizowane projekty infrastrukturalne, tam gdzie stosowne, powinny uwzględniać zasadę zanieczyszczający płaci, która jest jednym z horyzontalnych wymogów programu i wskazuje konieczność uwzględnienia kosztów zewnętrznych w całkowitych kosztach inwestycji. Szczegółowe informacje odnośnie spełniania zasady zanieczyszczający płaci oraz użytkownik płaci zawarte są w opisach osi priorytetowych. Realizacja założeń zrównoważonego rozwoju zgodnie z celami Strategii „Europa 2020" oznacza również, że w wymiarze całego programu oraz konkretnych przedsięwzięć będzie uwzględniona problematyka łagodzenia i adaptacji do zmian klimatu. W praktyce polega to na obowiązku oceny finansowanych przedsięwzięć z punktu widzenia wpływu na zmiany klimatu, mając na uwadze aspekt łagodzenia skutków zmian klimatycznych, adaptacji do nich oraz odporności realizowanych inwestycji infrastrukturalnych na skutki zmian klimatu i powiązane z tym zagrożenia klęskami żywiołowymi (zwiększone ryzyko powodzi, susze, upały, ekstremalne zjawiska powodziowe). Na poziomie programu opera-

[31] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013, z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 (Dz. Urz. UE, L 347/320, 20.12.2013).

[32] Stanowisko Rządu Rzeczypospolitej Polskiej do pakietu propozycji legislacyjnych Komisji Europejskiej dla polityki spójności 2014-2020, Polityka spójności 2014-2020, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, styczeń 2012.

Tabela 7
Podział na osie priorytetowe, fundusze, kategorie regionów oraz cele tematyczne Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko

Oś priorytetowa	Fundusz	Kategoria regionu	Cel tematyczny	Wkład unijny	Wkład krajowy	Finansowanie ogółem (euro)
I.	FS	n/d	4.	1 263 221 818	222 921 497	1 486 143 315
II.	FS	n/d	5.	230 286 442	40 638 784	270 925 226
			6.	3 227 888 805	569 627 736	3 797 516 241
III.	FS	n/d	4.	1 700 000 000	300 000 000	2 000 000 000
			7.	12 987 826 220	2 291 969 333	15 279 795 553
IV.	EFRR	Słabiej rozwinięte	7.	2 790 685 592	492 473 928	3 283 159 520
		Lepiej rozwinięte		114 885 495	28 721 374	143 606 869
V.	EFRR	Słabiej rozwinięte	7.	617 233 726	108 923 599	726 157 325
		Lepiej rozwinięte		25 396 494	6 349 124	31 745 618
VI.	EFRR	Słabiej rozwinięte	6.	361 521 084	63 797 838	425 318 922
		Lepiej rozwinięte		38 478 951	9 619 738	48 098 689
VII.	EFRR	Słabiej rozwinięte	9.	460 013 685	81 178 886	541 192 571
		Lepiej rozwinięte		40 107 021	10 026 755	50 133 776
VIII.	FS	n/d	n/d	300 000 000	52 941 176	352 941 176
Ogółem (euro)				24 157 545 333	4 279 189 468	28 436 734 801

Polityka spójności 2014 -2020 Inwestycje w rozwój gospodarczy i wzrost zatrudnienia, Polityka spójności UE, Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2011, www.ec.europa.eu [12-12-2013], s. 15.

Źródło: *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, październik 2013, projekt, s. 148.

cyjnego cele związane z dostosowaniem do zmian klimatu i przeciwdziałaniem zmianom klimatu będą ujęte w systemie monitorowania i raportowania wydatków z wykorzystaniem metodyki KE (tabela 7).

Wszystkie przedsięwzięcia infrastrukturalne o charakterze kubaturowym realizowane w programie będą objęte ogólnym wymogiem dotyczącym efektywności energetycznej, które zostaną zindywidualizowane na poziomie osi priorytetowych i szczegółowo określone w kryteriach wyboru projektów. Przewiduje się też zastosowanie rozwiązań promujących efektywność energetyczną i pozytywny wpływ na ochronę środowiska tam, gdzie z uwagi na specyfikę projektów, ich stosowanie nie będzie miało charakteru obligatoryjnego.

Podsumowanie

Polityka spójności obejmuje szeroką perspektywę tematyczną; nie jest to tylko rozwój gospodarczy opóźnionych regionów czy wsparcie dla słabszych grup społecznych, ale też rozwój zrównoważony pod względem społecznym i środowiskowym. Świadczy o tym fakt szerokiego zakresu proponowanych funduszy, programów i obszarów interwencji. Dzięki polityce spójności wiele regionów spełniło wymogi unijnych dyrektyw środowiskowych, nastąpiła poprawa jakości środowiska i życia.

Cele rozwojowe krajowego programu reform są kompatybilne z priorytetami wyznaczonymi w Strategii „Europa 2020". Osiągnięcie wzrostu inteligentnego, zrównoważonego i sprzyjającego włączeniu społecznemu w przyszłości oznacza dla wszystkich zaangażowanych w realizację tej strategii, dążenie do społecznej gospodarki rynkowej XXI wieku.

Analiza stanu wdrażania Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko zarówno w przypadku perspektywy 2007-2013, jak i 2013-2020 wskazuje w pełni na realizację założeń Strategii „Europa 2020". W obszarze realizowanych operacyjnych programów skierowanych na poprawę infrastruktury i środowiska wciąż obserwuje się jednak potrzebę udoskonalania działań związanych chociażby z tworzeniem inwestycji zmierzających w kierunku bardziej ekologicznych środków transportu (dotyczy to transportu kolejowego i systemów komunikacji miejskiej). Z pewnością należy skupić się na przygotowaniu programów określających ograniczoną liczbę priorytetów polityki, z konkretną wizją dotyczącą sposobu ich realizacji oraz opisem ich wpływu na gospodarczy, społeczny i terytorialny rozwój regionów objętych polityką rozwoju.

Urszula Motowidlak

ROLA TRANSPORTU DROGOWEGO W KREOWANIU ZRÓWNOWAŻONEJ GOSPODARKI W POLSCE

Urszula Motowidlak, dr – Uniwersytet Łódzki

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
ul. POW 3/5, 90-255 Łódź
e-mail: umotowidlak@onet.eu

PART OF ROAD TRANSPORT IN THE PROCESS OF BUILDING OF A SUSTAINABLE ECONOMY IN POLAND

SUMMARY: The subject of this article is to analyze the broad aspects of road transport's development in the light of the economics principles and sustainable development policy. Socio-economic development and mutual cooperation entities operating in different geographical areas drive growth of transportation needs. This implementation is carried out by various modes of transport. Due to its advantages, especially speed, wide accessibility of means of transport, the possibility of direct transportation of goods and people, as well as the favorable distribution of the infrastructure, road transport is the dominant and most important contemporary mode of transport. The analysis shows that road transport gained currently a special status in everyday live of people. Despite the difficulties in obtaining accurate quantitative data about the road transportation, it can be noticed that the largest share of it, is for personal transportation, not commercial, which contradicts the common opinions about this trend. The rapid development of road transport highlighted the negative impact of transport modes such as on the environment. The result s therefore a conflict between economy and environment. Implementation of theory of economics and sustainable development policy concerning transport is to achieve a balance between the further development of the economy and the preservation of and natural resources and qualities. An important issue in achieving the objectives of sustainable transport is not only technological but also human awareness which builds consumer preferences. The shape of transport will depend on transportation providers and customers in the future.

KEY WORDS: transport, sustainable transport, external costs

Wstęp

Transport, zajmując się przemieszczaniem osób i ładunków, jest szczególnie istotnym elementem gospodarki we współczesnym świecie. Sprawny i efektywny system transportowy stanowi jeden z niezbędnych czynników wzrostu i rozwoju społeczno-gospodarczego, zarówno w skali lokalnej, regionalnej, jak też krajowej i międzynarodowej. Generuje on wiele pozytywnych efektów zewnętrznych w sferze gospodarczej i społecznej. Postępujący na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat rozwój gospodarczy w znaczący sposób wpłynął na kształt i charakter transportu. Szczególnie ważną rolę w całości wykonywanych przewozów pełni transport drogowy. Wraz z jego rozwojem powstaje potrzeba tworzenia nowszych regulacji prawa, nie tylko w zakresie spraw socjalnych czy organizacyjnych, ponieważ przez wzgląd na uciążliwość dla środowiska niezwykle istotną rolę w prawodawstwie krajowym, jak i międzynarodowym, odgrywają obecnie kwestie ochrony środowiska naturalnego. Wzrost zainteresowania degradacyjnym wpływem transportu na szeroko pojęte środowisko naturalne jest efektem między innymi:

- rosnącej świadomości ekologicznej społeczeństwa;
- rozwoju nowych metod pomiaru szkód wyrządzonych środowisku przez działalność transportową;
- ewolucji metodologii oceny ekonomicznej wpływu transportu na środowisko, pozwalającej tym samym na bardziej precyzyjne określenie negatywnych skutków jego kosztów.

Współczesne trendy rozwoju transportu, opartego w przeważającej mierze na drogowych przewozach osób i ładunków, prowadzą do rosnącego poziomu kosztów zewnętrznych analizowanego sektora. Ich negatywne skutki obciążają nie tylko środowisko, ale też społeczeństwo, przyczyniają się także do obniżenia efektywności ekonomicznej oraz strat gospodarczych[1]. Nadmierne wykorzystanie transportu samochodowego powoduje niewystarczające zaangażowanie potencjału i stagnację w rozwoju innych, bardziej przyjaznych ekologicznie form transportu. Istotnym problemem, jakiemu musi sprostać polityka transportowa w krajach Unii Europejskiej, w tym również w Polsce, jest systematyczny wzrost udziału transportu samochodowego w strukturze rynku transportowego, co nie jest zgodne z koncepcją polityczną zrównoważonego rozwoju transportu. Kluczowym elementem unijnej polityki transportowej od kilkunastu lat jest bowiem kształtowanie mobilności z poszanowaniem zasad zrównoważonego rozwoju, czyli mobilności wolnej od szkodliwych skutków ubocznych[2].

---

[1] M. Paradowska, *Rozwój zrównoważonych systemów transportowych polskich miast i aglomeracji w procesie integracji z Unią Europejską – przykład aglomeracji wrocławskiej*, Wyd. Uniwersytetu Opolskiego, Opole 2011, s. 13.

[2] *Ekologiczny transport*, COM(2008) 433, s. 2, Bruksela 2008.

Istota zrównoważenia w transporcie

Przejawy dynamizacji rozwoju gospodarczego, postępu w dziedzinie nauki oraz technologii mają obecnie dwa oblicza. Przede wszystkim stanowią one środek do poprawy warunków życia ludzkości dzięki zwiększeniu szeroko rozumianego dobrobytu, dostępowi do nowych technologii i urządzeń zapewniających wygodę, lepszym możliwościom podróżowania. Tymczasem już pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku pojawiły się pierwsze dyskusje na szczeblu międzynarodowym dotyczące negatywnych skutków tego rodzaju działalności. Rozwój cywilizacyjny oparty na dotychczasowej ścieżce maksymalizacji bogactwa i konsumpcjonizmie powoduje pogorszenie warunków życia, zdrowia człowieka i środowiska, stanowiąc zagrożenie nie tylko dla obecnych, ale i przyszłych pokoleń. Coraz częściej szczególny nacisk kładzie się więc na konieczność zapewnienia takiego rozwoju ludzkości, który zapewni kompromis pomiędzy celami gospodarczymi, społecznymi i środowiskiem.

W odniesieniu do sfery gospodarczej zrównoważenie generuje koncepcję gospodarki zrównoważonej ekologicznie. Skupia się ona na wycenie zasobów ekologicznych i definiuje zrównoważenie w kategoriach kapitału naturalnego, w celu zapewnienia usług skutkujących czystym powietrzem i wodą oraz stabilnością klimatyczną. Gospodarka zrównoważona ekologicznie, jako cel priorytetowy stawia pojęcie wystarczającej ilości, w przeciwieństwie do gospodarki konwencjonalnej, która zasadniczo zakłada, że stale wzrastająca konsumpcja i jej maksymalizacja to proces pożądany[3]. Konieczność zapewnienia równowagi pomiędzy celami społecznymi, gospodarczymi oraz ekologicznymi wymaga, aby zasady zrównoważonego rozwoju były respektowane na poziomie poszczególnych polityk. Z tego powodu rozwój zrównoważony powinien być rozważany nie tylko w ujęciu globalnym, międzynarodowym, narodowym czy lokalnym. Należy również zastosować podejście sektorowe[4]. W odniesieniu do zagadnień transportowych zrównoważenie narzuca wymóg etycznej ochrony, która zakłada maksymalną efektywność zasobów, na przykład przy właściwym pułapie cenowym wykorzystania dróg i udogodnień parkingowych[5]. Pozostaje to w opozycji do aktualnej etyki konsumpcji. Jej celem jest bowiem zmaksymalizowanie wielkości zasobów (z mobilnością włącznie), przeznaczonych do konsumpcji przez użytkowników, na przykład poprzez maksymalizację liczby posiadanych pojazdów mechanicznych i związanych z tym kosztów operacyjnych[6].

---

[3] T. Borys, *Analiza istniejących danych statystycznych pod kątem ich użyteczności dla określenia poziomu zrównoważonego transportu wraz z propozycją ich rozszerzenia*, Raport z realizacji pracy badawczej, Ministerstwo Infrastruktury, Jelenia Góra-Warszawa 2008, s. 9.

[4] M. Paradowska, op. cit., s. 57.

[5] A. Przybyłowski, *Inwestycje transportowe jako czynnik zrównoważonego rozwoju regionów w Polsce*, Wyd. Akademii Morskiej, Gdynia 2013, s. 21.

[6] T. Litman, *Well Measured Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning 5*, November 2013, s. 10, www.vtpi.org [12-12-2013].

W ostatnich latach obserwuje się na świecie coraz większe zainteresowanie zjawiskiem zrównoważenia oraz jego implikacjami dla procesów planowania i funkcjonowania systemu transportu[7]. W praktyce istnieją jednak pewne trudności z rozróżnieniem w zakresie planowania strategicznego dwóch kluczowych pojęć: zrównoważonego rozwoju transportu (*Sustainable Development of Transportation*) i zrównoważonego transportu (*Sustainable Transportation*). Pojęcie drugie częściej występuje w krajowych i międzynarodowych dokumentach strategicznych dotyczących rozwoju transportu oraz w różnego typu deklaracjach. Szczególną aktywność w określaniu istoty tych pojęć przejawia OECD, Unia Europejska oraz Centrum Zrównoważonego Rozwoju Transportu w Toronto[8].

Na podstawie dokonanego przez T. Borysa[9] obszernego przeglądu definicji transportu zrównoważonego uwidacznia się wąskie oraz szerokie podejście do definiowania tego pojęcia. W ujęciu wąskim eksponuje się aspekty środowiskowe równoważenia transportu. Wśród istotnych warunków niezbędnych i umożliwiających realizację systemu transportu zrównoważonego środowiskowo, wymienia się najczęściej następujące czynniki:

- ochronę zdrowia ludzkiego;
- zapewnienie integralności ekosystemów;
- respektowanie ograniczeń zdrowotnych i ekologicznych (poziomy i obciążenia krytyczne);
- zapobieganie i minimalizowanie emisji substancji zanieczyszczających;
- gwarancję zrównoważonego wykorzystania nieodnawialnych i odnawialnych zasobów;
- unikanie powstających z winy człowieka zmian w globalnych systemach środowiskowych, takich jak atmosfera, czy oceany[10].

W ujęciu wąskim transport zrównoważony środowiskowo pozwala na realizację ogólnie przyjętych celów dotyczących zdrowia i jakości środowiska, jest zgodny z integralnością ekosystemu oraz nie powoduje pogorszenia niekorzystnych zjawisk globalnych, takich jak zmiany klimatyczne i zanikanie warstwy ozonowej w stratosferze[11]. Transport zrównoważony w ujęciu szerokim traktowany jest konsekwentnie w konwencji ładu zintegrowanego (tabela 1), czyli w kontekście szerokiej definicji zrównoważonego rozwoju.

---

[7] T. Litman, D. Burwell, *Issues in Sustainable Transportation*, "International Journal of Global Environmental Issues" 2006 t. 6, nr 4, www.vtpi.org [26-11-2013].

[8] T. Borys, *Pomiar zrównoważonego rozwoju transportu*, w: *Ekologiczne problemy zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, B. Dobrzyńska, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2009, s. 170.

[9] T. Borys, *Analiza ....*, s. 5-28.

[10] *OECD Guidelines towards Environmentally Sustainable Transport*, OECD, Paris 2002, www.esteast.unep.ch [30-11-2013].

[11] *Environmentally Sustainable Transport (EST): Concept, Goal, and Strategy – The OECD's EST Project*, Paris 2004, www.ejtir.tudelft.nl [27-11-2013].

Tabela 1
Cechy zrównoważonego rozwoju transportu

Generalna cecha rozwoju transportu: Zrównoważenie		
Cechy społeczne: • mobilność • dostępność • płynność • bezpieczeństwo • spójność społeczna • integralność systemu transportowego	Cechy ekonomiczne: • konkurencyjność • warunki pracy w sektorze • infrastruktura (rozwój/modernizacja/ zainwestowanie/nośność/ ilość i jakość sieci transportowej) • intermodalność	Cechy środowiskowe: • przyjazność środowiskowa transportu (minimalizacja wpływów na środowisko) • przeciwdziałanie i likwidacja skutków transportowych zagrożeń środowiskowych

Źródło: T. Borys, *Pomiar* . . ., s. 174.

Zrównoważony system transportu oznacza, zatem, że transport osób i towarów jest realizowany w sposób, który jednocześnie uwzględnia i godzi kryteria środowiskowe, społeczne i ekonomiczne. Jest on:

- przystępny cenowo;
- skutecznie funkcjonuje;
- oferuje wybór środków transportu;
- wspiera prężnie rozwijającą się gospodarkę;
- ogranicza emisje i odpady z uwzględnieniem możliwości planety do ich absorpcji;
- minimalizuje zużycie zasobów nieodnawialnych;
- ogranicza konsumpcję zasobów odnawialnych do poziomu zrównoważenia;
- przetwarza i wtórnie wykorzystuje ich komponenty;
- minimalizuje wykorzystanie gruntów;
- ogranicza natężenie hałasu.

W ostatnich latach to właśnie szerokie ujęcie istoty zrównoważonego transportu uznawane jest za współczesną wykładnię nowego paradygmatu rozwoju w odniesieniu do sektora transportowego. Według B. Pawłowskiej[12] stan zrównoważenia rozwoju transportu charakteryzuje się osiągnięciem takiego układu poszczególnych jego elementów, jaki pozwala na maksymalizację jego efektywności pod względem ekonomicznym, społecznym i środowiskowym. Ponadto autorka zwraca uwagę na istotę trwałości zrównoważenia transportu w czasie. Nadanie zrównoważonemu rozwojowi transportu cech trwałości jest zgodne ze standardami zrównoważenia typu twardego, które kładzie większy nacisk na redukcję wpływów negatywnych w obrębie sektora transportu, a tym samym skupia się bardziej na redukcji konsekwencji wynikających z ruchu komunikacyjnego. Jest to więc realizacja wrażliwej i mocnej zasady trwałości rozwoju, czyli uznającej komplementarność kapitałów. Transport zrównoważony może być również oparty na standardach zrównoważenia typu miękkiego. Przewidują one

[12] B. Pawłowska, *Zrównoważony rozwój transport na tle współczesnych procesów społeczno-gospodarczych*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2013, s. 210-211.

wzrost skutków środowiskowych rozwoju transportu, związanych z rozwojem gospodarczym. Wpływy negatywne mogą być rekompensowane przez inne sektory. Takie równoważenie, oparte na słabej zasadzie trwałości rozwoju uznającej substytucję kapitałów ma niewiele wspólnego z istotą zrównoważenia. Można, więc uznać, że rozwój oparty na słabej zasadzie trwałości nie jest rozwojem zrównoważonym[13].

Transport drogowy w warunkach zrównoważonego wzrostu gospodarczego w Polsce

Globalizacja produkcji i związanych z nią łańcuchów dostaw powoduje wzrost znaczenia transportu w międzynarodowych procesach gospodarczych. Stworzenie jednolitego wspólnego rynku w obrębie Unii Europejskiej doprowadziło do rozwoju sektora transportowego oraz przyczyniło się do zwiększenia jego znaczenia gospodarczego. Poza tym, praktyka dostaw w systemie *Just in Time* również spowodowała wzrost działalności w tym sektorze. Rozwinięty i sprawny transport jest więc warunkiem i czynnikiem dynamizującym wzrost gospodarczy. Zgodnie z założeniami Komisji Europejskiej przyszły wzrost gospodarczy w krajach UE powinien odpowiadać założeniom gospodarki ekologicznej[14]. Przyjęta w 2010 roku Strategia „Europa 2020"[15] ma na celu rozpowszechnienie w UE gospodarki opartej na wiedzy, efektywnie korzystającej z zasobów i niskoemisyjnej. Celem strategii jest również opracowanie skutecznego narzędzia w dążeniu do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju.

Polska, jako kraj członkowski UE, utożsamia się z ideą i strategią realizacji założeń zrównoważonego rozwoju zarówno w ujęciu makroekonomicznym, jak i sektorowym, co znalazło odzwierciedlenie w wielu dokumentach i inicjatywach proekologicznych podjętych w latach 2005–2010[16]. Mimo znaczących wysiłków mających na celu uwzględnienie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu w Polsce odnotowano jednak niedostateczny postęp w zakresie ich realizacji[17]. Ideą służącą przemianom w sektorze transportu jest zrównoważony udział poszczególnych rodzajów transportu w przewozach pasażerskich i towarowych ogółem. Obecna struktura przewozowa w Polsce wydaje się być makro-

[13] T. Borys, *Pomiar …*, s. 173.
[14] *Rio+20: w kierunku gospodarki ekologicznej i lepszego zarządzania*, COM(2011) 363, Bruksela 2011.
[15] *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, dalej *Strategia „Europa 2000"*, COM(2010) 2020, Bruksela 2010.
[16] J. Burnewicz, *Nowoczesna infrastruktura transportowa, jako podstawowy element intensyfikacji procesów rozwojowych w projektowanych dokumentach strategicznych*, Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2010, s. 16.
[17] U. Motowidlak, *Rozwój systemów transportowych w Polsce*, Studia Prawno-Ekonomiczne, Łódzkie Towarzystwo Naukowe, t. LXXXIII, Łódź 2011, s. 323.

ekonomicznie nieefektywna[18], czego dowodzi nieproporcjonalnie duży udział transportu drogowego zarówno w przewozach osób, jak i ładunków.

Zmiany struktury asortymentowej i odległościowej popytu na transport, zmniejszanie się wielkości partii ładunkowych oraz wzrost wymagań jakościowych w transporcie spowodowały wyraźną dominację transportu samochodowego w obsłudze potrzeb przewozowych w Polsce (tabela 2). Udział tej gałęzi transportu w przewozach ładunków w badanym okresie wzrósł prawie trzykrotnie tworząc niepokojące dysproporcje między wykorzystaniem bardziej ekologicznych gałęzi transportu, czyli transportu kolejowego i morskiego.

Podobna sytuacja powstała na rynku przewozów pasażerskich. Wzrost stopy życiowej, towarzyszący mu wzrost mobilności ludzkości, rozwój turystyki oraz dynamiczny rozwój motoryzacji indywidulanej spowodowały poważne zmiany struktury gałęziowej przewozów pasażerskich, czyli spadek udziału transportu kolejowego i wzrost transportu samochodowego w obsłudze potrzeb przewozowych. Należy zaznaczyć, że siłą napędową rozwoju transportu drogowego jest motoryzacja indywidualna, a nie transport zbiorowy (rysunek 1).

Występuje zdecydowana tendencja do korzystania z własnych środków transportu częściej niż z transportu zorganizowanego. Dynamiczny rozwój motoryzacji w latach 2000-2012 spowodował trzykrotne zwiększenie liczby samochodów osobowych poruszających się po drogach w Polsce (tabela 3). Przyczyn takiego stanu rzeczy można upatrywać między innymi: niedostosowanie oferty transportowej do potrzeb i wymagań rynku, niewystarczającą dostępność poszczególnych rodzajów transportu, nierównomierne nakłady inwestycyjne, ale także modę i gusty, preferujące motoryzację indywidualną[19].

Rozwój współczesnego transportu samochodowego jest obecnie kształtowany przez prawo, zasoby i okoliczności jego wykorzystania. Istotnym czynnikiem rozwoju jest także sama gospodarka, jej rozmiar i struktura potencjału produkcyjnego. Transport stanowi bowiem nieodłączny element nowoczesnej i sprawnej gospodarki, zapewniając w jej strukturze płynność, jest spoiwem pomiędzy produkcją a konsumpcją. Zalety transportu samochodowego to:

- największe możliwości wykonywania przewozów w relacji dom-dom (*door to door*), bez czasochłonnych pośrednich operacji przeładunkowych, co nie jest możliwe w przypadku pozostałych gałęzi transportu;
- powszechna dostępność środków transportu tej gałęzi;
- dostępność przestrzenna (umożliwia to podstawienie taboru w prawie każde miejsce);
- elastyczność przewozowa (możliwe jest zaspokojenie różnego rodzaju potrzeb transportowych);
- duża szybkość przewozu (mająca znaczenie głównie na krótkiej i średniej długości tras);

[18] *Uwarunkowania rozwoju systemu transportowego Polski*, red. B. Liberadzki, L. Mindur, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa – Radom 2007, s. 20.
[19] Ibidem, s. 23.

Tabela 2

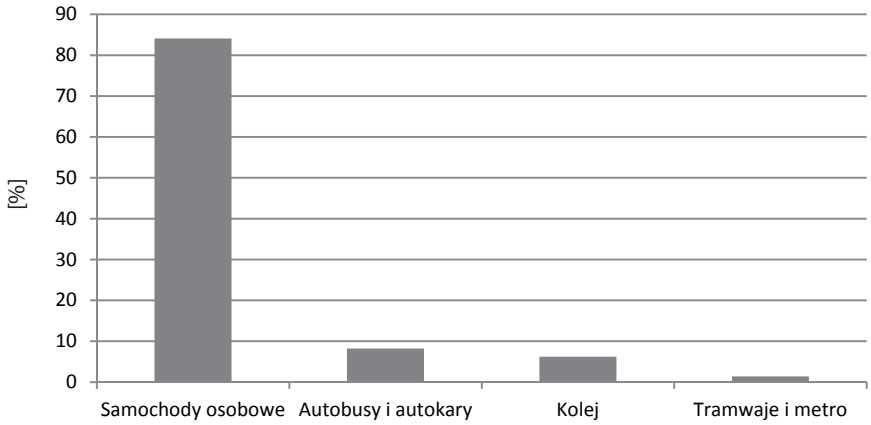
Struktura gałęziowa pracy przewozowej ładunków w Polsce w latach 2000-2012 [%]

Wyszczególnienie \ Rok	2000	2005	2010	2012
Transport samochodowy	26,35	52,47	69,53	68,73
Transport kolejowy	19,12	21,90	15,84	16,88
Transport rurociągowy	7,15	11,12	7,84	7,37
Transport morski	46,94	13,90	6,42	6,70
Transport wodny śródlądowy	0,41	0,56	0,33	0,29
Transport lotniczy	0,03	0,05	0,04	0,04

Źródło: opracowano na podstawie: *Mały Rocznik Statystyczny Polski*, GUS, Warszawa 2010-2012.

Rysunek 1

Przewozy pasażerów drogą lądową w Polsce w 2010 roku [% pkm]



Źródło: opracowano na podstawie: *EU energy and transport in figures*, European Commission, Bruksela 2012.

Tabela 3

Pojazdy drogowe użytkowane w Polsce w latach 2000-2012 [tys. szt.]

Wyszczególnienie \ Rok	2000	2005	2010	2012
Ogółem	14106	16816	23037	24876
Samochody osobowe	9991	12339	17240	18744
Samochody ciężarowe	1961	2305	2982	3178
Pozostałe	2154	2172	2815	2954

Źródło: opracowano na podstawie: *Mały Rocznik Statystyczny Polski*, GUS, Warszawa 2010-2012.

- możliwość terminowego wykonania usługi (wynikająca z łatwości organizacji przewozu samochodowego zgodnie ze ściśle określonym harmonogramem);
- najkorzystniejsze dostosowanie sieci dróg do rozmieszczenia miejsc produkcji, handlu i konsumpcji (największa spośród wszystkich gałęzi transportu gęstość i spójność); sprzyja przejmowaniu przez transport samochodowy coraz większej części zarówno przewozów pasażerskich, jak i towarowych; transport samochodowy bowiem w sposób najlepszy spełnia oczekiwania nowoczesnej gospodarki w sferze produkcji i dystrybucji dóbr oraz społeczeństwa – w zakresie przewozów pasażerskich[20].

Mimo wielu niepodważalnych zalet transport samochodowy jest najbardziej szkodliwym dla środowiska rodzajem transportu. Degradacyjny wpływ na środowisko oraz zużycie zasobów naturalnych były od lat wymieniany wśród czynników kształtujących strukturę gałęziową systemów transportowych oraz oddziałujących na kierunki rozwoju poszczególnych gałęzi. Jednak faktyczna rola tego czynnika przez wiele lat była niewielka. Zgodnie z powszechnie obowiązującymi zasadami ekonomii neoklasycznej, podstawowym, i w zasadzie jedynym wymogiem prowadzenia działalności gospodarczej, był – a w wielu przypadkach nadal jest – wymóg efektywności ekonomicznej. Zmiana warunków rynkowych, pojawienie się środowiskowych barier wzrostu gospodarczego, konieczność racjonalnego gospodarowania zasobami środowiska naturalnego i jego ochrony wymusiły nowe podejście do zagadnień związanych z organizacją procesów gospodarowania w transporcie oraz nową interpretacją realizowania orientacji efektywnościowej transportu[21]. W ekonomii synonimem efektywności jest ekonomiczność rozumiana jako oszczędność i wydajność, co jest zgodne z założeniami Strategii „Europa 2020". Tymczasem prognozy zapotrzebowania na usługi transportowe, opracowane na podstawie analiz ilościowych sytuacji w polskim transporcie z zastosowaniem modeli dla poszczególnych segmentów rynku transportowego, rysują niekorzystną linię trendu[22]. Polski rynek transportu samochodowego przez najbliższe 20 lat będzie się rozwijał w trybie ukształtowanym po akcesji do Unii Europejskiej. Istnieje duży, trwały popyt na samochodowe przewozy ładunków, zwłaszcza w segmencie obsługi polskiego handlu zagranicznego[23]. W układzie gałęziowym największa część popytu na przewozy ładunków będzie koncentrować się na transporcie samochodowym, którego udział w globalnej wielkości lądowej i morskiej pracy przewozowej wzrośnie z 57,4% w 2009 roku do około 62% w 2020 roku i na takim poziomie pozostanie do 2030 roku. W odniesieniu tylko do transportu lądowego, udział popytu na samochodową

[20] *Problemy transportu w rozszerzonej Unii Europejskiej*, red. W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 426.
[21] *Efektywność transportu w warunkach gospodarki globalnej*, red. M. Michałowska, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Katowice 2012, s. 13.
[22] *Polityka transportowa państwa na lata 2006 – 2025*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2005, s. 7.
[23] *Polski rynek usług transportowych. Funkcjonowanie – przemiany – rozwój*, red. D. Rucińska, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012, s. 176.

pracę przewozową ładunków [tkm] wzrośnie z 77,3% w 2009 roku do około 81% w 2020 roku i do około 82% w 2030 roku.

W przypadku braku oddziaływania na te trendy, w zakresie transportu osobowego do roku 2020 należy się spodziewać[24]:

- dalszego wzrostu motoryzacji indywidualnej; w stosunku do 2009 roku zwiększy się ona do 2020 roku o 26-35%, a w perspektywie do 2030 roku o 36-54%; liczba zarejestrowanych samochodów osobowych wzrośnie z 16,5 mln sztuk w 2009 roku do 19,5-20,5 mln sztuk w 2020 roku i do 20-22 mln sztuk w roku 2030;
- wzrostu pracy przewozowej w przejazdach samochodami osobowymi o 80 do 110%[25];
- niekorzystnych zmian w podziale zadań przewozowych w miastach, w tym zwiększenia się udziału transportu indywidualnego w przewozach do 60-70% w zależności od scenariusza zdarzeń; prowadzi to do znacznego spadku (o około 20-25%) liczby pasażerów miejskiego transportu publicznego, w szczególności autobusowego i tramwajowego, a tym samym zwiększania nacisku na rozbudowę układu drogowego i parkingowego w zatłoczonych obszarach śródmiejskich oraz trasach dojazdowych;
- spadku przewozów w zamiejskim transporcie autobusowym (około 20%).

Tak zarysowane zmiany w mobilności i wielkości przewozów ładunków są niekorzystne i częściowo sprzeczne z zasadami zrównoważonego rozwoju systemu transportowego. W dobie degradacji środowiska naturalnego oraz nasilania się niepożądanych efektów procesów gospodarczych zagadnienia związane z występowaniem kosztów zewnętrznych w procesach gospodarczych stają się coraz ważniejsze. Degradacyjny wpływ transportu samochodowego na środowisko powoduje koszty i choć skutki te mają często charakter niewymierny, coraz częściej podejmuje się skuteczne próby ich szacowania. Jedna część tych kosztów dotyczy strat i zagrożeń ekologicznych, druga jest związana ze skutkami społecznymi pogarszania jakości środowiska i realizacji szkodliwych procesów gospodarczych[26].

Identyfikacja zagrożeń wynikających z wykorzystywania transportu drogowego w Polsce

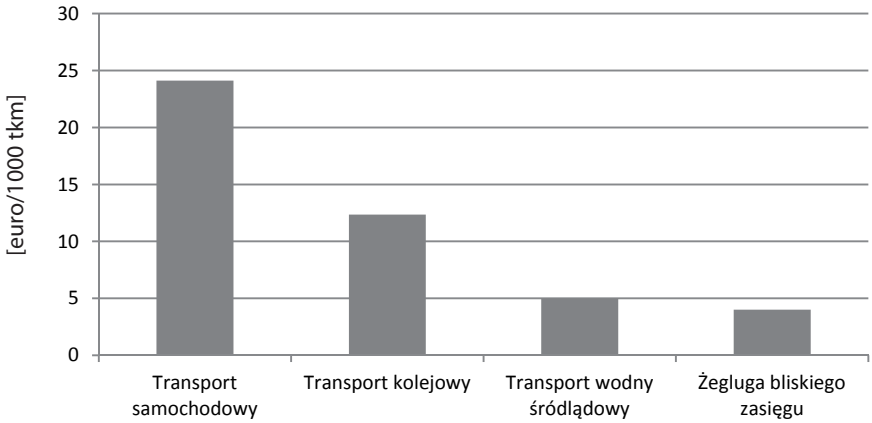
Studia literaturowe oraz obserwacja praktyki gospodarczej wskazują, że procesy transportowe, oprócz konkretnych korzyści ekonomicznych, wywołują negatywne efekty zewnętrzne (w rozumieniu teorii ekonomii), które powodują różnego rodzaju zagrożenia o charakterze środowiskowym i społecznym. Odpo-

[24] *Strategia rozwoju transportu do 2020 roku* (*z perspektywą do 2030*), Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2011, s. 176.

[25] Praca przewozowa mierzona jest liczbą pasażerokilometrów, pojazdokilometrów lub tonokilometrów.

[26] D. Kisperska-Moroń, E. Płaczek, R. Piniecki, *Koszty zewnętrzne logistyki w zarządzaniu łańcuchem dostaw*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Katowice, 2002, s. 14.

Rysunek 2
Koszty zewnętrzne transportu



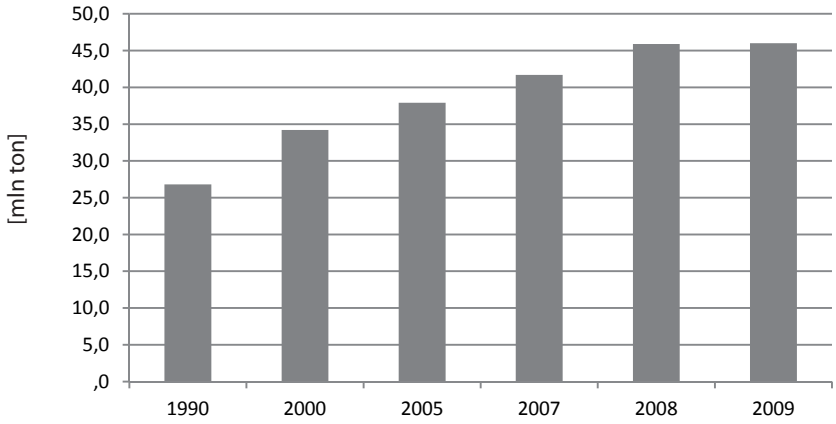
Źródło: W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, *Transport*, wyd. 5 zm., Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 433.

wiedzialność za część efektów negatywnych pozostaje rozmyta i jako niepłacone skutki szkodliwych dla trzecich stron oddziaływań pojawiają się w postaci kosztów zewnętrznych. Podstawową przyczyną niedoskonałości rezultatów szacowania kosztów zewnętrznych w transporcie jest brak odpowiednich danych empirycznych i obserwacji praktycznych. W krajach Europy Zachodniej troska o środowisko naturalne i jego oddziaływanie na zjawiska społeczne cechuje się dłuższą tradycją niż w grupie krajów Europy Centralnej i Wschodniej. Stąd też wynikają między innymi różnice w dostępności informacji i danych z bezpośredniego pomiaru, które są warunkiem powodzenia wykorzystania dostępnych metod obliczania tych kosztów. Brak dokładnego rachunku powoduje, że koszty zewnętrzne transportu w Polsce nie wpływają w decydujący sposób na kształtowanie struktury gałęziowej transportu (rysunek 2). Nie są one istotnym elementem podejmowania decyzji w zakresie indywidualnych przewozów obywateli. Problemy ochrony środowiska i redukcji skutków jego zanieczyszczeń nie decydują o kształcie systemu transportowego w Polsce.

Wybrane kategorie kosztów zewnętrznych transportu samochodowego

Dynamicznie rozwijające się zapotrzebowanie na usługi transportowe stanowi obecnie w Polsce jedno z najpoważniejszych zagrożeń środowiska przyrodniczego i zdrowia ludzi. Obejmuje ono wszystkie poziomy ludzkiej aktywności od lokalnego po globalny. Główne kategorie kosztów zewnętrznych transportu to

Rysunek 3
Koszty zewnętrzne transportu samochodowego [euro/1000 tkm]



Źródło: opracowano na podstawie: W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, op. cit., s. 433.

przede wszystkim: kongestia, wypadki, zanieczyszczenie powietrza, wód powierzchniowych, gruntowych oraz gleby, hałas, wibracje, zmiany klimatu, a także zajmowanie terenu pod budowę sieci transportowych[27]. Koszty te wpływają bezpośrednio lub pośrednio na pogorszenie jakości środowiska przyrodniczego, zdrowie, a także życie człowieka, przyczyniając się do obniżenia poziomu dobrobytu społecznego[28].

W Polsce największe problemy środowiskowe stwarza duża skala działalności szeroko pojętego transportu samochodowego (rysunek 3). Polska, jako kraj, nadal, niestety, rozwijający motoryzację indywidualną, wywołującą konieczność rozbudowy infrastruktury drogowej, będzie czerpała wiedzę z negatywnych doświadczeń krajów wysoko rozwiniętych, starając się ograniczać tempo negatywnego wpływu transportu na środowisko. Z analizy danych zawartych na rysunku 3 wynika, że największy udział w kosztach zewnętrznych transportu stanowią koszty zanieczyszczenia powietrza. Wydalane z silników samochodów toksyczne substancje mogą być różnie odczuwalne ze względu na czas powstawania oraz geograficzny zasięg oddziaływań (tabela 4).

Lokalne zanieczyszczenie powietrza wpływa na stan zdrowia ludzi, roślinność, uszkodzenia budynków. Oprócz smogu w regionie narażonym na wysokie emisje spalin, mogą występować „kwaśne deszcze", które są wynikiem samooczyszczania się atmosfery. „Kwaśne deszcze" występują, gdy w atmosferze jest zbyt duże stężenie szkodliwych substancji, głównie bezwodników kwasowych siarki oraz azotu. W wyniku reakcji chemicznych w troposferze biorą one udział

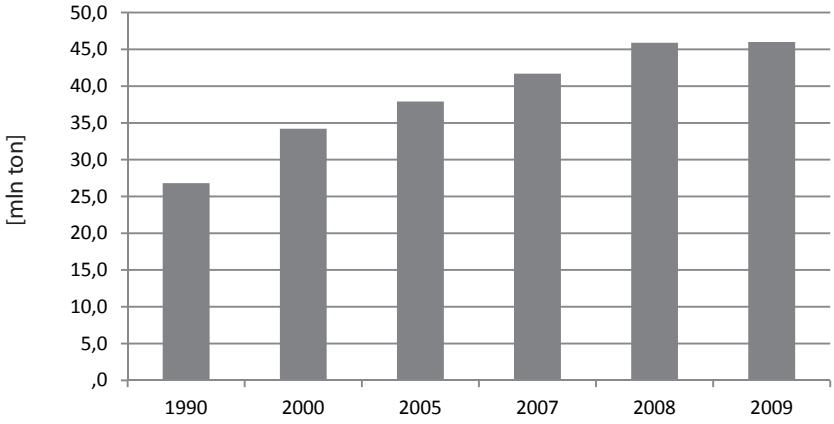
[27] M. Paradowska, op. cit., s. 57-60.
[28] M. Paradowska, *Unijne metody internalizacji kosztów zewnętrznych transportu a sytuacja w Polsce*, „Logistyka i Transport. Zeszyty Naukowe MWSLiT" 2006 nr 1(2), s. 44.

Tabela 4
Negatywne skutki emisji spalin samochodowych

Czas \ Zasięg	Lokalny	Regionalny	Krajowy	Kontynentalny	Globalny
długi okres				bezpośredni efekt cieplarniany	dziura ozonowa
krótki okres			zużycie powietrza		
	występowanie smogu	kwaśne deszcze			

Źródło: opracowano na podstawie: W. Grzywacz, W. Rydzkowski, K. Wojewódzka-Król, *Polityka transportowa*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2006, s. 60.

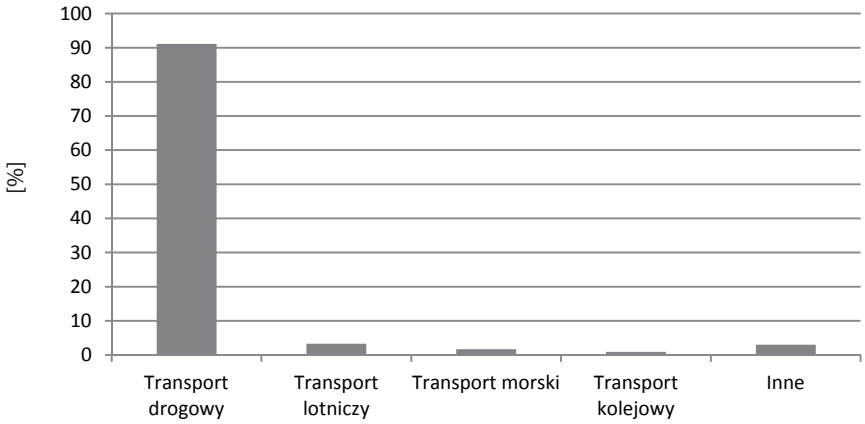
Rysunek 4
Emisje CO_2 w sektorze transportu w Polsce z uwzględnieniem transportu morskiego [mln ton]



Źródło: opracowano na podstawie: *Energy, transport and environment indicators*, European Commission, Bruksela 2012.

w tworzeniu roztworów kwasu azotowego, kwasu siarkawego oraz groźnego kwasu siarkowego. Następstwem występowania w regionie „kwaśnych deszczy" jest głównie zakwaszenie gleb oraz akwenów. Narażone na działanie „kwaśnych deszczy" są również rośliny, które pod wpływem takich opadów ulegają stopniowemu wymarciu oraz konstrukcje stalowe, które w takich warunkach szybciej ulegają korozji. Niekorzystne następstwa emisji spalin mają również wymiar kontynentalny, a nawet globalny. Analizując wielkość zanieczyszczeń emitowanych przez transport w okresie 1990-2009 można zauważyć, że nastąpił wzrost emisji zanieczyszczeń zaliczanych do gazów cieplarnianych o prawie 72% (rysunek 4).

Rysunek 5
Udział emisji CO_2 w sektorze transportu w Polsce w 2009 roku [%]



Źródło: opracowano na podstawie: *Energy*. . . .

Efekt cieplarniany jest obecnie najbardziej niepokojącym problemem o zasięgu kontynentalnym, a według niektórych źródeł nawet globalnym. Za efekt cieplarniany odpowiedzialna jest w głównej mierze nadmierna emisja CO_2. W 2009 roku w Polsce ponad 91% emisji CO_2 pochodziło z transportu samochodowego (rysunek 5). Wykonane prognozy świadczą o potencjalnym wysokim zagrożeniu, jakie może powodować niekontrolowany rozwój motoryzacji, prowadząc do dalszego wzrostu emisji zanieczyszczeń gazów cieplarnianych ze źródeł mobilnych[29]. Często bagatelizowanym problemem związanym z zanieczyszczeniem powietrza przez transport samochodowy jest zużycie powietrza. Tymczasem, zużycie powietrza przez silnik średniometrażowego samochodu, który spala 10 l/100 km, poruszającego się z prędkością 50 km/h wynosi 300 m^3/h, podczas gdy człowiek w ciągu godziny zużywa około 0,7 m^3 [30].

Kolejną istotną kategorią kosztów zewnętrznych transportu są koszty związane z wypadkami drogowymi. W ciągu ostatnich 10 lat (2002 – 2011) na polskich drogach zginęło w sumie ponad 51 tys. osób, a około 596 tys. zostało rannych (w tym 156 tys. ciężko). W ciągu tej dekady liczba ofiar śmiertelnych zmniejszyła się o 28%, liczba wypadków o 26%, a liczba ciężko rannych o 33%. Dane te jednak nie wpłynęły na wyraźną poprawę bezpieczeństwa w transporcie drogowym w Polsce. Pod względem liczby śmiertelnych ofiar wypadków drogowych na 1 mln mieszkańców Polska (110 osób/1 mln mieszkańców) zajęła ostatnie miejsce wśród krajów UE 27 w 2011 roku. Prognozy demograficzne i motoryzacyjne

[29] *Polityka transportowa państwa na lata 2006 – 2025*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2005, s. 32.
[30] J. Gronowicz, *Ochrona środowiska w transporcie lądowym*, Wyd. Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1996, s. 47.

w Polsce są nadal niepokojące, wskazują, że do roku 2020 w wypadkach drogowych może zginąć ponad 40 tys. osób, a ponad 0,5 mln osób może być rannych. Straty materialne i społeczne skutki tych zdarzeń drogowych mogą sięgnąć kwoty 225 mld zł.

Hałas i drgania są kolejną z pozycji kształtujących poziom zewnętrznego kosztu transportu. Środki transportu samochodowego emitują dużo dźwięków, które mogą być nieprzyjemne i obciążające organizm człowieka (tabela 5). Ponadto, ekspozycja na hałas zwiększa ryzyko chorób serca i krążenia, obniża też subiektywną jakość snu. Dźwięki te mają wiele źródeł, takich jak odgłos pracy silnika, drgania poszczególnych elementów, toczenie się opon, przepływ powietrza czy choćby szum wiatraka chłodnicy[31]. Dokuczliwość i szkodliwość dla zdrowia oraz inne niepożądane skutki zależą od natężenia dźwięku, jego częstotliwości, czasu oddziaływania, a także od indywidualnej wrażliwości człowieka.

Tabela 5

Negatywny wpływ hałasu oraz drgań wytwarzanych przez środki transportu

Natężenie dźwięku (dB)	Oddziaływanie hałasu na człowieka
0 – 30	Natężenie dźwięku obojętne dla człowieka
31 – 70	Natężenie dźwięku dokuczliwe
71 – 130	Natężenie dźwięku szkodliwe
Powyżej 130	Dźwięki powodujące ból

Źródło: opracowano na podstawie: J. Gronowicz, op. cit., s. 67.

Zarówno w krajach Europy Zachodniej, jak i w Polsce natężenie hałasu stale rośnie (zwłaszcza w dużych miastach). Tempo przyrostu hałasu jest w dzisiejszym świecie stosunkowo duże, ponieważ po każdym dziesięcioleciu obecnego wieku poziom hałasu w skali światowej będzie zwiększał się o 1 dB[32], co wiąże się z nieustannie zwiększającą się liczbą źródeł emisji. Szacuje się, że średnio połowa mieszkańców Europy zagrożona jest hałasem powyżej 55 dB (poziom 55 dB traktowany jest w krajach Europy Zachodniej jako wartość graniczna, powyżej której hałas staje się szkodliwy dla zdrowia człowieka). Dominującym źródłem hałasu jest transport samochodowy. 19% populacji w UE jest narażone na nadmierny poziom hałasu spowodowany przez ruch drogowy. Dla porównania, nadmierny hałas spowodowany przez transport kolejowy dotyka 1,7% populacji, a transport lotniczy jest uciążliwy dla mniej niż 1%. Sytuacja taka jest spowodowana znacznym oddaleniem lotnisk od skupisk ludzkich[33].

[31] J. Gronowicz, *Ochrona środowiska w transporcie lądowym*, wyd. 2 zmienione, Wyd. Instytutu Technologii i Eksploatacji, Radom-Poznań 2004, s. 59.
[32] Ibidem.
[33] A. Koźlak, *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008, s. 55.

W 2007 roku w Polsce skończyła się pierwsza faza sporządzenia akustycznej mapy kraju. Pomiary hałasu drogowego w 2009 roku przeprowadzono na terenach mieszkalnych przy elewacjach budynków mieszkalnych oraz przy drodze (badanie emisji), łącznie w 154 punktach pomiarowych, usytuowanych przy 130 odcinkach dróg. Wykonane pomiary w porze dziennej na terenach mieszkalnych wykazały przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu w 32,8% punktach pomiarowych. W 64,4% badanych punktach pomiarowych rejestrowano przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w porze dziennej w przedziale 0,1 – 10 dB, a w 21,3% w przedziale 10 – 20 dB[34].

Szkody wyrządzone środowisku naturalnemu w związku z zajmowaniem terenów pod infrastrukturę wiążą się z pozbawieniem gleby jej funkcji produkcyjnych, a także ze zmianami rzeźby terenu, stosunków wodnych, krajobrazu, szaty roślinnej oraz warunków bytowania zwierząt. W aglomeracjach miejsko-przemysłowych obszary zajęte pod urządzenia transportowe stanowią około 30% obszarów miejskich, a w dzielnicach centralnych – do 60%. W Polsce ogólna powierzchnia terenów komunikacyjnych stanowi około 4% powierzchni kraju[35].

Negatywne oddziaływanie transportu na środowisko jest obecnie uwzględniane w rachunku kosztów ogólnych transportu (własnych i zewnętrznych). W Polsce koszty negatywnego oddziaływania transportu na środowisko stanowią szacunkowo około 29% kosztów zewnętrznych w tym: koszty zanieczyszczenia powietrza – 11%, koszty zmian klimatycznych – 5%, koszty hałasu – 11%, inne koszty środowiskowe – 2%. Pozostałych 71% kosztów zewnętrznych stanowią skutki ludzkie i materialne wypadków transportowych. W sumie szacuje się, że koszty zewnętrzne stanowią ekwiwalent 6% PKB i nie są uwzględniane w rachunkowości[36].

Kierunki zrównoważenia rozwoju transportu drogowego

Ochrona przed negatywnym oddziaływaniem transportu na środowisko naturalne jest jednym z priorytetowych celów polityki gospodarczej zarówno w UE, jak i poszczególnych państwach, także Polski. Polityka transportowa, zmierzająca do zmniejszenia szkodliwości wpływu transportu na środowisko naturalne, podąża w trzech kierunkach:

- transferu pasażerów i ładunków z transportu samochodowego do gałęzi transportu bardziej przyjaznych środowisku, czyli kształtowanie racjonalnej struktury gałęziowej;
- wprowadzenie zasady zanieczyszczający płaci, czyli pełnego obciążenia sprawców szkód kosztami zewnętrznymi;

[34] *Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030),* Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2011, s. 15.
[35] A. Koźlak, op. cit., s. 56.
[36] *Strategia rozwoju transportu*..., s. 15-16.

- eliminacji zanieczyszczeń i hałasu u źródeł, czyli wprowadzania instrumentów wpływających na unowocześnienie techniczne pojazdów, paliw i infrastruktury.

Do realizacji tych celów są stosowane zarówno instrumenty ekonomiczne, jaki mechanizmy regulacyjne, czyli regulacja bezpośrednia.

Wpływ polityki państwa na kształtowanie racjonalnej struktury gałęziowej przybiera dwie formy. Z jednej strony działania koncentrują się na promowaniu gałęzi transportu przyjaznych środowisku i publicznego transportu zbiorowego, z drugiej zaś – zmierza się do zniechęcenia użytkowników samochodów osobowych i klientów transportu samochodowego ładunków do korzystania z tych form przewozu. Internalizacja kosztów zewnętrznych jest realizowana z wykorzystaniem wybranych narzędzi takich, jak na przykład podatki (paliwowe, od środków transportu, od zakupu środków transportu) czy opłaty (za emisję szkodliwych substancji, hałasu za przejazd drogami i inne). Zmniejszeniu emisji szkodliwych substancji i hałasu służy między innymi unowocześnienie techniczne pojazdów samochodowych, nowe technologie paliw, racjonalne kształtowanie infrastruktury oraz odpowiednia eksploatacja pojazdów (*eco-driving*).

Podsumowanie

Rosnąca troska o ochronę środowiska naturalnego stała się przyczyną poszukiwania kierunków rozwoju transportu przyjaznych dla środowiska. Zdecydowany udział transportu drogowego w degradacji szeroko rozumianego środowiska naturalnego powoduje, iż przekształcenia mające na celu ograniczenie tego niekorzystnego wpływu stają się jednym z ważniejszych kierunków rozwoju gospodarczego UE oraz Polski. W literaturze przedmiotu wielu autorów podejmuje jednak problem pogodzenia postulatu dostępności transportu z postulatem jego nieuciążliwości dla środowiska[37]. Transport spełnia funkcję usługową wobec różnych dziedzin gospodarowania i dlatego czynniki wynikające z rozwoju gospodarczego na świecie mają tak duży wpływ na przekształcenia zachodzące w systemach transportowych. Postępujący proces globalizacji zmienia potrzeby i oczekiwania społeczeństwa i podmiotów gospodarczych, będących użytkownikami usług oferowanych na rynku transportowym. W tym ujęciu transport stanowi czynnik sprzyjający globalizacji, ale z drugiej strony jest on również przedmiotem globalizacji. W ramach prowadzonej polityki rozwoju systemu transportowego widoczne jest dążenie do pogodzenia, w zasadzie, sprzecznych wymogów, obsługi dynamicznie rosnącej masy ładunków i mobilności obywateli z koniecznością wdrażania strategii zrównoważonego rozwoju.

[37] A. Przybyłowski, op. cit., s. 26.

Tadeusz Pindór • Mariusz Trela

PERSPEKTYWY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU TRANSPORTU DROGOWEGO W POLSCE DO 2030 ROKU

Tadeusz Pindór, dr hab. inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Mariusz Trela, dr inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

adres korespondencyjny:
Wydział Zarządzania
ul. A. Gramatyka 10, 30-067 Kraków
e-mail: tpindor@zarz.agh.edu.pl

PERSPECTIVE ON THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE ROAD TRANSPORTATION IN POLAND UNTIL 2030

SUMMARY: The paper presents the chances of realization the principles of sustainable development into one of the most important components of the economy – road transportation. The article presents legal acts valid in the European Union and Poland in the field of sustainable road transport, determining short-and long-term goals. Taken actions to ensure realization of existing legislation so as possible and necessary solutions, which could reduce harmful influence of using cars on environment untill to 2030 were outlined.

The article presents a calculation of the difference in the emission of various pollutants from road transport between the conventionally powered vehicles and non-polluting vehicle – an electric cars. Afterwards the external costs resulting from the emissions of these substances were calculated. Moreover data with prices and the anticipated costs of operating vehicles using different types of engines were compared that. On this basis, conclusions concerning the economic efficiency of the purchase and operation an electric vehicle were drawn.

KEY WORDS: road transport, external costs, pollutants emission, electric vehicles

Wstęp

Uzależnienie rozwoju kraju od transportu jest niepodważalne, tak samo jak występowanie kosztów zewnętrznych wynikających z transportu. Są one różne w zależności od gałęzi transportu i w związku z tym różne są mechanizmy mające na celu redukcję niekorzystnych efektów zewnętrznych, będących ich źródłem.

Celem artykułu jest przedstawienie działań już podjętych oraz możliwych do podjęcia w zakresie zmniejszenia niekorzystnych efektów zewnętrznych wynikających z eksploatacji pojazdów w gałęzi transportu drogowego, a także wyciągnięcie wniosków dotyczących opłacalności zakupu i eksploatacji pojazdów elektrycznych.

Wybór gałęzi transportu drogowego wynika z faktu, że w Polsce ma ona największy udział w całkowitej pracy przewozowej – 71,6%[1]. Zaprezentowane w artykule rozważania sięgają 2030 roku, co wynika z przyjęcia właśnie tego roku jako punktu odniesienia zarówno w polskim[2], jak i europejskim[3] prawodawstwie dotyczącym transportu drogowego.

Aktualnie propagowanym, zarówno przez decydentów, jak i przez niektórych producentów samochodów, sposobem rozwiązania problemu emisji zanieczyszczeń z transportu są pojazdy elektryczne. Należy jednak pamiętać, że w gospodarkach o takiej strukturze jak gospodarka polska, energia elektryczna służąca do zasilania pojazdów pochodzi przede wszystkim ze spalania węgla kamiennego oraz brunatnego, co nie eliminuje problemu emisji, a jedynie przesuwa go na inny etap tworzenia produktu, jakim jest usługa przewozowa.

W artykule przedstawiono zestawienie kosztów zewnętrznych wynikających z eksploatacji pojazdów zasilanych konwencjonalnie oraz elektrycznie z uwzględnieniem emisji zanieczyszczeń wynikającej z produkcji energii elektrycznej w polskich warunkach. Takie zestawienie, wraz z uwzględnieniem kosztów eksploatacji pojazdów, umożliwia przedstawienie wniosków uzasadniających bądź nieuzasadniających użycie pojazdów elektrycznych.

Zmiany pracy przewozowej i emisji zanieczyszczeń w transporcie drogowym

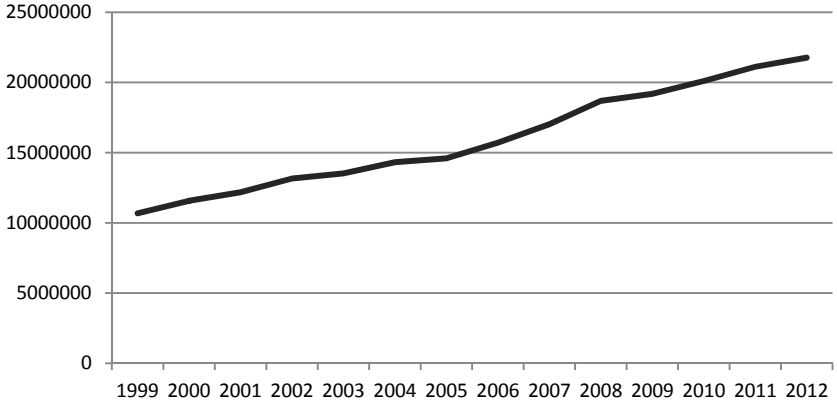
W Polsce systematycznie wzrasta liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych. Wynika to przede wszystkim ze wzrostu gospodarczego, który z jednej strony umożliwia coraz większej liczby obywateli zakup własnego samochodu, a z drugiej powoduje wzrost zapotrzebowania na usługi transportowe,

[1] *Transport. Wyniki działalności w 2012 r*. GUS, Warszawa 2013, s. 78.

[2] Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku) z dnia 22 stycznia 2013 roku.

[3] *Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportowego – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM(2011) 144.

Rysunek 1
Liczba zarejestrowanych pojazdów w Polsce w latach 1999-2012 [szt.]



Źródło: *Transport. Wyniki działalności w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2013.

co determinuje konieczność zakupu większej liczby pojazdów użytkowych. Gdy do tych czynników doda się jeszcze funkcjonujące w Polsce przeświadczenie o tym, że samochód jest dobrem luksusowym i świadczy o pozycji społecznej, to nie dziwi dynamika wzrostu liczby zarejestrowanych pojazdów przedstawiona na rysunku 1.

Procentowy wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów w 2012 roku w stosunku do 1999 roku, z podziałem na poszczególne kategorie jest następujący:

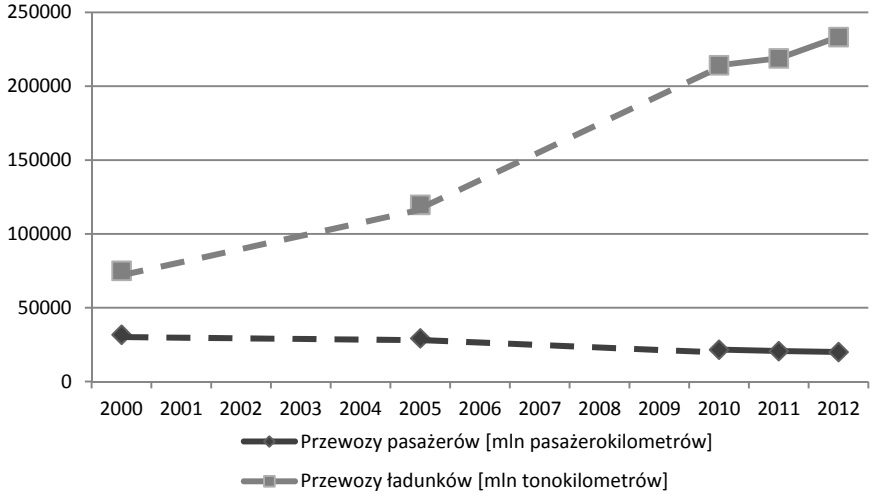
- samochody osobowe – 102%;
- samochody ciężarowe – 122%;
- autobusy – 27%.

Stosunkowo mały wzrost w kategorii autobusy należy wytłumaczyć likwidacją państwowych przedsiębiorstw komunikacji międzymiastowej oraz metodologią gromadzenia danych przez Główny Urząd Statystyczny. Dane nie zawierają pojazdów zarejestrowanych przez przedsiębiorstwa zatrudniające do 9 osób, co w przypadku polskiego rynku przewozów autobusowych, na którym funkcjonuje bardzo dużo małych firm obsługujących pojedyncze trasy tak zwanymi busami, znacząco zniekształca rzeczywisty obraz. Nie zmienia to jednak ogólnego odbioru zmian na rynku pojazdów samochodowych, cechującego się około 100% wzrostem liczby wszystkich zarejestrowanych pojazdów w latach 1999-2012.

Wraz za wzrostem liczby zarejestrowanych pojazdów ciężarowych, wzrastała również wykonana przez nie praca przewozowa, a w przypadku pojazdów kategorii autobusy pomimo wzrostu liczby zarejestrowanych pojazdów, praca przewozowa się zmniejszyła. Zależności te zaprezentowano na rysunku 2.

Praca przewozowa w kategorii samochody ciężarowe zwiększyła się o 211%, a w kategorii autobusy zmniejszyła się o 37%. Spadek ten wynika nie tylko z me-

Rysunek 2
Praca przewozowa w Polsce w latach 2000-2012 dla kategorii: samochody ciężarowe [tonokilometry] oraz autobusy [pasażerokilometry]



Źródło: *Transport. Wyniki działalności w 2012 r.,* GUS, Warszawa 2013.

todologii gromadzenia danych, ale także z faktu substytucji transportu zbiorowego transportem prywatnym, co jest następstwem dużej dynamiki wzrostu liczby zarejestrowanych samochodów osobowych.

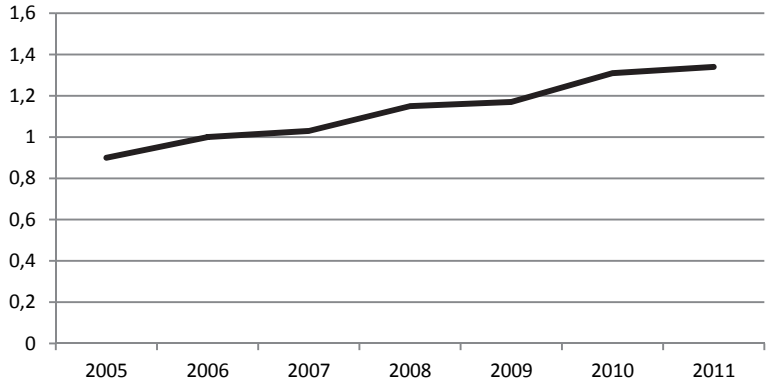
Biorąc pod uwagę przedstawione dane historyczne, analizując aktualną sytuację rynku motoryzacyjnego w Polsce oraz uwzględniając uwarunkowania psychologiczne obywateli w odniesieniu do pojazdów samochodowych można założyć, że do 2030 roku liczba zarejestrowanych pojazdów będzie się zwiększać[4]. Wzrost ten jednak powinien cechować się znacznie mniejszą dynamiką niż zanotowaną w latach 1999-2012, szczególnie w odniesieniu do samochodów osobowych. Wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów ciężarowych może wykazywać większą dynamikę niż w przypadku samochodów osobowych, co będzie następstwem zwiększania się zapotrzebowania na pracę transportową. W przypadku kategorii autobusów nie ma przesłanek do znaczących zmian liczby zarejestrowanych pojazdów.

Wzrost liczby pojazdów samochodowych oraz wzrost pracy przewozowej determinuje ryzyko wzrostu emisji zanieczyszczeń wynikających z eksploatacji środków transportu drogowego. Dla Polski zmiany emisji podstawowych zanieczyszczeń transportowych w latach 2005-2011 przedstawiono na rysunkach 3 i 4.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wzrost emisji zanieczyszczeń związanych z eksploatacją środków transportu drogowego. Zależność taka nie musi jednak zawsze

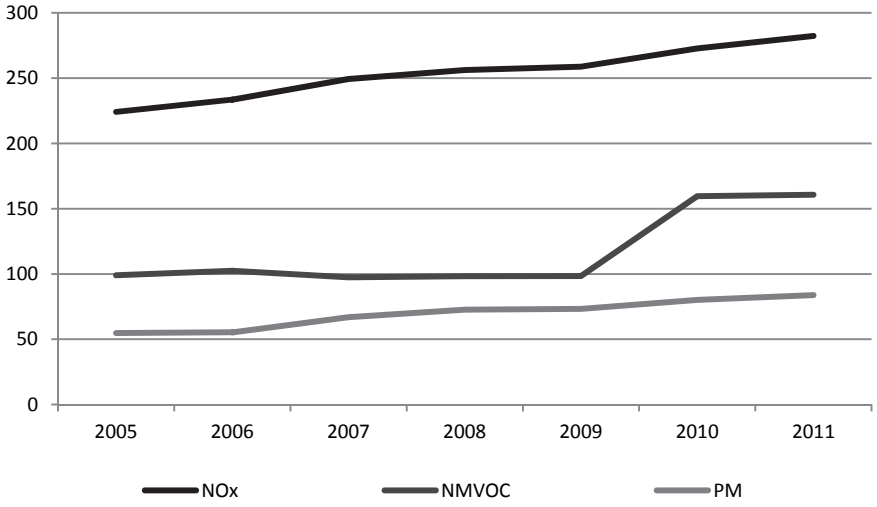
[4] Założenie zgodne z: Z. Chłopek, J. Waśkiewicz, P. Pawlak, *Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora drogowego*, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2012, s. 22.

Rysunek 3
Emisja SO_2 z transportu drogowego w Polsce w latach 2005-2011 [Gg]



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona środowiska 2007-2013*, GUS, Warszawa 2008-2014.

Rysunek 4
Emisja NO_x, NMVOC i PM z transportu drogowego w Polsce w latach 2005-2011 [Gg]



Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona środowiska 2007-2013*, GUS, Warszawa 2008-2014.

występować. Analogiczne wartości przedstawiające zsumowane emisje wszystkich 27 państw Unii Europejskiej charakteryzują się tendencją spadkową, pomimo wzrostu pracy przewozowej w Unii Europejskiej. Różnice w zachowaniu się tych wartości wynikają ze stopnia rozwinięcia rynku motoryzacyjnego w danym państwie. Wzrost liczby zarejestrowanych pojazdów w Polsce wynikał przede wszystkim z zakupów pojazdów używanych, często przestarzałych technologicznie, przy jednoczesnym braku wycofywania z eksploatacji już zarejestrowanych samochodów. Prowadziło to do sytuacji, w której bardzo dynamicznie zwiększała się liczba pojazdów zaawansowanych wiekowo, a co się z tym wiąże spełniających najniższe normy emisji spalin.

Na rynkach bardziej rozwiniętych motoryzacyjnie zwiększająca się liczba samochodów ma swoje źródło, w większej mierze, w zakupie fabrycznie nowych pojazdów. Ta różnica powoduje występowanie innej tendencji w Polsce i Unii Europejskiej w zakresie zmian emisji zanieczyszczeń pochodzących z transportu drogowego.

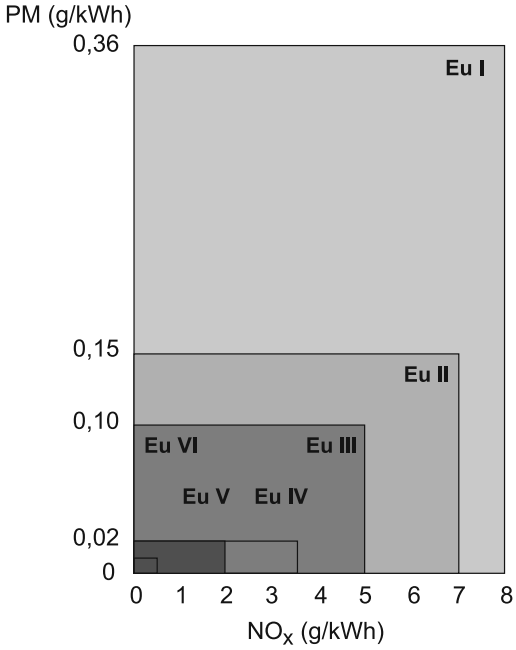
Wprowadzone i możliwe do wprowadzenia działania w zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego

Najważniejszym funkcjonującym instrumentem, który wpływa na ograniczenie emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego są wprowadzane od początku lat dziewięćdziesiątych normy emisji spalin EURO. Producenci pojazdów są zobowiązani do przestrzegania tych norm, aby możliwa była sprzedaż ich pojazdów na terenie Unii Europejskiej. Normy EURO określają graniczne emisje zanieczyszczeń takich jak: tlenek węgla (CO), niemetanowe lotne związki organiczne (NMVOC), tlenki azotu NO_x oraz cząstki stałe (PM). Normy te są konstruowane indywidualnie dla następujących kategorii pojazdów: samochody osobowe, lekkie samochody użytkowe (DMC<=3,5 tony), ciężkie samochody użytkowe i autobusy. Począwszy od 1992 roku, kiedy została wprowadzona norma EURO 1 dopuszczalne emisje silników pojazdów uległy radykalnemu zmniejszeniu, co zostało zobrazowane na rysunku 5.

Biorąc pod uwagę, że norma EURO VI zacznie obowiązywać od początku 2014 roku można stwierdzić, że emisja jest równa:

- w przypadku PM:
  - 36 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO I,
  - 15 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO II,
  - 10 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO III,
  - 2 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO IV lub V;
- w przypadku $NO_{x:}$
  - 20 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO I,
  - 17,5 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO II,
  - 12,5 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO III,

Rysunek 5
Dopuszczalne emisje NO_x oraz PM dla kategorii ciężkich pojazdów użytkowych i autobusów



Źródło: www.truckeditions.com [08-11-2013].

– 8,75 pojazdów EURO VI i 1 pojazdu EURO IV,
– 5 pojazdów EURO VI i jednego pojazdu EURO V.

Na tej podstawie można wyciągnąć wniosek, że szkodliwość dla zdrowia człowieka emisji zanieczyszczeń 20 pojazdów EURO VI jest nie większa niż 1 pojazdu EURO I[5].

Innym funkcjonującym instrumentem ograniczającym emisję zanieczyszczeń z transportu drogowego są normy dotyczące emisji dwutlenku węgla (CO_2).

[5] NO_x oraz PM mają zdecydowanie największy i bezpośredni wpływ na zdrowie człowieka co zostało potwierdzone wieloma badaniami na przykład: W.A. Jędrychowski, E. *Flak, Effect of air quality on chronic respiratory symptoms adjusted for allergy among preadolescent children*, "European Respiratory Journal" 1998 nr 11, s. 1312-1318; A.J. Venn i in., *Living near a main road and the risk of wheezing illness in children*, "American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine" 2001 nr 164, s. 177-2180; J.J. Kim i in., *Traffic-related air pollution near busy roads*, "American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine" 2004 nr 170, s. 520-526; T. Schikowski i in.*, Long-term air pollution and living close to busy roads are associated with COPD in women*, "Respiratory Research" 2005 nr 6, s. 152-177; J. Schwartz, D.W. Dockery, L.M. Neas, *Is daily mortality associated specifically with fine particles?* "Journal of the Air & Waste Management Association" 1996 nr 46, s. 927-939; G. Hoek i in., *Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study*, "Lancet" 2002 nr 360, s. 1203-1209.

Zostały wprowadzone jednak dopiero niedawno, w 2009 roku w przypadku samochodów osobowych oraz w 2011 roku w przypadku lekkich samochodów użytkowych. Dla ciężkich pojazdów użytkowych oraz autobusów ustawodawcy nie wprowadzili do tej pory norm emisji CO_2.

Unia Europejska publikuje także dokumenty, które mają zachęcać państwa członkowskie do wprowadzenia systemów internalizacji kosztów zewnętrznych transportu. Są to jednak cały czas dokumenty, które mają raczej wskazywać przyszłą drogę, a nie zmuszać do stosowania się do wytycznych w nich zawartych.

Obowiązek wprowadzenia internalizacji kosztów zewnętrznych transportu przyczyniłby się prawdopodobnie do zmniejszenia kosztów zewnętrznych poprzez:

- przesunięcie części popytu na usługi transportowe do tych gałęzi transportu, które generują mniejsze niekorzystne efekty zewnętrzne;
- optymalizację działań transportowych w wyniku wzrostu kosztów transportu.

Funkcjonują narzędzia, które mają za zadanie choćby częściowo włączać koszty zewnętrzne w rachunek podmiotu, który je spowodował (na przykład system elektronicznego poboru opłat ViaToll), niemniej jednak dopiero pełna internalizacja tych kosztów i, co bardzo ważne, we wszystkich gałęziach transportu, umożliwi zaistnienie pierwszej przesłanki warunkującej zmniejszenie kosztów zewnętrznych.

Organy Unii Europejskiej publikują także dokumenty, których zadaniem jest wyznaczanie przyszłych celów w ramach polityki zrównoważonego transportu drogowego. W tej grupie dokumentów bardzo istotna jest Biała Księga: *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportowego – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*. Zgodnie z jego założeniami do 2030 roku ma nastąpić ograniczenie o 50% w transporcie miejskim liczby pojazdów zasilanych konwencjonalnie, a do 2050 roku – ich całkowite wyeliminowanie w transporcie miejskim.

Odzwierciedleniem takiego zapisu w polskich dokumentach dotyczących polityki transportowej (Strategia rozwoju transportu do 2020 roku, z perspektywą do 2030 roku) jest następujące założenie: „Coraz szersze zastosowanie przyjaznych środowisku środków transportu: „czystych" i efektywnych energetycznie samochodów oraz pojazdów miejskich (na przykład wykorzystujących ogniwa paliwowe i wodór, napędy: elektryczny, gazowy, hybrydowy) – wraz ze stworzeniem na terenie całego kraju sieci stacji ładowania lub wymiany baterii elektrycznych oraz sieci tankowania wodoru." Zapisy takie, zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym, jednoznacznie wskazują na popularyzację pojazdów elektrycznych. Biorąc pod uwagę, że zdecydowana większość specjalistów branży motoryzacyjnej zakłada, że w najbliższych 10 latach nie będą seryjnie produkowane pojazdy zasilane wodorem, pozycja aut elektrycznych staje się jeszcze silniejsza. Naturalnym następstwem takiego stanu rzeczy wydaje się więc chęć przeprowadzenia analizy opłacalności zakupu i eksploatacji takich pojazdów.

Analiza opłacalności zakupu i eksploatacji pojazdu elektrycznego w porównaniu do pojazdu zasilanego konwencjonalnie

Analiza zostanie dokonana dla dwóch typów pojazdów:
- samochodów osobowych;
- autobusów miejskich.

Wybór tych typów pojazdów wynika z faktu, że tylko one mają seryjnie produkowane odpowiedniki elektryczne.

Samochody osobowe

Producenci oferują już wiele samochodów osobowych zasilanych elektrycznie. Są to między innymi: Nissan Leaf, Peugeot iOn/Citroen C-Zero/Mitsubishi i-MiEV, BMW i3, Renault Fluence ZE, Tesla Roadster czy Tesla Model S. Najbardziej zawansowane technologicznie są pojazdy Tesla. Odbiegają one parametrami od pozostałych wymienionych samochodów zarówno pod względem oferowanej przestrzeni dla pasażera, wyposażenia, jak i osiągów (w tym także zasięgu). Niemniej jednak ze względu na cenę, zdecydowanie wyższą niż konkurencyjne pojazdy nie będą one uwzględniane w analizie.

Cechy typowych pojazdów elektrycznych:
- pojazd segmentu B lub C;
- zasięg około 200 km;
- cena około 120-140 tys. zł;
- czas standardowego ładowania 6-9 h.

Założenia do analizy dla samochodu osobowego napędzanego elektrycznie i analogicznego samochodu spalinowego:
- różnica w cenie zakupu: 60 tys. zł;
- zużycie paliwa – PB [l/100 km]: 7 l (cykl miejski);
- cena paliwa [zł/l]: 5,31;
- zużycie energii [kWh/100 km]: 18 (na podstawie: EURELECTRIC[6]);
- cena energii elektrycznej [zł/kWh]: 0,55;
- przebieg roczny [km]: 15 000.

Wyniki obliczeń:
- koszt paliwa [zł/rok]: 5575,50;
- koszt energii elektrycznej [zł/rok]: 1485;
- różnica [zł/rok]: 4090,50;
- okres zwrotu [lat]: 14,7.

Prawie piętnastoletni okres zwrotu (bez uwzględnienia wartości pieniądza w czasie) znacząco przewyższa przewidywany czas eksploatacji pojazdu, wynoszący 4-6 lat dla samochodów fabrycznie nowych. Jednocześnie, na podstawie analizy rynku pojazdów używanych (porównanie cen samochodów hybrydowych i spalinowych) nie ma podstaw do przyjęcia założenia o istnieniu różnicy

[6] Stowarzyszenie przemysłu elektroenergetycznego EURELECTRIC.

w cenie rynkowej samochodu elektrycznego i spalinowego w momencie odsprzedaży po 4-6 latach na poziomie 35-44 tys. zł. Mniejsza różnica w cenie nie umożliwia zwrotu dodatkowych nakładów poniesionych przy zakupie samochodu.

Do uzyskania około 5-letniego okresu zwrotu przebieg powinien wynosić około 45 000 km/rok. Biorąc pod uwagę założenia konstrukcyjne tego typu pojazdów oraz ich rzeczywisty zasięg[7], uzyskanie takiego przebiegu należy uznać za bardzo mało prawdopodobne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można więc stwierdzić, że z wyłączeniem jednostkowych przypadków, nie ma finansowego uzasadnienia zakup elektrycznego samochodu osobowego.

Autobusy miejskie

Wśród autobusów miejskich w wersji elektrycznej wyróżnić można między innymi następujące modele:

- Solaris Electric;
- AMZ Kutno – City Smile;
- SOR EBN 10,5;
- B YD K9;
- VDL Citea SLF.

Cechy typowych elektrycznych autobusów miejskich:

- autobusy 9, 10 lub 12 metrowe;
- zasięg około 200 km;
- cena około 1,8-1,9 mln zł (netto);
- czas ładowania około 2-6 h.

Założenia do analizy dla autobusu miejskiego napędzanego elektrycznie i analogicznego autobusu spalinowego:

- różnica w cenie zakupu około 900-950 tys. zł;
- zużycie paliwa ON [l/100 km]: 37-43 l (40);
- cena paliwa [zł/l]: 5,39;
- zużycie energii [kWh/100 km]: 128-256[8] (192);
- cena energii elektrycznej [zł/kWh]: 0,55;
- przebieg roczny [km]: 70 000;
- koszt infrastruktury do ładowania: [brak danych].

Wyniki obliczeń:

- koszt paliwa [zł/rok]: 150920;
- koszt energii elektrycznej [zł/rok]: 73920;
- różnica [zł/rok]: 77000;
- okres zwrotu [lat]: 11,7.

Okres zwrotu wynoszący 12 lat w przypadku autobusu miejskiego nie przekreśla finansowego uzasadnienia zakupu takiego pojazdu, gdyż przewidywany

[7] Rzeczywisty zasięg może być mniejszy nawet o 50% w stosunku do teoretycznego, co wynika z działania ogrzewania lub klimatyzacji.
[8] Materiały informacyjne Solaris Bus & Coach S.A.

czas eksploatacji szacuje się na 15 lat. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że w obliczeniach nie uwzględniono kosztu infrastruktury koniecznej do ładowania pojazdów.

Autobusy elektryczne mogą być ładowane na zasadzie *plug-in* z wykorzystaniem ładowarek, poprzez pantograf bądź indukcyjnie. Infrastrukturę do ładowanie projektuje się indywidualnie dla każdego klienta i jest ona zależna od liczby pojazdów z niej korzystających, przebiegu tras autobusów, konkretnego modelu autobusu, liczby kursów w ciągu doby na danej trasie a nawet czasu postoju na pętli pomiędzy kolejnymi kursami. To wszystko, w połączeniu z aktualnym brakiem doświadczeń w eksploatacji takich autobusów, powoduje, że nie ma podstaw do przyjęcia uśrednionych wartości kosztu infrastruktury przypadających na jeden pojazd.

W przypadku zakupu elektrycznych autobusów miejskich możliwe jest uzyskanie zewnętrznych środków finansowych, co może zwiększyć szanse na to, aby taka inwestycja stała się opłacalna. Istnienie realnej możliwości, że zakup elektrycznego autobusu miejskiego ma uzasadnienie finansowe, powoduje powstanie potrzeby porównania kosztów zewnętrznych wynikających z eksploatacji autobusu zasilanego konwencjonalnie oraz elektrycznie.

Porównanie kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń związanych z eksploatacją autobusu o napędzie konwencjonalnym i elektrycznym

Przy obliczeniach założono, że autobus zasilany olejem napędowym spełnia normę emisji spalin EURO VI. Obliczeń emisji poszczególnych zanieczyszczeń dokonano przy użyciu programu COPERT IV. Przyjęto, że emisja CO_2 związana z wyprodukowaniem energii elektrycznej wynosi 0,95 Mg/MWh[9].

Koszty zewnętrzne obliczono na podstawie metodologii stworzonej na zamówienie Komisji Europejskiej zawierającej wytyczne dotyczące szacowania kosztów zewnętrznych transportu[10].

Suma kosztów zewnętrznych wynikających z emisji zanieczyszczeń takich jak: NO_x, PM, NMVOC, SO_2 oraz CO_2 wynosi w przypadku pojazdu zasilanego olejem napędowym 12 177 zł/rok. Koszt zewnętrzny wynikający z hałasu wynosi 7391 zł/rok. Suma kosztów zewnętrznych wynosi 19 568 zł/rok.

Suma kosztów zewnętrznych wynikających z emisji CO_2 w procesie produkcji energii elektrycznej potrzebnej do zasilania pojazdu elektrycznego wynosi 18 431 zł/rok. Kosztów hałasu się nie uwzględnia w przypadku pojazdu elektrycznego.

Koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusu miejskiego zasilanego elektrycznie są mniejsze niż koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusu zasilanego konwencjonalnie o 1137 zł/rok.

---

[9] K. Czopek, B. Trzaskuś-Żak, *Energetyczna perspektywa węgla brunatnego w kontekście Europejskiego Systemu Handlu Emisjami (ETS)*, „Górnictwo i Geoinżynieria" 2011 z. 3, s. 41.
[10] *Handbook on estimation of external costs in the transport sektor*, CE Delft, 2008.

Podsumowanie

Działania Unii Europejskiej w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń z transportu drogowego należy ocenić pozytywnie. Wprowadzane sukcesywnie coraz bardziej rygorystyczne normy emisji spalin EURO zaowocowały zmniejszeniem emisji najbardziej niebezpiecznych dla zdrowia człowieka zanieczyszczeń (NMVOC, NO_x, PM) pochodzących z transportu drogowego. Należy się spodziewać, że niedawno wprowadzone normy emisji CO_2 również spowodują spadek emisji tego związku w przyszłości. Istotny jest fakt, że spadki emisji zanieczyszczeń mają miejsce przy jednoczesnym wzroście wykonanej pracy przewozowej.

Polski rynek motoryzacyjny prezentuje niższy poziom technologiczny niż rynki motoryzacyjne większości państw członkowskich Unii Europejskiej, co powoduje, że emisja zanieczyszczeń się zwiększa wraz ze wzrostem liczby samochodów i wykonanej pracy przewozowej.

Systemy internalizujące wszystkie koszty zewnętrzne nie działają w żadnym państwie Unii Europejskiej i nie ma podstaw przypuszczać, aby zaczęły one funkcjonować aż do czasu wprowadzenia takiego obowiązku.

Osobowe samochody elektryczne do 2030 roku nie zrewolucjonizują rynku indywidualnego transportu drogowego i będą stanowiły znikomy odsetek wszystkich zarejestrowanych pojazdów osobowych w Polsce. W aktualnych warunkach rynkowych osobowe samochody elektryczne są zbyt drogie w zakupie i dodatkowo bardzo uciążliwe w eksploatacji, co wynika z małego zasięgu i praktycznie niewystępowania ogólnodostępnych stacji ładowania. Zmiana technologii umożliwiająca znaczne zwiększenie zasięgu oraz jednoczesny rozwój infrastruktury do ładowania mogą doprowadzić do większej popularyzacji tych pojazdów, jednak nie ma podstaw do stwierdzenia, aby w Polsce w horyzoncie kilku lub kilkunastu lat samochody te zyskały znaczący udział rynkowy.

Miejskie autobusy elektryczne prawdopodobnie będą eksploatowane w coraz większej liczbie miast, jednak nie można założyć, aby operatorzy komunikacji miejskiej masowo wymieniali floty swoich pojazdów na autobusy elektryczne. Wynika to z dyskusyjnej opłacalności finansowej i dużej uciążliwości eksploatacyjnej (zasięg pojazdu). Jednak biorąc pod uwagę możliwość uzyskania zewnętrznych środków finansowych wspierających zakup takiego pojazdu inwestycja w taki autobus może okazać się uzasadniona z finansowego punktu widzenia. Pomimo to pojazdy takie w najbliższych latach będą eksploatowane eksperymentalnie lub będą służyły do celów marketingowych.

Koszty zewnętrzne wynikające z eksploatacji autobusów miejskich zasilanych elektrycznie są mniejsze niż dla analogicznych pojazdów zasilanych konwencjonalnie, ale różnica wynosi zaledwie około 6%. Dodatkowo należy zauważyć, że koszty zewnętrzne emisji zanieczyszczeń związanych z wyprodukowaniem energii elektrycznej są większe niż koszty zewnętrzne emisji zanieczyszczeń związanych ze spalaniem oleju napędowego w przypadku pojazdu EURO VI. Różnica w całkowitych kosztach zewnętrznych na korzyść pojazdu elektrycznego wynika z braku emisji hałasu.

W kontekście powyższych stwierdzeń należy przyjąć, że w Polsce do 2030 roku nie należy się spodziewać znaczącego rozwoju rynku pojazdów elektrycznych. Jednocześnie może nastąpić odwrócenie trendu zmian emisji zanieczyszczeń na spadkowy, co wynika z prawdopodobnie mniejszej dynamiki wzrostu liczby zarejestrowanych samochodów i zmniejszania się średniego wieku pojazdów.

Kazimierz Pieńkowski • Jan Skibicki • Cezary A. Pieńkowski

PRODUKCJA ZDROWEJ I LECZNICZEJ ŻYWNOŚCI ORAZ POZYSKIWANIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII JAKO KIERUNEK ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ POLSKI

Kazimierz Pieńkowski, prof. dr hab. inż. – Fundacja Innowacyjnej Gospodarki
Jan Skibicki, inż. – Gospodarstwo Sadowniczo-Szkółkarskie SAJSAD w Kurianach koło Białegostoku, Fundacja Innowacyjnej Gospodarki
Cezary A. Pieńkowski, dr hab. inż. – Politechnika Białostocka

adres korespondencyjny:
Kuriany 105, 15-587 Białystok
e-mail: fundacjaig@gmail.com

HEALTHY AND MEDICINAL FOOD PRODUCTION AND USE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES AS A DIRECTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NORTH-EASTERN POLAND

SUMMARY: In the paper two directions of economic development of north-eastern Poland have been presented:
- the production of healthy and medicinal food,
- use of renewable energy resources.

There are the least degraded areas in the north-eastern Poland and that's why Podlasie province is the best for the production of healthy and medicinal food.
The following renewable energy resources should be used: photovoltaic systems, small vertical-axis wind turbines and agricultural biogas power plants.
The suggested activities have many advantages:
- sustainable economic development without degradation of Podlasie province,
- creating new jobs (several thousand in the whole province),
- new health and leisure centres (using healthy and medicinal food) will be attractive for tourists and sick people from Poland and the abroad.

KEY WORDS: healthy and medicinal food, renewable energy resources, sustainable development

Wstęp

Celem artykułu jest zaproponowanie kierunków działalności gospodarczej zgodnych z ideą zrównoważonego rozwoju. Zrównoważony rozwój polega na wprowadzaniu ładu środowiskowego, gospodarczego i społecznego[1]. Dla północno-wschodniej Polski najbardziej istotne są dwa kierunki:

- produkcja zdrowej i leczniczej żywności,
- pozyskiwanie odnawialnych źródeł energii.

Te działania zmierzają między innymi do zmiany wzorców konsumpcji i produkcji oraz racjonalnego i oszczędnego wykorzystania ograniczonych zasobów naturalnych przy jednoczesnym zapobieganiu degradacji środowiska. Obszary województwa podlaskiego spełniają warunki do prowadzenia takiej działalności. Propozycja produkcji zdrowej i leczniczej żywności oraz pozyskiwania odnawialnych źródeł energii mocno koresponduje z ideą działania władz Unii Europejskiej i Polski oraz znajduje odzwierciedlenie w dokumentach przyjętych przez władze województwa, takich jak: *Strategia rozwoju województwa podlaskiego do roku 2020*[2] i *Regionalny program operacyjny województwa podlaskiego 2014-2020*[3].

Produkcja zdrowej i leczniczej żywności

Obszary województwa podlaskiego są najmniej zdegradowane w skali Europy, 40% obszarów województwa obejmuje Europejska Sieć Ochrony Przyrody NATURA 2000. W kraju ta sieć stanowi 18% obszarów[4].

Prowadzenie hodowli oraz produkcji zdrowej i leczniczej żywności na obszarach północno-wschodniej Polski pod kątem stosowania diety warzywno-owocowej jako metody leczenia jest bardzo wskazane z następujących powodów:

- nie degraduje środowiska i zapewnia zrównoważony rozwój gospodarczy;
- jest duże zapotrzebowanie na leczenie dietą warzywno-owocową (jest ono tym większe, im mieszkańcy żyją dostatniej), można więc spodziewać się rozwoju usług związanych ze stosowaniem tej diety (także dla klientów zza granicy);
- powstanie wiele nowych miejsc pracy, co wpłynie na zmniejszenie bezrobocia.

---

[1] T. Borys, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Warszawa-Białystok 2005.

[2] *Strategia rozwoju województwa podlaskiego do roku 2020*, Białystok 2013, www.strategia.wrotapodlasia.pl [02-01-2014].

[3] *Regionalny program operacyjny województwa podlaskiego 2014-2020* (projekt), Białystok 2013, www.rpowp.wrotapodlasia.pl [02-01-2014].

[4] *Możliwości wykorzystywania odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2020 r.,* Warszawa, 2007, s.12, ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Gospodarki, www.mg.gov.pl [02-01-2014].

Te nowe miejsca pracy to nie tylko usługi, ale również produkcja płodów rolnych, ogrodowych i sadowniczych.

W Polsce dietę warzywno-owocową wprowadziła dr n. med. Ewa Dąbrowska w Ośrodku Wczasów Zdrowotnych „U Zbója" (w 1994 roku) i w ośrodku leczniczym „WALDTOUR-REVITA" (w 1996 roku) – Kaszubskie Centrum Promocji Zdrowia w Gołubiu, województwo pomorskie, wzorując się na opracowaniu dr. Bircher-Bennera ze Szwajcarii[5]. W Polsce ośrodków leczniczych opartych na diecie dr Ewy Dąbrowskiej jest już kilka. W ośrodku leczniczym w Gołubiu nie ma ani jednego artykułu spożywczego z województwa podlaskiego.

Główną cechą diety warzywno-owocowej jest uczynnienie naturalnych procesów samooczyszczających i samoregulujących w naszym organizmie, co może prowadzić do powrotu do zdrowia.

Dieta warzywno-owocowa jest wskazana dla ludzi cierpiących na takie choroby, jak:

- nadwaga lub otyłość;
- nadciśnienie;
- wysoki poziom cholesterolu;
- miażdżyca serca i naczyń;
- alergie skórne, pokarmowe, astma;
- choroba zwyrodnieniowa stawów.

Proces produkcji zdrowej i leczniczej żywności jest bardzo obszerny, a jednocześnie spójny w działaniu. Produkcja zdrowej i leczniczej żywności powinna być realizowana w następujących obszarach:

- przystosowanie gospodarstw do upraw ekologicznych;
- hodowla oraz produkcja warzyw, owoców i ziół;
- budowanie hurtowni posiadających pomieszczenia do przechowywania wyprodukowanych warzyw, owoców i ziół; skup od producentów warzyw, owoców i ziół oraz ich magazynowanie i przechowywanie;
- dowóz warzyw, owoców i ziół do przetwórni, ich chwilowe magazynowanie i poddawanie procesom przetwórczym na artykuły spożywcze oraz ponowne chwilowe magazynowanie, artykułów spożywczych już przetworzonych;
- budowanie hurtowni posiadających pomieszczenia magazynowe do przechowywania wyprodukowanych artykułów spożywczych, przewożenie ich z przetwórni do hurtowni, skąd mają być odbierane przez sklepy z ekologiczną żywnością, ośrodki leczniczo-wypoczynkowe, szkoły i przedszkola przy zachowaniu okresu przydatności produktów do spożycia;
- tworzenie sklepów prozdrowotnej żywności i ośrodków leczniczo-wypoczynkowych.

Najtrudniejszy i najbardziej kosztowny będzie obszar czwarty. Obszar ten składa się z trzech etapów:

- opracowanie metod i technologii procesów przetwarzania przez technologów przetwórstwa rolno-spożywczego oraz konstruktorów maszyn i urządzeń;

[5] E. Dąbrowska, *Przywracać zdrowie żywieniem*, Wyd. Michalineum, Warszawa 2013.

- zakup i zainstalowanie maszyn i urządzeń do przetwarzania i pakowania artykułów spożywczych, charakteryzujących się wysoką technologią;
- uzyskanie akredytacji odpowiednich oświadczeń żywieniowych o szczególnych walorach prozdrowotnych artykułów spożywczych.

Warzywa i owoce powinny być uprawiane i produkowane przez ludzi zamieszkałych na obszarach czystych ekologicznie i położonych daleko od dużych aglomeracji miejskich. Pożądane byłoby prowadzenie upraw we wszystkich powiatach, w których znajdują się grunty niezdegradowane chemicznie i pozbawione także upraw modyfikowanych genetycznie (GMO). Uprawy te powinno się zasilać nawozami naturalnymi. Producenci tych warzyw i owoców powinni posiadać certyfikaty żywności ekologicznej.

Rozwój innowacyjnej produkcji w zakresie wytwarzania soków i biopreparatów leczniczych

W Gospodarstwie Sadowniczo-Szkółkarskim SAJSAD w Kurianach koło Białegostoku inż. Jan Skibicki (współautor artykułu), absolwent szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, wyhodował jabłka Gold Millenium, z których wytwarza innowacyjne biopreparaty w postaci liofilizatów bakteryjnych posiadających dużą zawartość przeciwutleniaczy, zwłaszcza w formie glukozowo-polifenolowej. Te biopreparaty (JP-G, JP-2, JP-1) zawierają składniki o właściwościach przeciwnowotworowych, co zostało wstępnie potwierdzone przez cztery ośrodki naukowo-badawcze:

- Uniwersytet Medyczny w Białymstoku – prof. Maria H. Borawska;
- Politechnika Białostocka – prof. Włodzimierz Lewandowski;
- Instytut Sadownictwa w Skierniewicach – prof. Edward Żurawicz;
- Texas University U.S.A – prof. Waldemar Priebe.

Jabłka Gold Millenium zostały opatentowane w Urzędzie Patentowym R.P. pod nr LS 532. Autorem patentu i zastrzeżenia patentowego dotyczącego ochrony preparatu wzmacniającego system immunologiczny jest inż. Jan Skibicki.

Innowacyjne biopreparaty są wytwarzane na bazie jabłek Gold Millenium i pożytecznych mikroorganizmów. Powstają z ekologicznych produktów, w związku z tym posiadają związki aktywne, które są uwalniane w roślinie w momencie zagnieżdżenia się w niej bakcyli chorobotwórczych (naturalnych przeciwutleniaczy roślinnych). Substancje te pobudzają wydzielanie w ludzkim organizmie enzymu, który znajduje się tylko w zaatakowanych przez nowotwór komórkach oraz w komórkach charakterystycznych dla stanów przedrakowych. Enzym ten nie występuje w zdrowych komórkach. Wchodzi on w reakcję z komórkami nowotworowymi. Aby je zniszczyć, potrzebny jest mu współtowarzysz w postaci przeciwutleniaczy, czyli związków polifenolowych, które wymiatają wolne rodniki i usuwają toksyny na zewnątrz[6].

[6] B. Suárez i in. P*henolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace*, Food Chemistry, "Elsevier" 2010 t. 120, nr 1, s. 339-342.

Innowacyjne biopreparaty to ekologiczny metabolit z suszu masy jabłkowej, zawierający bogate źródła polifenoli, pektyn i innych bioaktywnych związków organicznych. Do wytwarzania innowacyjnych biopreparatów są używane jabłka jednej odmiany Gold Millenium. Biopreparaty te posiadają unikalny skład i wspomagają walkę z wirusami i stanami zapalnymi organizmu. Zapewniają równowagę mikroflory jelitowej oraz wpływają korzystnie na funkcjonowanie przewodu pokarmowego.

Biopreparaty są zarejestrowane w Głównym Inspektoracie Sanitarnym jako suplement diety. Produkty do wytwarzania biopreparatów są bezpieczne, ponieważ w całości pochodzą z produkcji ekologicznej i są certyfikowane przez Ekogwarancję.

Gospodarstwo Sadowniczo-Szkółkarskie SAJSAD (będące członkiem Fundacji Innowacyjnej Gospodarki) jest w stanie rozwinąć produkcję suplementów diety, środków leczniczych i soków organicznych w skali potrzeb rynkowych. Koszt takiej przetwórni kształtuje się na poziomie 9 mln zł. Przetwórnia ta byłaby odbiorcą wyhodowanych jabłek, owoców i warzyw pochodzących z upraw organicznych w uruchomionych gospodarstwach. Powinna być kompleksem urządzeń, w skład których wchodzić będą:

- innowacyjna przetwórnia biopreparatów i soków w Kurianach;
- laboratorium badawczo-wdrożeniowe zajmujące się analizą roślinnych produktów regionalnych o działaniu prozdrowotnym, posiadające wysoko zaawansowaną technologicznie aparaturę badawczą;
- logistyczny system bazy danych dla samorządów, producentów ekologicznej żywności oraz odbiorców hurtowych i detalicznych;
- odnawialne źródła energii, zasilające wyżej wymieniony kompleks urządzeń.

Do głównych zadań innowacyjnej przetwórni biopreparatów i soków będzie należało:

- wytwarzanie biopreparatów dla Centrum Edukacji Ekologicznej z ośrodkiem Rehabilitacji i Promocji Zdrowego Stylu Życia w Supraślu (według założeń autorów) oraz dla hurtowni, w których zaopatrywałyby się sklepy ekologicznej żywności, ewentualnie szkoły i szpitale oraz gabinety lekarskie;
- wytwarzanie biopreparatów w postaci suplementów diety;
- produkcja mętnych soków owocowo-warzywnych metodą beztlenową, aseptyczną, o wysokich walorach prozdrowotnych, na bazie produktów pozyskanych od miejscowych producentów;
- wytwarzanie naturalnych środków ochrony roślin do produkcji ekologicznej.

Laboratorium badawczo-wdrożeniowe będzie sprawowało kontrolę nad analizą i jakością roślinnych produktów regionalnych. Do głównych zadań laboratorium analitycznego roślinnych produktów regionalnych będzie należało:

- wykonywanie badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych dotyczących składu oraz wartości odżywczych i prozdrowotnych biopreparatów;
- działalność usługowa polegająca na wykonywaniu badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych, oznaczaniu wartości odżywczych oraz prozdrowotnych płodów rolnych, runa leśnego, roślin zielarskich i przyprawowych;

co znacznie podniosłoby jakość oraz konkurencyjność produktów określanych mianem „prozdrowotne";
- działalność produkcyjna laboratorium polegałaby na wytwarzaniu antyalergicznych preparatów kosmetycznych z dodatkiem ekstraktów z roślin i produktów regionalnych (na przykład ekstrakt ze skórek jabłek, ekstrakty z produktów pszczelich); preparaty te byłyby wykorzystywane do zabiegów w centrach edukacji prozdrowotnej;
- działalność naukowo-badawcza na rzecz wyżej wymienionych przedsięwzięć.

Należałoby utworzyć logistyczny system bazy danych dla samorządów, producentów zdrowej i leczniczej żywności oraz odbiorców hurtowych i detalicznych. Utworzenie tego systemu miałoby na celu:
- koordynację działań na wszystkich szczeblach (od samorządu do konsumenta);
- wspólne planowanie strategii;
- wspólną promocję produktów w kraju i za granicą;
- konkretną i szczegółową edukację w szerzeniu zdrowego stylu życia;
- specjalny nadzór i doradztwo na potrzeby wdrożeniowo-produkcyjne;
- szkolenia wyłącznie na potrzeby wdrożeniowo-produkcyjne.

Pozyskiwanie odnawialnych źródeł energii

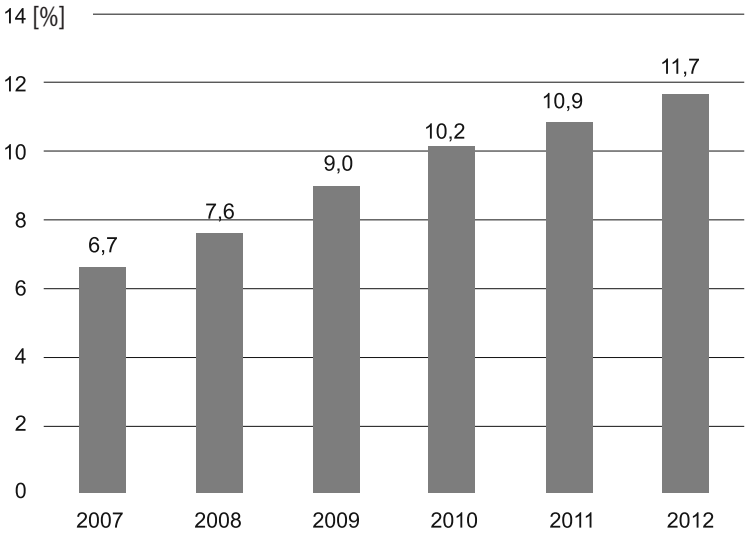
W pkt. 20 art. 3 ustawy – Prawo energetyczne, odnawialne źródło energii określono jako źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, aerotermalną, geotermalną, hydrotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych[7].

Udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w latach 2007-2012 w Polsce ilustruje rysunek 2. W omawianym okresie występował znaczny i systematyczny wzrost ilości energii pozyskanej ze źródeł odnawialnych. Udział nośników energii odnawialnej w łącznym pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych w latach 2007-2012 w Polsce przedstawiono w tabeli 1.

W latach 2007-2012 największą pozycję w bilansie energii odnawialnej stanowiła energia biopaliw stałych. Udział pozostałych nośników energii odnawialnej zmienia się z wyraźną tendencją wzrostową energii biopaliw ciekłych, wiatru, biogazu i słonecznej oraz tendencją spadku dla energii wody. Zestawienie instalacji wytwarzających energię z odnawialnych źródeł w woj. podlaskim przedstawiono w tabeli 2.

[7] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2012 r., poz. 1059 oraz z 2013 r. poz. 984 i poz. 1238).

Rysunek 1
Udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w latach 2007-2012 w Polsce



Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 roku*, GUS, Warszawa 2013, www.stat.gov.pl [02-01-2014], s. 30.

Tabela 1
Udział poszczególnych nośników energii odnawialnej w łącznym pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych w latach 2007-2012 w Polsce [%]

Rok / Wyszczególnienie	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Biopaliwa stałe	91,03	87,48	85,77	85,29	84,99	82,16
Energia słoneczna	0,01	0,02	0,11	0,12	0,14	0,15
Energia wody	4,17	3,42	3,37	3,65	2,68	2,06
Energia wiatru	0,92	1,33	1,53	2,08	3,69	4,80
Biogaz	1,33	1,78	1,62	1,67	1,83	1,98
Biopaliwa ciekłe	2,27	5,47	7,04	6,64	5,76	7,97
Energia geotermalna	0,22	0,23	0,24	0,20	0,17	0,19
Odpady komunalne	0,02	0,00	0,01	0,04	0,43	0,38
Pompy ciepła	0,03	0,27	0,30	0,31	0,30	0,31

Źródło: *Energia*. . . , s. 29.

W województwie podlaskim najwięcej jest elektrowni wiatrowych (54,06%), co jest zbieżne z ogólnym trendem – na całym świecie, a w szczególności w Unii Europejskiej energia wiatrowa jest najszybciej rozwijającym się źródłem energii odnawialnej. Drugą pozycję zajmują elektrownie wodne (32,43%). Natomiast do końca września 2013 roku nie powstała żadna biogazownia rolnicza.

Powody uzasadniające rozwój w pozyskiwaniu odnawialnych źródeł energii w województwie podlaskim są następujące:

- notuje się ciągły wzrost zużycia energii na świecie, w Polsce i województwie podlaskim;
- nie ma innych źródeł energii na obszarze województwa podlaskiego;
- nie można korzystać z węgla kamiennego, którego mamy w Polsce na Śląsku bardzo dużo i brunatnego, gdyż podczas ich spalania powstaje dwutlenek węgla (CO_2), za którego emisję Unia Europejska wprowadziła kary;
- przewiduje się kryzys energetyczny w Polsce w 2016 roku; do końca 2015 roku w Polsce powinno wyłączyć się z eksploatacji 6 500 MW. Grozi to wyłączeniami prądu w godzinach szczytu[8].

W województwie podlaskim można pozyskiwać energię z biomasy stałej, biopaliw ciekłych i biogazu. Można wyróżnić następujące źródła biomasy na terenie województwa:

- rośliny oleiste i oleje odpadowe;
- rośliny cukrowe (buraki cukrowe, buraki pastewne);
- rośliny skrobiowe (ziemniaki, kukurydza);
- materiały lignocelulozowe (drzewa, krzewy, rośliny włókniste i energetyczne, słomy);
- organiczne odpady komunalne i odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego[9].

Warunki dla wykorzystania wiatru w dużej energetyce wiatrowej są korzystne tylko w północnej części województwa podlaskiego (do 1,5 $MWh/m^2 \cdot rok$). W pozostałej części województwa warunki wiatrowe są niekorzystne – nie opłaca się budować dużych siłowni wiatrowych. Natomiast województwo podlaskie charakteryzuje się bardzo dobrymi warunkami wietrzności pozwalającymi na ekonomicznie uzasadnione instalowanie elektrowni wiatrowych małych mocy pracujących na pokrycie potrzeb własnych gospodarstwa domowego, budynku użyteczności publicznej i zakładu usługowo-wytwórczego[10].

Roczne promieniowanie całkowite na obszarze całego województwa podlaskiego mieści się w przedziale 3600-3800 MJ/m^2. Powierzchnia województwa wynosi 20 180 km^2. Przyjmując do obliczeń wartość 3650 MJ/m^2 roczne zasoby energii słonecznej w województwie kształtują się na poziomie 73 600 000 TJ.

[8] M. Nowicki, *Dylematy polskiej energetyki w XXI wieku*. Materiały konferencyjne „Energia odnawialna szansą rozwoju województwa podlaskiego", Białystok 2013, s. 3.

[9] C.A. Pieńkowski, *The Possibilities of Using Renewable Sources of Energy in Podlaskie Province*, "Polish Journal of Environmental Studies" 2010 t. 19, nr 3, s. 537.

[10] T. Ochrymiuk, *Ekologiczne i ekonomiczne uzasadnienie instalowania małych farm wiatrowych na terenie województwa podlaskiego*, w: *Możliwości wykorzystywania odnawialnych źródeł energii w województwie podlaskim*, red. K. Pieńkowski, Wyd. Fundacji Innowacyjnej Gospodarki, Białystok 2010, s. 91.

Tabela 2
Zestawienie instalacji wytwarzających energię z odnawialnych źródeł w województwie podlaskim [stan na dzień 30.09.2013]

Typ instalacji	Liczba instalacji	Moc instalacji [MW]
Wytwarzająca energię z biogazu z oczyszczalni ścieków	3	2,071
Wytwarzająca energię z biogazu składowiskowego	1	0,700
Wytwarzająca energię z biomasy z odpadów leśnych, rolniczych, ogrodowych	1	5,408
Wytwarzająca energię z biomasy mieszanej	1	78,503
Elektrownia wiatrowa	20	122,700
Elektrownia wodna przepływowa do 0,3 MW	12	0,809

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.ure.gov.pl [02-01-2014].

Ze względów technicznych pod instalowanie kolektorów słonecznych i paneli fotowoltaicznych mogą być przeznaczone powierzchnie dachów i tereny bezpośrednio przyległe do budynków. Według danych GUS-u (o zagospodarowaniu przestrzennym) takie powierzchnie zajmują około 0,5% całkowitej powierzchni województwa, a biorąc pod uwagę, że końcowa sprawność przetwarzania i wykorzystania energii słonecznej przy obecnie istniejących technologiach w skali rocznej nie przekracza 30% dla instalacji solarnej, potencjał techniczny energii słonecznej w województwie podlaskim wynosi około 121 230 TJ.

Minęły trzy lata od uruchomienia programu dopłat do kolektorów słonecznych, na które Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej zarezerwował 450 mln złotych. NFOŚiGW spłaca 45% kredytu zaciągniętego na ten cel. W związku z tym wykorzystanie kolektorów słonecznych do uzyskiwania ciepłej wody użytkowej oraz energii cieplnej dla ogrzewania pomieszczeń stało się w województwie podlaskim coraz bardziej powszechne. Na terenie województwa powstało kilkadziesiąt mniejszych instalacji o powierzchni od kilku do kilkunastu metrów kwadratowych w domkach jednorodzinnych, gospodarstwach rolnych i agroturystycznych oraz domach wielorodzinnych.

Charakter województwa podlaskiego i istniejące warunki nie sprzyjają budowie elektrowni wodnych, dlatego ich udział w ogólnej produkcji energii z odnawialnych źródeł nie będzie miał w przyszłości istotnego znaczenia.

Zaznaczają się wpływy dwóch okręgów geotermalnych. Na zachodzie jest to okręg grudziądzko-warszawski, a na południu okręg podlaski. Te okręgi zawierają wody geotermalne w zakresie temperatury od 25°C do 135°C. Głębokość ich zalegania w województwie podlaskim wynosi od 1800 do 2200 m, co powoduje, że nakłady inwestycyjne, jakie należy ponieść na ich eksploatację są bardzo wysokie. Na terenie większej części województwa nie występują żadne złoża geotermalne[11].

[11] *Rozwój sektora energetycznego OZE w Polsce Wschodniej – stan i perspektywy*, Warszawa 2011, s. 43, 45, 47, 48, ekspertyza wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego,

Rekomendowane formy rozwiązań urządzeń do pozyskiwania odnawialnych źródeł energii na terenie województwa podlaskiego przedstwiają się następująco:

- hybrydowy zestaw składający się z paneli fotowoltaicznych i małych wiatraków dachowych o pionowej osi obrotu;
- biogazownie rolnicze produkujące energię elektryczną i cieplną;
- hybrydowy zestaw kolektorów słonecznych i pompy ciepła;
- wykorzystywanie biomasy w województwie podlaskim.

W tym opracowaniu ograniczamy się do podania tylko czterech, spośród dziewięciu, rekomendowanych technologii pozyskiwania odnawialnych źródeł energii na terenie województwa podlaskiego[12].

Dwie pierwsze technologie, czyli hybrydowy zestaw składający się z paneli fotowoltaicznych i małych wiatraków dachowych o pionowej osi obrotu oraz biogazownie rolnicze produkujące energię elektryczną i cieplną, opisujemy szerzej, gdyż w ostatnich trzech latach (od 2010 do 2013 roku) zaszły duże zmiany co do preferowania tych technologii.

Dwie następne, czyli hybrydowy zestaw kolektorów słonecznych i pompy ciepła oraz wykorzystywanie biomasy w województwie podlaskim preferujemy z powodu wzrostu zainteresowania inwestorów (pompy ciepła są produkowane w firmie Biawar-Nibe w Białymstoku); największym odbiorcą biomasy w regionie jest Elektrociepłownia Białystok S.A.

Nie opisujemy szczegółowo tych dwóch technologii i pozostałych pięciu, gdyż są one dokładnie opisane w pracy *Możliwości wykorzystania*....[13].

Hybrydowy zestaw składający się z paneli fotowoltaicznych i małych wiatraków dachowych o pionowej osi obrotu

Obecnie firmy wspólnie z jednostkami badawczymi opracowały kilka unikalnych innowacyjnych rozwiązań[14], które są wprowadzane na rynek fotowoltaiczny i rynek energetyki wiatrowej w Polsce. Zastosowanie w produkcji unikalnych w skali światowej produktów kompozytowych pozwoliło uzyskać wyjątkowy panel fotowoltaiczny oraz turbinę wiatrową.

Właściwości tych paneli fotowoltaicznych są następujące:

- wysoka moc wyjściowa (279 W dla panelu z 60 ogniwami; 335 W dla panelu z 72 ogniwami);
- wysoka sprawność ogniw;
- sprawność całego modułu zbliżona do sprawności ogniw;

www.mir.gov.pl [02-01-2014].

[12] *Możliwości wykorzystywania ...*, s. 37-145.

[13] Ibidem, s. 37-145.

[14] W. Kruczek, *Wiodąca na rynku technologia fotowoltaiczna i wiatrowa*. Materiały konferencyjne „Propozycje wdrożeń odnawialnych źródeł energii na obszarze Polski", Wyd. Fundacji Innowacyjnej Gospodarki, Białystok 2012, s. 125-130.

Rysunek 2
Połączenie paneli fotowoltaicznych z turbiną wiatrową o pionowej osi obrotu

Źródło: W. Kruczek, op. cit., s. 129.

- wyjątkowo cienkie ogniwa, zmniejszające zużycie krzemu w produkcji;
- eliminowanie srebra i innych drogich materiałów w procesie produkcji.

W tych panelach zastosowano pierwsze na świecie szkło solarne o grubości 2 mm z nanopowłoką antyrefleksyjną. Szkło z niską zawartością żelaza pozwala na 98% transmisję światła (najwyższą kiedykolwiek osiągniętą). Niska zawartość żelaza pozwala zredukować do minimum straty prądowe. Zastosowano szkło jako tylną warstwę panelu i wyeliminowano ramy panelu oraz laminatu. Szczelność panelu i ochrona krawędzi szkła uzyskano przez zastosowanie kauczuku. Trwałość panelu ocenia się na 40 lat. Panel fotowoltaiczny ma 25 mm grubości zamiast 40 mm w stosowanych modułach. Redukuje to o 50% koszty transportu i magazynowania.

Turbina wiatrowa o pionowej osi obrotu składa się z 5 łopat. Jest to turbina wiatrowa o unikalnym i opatentowanym kształcie wirnika z kompozytu. Jej cechy charakterystyczne są następujące: moc znamionowa 5 kW, startowa prędkość wiatru 0,9 m/s, ciężar całej turbiny około 400 kg, średnica wirnika poniżej 2 m, wysokość łopat 3 m, cicha praca nawet przy maksymalnej prędkości obrotowej, jednakowa praca – niezależnie od kierunku wiatru, możliwość montażu bez masztu na niskich wysokościach, na halach i płaskich dachach, stosunkowo nieduża waga i wymiary ułatwiają oraz przyspieszają montaż.

Łączny montaż obu systemów jest tańszy niż oddzielne instalowanie paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. Na rysunku 2 przedstawiono system hybrydowy, składający się z dwóch paneli fotowoltaicznych (obramowanego i elastycznego) oraz turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu.

Łącząc te dwie technologie uzyskuje się stabilniejszy strumień energii wytwarzanej w systemie hybrydowym i samowystarczalność energetyczną.

Biogazownie rolnicze produkujące prąd elektryczny i ciepło

Biogaz to gaz powstający w wyniku działania bakterii, w beztlenowej przestrzeni, na substancje organiczne. Biogaz powstaje najczęściej:

- jako produkt uboczny w oczyszczalniach ścieków i na wysypiskach odpadów komunalnych;
- jako celowo wytwarzany w biogazowniach rolniczych.

Biogaz rolniczy (z działalności rolno-hodowlanej) jest jeszcze w Polsce niedostatecznie znany, chociaż w wielu krajach bardzo rozpowszechniony.

Biogaz rolniczy to paliwo gazowe otrzymywane z surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości przemysłu rolno-spożywczego lub biomasy leśnej w procesie fermentacji metanowej.

Biogazownie to dwie odrębne instalacje, sprzęgnięte ze sobą połączeniem gazowym:

- pierwsza to wytwórnia biogazu,
- druga to przetwórnia gazu w energię elektryczną i cieplną.

Typowy wsad do biogazowni rolniczej to między innymi: gnojowica zwierzęca, odpady z działalności rolniczej, pozostałości przemysłu rolno-spożywczego. Wsad (zwany również substratem) poddawany jest procesowi fermentacji beztlenowej. W procesie fermentacji z substancji organicznych powstaje mieszanina gazów, w skład której wchodzą: metan CH_4, dwutlenek węgla CO_2, siarkowodór H_2S, para wodna i inne gazy śladowe[15].

Pierwsza z prawdziwego zdarzenia biogazownia rolnicza powstała w latach czterdziestych XX wieku na Uniwersytecie Darmstadt. Do 1955 roku powstaje w Niemczech 50 rolniczych instalacji biogazowych. Na koniec 2012 roku liczba rolniczych biogazowni w Niemczech wynosiła 7 215 instalacji[16]. W Polsce do tej pory zainstalowano 38 biogazowni rolniczych. W tabeli 3 przedstawiono zestawienie biogazowni rolniczych istniejących w poszczególnych województwach w ujęciu ilościowym oraz posiadanej mocy.

Najwięcej biogazowni rolniczych powstało w województwie pomorskim. Nie ma żadnej biogazowni rolniczej w województwach: małopolskim, podkarpackim i podlaskim. Schemat procesu technologicznego wytwarzania biogazu rolniczego i produkcji energii elektrycznej i cieplnej przedstawiono na rysunku 3.

Województwo podlaskie jest regionem rolniczo-przemysłowym. Najbardziej rozwiniętą gałęzią produkcji jest mleczarstwo. Budowa biogazowni rolniczych na terenie naszego województwa jest potrzebna, a nawet konieczna ze względów energetycznych i ekologicznych. Można je budować przykładowo przy istniejących już fermach bydła, trzody chlewnej i drobiu. Spośród różnych rodzajów

[15] L. Latocha, *Produkcja biogazu rolniczego oraz gazu wytlewnego (drzewnego) i ich wykorzystanie na przykładzie doświadczeń kilku krajów Unii Europejskiej*. Materiały konferencyjne „Propozycje wdrożeń odnawialnych źródeł energii na obszarze Polski", Wyd. Fundacji Innowacyjnej Gospodarki, Białystok 2012, s. 73.

[16] Ibidem, s. 76-77.

Tabela 3
Biogazownie rolnicze w poszczególnych województwach [stan na dzień 30.09.2013]

Lp.	Województwo	Liczba	Moc [MW]
1	Dolnośląskie	3	3,425
2	Kujawsko-pomorskie	3	5,601
3	Lubelskie	5	5,661
4	Lubuskie	3	2,391
5	Łódzkie	2	2,498
6	Małopolskie	0	0
7	Mazowieckie	1	1,560
8	Opolskie	1	2,000
9	Podkarpackie	0	0
10	Podlaskie	0	0
11	Pomorskie	7	8,690
12	Śląskie	1	0,526
13	Świętokrzyskie	1	0,800
14	Warmińsko-mazurskie	2	3,200
15	Wielkopolskie	3	2,786
16	Zachodniopomorskie	6	6,678
Ogółem		38	45,816

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.ure.gov.pl [02-01-2014].

odnawialnych źródeł energii, biogazownie są szczególnie rekomendowane, ponieważ nie tylko nie degradują środowiska, ale dodatkowo je oczyszczają, a także tworzą wiele nowych miejsc pracy.

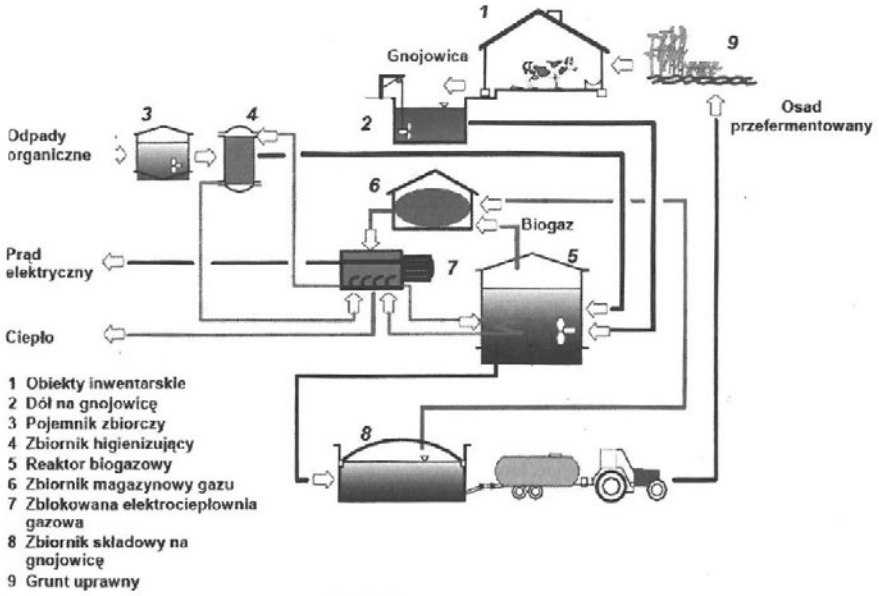
Podsumowanie

Propozycje produkcji zdrowej i leczniczej żywności oraz pozyskiwania odnawialnych źródeł energii jako kierunki zrównoważonego rozwoju północno-wschodniej Polski mogą radykalnie przyspieszyć rozwój gospodarczy województwa podlaskiego.

Działania przedstawione w niniejszym artykule pokrywają się z wizją zadań ujętych w *Strategii rozwoju województwa podlaskiego do roku 2020*, czyli:

- w zakresie produkcji ekologicznej żywności: rolnictwo ekologiczne, przetwórstwo ekologiczne, turystyka medyczna, medycyna regeneracyjna, bioróżnorodność w ekorozwoju;

Rysunek 3
Schemat instalacji do produkcji biogazu rolniczego i wytwarzania prądu elektrycznego i ciepła



Źródło: L. Magrel, *Propozycja rozwiązania technologicznego biogazowni produkującej energię elektryczną,* w: *Możliwości wykorzystywania odnawialnych źródeł energii w województwie podlaskim*, Wyd. Fundacji Innowacyjnej Gospodarki, Białystok 2010, s. 44.

- w zakresie energii odnawialnej: rozwój odnawialnych źródeł energii w modelu rozproszonym, produkcja urządzeń do pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych.

Kierunki opisane w tym artykule pokrywają się również z zadaniami określonymi w *Regionalnym programie operacyjnym województwa podlaskiego 2014-2020*. Są to między innymi:

- ograniczenie emisji gazów cieplarnianych;
- wzrost pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych;
- stworzenie nowych miejsc pracy.

Realizację przedstawionej w artykule propozycji należy zacząć od opracowania programu wdrożenia produkcji prozdrowotnej żywności oraz pozyskiwania odnawialnych źródeł energii jako kierunku gospodarczo i ekologicznie zrównoważonego rozwoju województwa podlaskiego.

W programie wdrożeniowym bardzo ważny będzie rozdział dotyczący: informacji, promocji i edukowania jak największej liczby mieszkańców województwa podlaskiego. Trzeba dotrzeć z informacją, promocją i edukacją do szerokich grup społecznych i zawodowych, a więc do rolników, ogrodników, sadowników,

do pracowników wszystkich szczebli władz samorządowych (gmin, starostw i urzędu marszałkowskiego) oraz inżynierów, głównie z kierunków energetyki elektrycznej i cieplnej, mechaników, inżynierów technologii żywności i przetwórstwa rolno-spożywczego, inżynierów budownictwa i inżynierów środowiska, informatyków, a także ekonomistów i prawników.

Mieszkańcy województwa powinni być przekonani do tych działań, a to wymaga przeorientowania i przygotowania ich do pracy w proponowanych obszarach, podniesionych w artykule, czyli w zakresie produkcji prozdrowotnej żywności oraz w pozyskiwaniu odnawialnych źródeł energii.

Bożena Ciupek

OBOWIĄZKI FISKALNE PRZEDSIĘBIORCÓW WZGLĘDEM ŚRODOWISKA I ICH WPŁYW NA STRATEGIĘ FINANSOWĄ PRZEDSIĘBIORSTWA. WYBRANE PROBLEMY

Bożena Ciupek, dr – Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

adres korespondencyjny:
Wydział Finansów i Ubezpieczeń
ul. 1 Maja 50, 40-287 Katowice
e-mail: bozena.ciupek@ue.katowice.pl

FISCAL RESPONSIBILITIES OF COMPANIES TOWARDS ENVIRONMENT AND ITS IMPACT ON FINANCIAL STRATEGY OF THE COMPANY. SELECTED PROBLEMS

SUMMARY: The subject of this reflections is to outline a fiscal obligations contributing to environmental protection and the issues related to its functioning. The goal of this discussion is to present both sides of this problem – determinants of constructing – by public authorities – the fiscal instruments supporting natural environment on the one side, and the assessment of their impact on financial strategies of companies as a tax payers on the other. To achieve stated objective a theoretical considerations as well as questionnaire survey were conducted.

KEY WORDS: environmental charges, environmental taxes, sanctions, financial strategy, profitability, financial liquidity

Wstęp

Każdy przedsiębiorca prowadząc działalność gospodarczą dąży do realizacji pewnych zamierzeń: chce zarabiać, rozwijać się, zdobyć lepszą pozycję rynkową. Ich osiągnięcie wymaga określonej koncepcji działania. Jednym z jej przejawów jest realizacja strategii finansowej, której zasadniczym celem jest wzrost wartości przedsiębiorstwa poprzez maksymalizację osiąganych korzyści finansowych oraz utrzymywanie zdolności do regulowania zobowiązań. Prowadzenie działalności gospodarczej i osiąganie zamierzonych celów jest uzależnione od możliwości korzystania z zasobów przyrody. Przedsiębiorstwa, kierując się kryterium osiągania jak najwyższych efektów finansowych przejawiają skłonność do korzystania z nich w sposób nie zawsze racjonalny. W gospodarce zrównoważonego rozwoju zachowania takie powinny być hamowane. To z kolei wymaga podjęcia działań interwencyjnych ograniczających nadmierne zanieczyszczanie i wykorzystywanie zasobów środowiska.

Jednym z podmiotów uprawnionych do działań interwencyjnych w tym zakresie jest państwo, które może stworzyć odpowiednie mechanizmy prawne i finansowe wymuszające na przedsiębiorcach oszczędniejsze i efektywniejsze gospodarowanie zasobami środowiska przyrodniczego. Wśród instrumentów finansowych zasadnicze znaczenie mają konstrukcje fiskalne wpisujące się w system opłat i podatków za korzystanie środowiska oraz w system sankcji związanych z naruszeniem przyjętych norm lub warunków korzystania z zasobów środowiska.

Za cel podjętych rozważań przyjęto przedstawienie uwarunkowań konstruowania przez władzę publiczną instrumentów fiskalnych służących ochronie środowiska oraz ocenę ich wpływu na strategię finansową obciążonych nimi przedsiębiorstw. Realizacji tak postawionego celu służyć będą rozważania teoretyczne prowadzone zarówno w aspekcie możliwości i oczekiwań władzy publicznej konstruującej instrumenty, jak i oceny ich oddziaływania na szeroko rozumianą strategię finansową przedsiębiorstw je ponoszących. Rozważania w tym zakresie zostaną wsparte wynikami przeprowadzonego wśród przedsiębiorców badania ankietowego.

Instrumenty fiskalne w realizacji polityki ochrony środowiska

Osiągnięcie trwałego i zrównoważonego rozwoju jest jednym z priorytetów funkcjonowania Unii Europejskiej. Zakłada się, że jednym z warunków koniecznych do realizacji przyjętego priorytetu jest osiągniecie celów polityki ochrony środowiska. Cele te określa traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej jako:

- zachowanie, ochrona i poprawia jakości środowiska;
- ochrona zdrowia człowieka;
- rozważne i racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych[1].

[1] Art. 191 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (Dz. Urz. UE C 115/2008).

Osiągnięcie tych celów wymaga podjęcia przez państwa członkowskie wspólnych i uporządkowanych działań. Ustalenie wspólnych, a zarazem nie naruszających suwerenności państw członkowskich metod i narzędzi ochrony środowiska wymaga wzajemnych ustępstw i poszukiwania kompromisów. Jednym z rezultatów podejmowanych w tym zakresie prac jest określenie zasad i instrumentów jej realizacji. Do uniwersalnych zasad polityki ochrony środowiska należy zaliczyć cztery:

- przezorności;
- stosowania działań zapobiegawczych;
- naprawiania szkód u źródła;
- pokrywanie kosztów przez sprawcę szkody.

Najogólniej rzecz biorąc zasada przezorności polega na przesunięciu tak zwanego ciężaru dowodu na podmiot, który ma zamiar podjąć działalność gospodarczą. W świetle tej zasady to przedsiębiorstwa muszą dowieść, że prowadzona przez nie działalność nie spowoduje poważnego zagrożenia dla środowiska lub sytuacji gdy takie zagrożenie istnieje wskazać środki i działania, które zminimalizują jego negatywne skutki. Zasada działań zapobiegawczych (prewencyjna) bezpośrednio wynika z zasady przezorności i wymaga podjęcia faktycznych działań (na przykład oceny oddziaływania na środowisko planowanych przedsięwzięć) zanim powstanie szkoda. Natomiast zasada naprawiania szkód u źródła wyraża postulat, aby szkoda, która powstała w środowisku została naprawiona w miejscu lub w pobliżu jej powstania. Naprawa powstałej w środowisku naturalnym szkody wiąże się z koniecznością nakładów. Co do zasady, obowiązkiem ponoszenia kosztów został obarczony sprawca szkody. Uważa się, że ten, kto spowodował szkodę powinien ponieść wszystkie koszty jej usunięcia oraz ewentualnych jej następstw[2].

Realizacja ustanowionych zasad wymaga stosowania odpowiedniego instrumentarium. Instrumenty realizacji polityki ochrony środowiska można podzielić na dwie zasadnicze kategorie, a mianowicie instrumenty o:

- bezpośrednim oddziaływaniu, tak zwane instrumenty twarde;
- pośrednim oddziaływaniu, tak zwane instrumenty miękkie.

Poszczególne kategorie instrumentów oraz ich rodzaje i przykłady wykorzystania przedstawia tabela 1.

W aspekcie przyjętego celu rozważań, zasadnicze znaczenie ma zasada pokrywania kosztów przez sprawcę szkody oraz stosowanie w celu jej realizacji instrumentów bezpośredniego oddziaływania, a w szczególności instrumentów fiskalnych. W praktyce zasada pokrywania kosztów przez sprawcę szkody jest realizowana dwoma uzupełniającymi się sposobami. Pierwszy realizowany jest przez stosowanie zasady „zanieczyszczajacy płaci", drugi – „użytkownik płaci".

[2] H. Machińska, *Ochrona środowiska*, w: *Prawo Unii Europejskiej*, red. J. Barcz, Prawo i Praktyka Gospodarcza, Warszawa 2004, s. 1021-1027.

Tabela 1
Instrumenty polityki ochrony środowiska

Kategoria	Grupa	Instrument	Przykład
Instrumenty o bezpośrednim oddziaływaniu (normy skodyfikowane, instrumenty twarde)	instrumenty prawno-administracyjne (zakazy i nakazy)	wartości graniczne	czas eksploatacji pojazdów
		standardy (normy)	standardy użytkowania normy emisyjne
		wymogi stosowania	energia odnawialna
		zakazy używania	metale ciężkie
Instrumenty o pośrednim oddziaływniu (normy nieskodyfikowane, instrumenty miękkie)	instrumenty ekonomiczne (daniny publiczne prawa do obrotu)	opłaty ekologiczne	opłata produktowa
		podatki ekologiczne	akcyza na energię
		sankcje	dodatkowa opłata produktowa
		zbywalne prawa do korzystania ze środowiska	handel uprawnieniami do emisji dwutlenkiem węgla
	instrumenty dobrowolnego stosowania	zachęty i informacje	porozumienia ekologiczne
	instrumenty społecznego oddziaływania	edukacja ekologiczna	programy edukacyjne
		informacja ekologiczna	programy informacyjne

Źródło: opracowanie własne na podstawie: H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Zysk i S-ka, Poznań 2010, s. 263; *Zarządzanie środowiskiem*, red. B. Poskrobko, PWE, Warszawa 2007, s. 129-174.

Zasada zanieczyszczający płaci po raz pierwszy została określona w Zaleceniu Rady OECD [3] w brzmieniu: „zanieczyszczający powinien ponosić koszt (...), aby zapewnić osiągnięcie znośnego stanu środowiska. (...) koszty tych działań powinny być uwzględnione w cenach dóbr i usług powodujących zanieczyszczenie środowiska (...). Podobnie zasada ta została zidentyfikowana w Deklaracji z Rio[4], w której postanowiono, że „(...) zanieczyszczający powinien zasadniczo ponieść wszelkie koszty zanieczyszczeń mając na uwadze interes publiczny".

Przyjmując generalnie, że jest to zasada zakładająca, iż ceny dóbr i usług powinny zawierać koszt szkód ekologicznych powstających w procesach produkcji, należy zwrócić uwagę, że w zależności od rodzaju kosztów, do ponoszenia których obowiązany jest zanieczyszczający można wskazać jej wąską lub szeroką realizację[5].

[3] Zalecenie Rady OECD z dnia 26 maja 1972 r. w sprawie przewodnich zasad dotyczących międzynarodowych aspektów ekonomicznych polityki ekologicznej, C(72) 128.
[4] Zasady ogólnych praw i obowiązków. Deklaracja z Rio de Janeiro w sprawie środowiska i rozwoju. Deklaracja z Rio de Janeiro w sprawie środowiska i rozwoju, Rio de Janeiro 1992.
[5] *Partnerstwo publiczno-prywatne jako instrument rozwoju zrównoważonego*, red. M. Urbaniec, P. Stec, S. Dolata. Akademia Polonijna, Częstochowa 2009, s. 73-83.

Wąska realizacja zasady „zanieczyszczający płaci" oznacza, że koszty, jakie ponosi podmiot zanieczyszczający środowisko są ograniczone do kosztów działań zmierzających do osiągnięcia stanu zgodności obowiązującymi normami. Działania te mogą w praktyce przyjąć trojaką postać, a mianowicie:

- podejmowanie w ramach prowadzonej działalności gospodarczej różnego rodzaju przedsięwzięć mających na celu ograniczenie zanieczyszczeń;
- wnoszenie opłat za zbiorowe unieszkodliwianie zanieczyszczeń;
- zlecanie innym podmiotom unieszkodliwienie powstałych zanieczyszczeń.

W dwóch pierwszych przypadkach zanieczyszczający ponosi koszty bezpośrednie zaliczane do kosztów wytworzenia produktów i usług, w trzecim będą to koszty pośrednie usług obcych. Natomiast szersze stosowanie zasady „zanieczyszczający płaci" uwzględnia obok kosztów w wąskim ujęciu szereg dodatkowych kosztów będących bezpośrednim lub pośrednim skutkiem zanieczyszczenia spowodowanego przez przedsiębiorstwo. Do kosztów tych zalicza się między innymi koszty[6]:

- działań prewencyjnych;
- związane z przywracaniem środowiska przynajmniej do stanu możliwego do przyjęcia;
- działań rekompensacyjnych i odszkodowawczych.

Natomiast stosowanie zasady „użytkownik płaci" związane jest z wykorzystaniem zasobów naturalnych. Zasada zakłada, że użytkownik zasobu powinien ponieść całkowite koszty środowiskowe związane z jego wykorzystaniem, a niekiedy także koszty gospodarowania zużytymi zasobami[7]. Tu również można mówić o wąskim lub szerokim stosowaniu tej zasady. I podobnie jak w przypadku zasady „zanieczyszczający płaci" można ustalić koszty wyłącznie związane z użytkowaniem zasobu, jak i koszty dodatkowe związane z prewencją czy zadośćuczynieniem za powstałe szkody i ich skutki.

Skuteczna realizacja zasady pokrywania kosztów przez sprawcę szkody zarówno w aspekcie ponoszenia ciężaru przez zanieczyszczającego środowisko, jak i użytkującego zasoby naturalne, szczególnie w wąskim ujęciu tych zasad wymaga miedzy innymi stosowania fiskalnych instrumentów bezpośredniego oddziaływania. Do instrumentów tych przede wszystkim zalicza się opłaty i podatki ekologiczne, a w szczególnych przypadkach – sankcje finansowe stosowane z powodu naruszenia przyjętych norm lub warunków korzystania ze środowiska naturalnego. Wykorzystanie instrumentów fiskalnych wymuszających pokrywanie kosztów przez sprawcę ma długą tradycję. Pierwszym i zasadniczym instrumentem używanym do tego celu były i są opłaty ekologiczne. Zgodnie nomenklaturą instytucji międzynarodowych opłaty ekologiczne definiowane są jako obowiązkowe, bezzwrotne płatności na rzecz państwa w zamian za świadczenie usług

[6] Z. Bukowski, *Prawo ochrony środowiska w Unii Europejskiej*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2007, s. 13-17.

[7] B. Bartkowiak, M. Ptak, *Opłaty i podatki ekologiczne. Teoria i praktyka*, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2011, s. 39-40.

mających związek ze środowiskiem[8]. Są to zatem daniny pobierane w zamian za możliwość korzystania z zasobów naturalnych (powietrze, woda, powierzchnia ziemi) i walorów środowiskowych[9]. Do najczęściej spotykanych rodzajów opłat ekologicznych można zaliczyć opłaty za[10]:

- gospodarcze korzystanie ze środowiska,
- ilościową degradację środowiska,
- zanieczyszczanie komponentów środowiska.

Kolejnym instrumentem fiskalnym pozwalającym na realizację zasady pokrywania kosztów przez sprawcę jest stosowanie podatków ekologicznych. Pierwsze próby wprowadzenia rozwiązań podatkowych do instrumentarium ochrony środowiska można datować na lata osiemdziesiąte XX wieku kiedy to ministrowie ochrony środowiska krajów OECD odbyli spotkanie, którego celem było rozważenie możliwości adaptacji systemów podatkowych dla osiągnięcia celów ekologicznych. Podjęte prace i w konsekwencji wypracowane stanowiska oraz suwerenne decyzje państw członkowskich doprowadziły do wykształcenia się dwóch rozwiązań systemowych w zakresie miejsca i konstrukcji podatków ekologicznych w systemach podatkowym poszczególnych państw. Pierwsze – polegało na rewolucyjnej zmianie dotychczas istniejącego systemu podatkowego i oparciu go na podatkach konsumpcyjnych i ekologicznych, marginalizując podatki bezpośrednie. Modelowym przykładem takiego podejścia stała się Dania, a przyjęte w jej systemie podatkowym rozwiązania stały się wzorcem dla takich państw jak: Finlandia, Holandia, Norwegia czy Szwecja. Drugie – polegające na zmianach ewolucyjnych wprowadzających rozwiązania podatkowe mające na celu ochronę środowiska do istniejących rozwiązań podatkowych, a w szczególności do instrumentów obciążających konsumpcję i zyski podatników. Rozwiązania tego rodzaju przyjęły między innymi: Austria, Belgia, Francja czy Niemcy[11].

Wypracowano również określenie istoty podatku ekologicznego. Podatek uznaje się za ekologiczny wówczas gdy obciążony nim przedmiot podatku wywiera negatywne skutki dla środowiska naturalnego[12]. Podstawą opodatkowania w tego typu podatkach jest jednostka fizyczna (lub jej umowne przybliżenie) substancji, której negatywny wpływ na środowisko naturalne został udowodnio-

---

[8] *Market-based Instruments for Environmental Policy in Europe*, EEA Technical Raport nr 8. European Environment Agency, Copenhagen 2005, s. 41.

[9] W teorii finansów publicznych z pobieraniem opłat wiąże się zjawisko odpłatności, a więc konieczność bezpośredniego świadczenia usług przez władzę publiczną. W przypadku usług środowiskowych polegających na możliwości korzystania z zasobów naturalnych lub walorów środowiskowych, świadczeniodawcą nie jest wprost władza publiczna, a samo środowisko. Jednak ze względu na to, że stanowi ono bogactwo narodowe władza publiczna jest swoistym reprezentantem środowiska i jego zasobów.

[10] *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*, red. B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2002, s. 300-303.

[11] J. Głuchowski, *Podatki ekologiczne*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 2002, s. 58.

[12] Takie rozwiązanie nie jest zgodne z ogólną teorią podatku, w której rodzaj podatku jest związany z przedmiotem podatku. Tymczasem tu przedmiotem opodatkowania nie jest ekologia, lecz zjawiska lub rzeczy mające negatywny wpływ na środowisko.

ny[13]. Stąd podatki ekologiczne to, co do zasady podatki od zużywania zasobów naturalnych i zanieczyszczeń powstających w procesie gospodarowania i są traktowane jako ceny za straty środowiskowe. W praktyce podatki te zasadniczo są elementem kalkulacyjnym ceny dóbr lub usług oraz przyjmują najczęściej charakter podatków akcyzowych. Zasadniczo można wyróżnić cztery ich grupy. Pierwszą grupę stanowią podatki od wyrobów energetycznych. Do grupy tej zalicza się również podatki nawiązujące do wielkości emisji CO_2 oraz podatki od energii elektrycznej. Druga – to podatki od posiadania i użytkowania pojazdów. Podatki od zanieczyszczeń stanowią trzecią grupę. Podatki te obejmują daniny, których przedmiotem są szkodliwe substancje emitowane do powietrza, wody i gleby (z wyjątkiem dwutlenku węgla) oraz hałas. Grupa czwarta podatków ekologicznych to podatki od wydobycia zasobów naturalnych[14].

Szczególnym rodzajem instrumentów o bezpośrednim oddziaływaniu pozwalających na realizację zasady pokrywania kosztów przez sprawcę jest stosowanie sankcji za nieprzestrzeganie ustalonych prawnie nakazów i zakazów. Wśród sankcji najczęściej mają zastosowanie sankcje za[15]:

- przekroczenie lub niedopełnienie ustalonych wartości granicznych;
- niezachowanie standardów jakościowych;
- nieprzestrzeganie obowiązku stosowania nowych technik i technologii;
- łamanie zakazu używania produktów i materiałów szkodliwych.

Sankcje są swego rodzaju nadzwyczajnymi konsekwencjami fiskalnymi za niewypełnienie określonych wymagań ochrony środowiska.

Możliwości konstruowania i oczekiwania władzy publicznej wobec instrumentów fiskalnych stosowanych w polityce ochrony środowiska

Władza publiczna, będąc czynnym podmiotem obciążeń fiskalnych, posiada uprawnienia do ich nakładania, ustalania i pobierania. Zasady i procedury konstruowania opłat i podatków ekologicznych oraz sankcji ekologicznych nie różnią się od zasad i procedur charakterystycznych dla innych danin publicznych. W konsekwencji posiadanych uprawnień władza publiczna po pierwsze poszukuje wydajnego źródła obciążenia fiskalnego, po drugie – tworzy konstrukcję prawną dla określonej koncepcji daniny i po trzecie – oczekuje pełnej realizacji zobowiązania od podmiotu objętego daniną. Oczekiwania swoje wspiera właściwym dla stosunków publiczno-prawnych systemem kontroli. Służącym zarówno ocenie stopnia realizacji planowanych dochodów fiskalnych, jak i wykrywania

[13] *Environmental taxes – a statistical guide*, Eueopean Commission, Luxembourg 2001, s. 9.
[14] Ibidem, s. 12.
[15] H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010, s. 265-268.

nieprawidłowości w tym zakresie. Tworzy też systemem sankcji, stosowanych wobec podmiotów nie wywiązujących się z nałożonych obowiązków[16].

Władza publiczna dążąc do ustanowienia danin publicznych mających służyć realizacji polityki ochrony środowiska musi uwzględnić uwarunkowania gospodarcze, ekonomiczne i prawne stosowania takiego typu danin. Musi zatem odpowiedzieć na pytania:

- jaki jest cel konstruowania takich obciążeń?
- na jakie elementy konstrukcyjne obciążeń fiskalnych należy położyć nacisk?
- jakie uwarunkowania wynikające ze stosunków międzynarodowych należy uwzględnić przy ich konstruowaniu?

Konstruując obciążenia fiskalne władza publiczna liczy na spełnienie przez nie określonej roli w systemie gospodarczym. W klasycznym ujęciu daniny publiczne powinny spełniać przede wszystkim funkcję fiskalną. Dzięki nim możliwe jest gromadzenie środków publicznych na realizację zadań państwa. Jest to ich funkcja pierwszoplanowa i zasadnicza. Należy jednak zaznaczyć, że ustawodawca nie jest nastawiony wyłącznie na realizację funkcji fiskalnej. Konstruując daniny publiczne, wprowadza różnego rodzaju bodźce kreujące wybrane i pożądane zachowania podmiotów ponoszących ich ciężar. Podatki spełniają zatem, poza funkcją fiskalną, również funkcję stymulacyjną. Uzupełnieniem funkcji fiskalnej i stymulacyjnej danin publicznych jest funkcja informacyjna, której realizacja polega przede wszystkim na analizie funkcjonowania całokształtu instrumentów fiskalnych i na podstawie uzyskanych wyników podejmowanie decyzji o ich utrzymaniu lub o konieczności zmian.

W przypadku obciążeń fiskalnych wykorzystywanych przez władzę publiczną jako narzędzi realizacji polityki ochrony środowiska, a kierowanych do przedsiębiorstw odnotowuje się realizację wszystkich wymienionych funkcji danin publicznych. Z tym wyjątkiem, że pierwszoplanową funkcją jest funkcja stymulacyjna. Stymulacyjny charakter danin fiskalnych służących realizacji polityki ochrony środowiska przejawia się przede wszystkim w oddziaływaniu na podmioty gospodarcze w celu wymuszenia zmiany ich stosunku do ochrony środowiska i przyjęcia postaw proekologicznych. Władza publiczna konstruując instrumenty fiskalne kieruje się bowiem zasadą, że lepiej wymuszać u przedsiębiorców postawy sprzyjające ograniczeniu emisji zanieczyszczeń i wielkości zużycia zasobów niż pozwolić na nieograniczoną dewastację środowiska nawet jeżeli przedsiębiorstwa ponosząc bardzo wysokie obciążenia fiskalne z tego tytułu w sposób wysoce wydajny zasilałyby finansowy zasób publiczny. W przypadku ochrony środowiska sprawdza się bowiem zasada „lepiej zapobiegać niż leczyć". Wykorzystując funkcję stymulacyjną danin publicznych władza publiczna przede wszystkim stara się nakłonić przedsiębiorców do:

- redukcji emisji zanieczyszczeń;
- zmniejszenia zużycia szkodliwych dla środowiska produktów;
- zmniejszenia zasobów naturalnych wykorzystywanych do produkcji.

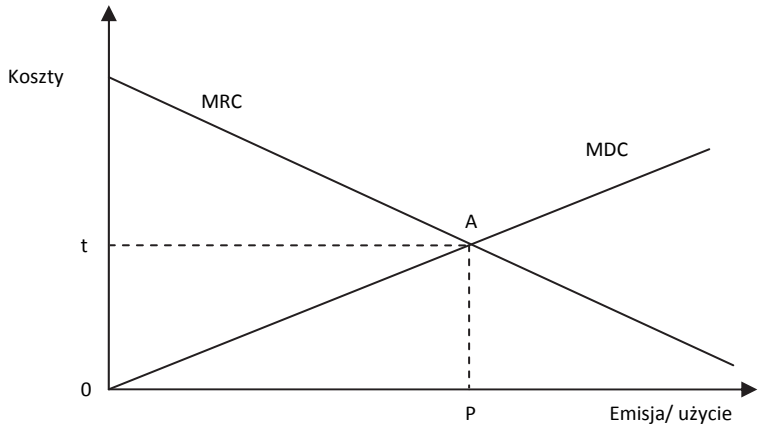
[16] P. Karwat, *Obejście prawa podatkowego. Natura zjawiska i sposoby przeciwdziałania mu*, Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 2002, s. 36.

Konstruując obciążenia fiskalne mające służyć ochronie środowiska władza publiczna musi również rozważyć zakres podmiotowy i przedmiotowy takich konstrukcji oraz podstawę i stawkę obciążenia fiskalnego. Biorąc pod uwagę przedsiębiorstwo, jako podmiot do którego kierowana jest konstrukcja daniny najistotniejszym jej elementem staje się stawka obciążenia fiskalnego oraz możliwości obniżenia wysokości zobowiązania fiskalnego poprzez wykorzystanie preferencji ustalonych dla podmiotu podejmującego działania zmierzające do efektywniejszej ochrony środowiska naturalnego.

Dobór właściwej stawki ma niebagatelne znaczenie. Zbyt niska może nie realizować oczekiwanej funkcji stymulacyjnej i nie skłaniać przedsiębiorstw do podjęcia działań na rzecz niższej emisji zanieczyszczeń lub efektywnego użytkowania zasobów naturalnych. Natomiast nadmiernie wygórowana może zniechęcać przedsiębiorstwa do działalności gospodarczej ze względu na zbyt wysokie koszty jej prowadzenia. Problem ustalenia właściwej stawki wiąże się z koncepcją optymalnego poziomu zanieczyszczeń (używania zasobu). Ponieważ emisja zanieczyszczeń lub używanie zasobów naturalnych powoduje określone szkody w środowisku zasadne jest porównanie kosztów krańcowych tych szkód z kosztami krańcowymi ich redukcji. Najogólniej można założyć, że im większa emisja zanieczyszczeń (używania zasobu) tym wyższe są koszty krańcowe szkód przez nie powodowanych oraz niższe koszty krańcowe ich redukcji. Optymalny poziom zanieczyszczenia to wartość ustalona w punkcie przecięcia krzywych: kosztów krańcowych szkód i kosztów krańcowych ich redukcji. Właściwa stawka daniny publicznej o charakterze ekologicznym powinna odpowiadać temu optimum (rysunek 1).

Rysunek 1

Optymalna stawka obciążeń fiskalnych służących ochronie środowiska



Oznaczenia: MRC – krzywa krańcowych kosztów redukcji, MDC – krzywa krańcowych kosztów szkód, P – optymalny poziom emisji (użycia), t – optymalna stawka obciążeń fiskalnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J.P. Barde: *Polityka ochrony środowiska i jej instrumenty,* w: *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych,* red. H. Folmer, L. Gabel, H. Opschoor, Wyd. Krupski i S-ka, Warszawa 1996, s. 230.

Należy jednak zauważyć, że chociaż teoretycznie ustalenie optymalnej stawki daniny publicznej wykorzystywanej jako instrumentu ochrony środowiska jest stosunkowo proste to w praktyce ogromną trudnością jest ustalenie optymalnego poziomu emisji zanieczyszczeń czy użycia zasobu. Odnotowuje się bowiem trudności w szacowaniu nie tylko kosztów krańcowych emisji zanieczyszczeń/zużycia zasobów oraz kosztów krańcowych ich redukcji ale także trudności z szacowaniem samych kosztów (strat) środowiskowych, jak i nakładów publicznych ponoszonych w związku z redukcją ich skutków.

Prowadząc rozważania dotyczące uwarunkowań nakładania i konstruowania danin publicznych służących realizacji polityki ochrony środowiska nie sposób pominąć faktu, że na gruncie prawnym decyzje władzy publicznej, co do obciążeń fiskalnych służących ochronie środowiska mogą być podejmowane z własnej woli i inicjatywy i/lub w rezultacie konieczności realizacji przyjętych zobowiązań międzynarodowych – co w szczególności dotyczy stanowienia podatków ekologicznych i procesów ich harmonizacji obowiązujących w państwach Unii Europejskiej.

System obciążeń fiskalnych przedsiębiorstw w związku z realizacją polityki ochrony środowiska w Polsce

Podobnie jak to ma miejsce w innych krajach Unii Europejskiej, władza publiczna w Polsce, biorąc pod uwagę możliwości i uwarunkowania stosowania narzędzi fiskalnych w celu realizacji polityki ochrony środowiska i kierując się zasadą pokrywania kosztów przez sprawcę, wykorzystuje instrumenty oddziaływania bezpośredniego zarówno w postaci opłat i podatków ekologicznych, jak i sankcji za naruszenie przyjętych norm i zasad.

Funkcjonujący obecnie system opłat ekologicznych obciążających przedsiębiorców ma na uwadze daninę, której ekwiwalentem jest możliwość korzystania ze środowiska naturalnego w związku z prowadzoną działalnością gospodarczą i związana z tą możliwością ilościowa degradacją środowiska oraz zanieczyszczanie jego komponentów. Najogólniej istniejący system opłat ekologicznych obciążający przedsiębiorców można podzielić na trzy grupy:

- za korzystanie ze środowiska;
- opłaty produktowe;
- inne opłaty środowiskowe.

Opłaty za korzystanie ze środowiska funkcjonują zgodnie z ustawą – Prawo ochrony środowiska[17] i odnoszą się do trzech komponentów środowiska przyrodniczego: powietrza, zasobów wodnych i powierzchni ziemi. Ze względu na ich konstrukcję można zasadniczo zidentyfikować: opłaty za korzystanie z zasobów środowiska oraz opłaty za wprowadzanie zmian w środowisku.

Do opłat za korzystanie z zasobów środowiska zalicza się opłaty za pobór wody. Opłaty te w przypadku przedsiębiorstw dotyczą opłat za pobór wody

[17] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. nr 62, poz. 627 z późn. zm).

powierzchniowej śródlądowej i opłat za pobór wody podziemnej. W ramach poszczególnych typów opłat występuje dodatkowe zróżnicowanie stawek opłaty uwzględniające przeznaczenie wody, jej jakość oraz obszar kraju, na którym następuje pobór. Natomiast do opłat spowodowanych wprowadzaniem przez przedsiębiorców zmian w środowisku zaliczyć należy opłaty za emisje gazów i pyłów. Opłatami za emisję objętych jest blisko 70 rodzajów gazów i pyłów. Ich wysokość, co do zasady zależy od ilości i rodzaju wprowadzonych do powietrza substancji lotnych. Ponadto przedsiębiorcy muszą się liczyć z faktem, że opłaty te pobierane są również w sytuacji, gdy nie ma możliwości ustalenia wprost ich rodzaju i ilości. Dotyczy to miedzy innymi takich emisji, jak powstałe w wyniku spalania różnego rodzaju paliw oraz przeładunku benzyn silnikowych. W tym przypadku stawka zależeć będzie nie od faktycznej wielkości emisji, a od ilości spalanego lub od przeładowanego paliwa. Kolejnym rodzajem opłat za wprowadzanie zmian w środowisku są opłaty za odprowadzanie ścieków. Obciążeni nimi przedsiębiorcy odprowadzają miedzy innymi opłatę z tytułu zużycia wody na cele prowadzonej działalności oraz powstawania tak zwanej wody odciekowej. Ustalanie wysokości tych opłat zależy od substancji zawartych w ściekach oraz ich ilości. Opłaty za zrzut ścieków kalkulowane są w oparciu o cztery grupy wskaźników charakteryzujących zawarte w nich substancje, a mianowicie są to: pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie na tlen, chemiczne zapotrzebowanie na tlen, zawiesina ogólna i suma chlorków i siarczanów. Obowiązuje przy tym zasada, ze wysokość opłaty ustala się biorąc pod uwagę wskaźnik, który daje opłatę najwyższą.

Drugą grupą opłat obciążającą polskich przedsiębiorców są opłaty produktowe. Podstawą prawna ich funkcjonowania jest ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz opłacie produktowej i opłacie depozytowej[18], której zakres przedmiotowy uzupełniły ustawy o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym[19] oraz o bateriach i akumulatorach[20]. Opłaty te, co do zasady stanowią obciążenie fiskalne przedsiębiorców wprowadzających na polski rynek określone produkty bądź produkty w opakowaniach. Można je podzielić na dwa typy, a mianowicie: opłaty za opakowania, olej smarowy, opony, baterie i akumulatory oraz opłaty za sprzęt elektryczny i elektroniczny. Opłaty produktowe wnoszone przez przedsiębiorców mają ścisły związek z obowiązkiem odzysku i recyklingu niektórych odpadów. Przedsiębiorcy wprowadzający na rynek produkty w opakowaniach oraz określone produkty, szczególnie szkodliwe dla środowiska głównie w fazie poużytkowej, jako odpady mają obowiązek zrealizowania w ciągu roku określonych poziomów odzysku i recyklingu odpadów pochodzących z opakowań oraz odpadów pochodzących

[18] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz. U. nr 63, poz. 639 z późn. zm.).

[19] Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (Dz. U. nr 180, poz. 1495 z późn. zm.).

[20] Ustawa z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach (Dz. U. nr 79, poz. 666 z późn. zm.).

ze skonsumowanych produktów lub w przypadku sprzętu elektrycznego i elektronicznego odpowiednich poziomów ich zbiórki. Niedopełnienie obowiązków w tym zakresie i nie zapewnienie odpowiednich poziomów odzysku, recyklingu lub zbiórki sprzętu powoduje obowiązek uiszczenia opłaty produktowej.

Ostatnia grupa opłat obciążająca przedsiębiorcę obejmuje wiele innych, szczegółowych tytułów opłat, których podstawą funkcjonowania są ustawy szczegółowe inne niż ustawa o ochronie środowiska i ustawy określające opłaty produktowe. Wśród nich należy wymienić pięć zasadniczych ich rodzajów:

1. Opłaty za działalność górniczą, których podstawą funkcjonowania jest prawo geologiczne i górnicze. Zalicza się tu opłaty eksploatacyjne (za wydobycie) oraz koncesyjne (za poszukiwanie i rozpoznawanie złóż)[21].
2. Opłaty z tytułu użytkowania obiektów i obszarów związanych z gospodarką wodną. W praktyce identyfikuje się trzy ich typy, a w szczególności: (a) opłaty za korzystanie z publicznych śródlądowych dróg wodnych i urządzeń wodnych, (b) opłaty za wieczyste użytkowanie należących do Skarbu Państwa gruntów pokrytych wodami, (c) opłaty za użytkowanie obwodów rybackich. Podstawą ich funkcjonowania jest ustawa prawo wodne[22].
3. Opłaty z tytułu handlu uprawnieniami do emisji. Obowiązują dwa tytuły tych opłat (a) za wpis do Krajowego Rejestru Uprawnień do Emisji oraz (b) za przyznanie zbywalnych uprawnień do emisji gazów cieplarnianych i pyłów. Opłaty te zostały wprowadzone ustawą o handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych i innych substancji[23].
4. Opłaty za substancje zubożające warstwę ozonową. Wnoszą je podmioty wprowadzające te substancje po raz pierwszy do obrotu na terytorium Rzeczpospolitej. Opłaty te zasadniczo dotyczą substancji zaliczanych do grupy wodorochlorofluorowęglowodorów (38 substancji) oraz do grupy chlorofluorowęglowodorów (15 substancji). Podstawą prawną funkcjonowania opłat tego rodzaju jest ustawa o substancjach zubożających warstwę ozonową[24].
5. Opłaty za brak sieci zbierania pojazdów mające swoją podstawę prawną w ustawie o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji[25]. Ustawa nakłada obowiązek wnoszenia opłat na producentów i importerów wprowadzających pojazdy samochodowe na rynek polski, którzy w ciągu roku wprowadzili do obrotu co najmniej tysiąc pojazdów i nie zapewnili tak zwane sieci zbiórki wyeksploatowanych pojazdów.

Uzupełnieniem opłat ekologicznych jako narzędzi oddziaływania na przedsiębiorcę są ostatnimi laty systematycznie wprowadzane rozwiązania w zakresie

[21] Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. nr 27, poz. 96 z późn. zm.).
[22] Ustawa z dnia 11 października 2001 r. – Prawo wodne (Dz. U. nr 115, poz. 1229 z późn. zm.).
[23] Ustawa z dnia 22 grudnia 2004 r. o handlu uprawnieniami do emisji do powietrza gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. nr 281, poz. 2784 z późn. zm.).
[24] Ustawa z dnia 20 kwietnia 2004 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową (Dz. U. nr 121, poz. 1263 z późn. zm.).
[25] Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz. U. nr 25, poz. 202 z późn. zm.).

podatków ekologicznych. Należy przyznać, że w polskim systemie podatkowym w przeciwieństwie do większości krajów Unii Europejskiej występuje tylko niewielka liczba konstrukcji podatkowych, które można uznać za podatki ekologiczne. Elementy konstrukcyjne pozwalające uznać podatek za ekologiczny zawarte są w rozwiązaniach podatku akcyzowego oraz podatku od środków transportowych.

W konstrukcji podatku akcyzowego[26], którego ciężar ponoszą przedsiębiorcy dokonujący dostaw dóbr akcyzowych do rozwiązań proekologicznych można zaliczyć nakładanie akcyzy na te wyroby, które negatywnie oddziaływają na środowisko. Wśród nich należy wymienić: wyroby energetyczne oraz energię elektryczną. Podstawą opodatkowania wyrobów energetycznych i energii jest ich ilość lub wartość energetyczna.

Natomiast w konstrukcji podatku od środków transportowych, którego podstawą prawną jest ustawa o podatkach i opłatach lokalnych[27] uwzględniono konieczność wdrożenia dyrektyw: w sprawie ustanowienia wspólnych zasad dla niektórych typów transportu kombinowanego towarów między państwami członkowskimi oraz w sprawie pobierania opłat za użytkowanie niektórych typów infrastruktury przez samochody ciężarowe. Opodatkowaniu tym podatkiem podlegają: samochody ciężarowe, ciągniki siodłowe lub balastowe, przyczepy i naczepy, autobusy.

Przedstawione rozwiązania w zakresie funkcjonowania opłat i podatków służących realizacji polityki ochrony środowiska, a obciążających przedsiębiorców nie wyczerpują ich całej listy i wszystkich problemów z nimi związanych. Wybrano te, które są najbardziej wydajne fiskalnie i w sposób zasadniczy wpływają na koszty, a konsekwencji na ceny dóbr i usług będących efektem działalności przedsiębiorstwa oraz te których konstrukcja pozwala na możliwość wykorzystania preferencji podatkowych w sytuacji zastosowania rozwiązań proekologicznych. Należy także zauważyć, że we wszystkich przedstawionych kategoriach opłat obowiązuje zasada, że to przedsiębiorca ponosi całkowitą odpowiedzialność za ustalenie wysokości zobowiązania i jego przekazanie zgodnie z obowiązującą procedurą. Błędy i nieprawidłowości jakie mogą powstać przy ich ustalaniu i odprowadzaniu nawet jeżeli nie wynikają ze złej woli przedsiębiorców narażają ich na dodatkowe sankcje fiskalne potęgujące ryzyko prowadzonej działalności.

Ostatnia grupa instrumentów fiskalnych wykorzystywana przez władzę publiczną do realizacji polityki ochrony środowiska to sankcje. Stosowane w Polsce stanowią kary, których podstawowym instrumentami poboru są tak zwane administracyjne kary ekologiczne. Ich uzupełnieniem są sankcje w postaci opłat dodatkowych lub podwyższonych, przy czym użycie kategorii opłaty jest tu niewła-

[26] Ustawa z 6 grudnia 2008 r. o podatku akcyzowym (tekst jednolity, Dz. U. 2011 r., nr 108, poz. 626 z późn. zm.).

[27] Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych (tekst jednolity, Dz. U. 2010 r., nr 95, poz. 613 z późn. zm.).

ściwe, bowiem wnoszący zobowiązanie nie może i nie powinien liczyć na jakąkolwiek odpłatność tytułem jej poniesienia[28].

Można wyróżnić dwie grupy administracyjnych kar ekologicznych. Pierwsza wynikająca z rozwiązań zawartych w ustawie prawo ochrony środowiska i są to sankcje za nieprzestrzeganie warunków korzystania ze środowiska oraz przekroczenie oraz naruszenie ustalonych norm i limitów korzystania z zasobów środowiskowych. Dotyczą w szczególności emisji gazów i pyłów, odprowadzania ścieków, poboru wód czy emitowanie hałasu. Druga – dotyczy kar wynikających z innych ustaw (ustaw, które są podstawą prawną funkcjonowania opłat jakie wcześniej zostały zaliczone do grupy innych opłat wnoszonych przez przedsiębiorców). Sankcje te dotyczą między innymi zniszczenia terenów zielonych, środowiska morskiego czy nieprawidłowości w postępowaniu ze sprzętem elektrycznym i elektronicznym. Administracyjne kary ekologiczne są wymierzane w drodze decyzji przez wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska. Stawki sankcji są powiązane ze stawkami opłat ekologicznych i często stanowią ich wielokrotność.

Podwyższone opłaty ekologiczne uiszczają wszystkie podmioty korzystające ze środowiska bez wymaganego pozwolenia lub innej decyzji w zakresie emisji gazów i pyłów, poboru wody czy odprowadzania ścieków. Sankcja jest ustalana na podstawie stawek opłat podwyższonych, które niejednokrotnie są istotną wielokrotnością stawki podstawowej. Zauważyć ponadto należy, że jest to sankcja, która w żaden sposób nie ogranicza stosowania administracyjnych kar ekologicznych. Z kolei opłaty dodatkowe wnoszone są w sytuacji nie wniesienia opłaty produktowej lub stwierdzenia nieprawidłowości w jej ustaleniu. Najczęściej stanowią 50% niezapłaconej opłaty produktowej i są ustanawiane w drodze decyzji właściwego w danym rodzaju opłat produktowych organu. Wniesienie opłaty dodatkowej nie zwalnia przedsiębiorcy z wniesienia w prawidłowej wartości opłaty produktowej.

W przeciwieństwie do opłat i podatków ekologicznych wymierzanie sankcji należy do organu kontrolującego, co oznacza że przedsiębiorca nie ponosi ryzyka prawidłowego jej ustalenia. Ponosi jednak dodatkowy ciężar finansowy, który nie tylko ogranicza dochody z działalności gospodarczej, ale i nie stanowi kosztu podatkowego w rozumieniu ustaw o podatku dochodowym[29]. Ponadto, konieczność zapłaty sankcji w stosunkowo krótkim czasie może także spowodować w przedsiębiorstwie trudności z utrzymaniem płynności finansowej.

---

[28] B. Kryk, L. Kłos, I.A. Łucka, *Opłaty i podatki ekologiczne po polsku*, Wyd. CeDeWu, Warszawa 2011, s. 31, 149.

[29] Ustawa z 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (tekst jednolity, Dz. U. 2012, poz. 361); ustawa z 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (tekst jednolity, Dz. U. 2011 nr 74, poz. 397).

Wpływ instrumentów fiskalnych służących ochronie środowiska na strategię finansową przedsiębiorstw w ocenie przedsiębiorców

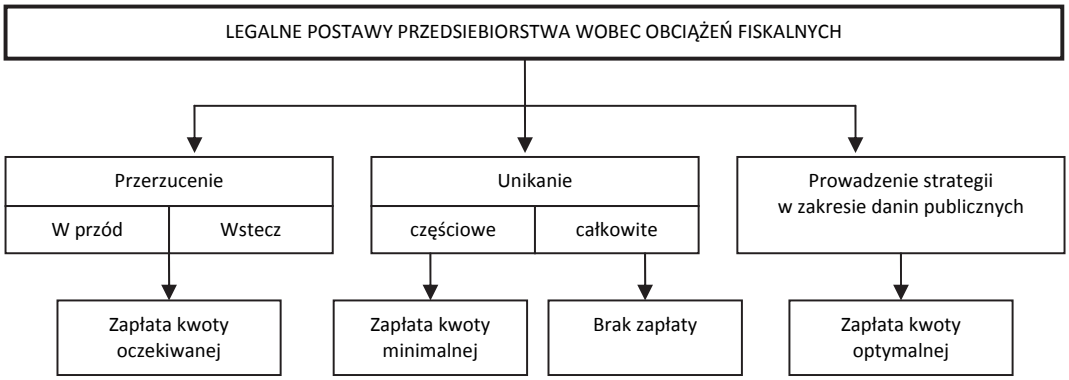
Narzędziem, które porządkuje działania przedsiębiorstwa i pozwala na realizację postawionych celów finansowych, jest strategia finansowa. Pozwala ona dopasować wewnętrzne możliwości przedsiębiorstwa do otoczenia zewnętrznego[30]. Dopasowanie to ma służyć utworzeniu takiej konfiguracji wewnętrznych predyspozycji przedsiębiorstwa z szansami i zagrożeniami, jakie stwarza otoczenie, aby w długim horyzoncie czasowym zmaksymalizować jego wartość i osiągnąć przewagę konkurencyjną, a w krótkim okresie zachować płynność finansową. Podejmowane w tym zakresie decyzje przedsiębiorstwa zdeterminowane są wieloma różnorodnymi czynnikami o charakterze rynkowym i nierynkowym. Wśród czynników o charakterze nierynkowym zasadniczy wpływ na realizację przyjętej strategii finansowej mają skonstruowane przez władzę publiczną instrumenty fiskalne.

Władza publiczna stosując instrumenty fiskalne, w tym również służące realizacji polityki ochrony środowiska, wkracza w sferę praw majątkowych przedsiębiorstwa, a to powoduje, że przedsiębiorstwa w stosunku do nałożonej daniny nigdy nie zachowują się biernie. Z racji tego, że każde obciążenie fiskalne wpływa na ich sytuację majątkową i pozycję finansową przedsiębiorstwa podejmują działania zmierzające do ochrony swoich możliwości konsumpcyjnych i inwestycyjnych oraz utrzymania płynności finansowej. Ta reakcja obronna przedsiębiorstwa jest w literaturze przedmiotu opisywana prawem narastającego oporu wobec danin publicznych. Przy czym opór ten może przybrać dwie zasadnicze formy, a mianowicie postępowania zgodnego lub niezgodnego z obowiązującym prawem. To w sensie ekonomicznym oznacza odpowiednio osiąganie celów finansowych przedsiębiorstwa poprzez wykorzystanie legalnych narzędzi ograniczania ciężarów fiskalnych – wprost określonych przez ustawodawcę jako preferencje albo wynikających z niedoskonałości prawa (tak zwanych luk prawnych) lub poprzez reprezentowanie postawy uchylania się od obciążeń fiskalnych.
W aspekcie prowadzonych rozważań istotne stają się legalne ograniczania ciężarów fiskalnych. Wśród legalnych postaw przedsiębiorstwa wobec obciążenia podatkowego można wskazać na trzy zasadnicze: przerzucenie ciężaru fiskalnego na inny podmiot, unikanie obciążenia fiskalnego oraz realizowanie strategii w zakresie danin fiskalnych (rysunek 2).

Naturalną postawą przedsiębiorstwa zmierzającego do obniżenia ciężaru fiskalnego jest podejmowanie działań zniżających do jego przerzucenia poprzez system cen. W wyniku, czego faktyczny ciężar podatku ponosi ktoś inny (najczęściej nabywca, rzadziej dostawca)[31]. O możliwości przerzucenia obciążenia

[30] *Zarządzanie strategiczne*, t. 1, *Firma na rynku globalnym*, red. J. Key, KE Liber, Warszawa 2004, s. 7.
[31] M. Pietrewicz, *Polityka fiskalna*, Wyd. Poltext, Warszawa 1995, s. 65.

Rysunek 2
Legalne postawy przedsiębiorstw wobec obciążeń fiskalnych



Źródło: opracowanie własne.

fiskalnego decyduje: rodzaj obciążenia fiskalnego, pozycja podatnika na rynku oraz koniunktura gospodarcza.

Powszechnie akceptowany jest fakt, że daniny publiczne o charakterze pośrednim, a takimi są opłaty i podatki ekologiczne związane z obrotem przerzucane są w większym stopniu oraz znacznie łatwiej i szybciej niż daniny publiczne o charakterze bezpośrednim, jak podatki o charakterze majątkowym. W głównej mierze ta łatwość przerzucania jest wynikiem założenia takiej przerzucalności przez ustawodawcę. Podatki obciążające obroty, tak są konstruowane by obciążać konsumenta, a przedsiębiorstwu przypisana jest rola „inkasenta". Podjęte inicjatywy skutkują przerzuceniem podatków w przód albo wstecz. Przerzucalność w przód polega na podnoszeniu cen dla nabywców towarów, aby w ten sposób zrekompensować nałożony na dany podmiot ciężar podatkowy. Przerzucalność wstecz, z kolei polega na obniżeniu kosztów działalności przedsiębiorstwa. Zauważyć przy tym należy, że na skalę wykorzystania możliwości przerzucania ciężarów podatkowych istotnie wpływa cykl koniunkturalny. W okresie koniunktury możliwości te są większe, można łatwiej i przy mniejszym oporze otoczenia podnosić cenę oferowanych produktów czy usług lub wynegocjować obniżenie cen zaopatrzeniowych. W okresie dekoniunktury możliwości zostają istotnie ograniczone[32].

Jeżeli jednak rodzaj daniny, pozycja podmiotu i uwarunkowania mechanizmu rynkowego nie dają szansy rzeczywistego przerzucenia ciężaru fiskalnego na inne podmioty, przedsiębiorstwo w poszukiwaniu sposobu na ochronę swoich korzyści i utrzymanie płynności będzie dążyło do częściowego lub całkowitego uniknięcia podatku. Przedsiębiorstwo w celu legalnego uniknięcia podatku może wykorzystać istniejący w systemie podatkowym system zachęt do podejmowa-

[32] W. Szczęsny, *Firma w otoczeniu fiskalnym*, Wyd. Difin, Warszawa 2001, s. 95.

nia określonych działań wykorzystując proponowane ulgi lub zwolnienia podatkowe oraz poszukiwać i wykorzystywać luki prawne w ustawodawstwie podatkowym. Szczególnymi, choć skrajnymi przejawami unikania podatku jest powstrzymanie się od podejmowania działalności gospodarczej bądź wycofanie się z działalności będącej przedmiotem opodatkowania lub zmiana miejsca prowadzenia działalności. Przedsiębiorca może podjąć decyzje o niepodejmowaniu działalności, zaprzestaniu opodatkowanej działalności, czy też o zmianie przedmiotu swojej działalności na taki, który jest dogodniej obciążony fiskalnie. Może też pozostać przy zakresie i przedmiocie działalności, ale zlokalizować ją na terytorium innego, o bardziej korzystnym systemie fiskalnym, państwa.

Trzecią postawą wobec obciążeń fiskalnych jest stosowanie strategii w zakresie poszczególnych danin, która pozwala na optymalizację realizacji przyjętych celów strategii finansowej. Stosowanie strategii wobec danin publicznych w swojej istocie jest procesem złożonym i oznacza ich traktowanie, jako zewnętrznych czynników tworzących specyficzne zagrożenia lub szanse dla przedsiębiorstwa, które należy odpowiednio: osłabiać bądź wykorzystywać, angażując siły i środki będące w dyspozycji przedsiębiorstwa.

Uwzględniając cele strategii finansowej przedsiębiorstw oraz rodzaj i skalę zobowiązań finansowych ponoszonych przez przedsiębiorców w związku z obciążeniami fiskalnymi ustanawianymi przez władzę publiczną w celu realizacji polityki ochrony środowiska nasuwają się pytania o ocenę obowiązujących w tym zakresie regulacji fiskalnych, ich wpływu na realizację celów strategii finansowej oraz o postawy przedsiębiorców wobec nich. Odpowiedzi na te pytania poszukiwano przeprowadzając badanie ankietowe w grupie 25 przedsiębiorstw. W ocenie badanych przedsiębiorstw obowiązujące instrumentarium fiskalne postrzegane jest raczej negatywnie lub negatywnie. Pozytywną lub raczej pozytywną ocenę w zasadniczej mierze otrzymały opłaty ekologiczne. Przy czym liczba wskazań na ocenę pozytywną lub raczej pozytywną była znacznie mniejsza niż w przypadku wskazań na ocenę negatywną lub raczej negatywną. W przypadku podatków ekologicznych i sankcji za nie przestrzeganie zasad i norm ochrony środowiska niektórzy przedsiębiorcy wstrzymali się od odpowiedzi (tabela 2).

Przedsiębiorcy dokonując oceny wpływu obciążeń fiskalnych służących ochronie środowiska odpowiadali na pytania dotyczące wpływu tych obciążeń na rentowność i utrzymanie płynności przedsiębiorstwa. Rozkład otrzymanych odpowiedzi prezentują tabele 3 i 4.

W ocenie badanych przedsiębiorstw konstrukcje fiskalne związane z ochroną środowiska mają bardzo istotny i istotny wpływ na wysokość wypracowanego zysku i w konsekwencji na rentowność przedsiębiorstwa. Przedsiębiorcy ocenili wpływ za istotny i bardzo istotny zarówno w przypadku opłat i podatków ekologicznych – kalkulowanych w koszty działalności i przerzucanych w cenie, a więc neutralnych wynikowo, jak i w przypadku sankcji, które co do zasady jako nie uznawane za koszty uzyskania przychodów zwiększają podstawę do opodatkowania. Takie wskazania mogą sugerować ograniczone możliwości rynkowego przerzucania obciążeń fiskalnych związanych z ochroną środowiska poprzez system cen na nabywcę dobra lub usługi. Dla przedsiębiorstwa oznacza to w prakty-

Tabela 2
Obciążenia fiskalne służące ochronie środowiska w ocenie przedsiębiorców

Ocena	Opłaty ekologiczne		Podatki ekologiczne		Sankcje	
	wskazania	[%]	wskazania	[%]	wskazania	[%]
Pozytywna	3	12,0	0	0,0	0	0,0
Raczej pozytywna	6	24,0	1	4,0	0	0,0
Raczej negatywna	10	40,0	8	32,0	10	40,0
Negatywna	5	20,0	6	24,0	7	28,0
Brak odpowiedzi	1	4,0	10	40,0	8	32,0
Razem	25	100,0	25	100,0	25	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 3
Wpływ instrumentów fiskalnych związanych z ochroną środowiska na rentowność w ocenie badanych przedsiębiorstw

Ocena wpływu	Opłaty ekologiczne		Podatki ekologiczne		Sankcje	
	wskazania	[%]	wskazania	[%]	wskazania	[%]
Bardzo istotny	8	32,0	6	24,0	9	36,0
Istotny	10	40,0	10	40,0	10	40,0
Przeciętny	4	16,0	5	20,0	4	16,0
Nieznaczny	2	8,0	3	12,0	2	8,0
Brak wpływu	1	4,0	1	4,0	0	0,0
Razem	25	100,0	25	100,0	25	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 4
Wpływ instrumentów fiskalnych związanych z ochroną środowiska na płynność w ocenie badanych przedsiębiorstw

Ocena wpływu	Opłaty ekologiczne		Podatki ekologiczne		Sankcje	
	Wskazania	[%]	wskazania	[%]	Wskazania	[%]
Bardzo istotny	8	32,0	2	8,0	4	16,0
Istotny	10	40,0	4	16,0	9	36,0
Przeciętny	4	16,0	5	20,0	11	44,0
Nieznaczny	2	8,0	9	36,0	1	4,0
Brak wpływu	1	4,0	5	20,0	-	0,0
Razem	25	100,0	25	100,0	25	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Tabela 5

Najczęściej przyjmowane postawy wobec obciążeń fiskalnych związanych z ochroną środowiska

Przyjmowane postawy	Wskazania	[%]
Akceptacja warunków obciążeń fiskalnych	19	76,0
Podjęcie działań zmierzających do wzrostu cen sprzedaży	10	40,0
Podjęcie działań zmierzających do obniżenia cen zakupu	9	36,0
Korzystanie z przywilejów podatkowych	7	28,0
Szukanie tak zwanych luk w przepisach prawnych	1	4,0
Wycofanie się z działalności będącej przedmiotem opodatkowania	2	8,0
Akceptacja stosowanych sankcji i podjęcie działań zapobiegania im w przyszłości	6	24,0
Akceptacja stosowanych sankcji i nie podejmowanie działań zapobiegania im w przyszłości	8	32,0
Razem liczba przedsiębiorstw	25[a)]	X

[a)] Możliwa więcej niż 1 odpowiedź – nie sumuje się do wskazanej liczby przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

ce stabilizację poziomu cen i przerzucanie wstecz zwiększonych kosztów fiskalnych na dostawców i/lub pracowników wymuszając niższe ceny surowców, materiałów czy pracy. Może to także dla przedsiębiorcy oznaczać konieczność przerzucania kosztów fiskalnych w ciężar własnego dochodu. Niejednokrotnie bowiem identyfikuje się zachowania przedsiębiorstwa, które są skłonne obniżyć własną marżę zysku i utrzymać poziom oferowanej ceny aby nie stracić pozycji rynkowej i utrzymać odbiorców.

W przypadku pytania o wpływ obciążeń fiskalnych związanych z ochroną środowiska na płynność przedsiębiorstwa uzyskane odpowiedzi były bardziej zróżnicowane niż w przypadku pytania o wpływ na rentowność. Jedynie w przypadku opłat ekologicznych przedsiębiorcy uznali, podobną siłę wpływu jak w przypadku oddziaływania na rentowność. W przypadku podatków ekologicznych uzyskana ocena to wpływ przeciętny, nieznaczny lub brak wpływu. W przypadku stosowania sankcji przedsiębiorcy ocenili jej wpływ jako istotny i przeciętny. Nikt nie wskazał braku wpływu tego instrumentu na płynność finansową.

Ankietowane przedsiębiorstwa zostały również poproszone o wyrażenie opinii dotyczącej najczęściej przyjmowanych postaw wobec obciążeń fiskalnych związanych z ochroną środowiska. Uzyskane w tym zakresie odpowiedzi przedstawia tabela 5.

W opinii badanych przedsiębiorstw podmioty zobowiązane fiskalnie generalnie akceptują ustalone warunki tych obciążeń (19 wskazań). Niemniej jednak badane podmioty często jednocześnie wskazywały na podejmowanie działań zmierzających do kształtowania wysokości daniny. Wśród tych działań zostały wskazane zarówno takie, których rezultatem jest podjęcie próby przerzucenia ciężaru podatkowego (19 wskazań), jak i takie które pozwalają na całkowite lub

częściowe unikanie ciężarów fiskalnych (10 wskazań). Przerzucanie ciężaru podatkowego w przypadku opłat i podatków ekologicznych jest podyktowane samym mechanizmem ustanawiania tych zobowiązań. Są to bowiem rozwiązania z mocy prawa stanowiące koszty działalności przedsiębiorstwa i jako takie są podstawą kalkulowania ceny sprzedaży. Należy jednak zauważyć w powiązaniu z odpowiedziami na pytanie dotyczące wpływu obciążeń fiskalnych na rentowność, że blisko połowa przedsiębiorstw podejmując się kształtowania ciężaru podatkowego poprzez przerzucenie obciążeń wskazywała na podjecie działań zmierzających do obniżenia ceny zakupu. Można stwierdzić, iż do momentu kiedy poziom ceny nie powoduje problemów ze zbyciem towarów i usług oferowanych przez przedsiębiorstwa nie są one zainteresowane ograniczaniem kosztów, w tym kosztów obciążeń fiskalnych związanych z ochroną środowiska. W konsekwencji nie jest dla nich priorytetem ograniczanie poziomu zanieczyszczeń czy zużycia zasobów naturalnych. W sytuacji gdy jednak rynek silnie reaguje na wzrosty cen i towar/usługa nie znajduje nabywcy producenci są zmuszeni do ograniczania wzrostu cen i szukania oszczędności na kosztach. Uznając przy tym, że jednym z działań może być obniżenie emisji lub zużycia zasobów naturalnych.

W badanej grupie przedsiębiorcy wskazywali również na możliwość obniżenia ciężaru podatkowego poprzez wykorzystanie preferencji i luk w prawie. Przedsiębiorcy mają świadomość różnicowania stawek obciążeń fiskalnych ze względu na skutki dla środowiska i wybierają rozwiązania, które objęte są stawkami niższymi, ale tylko w takim zakresie w jakim mają pewność, że wybór przedmiotu działania nie pogorszy ich sytuacji rynkowej, a oferowany produkt czy usługa znajdą nabywcę.

Interesującym jest także wskazanie na postawy względem stosowanych sankcji. Badane podmioty akceptują obowiązujące sankcje, ale tylko ¼ w badanej grupie wskazywała na podejmowanie działań zmierzających do usunięcia powodu stosowania sankcji i zapobieżenia ich nakładania w przyszłości. Pozostałe podmioty akceptowały istniejące sankcje, ale nie deklarowały jakichkolwiek działań mających na celu ich ograniczenie. Wydaje się, że przyczyna takiego zachowania tkwi w relacji wielkości sankcji do kosztów, które przedsiębiorstwa musiałyby ponieść by podporządkować się obowiązującym normom i limitom. Do momentu gdy stopa obciążenia fiskalnego z tytułu zastosowanej sankcji jest wyższa od kosztów krańcowych redukcji szkody przedsiębiorstwa są bardziej skłonne do usunięcia przyczyny sankcji niż do jej ponoszenia. Jeżeli natomiast stopa obciążenia fiskalnego nie przekracza kosztów krańcowych redukcji szkody – podmioty dążąc do maksymalizacji zysku wolą ponosić sankcję.

Podsumowanie

Przeprowadzone rozważania i pozyskane opinie przedsiębiorców w zakresie stosowania i oddziaływania instrumentów fiskalnych służących ochronie środowiska pozwalają wskazać na szereg uwarunkowań ich konstruowania oraz roli, jaką odgrywają w systemie gospodarczym kraju oraz pojedynczego przedsiębiorstwa. Władza publiczna realizując politykę ochrony środowiska podjęła się modyfikacji istniejących obciążeń fiskalnych przystosowując je do wymogów współczesnej gospodarki. W efekcie powstało wiele opłat i podatków ekologicznych nastawionych przede wszystkim na pełnienie funkcji stymulacyjnej, zachęcającej do zachowań proekologicznych. Jednak ich liczba, sposób ustalania obowiązku i wielkości zobowiązania fiskalnego powoduje, że system ten jest postrzegany jako skomplikowany i nieczytelny, narażający przedsiębiorstwo na dodatkowe ryzyko. Przedsiębiorstwa konstruując swoja strategię finansową postrzegają obciążenia fiskalne służące ochronie środowiska, tak jak każdy inny instrument fiskalny. Identyfikują je jako zagrożenie realizacji celów finansowych i podejmują działania, ograniczające ich wpływ. W szczególności przerzucając je za pomocą systemu cen na nabywców lub dostawców oraz wykorzystując preferencje przewidziane w ich konstrukcji.

STUDIA I MATERIAŁY

STUDIES AND MATERIALS

Ewa Roszkowska •Elżbieta Izabela Misiewicz • Renata Karwowska

ANALIZA POZIOMU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WOJEWÓDZTW POLSKI W 2010 ROKU

Ewa Roszkowska, dr hab. prof. UwB – Uniwersytet w Białymstoku
Elżbieta Izabela Misiewicz, dr – Uniwersytet w Białymstoku
Renata Karwowska, mgr – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Warszawska 63, 15-062 Białystok
e-mail: erosz@o2.pl

THE ANALISIS OF LEVEL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN POLISH REGIONS IN YEAR 2010

SUMMARY: The aim of this paper is to analyze the level of sustainable development (SD) in voivodeships of Poland in the year 2010. The level of SD of voivodeships in Poland was estimated in three dimensions: economic, social and environmental with two methods: soft modeling and TOPSIS.

On the basis of sustainable development theory, a soft model has been built to show relations between economy, society and environment as well as their impact on sustainable development. The analysis of results shows optimal relations between the level of economic, social and environmental development, which will allow future generations to make use of existing resources.

Application of the soft modeling and TOPSIS method had enabled classification of regions in regard of economy level, society and environment so as the comparison of the results of grouping achieved using this methods. The study was completed with data of Polish Statistic Office collected in 2010.

KEY WORDS: soft modeling, TOPSIS, sustainable development

Wstęp

Zrównoważony rozwój (ZR) określa się jako „pożądany kierunek rozwoju świata i cywilizacji, który wymaga integracji działań w obszarze wzrostu gospodarczego, równomiernego podziału korzyści, ochrony zasobów naturalnych i środowiska oraz rozwoju społecznego”[1]. Koncepcja zrównoważonego rozwoju zakłada gospodarowanie zasobami naturalnymi uwzględniające ich wyczerpywanie się i prowadzące do użytkowania zgodnie z potrzebami społecznymi i gospodarczymi. Wymaga to realizacji sprawiedliwości wewnątrzpokoleniowej oznaczającej dążenie do zmniejszania dysproporcji rozwojowych, likwidacji biedy i głodu, ochrony różnorodności kulturowej oraz sprawiedliwości międzypokoleniowej zakładającej równość szans dostępu do dóbr naturalnych także przyszłym pokoleniom, a nie tylko obecnym[2].

Środowisko w ujęciu rozwoju regionalnego i koncepcji zrównoważonego rozwoju traktowane jest jako element, który z jednej strony decyduje o możliwościach rozwoju społeczno-gospodarczego regionu, zaś z drugiej – ze względu na ograniczony potencjał, określoną pojemność oraz wyczerpywalność zasobów może stanowić przeszkodę. Ład środowiskowy ZR dotyczy zachowania różnorodności biologicznej i równowagi w ekosystemach, określając możliwość użytkowania środowiska przyrodniczego, użyteczność ekosystemów w kontekście zaspokajania potrzeb ludzkich oraz szeroko pojmowanej jakości życia. Na poziomie regionalnym ład ekonomiczny rozwoju zrównoważonego dotyczy ekologizacji działań, dostarczania bezpiecznych dóbr zaspakajających potrzeby konsumentów, które nie powodują trwałych szkód w środowisku oraz wzajemne powiązanie różnych form działalności, w tym odejście od jednokierunkowej specjalizacji regionalnej. Rozwój społeczny jest postrzegany w wielu wymiarach, przykładowo kulturowym, mentalnym, technologicznym, a nie tylko w wymiarze ekonomicznym i traktowany jest jako motor wzrostu gospodarczego, środek do osiągnięcia poprawy jakości życia, dążenia do dobrobytu i poprawy bezpieczeństwa socjalnego[3].

Zrównoważony rozwój zakłada bezpośrednią relację między ładem ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym, a harmonijny rozwój polega na zachowaniu równowagi między nimi opartej na tak zwanym ładzie zintegrowanym. „Integralność ładów realizuje się poprzez zrównoważoną ochronę kapitału (środowiska) przyrodniczego, kapitału społecznego i ludzkiego oraz kapitału antro-

---

[1] M. Gerwin, *Plan zrównoważonego rozwoju dla Polski. Lokalne inicjatywy rozwojowe*, Earth Conservation, Sopot 2008.

[2] J. Berdo, *Zrównoważony rozwój. W stronę życia w harmonii z przyrodą*, Earth Conservation, Sopot 2006.

[3] G. Krzyminiewska, *Rozwój zrównoważony w perspektywie nowych strategii rozwoju społecznego Unii Europejskiej*, “Journal of Agribusiness and Rural Development” 2009 nr 1(19).

pogenicznego (wytworzonego przez człowieka, a zwłaszcza kapitału kulturowego i ekonomicznego)"[4].

Dużą rolę we wdrażaniu koncepcji zrównoważonego rozwoju w praktyce odgrywają władze lokalne i regionalne, które tworzą strategie i plany rozwoju regionu. Do ich zadań należy dbałość o infrastrukturę, jej rozbudowę, dostarczanie usług, troska o środowisko, przeciwdziałanie ubóstwu i wykluczeniu społecznemu, przyciąganie inwestorów, promocja regionu.[5]

Do oceny stanu realizacji i monitorowania koncepcji ZR w regionie wykorzystuje się wskaźniki indywidualne, które opisują ład społeczny, gospodarczy oraz środowiskowy zrównoważonego rozwoju[6]. Tworzenie wskaźników zrównoważonego wzrostu ma praktyczne znaczenie na poziomie regionalnym, a pomiar zrównoważonego rozwoju powinien powstawać jako suma potrzeb w obszarach: środowisko, populacja, gospodarka i zasoby, kultura i społeczeństwo – w odniesieniu do lokalnych społeczności[7].

Celem artykułu jest ocena poziomu zrównoważonego rozwoju (ZR) województw Polski w 2010 roku w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy z wykorzystaniem dwóch metod: modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS na podstawie odpowiednio dobranych agregatów wskaźników indywidualnych.

Założenia badawcze

Punktem wyjścia do rozważań, umożliwiających ocenę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski w rozbiciu na łady oraz ogólny jej poziom, były wskaźniki prezentowane w opracowaniu *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju* przygotowanym przez Urząd Statystyczny w Katowicach[8]. Zestaw wskaźników zrównoważonego rozwoju UE obejmuje dziesięć obszarów tematycznych odzwierciedlających między innymi siedem wyzwań strategii zrównoważonego rozwoju. Są to: rozwój społeczno-ekonomiczny, zrównoważona produkcja i konsumpcja, wyłączenie społeczne, zmiany demograficzne, zdrowie publiczne, zmiany klimatu, energia, zrównoważony transport, zasoby naturalne, globalne partnerstwo oraz dobre rządzenie[9].

---

[4] *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, GUS, Katowice 2011.

[5] Można przyjąć, że przeciwdziałanie ubóstwu i wykluczeniu społecznemu jest praktyczną realizacją zasady sprawiedliwości wewnątrzpokoleniowej.

[6] „Wskaźniki zrównoważonego rozwoju to podstawowe narzędzie monitoringu odsłaniające w sposób wymierny istotę tej koncepcji rozwoju." Wskaźniki umożliwiają „stworzenie statystycznego obrazu kraju z punktu widzenia implementacji nowego paradygmatu rozwoju", *Wskaźniki zrównoważonego*…, s. 15-17.

[7] B. Bal-Domańska, J. Wilk, *Gospodarcze aspekty zrównoważonego rozwoju województw – wielowymiarowa analiza porównawcza*, „Przegląd Statystyczny" 2011 nr 3-4.

[8] *Wskaźniki zrównoważonego* … op. cit.

[9] Ibidem, s. 5-9.

Na wstępie dokonano wyboru oraz weryfikacji merytoryczno-statystycznej potencjalnego zestawu zmiennych opisujących ZR ze względu na poszczególne łady i obszary tematyczne. Analiza doboru zmiennych diagnostycznych przebiegała według następujących etapów badawczych[10]: wybór zmiennych diagnostycznych oparty na przesłankach merytorycznych, weryfikacja zmiennościowa (współczynnik zmienności poniżej 10%), weryfikacja korelacyjna zmiennych, stymulacja i normalizacja zmiennych.

Ze zbioru 57 wskaźników reprezentujących wszystkie łady na podstawie przesłanek merytorycznych, statystycznych oraz ze względu na ograniczenia wynikające z założeń modelowania miękkiego do dalszej analizy wybrano 15 wskaźników indywidualnych. Opierając się na wyznaczonym zestawie wskaźników dokonano oceny poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski za pomocą modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS. Obie metody są z powodzeniem stosowane do analizy zjawisk społeczno-ekonomicznych, w tym także analizy zrównoważonego rozwoju[11].

Zbudowano model miękki pokazujący zależności między gospodarką, społeczeństwem a środowiskiem oraz ich wpływ na zrównoważony rozwój. Przeprowadzona analiza wyników wskazała optymalne proporcje pomiędzy poziomem rozwoju gospodarczego, społecznego i środowiskowego, które umożliwiają przyszłym pokoleniom korzystanie z istniejących zasobów i walorów. Modelowanie miękkie pozwoliło także uporządkować regiony Polski ze względu na poszczególne łady oraz ogólny poziom zrównoważonego rozwoju.

Następnie oceny poziomu rozwoju w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny i środowiskowy oparto na metodzie TOPSIS [12]. Wyznaczono odpowiednie wartości wskaźników rozwoju gospodarczego, społecznego, środowiskowego, zbudowano rankingi województw Polski ze względu na badane zjawisko oraz dokonano podziału na klasy o różnym poziomie rozwoju.

Porównano rezultaty grupowania województw uzyskanych metodą modelowania miękkiego oraz metodą TOPSIS. Otrzymane wyniki posłużyły do ogólnej analizy poziomu ZR w ujęciu województw. Wykorzystano dane GUS-u za 2010 rok.

---

[10] A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Wyd. Difin, Warszawa 2006, s. 65.

[11] D. Perło, E. Roszkowska, *Zastosowanie wybranych metod klasyfikacji do analizy zrównoważonego rozwoju*, Zeszyty Naukowe 176, *Wzrost Gospodarczy. Teoria. Rzeczywistość*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Poznań 2011, s. 372-399; E. Piotrowska, E. Roszkowska, *Analiza zróżnicowania województw Polski w aspekcie kształtowania się gospodarki opartej na wiedzy*, w: *W kierunku zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w Polsce*, red. P. Sochaczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011, s. 12-30; E. Piotrowska, E. Roszkowska, *Analiza zróżnicowania województw Polski pod względem poziomu innowacyjności,* „Optimum. Studia Ekonomiczne" 2011 nr 2(50), s. 65-85.

[12] W metodzie TOPSIS wyznacza się wyznacza odległość każdego obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju w odróżnieniu do metody Hellwiga, która uwzględnia tylko odległości od wzorca; Z. Hellwig, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny" 1968 nr 4; A. Młodak, op. cit.; F. Wysocki, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wyd. Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań 2010.

Dobór zmiennych

Doboru zmiennych diagnostycznych dokonano w taki sposób, aby spełniały określone kryteria formalne, merytoryczne oraz statystyczne. Na podstawie dostępnych danych zaproponowano zbiór potencjalnych zmiennych diagnostycznych ZR, z podziałem na trzy łady: społeczny (LS), gospodarczy (LG) oraz środowiskowy (LSR) z uwzględnieniem reprezentacji następujących obszarów tematycznych[13]:

- ład społeczny (LS): zmiany demograficzne, zdrowie publiczne, integracja społeczna, edukacja, dostęp do rynku pracy, bezpieczeństwo publiczne, zrównoważone wzorce konsumpcji;
- ład gospodarczy (LG): rozwój gospodarczy, zatrudnienie, innowacyjność, transport, zrównoważone wzorce produkcji;
- ład środowiskowy (LSR): zmiany klimatu, energia, ochrona powietrza, zasoby słodkiej wody, użytkowanie gruntów, bioróżnorodność, gospodarka odpadami.

Wyboru wskaźników dokonano opierając sie na następujących kryteriach[14]:

- uniwersalność (wskaźniki posiadają uznaną powszechnie wagę i znaczenie);
- porównywalność (indykatory przedstawione zostały w postaci wskaźników natężenia);
- zróżnicowanie (współczynnik zmienności jest większy od 10%).

Początkowy zbiór wskaźników reprezentujących wszystkie łady liczył 57 elementów[15]. Na podstawie przesłanek merytoryczno-statystycznych, po analizie macierzy korelacji oraz uwzględnieniu ograniczeń modelowania miękkiego (liczba indykatorów nie może przekroczyć liczby obiektów), do zestawu zmiennych diagnostycznych opisujących zrównoważony rozwój wybrano piętnaście wskaźników, z czego sześć objaśniających ład gospodarczy, cztery – ład społeczny oraz pięć – ład środowiskowy. Zestaw wskaźników, na podstawie którego przeprowadzono analizę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski oraz ich podstawowe charakterystyki opisowe zawarto w tabeli 1.

Trzynaście wskaźników, w tym wszystkie opisujące ład gospodarczy, to stymulanty, zatem ich wysoka wartość powinna informować o lepszej pozycji województwa w rankingu. Trzy wskaźniki: zagrożenie ubóstwem trwałym, stopa bezrobocia długotrwałego (w %) oraz zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh to destymulanty, czyli ich wysoka wartość powinna informować o gorszej pozycji województwa w rankingu.

---

[13] Opracowanie *Wskaźniki zrównoważonego ...*, zawiera dokładne omówienie wskaźników rozważanych w pracy wraz z uzasadnieniem ich znaczenia dla monitorowani koncepcji ZR w ujęciu regionalnym.

[14] Z. Hellwig, U. Siedlecka, J. Siedlecki, *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997, s. 25; E. Nowak, *Metody taksonomiczne w klasyfikacji obiektów społeczno-gospodarczych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1990, s. 24-28; A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Wyd. Difin, Warszawa 2006.

[15] Punktem wyjścia do rozważań, umożliwiających ocenę poziomu zrównoważonego rozwoju regionów Polski, były wskaźniki prezentowane w opracowaniu: *Wskaźniki zrównoważonego…*. Na jego podstawie dokonano wstępnego wyboru zmiennych.

Tabela 1
Wskaźniki opisujące ład gospodarczy (LG), ład społeczny (LS), ład środowiskowy (LSR) łady oraz ich podstawowe statystyki opisowe w 2010 roku

Symbol	Opis wskaźnika (indykatora)	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	Wartość max	Wartość min
LG01	Wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego [zł]	84447,06	14746,50	17	121703	62843
LG02	Wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca [%]	3,28	0,93	28	5	1,90
LG03	Udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych [%]	10,00	9,25	93	43,40	2,89
LG04	Odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo	0,56	0,35	63	1,45	0
LG05	Nakłady na B+R w relacji do PKB [%]	0,56	0,32	57	1,35	0,13
LG06	Powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa [%]	0,23	0,16	69	0,61	0,06
LS01	Zagrożenie ubóstwem trwałym [%]	18,29	4,66	26	30,70	12,40
LS02	Przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł	1149,85	144,71	13	1601,97	907,28
LS03	Osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu [%]	4,92	1,01	20	7,50	3,30
LS04	Stopa bezrobocia długotrwałego [%]	28,67	4,22	15	37,40	23,60
LSR01	Nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca [zł]	295,66	104,93	35	604,90	180,98
LSR02	Nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca [zł]	95,01	28,65	30	148,26	47,10
LSR03	Lesistość [%]	29,93	6,84	23	49,00	21,10
LSR04	Zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB [kWh]	0,11	0,02	23	0,17	0,07
LSR05	Odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności [%]	65,27	8,89	14	79,30	48,90

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Rocznik statystyczny województw*, GUS, Warszawa 2011; Bank Danych Lokalnych.

Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku z wykorzystaniem modelowania miękkiego

Modelowanie miękkie – podstawy teoretyczne i specyfikacja modelu

Model miękki (*soft model*)[16] jest uogólnionym modelem ekonometrycznym pozwalającym na badanie zależności pomiędzy zmiennymi, które mogą być obserwowalne albo nieobserwowalne i wtedy zwane są teoretycznymi lub ukrytymi. Jeżeli zmienna jest nieobserwowalna wówczas należy określić zbiór wskaźników (indykatorów), przez które zostanie ona wyrażona.

Tworząc model najpierw należy określić, w jaki sposób funkcjonuje obiekt ekonomiczny, który zostanie poddany badaniu oraz zależności w nim zachodzące. W tym celu przede wszystkim należy kierować się opisem danych zjawisk czy procesów, nie zaś zależnościami statystycznymi, gdyż to opis ma decydujące znaczenie przy doborze zmiennych oraz indykatorów[17].

Każdy model miękki składa się z dwóch części: modelu wewnętrznego oraz zewnętrznego – pierwszy z nich stanowi schemat zależności między zmiennymi ukrytymi, drugi zawiera definicje zmiennych nieobserwowalnych[18].

Zmienne ukryte występujące w modelach miękkich można definiować dwoma sposobami[19]:

1. Dedukcyjnie – wtedy zakłada się, że zmienna ukryta jako pojęcie teoretyczne jest punktem wyjścia do poszukiwania danych empirycznych, czyli jest ona zmienną pierwotną w stosunku do danego indykatora. Wskaźniki takich typów zmiennych ukrytych nazywa się odbijającymi. Powinny się one charakteryzować wysoką korelacją między sobą, gdyż reagują na zmiany wartości tej samej wielkości.
2. Indukcyjnie – w tym przypadku następuje przejście od zmiennych obserwowalnych do ukrytych, a indykatory nazywa się tworzącymi.

Budując modele zawierające zmienne ukryte należy najpierw określić sposób powiązań pomiędzy zmiennymi ukrytymi a ich indykatorami, a następnie dokonać specyfikacji i weryfikacji modelu. Ponieważ zrównoważony rozwój oraz łady: społeczny, gospodarczy i środowiskowy to nie tylko agregaty bardzo złożone, ale i bezpośrednio nieobserwowalne, stąd w celu dokonania badania powią-

[16] H. Wold, *Soft Modelling: Intermediate between Traditional Model Building and Data Analysis*, Banach Centre Publication 6, Mathematical Statistics 1980; J. Rogowski, *Modele miękkie. Teoria i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Wyd. Filii Uniwersytetu Warszawskiego w Białymstoku, Białystok 1990; D. Mierzyńska, *Modele miękkie w analizie porównawczej złożonych zjawisk społeczno-ekonomicznych,* rozprawa doktorska, Wyd. Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 1999.

[17] J. Rogowski, *Modele miękkie…,* op. cit., s. 25.

[18] Ibidem, s. 33.

[19] D. Perło, *Źródła finansowania rozwoju regionalnego*, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2004, s. 137-138.

zań i zależności występujących pomiędzy nimi wykorzystano modelowanie miękkie.

Relacje wewnętrzne w modelach miękkich mają charakter liniowy, a przyjęty w analizie model wewnętrzny ma następującą postać:

$$ZR = \alpha_0 + \alpha_1 LG + \alpha_1 LS + \alpha_3 LSR + \varepsilon \quad (1)$$

gdzie:
ZR – zrównoważony rozwój,
LG – ład gospodarczy,
LS – ład społeczny,
LSR – ład środowiskowy,
α_0, α_1, α_2, α_3 – parametry modelu,
ε – składnik losowy.

Założono, że zmienna ukryta jest pierwotna w stosunku do zbioru wskaźników, co oznacza przyjęcie podejścia dedukcyjnego.

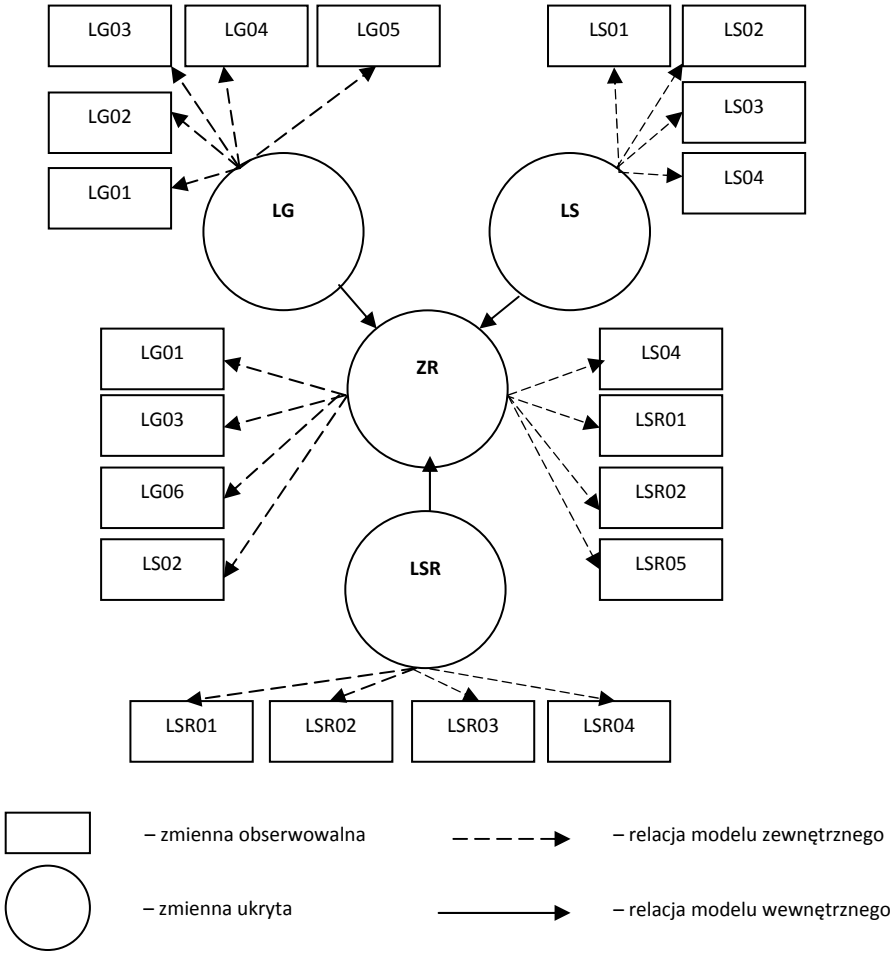
Zmienną LG definiuje pięć wskaźników: wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego (w zł), wzrost PKB w stosunku do roku 2009 = 100 na 1 mieszkańca (w %), odsetek osób zatrudnionych w B+R w ludności aktywnej zawodowo (w %), udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %) oraz nakłady na B+R w relacji do PKB (w %). Zmienną LS określają cztery indykatory: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł), osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %), zagrożenie ubóstwem trwałym i stopa bezrobocia długotrwałego (w %); dwa ostatnie indykatory to destymulanty (porównaj tabela 1). Ład środowiskowy (LSR) został opisany przez cztery wskaźniki: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł), nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł), lesistość (w %) oraz zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB w kWh, który to wskaźnik to destymulanta (porównaj tabela 1). Zmienną ZR definiuje 8 wskaźników, z czego:

- trzy reprezentują LG: wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego, udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %) oraz powierzchnia gospodarstw ekologicznych w powierzchni województwa;
- dwa opisują LS: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł, stopa bezrobocia długotrwałego (w %);
- trzy charakteryzują LSR: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca w zł, nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności.

Model miękki, którego schemat relacji wewnętrznych i zewnętrznych został przedstawiony na rysunku 1, zawiera cztery zmienne ukryte: LG, LS, LSR I ZR.

Lista wskaźników definiujących poszczególne zmienne nieobserwowalne występujące w modelu miękkim znajduje się w tabeli 1.

Rysunek 1
Schemat modelu miękkiego zrównoważonego rozwoju



Źródło: opracowanie własne.

W celu oszacowania parametrów modelu miękkiego stosuje się metodę PLS (*partial least sguares*), czyli częściową metodę najmniejszych kwadratów. Estymacja metodą PLS odbywa się w trzech etapach[20]:

1) poszukuje się estymatorów wag i ładunków czynnikowych;
2) wyznacza się wartości zmiennych ukrytych oraz metodą najmniejszych kwadratów szacuje się parametry modelu wewnętrznego;
3) oblicza się wyrazy wolne wszystkich relacji modelu.

[20] Ibidem, s. 139.

Dzięki zastosowaniu PLS uzyskuje się jednoczesne oszacowanie parametrów modelu zewnętrznego oraz wewnętrznego. Oprócz tego otrzymuje się także oszacowania wartości zmiennych ukrytych, które można określić mianem zmiennych syntetycznych. Zmienne te nie mają merytorycznej interpretacji, można natomiast dokonywać oceny zmiany ich wartości.

Po oszacowaniu parametrów modelu należy dokonać jego weryfikacji. Podobnie jak w przypadku klasycznego modelu ekonometrycznego dokonuje się najpierw weryfikacji merytorycznej, a następnie statystycznej. Sprawdza się, czy oceny parametrów relacji wewnętrznych oraz zewnętrznych są zgodne z przyjętym opisem teoretycznym. Jakość modelu, czyli stopień dopasowania modelu wewnętrznego do oszacowanych zmiennych ukrytych określa się także za pomocą kwadratu współczynników korelacji wielorakiej R^2 oraz odchyleń standardowych ocen parametrów.

Do oszacowania dokładności predykcji modelu miękkiego stosuje się test Stonea-Geissera (test S-G). Polega on na „zasłanianiu" części obserwacji indykatorów wybranej zmiennej i szacowaniu modelu z danymi niekompletnymi. W taki sposób prognozuje się te „zasłonięte" wartości. W kolejnym kroku liczy się błędy predykcji, których kwadraty sumuje się. Tę operację powtarza się do momentu, w którym każda obserwacja wybranego indykatora przynajmniej raz jest prognozowana. Wartość tego testu nie jest ograniczona z dołu, górne ograniczenie wynosi 1. Jeżeli wartości testu wynosi 0, to jakość prognozy z modelu i przyjętej prognozy trywialnej są takie same, dla 1 prognozy są bezbłędne, a wartość ujemna testu oznacza gorszą własność predykcyjną modelu w stosunku do prognozy trywialnej[21].

Estymacja i weryfikacja modelu miękkiego

Model miękki oszacowano częściową metodą najmniejszych kwadratów, która pozwala na równoczesne uzyskanie ocen parametrów modelu wewnętrznego i zewnętrznego. W wyniku estymacji otrzymano następujące oszacowania parametrów relacji wewnętrznych (w nawiasach podano odchylenia standardowe otrzymane za pomocą cięcia Tuckey'a).

$$\hat{ZR} = \underset{(0{,}0862)}{0{,}3628}\mathrm{LG} + \underset{(0{,}1093)}{0{,}5186}\mathrm{LS} + \underset{(0{,}0625)}{0{,}3803}LSR + \underset{(0{,}4962)}{2{,}3260} \qquad R^2 = 0{,}943 \tag{2}$$

Na podstawie wyników estymacji modelu wewnętrznego można stwierdzić, że na zmienną *zrównoważony rozwój* największy wpływ ma *ład społeczny* (0,5186), w mniejszym stopniu *ład środowiskowy* (0,3803) i *ład gospodarczy* (0,3628). Parametry modelu zewnętrznego są statystycznie istotne (reguła „2s"). Współczynnik determinacji przyjmuje wartość 0,943, co oznacza bardzo dobre dopasowanie do oszacowanych wartości zmiennych ukrytych.

Ponieważ w modelu występują indykatory odbijające, analizy zmiennych dokonuje się opierając się na ładunkach czynnikowych. Ładunki te to współczynni-

[21] J. Rogowski, op. cit., s. 47-54.

ki korelacji między zmienną nieobserwowalną a jej indykatorami, wskazują one stopień i kierunek, w jakim zmienność danego indykatora odzwierciedla zmienność zmiennej ukrytej[22].

Tabela 2
Oszacowania parametrów relacji zewnętrznych modelu miękkiego

Zmienna ukryta	Symbol indykatora	Ładunek czynnikowy	Błąd szacunku
LG	LG01	0,9108	0,0361
	LG02	0,6695	0,0704
	LG03	0,4614	0,0342
	LG04	0,5938	0,1470
	LG05	0,3954	0,1652
LS	LS01	-0,7384	0,1652
	LS02	0,8905	0,0394
	LS03	0,7504	0,0475
	LS04	-0,4466	0,0663
LSR	LSR01	0,4981	0,0845
	LSR02	0,8924	0,0462
	LSR03	0,5478	0,0635
	LSR04	-0,3974	0,1139
ZR	LG01	0,8924	0,0672
	LG03	0,4199	0,0851
	LG06	0,2053	0,0915
	LS02	0,8372	0,0721
	LS04	-0,4835	0,1115
	LSR01	0,2665	0,0934
	LSR02	0,4542	0,0723
	LSR05	0,5605	0,1047

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Tak jak zakładano, wartości ładunków czynnikowych co do znaku są zgodne z oczekiwaniami i wszystkie, poza wartościami ładunków czynnikowych indykatorów: zagrożenie ubóstwem trwałym, stopą bezrobocia długotrwałego (w %) oraz zużyciem energii elektrycznej na 1 mln zł PKB, mają dodatnie znaki (tabela 2).

Zmienną *ład gospodarczy* najsilniej odbijają: wartość dodana brutto na 1 pracującego (0,9108), wzrost PKB w stosunku do roku 2009=100 na 1 mieszkańca (0,6695) i odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo (0,5938). Silną korelacją ze zmienną *ład społeczny* odznaczają się wskaźniki: przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł (0,8905), osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (0,7504) oraz zagrożenie ubóstwem trwałym (-0,7384). Najsilniej *ład środowiskowy* odzwierciedlają nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (0,8924), zaś pozostałe wskaźniki są umiarkowanie skorelowane ze zmienna LSR. Dwa, spośród ośmiu indykatorów *zrównoważonego rozwoju* są bardzo silnie skorelowane ze zmienna ukrytą ZR, są to: wartość dodana brutto na

22 D. Mierzyńska, op. cit., s. 77.

1 pracującego (0,8924) oraz przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę w zł (0,8372).

Tabela 3
Wartości testu Stone'a-Geissera

Symbol indykatora	LG01	LG03	LG06	LS02	LS03	LSR01	LSR02	LSR06	Ogólny
Test S-G	0,5035	0,6769	0,2179	0,2841	0,2796	0,9602	0,7037	0,9686	0,476

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Oceny jakości modelu można dokonać także na podstawie testu Stone'a-Geisser'a, który weryfikuje model pod względem jego przydatności do predykcji. Ogólna wartość testu S-G (0,476), jak i wartości tego testu dla poszczególnych indykatorów zmiennej ukrytej *zrównoważony rozwój* są większe od zera (tabela 3), co świadczy o dobrej wartości prognostycznej zbudowanego modelu.

Na podstawie uzyskanych danych oszacowania modelu miękkiego zarówno tych dotyczących relacji zewnętrznych, jak i wewnętrznych, model został pozytywnie zweryfikowany.

Uporządkowanie województw Polski w 2010 roku ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju

Zastosowanie modelowania miękkiego pozwala nie tylko na oszacowanie relacji zachodzących pomiędzy zmiennymi ukrytymi, ale także na oszacowanie wartości tych zmiennych. Otrzymujemy w ten sposób zmienną syntetyczną, której wartości nie mają interpretacji merytorycznej, ale mogą służyć do analizy porównawczej. Porównań można dokonywać na kilka sposobów, jednym z nich jest uporządkowanie rosnąco bądź malejąco wartości zmiennych ukrytych i nadanie im rang. Najwyższej wartości zmiennej syntetycznej przypisano rangę 1 – co oznacza województwo najlepsze pod względem badanej zmiennej nieobserwowalnej, najniższą rangę 16 – dla województwa najgorszego. Rangi przyporządkowane poszczególnym województwom umieszczono w tabeli 4.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że poza trzema województwami (kujawsko-pomorskim, opolskim i podlaskim) rozwój województw pod względem wymiaru gospodarczego i społecznego jest na podobnym poziomie (różnica między rangami wynosi maksymalnie 3), a województwa mazowieckie i pomorskie charakteryzują się stabilnym rozwojem gospodarczym i społecznym, gdyż różnica pomiędzy rangami LG i LS równa jest zero. Odmienny ranking uzyskuje się analizując województwa z uwagi na LS. Na pierwszych pozycjach znajdują się województwa zachodniopomorskie, lubuskie i pomorskie, a na ostatnich śląskie i opolskie.

Tabela 4
Uporządkowanie województw Polski ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju w 2010 roku według zmiennych ukrytych

Województwo	LG	LS	LSR	ZR
Dolnośląskie	3	4	9	4
Kujawsko-pomorskie	7	13	6	7
Lubelskie	13	15	14	16
Lubuskie	12	10	2	5
Łódzkie	6	9	13	11
Małopolskie	10	11	7	12
Mazowieckie	1	1	4	1
Opolskie	11	5	16	9
Podkarpackie	14	16	11	15
Podlaskie	16	8	8	13
Pomorskie	2	2	3	2
Śląskie	4	3	15	6
Świętokrzyskie	15	14	5	14
Warmińsko-mazurskie	9	12	10	10
Wielkopolskie	5	7	12	8
Zachodniopomorskie	8	6	1	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Porównując rangi poszczególnych zmiennych ukrytych dostrzegamy znaczne różnice w ich wartościach, z wyjątkiem województwa pomorskiego, dla którego rangi LG, LS, LSR są najmniej zróżnicowane (LG=2, LS=2, a LSR=3), dlatego też można mówić o zrównoważonym rozwoju tego regionu z uwagi na nieznaczne różnice występujące pomiędzy rangami dla wszystkich ładów.

Z powodu występowania znacznego zróżnicowania pozycji województw w rankingach cząstkowych, dokonano kompleksowego ujęcia zrównoważonego rozwoju województw poprzez zmienną ukrytą ZR, która integruje trzy analizowane łady (rysunek 2).

Ze względu na wartość zmiennej syntetycznej ZR, wyodrębniono cztery grupy. Podziału dokonano opierając się na wartości rang. W pierwszej grupie znalazły się województwa o rangach od 1-4, czyli: mazowieckie, pomorskie, zachodniopomorskie i dolnośląskie. Do drugiej grupy należą województwa dla których wartości rang wynoszą 5-8: lubuskie, śląskie, kujawsko-pomorskie i wielkopolskie. Trzecią grupę tworzą województwa o rangach 9-12: opolskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie i małopolskie. Czwarta grupa to województwa o rangach 13-16, znajdujące się w południowo-wschodniej i wschodniej Polsce: podlaskie, świętokrzyskie, podkarpackie i lubelskie.

Rysunek 2
Podział województw na grupy według ogólnego poziomu ZR

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania miękkiego.

Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w roku 2010 z wykorzystaniem metody TOPSIS

Procedura TOPSIS

Metoda TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*), umożliwia ilościowy opis złożonego zjawiska, którego nie można bezpośrednio zmierzyć. Analizę poziomu badanego zjawiska przy użyciu zbioru wskaźników zastępuje się analizą zagregowanej wielkości tak zwanego syntetycznego miernika, którego konstrukcja polega na wyznaczeniu odległości każdego obiektu wielocechowego od wzorca i antywzorca rozwoju, a następnie liniowym uporządkowaniu tych obiektów. Wskaźnik syntetyczny wyznaczony metodą TOPSIS

przyjmuje wartości z przedziału <0,1>, przy czym wyższa wartość oznacza, że badany obiekt znajduje się bliżej idealnego wzorca. Etapy budowy wskaźnika są następujące[23]:

1. Wybór wskaźników zrównoważonego rozwoju na podstawie przesłanek merytoryczno-statystycznych oraz konstrukcja macierzy danych

$$X = [x_{ik}] \tag{3}$$

gdzie:

x_{ik} – wartość k-tego tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju dla i-tego województwa;

$i = 1,2,...,n$ – liczba województw ($n = 16$); $k = 1,2,...,m$ – liczba wskaźników zrównoważonego rozwoju.

2. Normalizacja wartości wskaźników zrównoważonego rozwoju zgodnie ze wzorami:
   – dla stymulant:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \min_i \{x_{ik}\}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}} \tag{4}$$

   – dla destymulant:

$$z_{ik} = \frac{\max_i \{x_{ik}\} - x_{ik}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}} \tag{5}$$

gdzie:

i – numer województwa ($i = 1,2,...,n = 16$);

k – numer wskaźnika zrównoważonego rozwoju (cechy prostej) ($k = 1,2,...,m$);

$\max_i \{x_{ik}\}$ – maksymalna wartość k-tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju;

$\min_i \{x_{ik}\}$ – minimalna wartość k-tego wskaźnika zrównoważonego rozwoju.

3. Obliczenie odległości euklidesowej województw od wzorca rozwoju $z^+ = (1,1,...,1)$ oraz antywzorca rozwoju $z^- = (0,0,...,0)$ zgodnie ze wzorami:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^{m} \left(z_{ik} - z_k^+\right)^2}, \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^{m} \left(z_{ik} - z_k^-\right)^2} \tag{6}$$

dla ($i = 1,2,...,n = 16$).

4. Wyznaczenie wartości syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju zgodnie ze wzorem:

$$q_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \text{, gdzie } (i = 1,2,...,n = 16) \tag{7}$$

[23] C.L. Hwang, K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin 1981; F. Wysocki, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wyd. Uniwersytetu Poznańskiego, Poznań 2010.

Zachodzi przy tym $0 \leqslant q_i \leqslant 1$. Wyższe wartości miernika q_i świadczą o wyższej pozycji w rankingu *i*-tego województwa ze względu na zrównoważony rozwój.

5. Uporządkowanie liniowe i klasyfikacja wyodrębnionych województw ze względu na wartość syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju przy wykorzystaniu średniej arytmetycznej ($\bar{q}$) oraz odchylenia standardowego (S_q) z wartości syntetycznego miernika zrównoważonego rozwoju:

klasa I (poziom wysoki): $q_i \geq \bar{q} + s_q$;

klasa II (poziom średni wyższy): $\bar{q} + s_q > q \geq \bar{q}$;

klasa III (poziom średni niższy): $\bar{q} > q_i \geq \bar{q} - s_q$;

IV (poziom niski): $q_i < \bar{q} - s_q$.

W opracowaniu wyznaczono cząstkowe syntetyczne mierniki opisujące oddzielnie każdy z ładów zrównoważonego rozwoju. Następnie opierając się na kryterium statystycznym wykorzystującym średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe z wartości syntetycznych mierników poziomu zrównoważonego rozwoju dokonano podziału województw Polski na 4 klasy obejmujące regiony o wysokim, średnim wyższym, średnim niższym lub niskim poziomie zrównoważonego rozwoju w ramach każdego ładu.

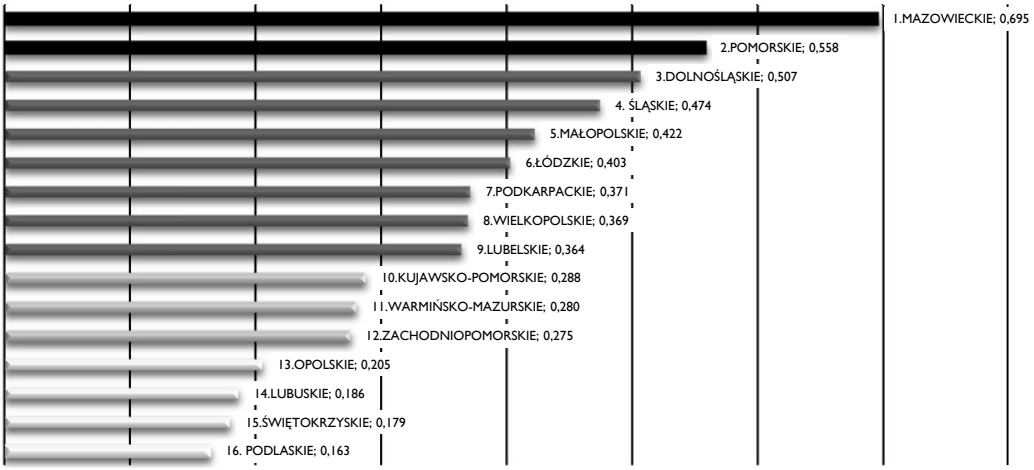
Analiza poziomu rozwoju ładu gospodarczego, społecznego, środowiskowego województw Polski w roku 2010 z wykorzystaniem metody TOPSIS

Zestaw wskaźników stanowiących podstawę budowy modelu miękkiego ZR województw wykorzystano do budowy syntetycznych mierników zrównoważonego rozwoju w rozbiciu na poszczególne łady (porównaj tabela 1). W kolejnych etapach procedury TOPSIS destymulanty przekształcono w stymulanty, wartości wskaźników zrównoważonego rozwoju unormowano, a następnie zagregowano za pomocą metody TOPSIS.

Wartości syntetycznych mierników ze względu na poszczególne łady opisujące poziom zrównoważonego rozwoju, jak również rankingi województw w obrębie każdego z ładów zaprezentowano na rysunkach 3-6.

Wartości cząstkowych syntetycznych mierników zawierają się w przedziale <0,163; 0,695> dla „ładu gospodarczego", w przedziale <0,163; 0,723> dla „ ładu społecznego", w przedziale <0,207; 0,741> dla „ładu środowiskowego". Oznacza to, że nie ma województwa, które byłoby „najlepsze" bądź „najgorsze" ze względu na poszczególne zmienne w ramach rozważanych ładów. We wszystkich województwach zaobserwowano zróżnicowanie pozycji w poszczególnych rankingach cząstkowych. Największa różnica lokat w cząstkowych rankingach występuje dla województwa lubelskiego (12 lokat), zachodniopomorskiego (11 lokat), opolskiego (11 lokat), a najmniejsza dla województwa pomorskiego (2 lokaty),

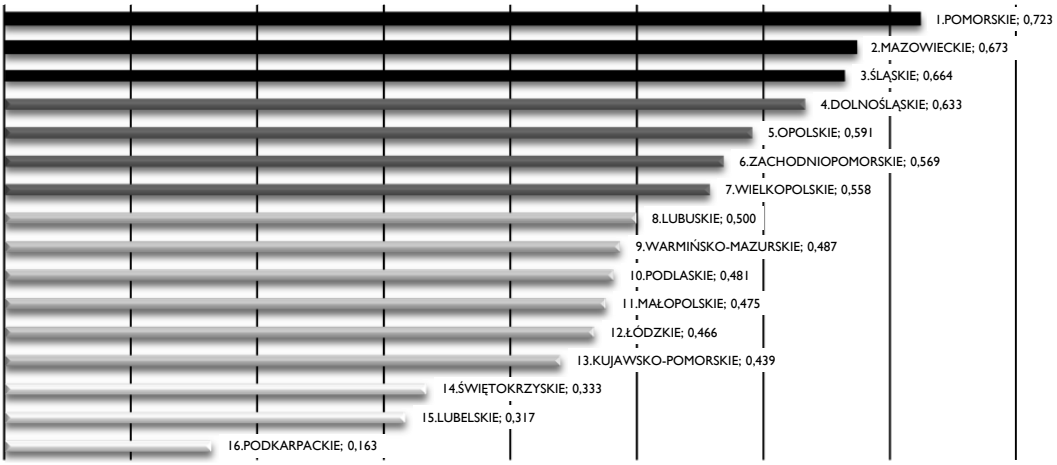
Rysunek 3
Wartości syntetycznego miernika „ład gospodarczy" otrzymanego metodą TOPSIS



Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

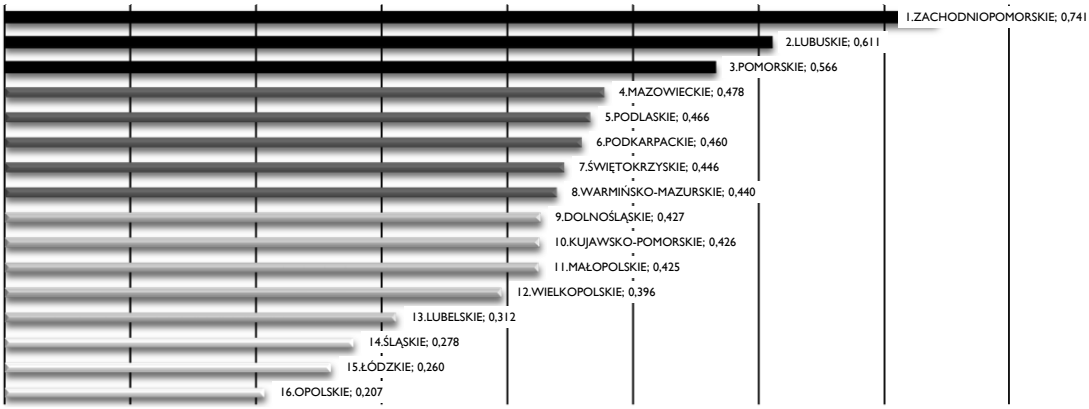
Rysunek 4
Wartości syntetycznego miernika „ład społeczny" otrzymanego metodą TOPSIS



Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

Rysunek 5
Wartości syntetycznego miernika „ład środowiskowy" otrzymanego metodą TOPSIS



Za pomocą różnych odcieni szarości uwzględniono przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

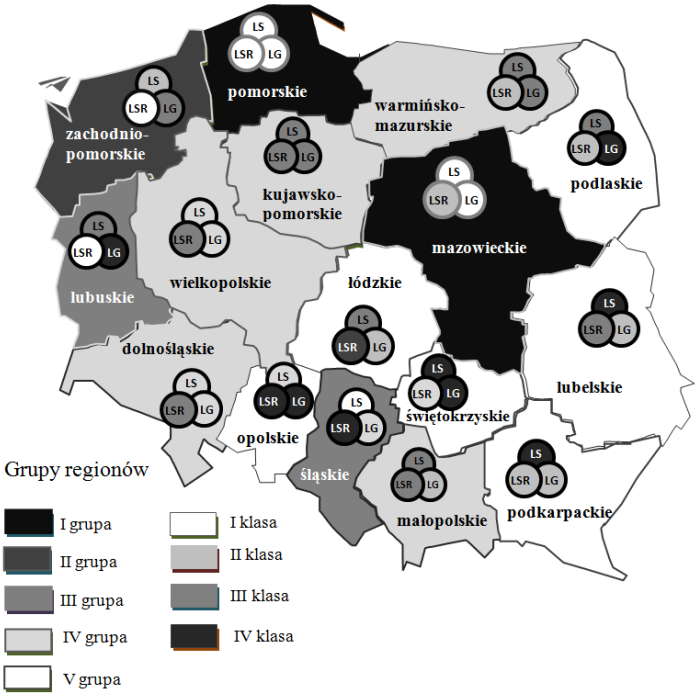
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

dolnośląskiego (3 lokaty), mazowieckiego (3 lokaty) oraz warmińsko-mazurskiego (3 lokaty). Pozostałe województwa charakteryzują się różnicami między pozycjami w rankingach od 6 do 9 lokat.

Ze względu na duże zróżnicowanie pozycji województw w rankingach cząstkowych kompleksowego ujęcia realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju regionów dokonano przez porównanie przynależności regionu do klas typologicznych w ramach ładów. Jednakowy poziom zrównoważonego rozwoju ze względu na każdy z ładów reprezentują dwa województwa: *województwo pomorskie* – poziom najwyższy oraz *województwo kujawsko-pomorskie* – poziom średnio niski. Pozostałe województwa reprezentują poziom wysoki lub średnio wyższy, ze względu, na co najmniej jeden z analizowanych ładów ZR. Największe zróżnicowanie pozycji w rankingu województw dla trzech ładów zaobserwowano dla województwa śląskiego. Podział województw na grupy według ogólnego poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w roku 2010 przedstawia rysunek 6.

Grupa pierwsza obejmuje województwa o wysokim lub średnio wysokim poziomie rozwoju ze względu na każdy z trzech analizowanych ładów. Zaliczają się do niej województwa: mazowieckie oraz pomorskie. W ramach poszczególnych wskaźników województwo mazowieckie zajęło pierwszą pozycję ze względu na: wartość dodaną brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego (w zł); nakłady na B+R w relacji do PKB (w %); odsetek osób zatrudnionych w B+R w ludności aktywnej zawodowo; przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł); osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %).

Rysunek 6
Podział województw na grupy według ogólnego poziomu ZR



Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą TOPSIS.

Ponadto województwo to posiada najniższe zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB (w kWh). Województwo pomorskie jest liderem ze względu na udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %).

Grupę drugą tworzą województwa, w których co najmniej jeden z ładów reprezentuje wysoki oraz co najmniej jeden średnio niższy poziom rozwoju. Zostało do niej zakwalifikowane województwo zachodniopomorskie, które przoduje ze względu na: nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł); nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł), ale zajmuje najgorszą pozycję ze względu na udział przychodów netto ze sprzedaży produktów innowacyjnych w przedsiębiorstwach przemysłowych (w %).

Grupa trzecia obejmuje dwa regiony, w których co najmniej jeden z ładów reprezentuje wysoki, a co najmniej jeden niski poziom rozwoju. Należą do niej dwa województwa: śląskie oraz lubuskie. W województwie śląskim odnotowano najniższy wskaźnik zagrożenia ubóstwem trwałym (w %); najniższą stopę bezrobocia długotrwałego (w %), oraz najniższe nakłady na środki trwałe służące gospodarce wodnej na 1 mieszkańca (w zł). Województwo lubuskie posiada najwyższy wskaźnik lesistości (w %), zajmuje ostatni lokatę ze względu na odsetek osób zatrudnionych w B + R w ludności aktywnej zawodowo.

Do grupy czwartej zostały zakwalifikowane województwa warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, dolnośląskie, małopolskie. Województwa te znajdują się w klasie drugiej lub trzeciej ze względu na każdy z ładów zrównoważonego rozwoju. Województwo dolnośląskie odnotowało najwyższy wzrost PKB w stosunku do roku 2009 na 1 mieszkańca (w %). Województwo małopolskie zajmuje ostatnią lokatę ze względu nakłady na środki trwałe służące ochronie środowiska na 1 mieszkańca (w zł).

Grupę piątą tworzą województwa, w których co najmniej jeden z ładów reprezentuje średnio wysoki oraz co najmniej jeden z nich niski poziom rozwoju. Zostało do niej zakwalifikowanych sześć województw: podlaskie, łódzkie, lubelskie, opolskie, świętokrzyskie, podkarpackie. W województwie podlaskim odnotowało najniższy wzrost PKB w stosunku do roku 2009 na 1 mieszkańca (w %). Województwo łódzkie posiada najniższy wskaźnik lesistości (w %). W województwie lubelskim występuje najniższa wartość dodana brutto (ceny bieżące) na 1 pracującego (w zł) oraz najwyższy wskaźnik zagrożenia ubóstwem trwałym (w %). Z kolei, województwie opolskim odnotowano najniższe nakłady na B+R w relacji do PKB (w %) oraz najwyższe zużycie energii elektrycznej na 1 mln zł PKB (w kWh). Województwo podkarpackie zajmuje ostatnią lokatę ze względu na przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł); osoby dorosłe w wieku 25-64 lata uczestniczące w kształceniu i szkoleniu (w %) oraz posiada najwyższą stopę bezrobocia długotrwałego (w %).

Analiza porównawcza otrzymanych wyników

Wyniki uporządkowania województw otrzymane za pomocą modelowania miękkiego (MM) oraz metody TOPSIS (TP) przedstawiono w tabeli 5.

Otrzymane wyniki świadczą o dużej zgodności otrzymanych rankingów. Zgodność klasyfikacji ze względu na obie metody w przypadku poziomu zrównoważonego rozwoju występuje w 10 województwach w odniesieniu do ładu społecznego, 7 województwach w odniesieniu do ładu gospodarczego, a w 6 dla ładu środowiskowego. Współczynniki Spearmana korelacji rang wynoszą odpowiednio dla ładu społecznego 0,96, ładu gospodarczego 0,80, ładu środowiskowego 0,88. Najwyższą zgodność klasyfikacji otrzymano dla ładu społecznego, a najniższą dla ładu gospodarczego.

Tabela 5
Uporządkowanie województw w Polsce w 2010 roku według ładu gospodarczego (LG), ładu społecznego (LS) oraz ładu środowiskowego (LSR) – porównanie

Lp.	Województwo	LG		LS		LSR	
		MM	TP	MM	TP	MM	TP
1	Dolnośląskie	3	3	4	4	9	9
2	Kujawsko-pomorskie	7	10	13	13	6	10
3	Lubelskie	13	9	15	15	14	13
4	Lubuskie	12	14	10	8	2	2
5	Łódzkie	6	6	9	12	13	15
6	Małopolskie	10	5	11	11	7	11
7	Mazowieckie	1	1	1	2	4	4
8	Opolskie	11	13	5	5	16	16
9	Podkarpackie	14	7	16	16	11	6
10	Podlaskie	16	16	8	10	8	5
11	Pomorskie	2	2	2	1	3	3
12	Śląskie	4	4	3	3	15	14
13	Świętokrzyskie	15	15	14	14	5	7
14	Warmińsko-mazurskie	9	11	12	9	10	8
15	Wielkopolskie	5	8	7	7	12	12
16	Zachodniopomorskie	8	12	6	6	1	1

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników otrzymanych metodą modelowania miękkiego (MM) oraz metodą TOPSIS (TP).

Podsumowanie

Istotą rozwoju zrównoważonego są działania pozwalające na trwałą integrację trzech jego ładów: gospodarczego, społecznego oraz środowiskowego, między innymi przez realizację polityk sektorowych i programów rozwoju w regionie, czego skutkiem ma być poprawa jakości życia[24]. W koncepcji rozwoju zrównoważonego przyjmuje się zachowanie równowagi między tymi trzema ładami – żaden z nich nie powinien być traktowany jako nadrzędny, co w praktyce jednak

[24] K. Heffner, K. Malik, *Paradygmat sustainable development we współczesnej polityce regionalnej*, w: *Implementacyjne aspekty wdrażania zrównoważonego rozwoju*, red. D. Kiełczewski, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.

może być trudne do uzyskania. W ujęciu regionalnym rozwój zrównoważony będzie dotyczył nie tylko równoważności relacji: społeczeństwo – gospodarka – środowisko na poziomie mezoekonomicznym, ale także składowych stanowiących każdą z jej ładów [25].

W pracy dokonano analizy poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku w rozbiciu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy. Zastosowanie modelowania miękkiego oraz metody TOPSIS pozwoliło ocenić stan realizacji koncepcji ZR w badanych regionach.

Zbudowany model miękki zrównoważonego rozwoju pokazuje ponadto, które wskaźniki mają najistotniejszy wpływ na trzy analizowane łady oraz na integrującą je zmienną ukrytą ZR, są to: wartość dodana brutto na 1 pracującego (w zł), przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł) oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności, a więc wskaźniki odzwierciedlające każdy z analizowanych ładów.

Najwyższą, dodatnią zależnością korelacyjną ze zmienną ukrytą ZR odznacza się wymiar społeczny, umiarkowaną wymiary środowiskowy oraz gospodarczy, ale różnice pomiędzy wartościami oszacowań poszczególnych parametrów modelu wewnętrznego nie są zbyt duże. Oznacza to, że wszystkie trzy wymiary mają znaczny i porównywalny wpływ na ZR. Wyniki te przenoszą się bezpośrednio na ranking województw pod względem zrównoważonego rozwoju. Pierwsze miejsca w rankingu uzyskały województwa mazowieckie i pomorskie, a więc te regiony, które cechuje wysoki potencjał społeczny oraz gospodarczy, a także wysoka aktywność na rzecz środowiska. Natomiast na ostatnich miejscach w rankingu uplasowały się województwa podkarpackie i lubelskie, w których potencjał w trzech analizowanych sferach był na niskim poziomie.

Zbudowany model miękki zrównoważonego rozwoju pokazuje ponadto, które wskaźniki mają najistotniejszy wpływ na trzy analizowane łady oraz na integrującą je zmienną ukrytą ZR. Są to: wartość dodana brutto na 1 pracującego (w zł), przeciętny miesięczny dochód rozporządzalny na 1 osobę (w zł) oraz odsetek ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków ogólnej liczby ludności, a więc wskaźniki odzwierciedlające każdy z analizowanych ładów.

Do uporządkowania województw Polski w 2010 roku ze względu na ład gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy wykorzystano także metodę TOPSIS. Ustalono ranking poszczególnych województw oraz wyznaczono odległości każdego województwa od abstrakcyjnego województwa o najkorzystniejszych wartościach poszczególnych wskaźników.

Stosując modelowanie miękkie oraz metodę TOPSIS otrzymano zbliżone rankingi województw ze względu na zrównoważony rozwój oraz w ramach analizowanych ładów. Wyniki badań pokazują, że województwa różnią się nie tylko ze względu na poziom realizacji koncepcji ZR w ramach każdego z ładów, ale także na charakter relacji między nimi.

[25] M. Gerwin, *Plan zrównoważonego rozwoju dla Polski. Lokalne inicjatywy rozwojowe*, Earth Conservation, Sopot 2008.

Przeprowadzone badanie można traktować, co najwyżej, za jedną z propozycji w ramach literatury przedmiotu. Otrzymany wynik jest pewnym kompromisem pomiędzy próbą uzyskania oceny zróżnicowania poziomu województw ze względu na poziom ZR a słabością niektórych zmiennych diagnostycznych, czy też wyborem metody badania.

Elżbieta Antczak

ANALIZA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W POLSCE Z WYKORZYSTANIEM PRZESTRZENNEJ DYNAMICZNEJ METODY PRZESUNIĘĆ UDZIAŁÓW

Elżbieta Antczak, dr – Uniwersytet Łódzki

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
ul. Rewolucji 1905 r. 37, 90-214 Łódź
e-mail: wiszniewska@uni.lodz.pl

ANALYSIS OF AIR POLLUTION IN POLAND USING THE SPATIAL DYNAMIC SHIFT-SHARE METHOD

SUMMARY: The aim of this paper is to examine the air pollution in the Polish subregions from years 1998 to 2012 by type of pollutants (carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and particulate matter, expressed in kilograms per capita) using spatial dynamic shifts-share method. In details, this tool is used to analyse the pace of change in air pollution in subregions, by category of pollutant and region, as well as for all subregions as a whole (the reference area). The study also analyses each subregion's share and identifies structural and regional (local and spatial) factors in the volume of the net effect (overall pollution in Poland). It also takes into consideration a spatial weights matrixes, which allows to include spatial aspects in the study. However, due to the multidirectional cross-border nature of the pollution different types of matrixes were applied (based on the contiguity order of subregions and on estimated spatial trends of the emitted quantity of pollutants). The study uses elements of exploratory spatial data analysis.

KEY WORDS: air pollution, sustainable socio-economic development, spatial dynamic shift-share method, spatial weights matrices

Wstęp

W minionym dwudziestoleciu w Polsce znacząco ograniczono emisję pyłów i gazów do atmosfery[1]. Jednakże problem zanieczyszczenia powietrza, jako efekt uboczny szeroko rozumianego rozwoju gospodarczego, nadal istnieje. W raportach dotyczących jakości powietrza w Polsce podkreśla się główne przyczyny wzrostu prezentowanego zjawiska, do których należą: emisja niska, emisja z zakładów szczególnie uciążliwych[2] oraz transgraniczny charakter zanieczyszczeń[3]. Przeciwdziałanie degradacji środowiska (w tym powietrza) stało się priorytetowym działaniem Polski i jest jednym z głównych celów Strategii UE dotyczącej zrównoważonego rozwoju[4]. W kolejnych inicjatywach legislacyjnych podkreśla się również znaczącą rolę monitoringu i badań empirycznych dotyczących oceny jakości powietrza z zastosowaniem metod ilościowych[5]. Jest to sposób weryfikacji, szacowania efektywności i postępu realizacji założeń podejmowanych działań oraz identyfikacji zagrożeń w rozwoju ekologicznym danej jednostki.

Zasadniczym celem artykułu jest analiza zmian wielkości zanieczyszczenia powietrza w podregionach Polski w latach 1998-2012, według rodzajów substancji zanieczyszczających (tlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu i pyły, wyrażonych w kilogramach na mieszkańca) z zastosowaniem przestrzennej dynamicznej metody przesunięć udziałów. W opracowaniu dokonano oceny tempa wzrostu wielkości zjawiska. Ponadto, zidentyfikowano i oszacowano udział czynników strukturalnych, sektorowych oraz regionalnych (lokalnych, przestrzennych) w wielkości efektu globalnego (zanieczyszczenia w Polsce ogółem) w przekroju podregionów. Dodatkowo włączono do badania aspekty przestrzenne (zależności międzyregionalne) w postaci macierzy wag przestrzennych. Jednakże, ze względu na różnokierunkowy i transgraniczny charakter zmiennej aplikowano różne typy macierzy. Skonstruowano je na podstawie sąsiedztwa jednostek oraz estymowanych trendów przestrzennych dotyczących ilości emitowanych zanieczyszczeń. W badaniu wykorzystano również elementy eksploracyjnej analizy danych przestrzennych.

---

[1] KOBIZE, Warszawa 2012.

[2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego, *On industrial emissions (integrated pollution prevention and control)*, www.eur-lex.europa.eu [17-12-2013].

[3] EMEP, *Transboundary Particulate Matter in Europe: Status Report 4/2013,* www.nilu.no [17-12-2013]; Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości z 1979 r., www.mos.gov.pl [17-12-2013].

[4] Rada UE (2006), *Odnowiona Strategia Trwałego Rozwoju UE*, Bruksela oraz dyrektywa 2008/50/EC, www.eur-lex.europa.eu [17-12-2013].

[5] Przykładowo: UNECE, (2011) *Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends*, www.icpmapping.org [17.12.2013]; EEA, (2012), *Using models for air quality assessment and planning: a guide*, www.eea.europa.eu [17-12-2013].

Zanieczyszczenie powietrza w Polsce

Według wstępnych analiz statystycznych, najniższy poziom zanieczyszczeń gazowych ogółem w Polsce odnotowano w 2009 roku (1792 kg/mieszkańca), a pyłowych w 2011 i 2012 (108 kg/mieszkańca). Najwyższy poziom emisji zanieczyszczeń substancjami gazowymi ogółem i pyłami miał miejsce w 1998 roku odpowiednio: 3492 kg/mieszkańca i 653 kg/mieszkańca (rysunek 1).

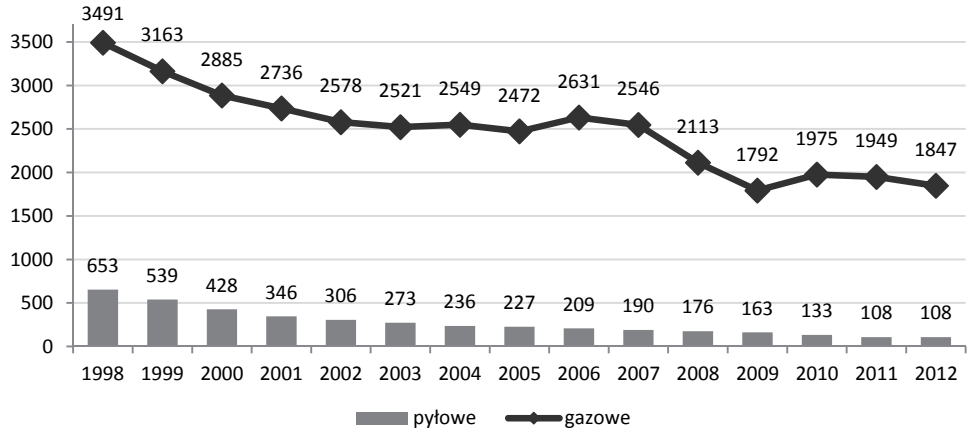
Emisję zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w Polsce w latach 1998-2012 cechował trend malejący, a skala zanieczyszczeń pyłami była mniejsza (rozstęp: 545 kg/mieszkańca) niż gazowymi (rozstęp: 1699 kg/mieszkańca). W przypadku substancji gazowych wielkość zjawiska spadła w 2012 o 47% w porównaniu do roku 1998, a średnioroczne tempo zmian wyniosło -4%. W 2006 i 2010 roku odnotowano wzrost poziomu emisji gazów: w 2006 (o 159 kg/mieszkańca) i 2010 roku (o 183 kg/mieszkańca). Poziom emisji pyłów zredukowano ponad sześciokrotnie w 2012 w odniesieniu do 1998 roku, co skutkowało dwunastoprocentowym corocznym spadkiem zjawiska. W analizowanym okresie nie odnotowano wzrostu wielkości pyłów.

W okresie objętym analizą wyraźnie dominowała emisja zanieczyszczeń gazowych, a dokładniej emisja dwutlenku siarki: rozstęp: 1444 kg/mieszkańca, gdzie w przypadku tlenków azotu miara ta wynosiła: 146 kg/mieszkańca, a dla tlenku węgla: 129 kg/mieszkańca (rysunek 2).

Kształtowanie się wielkości emisji w latach 1998-2012, w odniesieniu do wszystkich analizowanych typów substancji zanieczyszczających powietrze cechował trend malejący. Najwyższy spadek poziomu zjawiska odnotowano dla

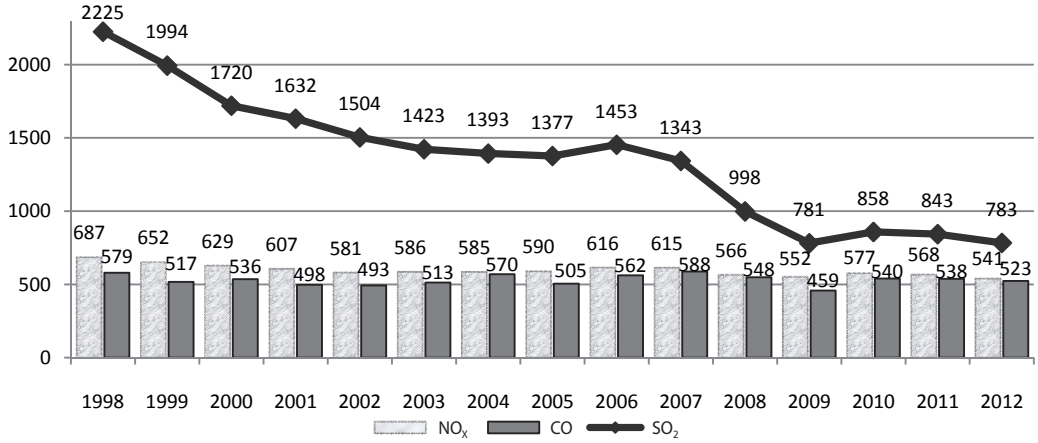
Rysunek 1

Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń gazowych ogółem i pyłowych w Polsce w latach 1998-2012 [kg/mieszkańca]



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 2
Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń gazowych w podziale na dwutlenek siarki, tlenki azotu i tlenek węgla w Polsce w latach 1998-2012 [kg/mieszkańca]



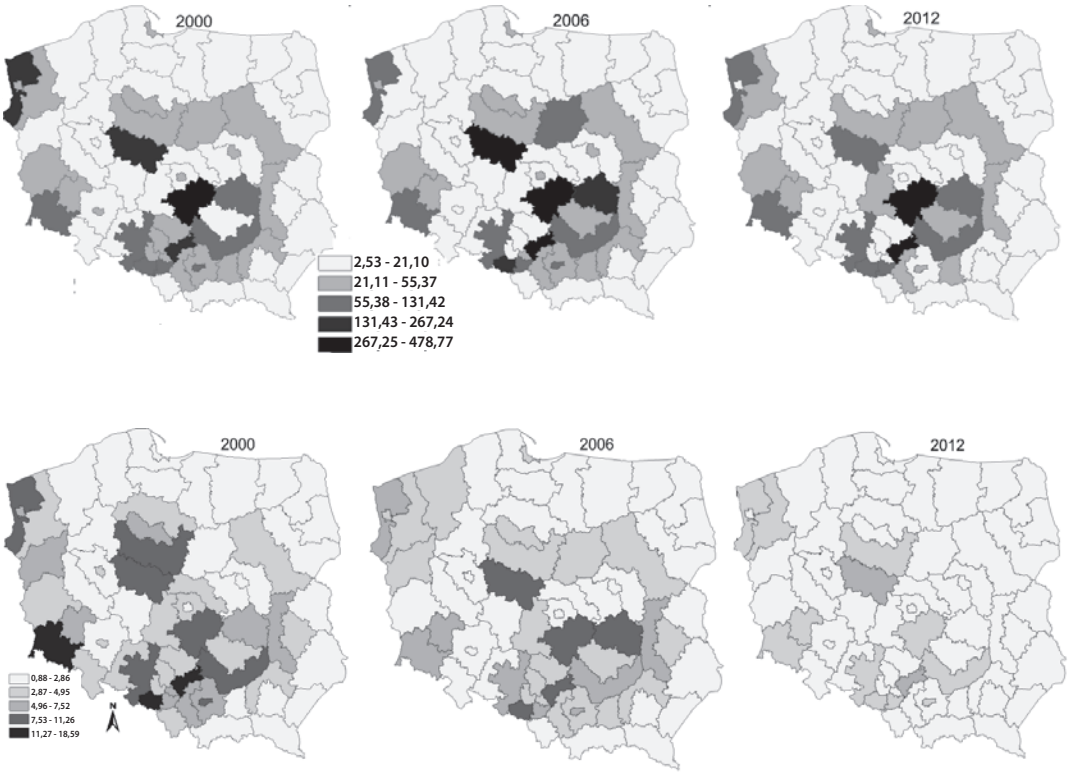
Źródło: opracowanie własne.

SO_2: 65% (średnioroczne tempo zmian: -7%). Poziom NO_x spadł o 21% w 2012 roku w porównaniu do 1998 roku (coroczny dwuprocentowy spadek), a wielkość CO spadła w skrajnych latach analizy o około 10%, przy średniorocznym tempie zmian: -0,8%. Najwyższy poziom dwutlenku siarki zanotowano w 1998 roku (2225 kg/mieszkańca), najniższy w 2009 roku (781 kg/mieszkańca), a w latach 2006 i 2010 nastąpił wzrost wielkości emisji SO_2. W przypadku tlenków azotu, najwyższy poziom emisji miał miejsce w 1998 roku (687 kg/mieszkańca), a najniższy w 2012 roku (541 kg/mieszkańca). Ponadto, od 2004 do 2006 roku i w 2011 nastąpił wzrost wielkości emisji tego związku. Największą ilość tlenku węgla wyemitowano w 2007 roku (588 kg/mieszkańca) a najmniejszą w 2009 (499 kg/mieszkańca). W latach 2003-2004, 2006-2007 oraz 2010-2011 nastąpił wzrost poziomu emisji CO.

W latach 1998-2012 nastąpiły zmiany wielkości emisji zanieczyszczeń do powietrza w Polsce. Analizowane zjawisko charakteryzuje się również zróżnicowaniem w przestrzeni. Na rysunku 3 zaprezentowano natężenie poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych ogółem i pyłowych według podregionów w wybranych latach analizy 2000, 2006 oraz 2012. We wszystkich okresach najwyższy poziom emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych odnotowano w podregionach położonych w województwach: mazowieckim, łódzkim, świętokrzyskim, małopolskim, śląskim, zachodnio-pomorskim oraz kujawsko-pomorskim; najniższy zaś w podregionach województw: pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, wielkopolskiego, podlaskiego, lubelskiego, podkarpackiego, częściowo dolnośląskiego. Cechą charakterystyczną podregionów o najwyższych poziomach emisji zanieczyszczeń są: aglomeracje miejskie (Warszawa, Kraków, Łódź, Wrocław, Gdańsk),

Rysunek 3
Emisja zanieczyszczeń gazowych ogółem i pyłowych według podregionów w Polsce w latach 2000, 2006, 2012 [w kg/mieszkańca]

Gazowe ogółem

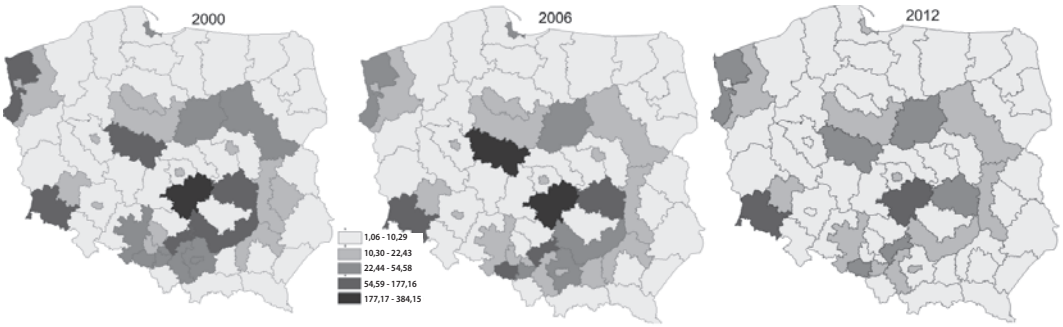


usytuowane zakłady szczególnie uciążliwe oraz specyficzne warunki meteorologiczne, związane z ruchem powietrza w określonych kierunkach.

W 2012 roku wyraźnie widać spadek koncentracji zjawiska w podregionach, również w dużych miastach, na przykład w: Warszawie, Poznaniu, Łodzi czy Wrocławiu. Natomiast w Krakowie nadal obserwuje się ogólnie większe natężenie emisji zanieczyszczeń w porównaniu z innymi obszarami.

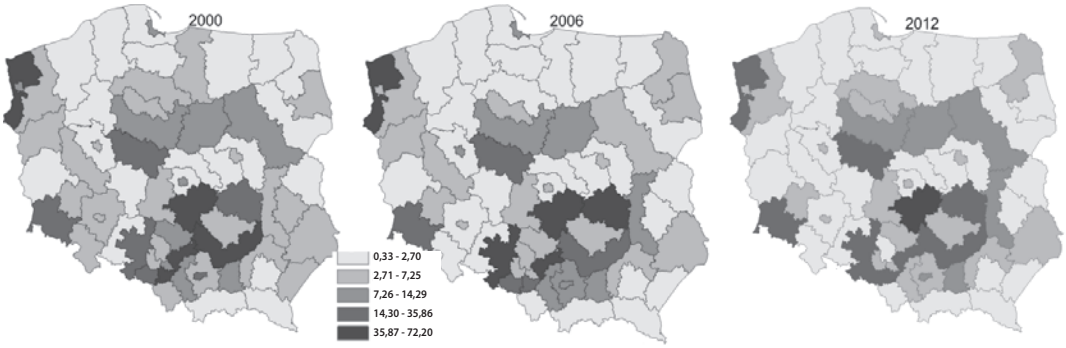
Ze względu na znaczący udział emisji gazów w zanieczyszczeniach do powietrza ogółem oraz na odmienne źródła ich emisji przeprowadzono ocenę wielkości zanieczyszczeń gazowych w podziale na SO_2, NO_x, CO w podregionach i wybranych latach (rysunki 4-6).

Rysunek 4
Emisja SO_2 według podregionów w Polsce w latach 2000, 2006, 2012 [w kg/mieszkańca]



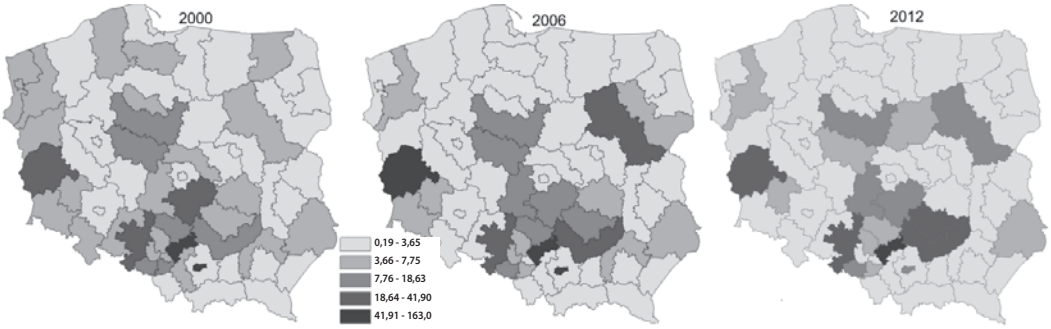
Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 5
Emisja NO_x według podregionów w Polsce w latach 2000, 2006, 2012 [kg/mieszkańca]



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 6
Emisja CO według podregionów w Polsce w latach 2000, 2006, 2012 [w kg/mieszkańca]



Źródło: opracowanie własne.

Międzyregionalne zróżnicowanie wielkości emisji SO_2 w latach 2000, 2006 i 2012 przedstawiono na rysunku 4.

Wielkość zanieczyszczenia SO_2 spada w czasie. Podregionami o najwyższym poziomie emisji tego związku pozostają, między innymi Gdańsk, Łódź, Kraków, piotrkowski, jeleniogórski, radomski, ciechanowsko-płocki, koniński, sosnowiecki, tyski, szczeciński. Taka sytuacja wiąże się z występowaniem na tych obszarach ciepłowni miejskich, kotłowni oraz pieców. Na wielkości zjawiska ma także wpływ sąsiedztwo podregionów równie „prężnie" emitujących SO_2 do powietrza.

Poziom emisji tlenków azotu w podregionach w wybranych trzech latach zaprezentowano na rysunku 5.

Głównym źródłem emisji NO_x jest ruch komunikacyjny – drogowy, przemysł, produkcja rolna i elektrownie. Wielkość emisji zanieczyszczeń tego związku spada w czasie. Jednakże, można wskazać podregiony, w których poziom NO_x jest zdecydowanie wyższy w odniesieniu do innych jednostek, są to między innymi: piotrkowski, jeleniogórski, radomski, ciechanowsko-płocki, koniński, sosnowiecki, tyski, szczeciński oraz takie miasta jak: Gdańsk, Łódź, Kraków.

Poziom emisji tlenku węgla w podregionach w wybranych trzech latach zaprezentowano na rysunku 6.

W 2006 roku ponad połowa podregionów osiągnęła poziom emisji CO w przedziale od 4 do 164 kg/mieszkańca. Z jednej strony, w kolejnych latach liczba charakterystycznych podregionów spadła do dwudziestu czterech, ale z drugiej strony nastąpił wzrost natężenia zjawiska (większość obszarów emitowała od około 8 do 164 kg/mieszkańca). Podregionami koncentrującymi największe ilości CO były: sosnowiecki, sandomiersko-jędrzejowski, kielecki, opolski, zielonogórski.

Metodą, która umożliwia kompleksową i wielowymiarową ocenę poziomu zjawiska uwzględniając charakter emisji zanieczyszczeń (transgraniczność, dynamiczne zmiany w czasie, specyfika rozprzestrzeniania się oraz przestrzenne zróżnicowanie) jest przestrzenna dynamiczna metoda przesunięć udziałów (*shift-share*, analiza strukturalno-geograficzna).

Metoda przesunięć udziałów

Podejście klasyczne: statyczne i dynamiczne

Analiza strukturalno-geograficzna przesunięć udziałów została zaproponowana przez Creamera[6]. Począwszy od 1960 roku[7] była sukcesywnie rozpowszechniana w badaniach nad zróżnicowaniem regionalnego wzrostu ekonomicznego. Celem metody jest ocena poziomu rozwoju badanego zjawiska w wy-

[6] D. Creamer, *Shift of Manufacturing Industries*, Industrial Location and National Resources. U.S. Government Printing Office, Washington D.C 1942.

[7] E.S. Dunn, *A statistical and analytical technique for regional analysis*, "Papers of the Regional Science Association" 1960 nr 6, s. 97-112.

różnionym regionie na tle rozwoju tego zjawiska w przyjętym obszarze referencyjnym. Względne zmiany wielkości zjawiska (czyli stopy lub tempa zmian) rozkładane są na czynniki globalne (krajowe), przekrojowe (strukturalne) oraz lokalne (geograficzne, przestrzenne):

$$tx_{r\bullet} - tx_{\bullet\bullet} = \sum_i u_{r\bullet(i)}(tx_{\bullet i} - tx_{\bullet\bullet}) + \sum_i u_{r\bullet(i)}(tx_{ri} - tx_{\bullet i}) \tag{1}$$

gdzie:

$tx_{r\bullet}$ – tempo zmian poziomu zjawiska z okresu bieżącego w odniesieniu do bazowego w regionie *r*-tym,

$tx_{\bullet\bullet}$ – efekt globalny,

$u_{r\bullet(i)}$ – wagi regionalne dla regionu *r*,

$(tx_{r\bullet} - tx_{\bullet\bullet})$ – efekt całkowity/netto regionalny,

$(tx_{\bullet i} - tx_{\bullet\bullet})$ – strukturalny czynnik wzrostu regionalnego,

$(tx_{ri} - tx_{\bullet i})$ – lokalny (geograficzny, konkurencyjny, różnicujący) czynnik wzrostu w *i*-tym sektorze *r*-tego regionu.

Efekty netto stanowią względną zmianę w regionie pomniejszoną o stałą zmianę globalną. Z kolei, efekty te pozwalają na wyselekcjonowanie efektów strukturalnych i przestrzennych. Zatem równanie (1) można zapisać w następujący sposób:

$$\text{Efekt netto= Efekt strukturalny + Efekt geograficzny} \tag{2}$$

Cechą i jednocześnie wadą podejścia statycznego jest założenie o stałości zmian analizowanego zjawiska w czasie. Rozkładowi poddawane są zmiany wartości z okresu początkowego na końcowy (lub z końcowego na początkowy). Jeśli badana jest zmiana wartości na przestrzeni kilku lat, to założenie o stałości w czasie wielkości analizowanej cechy nie jest uzasadnione. W latach osiemdziesiątych XX wieku Barff i Knight[8] zaproponowali dynamizację metody, czyli przyjęcie zmiennych wag i prowadzenie obliczeń rekurencyjnie. Wówczas zmiany (względne, bezwzględne, netto) wartości badanej cechy i poszczególnych efektów wyznaczane są sekwencyjnie, dla każdej pary kolejnych okresów, a równanie (1) przyjmuje postać:

$$\sum_s (tx_{r\bullet} - tx_{\bullet\bullet}) = \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)}(tx_i - tx_{\bullet\bullet}) + \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)}(tx_{ri} - tx_i) \tag{3}$$

Metoda przesunięć udziałów z macierzą wag przestrzennych

Pomimo, iż podejścia klasyczne i dynamiczne analizy przesunięć udziałów uwzględniają aspekt geograficzny zmian wartości badanej zmiennej to nie asymilują jednak idei przestrzennych zależności pomiędzy regionami. Zatem badane obiekty traktowane są jako niepowiązane ekonomicznie i geograficznie obszary.

[8] R.A. Barff, P.L. Knight, *Dynamic Shift-Share Analysis*, "Growth and Change" 1988 nr 19, s. l-10.

W roku 2004 Nazara i Hewings[9] zaproponowali wprowadzenie elementów macierzy wag przestrzennych do klasycznej równości strukturalno-geograficznej, opisanej równaniem (1)[10]. Zatem, oprócz zwykłych wag podejścia klasycznego i rekurencyjnego uwzględniono również wagi interakcji międzyregionalnych:

$$\sum_s (tx_{r\bullet} - tx_{\bullet\bullet}) = \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)} (\mathbf{W}tx_i - tx_{\bullet\bullet}) + \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)} (tx_{ri} - \mathbf{W}tx_i) \ , \qquad (4)$$

gdzie:

$(\mathbf{W}tx_{\bullet i} - tx_{\bullet\bullet})$ – strukturalny czynnik wzrostu regionalnego,

$(tx_{ri} - \mathbf{W}tx_{\bullet i})$ – lokalny (geograficzny, konkurencyjny, różnicujący) czynnik wzrostu w *i*-tej kategorii (sektorze) *r*-tego regionu,

W – macierz wag przestrzennych.

Czynnik zależności przestrzennych włączany jest do efektu strukturalnego lub geograficznego, bądź do wszystkich jednocześnie[11]. W przypadku dynamizacji przestrzennej metody *shift-share* analiza zaproponowana przez Nazara i Hewingsa musi zostać powtórzona dla każdej pary kolejnych okresów, a zmiany i efekty zsumowane[12]. Natomiast wagi przestrzenne macierzy **W** ulegają zmianom, bądź nie zmieniają się w czasie.[13]

Metoda przesunięć udziałów w analizach jakości powietrza

Po raz pierwszy klasyczne ujęcie statyczne *shift-share* w analizach dotyczących zanieczyszczenia powietrza zastosował Stauvermann[14]. Statycznej analizie przesunięć udziałów poddał poziom konkurencyjności ekologicznej, zweryfikował i ocenił przyczyny degradacji powietrza ze względu na źródło emisji zanieczyszczeń w wybranych krajach Europy w roku 2003 w odniesieniu do 1997 roku. Następnie, w 2010 roku ukazał się artykuł, w którym Mazzanti i Montini[15]

---

[9] S. Nazara, G.J.D. Hewings, *Spatial Structure and Taxonomy of Decomposition in Shift-Share Analysis*, "Growth and Change" 2004 nr 35 (4), s. 476-490.

[10] Pierwsze prawo geografii Toblera „wszystko jest związane z wszystkim innym, ale w pobliżu rzeczy są bardziej związane niż rzeczy odległe. Zależności przestrzenne uwzględniane są w postaci macierzy wag przestrzennych". W. Tobler, *A computer model simulating urban growth in the Detroit region*, "Economic Geography" 1970 nr 46(2).

[11] *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, red. B. Suchecki, Wyd. C.H. BECK, Warszawa 2012.

[12] E. Antczak, A. Żółtaszek, *Przestrzenno-czasowe analizy zróżnicowania wynagrodzeń w Polsce*, w: *Studia i prace Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, red. J. Pociecha, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Kraków 2010, s. 283-298.

[13] Inne modyfikacje prezentowanej metody, na przykład w: *Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych*, red. B. Suchecki, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2010, s. 179-200.

[14] P. J. Stauvermann, *The Regionalized NAMEA-type Matrix (RAMEA/ Regionalized National Accounting Matrix including Environmental Accounts)*: *Methodology, Application and Interpretation: A Dutch Pilot Study,* www.arpa.emr.it [20-11-2013].

[15] M. Mazzanti, A. Montini, *Analysis embedding the drivers of emission efficiency at regional level – Analyses of NAMEA data*, "Ecological Economics" 2010 t. 69, s. 2457–2467.

przeprowadzili badanie dotyczące poziomu efektywności ekologicznej Włoch. W części empirycznej dokonali analizy zmian strukturalnych emisji zanieczyszczeń w wybranych regionach Włoch w 2005 roku w odniesieniu do 2000 roku. W tym samym roku ukazała się publikacja, w której metodą *shift-share* analizowano wielkości wydatków na ochronę środowiska w regionach Hiszpanii w 2007 roku w odniesieniu do 2004 roku[16]. Następnie Kexue[17] w publikacji wykorzystał metodę przesunięć udziałów w ocenie skali degradacji powietrza w Chinach, uwzględniając poszczególne gałęzie działalności gospodarczej jako źródła emisji zanieczyszczeń. Dynamiczną metodę przesunięć udziałów w badaniach dotyczących emisji po raz pierwszy zastosowali Lindmark, Bergquist i Andersson[18]. Badano wówczas efektywność energetyczną Szwecji w latach 1973-2006.

Jak dotychczas, nie opublikowano wyników badań w zakresie analizy wielkości emisji zanieczyszczeń, prowadzonych z zastosowaniem prezentowanej metody. Podobnie w Polsce, gdzie przestrzenną metodę *shift-share* zastosowano, między innymi w badaniach dotyczących wynagrodzeń[19], ekonomii i ochronie zdrowia[20] i w badaniach dotyczących migracji[21].

Wyniki analizy

Opis modelu

Analizie poddano przyrosty względne (tempa zmian) wielkości całkowitej rocznej emisji zanieczyszczeń z zakładów szczególnie uciążliwych do powietrza w kilogramach na mieszkańca w podziale na dwutlenek siarki (SO_2), tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO) i pyły (PYŁY) w podregionach Polski, w latach 1998-2012. Wagi regionalne zdefiniowano jako udziały wielkości emisji zanieczyszczeń na mieszkańca w danym podregionie w zależności od rodzaju substancji zanieczyszczającej w ogólnej dla tej jednostki wielkości emisji. Za zmienną referencyjną przyjęto całkowitą wielkość emisji w Polsce w badanych latach. Analiza prowadzona była dla każdych dwóch okresów osobno, a następnie zsumowano uzyskane rezultaty badania. W modelu uwzględniono rekurencyjność i zależności międzyregionalne (transgraniczny charakter emisji zanieczyszczeń):

[16] M. Vargas-Vargas, i in., *Environmental Protection Expenditure for Companies: A Spanish Regional Analysis*, "International Journal of Environmental Research" 2010 nr 4(3), s. 373-378.
[17] H.J. Kexue, *Shift-share analysis on regional industrial pollution growth*, "Chinese Academy of Sciences" Changchun 2010, s. 1114-1120.
[18] M. Lindmark, A.K. Bergquist, L.F. Andersson, *Energy transition, carbon dioxide reduction and output growth in the Swedish pulp and paper industry: 1973–2006*, "Energy Policy" 2011 nr 39, s. 5449–5456.
[19] E. Antczak, Lewnadowska-Gwarda, *Analysis of Internal Emigration in Poland with Using the Spatial Dynamic Shift-Share Method*, "Argumenta Oeconomica" 2014, w recenzji.
[20] M. Jewczak, A. Żółtaszek, *Spatial shift-share analysis as a health policy tool*, Acta Universitatis Lodziensis, "Folia Oeconomica" 2011 nr 252/2011, s. 87-100.
[21] E. Antczak, Lewnadowska-Gwarda, op. cit.

$$\sum_s (tem_{r\bullet} - tem_{\bullet\bullet}) = \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)} (\mathbf{W} tem_i - tem_{\bullet\bullet}) + \sum_s \sum_i u_{r\bullet(i)} (tem_{ri} - \mathbf{W} tem_i), \quad (5)$$

gdzie:

$tem_{r\bullet}$ – tempo zmian wielkości emisji z okresu bieżącego s_n w odniesieniu do bazowego s_i, czyli poprzedzającego bieżący w r-tym podregionie;

$tx_{\bullet\bullet}$ – globalne tempo zmian zmiennej referencyjnej (całkowitej wielkości emisji zanieczyszczeń w Polsce);

$u_{r\bullet(i)}$ – wagi regionalne dla podregionu r w postaci udziałów analizowanej zmiennej w wartości tej zmiennej ogółem dla danego podregionu;

($tx_{r\bullet}$ – $tx_{\bullet\bullet}$) – czysty efekt regionalny (efekt netto);

($\mathbf{W}tx_{\bullet i}$ – $tx_{\bullet\bullet}$) – strukturalny czynnik wzrostu regionalnego (tu dla struktury emisji – typu emitowanej substancji w podziale na SO_2, NO_x, CO, PYŁY);

(tx_{ri} – $\mathbf{W}tx_{\bullet i}$) – lokalny (geograficzny, konkurencyjny, różnicujący) czynnik wzrostu w i-tej kategorii zanieczyszczeń r-tego podregionu;

W – asymetryczna macierz wag przestrzennych. (uzasadnienie i opis konstrukcji macierzy wag przestrzennych, por. punkt 3.2).

Wybór macierzy wag przestrzennych

Uzasadnieniem włączenia do badania zależności przestrzennych jest transgraniczny charakter zanieczyszczeń. W tabeli 1 zaprezentowano wyniki analizy dotyczącej weryfikacji występowania autokorelacji przestrzennej[22] dla ilości wytwarzanych zanieczyszczeń w podregionach w wybranych latach i trzech typów macierzy wag przestrzennych.

W wybranych latach analizowanego okresu ilość wytwarzanych zanieczyszczeń w podregionach Polski w zależności od rodzaju substancji oraz przyjętej macierzy wag przestrzennych cechowała istotna statystycznie dodatnia i ujemna autokorelacja przestrzenna. W przypadku SO_2, NO_x, CO była to zależność przestrzenna charakteryzująca się ujemną statystyką Morana (istotność sięgająca maksymalnie sąsiedztwa piątego rzędu). W przestrzeni oznacza to grupowanie się podregionów o różnych poziomach ilości generowanych zanieczyszczeń obok siebie (podregiony emitujące duże ilości zanieczyszczeń gazowych sąsiadują z jednostkami o niskich poziomach zmiennej, analogicznie-podregiony produkujące mniej zanieczyszczeń znajdują się obok podregionów o wysokich poziomach zjawiska). W przypadku emisji pyłów również stwierdzono występowanie autokorelacji przestrzennej maksymalnie sąsiedztwa piątego rzędu. Jednakże wartość istotnych statystyk Morana I była dodatnia (tabela 1). W przestrzeni oznacza to grupowanie się podregionów o podobnych poziomach ilości generowanych zanieczyszczeń obok siebie (jednostki o wysokich poziomach emisji sąsiadują z podregionami o wysokich poziomach zmiennej, analogicznie-podregiony emitujące relatywnie mniej zanieczyszczeń znajdują się obok podregionów o niskich poziomach zjawiska). Zatem sąsiedztwo podregionów kształtuje wielkość generowanych zanieczyszczeń w innych jednostkach zlokalizowanych w tej przestrzeni geograficznej.

[22] Opis statystyki Morana w: *Ekonometria przestrzenna…*, s. 117-131.

Tabela 1
Wartości globalnych statystyk Morana *I* dla wielkości emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń w wybranych latach

	SO_2	NO_x	CO	PYŁ
	W_1 W_3 W_5	W_1 W_3 W_5	W_1 W_3 W_5	W_1 W_3 W_5
2000	-0,16 -0,03 -0,03 (0,07)* (0,14) (0,03)**	0,08 0,02 **-0,04** (0,14) (0,21) (0,01) ***	0,01 -0,01 **-0,08** (0,19) (0,54) (0,04)*	0,11 0,05 0,001 (0,06)* (0,02)** (0,09)*
2006	-0,04 -0,02 -0,03 (0,09)* (0,06)* (0,09)*	0,06 0,001 **-0,04** (0,15) (0,22) (0,003) ***	0,001 -0,02 **-0,03** (0,29) (0,45) (0,07)*	0,14 0,03 -0,02 (0,02)** (0,04)** (0,06)*
2012	-0,02 -0,01 -0,03 (0,06)* (0,06)* (0,04)**	0,05 -0,01 -0,04 (0,14) (0,06)* (0,003)***	0,02 -0,01 **-0,03** (0,17) (0,64) (0,05)*	0,13 (0,03) -0,02 (0,04)** (0,06)* (0,07)*

Uwagi: $\mathbf{W_1}$ – macierz sąsiedztwa 1-go rzędu (wspólnej granicy), $\mathbf{W_3}$ – macierz sąsiedztwa 3-go rzędu (uwzględniając sąsiadów niższych rzędów), $\mathbf{W_5}$ – macierz sąsiedztwa 5-go rzędu (uwzględniając sąsiedztwo niższych rzędów); przyjęto następujące poziomy istotności statystycznej: ***α = 0,01, **α = 0,05. *α = 0,1. Weryfikacja istotności statystyki opiera się na testach randomizacji; *Ekonometria przestrzenna …*, s. 120.

Źródło: opracowanie własne w pakiecie OpenGeoDa.

Występowanie istotnych statystycznie zależności międzyregionalnych (dotyczących transgranicznego przemieszczania się zanieczyszczeń) było formalną przesłanką do włączenia elementu interakcji do analizy. Charakter i specyfikę zachodzących zależności odzwierciedlono w różnych macierzy wag przestrzennych: $\mathbf{W_0}$, $\mathbf{W}$, $\mathbf{W_5}$.

$\mathbf{W_0}$ – *Macierz asymetryczna oparta na modelach trendu powierzchniowego* – macierz, w której wartości wag wyznaczono opierając się na trendach przestrzennych uwzględniających wielkości zanieczyszczeń i kierunek wiejących w Polsce zachodnio-południowych wiatrów[23] (osobno dla substancji gazowych i pyłu). Zmienną zależną w estymowanych modelach trendu powierzchniowego była średnia wielkość zanieczyszczeń, odpowiednio gazowych (EG_{it}) i pyłowych (EP_{it}) w podregionach Polski:

$$EG_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{coor} + \beta_2 Y_{coor} + \varepsilon_{1it} \tag{6}$$

oraz

$$EP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{coor} + \alpha_2 Y_{coor} + \varepsilon_{2it} \tag{7}$$

gdzie: X_{coor}, Y_{coor} – współrzędne geograficzne środków podregionów, ε_{it} – składnik losowy, β_0, α_0, β_1, α_1, β_2, α_2 – parametry strukturalne.

Po oszacowaniu wartości ocen parametrów, modele opisane równaniami (6) i (7) przyjęły postać:

$$\hat{EG}_{it} = 0{,}8 - 0{,}1 X_{coor} - 0{,}7 Y_{coor} \tag{8}$$

$$t\ (3{,}1)\ (-2{,}3)\ (-2{,}7)$$

$$S(b_j)\ (0{,}3)\ (0{,}1)\ (0{,}3)$$

[23] www.poland.gov.pl [28-11-2013].

oraz

$$\hat{EP}_{it} = 0{,}03 - 0{,}01X_{coor} - 0{,}02Y_{coor} \tag{9}$$

$$t\ (3{,}4)\ (-2{,}6)\ (-2{,}6)$$

$$S(b_j)\ (0{,}01)\ (0{,}003)\ (0{,}01)$$

gdzie:
t – wartości statystyk t-Studenta,
$S(b_j)$ – średni błąd szacunku ocen parametrów.

Oceny szacowanych parametrów (β_0, β_1) modeli (8) i (9) okazały się istotne statystycznie na przyjętym poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$ (dla wartości krytycznej odczytanej z tablic $t^* = 1{,}7$). Istotności te potwierdzają występowanie trendu powierzchniowego w Polsce dotyczącego wielkości wytwarzanych zanieczyszczeń do powietrza. Co więcej, globalna przestrzenna tendencja kształtowania się wielkości zjawiska w latach 1998-2012 jest rosnąca (dodatnie wartości β_0 i α_0). W przypadku modelu trendu (8) jak i (9) znaki ocen parametrów stojących przy koordynacie X są ujemne. Świadczy to, o malejącym trendzie przestrzennym w kierunku wschodnim, czyli podregiony zachodnie cechował wyższy poziom analizowanej zmiennej, a podregiony wschodnie niższy. Otrzymane wyniki wskazały również, że wielkości wytwarzanych zanieczyszczeń do powietrza cechuje istotny statystycznie malejący trend przestrzenny w kierunku północnym (ujemne wartości β_2 i α_2). Na podstawie uzyskanych informacji o przestrzennych tendencjach kształtowania się średniego poziomu generowanych zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w Polsce w latach 1998-2012 skonstruowano macierze wag przestrzennych (odpowiednio dla substancji gazowych i pyłowych). Macierz uwzględniła występowanie tendencji przestrzennej w taki sposób, że podregionom na południowych-zachodzie Polski nadano wyższe wagi (odzwierciedlające trendy przestrzenne), a regionom na północnym-wschodzie niższe.

$\mathbf{W_5}$ – Asymetryczna macierz sąsiedztwa piątego rzędu uwzględniająca sąsiedztwo jednostek niższych rzędów – macierz wag skonstruowana w oparciu o sąsiedztwo piątego rzędu uwzględniająca również sąsiadów niższych rzędów.[24] Niższe wartości wag przestrzennych nadano wyższym rzędom sąsiedztwa, gdyż stężenie transportowanych zanieczyszczeń maleje wraz z odległością.

W – Asymetryczna macierz piątego rzędu skonstruowana poprzez nałożenie macierzy W_0 i W_5 – macierz o zróżnicowanych wagach przestrzennych: o wartościach malejących wraz z rzędem sąsiedztwa, ale rosnących w kierunku zachodnim i zachodnio-południowym, czyli uwzględniająca wyznaczone trendy przestrzenne związane z wielkością zanieczyszczeń i kierunkiem wiatru. Macierz skonstruowano osobno dla substancji gazowych i pyłowych.

[24] Na podstawie danych zawartych w tabeli 1 stwierdzono, iż piąty rząd sąsiedztwa jest najdalszym rzędem, dla którego uzyskano istotną statystycznie statystykę Morana.

Ostatecznie, aplikowany przestrzenny rekurencyjny model *shift-share* uwzględnił zależności przestrzenne opisane macierzą **W** standaryzowaną w wierszach do jedności[25]:

$$\mathbf{W}tx_i = \frac{\left(\sum_{k=1}^{R} w_{rk} x_{ki}^{*} - \sum_{k=1}^{R} w_{rk} x_{ki}\right)}{\sum_{k=1}^{R} w_{rk} x_{ki}} \qquad \text{dla } i = 1, ..., M, \tag{10}$$

gdzie: i – kategoria emisji; r i k – numery podregionów dla $r, k = 1,...,R$; x_{ki} – wielkość emisji w podregionie k-tym dla i-tej kategorii polutanta; x^{*}_{ki} – analogiczna wartość dla okresu końcowego (przy założeniu o rekurencyjności); w_{rk} – element macierzy wag przestrzennych dla podregionów r-tego i k-tego.

Ocena zmian wielkości emisji zanieczyszczeń według podregionów

Wartości obliczonych efektów dla zmian wielkości emisji zanieczyszczeń w latach 1998-2012 charakteryzujących poszczególne podregiony według wymienionych typów polutantów (SO_2, NO_x, CO i pyłów) przedstawiono na rysunku 7. W latach 1998-2012 średnie tempo zmian wielkości emisji zanieczyszczeń ogółem w podregionach wynosi -70%. Oznacza to spadek ilości emitowanych do powietrza gazów i pyłów w roku 2012 w odniesieniu do roku 1998 o 70% (uwzględniając zmiany zjawiska w poszczególnych latach analizy: od 1999 do 2011).

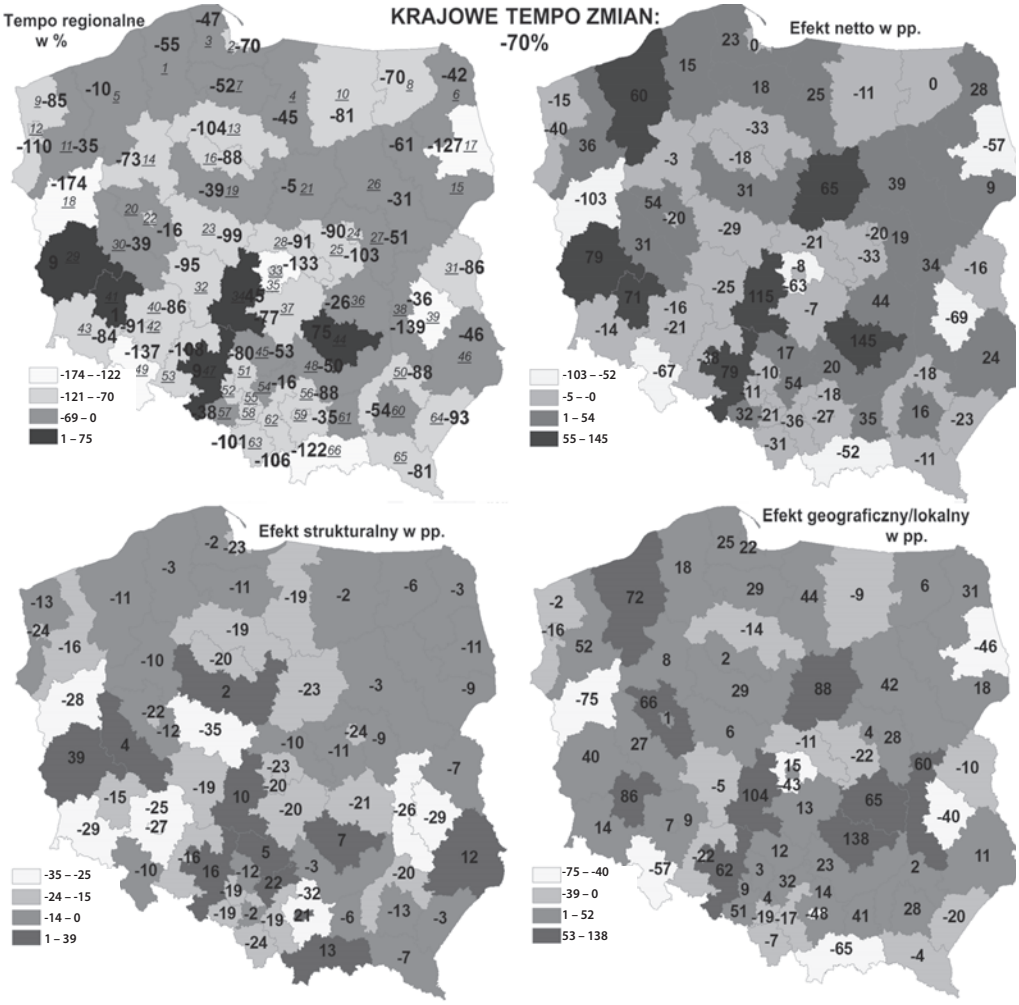
Najwyższe ujemne regionalne średnie tempa zmian opisywanego zjawiska cechują podregiony: gorzowski (-174%), lubelski (-139%), wałbrzyski (-137%), łódzki (-133%), białostocki (-127%) oraz nowosądecki (-122%). W wyżej wymienionych obszarach zanotowano największy spadek wielkości produkowanych zanieczyszczeń do powietrza w latach 1998-2012, a wzrost emisji zanieczyszczeń był wolniejszy niż średnio w kraju (efekty netto). Przykładowo, w podregionie łódzkim poziom emisji zanieczyszczeń spadł średnio o 133% w badanym okresie, a tempo wzrostu zjawiska było o 63 pp. (efekt netto: -63 pp.) wolniejsze od przeciętnego krajowego tempa zmian. Z kolei, w podregionie białostockim spadek wielkości emisji wyniósł 127%, a efekt netto: -57 pp. (rysunek 7).

Wzrost poziomu emisji odnotowano w pięciu podregionach: kieleckim (75%), sieradzkim (45%), opolskim (-9%), zielonogórskim (9%) i legnicko-głogowskim (1%). W 2012 roku w odniesieniu do 1998 najwyższy wzrost wielkości emitowanych zanieczyszczeń charakteryzował podregion legnicko-głogowski, gdzie tempo zmian zjawiska było o 145 pp. szybsze niż średnio w Polsce (efekt netto: 145 pp.).

Wyniki analizy (rysunek 7) wskazują, że istnieją zmiany wielkości emisji w poszczególnych podregionach i wynikają one ze zmian w strukturze emitowanych do powietrza substancji według określonych typów zanieczyszczeń (efekty strukturalne) i/lub z lokalnej konkurencyjności (efekty geograficzne). Na warto-

[25] Więcej o przestrzennych macierzach wag, na przykład w: L. Anselin, Spatial Econometrics: Methods and Models, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1988.

Rysunek 7
Wyniki przestrzennej analizy strukturalno-geograficznej zmian wielkości emisji zanieczyszczeń do powietrza według podregionów



Wyjaśnienia: 1-słupski, 2-trójmiejski, 3-gdański, 4-elbląski, 5-koszaliński, 6-suwalski, 7-stargardzki, 8-ełcki, 9-szczeciński, 10-olsztyński, 11-starogardzki, 12-m.Szczecin, 13-grudziądzki, 14-pilski, 15-łomżyński, 16-bydgosko-toruński, 17-białostocki, 18-gorzowski, 19-włocławski, 20-poznański, 21-ciechanowsko-płocki, 22-m.Poznań, 23-koniński, 24-m.Warszawa, 25-warszawski zachodni, 26-ostrołęcko-siedlecki, 27-warszawski wschodni, 28-skierniewicki, 29-zielonogórski, 30-leszczyński, 31-bialski, 32-kaliski, 33-m.Łódź, 34-sieradzki, 35-łódzki, 36-radomski, 37-piotrkowski, 38-puławski, 39-lubelski, 40-wrocławski, 41-legnicko-głogowski, 42-m.Wrocław, 43-jelenoogórski, 44-kielecki, 45-częstochowski, 46-chełmsko-zamojski, 47-opolski, 48-sandomierski-jędrzejowski, 49-wałbrzyski, 50-tarnobrzeski, 51-bytomski, 52-gliwicki, 53-nyski, 54-sosnowiecki, 55-katowicki, 56-krakowski, 57-rybnicki, 58-tyski, 59-m.Kraków, 60-rzeszowski, 61-tarnowski, 62-oświęcimski, 63-bielski, 64-przemyski, 65-krośnieński, 66-nowosądecki

Źródło: opracowanie własne.

ści uzyskanych rezultatów wpływ ma również charakter przyjętej macierzy wag przestrzennych. W przypadku opisywanego zjawiska (jako destymulanty rozwoju), dodatnia wartość efektu geograficznego świadczy o nadmiernej emisji zanieczyszczeń w danej jednostce i wpływ wielkości emisji w sąsiednich podregionach na wielkości emisji w danym obszarze (zgodnie z przyjętą macierzą wag przestrzennych **W**), czyli niekonkurencyjności danego podregionu. Natomiast wartości ujemne tego efektu charakteryzują jednostki, w których wielkość emisji jest przeciętnie niższa niż w sąsiednich obszarach, czyli są konkurencyjne pod względem usytuowania i wolniejszego tempa generowanych do powietrza zanieczyszczeń w porównaniu do innych badanych jednostek, według macierzy **W**. Na przykład, w podregionie białostockim w badanym okresie na wartość efektu netto (-57 pp.) główny wpływ miała ujemna wartość efektu geograficznego, czyli lokalna „konkurencyjność" (efekt geograficzny: -46 pp., efekt strukturalny: -11 pp.). Konkurencyjność podregionu wynikała z wolniejszego tempa wzrostu emisji zanieczyszczeń w porównaniu z obszarami z nim sąsiadującymi, zgodnie z przyjętą macierzą **W**. Ponadto, podregion białostocki jest usytuowany w otoczeniu podregionów, które w badanym okresie cechowało ujemne regionalne tempo zmian emisji zanieczyszczeń. Podobna sytuacja ma miejsce również, między innymi w podregionach: olsztyńskim (efekt geograficzny: -9 pp., efekt strukturalny: -2 pp.), gorzowskim (efekt geograficzny: -75 pp., efekt strukturalny: -28 pp.), warszawskim zachodnim (efekt geograficzny: -22 pp., efekt strukturalny: -11 pp.). Z drugiej strony, na przykład w podregionie radomskim, gdzie krajowe tempo zmian emisji jest ujemne (-26%), ale zmiany te są szybsze od tempa zmian w Polsce o 44 pp. (efekt netto: +44 pp.) na wartość efektu globalnego większy wpływ ma dodatnia wartość efektu geograficznego (65 pp.) niż efektów strukturalnych (-21 pp.). Taka sytuacja świadczy o niekonkurencyjności lokalnej tego podregionu, która może wynikać z szybszego tempa emisji zanieczyszczeń w tym obszarze oraz z niekorzystnego wpływu skali zanieczyszczeń z regionów sąsiadujących, zgodnie z przyjętą macierzą wag przestrzennych. Do grupy podregionów, które znajdują się w analogicznej sytuacji należą między innymi puławski, poznański, włocławski oraz podregiony, w których nastąpił wzrost wielkości emisji zanieczyszczeń (dodatnie tempo regionalne), (rysunek 7).

W części podregionów, gdzie wartość efektu netto jest ujemna, na tempo emisji zanieczyszczeń większy wpływ ma wolniejsze tempo zmian strukturalnych emitowanych związków danym podregionie niż w innych obszarach. Taka sytuacja ma miejsce w podregionach: szczecińskim, grudziądzkim, konińskim i miastach: Szczecinie, Poznaniu, Warszawie, Łodzi.

Wśród analizowanych podregionów były i takie (trójmiejski i ełcki), w których zmiana wielkości emisji analizowanych substancji była zbliżona do średniego krajowego tempa zmian poziomu zjawiska.

Z danych zaprezentowanych na rysunku 7 wynika, że na wartość efektu netto wielkości emisji zanieczyszczeń w poszczególnych podregionach w latach 1998-2012 znaczący wpływ miał lokalny efekt geograficzny (wynikający z „konkurencyjności", z wpływu sąsiedztwa jednostek, zależności przestrzennych) oraz efekt strukturalny (tempo zmian w strukturze emitowanych zanieczyszczeń). Z kolei,

Tabela 2

Wielkości udziału tempa zmian poziomu zanieczyszczeń w wartościach efektów w wybranych podregionach

Wyszczególnienie	TR w %	EN	SO_2	NO_x	CO	PYŁY	ES	SO_2	NO_x	CO	PYŁY	EG
		W punktach procentowych										
Białostocki	-127	-57	-22	14	9	-12	-11	-13	-17	-14	-3	-46
Kielecki	75	145	-11	8	27	-17	7	15	2	112	9	138
M. Łódź	-78	-8	-31	13	2	-6	-23	25	-6	-1	-4	15
Krajowe średnie tempo zmian: -70%												

TR – tempo regionalne, EN – efekt netto, SE – efekty strukturalne, GE – efekt geograficzny

Źródło: opracowanie własne.

na wartości efektu geograficznego i strukturalnego ma wpływ wielkość udziału tempa zmian poziomu poszczególnych typów substancji emitowanych do powietrza (tabela 2).

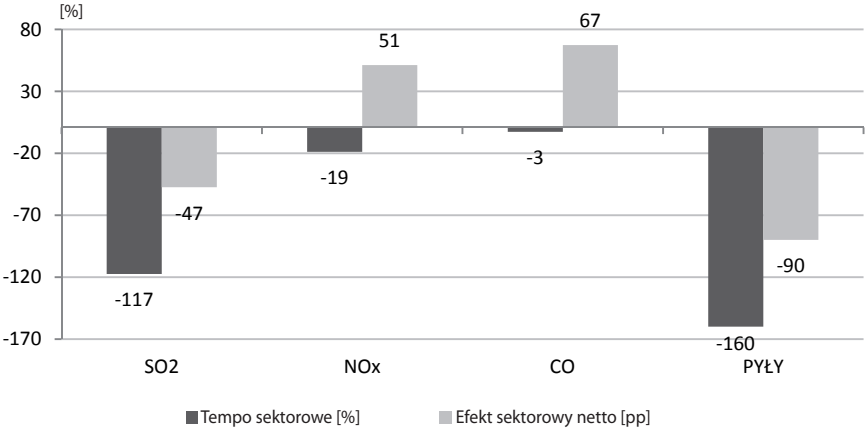
Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że na wartość efektu netto w podregionie białostockim główny wpływ miała ujemna wartość efektu geograficznego (-47 pp.), co z kolei było spowodowane wolniejszym, w porównaniu do innych substancji i obszarów (zgodnie z przyjętą macierzą zależności przestrzennych) tempem wzrostu emisji tlenków azotu (-17 pp.).

Natomiast w podregionie kieleckim nastąpił wzrost emisji zanieczyszczeń (tempo regionalne: 75%), a tempo wzrostu było o 145 pp. szybsze niż średnio w Polsce. Taka sytuacja wynikała głównie z dodatniego efektu geograficznego (138 pp.), czyli niekonkurencyjności regionu. Z kolei, na wartość tego efektu główny wpływ miało bardzo szybkie tempo emisji CO o 112 pp. szybsze niż innych związków i szybsze niż w podregionach sąsiadujących (zgodnie z przyjętą macierzą zależności). Taka sytuacja związana jest z usytuowaniem na terenie podregionu kieleckiego, ale i całego województwa świętokrzyskiego zakładów przetwórstwa przemysłowego, z takich dziedzin jak: produkcja ceramiki szklanej, materiałów, wyrobów ogniotrwałych, produkcja cementu, wapna, artykułów spożywczych[26].

W Łodzi w latach 1998-2012 nastąpił spadek wielkości emitowanych do powietrza zanieczyszczeń o 78%, a tempo wzrostu emisji zanieczyszczeń było o 8 pp. wolniejsze niż średnio w Polsce. Natomiast na wartość efektu netto główny wpływ miało wolniejsze niż w pozostałych podregionach tempo zmian strukturalnych emitowanych zanieczyszczeń (ES: -23 pp., EG: 15 pp.). Natomiast wielkość efektu strukturalnego zależała w największym stopniu od tempa zmian emisji SO_2 (-31 pp.). Co oznacza, że w Łodzi, w przypadku SO_2 następowały wolniejsze zmiany wielkości emisji w odniesieniu do innych związków i innych podregionów, (tabela 2).

[26] www.kielce.pios.gov.pl [16-12-2013].

Rysunek 8
Efekty sektorowe emisji zanieczyszczeń według określonej grupy polutantów



Źródło: opracowanie własne.

Zmiany poziomu emisji, wyznaczone na podstawie równości strukturalno-geograficznej (5) wskazały, że każdy podregion cechuje pewna specyfika (wynikająca, na przykład, z charakterystycznych dla danej jednostki uwarunkowań gospodarczo-przestrzennych). Ponadto, na wartości efektów netto wspływ mają również wielkości sektorowego tempa zmian i sektorowego efektu netto (rysunek 8).

Wyniki zaprezentowane na rysunku 8 wskazują, że w latach 1998-2012 w przypadku każdej analizowanej substancji zanieczyszczającej powietrze nastąpił spadek wielkości emisji (ujemne tempa sektorowe). Jednakże, najwyższe ujemne tempo zmian charakteryzowało PYŁY (-160%), następnie SO_2 (-117%). W tych kategoriach tempo zmian było wolniejsze od średniego tempa zmian poziomu emitowanych substancji w Polsce odpowiednio o 90 pp. i 47 pp. Najmniejszy spadek poziomu zanieczyszczeń cechował tlenek węgla (tempo sektorowe zmian: -3%, sektorowy efekt netto +67 pp.).

Podsumowanie

Emisja zanieczyszczeń do powietrza jest zjawiskiem złożonym, uzależnionym od wielu aspektów, w tym: przyrodniczych, gospodarczych, społecznych, ekonomicznych i przestrzennych. Konsekwencje degradacji powietrza mają wymiar lokalny, globalny, ale przede wszystkim długotrwały. Z tego i innych względów zjawisko to powinno być poddawane nieustannemu monitoringowi i szczegółowej ocenie.

W artykule podjęto próbę analizy i oceny wielkości emisji zanieczyszczeń w podregionach w Polsce w latach 1998-2012, według określonych rodzajów polutantów. Rezultaty przeprowadzonego badania wskazują na spadek średniego poziomu wielkości emisji (wyrażonej w poziomie zanieczyszczeń w kg/mieszkańca) w Polsce, średnio o 70%. Największy spadek zanotowano na przełomie 2007 i 2008 roku: -16%, a największy wzrost 2010 roku odniesieniu do 2009 roku: 8%.

Na dynamikę i wielkość zmian analizowanego zjawiska wpływ miała specyfika badanych podregionów, zależności przestrzenne oraz zmiany strukturalne emitowanych zanieczyszczeń (w zależności od rodzaju polutanta).

Jedynie w podregionach kieleckim, sieradzkim, nyskim, zielonogórski, legnicko-głogowskim zanotowano wzrost emisji zanieczyszczeń. Natomiast największy spadek poziomu zbadanego zjawiska charakteryzował podregiony: gorzowski, wałbrzyski i lubelsko-puławski. Z kolei, najbardziej znacząca zmiana wielkości emitowanych związków w analizowanym okresie cechowała pyły (spadek o 160%), najmniejszy spadek cechował tlenek węgla (-3%). Zaistniałe zmiany w wielkościach emisji określonych typów zanieczyszczeń mają odzwierciedlenie w poziomie efektów sektorowych i w kształtowaniu się wielkości efektów globalnych, strukturalnych i geograficznych.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na alokację zmian badanego zjawiska między wyróżnionymi składowym, a tym samym dostarczyła dodatkowych informacji. Jednocześnie wskazano, iż zaobserwowane zmiany w ujęciu regionalnym charakteryzuje określona tendencja rozwojowa, specyficzna dla każdego podregionu. Jednakże ze względu na ogólny charakter informacji statystycznych, uzyskane wyniki należy traktować jako wstępne do dalszych, bardziej szczegółowych badań uwzględniających związki przyczynowo-skutkowe. Zatem kolejnym etapem badań będzie specyfikacja zmiennych zarówno ekonomicznych, jak i pozaekonomicznych wpływających na kształtowanie się wielkości emisji zanieczyszczeń w Polsce. Z uwagi na to, że na poziom emitowanych polutantów oddziałują również aspekty przestrzenne, takie jak: położenie geograficzne, sąsiedztwo, odległość, w dalszych analizach zostaną zastosowane zaawansowane narzędzia ekonometrii przestrzennej, czyli przestrzenne modele panelowe, inne modele regresji przestrzennej oraz macierze wag przestrzennych odzwierciedlające specyficzne zachowania każdej analizowanej substancji w powietrzu, związane z koncentracją i ich przemieszczaniem się na dalekie odległości.

Jan Cetner • Kazimierz Dyguś • Marta Ogonowska • Jerzy Wojtatowicz

METODA OGÓLNEJ OCENY STANU ŚRODOWISKA OBSZARÓW WIEJSKICH NA PODSTAWIE INFORMACJI Z BANKU DANYCH REGIONALNYCH GUS I OSZACOWAŃ PROGRAMU EMEP

Jan Cetner, doc. dr inż. – Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie
Kazimierz Dyguś, doc. dr – Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie
Marta Ogonowska, mgr – Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie
Jerzy Wojtatowicz, doc. dr inż. – Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie

adres korespondencyjny:
ul. Olszewska 12, 00-792 Warszawa
e-mail: dziekanatz@wseiz.pl

METHOD OF GENERAL ASSESSMENT OF THE RURAL ENVIRONMENT USING DATA OF REGIONAL STATISTIC OFFICES AND EMP ESTIMATION

SUMMARY: The aim of this paper is to the presentation of methods in assessment of the overall condition of the rural environment in each subdivision, which took into account the following components: • overall on the environment by permanent residents, measured as population density in rural areas, • preservation of vegetation in the form similar to the natural, measured as the percentage of forest cover, • diversity of land use, expressed as a ratio, the calculation of which take into account the share of arable land, meadows, pastures, orchards, forests and other (including water reservoirs), • surface of subsequent types of protected areas, • burden of soil, groundwater and landscape waste, calculated as the difference between potentially household waste generated and collected in an organized manner, per unit area, • environmental burden from municipal wastewater, expressed as the number of inhabitants, not supported by a canalisation per unit area, • state of atmospheric air, measured as the concentration (immision) of sulfur dioxide according to estimates of the European Monitoring and Evaluation Programme.

In order to evaluate the overall assessment, the individual components are standardized on a scale from 0.00 to 10.00, and then averaged. Environmental assessment of several selected rural communities in Poland in the years 1996-2011 is presented to illustrate the method's

KEY WORDS: condition of the environment, rural areas

Wstęp

W niniejszym opracowaniu podsumowano wieloletnie prace, prowadzone przez interdyscyplinarny zespół autorów z trzech wydziałów Wyższej Szkoły Ekologii i Zarządzania – specjalistów z zakresu nauk o zarządzaniu, biologii, ochrony środowiska i architektury krajobrazu. Celem tych prac było stworzenie metody oceny stanu środowiska, bazującej na obiektywnych, liczbowych informacjach. Przede wszystkim myślano o stosowaniu tej metody w dość wąskim zakresie oceny potencjału rozwoju turystyki, w szczególności ekologicznej czy zrównoważonej[1], a następnie do oceny możliwości rozwoju rekreacji[2]. W tym zakresie istnieje szereg metod bonitacyjnych, opartych na mniej lub bardziej arbitralnych ocenach poszczególnych cech środowiska w skali porządkowej, następnie interwalizacji tej skali i możliwej dzięki temu matematycznej ocenie uzyskanych wyników. Tak opracowane wyniki robią wrażenie obiektywnych, ale trzeba pamiętać, że podstawą do ich wyliczenia była subiektywna ocena autora.

Naszemu zespołowi chodziło o stworzenie metody oceny obiektywnej, na wynik której będą mieć wpływ jedynie twarde dane liczbowe, ukazujące stan środowiska w sposób wieloaspektowy. Podstawowym źródłem danych jest Bank Danych Regionalnych GUS-u[3], obecnie zastąpiony przez Bank Danych Lokalnych. Ponadto skorzystano z danych dotyczących stężenia zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego, publikowanych w ramach programu EMEP (*Co-operative program for monitoring and evaluation of long range transmission of air pollutants in Europe*)[4].

Dzięki swemu obiektywnemu charakterowi metoda ta może z powodzeniem stać się podstawą ogólnej oceny stanu środowiska obszarów pozamiejskich. Dzięki tej metodzie można ocenić środowiskowy aspekt jakości życia, czy też czasowego przebywania na obszarze wiejskim danej gminy, bez względu na jego cel.

---

[1] J. Cetner, M. Ogonowska, *Metodyka oceny potencjału rozwoju ekoturystyki na podstawie źródeł wtórnych*, w: *Gospodarka turystyczna XXI wieku. Problemy i perspektywy rozwoju w skali regionalnej i lokalnej*, red. S. Bosiacki, Akademia Wychowania Fizycznego, Poznań 2008, s. 276-376; J. Cetner, M. Ogonowska, *Potencjał rozwoju ekoturystyki w powiatach województwa zachodniopomorskiego*, „Handel Wewnętrzny" 2009, listopad, s. 214-220; J. Cetner, *Ocena potencjału rozwoju ekoturystyki w powiecie łukowskim metodą badań „zza biurka"*, „Roczniki Wyższej Szkoły Biznesu i Administracji w Łukowie" 2009 nr 5, s. 274-286.

[2] J. Cetner, K. Dyguś, *Środowiskowe uwarunkowania rekreacji w gminach powiatów wałeckiego, drawskiego i choszczeńskiego*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług" 2011 nr 690(79), s. 525-538.

[3] Bank Danych Regionalnych, www.stat.gov.pl [16-04-2008].

[4] EMEP modelled air concetrations, depositions, www.webdab.emep.int [14-04-2008].

Wskaźniki stanu środowiska

W wyniku interdyscyplinarnej dyskusji do oceny potencjału rozwoju ekoturystyki w poszczególnych gminach, powiatach i województwach postanowiono wziąć pod uwagę 7 środowiskowych cech badanego obszaru:

1) ogólne obciążenie środowiska przez stałych mieszkańców;
2) zachowanie szaty roślinnej w formie zbliżonej do naturalnej;
3) zróżnicowanie form użytkowania gruntów rolnych;
4) powierzchnię i charakter obszarów chronionych;
5) obciążenie gleby, wód gruntowych i krajobrazu odpadami;
6) obciążenie środowiska ściekami;
7) stan powietrza atmosferycznego.

1. Ogólne obciążenie środowiska przez stałych mieszkańców negatywnie oddziałuje na stan środowiska poprzez: zagęszczenie zabudowy mieszkalnej i gospodarczej, intensywność komunikacji osobowej i towarowej, intensyfikację upraw rolnych, eksploatację płodów leśnych oraz wydeptywanie ścieżek i płoszenie zwierząt, szczególnie w okresie lęgowym. Dzieje się to niezależnie od obciążeń środowiska, wywołanych przez niewłaściwą gospodarkę ściekami, odpadami i zanieczyszczeniami atmosfery, które są oceniane odrębnie.
   Jako miarę ogólnego obciążenia przyjęto liczbę mieszkańców obszarów wiejskich, przypadających na km kw. powierzchni tych obszarów, z pominięciem miast i lasów, wyrażony w os./km^2.
2. Zachowanie szaty roślinnej w formie zbliżonej do naturalnej jest niezwykle ważne dla każdej osoby, spędzającej czas na danym terenie. Prawdziwie pierwotna szata roślinna zachowała się jedynie w unikalnych fragmentach Puszczy Białowieskiej i lasów karpackich, jednak szereg innych obszarów posiada cechy, dzięki którym można je traktować, jako zbliżone do naturalnych. Ponieważ pierwotnie w krajobrazie ziem polskich dominowały lasy, przyjęto lesistość (udział lasów w ogólnej powierzchni obszaru) jako miernik ekologicznego zachowania szaty roślinnej.
3. Zróżnicowanie form użytkowania gruntów rolnych sprzyja bioróżnorodności, a także podnosi atrakcyjność krajobrazu. Przy jego ocenie posłużono się miarą statystyczną zróżnicowania (entropii) układów na podstawie wskaźników struktury dla ***N*** frakcji:

$$S = (1-p_1)*(1-p_2)* \ldots * (1-p_N)/ (1-1/N)^N \qquad (1)$$

gdzie: ***N*** to liczba analizowanych frakcji. Wskaźnik zróżnicowania osiąga wartość ***1*** dla równych frakcji, czyli dla $p_i = 1/N$. Bank Danych Regionalnych GUS, będący źródłem informacji statystycznych, do roku 2005 przewiduje następujące formy użytkowania gruntów rolnych: lasy, grunty orne, sady, łąki, pastwiska, inne i nieużytki, przy czym do ostatniej kategorii zaliczono też powierzchnię zbiorników wodnych. Zatem ***N***=6, a maksymalna wartość wskaźnika ***S*** zostałaby osiągnięta, gdyby grunty orne, sady, łąki, pastwiska zajmowały równo po 1/6 (16,7%) powierzchni gruntów rolnych. Gdyby zaś całość gruntów rolnych w jednostce terytorialnej była objęta przez jedną formę upraw, na przykład grunty orne, wartość wskaźnika ***S*** wyniosłaby 0.

4. Wskaźnik obszarów chronionych obliczono, uwzględniając ich powierzchnię, przemnożoną przez współczynnik, charakteryzujący stopień ochrony. Zastosowanie tych współczynników wydaje się konieczne ze względu na silne zróżnicowanie restrykcji, dotyczących działalności gospodarczej i zachowań rekreacyjnych na tych obszarach. Przyjęto następujące wartości tych współczynników:
   1 – dla obszarów chronionego krajobrazu;
   2 – dla parków krajobrazowych;
   3 – dla zespołów przyrodniczo-krajobrazowych;
   4 – dla użytków ekologicznych i stanowisk dokumentacyjnych;
   5 – dla rezerwatów i parków narodowych.
   Wskaźnik obszarów chronionych jest stosunkiem sumy tak uzyskanych iloczynów do powierzchni analizowanego obszaru.
5. Obciążenie wód gruntowych i powierzchniowych ściekami powoduje, iż woda, czerpana bezpośrednio ze studni jest niezdatna do spożycia, a także zbiorniki wodne i wody płynące nie mogą być wykorzystywane w celach rekreacyjnych. Stan wód powierzchniowych jest w bardzo dużym stopniu uzależniony od ilości ścieków nieoczyszczonych, trafiających bezpośrednio do gleby, zbiorników i cieków wodnych. Na terenach wiejskich ścieki retencjonowane są w zbiornikach typu szambo – niestety, na ogół nie dba się o ich szczelność i ścieki przesączają się do gruntu. Mimo rosnącej wciąż popularności, przydomowe oczyszczalnie ścieków są rzadko budowane, dlatego też nie są brane pod uwagę w analizie.
   Jako miernik obciążenia środowiska nieoczyszczanymi ściekami przyjęto liczbę ludności wiejskiej, nieobsługiwanej przez oczyszczalnie ścieków, na kilometrach kwadratowych obszarów wiejskich.
6. Obciążenie gleby, wód gruntowych i krajobrazu odpadami jest powodem negatywnych odczuć estetycznych, przenikania szkodliwych substancji, w tym metali ciężkich, do gleby, wód gruntowych i powierzchniowych, a następnie do roślin i ich kumulowania w organizmach zwierzęcych, zarówno hodowlanych, jak i dzikich, szczególnie w organizmach ludzi i zwierząt drapieżnych.
   Odpady komunalne powstają od zawsze i każdy człowiek jest ich wytwórcą, można więc szacunkowo przyjmować ilość generowanych odpadów przez jednego mieszkańca w skali roku. W tym przypadku można oprzeć się na danych z Krajowego planu gospodarki odpadami (przyjętego w 2002 roku) ,gdzie przyjmuje się wskaźnik generowania odpadów dla mieszkańca wsi na poziomie 224 kg/M/rok[5]. Mnożąc przyjęty wskaźnik przez liczbę mieszkańców otrzymuje się ogólną ilość odpadów komunalnych, następnie po odjęciu odpadów, które trafiły na składowisko lub zostały zagospodarowane w inny sposób, otrzymuje się ilość odpadów trafiających na niezorganizowane składowiska, głównie na dzikie wysypiska zlokalizowane w lasach i na terenach

[5] Uchwała nr 219 Rady Ministrów z 29 października 2002 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki, www.mos.gov.pl [12-04-2008].

podmokłych, lub składowane (na przykład zakopywane) w obrębie gospodarstw oraz spalane, co nie pozostaje bez wpływu na stan środowiska.
Miarą obciążenia środowiska odpadami jest różnica pomiędzy szacunkową ilością odpadów wytwarzanych przez ludność wiejską a odpadami zebranymi, podzielona przez powierzchnię obszarów wiejskich i leśnych, w tonach na kilometr kwadratowy.

7. Stan powietrza atmosferycznego może, w skrajnych przypadkach, wpływać bezpośrednio na zdrowie człowieka, jeżeli powstanie smog, utrudniający oddychanie i uszkadzający tkankę płuc i górnych dróg oddechowych. W większości przypadków oddziałuje na nas i przyrodę pośrednio, przede wszystkim poprzez zjawisko „kwaśnych deszczy", obniżenie pH wód, występujących w środowisku. Wpływa to negatywnie na szatę roślinną, przede wszystkim niszczy porosty, które są ozdobą zdrowych lasów, następnie drzewa iglaste i przyczynia się do zmian w składzie stosunkowo odpornych roślin okrytozalążkowych. Wysoka kwasowość opadów powoduje także przyśpieszone wypłukiwanie minerałów, korozję budowli i niszczenie rzeźb i obiektów architektonicznych. Głównymi zanieczyszczeniami atmosfery, odpowiedzialnymi za te zjawiska są tlenki siarki i azotu oraz powstające z nich kwasy. Do ważnych zanieczyszczeń atmosfery trzeba też zaliczyć pyły, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i hałas, jednak ich występowanie jest silnie zlokalizowane i nie zostało uwzględnione w tej analizie.
Związki kwasotwórcze, takie jak SO_2 i NO_X, charakteryzują się zdolnością do przemieszczania na wielkie odległości, nawet o zakresie międzykontynentalnym. W związku z tym przy ocenie tego zjawiska trzeba było odejść od ujęcia według jednostek administracyjnych i oprzeć się na układzie przestrzennym, stosowanym przez ENEP[6], bazującym na siatce kwadratów o bokach 50 × 50 kilometrów. Jako wskaźnik jakości atmosfery przyjęto stężenie SO_2 w $\mu g/m^3$.

Standaryzacja wskaźników

Wyżej opisane wskaźniki są wyrażone w różnych jednostkach i, aby na ich podstawie dokonać kompleksowej liczbowej oceny stanu środowiska na potrzeby ekoturystyki, trzeba poddać je standaryzacji.

W tym celu poszczególne wskaźniki obliczono dla wszystkich województw Polski według stanu z 2006 roku, następnie dokonano ich standaryzacji liniowej, przypisując wartość **0** dla województwa o najbardziej niekorzystnej wartości danego wskaźnika, a wartość **10** województwu o najkorzystniejszych warunkach. Dla poszczególnych województw tak standaryzowane wskaźniki będą przybierać wartości w granicach **0÷10**, ale dla mniejszych jednostek administracyjnych mogłyby występować zarówno wartości ujemne – dla obszarów o warunkach

[6] *The ENEP grid,* www.emep.int [11-04-2008].

bardziej niekorzystnych niż średnia dla najgorszego województwa, jak i większe, niż 10 – jeśli warunki lokalne są lepsze niż średnia dla najlepszego województwa.

Dla standaryzacji wskaźnika 7, opisującego stan powietrza, zastosowanie podziału wojewódzkiego było zarówno niewygodne, jak i bezzasadne. W związku z tym przypisano maksymalną wartość wskaźnika 10 kwadratowi 50x50 km, w którym szacuje się najniższe stężenie SO_2 (0,958 μg/m^3, w okolicach Gołdapi), a wartość 0 dla kwadratu o najwyższym stężeniu (8.56 μg/m^3) dla Górnego Śląska – także według stanu na 2006 rok.

Poniżej przedstawiono wyniki analizy w układzie według województw. Najgorsza wartość wskaźnika odpowiada ocenie **0**, najlepsze – ocenie **10**, z wyjątkiem wskaźnika 7. W jego przypadku, wobec braku danych o stanie atmosfery, zgodnych z tym układem, dla każdego województwa wybrano charakterystyczny kwadrat siatki ENEP, znajdujący się w centralnej części województwa, ale niepokrywający się z jego stolicą, będącą zwykle największym miastem i znaczącym emitentem zanieczyszczeń atmosferycznych. Dane dla stanu atmosfery są przytaczane jedynie w celach orientacyjnych i porównawczych.

Dla jednostek administracyjnych, mniejszych od województwa (powiatów i gmin) w wyniku wyżej opisanych obliczeń można uzyskać zarówno wyniki mniejsze od **0**, jak i większe niż **10**. W celu dopełnienia standaryzacji dla poszczególnych powiatów i gmin przyjęto wartość **0**, jeśli odpowiedni wskaźnik jest taki sam lub gorszy, niż tenże wskaźnik w „najgorszym" województwie; oraz wartość **10** dla powiatów, dla których wskaźnik jest równy lub lepszy, niż w „najlepszym" województwie. Tak obliczone wartości są więc w pełni standaryzowane i będą przybierać wartości w przedziale **<0;10>**.

W tabeli 1 ujęto jedynie województwa, znajdujące się w najbardziej korzystnej lub niekorzystnej sytuacji pod względem poszczególnych wskaźników środowiskowych, czyli tych, którym przypisano 0 lub 10 punktów.

Ogólnie do obliczenia wartości potencjału konieczne było wprowadzenie do modelu 21 zmiennych, z czego 20 pochodzi z Banku Danych Lokalnych (niegdyś Regionalnych) GUS-u. Ze względu na przyjętą stałą podstawę standaryzacji danych według danych z 2006 roku metoda ta może być wykorzystana do przeprowadzenia analiz dynamicznych, a także do prognozowania[7]. Jednak w badanym zakresie 15 lat (1996-2011) odnotowano brak pewnych danych.

Bank Danych Lokalnych GUS-u zawiera informacje o użytkowaniu gruntów w gminach w latach 1997-2005, dla lat 2006-2011 dostępne są jedynie dane o powierzchni gruntów leśnych. Dla pozostałych form użytkowania gruntów przyjęto, że zajmowana przez nie powierzchnia w latach 2005-2011 nie zmienia się. Zważywszy, że w latach 1996-2005 też zmiany były niewielkie, jest to dość dobre przybliżenie.

Lustrzane odbicie tej sytuacji wystąpiło w danych o ilości odpadów zebranych z gospodarstw domowych, podawanych jedynie dla lat 2005-2011. Dla lat

[7] J. Cetner, K. Dyguś, J. Wojtatowicz, *Środowiskowe uwarunkowania zarządzania rozwojem turystyki zrównoważonej w wybranych gminach. Trendy i prognozy*, „Handel Wewnętrzny" 2013, listopad-grudzień.

Tabela 1
Liczbowe wartości wskaźników stanu środowiska dla województw o najbardziej i najmniej korzystnych cechach

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Ocena średnia	Wartość najgorsza		Wartość najlepsza	
1	Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	[M/km^2]	7,3	177.4	śląskie	34.8	warmińsko-mazurskie
2	Lesistość	[%]	2,8	21.2	mazowieckie	51.8	lubuskie
3	Wskaźnik zróżnicowania użytków rolnych	[%]	6,7	35.9	kujawsko-pomorskie	75.9	podlaskie
4	Wskaźnik obszarów chronionych	-	4,0	0.255	łódzkie	0.778	świętokrzyskie
5	Ludności wiejska, nieobsługiwana przez oczyszczalnie ścieków	[M/km^2]	7,1	138.3	małopolskie	23.1	zachodnio-pomorskie
6	Odpady z gospodarstw niezebrane	[t/km^2]	7,2	32.34	małopolskie	5.0	zachodnio-pomorskie
7	Stężenie SO_2 w powietrzu	[μg/m^3]	8,2	4.77	śląskie	1.29	warmińsko-mazurskie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Bank Danych Regionalnych*, GUS, Warszawa, 2008, www.stat.gov.pl [11-11-2013]; *EMEP modelled air concetrations, depositions*, United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, 2008, www.webdab.emep.int [11-11-2013].

1996-2004 przyjęto ilość odpadów, równą zebranym w 2005 roku. Zważywszy, że w 2005 ilość odpadów zebranych z terenów wiejskich była niewielka, o obciążeniu środowiska odpadami w tym okresie i tak decydowała po prostu gęstość zaludnienia.

EMEP nie podał dotychczas swoich oszacowań dla roku 2011, a dla roku 2010 zastosowano nieco inną metodę obliczeniową, przez co dane nie są w pełni kompatybilne. Aby nie pogłębiać tego problemu, dla roku 2011 przyjęto wartość stężenia SO_2, będącą średnią arytmetyczną danych dla 2009 i 2010 roku.

Niekiedy w danych gminnych brakowało dla niektórych lat informacji o powierzchni obszarów chronionych (przykładowo dla gmin Międzyzdroje lub Bolimów), ale uzupełnienie tych informacji nie stanowiło większego problemu, ponieważ zmiany w tym zakresie wynikają z państwowych aktów prawnych.

Przykładowe wyniki

Poniżej zaprezentuję przykłady oceny stanu środowiska dla kilku przykładowych gmin, w ujęciu chronologicznym dla lat 1996-2011, zaczerpniętych z pracy[8] – jeden przykład dla każdego z 6 regionów według układu Banku Danych Lokalnych GUS-u[9].

Położona na obszarze Niziny Środkowomazowieckiej, na Równinie Łowicko-Błońskiej gmina Bolimów ma dość korzystne uwarunkowania środowiskowe.

[8] Ibidem.
[9] Bank Danych Lokalnych, www.stat.gov.pl [12-01-2014].

Tabela 2
Ocena stanu środowiska w gminie Bolimów

Region centralny – ŁÓDZKIE – powiat skierniewicki						
BOLIMÓW	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	8.6	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7
Lesistość	4.2	4.0	4.3	4.3	4.2	4.3
Zróżnicowania użytkowania gruntów	3.7	4.2	3.6	3.3	3.2	3.3
Obszary chronione	9.7	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7
Odprowadzanie ścieków	7.4	7.5	7.6	7.6	8.5	8.8
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	7.4	7.5	7.6	7.6	8.4	8.0
Stężenie SO_2 w powietrzu	3.1	6.7	6.0	7.8	8.8	8.4
Ogółem	6.3	6.9	6.8	7.0	7.4	7.3

W tabelach 2-7 kolorem jasnonoszarym zaznaczono pola, w których wartości potencjału znajdują się w granicach wartości średniej ogólnopolskiej (z bazowego roku 2006) ± 1. Kolorem ciemnoszarym zaznaczono pola o potencjale niższym, a białym – wyższym od opisanego.

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

Decydują o tym niska gęstość zaludnienia, korzystna lesistość, nie najgorsze zróżnicowanie użytkowania gruntów i obecność Bolimowskiego Parku Krajobrazowego. Poprawiający się stan gospodarki ściekowej, odpadowej i atmosfery powoduje, że wartości oceny ogólnej wzrosły o 1 punkt, osiągając korzystny stan środowiska, przy czym tendencja wzrostowa może okazać się trwała.

Gmina Krzepice, leżąca na terenie Obniżenia Krzepickiego na Wyżynie Wolińsko-Wieluńskiej, ma charakter rolniczo-przemysłowy charakter i bardzo niską ocenę stanu środowiska. Wprawdzie jego liczbowa wartość w ciągu 15-lecia znacznie się poprawiła (o 2,1 punktu), przede wszystkim dzięki poprawie stanu atmosfery i gospodarki ściekowej, czyniąc środowisko gminy bardziej przyjazne mieszkańcom, ale dalekie od stanu pożądanego.

Leżąca w Bieszczadach Zachodnich w makroregionie Beskidy Lesiste gmina Lutowiska ma optymalne warunki środowiskowe. Pięć z siedmiu składników potencjału ma ocenę maksymalną (10 punktów), kolejny – stan atmosfery – dość szybko ulegał poprawie i osiągnął poziom oceny 9,6. Zróżnicowanie użytkowania gruntów jest niskie – przyjmuje wartości ocen równe 0 punktów, co jest naturalną konsekwencją lesistości, wynoszącej powyżej 80% i raczej się nie zmieni. Ogólna ocena wzrosła w badanym okresie o 0,5 punktu i uzyskała tak wysoka wartość, że jej dalszy znaczący wzrost nie jest możliwy. Zagrożeniem dla środowiska może jednak stać się ruch turystyczny.

Gmina Szprotawa leży na Równinie Szprotawskiej, należącej do Niziny Śląsko-Łużyckiej. Stan środowiska należy ocenić jako dość słaby, głównie ze względu na zauważalnie słabszą gospodarkę ściekową i odpadową. W badanym okre-

Tabela 3
Ocena stanu środowiska w gminie Krzepice

Region południowy – ŚLĄSKIE – powiat kłobucki						
KRZEPICE	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	2.2	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7
Lesistość	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zróżnicowania użytkowania gruntów	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Obszary chronione	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Odprowadzanie ścieków	0.2	0.4	0.6	3.2	4.3	5.9
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	3.7	3.9	4.1	4.3	4.6	5.3
Stężenie SO_2 w powietrzu	0.9	6.8	6.9	7.5	8.6	7.7
Ogółem	1.0	1.9	2.0	2.5	2.9	3.1

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

Tabela 4
Ocena stanu środowiska w gminie Lutowiska

Region wschodni – PODKARPACKIE – powiat bieszczadzki						
LUTOWISKA	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Lesistość	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Zróżnicowania użytkowania gruntów	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Obszary chronione	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Odprowadzanie ścieków	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Stężenie SO_2 w powietrzu	5.8	7.0	7.9	8.8	9.5	9.6
Ogółem	8.0	8.1	8.3	8.4	8.5	8.5

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

sie ogólna ocena wzrosła o 1 punkt, ale zasadniczy wzrost nastąpił w latach 1996-1999, a w późniejszym okresie stan jest stabilny i zapewne takim pozostanie, plasując gminę w strefie przeciętnych warunków środowiskowych.

Gmina Skarbimierz leży na terenie Równiny Wrocławskiej na Nizinie Śląskiej. Ma charakter rolniczo-przemysłowy i niską ocenę stanu środowiska. Choć odnotowano znaczący jej wzrost (łącznie o 1,6 punktu), szczególnie w latach 2005--2008, aktualnie nic nie wskazuje na osiągnięcie stanu znacząco bardziej korzystnego.

Tabela 5
Ocena stanu środowiska w gminie Szprotawa

Region północno-zachodni – LUBUSKIE – powiat żagański						
SZPROTAWA	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	8.4	8.2	8.3	8.3	8.3	8.2
Lesistość	4.3	4.5	4.8	4.9	4.9	5.2
Zróżnicowania użytkowania gruntów	5.2	5.3	4.9	4.6	4.6	4.6
Obszary chronione	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Odprowadzanie ścieków	7.1	7.6	8.1	8.9	9.0	9.0
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	8.9	8.7	8.8	8.8	9.4	9.0
Stężenie SO_2 w powietrzu	3.9	9.0	8.5	9.3	9.8	9.1
Ogółem	5.4	6.2	6.2	6.4	6.6	6.4

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

Tabela 6
Ocena stanu środowiska w gminie Skarbimierz

Region południowo-zachodni – OPOLSKIE – powiat brzeski						
SKARBIMIERZ	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	6.8	6.3	6.0	5.8	5.7	5.4
Lesistość	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zróżnicowania użytkowania gruntów	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Obszary chronione	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Odprowadzanie ścieków	5.3	6.9	6.5	7.1	10.0	10.0
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	6.7	6.1	5.7	5.4	10.0	8.7
Stężenie SO_2 w powietrzu	2.7	7.6	7.6	8.4	9.3	8.5
Ogółem	3.1	3.8	3.7	3.8	5.0	4.7

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

Gmina Białe Błota na terenie Kotliny Toruńskiej, należącej do Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, leży w pobliżu Bydgoszczy i coraz wyraźniej staje się „sypialnią" tego miasta, wpisując się w światową tendencję wielkomiejskiego *sprawl* z negatywnymi tego zjawiska konsekwencjami. Atrakcyjność tego miejsca wynika z dużej lesistości, ale wzrastająca liczba ludności, przy nienadążającym tempie rozwoju sieci kanalizacyjnej, a ostatnio i organizacji gospodarki odpadami powoduje, że stan środowiska jest niekorzystny.

Tabela 7
Ocena stanu środowiska w gminie Białe Błota

KUJAWSKO-POMORSKIE – powiat bydgoski						
BIAŁE BŁOTA	1996	1999	2002	2005	2008	2011
Gęstość zaludnienia obszarów wiejskich	4.7	4.1	3.1	1.3	0.0	0.0
Lesistość	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Zróżnicowania użytkowania gruntów	3.4	3.4	2.9	2.8	2.8	2.6
Obszary chronione	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9
Odprowadzanie ścieków	2.9	3.9	7.8	6.7	4.7	2.7
Obciążenie odpadami niezagospodarowanymi	10.0	10.0	10.0	8.2	10.0	6.3
Stężenie SO_2 w powietrzu	2.3	7.4	7.4	8.2	9.2	8.8
Ogółem	5.0	5.8	6.2	5.6	5.5	4.6

Źródło: opracowanie własne na podstawie BDL-u.

Zważywszy, że od 2002 roku nieustannie się pogarsza, trzeba liczyć się z dalszym obniżaniem się jego oceny, co wkrótce może prowadzić (o ile już nie prowadzi) do dyskomfortu mieszkańców.

Podsumowanie

W niniejszym opracowaniu przedstawiono metodę oceny stanu środowiska, opartą na jego mierzalnych cechach, publikowanych w Banku Danych Lokalnych GUS-u (wartości tylko jednej zmiennej niezależnej czerpano z innego źródła). Obiektywizm tej metody jest jej najważniejszą zaletą. Innymi ważnymi zaletami jest jej wielowymiarowość – aż 21 zmiennych niezależnych, i kompleksowość – 7, starannie dobranych przez interdyscyplinarny zespół, wskaźników stanu środowiska, które są odrębnie standaryzowane i składają się na kompleksową ocenę danego obszaru – województwa, powiatu lub gminy, przy czym trzeba zaznaczyć, że metoda jest dedykowana do oceny gmin, co najwyżej powiatów.

Autorzy są w trakcie przygotowywania monografii, w której będą zawarte informacje o ocenie stanu środowiska przygotowaną wyżej opisaną metodą we wszystkich gminach powiatów nadbużańskich i nadnarwiańskich. Pomimo wielkich starań GUS-u o stworzenie możliwości eksportu danych w różnych formatach, przede wszystkim w najbardziej przyjaznym formacie EXCEL .xls, wprowadzanie danych pozostaje bardzo kłopotliwe. Mimo to sporządzenie środowiskowego atlasu Polski wydaje się naturalnym krokiem w dalszym stosowaniu tej metody.

Anetta Zielińska • Tomasz Poskrobko

ANALIZA ZESTAWU WSKAŹNIKÓW ROZWOJU ZRÓWNOWAŻONEGO DLA PARKÓW KRAJOBRAZOWYCH WOJEWÓDZTW PODLASKIEGO I DOLNOŚLĄSKIEGO NA PODSTAWIE BANKU DANYCH LOKALNYCH

Anetta Zielińska, dr – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Tomasz Poskrobko, dr – Uniwersytetu w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomii, Zarządzania i Turystyki
ul. Kochanowskiego 8, 58-500 Jelenia Góra
e-mail: anetta.zielinska@ue.wroc.pl

ANALYSIS OF INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT FOR LANDSCAPE PARKS OF PODLASKIE AND LOWER SILESIA VOIVODSHIPS ON THE BASIS OF LOCAL BANK DATA

SUMMARY: A tool to carry out a diagnose of condition of landscape park are sustainable development indicators, which present a level of environment-socio-economic phenomena. The aim of this article is to conduct a hierarchical classification for communities situated on the area of landscape parks located in Podlaskie and Lower Silesia voivodeships according to sustainable development indicators. Hierarchical classification on the basis of a synthetic measure of development serves for a continuous analysis of changes dynamics in the accomplishment of sustainable development concept for landscape parks. The subject of research constituted communities situated on the area of landscape parks. Appointing sustainable development indicators was conducted on the basis of Local Bank Data.

KEY WORDS: sustainable development, indicators, landscape parks

Wstęp

Rozwój zrównoważony stanowi jeden z głównych celów globalnych, zgodnie z którym rozwój gospodarczy, społeczny, ekologiczny i przestrzenny muszą się wzajemnie przenikać i uzupełniać.

Zasoby przyrody są poważnie zagrożone i gwałtownie się „kurczą". Sytuacja ta wywiera wpływ na obszary chronione (na przykład parki krajobrazowe). Minione stulecie to okres wzmożonej presji na środowisko i degradacji obszarów chronionych. Nastąpiło zmniejszenie powierzchni aktywnej biologicznie, fragmentacja krajobrazu, przestrzenna izolacja ekosystemów, a także zmniejszenie biologicznej i krajobrazowej różnorodności. Z tego względu należy dokładnie zdiagnozować obecny stan obszarów chronionych.

Należy zwrócić uwagę, że główną funkcją obszarów chronionych jest ochrona zasobów przyrody, której musi być podporządkowana inna działalność gospodarcza i pozagospodarcza. Dlatego też istota rozwoju zrównoważonego na obszarach chronionych w kontekście gospodarowania polega na dostosowaniu struktury i intensywności gospodarki do kryteriów wynikających z walorów przyrodniczych. Należy powiązać funkcje społeczno-gospodarcze ze środowiskiem przyrodniczym, nie doprowadzając do utraty jego różnorodności biologicznej i krajobrazowej.

Celem artykułu jest przeprowadzenie klasyfikacji hierarchicznej dla gmin leżących na terenach parków krajobrazowych zlokalizowanych w województwie podlaskim i dolnośląskim według wskaźników rozwoju zrównoważonego.

Istota parków krajobrazowych

Park krajobrazowy jest obszarem chronionym ze względu na wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe. Celem ochrony jest zachowanie lub zabezpieczenie przed szkodliwymi zniekształceniami naturalnych cech środowiska i walorów krajobrazowych charakterystycznych lub unikalnych w skali regionu. Na terenie parku krajobrazowego prowadzi się normalną działalność gospodarczą z uwzględnieniem celów ochronnych. Parki krajobrazowe są tworzone w drodze uchwały sejmiku województwa. Sejmik zatwierdza także statut parku krajobrazowego[1]. Stan parków krajobrazowych w Polsce prezentuje tabela 1.

Ograniczenia dotyczące zrównoważonego gospodarowania na terenie parku krajobrazowego dotyczą na przykład gruntów rolnych i leśnych leżących w jego obrębie, gdzie są one gospodarczo użytkowane pod warunkiem niezbyt intensywnego korzystania z zasobów środowiska przyrodniczego. Obligatoryjne jest tu prowadzenie zrównoważonej gospodarki leśnej. Istotne ograniczenia na tym obszarze dotyczą działalności przemysłowej. Małe podmioty tego typu mogą

[1] B. Poskrobko, T. Poskrobko, *Zarządzanie środowiskiem w Polsce*, Wyd. PWE, Warszawa 2012, s. 171.

Tabela 1
Parki krajobrazowe [stan na 31-12-2011].

Województwo	Liczba obiektów
Dolnośląskie	12
Kujawsko-pomorskie	8
Lubelskie	16[ab]
Lubuskie	7[c]
Łódzkie	6[d]
Małopolskie	9[e]
Mazowieckie	5[fgh]
Opolskie	3
Podkarpackie	7[hi]
Podlaskie	3
Pomorskie	7[fj]
Śląskie	7[g]
Świętokrzyskie	9
Warmińsko-mazurskie	6[f]
Wielkopolskie	11[kl]
Zachodniopomorskie	5[k]
Ogółem	121

[a)] l: obiekt wykazano w województwie: [b)] podkarpackim, [c)] wielkopolskim, [d)] świętokrzyskim, [e)] śląskim, [f)] kujawsko-pomorskim, [g)] łódzkim, [h)] lubelskim, [i)] małopolskim, [j)] warmińsko-mazurskim, [k)] lubuskim, [l)] dolnośląskim.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona środowiska*, GUS, Warszawa 2012, s. 288.

funkcjonować w osadach na terenie parku, pod warunkiem że nie będą przekraczać rozmiarów oddziaływań określonych w ocenach oddziaływania środowiskowego (OOS). Inne restrykcje na terenie parku krajobrazowego dotyczą takich zagadnień, jak: nadmierne odwodnienia terenu, intensywny rozwój osadnictwa, komunikacji i infrastruktury technicznej[2].

Jednym z istotnych narzędzi służących do przeprowadzenia diagnozy stanu parków krajobrazowych są wskaźniki rozwoju zrównoważonego, które ukazują poziom zjawisk środowiskowo-społeczno-gospodarczych. Wskaźniki rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych mogą pełnić istotną rolę w procedurze oceny stopnia realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego.

[2] Porównaj: D. Ptaszycka-Jackowska, M. Baranowska-Janota, *Przyrodnicze obszary chronione. Możliwości użytkowania*, Wyd. IGPiK, Warszawa 1996.

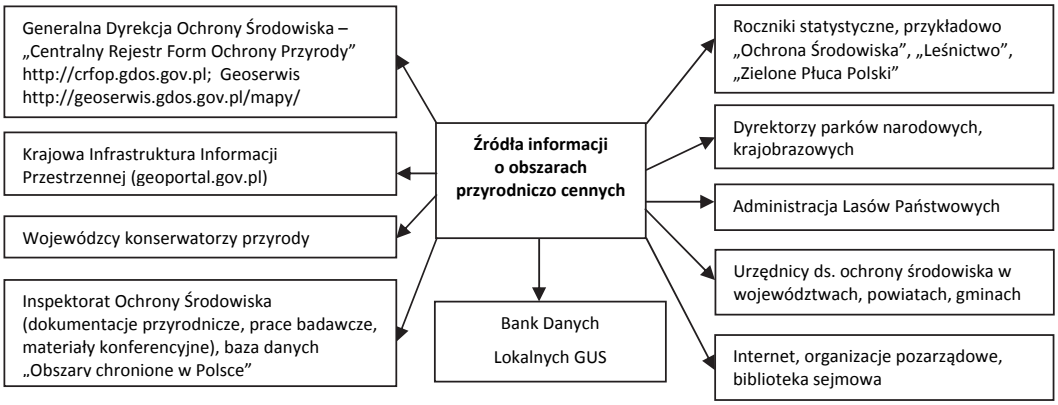
Wskaźniki rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych

W statystyce wskaźnik jest najczęściej rozumiany jako liczba wyrażająca poziom danego zjawiska (zmiennej, cechy), w postaci bezwzględnej lub względnej. Wskaźnik jest jednym z wielu narzędzi służących do analizy stopnia wdrażania koncepcji rozwoju zrównoważonego[3].

Należy poszukiwać zestawu wskaźników rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych, który będzie stanowić źródło informacji o poziomie realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego na tych obszarach. Tak skonstruowany zestaw wskaźników będzie sygnalizował, czy proces ochrony przyrody jest prawidłowy, czy należy uaktualnić zadania, plany ochronne, czy wręcz zmienić te plany, aby były dostosowane do zmieniającej się tendencji funkcjonowania obszarów chronionych i ich otoczenia społeczno-gospodarczego. Zestaw wskaźników przyczyni się do poprawy monitoringu realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych[4].

Stworzone listy wskaźników rozwoju zrównoważonego będą zawsze pewnym kompromisem między uniwersalnością istoty rozwoju zrównoważonego a specyfiką danego obszaru chronionego (na przykład park krajobrazowy). Proponowany zestaw wskaźników można wyznaczyć na podstawie bazy informacyjnej o obszarach chronionych (rysunek 1).

Rysunek 1
Źródła danych o obszarach chronionych w Polsce



Źródło: A. Zielińska, *Gospodarowanie na obszarach przyrodniczo cennych w Polsce w kontekście rozwoju zrównoważonego*, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, „Seria: Monografie i Opracowania" nr 236, Wrocław 2013, s. 130.

[3] *Wskaźniki ekorozwoju*, red. T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999, s. 23; *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju*, red. T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Warszawa – Białystok 2005, s. 62-68.

[4] A. Zielińska, op. cit., s. 219.

Tabela 2
Wskaźniki rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych

Lp.	Nazwa/definicja wskaźnika	Źródła danych
	Ład środowiskowy	
1	Udział powierzchni użytków rolnych w powierzchni ogółem [%]	IOŚ
2	Udział powierzchni gruntów ornych w powierzchni użytków rolnych [%]	GUS – BDL
3	Powierzchnia użytków rolnych na 1 mieszkańca [ha]	GUS – BDL
4	Powierzchnia gospodarstw rolnych do ogólnej powierzchni gminy [%]	GUS – BDL
5	Ubytek gruntów rolnych w stosunku do okresu poprzedniego Uwaga: gospodarstwa rolne w BDL tylko na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego 2010	GUS – BDL
6	Udział powierzchni gospodarstw stosujących metody produkcji rolnictwa ekologicznego w ogólnej powierzchni gospodarstw [%] Uwaga: gospodarstwa rolne w BDL tylko na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego 2010	GUS – BDL, MRiRW
7	Udział powierzchni gospodarstw stosujących metody produkcji rolnictwa zintegrowanego w ogólnej powierzchni gospodarstw [%] Uwaga: gospodarstwa rolne w BDL tylko na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego 2010	GUS – BDL, MRiRW
8	Odsetek gospodarstw ekologicznych w ogólnej liczbie gospodarstw rolnych [%] Uwaga: gospodarstwa rolne w BDL tylko na podstawie Powszechnego Spisu Rolnego 2010	GUS – BDL, MRiRW
9	Udział powierzchni pozostałych gruntów i nieużytków w powierzchni ogółem [%]	GUS – BDL
10	Udział powierzchni terenów komunikacyjnych w powierzchni ogółem [%]	GUS
11	Udział powierzchni terenów osiedlowych w powierzchni ogółem [%]	GUS
12	Udział terenów zieleni w ha w przeliczeniu na 1000 mieszkańców	GUS – BDL
13	Udział powierzchni gruntów zdewastowanych i zdegradowanych wymagających rekultywacji i zagospodarowania w powierzchni ogółem [%]	GUS – BDL
14	Udział powierzchni gruntów zrekultywowanych w ciągu roku w ogólnej powierzchni gruntów zdewastowanych i zdegradowanych [%]	GUS – BDL
15	Powierzchnia parków spacerowo-wypoczynkowych na 1 mieszkańca [ha]	GUS – BDL
16	Powierzchnia zieleńców, zieleni ulicznej i osiedlowej na 1 mieszkańca [ha/osoba]	GUS – BDL
17	Udział powierzchni obszarów prawnie chronionych w powierzchni ogółem [%]	GUS – BDL
18	Udział powierzchni o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronionej w ogólnej powierzchni [%]	GUS – BDL
19	Powierzchnia o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chroniona na 1 mieszkańca [ha]	GUS – BDL
20	Udział powierzchni parków narodowych w ogólnej powierzchni o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronionej [%]	GUS – BDL
21	Udział powierzchni parków krajobrazowych w powierzchni obszarów prawnie chronionych ogółem [%]	GUS – BDL
22	Udział powierzchni użytków ekologicznych w ogólnej powierzchni o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronionej [%]	GUS – BDL
23	Udział powierzchni obszarów sieci Natura 2000 w powierzchni obszarów prawnie chronionych ogółem [%]	GDOŚ

Lp.	Nazwa/definicja wskaźnika	Źródła danych
24	Udział zagrożonych gatunków zwierząt w ogólnej liczbie rozpoznanych gatunków zwierząt [%]	GUS, GDOŚ i opracowania statystyczne
25	Udział zagrożonych gatunków roślin w ogólnej liczbie rozpoznanych gatunków roślin [%]	GUS, GDOŚ i opracowania statystyczne
26	Presja ruchu turystycznego na obszarach chronionych [osoba/ha]	GUS, GDOŚ, opracowania statystyczne
27	Liczba gatunków roślin i zwierząt w parkach narodowych do liczby gatunków roślin i zwierząt ogółem [%]	Zarząd Główny Parków Narodowych, parkinarodowe.edu.pl
28	Udział liczby zagrożonych gatunków chronionych w liczbie gatunków chronionych ogółem [%]	ROŚ
29	Liczba gatunków rodzimych przypadających na 1 km^2 obszarów przyrody pierwotnej	CORINE
30	Stosunek gatunków restytuowanych do gatunków rodzimych [%]	CORINE
31	Liczba gatunków starych, tradycyjnych odmian roślin i ras zwierząt hodowlanych mających znaczenie dla ochrony różnorodności biologicznej na 1 km^2 obszarów przyrody pierwotnej	CORINE
32	Udział liczby stacji monitoringu różnorodności biologicznej w ogólnej liczbie stacji monitoringu środowiska [%]	IOŚ
33	Udział powierzchni gruntów leśnych w powierzchni ogółem – lesistość [%]	GUS – BDL
34	Udział powierzchni lasów i gruntów leśnych gminnych i prywatnych w całkowitej powierzchni lasów [%]	GUS – BDL
35	Udział powierzchni lasów ochronnych w całkowitej powierzchni lasów [%]	GUS – BDL
36	Udział odnowień leśnych i zalesień w ogólnej powierzchni lasu [%]	GUS – BDL
37	Udział odnowień leśnych i zalesień ogółem w powierzchni obszaru przyrodniczo cennego ogółem [%]	GUS – BDL
38	Pozyskanie drewna (grubizny) z lasów i gruntów leśnych gminnych i prywatnych [m^3/km^2]	GUS – BDL
39	Etat cięć. Struktura wiekowa i gatunkowa drzewostanów	IBL
40	Odtworzenie drzewostanu zieleni ogólnodostępnej i osiedlowej do powierzchni ogółem [%]	GUS – BDL
41	Liczba certyfikatów gospodarki leśnej – FM	LP, LKP, IBL
42	Obszar lasów certyfikowanych w stosunku do powierzchni obszaru przyrodniczo cennego [%]	LP, LKP, IBL
43	Udział ścieków oczyszczanych (komunalnych i przemysłowych) w ogólnej ilości ścieków wytworzonych [%]	GUS – BDL
	Ład społeczny	
44	Gęstość zaludnienia [osoba/km^2]	GUS – BDL
45	Przyrost naturalny na 1000 mieszkańców	GUS – BDL
46	Udział ludności w wieku produkcyjnym w ludności ogółem [%]	GUS – BDL
47	Udział osób zatrudnionych w sektorze rolniczym w ogólnej liczbie osób zatrudnionych [%]	GUS – BDL
48	Wskaźnik obciążenia ekonomicznego (w przeliczeniu na 100 osób)	GUS – BDL
49	Udział ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków (komunalnych i przemysłowych) w ludności ogółem [%]	GUS – BDL

Lp.	Nazwa/definicja wskaźnika	Źródła danych
50	Udział rolników korzystających ze szkoleń (podnoszenie kwalifikacji i edukacja ekologiczna) w ogólnej liczbie rolników [%]	ARiMR
51	Liczba osób zwiedzających placówki muzealne na 100 tys. mieszkańców	GUS – BDL
52	Udział osób uczestniczących w imprezach edukacyjnych w liczbie turystów ogółem [%]	ZGPN, zarząd parków krajobrazowych, rezerwaty przyrody, opracowania statystyczne
	Ład gospodarczy	
53	Wielkość nakładów inwestycyjnych na ochronę środowiska w środkach trwałych ogółem przypadająca na 1 mieszkańca [zł]	GUS – BDL
54	Wielkość nakładów inwestycyjnych na ochronę różnorodności biologicznej i krajobrazu przypadająca na 1 mieszkańca [zł]	GUS – BDL
55	Udział nakładów inwestycyjnych na ochronę różnorodności krajobrazu w nakładach inwestycyjnych ogółem [%]	GUS – BDL
56	Udział wydatków na gospodarkę lasami w wydatkach na ochronę środowiska [%]	GUS – BDL, ROŚ
57	Wydatki na zieleń na 1 mieszkańca [zł]	GUS – BDL
58	Udział środków finansowych przeznaczonych na rolnictwo ekologiczne i zintegrowane w wielkości dotacji dla rolnictwa [%]	GUS – BDL
59	Udział nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska w środkach na działalność badawczo-rozwojową ogółem [%]	MRiRW
60	Wielkość wydatków budżetów gmin na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego przypadająca na 1 mieszkańca [zł]	GUS – BDL
	Ład przestrzenny	
61	Stopień pokrycia powierzchni szczegółowymi planami zagospodarowania przestrzennego [%]	GUS
62	Urbanizacja kraju – udział użytków rolnych wyłączonych na cele komunikacyjne, osiedlowe i przemysłowe *w całości wyłączonych gruntów rolnych* [%]	GUS

Objaśnienia: IOŚ – Instytut Ochrony Środowiska; GUS – Główny Urząd Statystyczny; GUS – BDL – Główny Urząd Statystyczny – Bank Danych Lokalnych; MRiRW – Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi; GDOŚ – Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska; ROŚ – rocznik Ochrona Środowiska; CORINE – dane programu CORINE-biotops (system informacyjny realizowany w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie; opiera się na identyfikacji i inwentaryzacji miejsc szczególnie ważnych dla zachowania dziedzictwa przyrodniczego Europy, przede wszystkim ostoi i siedlisk); IBL – Instytut Badawczy Leśnictwa; LP – Lasy Państwowe; LKP – Leśne Kompleksy Promocyjne; ARiMR – Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

Źródło: A. Zielińska, op. cit., s. 220-222.

Należy zwrócić uwagę, że tworzenie zestawu wskaźników rozwoju zrównoważonego na poziomie lokalnym w Polsce cechuje i duża dowolność. Bardzo często wskaźnikowy system monitorowania strategii rozwoju zrównoważonego nie jest skorelowany z celami głównymi strategii, a użyte wskaźniki mają często charakter tradycyjny, luźno związany z rozwojem zrównoważonym[5]. Poziom lokalny odnosi się do obszaru parku krajobrazowego.

Do oceny stopnia wdrożenia koncepcji rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych posłużyć może uniwersalna matryca wskaźników rozwoju zrównoważonego (tabela 2). Wskaźniki rozpatrywane są w kategorii ładu zintegrowanego, uwzględniającego cztery łady: środowiskowy, społeczny, gospodarczy i przestrzenny.

Można zauważyć, że liczba wskaźników rozkłada się nierównomiernie dla poszczególnych ładów, dlatego też należy dążyć do tego, aby poszerzyć zbiór informacji, zwłaszcza dla ładu przestrzennego, w celu wnikliwszej analizy zagospodarowania przestrzennego.

Zestaw wskaźników rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych a baza Banku Danych Lokalnych

Badania zostały przeprowadzone dla parków krajobrazowych znajdujących się na terenie województwa podlaskiego i dolnośląskiego (tabela 3).

Przedmiotem badań były gminy leżące na terenie parków krajobrazowych w województwie podlaskim i dolnośląskim. Do badań zostały wybrane gminy, dla których ponad 38% powierzchni (gminy wiejskie i miejsko-wiejskie) leży na terenie badanego parku krajobrazowego. Wytypowano po jednej gminie o najwyższym poziomie wskaźnika powierzchni zlokalizowanej na terenie parku krajobrazowego. W rezultacie spośród 15 parków krajobrazowych do badań zakwalifikowano 7 parków (tabela 4):

- województwo dolnośląskie: Park Krajobrazowy „Dolina Baryczy", Park Krajobrazowy Park Krajobrazowy „Dolina Bystrzycy", Śnieżnicki Park Krajobrazowy, Przemkowski Park Krajobrazowy, Park Krajobrazowy „Chełmy", Rudawski Park Krajobrazowy;
- województwo podlaskie: Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej im. Profesora Witolda Sławińskiego.

Wyznaczanie wskaźników rozwoju zrównoważonego zostało przeprowadzone na podstawie Banku Danych Lokalnych (BDL), wieloszczeblowej bazy

[5] T. Borys, A. Zielińska, *Wstępne koncepcje banków wskaźników ekorozwoju*, w: *Przestrzenno-czasowe modelowanie i prognozowanie zjawisk gospodarczych*, red. A. Zeliaś, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Zakopane 2001, s. 225.

Tabela 3

Parki krajobrazowe województwa dolnośląskiego i podlaskiego

Lp.	Parki krajobrazowe	
Dolnośląskie parki krajobrazowe		
1	Dolnośląski Zespół Parków Krajobrazowych	Park Krajobrazowy „Dolina Baryczy”
2		Park Krajobrazowy „Dolina Bystrzycy”
3		Ślężański Park Krajobrazowy
4		Park Krajobrazowy „Dolina Jezierzycy”
5	Śnieżnicki Park Krajobrazowy	
6	Przemkowski Park Krajobrazowy	
7	Park Krajobrazowy „Chełmy”	
8	Rudawski Park Krajobrazowy	
9	Park Krajobrazowy Doliny Bobru	
10	Park Krajobrazowy Gór Sowich	
11	Park Krajobrazowy Sudetów Wałbrzyskich	
12	Książański Park Krajobrazowy	
Podlaskie parki krajobrazowe		
13	Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej im. Profesora Witolda Sławińskiego	
14	Łomżyński Park Krajobrazowy Doliny Narwi	
15	Suwalski Park Krajobrazowy	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Ochrona Środowiska,* GUS, Warszawa 2012.

Tabela 4

Gminy należące do wybranych parków krajobrazowych województwa dolnośląskiego i podlaskiego

Lp.	Parki krajobrazowe		Gmina/udział powierzchni parku krajobrazowego w ogólnej powierzchni gminy (%)
Dolnośląskie parki krajobrazowe			
1	Dolnośląski Zespół Parków Krajobrazowych	PK „Dolina Baryczy”	Krośnice/68,8%
2		PK „Dolina Bystrzycy”	Mietków/38,2%
3	Śnieżnicki PK		Stronie Śląskie/76,8%
4	Przemkowski PK		Gromadka/41,9%
5	PK „Chełmy”		Męcinka/61,2%
6	Rudawski PK		Mysłakowice/62,9%
Podlaskie parki krajobrazowe			
7	PK Puszczy Knyszyńskiej im. Profesora Witolda Sławińskiego		Szudziałowo/39,7%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.stat.gov.pl [25-11-2013].

danych statystycznych o różnorodnych, co do skali i zakresu, układach jednostek terytorialnych[6].

Bank Danych Lokalnych jest największym w Polsce uporządkowanym zbiorem informacji o sytuacji społeczno-gospodarczej, demograficznej, społecznej oraz stanie środowiska, opisującym województwa, powiaty oraz gminy jako podmioty systemu organizacji społecznej i administracyjnej państwa, a także regiony i podregiony stanowiące elementy nomenklatury jednostek terytorialnych do celów statystycznych. Bank Danych Lokalnych[7]:

- zapewnia stały, przyjazny dla korzystających, dostęp do aktualnych informacji statystycznych;
- umożliwia prowadzenie wielowymiarowych analiz statystycznych w układach regionalnych i lokalnych.

Bank Danych Lokalnych posiada modularną strukturę, którą tworzy zespolonych funkcjonalnie pięć modułów: regionalny, wojewódzki, podregionalny, powiatowy, gminny. Moduły te mogą być prezentowane w Nomenklaturze Jednostkach Terytorialnych do Celów Statystycznych (NTS). NTS dzieli Polskę na hierarchicznie powiązane jednostki terytorialne na 5 poziomach, z czego 3 określono jako poziomy regionalne a 2 – lokalne[8]:

1. Poziom regionalny obejmuje swoim zasięgiem:
- poziom 1 – obszar regionu (1 maja 2004 roku powołano 6 regionów, w skład których wchodzi po kilka (od 2 do 4) województw);
- poziom 2 – województwa;
- poziom 3 – podregiony (grupy powiatów);
2. Poziom lokalny obejmuje swoim zasięgiem:
- poziom 4 – powiaty;
- poziom 5 – gminy.

Od 15 stycznia 2014 roku w BDL-u jest dostępny moduł zawierający wskaźniki rozwoju zrównoważonego na poziomie lokalnym (powiat). BDL zapewnia wsparcie w obszarze rozwoju zrównoważonego poprzez udostępnienie wskaźników monitorujących stan i zmiany w zakresie rozwoju zrównoważonego.

Ten zbiór informacji w przypadku obszaru parku krajobrazowego dotyczy jednostki terytorialnej, jaką jest gmina. Należy zwrócić uwagę, że informacje o parkach krajobrazowych w układzie gminnym odnoszą się często do powierzchni analizowanych obszarów, często nie pokrywającej się w całości z powierzchnią gminy. Powoduje to, że wartość wyznaczonego wskaźnika jest wartością przybliżoną, która będzie wykorzystywana w dalszych wielowymiarowych analizach statystycznych. Pomimo tej niedoskonałości informacji o gminie analizowane wskaźniki stanowią potrzebne narzędzie informacyjne o otoczeniu, w którym funkcjonuje park krajobrazowy, wywierając wpływ na otoczenie zarówno gospodarcze, społeczne, przestrzenne, jak i środowiskowe.

---

[6] A. Zielińska, *The Regional Data Bank as a Database for Calculation of the Sustainable Development Indices in Municipality*, „Polish Journal of Environmental Studies" 2008 t. 17, nr 3B, s. 561.
[7] www.stat.gov.pl [25-11-2013].
[8] Ibidem.

Dla wymienionych parków na podstawie propozycji listy wskaźników rozwoju zrównoważonego dla obszarów chronionych (patrz tabela 2) wyznaczono możliwe do obliczenia wskaźniki dla badanych gmin leżących na terenie parków (tabela 7):

1. Powierzchnia gruntów leśnych w powierzchni ogółem [%].
2. Udział powierzchni lasów prywatnych w całkowitej powierzchni lasów [%].
3. Udział powierzchni parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej w miastach i na wsi w powierzchni ogółem [%].
4. Udział ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków w ludności ogółem [%].
5. Gęstość zaludnienia [osoba/1 km^2].
6. Udział bezrobotnych zarejestrowanych w liczbie ludności w wieku produkcyjnym [%].
7. Uczestnicy imprez do liczby imprez w domach i ośrodkach kultury, klubach i świetlicach [osoba/szt].
8. Udział wydatków na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego przypadająca w wydatkach ogółem [%].
9. Udział powierzchni objętej obowiązującymi miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego w powierzchni ogółem [%].
10. Udział miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w trakcie sporządzania na podstawie ustawy z 7 lipca 1994 r. oraz na podstawie ustawy z 27 marca 2003 r. do powierzchni ogółem [%].

Liczba wskaźników wytypowanych do badań również rozkłada się nierównomiernie dla poszczególnych ładów (patrz tabela 5).

Tabela 5

Struktura wskaźników rozwoju zrównoważonego dla gmin leżących na terenie parku krajobrazowego według ładów

Łady	Liczba wskaźników
Środowiskowy	4
Społeczny	3
Gospodarczy	1
Przestrzenny	2
Wskaźniki ogółem	10

Źródło: opracowanie własne.

Klasyfikacja hierarchiczna w wielowymiarowej analizie porównawczej dla parków krajobrazowych

W klasyfikacji gmin często wykorzystuje się wskaźniki, które są wyrażone w różnych jednostek fizycznych; jest to przyczyną trudności związanych z oceną podobieństwa obiektów, na przykład gmin. Celowe jest poszukiwanie takich metod, które pozwoliłyby na obiektywizację procedury ogólnej oceny stanu środowiska oraz stopnia wdrożenia koncepcji rozwoju zrównoważonego[9]. Problem ten rozwiązuje metoda wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP).

Wielowymiarowe badania porównawcze mają duże zastosowanie tak w gospodarce, jak i w ochronie środowiska, ponieważ umożliwiają ocenę poziomu rozwoju analizowanych obiektów (gmin) i stanowią podstawę do podejmowania właściwych decyzji dotyczących przykładowo oceny wdrażania koncepcji rozwoju zrównoważonego dla wybranych obszarów chronionych.

Celem WAP jest przeprowadzenie wielowymiarowych badań porównawczych, w których są wykrywane prawidłowości w zbiorowościach statystycznych, gdzie jednostki są opisane przez stosunkowo liczny zespół wskaźników.

Do przeprowadzenia wielowymiarowej analizy porównawczej wykorzystano klasyfikację hierarchiczną (metoda porządkowania liniowego), zadaniem której jest uszeregowanie (ustalenie kolejności) obiektów lub ich zbiorów według przyjętego kryterium. Metody te mogą być stosowane tylko wtedy, gdy jest możliwe przyjęcie pewnego nadrzędnego kryterium, ze względu na które można uporządkować obiekty od „najlepszego" do „najgorszego". Dlatego też w badaniu za problem badawczy przyjęto stopień realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego w gminach leżących na terenie parków krajobrazowych województwa podlaskiego i dolnośląskiego.

Na początku analizy WAP dokonano ujednolicenia charakteru wytypowanych wskaźników, czyli przekształcenia między innymi destymulant na stymulanty dla badanych wskaźników[10]:

$$S_{ij}=b[D_{ij}]^{-1} \tag{1}$$

gdzie:

D_{ij} – wartość j-tej destymulanty (wskaźnika) zaobserwowana w i-tej gminie,

b – stała przyjmowana arbitralnie na przykład $b=\min D_{ij}$.

Za destymulanty według oceny subiektywnej uznano (numery wskaźników): 5 i 6; wśród badanych wskaźników nie odnotowano nominanty.

[9] K.R. Mazurski, *Nasilenie zanieczyszczenie środowiska Polski w ocenie ilościowej*, w: *Problemy terenów zanieczyszczonych w Europie Środkowej i Wschodniej*, Race News Special Issue, Katowice 1999, s. 29.

[10] M. Sej-Kolasa, A. Zielińska, *Excel w statystyce, materiały do ćwiczeń*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2004, s. 92.

Następnie przeprowadzono normalizację wskaźników (x_{ij}), czyli pozbawienie wartości wskaźników mian i ujednolicenie rzędów wielkości w celu doprowadzenia ich do porównywalności. Wykorzystano tu formułę[11]:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \overline{x}_j}{S_j} \tag{2}$$

gdzie:
z_{ij} – znormalizowana wartość j-tego wskaźnika w i-tej gminie,
x_{ij} – wartość wskaźnika,
$\overline{x}_j$ – średnia arytmetyczna j-tego wskaźnika,
S_j – odchylenie standardowe j-tego wskaźnika.

W ten sposób wyznaczono dla wszystkich wskaźników według gmin znormalizowaną macierz danych.

Narzędziem klasyfikacji hierarchicznej jest syntetyczny miernik rozwoju (SMR), będący pewną funkcją agregującą informacje cząstkowe zawarte w poszczególnych wskaźnikach i wyznaczoną dla każdego obiektu (gminy) ze zbiorów obiektów. Formuły agregacji wartości zmiennych można ogólnie podzielić na wzorcowe i bezworcowe. Formuły wzorcowe są różnego rodzaju odległościami poszczególnych obiektów od obiektu wzorcowego, którym jest na ogół tak zwany dolny bądź górny biegun rozwoju. W formułach bezworcowych następuje uśrednienie znormalizowanych wartości zmiennych (z możliwością uwzględnienia wag dla poszczególnych zmiennych)[12]. W badaniach wykorzystano syntetyczny miernik rozwoju według formuły wzorcowej górnego bieguna rozwoju[13]:

$$p_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} \left| z_{ij} - z_{0j} \right| \tag{3}$$

gdzie:
p_i – syntetyczny miernik rozwoju dla i–tej gminy,
m – liczba wskaźników,
z_{0j} – współrzędna j–tej cechy obiektu wzorca (górnego bieguna rozwoju).

W formule wzorcowej według górnego bieguna rozwoju, wyznacza się najkorzystniejsze (najwyższe) wartości dla poszczególnych wskaźników. Za „najlepszą" gminę uznaje się tę, która ma minimalną wartość p_i a „najgorszą" – maksymalną wartość p_i.

Rezultaty analizy według formuły wzorcowej dla gmin parków krajobrazowych ilustruje tabela 6.

[11] Ibidem.
[12] *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, red. E. Gatnar, M. Walesiak, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2004, s. 351-355; T. Grabiński, *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych*, „Zeszyty Naukowe AE w Krakowie. Seria specjalna Monografie" 1984 nr 61, s. 38.
[13] M. Sej-Kolasa, A. Zielińska, op. cit., s. 97.

Tabela 6
Syntetyczny miernik rozwoju dla gmin parków krajobrazowych województwa podlaskiego i dolnośląskiego

Pozycja gminy	Park krajobrazowy	Nazwa gminy	Syntetyczny miernik rozwoju
1.	PK „Dolina Bystrzycy”	Mietków	1,44
2.	Śnieżnicki PK	Stronie Śląskie	1,75
3.	PK „Chełmy”	Męcinka	1,915
4.	PK „Dolina Baryczy”	Krośnice	1,924
5.	PK Puszczy Knyszyńskiej	Szudziałowo	2,0764
6.	Przemkowski PK	Gromadka	2,0765
7.	Rudawski PK	Mysłakowice	2,12

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie rezultatów SMR dla gmin leżących na terenie parków krajobrazowych województwa podlaskiego i dolnośląskiego najbardziej pożądany poziom osiągnęła gmina Mietków (Park Krajobrazowy „Dolina Bystrzycy”), a drugą pozycję (z istotną różnicą SMR) zajmuje gmina Stronie Śląskie, leżąca na terenie Śnieżnickiego Parku Krajobrazowego. Za najgorszą gminę według realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego należy uznać gminę Mysłakowice (Rudawski Park Krajobrazowy). Należy zwrócić uwagę, że obliczenia na podstawie tylko 10 wskaźników mogą zniekształcić uzyskane rezultaty.

Podsumowanie

Uzyskane rezultaty upoważniają do sformułowania kilku wniosków:

- klasyfikacja hierarchiczna gmin leżących na terenie parków krajobrazowych ukazuje, które z gmin najlepiej wdrażają koncepcję rozwoju zrównoważonego;
- konieczne jest podjęcie próby polegającej na przypisaniu odpowiednich rang dla poszczególnych wskaźników, gdyż nie wszystkie analizowane wskaźniki mają takie samo znaczenie w realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego na terenie parków krajobrazowych;
- gminy wykorzystane do analizy mają podobną sytuację społeczno-gospodarczo-środowiskową;
- zaproponowane wskaźniki rozwoju zrównoważonego w większości diagnozują stan społeczno-środowiskowy, a w małym stopniu opisują sytuację gospodarczą i przestrzenną w gminach;
- uzyskane rezultaty, mimo iż mogą budzić pewne wątpliwości, potwierdzają przydatność syntetycznego miernika rozwoju w ocenie stopnia wdrażania koncepcji rozwoju zrównoważonego na terenie parków krajobrazowych.

Tabela 7

Struktura wskaźników rozwoju zrównoważonego dla gmin leżących na terenie parku krajobrazowego województwa podlaskiego i dolnośląskiego w 2012 roku

Lp.	Zmienne / Obiekty	Gromadka	Męcinka	Mysłakowice	Stronie Śląskie	Krośnice	Mietków	Szudziałowo
1.	Powierzchnia gruntów leśnych w powierzchni ogółem [%]	99,90	100,00	30,10	25,10	99,70	99,80	0,20
2.	Udział powierzchni lasów prywatnych w całkowitej powierzchni lasów [%]	0,07	0,34	0,00	2,05	0,00	0,11	0,00
3.	Udział powierzchni parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej w miastach i na wsi w powierzchni ogółem [%]	0,52	0,32	0,09	0,21	0,24	0,24	1,00
4.	Udział ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków w ludności ogółem [%]	0,55	0,32	0,39	0,29	0,45	1,00	0,32
5.	Gęstość zaludnienia [osoba/km^2]	7,50	12,80	10,50	14,20	9,10	4,10	12,70
6.	Udział bezrobotnych zarejestrowanych w liczbie ludności w wieku produkcyjnym [%]	0,88	4,47	12,60	0,67	2,85	9,08	10,44
7.	Uczestnicy imprez do ilości imprez w domach i ośrodkach kultury, klubach i świetlicach [osoba/szt]	47,11	71,14	66,49	89,75	51,25	39,73	24,87
8.	Udział wydatków na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego przypadająca w wydatkach ogółem [%]	0,05	0,00	0,01	0,12	0,01	0,20	0,00
9.	Udział powierzchni objętej obowiązującymi miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego w powierzchni ogółem [%]	106	47	83	0	50	419	83
10.	Udział miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w trakcie sporządzania na podstawie ustawy z 7 lipca 1994 r. oraz na podstawie ustawy z 27 marca 2003 r. do powierzchni ogółem [%]	2,94	5,32	1,76	3,30	20,55	5,33	3,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Bank Danych Lokalnych, www.stat.gov.pl [26-11-2013].

Postuluje się, aby stworzyć jednolity zestaw wskaźników rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych w układzie gminnym, który będzie wykorzystywany do oceny realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego w gminach.

Wykorzystana klasyfikacja hierarchiczna oparta na syntetycznym mierniku rozwoju służy do ciągłej analizy dynamiki zmian w realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych.

Iwona Bąk • Wojciech Zbaraszewski • Dariusz Pieńkowski

WYKORZYSTANIE ANALIZY KORESPONDENCJI W BADANIACH TRANSGRANICZNEGO RUCHU TURYSTYCZNEGO W WOLIŃSKIM PARKU NARODOWYM

Iwona Bąk, dr – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wojciech Zbaraszewski, dr – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Dariusz Pieńkowski, dr – Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomiczny
ul. Żołnierska 47, 71-210 Szczecin
e-mail: iwona.bak@zut.edu.pl

USING THE CORRESPONDENCE ANALISYS IN THE RESEARCH ON TRANSBOUNDARY TOURIST TRAFFIC IN WOLIN NATIONAL PARK

SUMMARY: There is still a small contribution of German tourists visiting Polish natural protection areas at Polish-German borderlands despite the border checks elimination in 2007. An example of protected areas in Poland located at the borderland is the Wolin National Park (WNP); the share of foreign visitors of the park including Germans, is still marginal (approx. 0.7%). The paper is aimed at presentation of the possibilities of using multiple correspondence analysis to study Polish and German tourists visiting WPN. At first the travel preferences have been illustrated by the method of Chernoff faces. The specific objective of the research was to investigate relationship between variables characterizing German and Polish tourists. Also Ward's method was applied because of the relatively large number of analyzed variable variants; it allowed indicating the links between the variants. The latter revealed 3 groups of tourists visiting WPN; two of them distinguished different nationalities. The calculations and graphical presentations of the results have been computed with Statistica software version 10.0.

KEY WORDS: correspondence analysis, Chernoff's faces, Ward's method, cross-border tourism, protected areas, national parks

Wstęp

Jednym z ważnych problemów turystyki na pograniczu polsko-niemieckim jest niewielki udział turystów niemieckich odwiedzających polskie obszary przyrodniczo cenne. Przykładem obszarów chronionych w Polsce, który jest położony w bezpośrednim sąsiedztwie granicy państwowej jest Woliński Park Narodowy (WPN). Pomimo, że WPN jest jednym z 23 parków narodowych w Polsce i to najliczniej odwiedzanych (około 1,5 mln turystów rocznie, co stanowi około 13% całkowitego ruchu turystycznego w polskich parkach narodowych), to udział obcokrajowców, w tym z Niemiec, jest nadal marginalny (około 10 tys. rejestrowanych osób rocznie). Jednak istnieją przesłanki uprawdopodabniające możliwość zwiększenia ruchu transgranicznego pomiędzy Polską a Niemcami, którymi mogą być, przykładowo, różnice w rozwoju gospodarczym (mierzonym parytetem siły nabywczej na 1 mieszkańca, który wynosił 19 700 euro w Meklemburgii, wobec 12 700 euro w województwie zachodniopomorskim), strukturą demograficzną (mierzony wskaźnikiem starości, który w 2012 roku wynosił 31% dla Niemiec wobec 19% w Polsce)[1]. Znaczące dla ruchu turystycznego mogą być różnice w strukturze możliwości noclegowych. Okazuje się, że po niemieckiej stronie Pomorza dominują miejsca noclegowe w hotelach (48%)[2] wobec prawie trzykrotnie mniejszego ich udziału po stronie polskiej (18%)[3].

Celem artykułu jest prezentacja wykorzystania wielowymiarowej analizy korespondencji do badania podróży turystycznych turystów polskich i niemieckich związanych z odwiedzinami Wolińskiego Parku Narodowego. Podjęto próbę wykrycia powiązań pomiędzy zmiennymi charakteryzującymi te podróże. Do obliczeń wykorzystano moduł Analiza korespondencji w pakiecie Statistica 10.0. W celu podwyższenia jakości odwzorowania przeprowadzono modyfikację wartości własnych według propozycji Greenacre'a. Ze względu na dość dużą liczbę wariantów analizowanych zmiennych zastosowano metodę Warda, która umożliwiła wyznaczenie powiązań pomiędzy wariantami zmiennych. Dodatkowo, dane zostały zobrazowane za pomocą metody twarzy Chernoffa, która umożliwiła zaprezentowanie różnic pomiędzy profilem preferencji statystycznego turysty niemieckiego i polskiego odwiedzającego Woliński Park Narodowy.

Charakterystyka Wolińskiego Parku Narodowego

Woliński Park Narodowy znajduje się bezpośrednio przy granicy państwowej. Jest on odwiedzany głównie przez turystów przyjeżdżających na nadmorski

[1] Eurostat, *Statystyki regionalne*, www.epp.eurostat.ec.europa.eu [10-09-2013].
[2] Ibidem.
[3] *Turystyka w 2012*, GUS, Warszawa 2013, s. 46.

wypoczynek na Pomorze Zachodnie (Świnoujście, Międzyzdroje, Wisełka, Wolin). Powstał w 1960 roku i według IUCN, podobnie jak większość polskich parków narodowych, został zaliczony do II kategorii[4]. Powierzchnia parku, którego siedziba mieści się w Międzyzdrojach wynosi 8,1 tys. ha, w tym 4,6 tys. ha to lasy, a obszary pod ścisłą ochroną obejmują 500,2 ha[5]. Ochroną w WPN objęto przede wszystkim: wybrzeże klifowe o długości 15 km, obszary wodno-błotne delty Świny z licznymi gatunkami ptaków oraz lasy bukowe i bukowo-dębowe. Podobnie jak w innych parkach narodowych są to cenne i wrażliwe ekosystemy, które nadmierna penetracja turystyczna mogłaby nawet zniszczyć. Dlatego wyznaczono na terenie WPN szlaki turystyczne o łącznej długości 50,1 km wraz z dziewięcioma schronami przeciwdeszczowymi[6]. Ze względu na liczbę turystów WPN można zaliczyć do 25% polskich parków narodowych o największej liczbie turystów w stosunku do powierzchni parku. W przypadku analizowanego parku relacja ta w 2012 roku ukształtowała się w wysokości 137 turystów na 1 ha powierzchni parku[7]. W celu przyjęcia tak dużego ruchu turystycznego, o dużej sezonowości przypadającej na okres od maja do sierpnia, wyznaczono w ramach tras turystycznych kilka flagowych atrakcji turystycznych. Znaczącą atrakcją WPN jest Muzeum Przyrodnicze WPN w Międzyzdrojach, które było odwiedzane przez 33,3 tys. turystów w 2012 roku. Warto podkreślić, że liczba turystów zwiedzających muzeum od 1999 roku charakteryzuje się tendencją malejącą, gdyż jeszcze w latach 1999-2002 muzeum odwiedzało około 55 tys. turystów rocznie. W 1999 roku zagrodę pokazową żubrów odwiedziło 157 tys. turystów, w 2006 roku już o 28 tys. turystów mniej, a w 2012 roku – 0,25% turystów mniej niż w 1999 roku, czyli 117 tys. (dane WPN).

W skład WPN wchodzi również obszar Morza Bałtyckiego, który można podziwiać z punktów widokowych. Flagowym punktem widokowym w WPN jest góra Kawcza. Jest to wzniesienie o wysokości 61 m n.p.m w buczynie, usytuowane na klifowym brzegu. Kolejnym punktem widokowym na Morze Bałtyckie jest góra Gosań o wysokości 93 m n.p.m. Natomiast wzgórze Zielonka jest uznanym punktem widokowym na obszary wodno-błotne Delty Świny z licznymi, okresowo zalewanymi wysepkami. Ciekawym punktem widokowym i zarazem miejscem rekreacyjnym jest obszar nad Jeziorem Turkusowym w Wapnicy. Charakteryzuje się on stromymi urwiskami i kredowym podłożem.

Wymienione główne atrakcje WPN wraz z wyznaczonymi szlakami turystycznymi w zdecydowanej większości zaspokajają potrzeby turystów. Najcenniejsze zasoby WPN (między innymi liczne rezerwaty ścisłe) są zabezpieczone przed nadmierną presją ze strony turystów[8]. Jednocześnie bliskość granicy pań-

[4] IUCN, *Guidelines for Protected Area Management Categories*, Gland, IUCN 1994, s. 19.
[5] *Ochrona środowiska 2013*, GUS, Warszawa 2013, s. 284.
[6] Ibidem, s. 286.
[7] Ibidem, s. 286.
[8] M. Kistowski, P. Śleszyński, *Presja turystyczna na tle walorów krajobrazowych Polski*, w: *Krajobraz a Turystyka*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG nr 14, Sosnowiec 2010, s. 34-48.

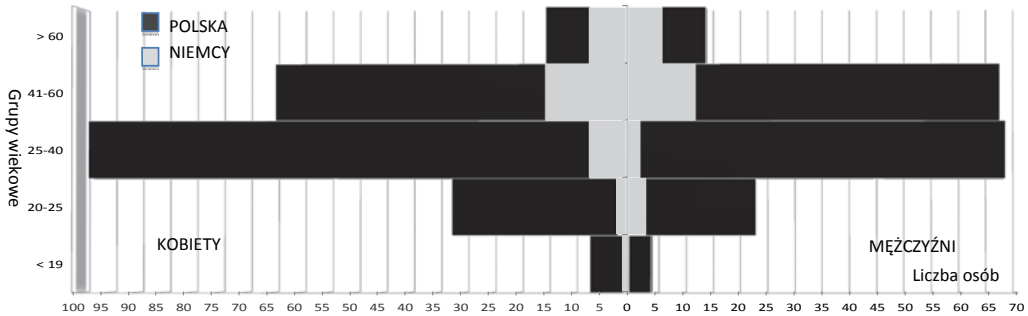
stwowej z Niemcami stanowi szansę na rozwój gospodarczy regionu Pomorza Zachodniego opartego na turystyce transgranicznej na obszarach chronionych.

Charakterystyka materiału badawczego

W celu identyfikacji czynników determinujących transgraniczny ruch turystyczny zostały przeprowadzone pilotażowe badania ankietowe w ramach polsko-niemieckiego projektu „Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania turystyki transgranicznej w Euroregionie Pomerania". Badanie przeprowadzano wśród turystów, którzy odwiedzili Woliński Park Narodowy. Otrzymano 392 prawidłowo wypełnionych ankiet, przy czym 337 dotyczyło obywateli polskich, a pozostałe obywateli niemieckich. W kwestionariuszu ankiety uwzględniono cztery pytania klasyfikacyjne oraz 12 pytań odnoszących się do analizowanego zjawiska. W metryce znalazły się pytania o charakterze demograficznym dotyczące: płci, wieku, liczby osób w gospodarstwie domowym i miejsca zamieszkania. Druga część ankiety dotyczyła charakterystyki wyjazdów i zawierała pytania dotyczące pobytu turystów w WPN w zakresie: częstotliwości odwiedzin, czasu trwania pobytu, powodów odwiedzenia, zaobserwowanych problemów, źródeł informacji turystycznej, środków transportu wykorzystywanych na dojazd, obiektów noclegowych, z jakich korzystano podczas odwiedzin oraz szacunkowych wielkości wydatków poniesionych w związku z wyjazdami. Strukturę respondentów według wieku i płci badanej próby przedstawiono na rysunku 1.

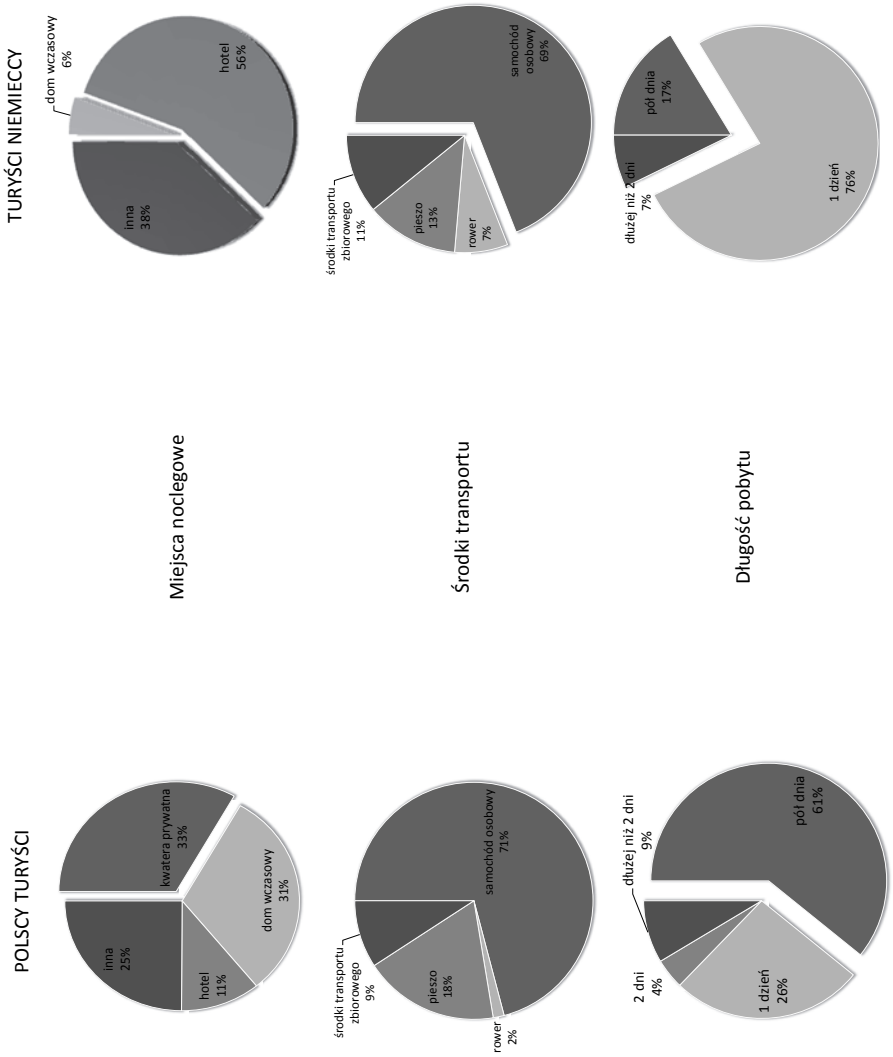
Celem wstępnej analizy było znalezienie cech charakterystycznych, które w szczególności różnicują te grupy turystów. Wśród turystów polskich przeważają osoby w grupie wiekowej 25-40 lat podczas, gdy wśród turystów niemieckich jest to grupa 41-60 lat, przy czym znaczący udział w strukturze wiekowej turystów z Niemiec stanowią również turyści w wieku powyżej 60 lat (24%) (rysunek 1).

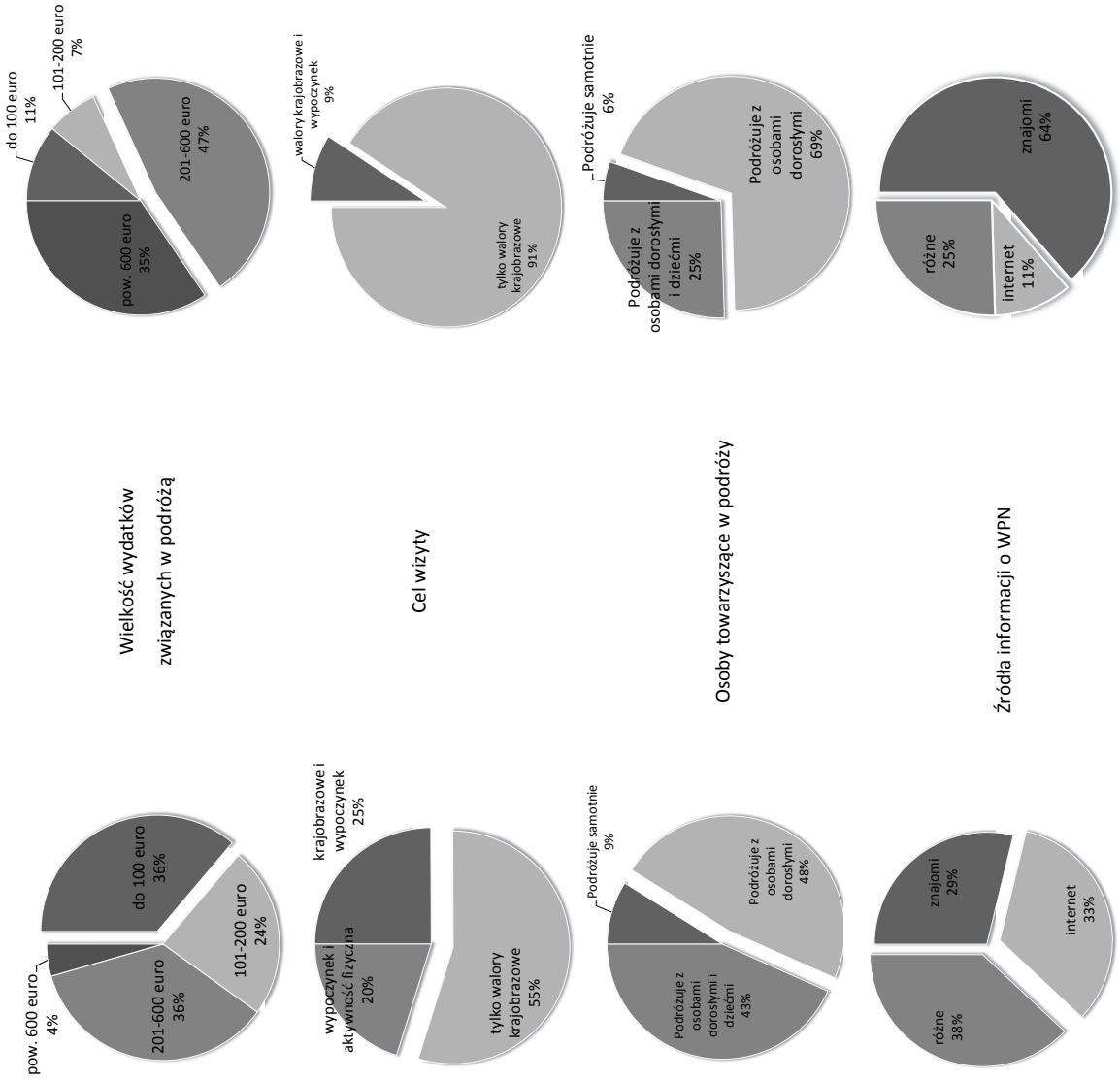
Rysunek 1
Struktura respondentów według wieku i płci w badanej próbie z uwzględnieniem narodowości respondentów



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 2
Analiza preferencji turystów z Polski i Niemiec




Wielkość wydatków związanych w podróżą
pow. 600 euro 4%
201-600 euro 36%
do 100 euro 36%
101-200 euro 24%
do 100 euro 11%
101-200 euro 7%
201-600 euro 47%
pow. 600 euro 35%
Cel wizyty
wypoczynek i aktywność fizyczna 20%
krajobrazowe i wypoczynek 25%
tylko walory krajobrazowe 55%
walory krajobrazowe i wypoczynek 9%
tylko walory krajobrazowe 91%
Osoby towarzyszące w podróży
Podróżuje samotnie 9%
Podróżuje z osobami dorosłymi i dziećmi 43%
Podróżuje z osobami dorosłymi 48%
Podróżuje samotnie 6%
Podróżuje z osobami dorosłymi i dziećmi 25%
Podróżuje z osobami dorosłymi 69%
Źródła informacji o WPN
różne 38%
znajomi 29%
internet 33%
różne 25%
internet 11%
znajomi 64%

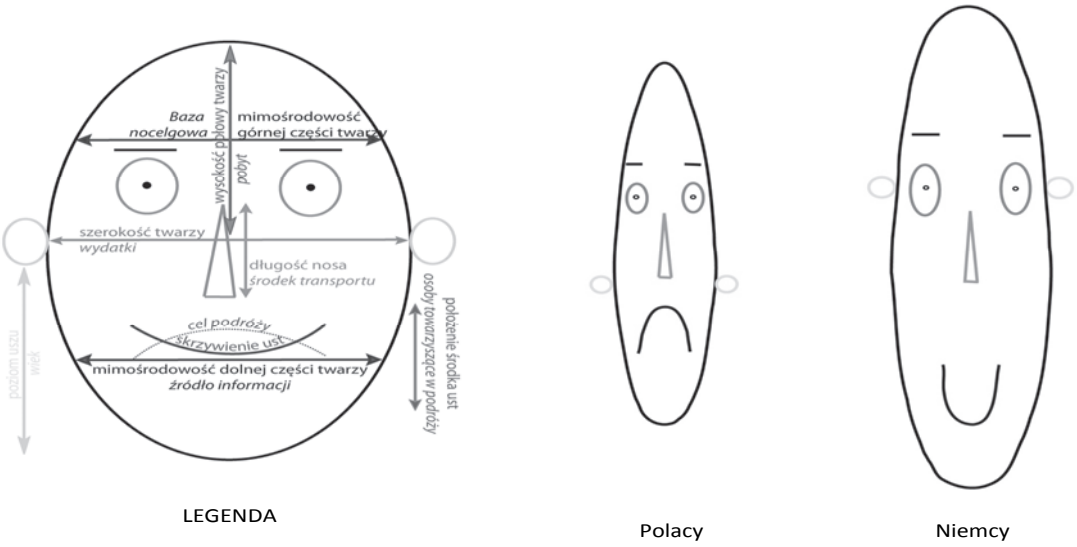
Analiza preferencji z podziałem respondentów na ich narodowość wskazuje na znaczne różnice. W szczególności występują one w zakresie korzystania z bazy noclegowej, wielkości wydatków związanych z pobytem na urlopie w Polsce, źródłem informacji, z którego turyści w poszczególnych krajach czerpią informacje oraz czasem pobytu w WPN (rysunek 2). Turyści polscy przede wszystkim korzystają z noclegów typu kwatery prywatne (33%) oraz domy wczasowe (31%), podczas gdy dla turystów z Niemiec najatrakcyjniejszą ofertę noclegową stanowią hotele (56%). Może to być związane ze znacznie większymi środkami finansowymi pozostającymi do dyspozycji turystów z Niemiec oraz w znacznie mniejszym stopniu prowadzoną kampanią marketingową przez właścicieli domów dysponujących niewielką bazą noclegową. Na prawidłowość takiej interpretacji wyników wskazują również zdecydowanie większe wydatki turystów niemieckich, które zostały potwierdzone w ramach tego badania. Wydatki turystów niemieckich kształtują się w przedziale 201-600 euro (47% wskazań) oraz ponad 600 euro na osobę (35% wskazań). Natomiast wśród turystów polskich dominującą grupę stanowili turyści, których wydatki kształtowały się w niższych kwotach: po 36% respondentów wskazało na wydatki w przedziałach: do 100 euro na osobę oraz 201-600 euro. Na wydatki powyższej 600 euro na osobę wskazało tylko 4% polskich turystów, czyli aż 9-krotnie mniej wskazań niż w przypadku turystów niemieckich.

Głównym źródłem informacji o WPN dla turystów z Niemiec były referencje i rekomendacje znajomych (64%), podczas gdy dla Polaków to źródło informacji było mniej znaczące (29% wskazań). Internet był trzykrotnie częściej źródłem informacji o WPN dla Polaków (33%) niż dla Niemców (11%). Różnice w preferencjach turystów ze względu na narodowość dotyczyła również długości pobytu w WPN. Turyści niemieccy przebywali zazwyczaj jeden dzień (76%), podczas gdy Polacy przeznaczali na ten cel pół dnia (61%). Na pobyt jednodniowy w WPN wskazało tylko 26% turystów z Polski.

Dominująca część turystów niemieckich podróżuje z innymi osobami dorosłymi (69%), przy czym również Polacy chętnie podróżują w towarzystwie innych osób dorosłych (48%). Tym niemniej, wśród turystów polskich dużą grupę stanowią turyści podróżujący z dziećmi (43%), podczas gdy udział turystów niemieckich podróżujących z dziećmi jest mniejszy (25%). Również obie grupy narodowościowe swój pobyt w WPN tłumaczą w znaczącej części walorami krajobrazowymi (Niemcy – 95%, Polacy – 55%), przy czym dla Polaków dużą rolę odgrywają uwarunkowania związane z możliwością wypoczynku (25%) i aktywności fizycznej (20%). Dominującym środkiem transportu dla obu badanych grup był samochód (blisko 70% turystów w obu grupach). Jednak największa różnica w zakresie wykorzystywanego środka transportu występuje w preferowaniu wycieczek rowerowych, które dla turystów niemieckich stanowiły ponad trzykrotnie większy udział (7%), niż dla turystów polskich (2%).

W celu znalezienia różnic w zakresie profilu turysty w grupach zróżnicowanych przez narodowość posłużono się metodą graficznej prezentacji danych wykorzystującą psychologiczne preferencje ludzi do rozpoznawania cech ludzkiej twarzy tak zwaną metodą twarzy Chernoffa (w pakiecie Statistica 10.0 moduł

Rysunek 3
Ilustracja różnic metodą twarzy Chernoffa pomiędzy zmiennymi charakteryzującymi turystów niemieckich i polskich odwiedzających WPN



Źródło: opracowanie własne.

Wykresy obrazkowe). Ze względu na wiele różnych zmiennych uwzględnionych w badaniu ankietowym skutecznym sposobem porównania umożliwiającego efektywny sposób prezentacji i przekazania informacji wydaje się w tym przypadku właśnie ta metoda[9]. Z założenia metoda Chernoffa pozwala na szybką ocenę ogólnych różnic pomiędzy grupami zmiennych, tym niemniej, umożliwia również szczegółową analizę zakresu zmienności w ramach poszczególnych preferencji. W celu zobrazowania różnic przyjęto cechy najbardziej charakterystyczne dla grupy turystów niemieckich wskazując, w jakim zakresie są one preferowane przez grupę turystów polskich. Cechy twarzy ludzkiej zostały przypisane poszczególnym zmiennym (rysunek 3). W ten sposób wysokość uszu odpowiada wiekowi turysty, szerokość twarzy przyporządkowano wielkości wydatków podczas podróży, skrzywienie ust traktowana jest jako cel podróży, długość nosa przyporządkowano rodzajowi środka transportu, mimośrodkowość górnej części twarzy odpowiada preferowanej przez turystę bazie noclegowej, a dolna część twarzy wykorzystywanym źródłom informacji o Wolińskim Parku Narodowym.

[9] K. Suwada, *Wizualizacja danych jako uzupełnienie metod analitycznych*, StatSoft Polska, Warszawa 2009, s. 131.

Tabela 1
Preferencje turystów niemieckich i polskich odwiedzających WPN

Wyszczególnienie	Wydatki	Wiek	Pobyt	Nocleg	Informacja	Transport	Z kim?	Cel
	201-600 [euro]	41-60 lat	1 dzień	hotel	znajomi	samochód	z dorosłymi	krajobraz
	Udział odpowiedzi [%]							
Niemcy	47	49	76	56	64	69	69	91
Polacy	36	31	26	11	29	71	48	55

Źródło: opracowanie własne.

Do przedstawienia danych za pomocą metody twarzy Chernoffa dla grupy turystów niemieckich przyjęto udział najbardziej preferowanych cech charakteryzujących tych turystów, a dla drugiej twarzy Chernoffa odpowiadający tym preferencjom udział danej cechy wśród turystów polskich (tabela 1). Cechy charakterystyczne twarzy reprezentują różnice w zakresie tych zmiennych, przykładowo szerokość twarzy odpowiada wielkości wydatków. Jednocześnie, w grupie turystów niemieckich najwięcej, bo 47% respondentów wskazało na wydatki w kwocie 201-600 euro, co zostało przyporządkowane pewnej szerokości twarzy „Niemca". Ponieważ mniej, bo 36% turystów polskich wskazało na ten przedział wydatków to szerokość twarzy „Polaka" jest mniejsza.

W celu przeprowadzenia właściwych badań charakteryzujących transgraniczny ruch turystyczny na terenie WPN poszczególnym kategoriom zmiennych przypisano następujące symbole:

- baza noclegowa: B1 – kwatera prywatna, B2 – dom wczasowy, B3 – hotel, B4 – inne (przykładowo u znajomych lub krewnych, sanatorium, namiot, domek letniskowy);
- długość pobytu: D1 – pół dnia, D2 – 1 dzień, D3 – 2 dni, D4 – dłużej niż 2 dni;
- źródło informacji o WPN: I1 – polecenie przez znajomych, I2 – Internet, I3 – wiele źródeł informacji;
- główny środek transportu wykorzystywany na dojazd: T1 – samochód osobowy, T2 – rower, T3 – pieszo, T4 – środki transportu zbiorowego;
- wydatki ogółem poniesione w związku z wyjazdem: W1 – do 100 euro, W2 – 101-200 euro, W3 – 201-600 euro, W4 – powyżej 600 euro;
- liczba osób w podróży: O1 – podróżuje samotnie, O2 – podróżuje tylko z osobami dorosłymi, O3 – podróżuje z osobami dorosłymi i dziećmi,
- narodowość: PL – polska, N – niemiecka;
- płeć: M – mężczyzna, K – kobieta;
- wiek: L1 – do 19 lat, L2 – 20-25 lat, L3 – 26-40 lat, L4 – 41 – 60 lat, L5 – powyżej 60 lat;
- powody odwiedzenia WPN: P1 – walory krajobrazowe i wypoczynek, P2 – tylko walory krajobrazowe, P3 – wypoczynek i aktywność fizyczna.

Metoda badawcza[10]

Analiza korespondencji jest jedną z metod statystycznej analizy wielowymiarowej. Metoda ta umożliwia trafne rozpoznanie współwystępowania kategorii zmiennych (lub obiektów) zmierzonych na skali nominalnej. Punktem wyjścia jest zapisanie złożonej tablicy kontyngencji (wielodzielczej, krzyżowej), w której umieszcza się liczebności wystąpień poszczególnych kategorii zmiennych przyjętych do opisu *n* obiektów. W zagadnieniach praktycznych bardzo często stosowanym sposobem zapisu danych jest macierz Burta. W pierwszym kroku wymagana jest budowa złożonej macierzy znaczników *Z*, która składa się z bloków (podmacierzy) odpowiadającym kolejnym zmiennym: $Z=[Z_{1,\ldots,}Z_Q]$, gdzie Q oznacza liczbę cech. Elementy złożonej macierzy znaczników przyjmują wyłącznie wartości 0 i 1, w zależności od tego, czy dany obiekt posiada wyróżnioną kategorię zmiennej, czy też nie[11].

Macierz Burta jest wynikiem działania: $B=Z^TZ$. Powstaje wówczas symetryczna macierz blokowa, w której na głównej przekątnej umieszczone są macierze diagonalne, zawierające liczebności wystąpień kategorii cech, a poza przekątną położone są tablice kontyngencji dla każdej pary rozpatrywanych zmiennych. Całkowita liczebność każdej podmacierzy jest równa liczebności badanych jednostek *n*, a całkowita liczebność macierzy Burta wynosi $n \cdot Q^2$. Ponieważ macierz Burta jest symetryczna ($b_{ij}=b_{ji}$), to liczebności brzegowe wierszy i kolumn są identyczne i oblicza się je w następujący sposób:

$$\sum_{j=1}^{J} b_{ij} = b_{i\bullet} = b_{j\bullet=Q} = Q \cdot b_{ii} \tag{1}$$

gdzie:

b_{ij} — elementy macierzy Burta,

J — łączna liczba kategorii wszystkich cech.

Częstości brzegowe wierszy i kolumn są sobie równe i wynoszą:

$$p_{i\bullet} = \frac{Q \cdot b_{ii}}{n \cdot Q^2} \tag{2}$$

Wartości $p_{i\bullet}$ są elementami diagonalnej macierzy częstości brzegowych wierszy, a tym samym kolumn. Jednocześnie są to składowe wektora częstości brzegowych **r**. Macierz częstości zaobserwowanych jest obliczana jako:

$$\mathbf{P} = \frac{1}{n \cdot Q^2}\mathbf{B} \tag{3}$$

Macierz B jest symetryczna, czyli można wskazać, że ulegnie dekompozycji, ale według wartości własnych:

---

[10] Opracowano na podstawie: *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, red. E. Gatnar, M. Walesiak, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2004; A. Stanimir, *Analiza korespondencji jako narzędzie do badania zjawisk ekonomicznych*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2005.

[11] A. Stanimir, op. cit., s. 45-46.

$$\mathbf{A} = \mathbf{D}_r^{-1/2}\left(\mathbf{P} - \mathbf{r}\mathbf{r}^T\right)\mathbf{D}_r^{-1/2} = \mathrm{U}\mathbf{\Gamma}_B^2\mathbf{U}^T \tag{4}$$

gdzie:

U – macierz wektorów własnych macierzy A,

$\mathbf{\Gamma}_B^2$ – macierz diagonalna, zawierająca kwadraty wartości osobliwych $\gamma_{B,k}^2$

$\left(k = 1,2,...,K; K = \sum_{q=1}^{Q}\left(J_q - 1\right)\right.$ macierzy ***A***,

J_q – liczba kategorii cechy q,

$\mathbf{D}_r$ – diagonalna macierz zaobserwowanych częstości brzegowych wierszy.

Można zapisać, że $\mathbf{\Gamma}_B^2 = \mathbf{\Lambda}_B$, gdzie $\lambda_{B,k}$, są to wartości własne macierzy **A**. Następuje zatem rozkład macierzy A według wartości własnych, a współrzędne kategorii cech zawiera tylko jedna macierz:

$$\mathbf{F} = \mathbf{D}_r^{-1/2}\mathrm{U}\mathbf{\Gamma}_B \tag{5}$$

Wymiar rzeczywistej przestrzeni współwystępowania odpowiedzi na pytania wyznacza się na podstawie wzoru:

$$K = \sum_{q-1}^{Q}\left(J_q - 1\right) \tag{6}$$

Według kryterium Greenacre'a jako najlepszy jest wybierany ten wymiar rzutowania kategorii zmiennych, w którym wartości własne spełniają warunek: $\lambda_{B,k} > \frac{1}{Q}$.

Greenacre do założonego kryterium wyboru istotnych wartości własnych $\left(\lambda_{B,k} > \frac{1}{Q}\right)$ podaje sposób na „ulepszenie" wyników analizy zmiennych zapisanych w postaci macierzy Burta[12]:

$$\tilde{\lambda}_k = \left(\frac{Q}{q-1}\right)^2 \cdot \left(\sqrt{\lambda_{B,k}} - \frac{1}{Q}\right)^2 \tag{7}$$

gdzie:

Q – liczba zmiennych,

$\lambda_{B,k}$ – k-ta wartość własna.

Efektem wykonanej analizy korespondencji jest graficzna prezentacja jednoczesnych wystąpień kategorii zmiennych. Interpretując rozrzut punktów na wykresach należy wziąć pod uwagę następujące elementy: położenie punktu wobec centrum rzutowania (początek układu współrzędnych), położenie punktu względem innych punktów określających kategorie należące do tej samej zmiennej, położenie punktu względem punktu opisującego kategorie innej zmiennej[13]. Jeżeli punkt znajduje się blisko początku układu współrzędnych, oznacza to, że wyznaczony dla niego profil jest zbliżony do profilu przeciętnego. Punkty położone daleko od centrum rzutowania potwierdzają hipotezę o zależności cech. Jeżeli dwa punkty opisujące różne kategorie tej samej zmiennej leżą blisko siebie,

[12] Ibidem, s. 66.

[13] Ibidem, s. 76-77.

to ich profile są podobne i możliwe jest połączenie liczebności dwóch kategorii w jedną bez istotnego wpływu na wyniki dalszych badań. Analizując położenie punktów opisujących kategorie dwóch różnych zmiennych można stwierdzić, że istnieją powiązania między kategoriami, jeżeli punkty są położone blisko siebie. Jeżeli zaś punkty leżą po przeciwnych stronach centrum rzutowania, to oznacza, że kategorie nie występują wspólnie, a częstość występowania obu kategorii jednocześnie powinna być bliska zeru.

Jeżeli najlepszą formą prezentacji współwystępowania cech jest przestrzeń o wymiarze większym niż trzy, należy wybrać inną metodę analizy wyników. Do tego celu, w przestrzeni zarówno o niskim, jak i wysoki wymiarze, można zastosować metody klasyfikacji[14]. Jako obiekty należy określić kategorie wszystkich analizowanych cech, zmiennymi zaś są wartości współrzędnych rzutowania każdej kategorii. Metody klasyfikacji są również użyteczne, gdy liczba wszystkich wariantów cech jest duża oraz rozrzut punktów na wykresie nie pozwala jednoznacznie wyodrębnić klas.

Wyniki badania

Analizę korespondencji przeprowadzono na podstawie macierzy Burta o wymiarach 34×34 utworzonej z dziesięciu zmiennych, których kategorie zostały zdefiniowane w charakterystyce materiału badawczego. Wymiar rzeczywistej przestrzeni współwystępowania dla badanych zmiennych wyznaczono na podstawie wzoru 6:

$$K = (4-1)+(4-1)+(3-1)+(4-1)+(4-1)+(3-1)+(2-1)+(2-1)+(5-1)+(3-1) = 24.$$

Następnie sprawdzono, w jakim stopniu wartości własne przestrzeni o niższym wymiarze wyjaśniają inercję całkowitą (λ = 2,4000). W tym celu zastosowano kryterium Greenacre'a, według którego za istotne dla badania uznaje się inercje główne większe niż $\frac{1}{Q} = \frac{1}{10} = 0{,}1000$.

Z tabeli 1 wynika, że są to inercje dla K przyjmującego wartości co najwyżej 10. Dla tych wymiarów przeanalizowano wartości miernika τ_k i okazało się, że stopień wyjaśnienia inercji na przykład w przestrzeni dwuwymiarowej wynosi 17,27%, a w przestrzeni czterowymiarowej 28,48%. W celu podwyższenia jakości odwzorowania w przeprowadzono modyfikację wartości własnych według propozycji Greenacre'a (wzór 7).

Pierwotne i zmodyfikowane wartości własne wraz ze stopniem wyjaśniania inercji całkowitej zaprezentowano w tabeli 2.

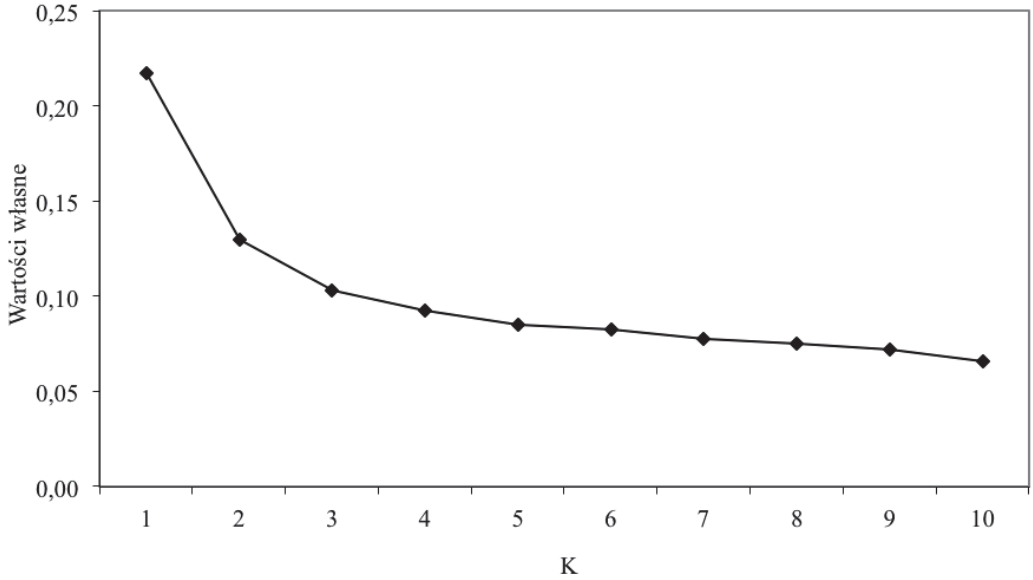
[14] M. Machowska-Szewczyk, A. Sompolska-Rzechuła, *Analiza korespondencji w badaniu postaw osób dokonujących zakupów przez Internet*, Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 141, Ekonometria 29, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2010, s. 13.

Tabela 2
Wartości osobliwe oraz wartości własne wraz ze stopniem wyjaśnienia inercji całkowitej w wersji pierwotnej i zmodyfikowanej

K	Wartości osobliwe γ_k	Wartości własne λ_k	λ_k / λ	τ_k	$\tilde{\lambda}_k$	$\tilde{\lambda}_k / \tilde{\lambda}$	$\tilde{\tau}_k$
1	0,4982	0,2482	10,3408	10,3408	0,1957	0,2172	0,2172
2	0,4078	0,1663	6,9296	17,2704	0,1170	0,1298	0,3470
3	0,3741	0,1400	5,8314	23,1018	0,0928	0,1029	0,4499
4	0,3594	0,1292	5,3830	28,4848	0,0831	0,0922	0,5421
5	0,3494	0,1221	5,0863	33,5711	0,0768	0,0852	0,6273
6	0,3456	0,1194	4,9754	38,5465	0,0744	0,0826	0,7099
7	0,3380	0,1142	4,7589	43,3054	0,0699	0,0776	0,7875
8	0,3340	0,1116	4,6481	47,9535	0,0676	0,0750	0,8625
9	0,3289	0,1082	4,5073	52,4608	0,0647	0,0718	0,9343
10	0,3190	0,1018	4,2414	56,7022	0,0592	0,0657	1,0000
11	0,3154	0,0995	4,1439	60,8461	$\tilde{\lambda}_k$ =0,9012		
12	0,3134	0,0982	4,0935	64,9395			
13	0,2974	0,0885	3,6858	68,6253			
14	0,2965	0,0879	3,6631	72,2884			
15	0,2891	0,0836	3,4834	75,7718			
16	0,2834	0,0803	3,3455	79,1173			
17	0,2803	0,0786	3,2738	82,3911			
18	0,2719	0,0739	3,0808	85,4719			
19	0,2632	0,0693	2,8869	88,3587			
20	0,2609	0,0681	2,8365	91,1952			
21	0,2470	0,0610	2,5423	93,7375			
22	0,2450	0,0600	2,5013	96,2388			
23	0,2240	0,0502	2,0898	98,3285			
24	0,2003	0,0401	1,6715	100,0000			

Źródło: obliczenia własne.

Rysunek 4
Wykres wartości własnych – kryterium „łokcia"



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych w tabeli 2.

Po modyfikacji cztery pierwsze wartości własne stanowią 54,21% zmodyfikowanej inercji całkowitej.

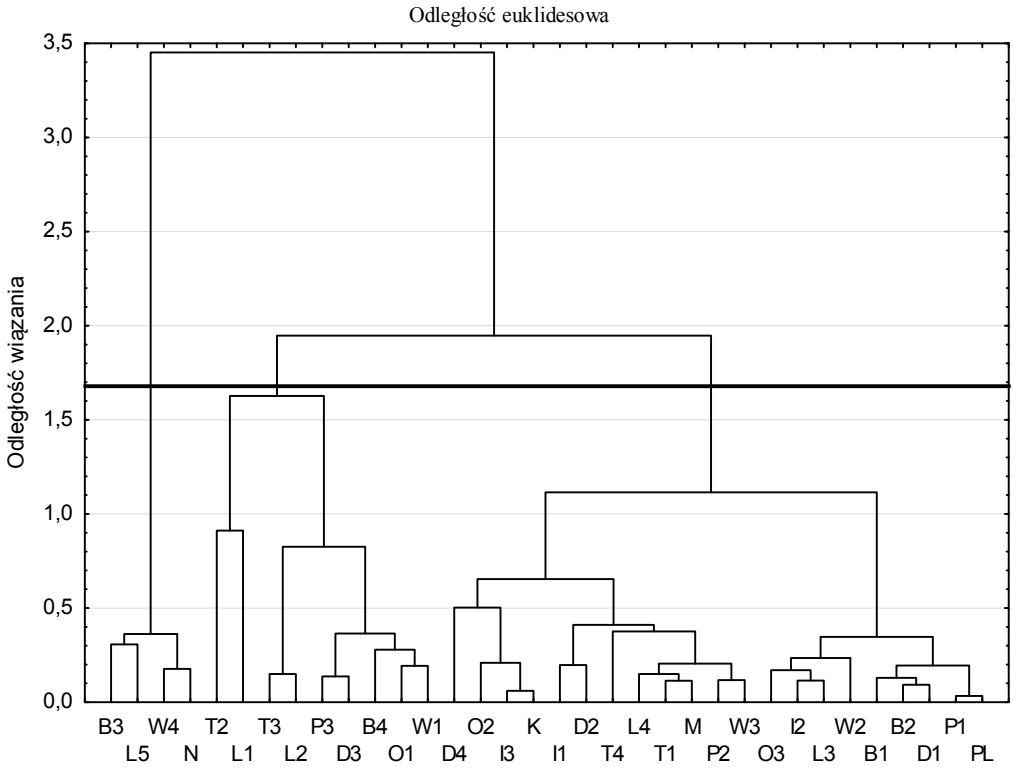
Dodatkowo sporządzono wykres wartości własnych i wykorzystując kryterium „łokcia" stwierdzono, że przestrzeń prezentacji współwystępowania wariantów zmiennych powinna być czterowymiarowa (rysunek 4).

Ponieważ czterowymiarowa przestrzeń odwzorowania uniemożliwia interpretację wyników, dlatego też w celu wychwycenia powiązań pomiędzy wariantami badanych zmiennych zastosowano metodę Warda[15]. Na rysunku 5 przedstawiającym łączenia kategorii w klasy zaznaczono poziomą linią etap, w którym przerwano łączenie klas.

Na podstawie uzyskanych klas można wskazać na powiązania pomiędzy kategoriami analizowanych zmiennych, które pozwoliły na zidentyfikowanie pra-

[15] Metoda Warda jest jedną z aglomeracyjnych metod grupowania. Znajduje zastosowanie w badaniach empirycznych zarówno w odniesieniu do klasyfikacji obiektów, jak i cech. W metodzie tej odległość między grupami jest definiowana jako moduł różnicy między sumami kwadratów odległości punktów od środków grup, do których punkty te należą; J. Pociecha, B. Podolec, A. Sokołowski, K. Zając, *Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych*, PWN, Warszawa 1988, s. 83; A. Malina, *Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania struktury gospodarki Polski według województw*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Kraków 2004, s. 62-63; A. Balicki, *Statystyczna analiza wielowymiarowa i jej zastosowania społeczno-ekonomiczne*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2009, s. 276-277.

Rysunek 5
Diagram hierarchicznej klasyfikacji kategorii zmiennych wykonanej metodą Warda



Źródło: opracowanie własne

widłowości dotyczącej odwiedzin WPN przez turystów polskich i niemieckich. Prawidłowości te można zidentyfikować w następujący sposób:

Klasa I (B3, L5, W4, N): dotyczy obywateli z Niemiec w wieku powyżej 60 lat, którzy nocują w hotelach i wydają na wyjazd turystyczny powyżej 600 euro;

Klasa II (T2, T3, L1, L2, P3, D3, B4, O1, W1): obejmuje młode osoby w wieku do 25 lat, które podróżują samotnie rowerem lub pieszo. Powodem ich przyjazdu do WPN jest wypoczynek połączony z aktywnością fizyczną. W czasie swojej podróży nocują najczęściej u znajomych lub krewnych, w namiocie lub domku letniskowym. Ich wydatki na wyjazd nie przekraczają 100 euro;

Klasa III (D4, O2, I3, K, I1, D2, T4, L4, T1, M, P2, W3, O3, I2, L3, W2, B1, B2, D1, P1, PL): dotyczy obywateli polskich w wieku 26-40 lat, którzy WPN odwiedzają najczęściej z dziećmi. Podróżują oni samochodem osobowym lub środkami transportu zbiorowego. Nocują w domach wczasowych lub na kwaterach prywatnych. Do WPN przyjeżdżają w celu wypoczynku oraz dla walorów krajobra-

zowych na dzień lub powyżej 2 dni. Na wyjazd turystyczny wydają od 101 do 600 euro. Osoby te o WPN dowiedziały się z różnych źródeł informacji (głównie od znajomych, z reklam i informacji turystycznej).

Podsumowanie

Zastosowanie analizy korespondencji, a w szczególności możliwość zbudowania na tej podstawie, klasyfikacji hierarchicznej pozwoliło na wyznaczenie powiązań pomiędzy kategoriami zmiennych. Okazało się, że WPN odwiedzają turyści, którzy mogą być zaklasyfikowani do jednej z 3 charakterystycznych grup. Ważnym wnioskiem z punktu widzenia turystyki transgranicznej jest wyodrębnienie grupy turystów przybyłych z Niemiec do WPN. Oprócz wspólnego pochodzenia turystów charakteryzuje ich również wiek (ponad 60 lat), preferowanie noclegów w hotelach oraz wydatki w kwocie powyżej 600 euro. Grupę tę można określić mianem „bogatych (jak na polskie realia) niemieckich, aktywnych emerytów". Kraj pochodzenia turystów w drugiej wyodrębnionej grupie odwiedzającej WPN nie jest już tak zauważalny. Grupę drugą tworzą samotne, młode osoby (w wieku do 25 lat), podróżujące najtańszymi środkami transportu (pieszo, na rowerze), korzystający również z najtańszych miejsc noclegowych (u znajomych, pole namiotowe) o raczej mocno ograniczonej zasobności (wydatki do 100 euro). Tym samym mogą nasuwać się dla tej grupy skojarzenia na przykład z „letnim wypoczynkiem uczniów, studentów". Grupę trzecią raczej tworzą turyści polscy podróżujący z małymi dziećmi, którzy przyjeżdżają samochodem osobowym lub środkami transportu zbiorowego na co najmniej 1 dzień w celach wypoczynkowych i podziwiania walorów krajobrazowych, wydatkując równowartość w złotych polskich od 101 do 600 euro. Tą grupę można określić mianem „młodych rodzin z dziećmi". Wyodrębnienie charakterystycznych grup turystów odwiedzających transgraniczny obszar chroniony umożliwia podjęcie stosownych działań między innymi w celu stworzenia odpowiedniego produktu turystycznego, oznakowania tras turystycznych, budowania wokół obszaru chronionego bazy wypełniającej specyficzne potrzeby tych osób. Jednym z głównych kierunków działań – w celu zwiększenia niemieckiego ruchu turystycznego w Polsce – powinno być zwiększenie liczby miejsc noclegowych w hotelach, co wynika z preferencji turystów niemieckich (56% wskazań na nocleg w hotelu turystów niemieckich, wobec 11% wskazań na tą formę noclegu wśród turystów polskich). Konieczne jest również podkreślenie, że prezentowane preferencje turystów odwiedzających WPN są przedstawione na podstawie badań pilotażowych, które wymagają kontynuacji, w szczególności w zakresie zwiększenia w próbie liczby turystów niemieckich.

PROBLEMATYKA OGÓLNOEKOLOGICZNA I SPOŁECZNA

GENERAL ECOLOGICAL AND SOCIAL PROBLEMS

Khaliunaa Erdenekhuu

PRZYRODNICZE UWARUNKOWANIA ROZWOJU MONGOLII

Khaliunaa Erdenekhuu, mgr – Katedra Ekonomii Rozwoju Uniwersytet Łódzki, doktorantka

adres korespondencyjny:
Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, UŁ
ul. Rewolucji 1905 roku 41, 90-214 Łódź
e-mail: uya_mn@yahoo.com

NATURAL CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF MONGOLIA

SUMMARY: Mongolia – a country rich in natural resources, which could have a great perspective meaning to development of economy. In recent years, the economy of Mongolia experienced large increase due to development of mining industry. Country economy is largely dependent on mining and vulnerable to climate and environment changes, which affects farming greatly. The purpose of this paper is to analyze the influence of environmental factors on economic situation of Mongolia.

KEYWORDS: environment, natural resources, vulnerability to climate changes, sustainable development

Wstęp

Mongołowie ze swoją tradycją koczowniczą byli zawsze blisko natury i szanowali ją, ale zachodzące zmiany na poziomie globalnym oddziałują na przebieg procesów społecznych i gospodarczych, nie oszczędzając przy tym środowiska przyrodniczego.

Podstawą stabilnego rozwoju każdej gospodarki oraz społeczeństwa jest równowaga ekologiczna. Rozwój gospodarki korzystny dla środowiska i społeczeństwa, jest ważną kwestią dla współczesnej Mongolii. Głównym celem artykułu jest ocena potencjału przyrodniczego w procesie rozwoju Mongolii.

Charakterystyka środowiska przyrodniczego Mongolii

Mongolia – państwo w Azji Środkowo-Wschodniej – od północy graniczy z Rosją, a od wschodu, zachodu i południa z Chinami. Pod względem powierzchni zajmuje dziewiętnaste miejsce (1,56 mln km^2), a pod względem małej gęstości zaludnienia pierwsze w światowym rankingu (1,8 mieszkańca/ km^2). Kraj ten dzieli się na 21 ajmagów (prowincji) i 329 sum (dystryktów). Liczba mieszkańców wynosi 2,8 mln.

Mongołowie przez wieki byli koczownikami i nomadami, zajmującymi się hodowlą zwierząt. Tradycyjne zwierzęta hodowlane – to pięć „klejnotów" – konie, owce, kozy, krowy i wielbłądy. Obecnie prawie połowa populacji mieszka w stolicy kraju – Ułan-Bator. Charakterystyczną cechą Mongolii jest wysokie położenie nad poziomom morza – średnia wysokość n.p.m. wynosi około 1580 m, 80% terytorium leży powyżej 1000 m. Na terenie kraju można wyróżnić trzy główne strefy ekologiczne: lasostep górski, step i step pustynny. Ponad 70% terenu zajmują stepy z cienką warstwą gleby. Od południa otacza je pustynia Gobi, a od zachodu i północy pasma górskie. Najwyższe są góry Ałtaj (najwyższy szczyt to Chuiten – 4374 m n.p.m.), które wznoszą się w najbardziej wysuniętej na zachód części kraju, góry Changai (z najwyższym szczytem Otgontenger – 3905 m n.p.m.) i Chentii (z najwyższym szczytem Asraltchajrchan – 2800 m n.p.m), znajdują się na północy i w środkowej Mongolii. Ich szczyty pokrywają nietopniejące śniegi i lodowce.

Mongolia jest krajem bez dostępu do morza. Zasobność w wody jest niewielka – ponad 60% powierzchni kraju to obszary bezodpływowe, 60% średniego spływu wód trafia za granicę.

W Mongolii znajduje się 87 obszarów chronionych, zajmujących 17,27% powierzchni kraju. Ich krótka charakterystyka zawarta jest w tabeli 1.

Mongolia ma także małe zasoby leśne. Według danych Ministerstwa Środowiska i Zielonego Rozwoju (MGED), w 2012 roku całkowita powierzchnia terenów

Tabela 1
Obszary chronione przez państwo

Klasyfikacja obszarów chronionych	Liczba obszarów chronionych	Powierzchnia [ha]	Udział w powierzchni kraju [%]
Obszary ściśle chronione	14	12411057,44	7,88
Parki narodowe	29	11884605,59	7,54
Rezerwaty przyrody	30	2779460,42	1,76
Pomniki przyrody	14	129621,62	0,08
Razem	87	27204745,06	17,27

Źródło: *Environmental Database of Ministry of Environment and Green Development*, www.eic.mn [12-12-2013].

leśnych wynosiła 12,5 mln ha, zajmując 8,03% powierzchni kraju, który zajmuje dziesiąte miejsce pod względem powierzchni obszarów leśnych i pierwsze miejsce pod względem powierzchni leśnej na jednego mieszkańca w regionie azjatyckim[1]. Lasy znajdują się głównie w północno-środkowej części, tworząc strefę przejściową między wielkim syberyjskim lasem borealnym a pustyniami Azji Środkowej.

Klimat Mongolii, w związku z położeniem w głębi kontynentu, jest surowy, zimny i wietrzny. Zaliczany jest do klimatu umiarkowanego o typie kontynentalnym. Lato jest gorące, a zima bardzo mroźna. Ułan-Bator jest jedną z najbardziej mroźnych stolic na świecie.

Opady atmosferyczne występują tutaj niezwykle rzadko (około 300 mm rocznie), większość opadów przypada na lato. Większe są w części północnej (średnio 200-350 mm rocznie), a mniejsze w części południowej (średnio 100-200 mm rocznie). Zima jest zwykle z małą pokrywą śnieżną albo prawie bez pokrywy śnieżnej. Tylko największe rzeki nie zamarzają do dna.

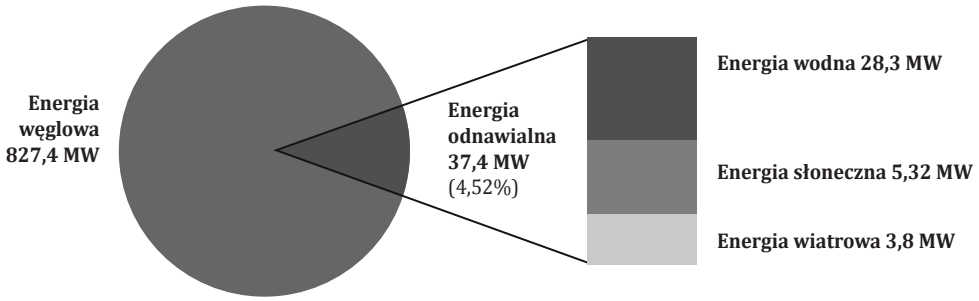
Bogactwa naturalne Mongolii i ich rola w gospodarce

Energia odnawialna w Mongolii

Mongolia ma ogromne zasoby energii odnawialnej i korzystne warunki dla efektywnego ich wykorzystania. Według badania przeprowadzonego przez *National Renewable Energy Laboratory in United States* oraz *National Renewable Energy Centre of Mongolia* (NREC) szacuje się, że posiada 2600 GW potencjału do generowania energii wiatrowej, słonecznej, geotermalnej oraz energii wodnej, co jest równe około 25% całkowitego światowego zapotrzebowania na energię

[1] J. Tsogtbaatar, *Forest policy development in Mongolia*, Geoecology Institute, Mongolian Academy Sciences, Ułan-Bator 2002.

Rysunek 1
Obecne wykorzystanie źródeł energii w Mongolii



Źródło: *In-Depth Review of Energy Efficiency Policies and Programmes: Mongolia*, Energy Charter Secretariat, Bruxelles 2011, s. 76.

elektryczną i odzwierciedla ogrom możliwości rozwoju energetyki opartej na odnawialnych źródłach (OZE).

Mongolia jest krajem słonecznym. Średnio 270-300 dni rocznie to dni słoneczne (od 2250 do 3300 godzin w roku). Promieniowanie w ciągu roku jest szacowane na 1200-1600 kWh/m^2, a jego intensywność wynosi więcej niż 4,3-4,7 kW/dzień[2].

Potencjał energii wiatru w Mongolii 836,8 mld kWh (3500-4600 godzin w roku) ocenia się jako dobry lub bardzo dobry. Zgodnie z danymi NREC, 10% całkowitego terytorium, czyli 160 tys. km^2 powierzchni, uważa się za odpowiednie do korzystania z energii wiatrowej. Szacuje się, że 13 aimagów ma ponad 20 tys. MW potencjału energii wiatru, 9 aimagów ma ponad 50 tys. MW, a w aimagu Umnugobi potencjał energii wiatru wynosi ponad 300 tys. MW[3].

Na terenie Mongolii istnieje 3800 małych i dużych strumieni i rzek, o potencjale energetycznym 6417,7 MW. Obecnie hydroenergetyka dostarcza 56,2 mld kWh energii elektrycznej w ciągu roku. Ponadto istnieje także ponad 40 obszarów ze źródłami geotermalnymi, z których te położone w Tsenkher, Khujirt i Shargaljuutiw regionie Khangai mogą być wykorzystane do produkcji energii[4].

W 2005 roku rozpoczął się dwuetapowy Krajowy Program Energii Odnawialnej *National Renewable Energy Program* (2005-2010 i 2011-2020). W rezultacie pierwszego etapu ponad pół miliona ludzi, stanowiące połowę ludności wiejskiej Mongolii i 70% pasterzy, ma teraz dostęp do energii elektrycznej w ramach programu „100 000 Solar Ger Electrification Program" realizowanego przy pomocy Banku Światowego i rządu holenderskiego. Zbudowano także hydroelektrownie

[2] *National Renewable Energy Centre of Mongolia*, www.nrec.mn [12-12-2013].
[3] Ibidem.
[4] Ibidem.

w sumach Durgun i Taishir o mocy odpowiednio12MW i 11MW oraz 12 systemów pozyskiwania energii odnawialnej w innych sumach o mocy 60-150kW [5].

Latem 2013 roku na górze Salhit w aimagu Tuv została otwarta pierwsza farma wiatrowa o mocy 50MW (zbudowana dzięki finansowemu wsparciu ze środków EBRD). Zgodnie z celem Krajowego Programu Energii Odnawialnej w 2020 roku jedna czwarta energii będzie pochodziła ze źródeł odnawialnych.

Obecnie większość energii pochodzi z węgla (rysunek 1). W związku ze smogiem ze spalania węgla wykorzystanego przez mieszkańców w jurtach (gerach) do ogrzewania domów, jak twierdzi Światowa Organizacja Zdrowia, stolica Ułan Bator jest drugim pod względem jakości powietrza najbardziej zanieczyszczonym miastem na świecie.

Woda

Mongolia zalicza się do krajów z małymi zasobami wód. Rzeki mongolskie należą do zlewni Oceanu Arktycznego i Pacyfiku oraz wewnętrznych (*closet basin*) zlewni Azji Środkowej. W północnej i zachodniej części Mongolii sieć wód powierzchniowych ma największą gęstość, a w południowej, środkowej i południowo-wschodniej części kraju wody powierzchniowe są zwykle usytuowane w zagłębieniach bez odpływu.

Rzeki w Mongolii wypływają głównie z trzech łańcuchów górskich: Mongol-Ałtai, Changai-Chuvsgul i Chentii. Zlewnie na wyżynach są małe i stosunkowo samodzielne. Przepływy strumieni są niskie, ale wartkie ze względu na strome zbocza. Muł i glina są wymywane i pozostawiają skały, żwir i piasek na dnie strumienia.

Całkowity zasób wód Mongolii szacuje się 599 km^3/rok, z czego 83,7% (500 km^3/rok) znajduje się w 3500 jeziorach, 10,5% (34,6 km^3/rok) w 262 lodowcach i 5,8% (34,6 km^3/rok) w 3811 rzekach. Ilość odnawialnych zasobów wód podziemnych oszacowano na 10,8 km^3/rok[6].

Woda słodka stanowi 85% całkowitego zasobu wód powierzchniowych, z czego 93,8% odnosi się do wód jeziora Chuvsgula[7]. Około 20% zużycia wody w Mongolii pochodzi z zasobów wód powierzchniowych, a reszta z wód gruntowych. Pomimo niewielkich rozmiarów zasobów wód powierzchniowych i podziemnych odgrywają one istotną rolę w gospodarce kraju, zwłaszcza w rolnictwie, produkcji zwierzęcej i przemyśle: 18,1% trafia do użytku spożywczego i na potrzeby gospodarstw domowych, 39,3% użytkuje się w przemyśle, 24,0% w hodowli zwierząt, 17,4% do nawadniania i 1,2% na inne potrzeby[8].

Zgodnie z danymi MEGD (2007), 852 rzek, 2277 stawów i źródeł oraz 1181 jezior wyschło. Za główne powody wysychania uznaje się zmiany klimatu, rabun-

[5] Ibidem.
[6] D. Gombo, *Surface water of Mongolia,* Ułan-Bator 2007, www.suiri.tsukuba.ac.jp [10-12-2013].
[7] Dane Ministerstwa Środowiska i Zielonego Rozwoju Mongolii (MEGD), 2009.
[8] *Water and sanitation in Mongolia 2008-2011*, UNDP, 2008.

kowe wykorzystywanie wód na cele gospodarcze, urbanizację, górnictwo oraz słabe zarządzanie zasobami wodnymi.

Flora i fauna

Flora Mongolii jest różnorodna i wyjątkowa. Na terenie Mongolii występują 134 rodziny roślin, prawie 700 rodzajów, 3000 gatunków, które podobnie jak gleby, rozmieszczone są zgodnie ze strefami geograficznymi oraz specyfiką klimatu. Z tych 3000 gatunków roślin 845 stanowi cenne surowce lecznicze używane we współczesnej medycynie, ponad 1000 ma znaczenie jako pasza, 68 stanowi czynnik stabilizujący glebę, a 120 to surowce na cele spożywcze[9].

Zgodnie z danymi MEGD, w lasach rośnie 140 gatunków drzew i krzewów. Są to głównie drzewa iglaste, takie jak modrzew syberyjski, sosna zwyczajna, sosna syberyjska, z gatunków liściastych dominują brzoza i topola a z krzewów – saksual (duże krzewy), wierzba i inne. W związku ze specyfiką klimatu, naturalna regeneracja lasów w Mongolii jest powolna. Niestety, odsetek terenów leśnych zmniejsza się, co spowodowane jest także przez pożary i szkodniki. Rząd podejmuje działania ochronne, ustanawiając limity w produkcji drzewnej. W ramach programu „Milenijne Cele Rozwoju" założono zwiększenie powierzchni leśnej do 9% w 2015 roku.

Podobnie do flory, świat zwierzęcy Mongolii cechuje duża różnorodność związana ze strefami geograficznymi. Wśród 139 gatunków zwierząt występuje między innymi *argal* (dzika owca górska), *irwes* (pantera śnieżna), *jangir* (dzika koza górska), *tachi* (koń Przewalskiego), *chawtgai* (dziki wielbłąd), *mazaalai* (niedźwiedź gobijski), *chulan* (*equushemionushemionus*) i inne, które poza Mongolią prawie nie są spotykane. Występuje tu także 450 gatunków ptaków (331 ptaków migrujących, 119 ptaków-rezydentów), między innymi orzeł stepowy, sokół, kania, sęp kasztanowaty, myszołów, żuraw czarny, kosy, głuszec i inne. W rzekach i jeziorach Mongolii żyje 76 gatunków ryb, między innymi tajmeń, łosoś, jesiotr, lin, miętus i inne[10].

Tabela 2

Udział terenów leśnych w całkowitej powierzchni kraju w latach 2006-2012 i 2015 [%]

Lata	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2015
Tereny leśne	8,59	8,56	8,5	8,34	8,26	8,03	8,03	9 (Cel)

Źródło: *Achieving the Millennium Developments Goals, Fifth National Progress Report 2013*, GOM, s. 109.

[9] Ch. Buyanbadrakh, *Монгол орны лавлах*, Ulan-Bator 2012.
[10] *World Wildlife Fund* (WWF).

Surowce mineralne

W Mongolii istnieją duże pokłady minerałów o dużym znaczeniu gospodarczym. Należą do nich przede wszystkim zasoby: miedzi, węgla, fluorytu, złota, żelaza, uranu, molibdenu, ropy naftowej i metali ziem rzadkich.

Dzięki rozwojowi górnictwa w ostatnich latach nastąpił bardzo dynamiczny rozwój gospodarki Mongoli. Znaczenie górnictwa w wytwarzaniu PKB i w eksporcie obrazuje rysunek 2. W 2011 roku tempo wzrostu PKB wyniosło 17,5%, a w 2012 roku 12,7%.

Mongolia ma dużo potwierdzonych zasobów węgla, miedzi, fluorytu i złota. W 2010 roku plasowała się na trzecim miejsce na świecie pod względem produkcji fluorytu (po Chinach i Meksyku). Także pod względem wydobycia wysokiej jakości węgla koksowego zajmuje wysokie, siódme miejsce na świecie[11]. Zgodnie z danymi *Mineral Resource Authority of Mongolia* (MRA), rezerwy węgla szacuje się na 152 mld t[12]. Informacje o głównych surowcach mineralnych zamieszczono w tabeli 3.

W Mongolii występują też metale ziem rzadkich *(rare earth oxide* – REO*)*, które mogą mieć duże znaczenie dla przyszłego rozwoju kraju, gdyż są surowcem wykorzystywanym w produkcji urządzeń wysokiej technologii. Produkcja metali ziem rzadkich jest nie tylko kosztowna, ale ze względu na radioaktywny charakter rud, REO stanowi również jeden z najbardziej szkodliwych dla środowiska przyrodniczego procesów w przemyśle górniczym. W Mongolii do tej pory są znane 4 duże złoża pierwiastków ziem rzadkich. Zgodnie zdanymi USGS (2009), rezerwy REO w Mongolii szacuje się na 31 mln ton, czyli 16,77% rezerw światowych.

Potencjał dO rozwoju rolnictwa

Rolnictwo stanowi ważny sektor gospodarki Mongolii. Według danych Banku Światowego w 2012 roku w rolnictwie pracuje 35% czynnych zawodowo, dostarczając 17,1% PKB. Główne podsektory rolnictwa Mongolii to:

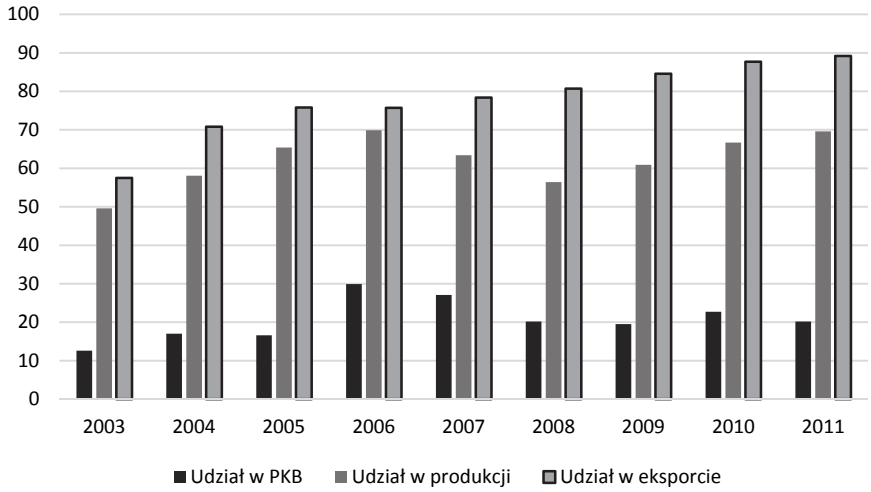
- tradycyjna hodowla zwierząt – koni, owiec, kóz, jaków i wielbłądów;
- produkcja zbóż, roślin pastewnych, ziemniaków i innych warzyw.

Głównym działem rolnictwa Mongolii jest tradycyjna koczownicza hodowla (ponad 80% produkcji rolnictwa). Zgodnie z danymi Urzędu Statystycznego Mongolii (NSO), w 2012 roku pogłowie zwierząt hodowlanych wynosiło 40,92 mln, a produkcja osiągnęła wartość 1652,4 mld tugrików. Grunty orne i plantacje zajmują 1,3 mln ha, a pastwiska trwałe pokrywają 117,1 mln ha. Główne rośliny uprawiane w Mongolii to pszenica, jęczmień, rośliny strączkowe, ziemniaki i niektóre owoce. Dane na ten temat zamieszczone zostały w tabelach 4 i 5.

Od 1959 roku Mongolia zaczęła uprawiać ziemię. Do 1989 roku sektor agrarny rozwijał się skuteczne i korzystnie, wspierany przez kampanie rolne „Agrarian

[11] World Coal Association, www.worldcoal.org [10-12-2013].
[12] *Mineral Resource Authority of Mongolia*, Ulan-Bator 2008.

Rysunek 2
Rola górnictwa w gospodarce Mongolii w latach 2003-2011 [%]



Źródło: opracowanie na podstawie danych Banku Światowego, www.data.worldbank.org [12-12-2013].

Tabela 3
Eksport głównych surowców mineralnych Mongolii w 2011 roku

Rodzaj surowca	Eksport	
	Ilość	Wartość [mln dolarów]
Węgiel	21,1 mln ton	2266,1
Miedź	575,9 tys. ton	968,5
Złoto	2580,4 kg	109,8
Fluoryt	407,08 tys. ton	95,4
Rudy żelaza	5802 tys. ton	441,5
Koncentraty cynku	121,2 tys. ton	143,18
Ropa naftowa	2553,6 tys. baryłek	253,02
Molibdenu	4,2 tys. ton	46,7

Źródło: *Mongolian Customs Organization*.

Tabela 4
Hodowla głównych zwierząt Mongolii w 2012 roku

Rodzaj hodowli	Pogłowie zwierząt [szt.]
Owce	18 141 359
Kozy	17 558 672
Konie	2 330 428
Krowy	2 584 621
Wielbłądy	305 835

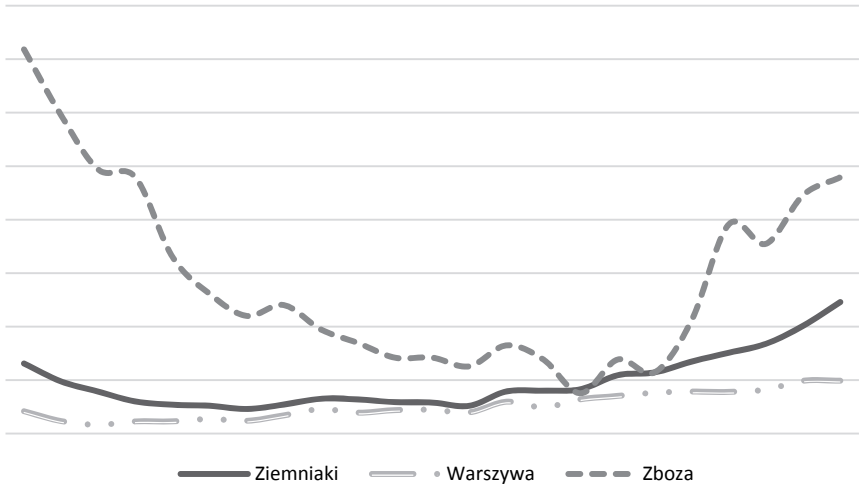
Źródło: NSO.

Tabela 5
Produkcja roślinna w Mongolii w 2011 roku

Rodzaj uprawy	Powierzchnia upraw [ha]	Produkcja roślinna [t]
Zboża: w tym pszenica	299 927,4 291 350,1	446 050,5
Ziemniaki	15 375,6	201 638,9
Warzywa	7 793	98 973,9
Rośliny pastewne	10 874	40 444,1

Źródło: NSO.

Rysunek 3
Tendencje w produkcji roślinnej Mongolii w latach 1990-2012 [t]



Źródło: NSO.

campaign" w latach 1959 i 1976. W wyniku tych działań Mongolia nie tylko zapewniała pokrycie potrzeb krajowych, ale stała się nawet eksporterem pszenicy. Jednak po 1990 roku sytuacja dramatycznie zmieniła się z powodu rozpadu RWPG. Kraj zderzył się z wieloma problemami. Lata 1990-1993 były dla Mongolii okresem głębokiego kryzysu ekonomicznego i spadku produkcji przemysłowej oraz rolnej. Z powodu braku finansowania oraz powtarzających się suszy, sektor rolny bardzo się skurczył. W 2007 roku Mongolia użytkowała tylko 30% gruntów rolnych i mogła zaspokoić potrzeby żywieniowe mieszkańców w ograniczonym zakresie: przykładowo, produkcja pszenicy pokrywała tylko 24,9% potrzeb, ziemniaków 86% oraz warzyw 47%[13].

W związku z tym w 2008 roku rząd Mongolii zaczął trzecią kampanię rolną, w wyniku której w 2011 roku osiągnięto wzrosty produkcji przewyższające niekiedy krajowe potrzeby. W przypadku ziemniaków potrzeby mogłyby zostać zaspokojone w 100,6%, zbóż w 135,7%. Uzyskano również 62,6% pokrycia zapotrzebowania na warzywa.

Zmiany klimatu jako główny problem gospodarczy w Mongolii

Zmiany klimatyczne są ważnym problemem globalnym, gdyż wpływają na wiele sektorów gospodarczych i determinują funkcjonowanie systemu podtrzymywania życia na Ziemi. W przypadku Mongolii, ze względu na jej położenie geograficzne, typ klimatu, tryb życia ludzi i charakter gospodarki, wrażliwość na zmiany klimatu można ocenić jako wysoką.

Jak twierdzą eksperci UNEP[14] (2009), w nadchodzącym stuleciu zmiany klimatu radykalnie zmienią ustanowiony wieki temu tradycyjny sposób życia Mongołów. Oddziaływania wynikające z obserwowanych zmian klimatycznych powodować będą wysokie szkody nie tylko w sektorze produkcji zwierzęcej, ale również innych sektorach gospodarki, a także w środowisku przyrodniczym. Należy więc oczekiwać negatywnych konsekwencji sfery społecznej.

Według danych UNEP (2009)[15], w wyniku zmian klimatu mongolskie ekosystemy zostały już istotnie zmienione w ciągu ostatnich 40 lat. Przejawia się to: pustynnieniem i odczuwalnym w niektórych regionach brakiem wody, degradacją gruntów, utratą bioróżnorodności. Od 1940 roku średnia temperatura latem wzrastała zauważalnie (liczba gorących dni wzrosła o 16-25, a zimnych spadła o 13-14, okres wegetacji wydłużył się o 14-19). W Mongolii około 95% ogólnej sumy opadów przypada na porę ciepłą, a mniej niż 3% na zimę. Obserwuje się wzrost opadów w miesiącach zimowych, spadek w miesiącach letnich, z jednoczesnym wzrostem częstości burz w okresie wegetacji. Z badań UNEP-u wynika, że w ciągu 10 lat, między 1992 a 2002 rokiem powierzchnia gruntów uległa

[13] T. Enkhbayar, *Food Demand and Supply of Mongolia*, Mongolian State University of Agriculture, Ulan-Bator 2009.
[14] *United Nations Environment Programme*, www.unep.org [02-12-2013].
[15] Ibidem.

przekształceniu: nastąpiło rozszerzenie się pustyń i obszarów bez trawy (jałowych) o 46%, zmniejszenie terenów leśnych o 26% i powierzchni wód o 38%.

Zgodnie z prognozami UNEP-u, w 2080 roku z powodu ocieplenia klimatu oraz braku opadów i wzrostu temperatury w okresie wegetacji, strefa półpustynna rozszerzy się w kierunku północnym, strefy stepowe i leśno-stepowe ulegną zmniejszeniu (obszary leśno-stepowe mogą przekształcić się w step)[16].

Wpływ zmian klimatu na hodowlę

Mongolskie zwierzęta hodowlane wykazują dużą zależność od klimatu i utrzymują wysoki poziom wydajności w otwartych pastwiskach w normalnych warunkach pogodowych. Negatywny wpływ zmian klimatycznych dotyczy zwłaszcza częstszego pojawiania się suszy oraz zuda (dzuda), czyli ostrej zimy z silnymi mrozami i grubą pokrywą śnieżną. Zjawiska te nie tylko zmniejszają wydajność hodowli, ale, zwłaszcza zud, prowadzą niekiedy do utraty milionów zwierząt. W ciągu ostatnich siedemdziesięciu lat zudy występowały co 5–10 lat (tabela 6). W czasie zuda w latach 2009-2010 temperatury spadły poniżej -40°C w 19 z 21 aimagów, a grubość pokrywy śnieżnej śniegu wynosiła od 20-200cm, co skutecznie utrudniało zwierzętom dostąp do paszy. W efekcie padło 8,5 mln zwierząt, co stanowiło 20% całkowitego pogłowia, oraz miało wpływ na życie 769 000 osób (28% populacji ludzkiej Mongolii). Problem dotknął 220 000 rodzin pasterskich, z których 44 000 straciły wszystkie swoje stada i 164 000 stra-

Tabela 6
Klęski żywiołowe w Mongolii w latach 1944-2010

Lata	Klęska żywiołowa
1944-1945	Zud + susza
1954-1955	Zud
1956-1957	Zud
1967-1968	Zud + susza
1976-1977	Zud
1986-1987	Zud
1993-1994	Zud
1996-1997	Zud
1999-2000	Zud + susza
2000-2001	Zud + susza
2001-2002	Zud + susza
2009-2010	Zud + susza

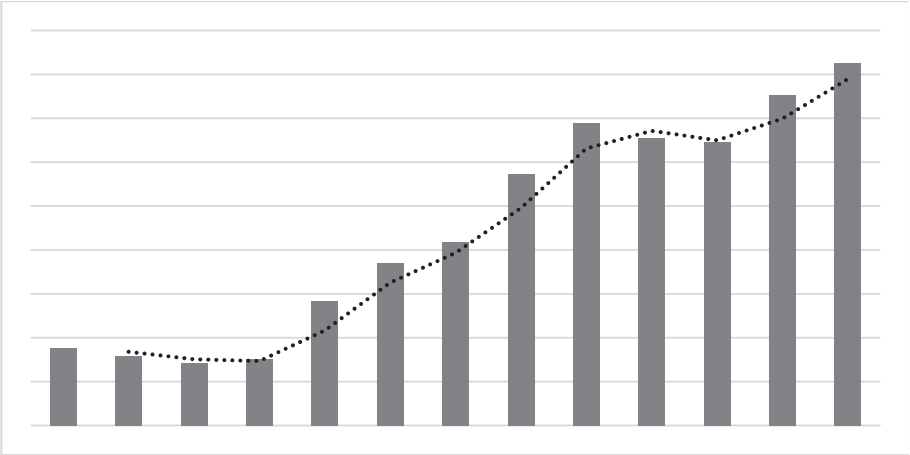
Źródło: *Lessons from the Dzud*, World Bank, Washington 2012, s. 19.

[16] Ibidem.

ciły ponad połowę pogłowia zwierząt[17]. Te rodziny pasterskie, które straciły wszystkie swoje stada migrują do stolicy w poszukiwaniu lepszego życia.

W okresie zuda w latach 1999-2002, według Banku Światowego, straty wyniosły ponad 200 mln dolarów, a w latach 2009-2010 – 192 mln dolarów (4,4% PKB 2009 roku) Wpłynęło to negatywnie na eksport produktów rolnych a tradycyjna hodowla została znacznie zmniejszona. Generalnie rozwój produkcji pasterskiej wykazuje stabilny trend rosnący, ale w okresie zuda spada (rysunek 4 i rysunek 5).

Rysunek 4
Hodowla zwierząt w Mongolii w latach 2000-2012 [mln tugrików]

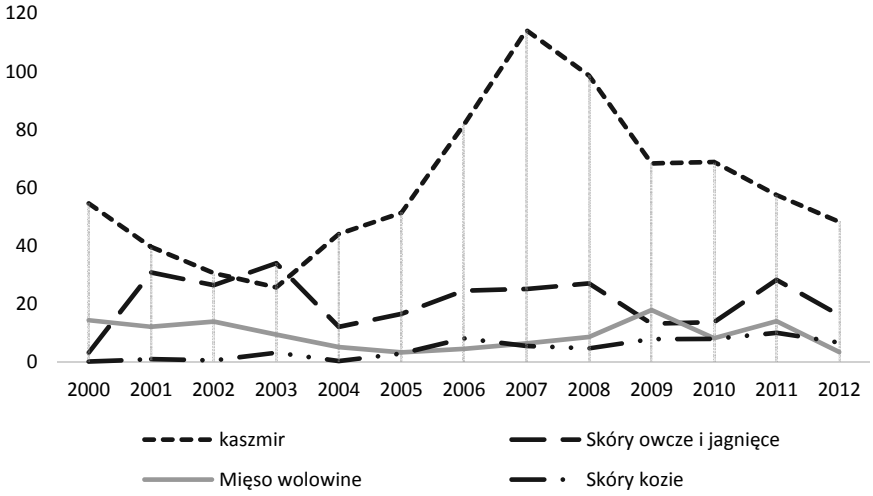


Źródło: NSO.

Z jednej strony ocieplenie klimatu łagodzi mongolskie zimy, ale z drugiej strony ma bardzo negatywny wpływ na gospodarkę pasterską, co przekłada się na całą gospodarkę kraju. Wzrost liczby gorących dni może prowadzić do suszy i zmniejszenia bioróżnorodności. Jeżeli zwierzęta nie zdobędą dość energii z pożywienia w okresie letnim i jesiennym, to mają dużo mniejsze szanse na przetrwanie ostrej długiej zimy i wiosny. Według danych UNEP-u, w ostatnich 20 latach średnia waga owiec spadła o 4 kg, a kóz o 2 kg. Badacze oraz pasterze zgadzają się co do tego, że masa zwierząt ostatnio zwiększa się bardziej ze względu na przyrost tkanki tłuszczowej, a nie mięśniowej, co oznacza zmniejszenie wydajności hodowli. Wpływa to również na jakość i wielkość produkcji wełny. W części kraju pokrytej lasostepem produkcja wełny owczej spadła od 90 g do 4,3g od indywidualnego zwierzęcia rocznie, co oznaczać może nawet łączny spadek produkcji dywanów o 36000 m lub 60000 m koców w ciągu roku. Odbija się to negatywnie na całej gospodarce.

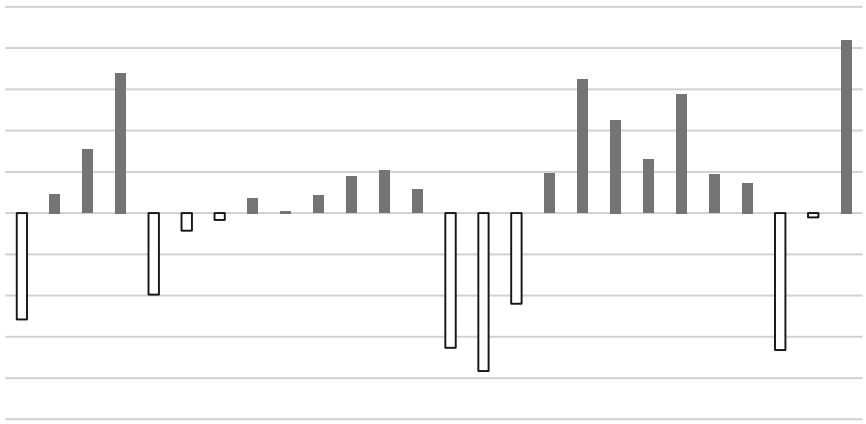
[17] Bank Światowy, www.documents.worldbank.org [12-12-2013].

Rysunek 5
Eksport głównych produktów pasterskich w latach 2000-2012 [mln dolarów]



Źródło: opracowane własne na podstawie danych Mongolian Customs Organization, www.customs.gov.mn [12-12-2013].

Rysunek 6
Wartość dodana w rolnictwie [zmiany roczne w %]



Źródło: opracowanie na podstawie danych Banku Światowego, www.data.worldbank.org [10-12-2013].

Wpływ zmian klimatu na produkcję roślinną

W okresie 1960-2003 średnia roczna temperatura w centralnym regionie rolniczym wzrosła o 1,05^{0}C, a liczba dni z temperaturą ponad 30^{0}C wynosi od 7 do 10. W takich temperaturach rośliny łąkowe tracą zdolność wzrostu po 5-7 dniach, a zboża po 7-10 dniach. Przyspieszone zakończenie wzrostu oznacza mniejsze plony. Negatywnie oddziałują także zarówno niskie opady w okresie wegetacji roślin, jak i ulewne deszcze, które z kolei są przyczyną przyspieszonej erozji na skutek gwałtownego spływu wód, których gleba nie jest w stanie wchłonąć[18]. Negatywne skutki klęsk żywiołowych w rolnictwie są zilustrowane na rysunku 6.

Wpływ górnictwa na środowisko

Eksploatacja górnicza jest przyczyną powstawania wielu szkód w środowisku naturalnym. Na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku w związku z upadkiem systemu socjalistycznego gospodarka Mongolii miała wiele problemów. Nastąpił spadek PKB o 20%, upadek przemysłu, wzrost bezrobocia oraz ubóstwa. Potem wielu pasterzy straciło swoje stada w czasie zuda i suszy w latach 1999-2002. Dramatyczne zmiany gospodarcze spotęgowane czynnikami klimatycznymi, przy jednocześnie wysokiej cenie złota stały się powodem zwiększenia wydobycia tego kruszcu w nielegalnych kopalniach. Liczba górników eksploatujących złoto w ten sposób wzrosła w okresie 1990-2003 od 0 do 100 000, co stanowiło aż 20% wiejskiej siły roboczej. Metody wydobycia są bardzo obciążające dla środowiska przyrodniczego ze względu na stosowanie rtęci, która zatruwa rzeki i strumienie i prowadzi do degradacji pastwisk[19] (2012).

W 2005 roku rząd Mongolii zaczął projekt „*Sustainable Artisanal Mining Project*" w celu przeniesienia nielegalnego górnictwa do sektora formalnego, zmniejszenia wykorzystania rtęci w eksploatacji złota i wzrostu zainteresowania stosowaniem technologii bezrtęciowych (*Hg-freeprocessing*)[20], (2012).

[18] L. Davaa, Sh. Oyuntuya, B. Dorj, *Effects of Weather Changes in Agriculture of Mongolia*, Mongolian State University of Agriculture, Ulan-Bator 2010.
[19] *United Nations Environment Programme*, www.unep.org [13-12-2013].
[20] Ibidem.

Regulacje prawne w ochronie środowiska Mongolii

W przyjętej w 1991 roku Konstytucji ustanawiano prawo obywateli mongolskich do życia w bezpiecznym i zdrowym środowisku. W Konstytucji stwierdzono, że wszystkie grunty i zasoby naturalne w Mongolii podlegają ochronie państwa. Przyjęcie przepisów ochrony środowiska, zgodnie z konstytucją, stworzyło podstawy prawne ochrony środowiska.

Od czasu konferencji ONZ w Rio de Janiero w 1992 roku w Mongolii zaczęto tworzyć prawne podstawy ochrony środowiska. Mongolia podpisała i ratyfikowała globalnie ważne dokumenty w dziedzinie ochrony środowiska, w tym Konwencję o różnorodności biologicznej (1993), Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (1993), Konwencją w sprawie zwalczania pustynnienia (1996), Konwencję wiedeńską o ochronie warstwy ozonowej (1996), Protokół Montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową (1996), Konwencję bazylejską o kontroli transgranicznego przemieszczania i usuwania opadów niebezpiecznych (1997), Konwencję Ramsarską o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego (1998), Protokół z Kioto (1999), Międzynarodową konwencję dotyczącą ochrony roślin (2009), Konwencję Minamata w sprawie rtęci (2013).

W 1995 roku został przedstawiony „Krajowy Plan Działań na rzecz Środowiska" zawierający krajowe priorytety w odniesieniu do środowiska i zarządzania zasobami naturalnymi. Następnie zostały opracowane: „Krajowy program zrównoważonego rozwoju" „Krajowy plan działań w sprawie zwalczania pustynnienia", Krajowy plan działań na rzecz bioróżnorodności, „Plan działań na rzecz ochrony powietrza", „Krajowy plan działań w celu ochrony warstwy ozonowej" oraz Mongolski Plan Działań Agenda 21 (MAP 21). Od 2012 roku Krajowy Komitet Zielonego Rozwoju, kierowany przez premiera, pracuje nad rozwojem zielonej gospodarki.

W ramach zielonych reform w 2012 roku przeprowadzono rewizję prawa ochrony środowiska i przyjęto nowe regulacje. Kluczowe aspekty dotyczyły: kontroli środowiska, stosowania zasady zanieczyszczający płaci, zaangażowania społeczności lokalnych w ochronie środowiska, zwiększenia wartości gospodarczej zasobów naturalnych i kapitałów, tworzenia zrównoważonych źródeł energii i promowania zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi.

W ostatnich latach sprawom ochrony środowiska i rozwoju zielonej gospodarki poświęca się w Mongolii coraz więcej uwagi. Dowodem na to zaangażowanie w dziedzinie ochrony środowiska było zorganizowanie konferencji „*Renewable Energy Futures and Green Development*" oraz obchody Światowego Dnia Środowiska pod hasłem „Myśl, Jedz, Oszczędzaj. Zmniejsz swoje marnotrawstwo żywności" w Ułan-Bator latem w 2013 roku.

Potencjał przyrodniczy w procesie rozwoju Mongolii – ocena

Mongolia jest niezwykle bogato obdarowana przez naturę różnorodnymi zasobami naturalnymi. Odgrywają one ważną rolę w rozwoju gospodarki i mają ogromne znaczenie perspektywiczne.

W związku z transformacja systemową, Mongolia zmieniła się w ostatnich 20 latach z kraju rolniczo-przemysłowego (z wyraźną przewagą naturalnej gospodarki pasterskiej) w kraj górnictwa. Sektor rolnictwa uległ skurczeniu czy w czasie boomu na wydobycie surowców mineralnych, zwłaszcza węgla, miedzi i złota. Pozytywnie można jednak ocenić trzecią kampanię rolną, która wyraźnie spowodowała ponowny wzrost tego sektora.

Odnotowane wysokie wzrosty w gospodarce w ostatnich latach są jednak głównie rezultatem rozwoju górnictwa. Gospodarka Mongolii jest bardzo wrażliwa na zmiany światowych cen surowców. Przykładem jest globalny kryzys finansowy, powodujący wahanie cen miedzi na światowym rynku. Nastąpił spadek PKB i ogólne pogorszenie stanu gospodarki. Aby uniknąć tak silnego uzależnienia od produkcji sektora wydobywczego i wahań cen, rząd Mongolii stara się rozwijać przemysł przetwórczy. Wiąże się to z nowymi formami finansowego wsparcia i zarządzania eksploatacją surowców.

Podstawą stabilnego rozwoju każdej gospodarki oraz społeczeństwa jest jego ekologiczna równowaga. Gospodarka Mongolii jest bardzo wrażliwa na zmiany klimatu i zależna od stanu środowiska. Zgodnie z badaniami prowadzonymi przez *Global Footprint Network*, jak pokazuje rysunek 7, od 1960 roku pojemność środowiska przyrodniczego Mongolii systematycznie pogarsza się.

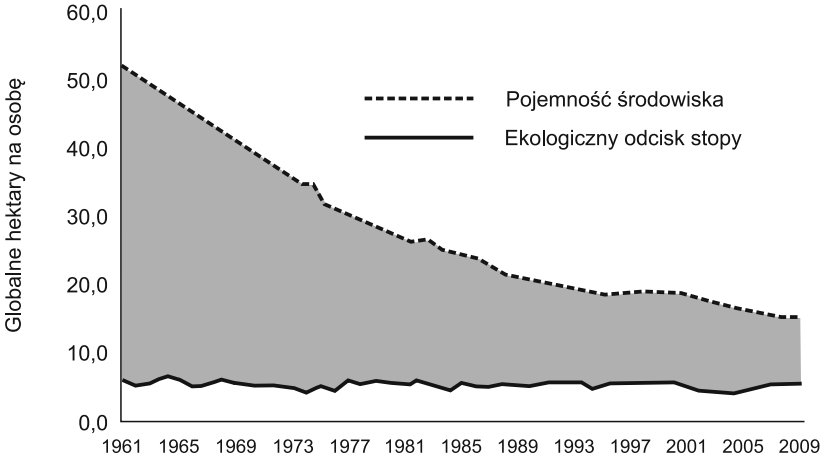
Należy pozytywnie ocenić zmianę polityki rozwoju gospodarki ukierunkowaną na zrównoważone użytkowanie zasobów odnawialnych, transformacją ku zielonej gospodarce. Zasoby energii odnawialnej Mongolii nie tylko mogą zaspokoić zapotrzebowanie wewnętrzne, zmniejszając problemy ekologiczne kraju, ale też dają szansę na rozwój eksportu energii. Niewątpliwie może to dodatnio wpłynąć na zamożność i jakość życia społeczeństwa.

Produkcja przemysłowa w Mongolii należy do bardzo energochłonnych, co wiąże się z wysoką emisją CO_2. W 2010 roku emisja CO_2 *per capita* wyniosła 4,243 Mg. Na tle krajów Azji i Pacyfiku Mongolię charakteryzuje najwyższa energochłonność produkcji przemysłowej, choć w okresie 1990 – 2008 dał się zaobserwować spadek energochłonności z poziomu blisko 14 tys. ton ekwiwalentu ropy naftowej na milion dolarów wytworzonej wartości dodanej do poziomu niespełna 8 tys. ton.[21]

Energia odnawialna jest postrzegana jako klucz do redukcji emisji gazów cieplarnianych, jak również zanieczyszczenia powietrza w Mongolii. Jednak kraj ten czeka jeszcze dużo pracy, aby produkcja sektora energetyki odnawialnej osiągnęła odpowiedni poziom.

[21] Asia Pacific HDR 2012, s. 40.

Rysunek 7
Pojemność środowiska i ekologiczny odcisk stopy w Mongolii



Źródło: www.footprintnetwork.org [20-12-2013].

Podsumowanie

Mongolia dysponuje ogromnymi zasobami naturalnymi, które można wykorzystywać zarówno do produkcji rolnej, jak i przemysłowej. Dotychczasowy rozwój opierał się głównie na tradycyjnej hodowli zwierząt i przemyśle wydobywczym. Jednak szereg czynników zewnętrznych, takich jak zmiany klimatu oraz wahania światowej koniunktury i cen surowców, na których działanie gospodarka Mongolii jest wyjątkowo wrażliwa, destabilizowały jej rozwój. Dlatego pozytywnie należy ocenić zwrot w polityce państwa polegający na odchodzeniu od wydobycia i eksportu surowców mineralnych i na rzecz rozwoju przemysłu przetwórczego i zielonej gospodarki bazującej na odnawialnych źródłach energii.

Anna Matwiejuk

MONITORING ŚRODOWISKA Z WYKORZYSTANIEM POROSTÓW

Anna Matwiejuk, dr – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Instytut Biologii
ul. Świerkowa 20 B, 15-950 Białystok
e-mail: matwiej@uwb.edu.pl

MONITORING OF ENVIRONMENT WITH USE OF LICHENS

SUMMARY: Bioindication is a method of assessing the state of the environment, especially pollution, based on the survey responses of living stenobionts organisms reaction (indicator organisms) to the changes. Stenobionts are species with a narrow ecological tolerance to the given agent. If you know the factor which makes it sensitive and on what condition favor is based their presence in the environment we can estimate the presence of a specific environmental factor. Among the universal bioindicators are also lichens = lichenicolous fungi. Lichens (Lichenes) are fascinating organisms which thallus is build from two components – photobiont (algae and/or cyanobacterium) and mycobiont (fungus – Ascomycetes, or less Basidiomycetes or imperfect fungus). The paper presents the biological characteristics of lichens (described their morphology, anatomical, physiological characteristics), as one of the best indicator organisms and the use of lichens in atmospheric aerosol pollution biomonitoring. The paper describes field and laboratory methodology (1. test methods for the study of biodiversity and abundance of lichens, 2. anatomical and morphological mehtods, 3. physiological methods, 4. chemical analytical methods). Data on lichenoindication research conducted in Poland were collected, so as the methodology on collecting and processing the results and observations were learnt and obtained. In addition, the role of lichens as indicators of natural and lowland forests and as indicators of climate change has been described.

KEY WORDS: lichens, bioindicators, lichenoindication

Wstęp

Porosty stanowią klasyczny przykład wskaźników stanu środowiska, w tym stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i stanu jego naturalności. Porosty to ekologiczne układy złożone najczęściej z dwóch komponentów – cudzożywnego grzyba i samożywnego glona. Glon i grzyb tworzą organizm o odmiennych właściwościach, organizm symbiotyczny, który ze względu na swoistą gospodarkę wodną, cechy anatomiczne i sposób odżywania może zasiedlać miejsca nie dostępne dla innych organizmów. Plechy porostów mają postać różnobarwnych skorupiastych nalotów ściśle przyrośniętych do podłoża, łuseczek, listków bądź krzaczków. Porosty jako organizmy zmiennowodne, mają plechy silnie higroskopijne, co sprawia, że szybko absorbują zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Inną cechą charakteryzującą porosty jest wyjątkowo duża wrażliwość na zmiany warunków siedliskowych, wywołane głównie przez czynniki antropogeniczne. Celem pracy jest ocena:

- roli porostów w monitoringu biologicznym zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego;
- właściwości porostów jako wskaźników zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego;
- i przegląd metod lichenoindykacyjnych wykorzystujących porosty jako czułe biowskaźniki zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego;
- roli porostów jako wskaźników naturalności lasów;
- roli porostów jako wskaźników zmian klimatu.

Porosty jako czułe wskaźniki zmian środowiska

Porosty (grzyby zlichenizowane) należą do królestwa grzybów Mycota. Są plechowymi organizmami symbiotycznymi, złożonymi z dwóch komponentów autotroficznego glonu (fotobionta) i heterotroficznego grzyba (mykobionta). Wzajemne zależności pomiędzy partnerami są różnie traktowane od helotyzmu (niewolnictwa), poprzez grzybopasożytnictwo, glonopasożytnictwa do symbiozy. Najczęściej wzajemne relacje pomiędzy partnerami tłumaczy się jako symbiozę mutualistyczną, gdzie glon pobudzany jest przez substancje (głównie kwas askorbinowy) wytwarzane przez grzyb do fotosyntezy. Grzyb natomiast dostarcza glonom wody wraz z substancjami mineralnymi, stwarza mu schronienie oraz chroni go przed niską temperaturą. Plecha porostów tworzy nową jakość w stosunku do każdego z komponentów, przy czym pewne cechy anatomiczno-morfologiczne nie są przez nie zatracone. Glonami najczęściej tworzącymi plechy porostów są zielenice (Chlorophyta, na przykład: *Coccomyxa*, *Trentepohlia*, *Chlorella*, *Pleurococcus*) oraz sinice (Cyanophyta, przykładowo: *Nostoc*, *Scytonema*, *Gloeocapsa*, *Xanthocapsa*). Mykobiontem są najczęściej grzyby workowce (Ascomycota).

Porosty pojawiły się na ziemi w okresie dewońskim, około 335 – 408 milionów lat temu[1]. Obecnie szacuje się, że na świecie żyje około 13 500 gatunków porostów, w tym 1554 w Polsce[2].

O historii badań nad porostami pisał J. Bystrek[3]. Termin *Lichen* do nauki wprowadził Teofrast z Eresos (370-288 p.n.e.), uczeń Arystotelesa, jednakże rośliny opisywane pod tą nazwą należały przeważnie do mszaków, głównie wątrobowców. Historię badań nad porostami tworzyli m. in. w XVII wieku Tournefort (1656-1708) i Linneusz (1707-1778), na przełomie XVIII i XIX wieku Acharius (1757-1819), autor dzieła *Lichenographia universalis* oraz Fries (1794-1878), Wallroth (1792-1857), de Notaris (1805-1877), Koerber (1817-1885) i Nylander (1822-1899)[4]. W 1867 roku Schwendener (1829-1919) wysunął przypuszczenie o dualistycznej naturze porostów, uznając je za wspólnotę życiową glonu i grzyba[5].

Porosty są organizmami zmiennowodnymi (poikilohydrowymi). Stopień uwodnienia ich plech jest zależny od stopnia wilgotności powietrza. Porosty pobierają wodę atmosferyczną z powietrza (głównie w postaci pary wodnej), całą powierzchnią plechy bez jej uprzedniego przejścia w stan ciekły, w sposób czysto fizyczny, w cyklu dobowym[6].

Specyficzną cechą porostów jest zdolność wytwarzania wtórnych substancji porostowych, zwanych kwasami porostowymi. W formie kryształów, granulek lub w formie ciekłej gromadzą się one między innymi na powierzchni strzępek miąższu, w soraliach, rzadziej w warstwie korowej plechy. Są nierozpuszczalne w wodzie. Ich udział, w zależności od gatunku, wynosi od 0,5 do 10% suchej masy porostów. Kwasy porostowe są wytwarzane przez grzyba z wykorzystaniem węglowodanów produkowanych przez glony – glukozę przez sinicę oraz rybitol, erytrytol i sorbitol przez zielenice w różnych szlakach metabolicznych. Rodzaj i ilość wytwarzanych kwasów porostowych są różne dla poszczególnych gatunków porostów. Opracowane są metody identyfikacji gatunków porostów na podstawie analizy zawartych w nich kwasów (chemotaksonomia – reakcje testowe, chromatografia cienkowarstwowa TLC).

---

[1] T.N. Taylor, H. Hass, W. Remy, H. Kero, *The oldest fossil lichen*, "Nature" 1995 nr 378, s. 244.

[2] W. Fałtynowicz, *The lichens lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski*, Institute of Botany, Polish Academy of Science, Kraków 2003, s. 435.

[3] J. Bystrek, *Podstawy lichenologii*, Wyd. Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997, s. 11-19.

[4] A. Kłos, *Porosty biowskaźniki i biomonitory zanieczyszczenia środowiska*, „Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia" 2007 nr 12(1-2).

[5] J J. Bystrek, op. cit., s. 11-19.

[6] A. Matwiejuk, *Porosty Białegostoku, jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2007.

Monitoring biologiczny

Bioindykacja jest metodą oceny stanu środowiska, głównie poziomu zanieczyszczeń, na podstawie badania reakcji organizmów żywych stenotypowych (organizmów wskaźnikowych) na zmiany. Stenobionty są gatunkami o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej na dany czynnik. Jeśli wiadomo, na jaki czynnik są wrażliwe i jakie warunki preferują, to na podstawie ich obecności w środowisku można wnioskować o działaniu lub występowaniu określonego czynnika środowiskowego.

Właściwości bioindykacyjne mogą się przejawiać na poziomie:

- komórek (cechy biochemiczne i fizjologiczne);
- tkanek i organów (cechy anatomiczne i fizjologiczne);
- całych organizmów (cechy morfologiczne i anatomiczne);
- populacji i biocenoz (cechy troficzne i konkurencyjne).

W zależności od sposobu reagowania na określone czynniki środowiskowe można wyróżnić następujące kategorie bioindykacyjne:

- skala gatunków – obecność lub brak gatunków wrażliwych na określony czynnik środowiskowy;
- wskaźniki akumulacji – organizmy gromadzące w swoich tkankach substancje toksyczne;
- wskaźniki reagujące – organizmy wskazujące różny stopień uszkodzenia swoich organów pod wpływem działających czynników środowiskowych;
- biomarkery – kategoria bioindykatorów wskazujących zmiany na poziomie biochemicznym, immunologicznym i genetycznym.

Lichenoindykacja

Lichenoindykacja jest jedną z metod bioindykacji, która wykorzystuje porosty (*Lichenes*) jako organizmy biowskaźnikowe. Fizyczny sposób gospodarowania wodą sprawił, że porosty posiadają bardzo duże możliwości kumulowania substancji rozpuszczonych w wodzie atmosferycznej. Możliwości wykorzystywania asymilatów symbiotycznego partnera i substancji mineralnych emitowanych do atmosfery uniezależniły porosty od podłoża i pozwoliły na opanowanie pionierskich siedlisk. Oparcie procesów fizjologicznych o wodę atmosferyczną sprawiło, że podstawowym warunkiem istnienia porostów jest jej jakość, stopień zanieczyszczenia. Dzięki wykorzystaniu wody zawartej w powietrzu opanowały różnorodne siedliska i jednocześnie jako pierwsze zareagowały na zwiększające się zanieczyszczenie atmosfery różnymi substancjami, w naszych warunkach głównie tlenkami siarki, azotu i ołowiu[7].

W odróżnieniu od roślin, porosty odznaczają się dużą odpornością na takie czynniki, jak skrajne temperatury, brak wody i krótki okres wegetacyjny, a jedno-

[7] J. Bystrek, op. cit., s. 103-107.

cześnie odznaczają się największą wrażliwością na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego[8].

Wyjątkowa wrażliwość porostów na zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w porównaniu z innymi roślinami wynika z:

- braku tkanki okrywającej, co stwarza możliwość bezpośredniej infiltracji gazów, pyłów i roztworów do wnętrza plech; wymiana gazowa u porostów odbywa się całą powierzchnią plechy, w ten sposób wszelkie zanieczyszczenia znajdujące się w powietrzu dostają się bez trudu do wnętrza organizmu;
- małej zdolności przystosowywania się do zmieniających się warunków środowiska;
- niskiej tolerancji glonu na zanieczyszczenia, wynikająca z podatności chlorofilu na dezaktywację;
- bardzo małej zwartości chlorofilu w plechach na jednostkę suchej masy, co sprawia, że rozkład chlorofilu pod wpływem toksyn daje efekty uszkodzenia wielokrotnie silniejsze niż u roślin;
- zmiany przepuszczalności błon, odczynu cytoplazmy, wpływ rozpuszczonych składników chemicznych na komórkowe układy redoks to pośrednie skutki skażeń;
- pobierania wody bezpośrednio z opadów atmosferycznych i pary wodnej, podczas gdy rośliny korzystają z wody częściowo przefiltrowanej przez glebę[9].

Metody lichenoindykacyjne

Metody wykorzystujące porosty do oceny zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego można podzielić na:

- metody terenowe:
  - metody polegające na badaniu bioróżnorodności i liczebności porostów;
- metody laboratoryjne:
  - metody anatomiczno-morfologiczne,
  - metody fizjologiczne,
  - metody analityczno-chemiczne.

W badaniach różnorodności i liczebności porostów najczęściej są stosowane skale porostowe, modyfikowane dla obszarów geograficznych w zależności od występujących tam gatunków porostów epifitycznych (nadrzewnych). Do celów lichenomonitoringu zostały przetestowane liczne gatunki porostów oraz granice wytrzymałości porostów w zależności od stopnia skażenia powietrza, zwłaszcza tlenkami siarki. Uczyniono to dzięki eksperymentalnym badaniom aktywności procesów metabolicznych, zwłaszcza fotosyntezy, oddychania, a następnie przez porównanie uzyskanych danych z ilością SO_2 w powietrzu. Wyliczone zostały

[8] W. Fałtynowicz, *Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza. Zasady, metody, klucze do oznaczania wybranych gatunków*, Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno 1995.
[9] Ibidem.

roczne wartości SO_2 w atmosferze powodujące zahamowanie fotosyntezy[10]. Na podstawie takich badań opracowana została dla Wysp Brytyjskich pierwsza skala wrażliwości porostów[11] i podana procentowa wartość SO_2 dla określonych grup gatunków. Na podstawie występowania poszczególnych gatunków porostów rosnących na drzewach o dwóch odmiennych rodzajach kory – zeutrofizowanej i niezeutrofizowanej, D. L. Hawksworth i F. Rose[12] wyróżnili 10 stref, którym przyporządkowali odpowiednie średnie wartości stężeń SO_2 w miesiącach zimowych. Dzięki tej skali stało się możliwe porównywanie rozmieszczenia poszczególnych stref na różnych obszarach lub analiz ich zmian w czasie. Należy jednak pamiętać, że przy opracowywaniu tej skali, przy doborze gatunków kierowano się częstością ich występowania i odpornością na zanieczyszczenia powietrza w konkretnym rejonie Wielkiej Brytanii. Dlatego też wskazane jest każdorazowe dostosowywanie listy gatunków charakterystycznych dla poszczególnych stref do lokalnych warunków i miejscowej lichenobioty.

W Polsce skala biologiczna D. L. Hawkswortha i F. Rose[13] została zmodyfikowana i przystosowana do warunków południowej Polski przez J. Kiszkę dla województwa krakowskiego[14] i Przemyśla[15]. Autor ten stosuje termin „strefa lichenoindykacyjna" i wyróżnia siedem stref: strefa I: stopień skali biologicznej 0 i 1 (według D. L. Hawkswortha, F. Rose 1970), strefa II: stopień skali biologicznej 2 i 3, strefa III: stopień skali biologicznej 4, strefa IV: stopień skali biologicznej 5, strefa V: stopień skali biologicznej 6, strefa VI: stopień skali biologicznej 7 i 8, strefa VII: stopień skali biologicznej 9 i 10.

Dane na temat zmian w występowaniu i obfitości porostów na poziomie gatunków i populacji, uzyskane w badaniach różnorodności i liczebności porostów są poddawane analizie w celu wykonania map, identyfikacji stref zubożenia różnorodności biologicznej porostów i wskazań, co do jakości powietrza. Tworzenie map dystrybucji rozpowszechnionych i wrażliwych porostów jest dość tanią i prostą metodą monitoringu jakości powietrza. Metoda ta rozróżnia strefy z różnym stopniem zanieczyszczenia. Wzory dystrybucji mogą obejmować obecność lub brak gatunków jako odpowiedź na zanieczyszczenia, zmniejszenie pokrycia gatunkami i rekolonizację gatunków wynikającą z poprawy jakości powietrza[16].

---

[10] J. Bystrek, op. cit., s. 254-263.

[11] D.L. Hawksworth, F. Rose, *Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens*, "Nature" 1970 nr 227, s. 145-148.

[12] Ibidem.

[13] Ibidem.

[14] J. Kiszka, *Lichenoidykacja obszaru województwa krakowskiego*, „Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej" 1990 nr 18, s. 201-212.

[15] J. Kiszka, *Porosty (Lichenes) oraz warunki bioekologiczne Przemyśla*, „Arboretum Bolestraszyce" 1999 z. 6.

[16] T.M. Traczewska, *Biologiczne metody oceny skażenia środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.

W badaniach różnorodności i liczebności porostów stosowane są także metody polegające na wyznaczaniu tak zwanego indeksu czystości atmosfery IAP (*Index of Atmospheric Purity*)[17].

IAP umożliwia ocenę poziomu zanieczyszczenia powietrza, opartą na liczbie gatunków porostów *(n),* częstotliwości ich występowania *(f)* i tolerancji porostów na badanym terenie.

$$\text{Index of Air Purity (IAP)} = \sum_{i=1}^{n} f_i \qquad (1)$$

Obliczenia indeksów czystości atmosfery określają wpływ źródła zanieczyszczeń na populacje porostów. Jest to ilościowe podejście fitosocjologiczne, wymagające zbioru danych, takich jak częstość i procent pokrycia oraz uwzględnienie wiedzy dotyczącej ich tolerancji na substancje toksyczne. Wartości IAP zwiększają się, gdy zbiorowiska stają się bardziej złożone w miarę oddalania się od źródła emisji[18].

Wartości IAP są zgrupowane w pięć poziomów jakości (tabela 1).

Metody anatomiczno-morfologiczne polegają na badaniu zmian w budowie anatomicznej i morfologicznej plech porostów spowodowanych czynnikami antropogennymi. Porównywany jest na przykład udział żywych i martwych komórek glonów oraz szybkość ich obumierania (metoda kondycji plech pustułki pęcherzykowatej *Hypogymnia physodes* na podstawie aktywności fotobionta *Trebouxia* – metoda mikroskopowa). W metodzie makroskopowej ocenia się stopień uszkodzeń plech porostów na podstawie wielkości zmian, przebarwień i nekroz na plechach. W obu metodach najczęściej wykorzystywana jest technika transplantacji porostów[19], która polega na przeniesieniu porostów z obszarów mało zanieczyszczonych i ekspozycji na badanych obszarach, głównie miejskich i przemysłowych. Najczęściej stosuje się transplantację w miesiącach jesiennych i wiosennych, kiedy w środowisku miejskim panuje podwyższona wilgotność powietrza, związana z występowaniem częstych opadów i mgieł przy równoczesnym wzmożonym obciążeniu atmosfery zanieczyszczeniami. W konsekwencji w okre-

[17] P. Czarnota, *Porosty jako indykatory zanieczyszczenia środowiska. Przegląd metod lichenoindykacyjnych*, „Przegląd Przyrodniczy" 1998 nr IX(1/2), s. 55-72; R. Kricke, S. Loppi, *Bioindication: The I.A.P. Approach*, w: P.L. Nimis, C. Scheidegger, P.A. Wolseley, *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London 2000, s. 21-38; M.E. Conti, G. Cecchetti, *Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review*, "Environmental Pollution" 2001 nr 114, s. 471-492; K. Szczepaniak, M. Biziuk, *Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution*, "Environmental Research" 2003 nr 93, s. 221-230; T.M. Traczewska, op. cit.

[18] T.M. Traczewska, op. cit.

[19] F. LeBlanc, D.N. Rao, G. Comeau, *Indices of atmospheric purity and fluoride pollution pattern in Arvida*, "Canadian Journal of Botany"1972 nr 50, s. 991-998; L. Pustelniak, *Application of the transplantation method in studies on the influence of the urban environment upon the vitality of Hypogymnia physodes (L.) Nyl. thalli*, "Zeszyty Naukowe Uniwerystetu Jagiellońskiego. Prace Botaniczne" 1991 nr 22, s. 193-201; A. Kepel, *Porosty Poznania jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery, praca doktorska (manuskrypt)*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań 1999; A. Matwiejuk, op. cit.

Tabela 1
Poziomy jakości indeksu czystości atmosfery (IAP)

Poziom	Wartość	Interpretacja
Poziom A	0 ≤ IAP ≤ 12.5	Bardzo wysoki poziom zanieczyszczenia
Poziom B	12,5 < IAP ≤ 25	Wysoki poziom zanieczyszczenia
Poziom C	25 < IAP ≤ 37.5	Umiarkowany poziom zanieczyszczenia
Poziom D	37,5 < IAP ≤ 50	Niski poziom zanieczyszczenia
Poziom E	IAP > 50	Bardzo niski poziom zanieczyszczeń

Źródło: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL, www.krdl.din.de [20-12-2013].

sie tym wytwarza się bardzo niekorzystny układ współzależności: wydłużony okres uwodnienia plech prowadzący do zwiększenia aktywności fizjologicznej i tym samym ułatwionego pobierania substancji toksycznych przy równoczesnym zwiększeniu zanieczyszczenia atmosfery.

Metody fizjologiczne polegają na ocenie zmian aktywności procesów życiowych zachodzących w porostach pod wpływem toksyn zawartych w powietrzu. Przykładem jest pomiar zmian konduktywności wody po zanurzeniu w niej porostów, wywołany wyciekaniem jonów z wnętrza komórek wskutek uszkodzenia błon komórkowych[20]. Bada się także intensywność wydzielania etylenu C_2H_4, nadmiernie wytwarzanego przez porosty pod wpływem toksyn[21].

Często badanym wskaźnikiem są zmiany aktywności fotosyntetycznej glonów. Fabiszewski i inni (1983) na podstawie zmian intensywności fotosyntezy transplantowanych plech *Hypogymnia physodes*, obejmujących zakres od całkowitej inhibicji tego procesu do wartości 80% kontroli, określili pięć stref skażeń środowiska i izolinie stężeń dwutlenku siarki wokół Zakładów w Lubińskim Zagłębiu Miedziowym. Średnie dwumiesięczne stężenia SO_2 wyznaczone na podstawie zmian fotosyntezy transplantowanego porostu, w najbliższym otoczeniu huty wynosiły od 0,4 do 0,025 mg/m^3. Natomiast w odległości 1,0-1,5 km od emitora obliczone stężenie dwutlenku siarki przekraczało wartość 0,4 mg/m^3. Pomiary intensywności fotosyntezy przeprowadzono w układzie zamkniętym wykorzystując analizator CO_2 Infralyt III [22].

[20] J. Garty, S. Tomer, T. Levin, H. Lehr, *Lichens as biomonitors around a coal-fired power station in Israel*, "Environmental Research" 2003 nr 91, s. 186-198.
[21] E. Epstein, O. Sagee, J.D. Cohen, J. Garty, *Endogenous auxin and ethylene in the lichen Ramalina duriaei*, "Plant Physiology" 1986 nr 82, s. 1122-1125; J. Garty i in., *Comparison of five physiological parameters to assess the vitality of the lichen Ramalina lacera exposed to air pollution* "Physiologia Plantarum" 2000 nr 109, s. 410-418.
[22] J. Fabiszewski, T. Brej, K. Bielecki, *Fitoindykacja wpływu huty miedzi na środowisko biologiczne*, „Prace Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego" 1983 nr B 207, s. 1-110.

Pomocniczą rolę w ocenie stopnia skażenia atmosfery stanowią pomiary zawartości chlorofilu i feofityny w transplantowanych porostach[23].

W badaniach aktywności procesów fizjologicznych stosowane są metody fluorescencyjne, które można wykorzystywać w terenie (*in situ*), unikając w ten sposób możliwych zmian fizjologicznych, wywołanych transportem oraz przechowywaniem porostów „laboratoryjny stres komórek"[24].

Metody analityczno-chemiczne polegają na analizie składu chemicznego porostów: mikropierwiastków i makropierwiastków kumulowanych w ich plechach. Ze względu na budowę anatomiczną porosty charakteryzują się zdolnościami sorpcyjnymi, zwłaszcza do jonów metali. Pobierają one wodę i zawarte w niej substancje, wraz z zanieczyszczeniami, całą powierzchnią plechy[25]. Stosując lichenoindykacyjne metody analityczno-chemiczne wyznacza się strefy zanieczyszczenia środowiska oraz bada źródła i kierunki rozprzestrzeniania się polutantów. Prowadzone badania miały na celu między innymi ocenę i monitoring zanieczyszczenia środowiska na przykład w pobliżu zakładów produkcyjnych, aglomeracji miejskich i naturalnych emitorów (na przykład wulkanów). Dotyczyły one także metod analizy i kierunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na terenach nieuprzemysłowionych oraz korelacji między zawartością pierwiastków śladowych w plechach porostów, w powietrzu i w glebie[26].

Korelacje między zawartością śladowych zanieczyszczeń w porostach i w środowisku uzależnione są od wielu czynników, między innymi: fizykochemicznych właściwości podłoża, na którym rosną porosty, od rodzaju związków chemicznych, w jakich występują w atmosferze badane pierwiastki śladowe, a szczególnie od ich preferencji do tworzenia w środowisku wodnym form jonowych (sorpcja w warstwie kationoaktywnej) oraz od warunków klimatycznych i topografii terenu[27].

---

[23] Ibidem; K. Boonpragob, *Monitoring physiological change in lichens: total chlorophyll content and chlorophyll degradation*, w: P.L. Nimis, C. Scheidegger, P.A. Wolseley, *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London 2000, s. 327-332.

[24] P. Czarnota, *Porosty jako indykatory zanieczyszczenia środowiska. Przegląd metod lichenoindykacyjnych*, „Przegląd Przyrodniczy" 1998 nr IX(1/2), s. 55-72.

[25] T.M. Traczewska, op. cit.

[26] J. Fabiszewski, T. Brej, K. Bielecki, op. cit.; R. Kral, L. Kryzova, J. Liska, *Background concentrations of lead and cadmium in the lichen Hypogymnia physodes at different altitudes*, „Science of the Total Environment" 1989 nr 84, s. 201-209; P. Czarnota, *Zawartość mikro- i makropierwiastków w plechach Hypogymnia physodes w Gorczańskim Parku Narodowym – próba lichenoindykacji*, „Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody" 1995 nr 14(3), s. 69-88; A. Kepel, op. cit.; A. Kłos, *Porosty biowskaźniki i biomonitory zanieczyszczenia środowiska*, „Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia" 2007 nr 12(1-2); A. Matwiejuk, op. cit.

[27] A. Kłos, op. cit.

Przykłady wykorzystania porostów jako bioindykatorów do oceny zanieczyszczenia środowiska różnymi polutantami

Wyniki badań lichenoindykacyjnych w Polsce wykorzystujące porosty jako czułe bioindykatory zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego

W Polsce, głównie w miastach najczęściej stosowaną metodą lichenoindykacyjną była skala porostowa służąca do oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego SO_2. Skala porostowa umożliwia określenie strefy porostowej (strefy lichenoindykacyjnej), to znaczy obszaru charakteryzującego się występowaniem wskaźnikowych gatunków porostów nadrzewnych o znanej odporności na stężenie SO_2[28]. W wielu miastach Polski stwierdzono wyraźne strefowe rozmieszczenie porostów. Pustynie bezporostowe (strefy najbardziej skażone) wyodrębniono w Krakowie[29], Toruniu[30], Radomiu[31], Warszawie[32], Łodzi[33], Szczecinie[34], miastach aglomeracji Trójmiasta[35] i Poznaniu[36]. Strefy bezporostowej nie stwierdzili K. Toborowicz[37] w Kielcach, L. Lipnicki[38] w Drezdenku oraz J. Kiszka[39] w Przemyślu. W Białymstoku pustynia bezporostowa występuje tylko na pojedynczych stanowiskach położonych w centrum miasta[40].

---

[28] A. Matwiejuk, op. cit.; J. Kiszka, *Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (Lichenes) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej*, Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1977, s. 5-137; J. Kiszka, R. Kościelniak, *Porosty miasta Krakowa oraz waloryzacja ich warunków bioekologicznych*, „Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej" 1996 nr 24, s. 21-72.

[29] J. Zurzycki, *Badania nad nadrzewnymi porostami Krakowa i okolicy*, „Materiały do Fizjografii Kraju" 1950 nr 24, s. 1-30.

[30] J. Wilkoń-Michalska, N. Głazik, A. Kalińska, *Porosty miasta Torunia*, „Acta Societatis Nicolai Copernici" 1968 nr 29(63), s. 210-253.

[31] S. Cieśliński, *Flora epifityczna porostów miasta Radom*, „Biuletyn Kwartalny Radomskiego Towarzystwa Naukowego" 1974 nr 11(3/4), s. 169-189.

[32] H. Zimny, K. Kucińska, *Porosty Warszawy jako biowskaźniki zaburzeń środowiska miejskiego*, „Przegląd Informacyjny – Zieleń Miejska" 1974 nr 10/1, s. 13-22.

[33] S. Kuziel, B. Halicz, *Występowanie porostów epifitycznych na obszarze Łodzi*, „Sprawozdania z Czynności i Posiedzeń Naukowych Łódzkiego Towarzystwa Naukowego" 1979 nr 33(3), s. 1-7.

[34] B. Marska, *Z badań nad porostami miasta Szczecina*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, nr 77, Rolnictwo" 1979 nr 22, s. 205-215.

[35] W. Fałtynowicz, I. Izydorek, E. Budzbon, *The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia*, "Monographiae Botanicae" 1991 nr 73, s. 1-52.

[36] A. Kepel, op. cit.

[37] K. Toborowicz, *Porosty miasta Kielc i najbliższej okolicy*, „Fragmenta Floristica et Geobotanica" 1976 nr 22(4), s. 574-603.

[38] L. Lipnicki, *Porosty miasta Drezdenka i najbliższej okolicy*, „Fragmenta Floristica et Geobotanica" 1984 nr 28(2), s. 221–239.

[39] J. Kiszka, *Porosty (Lichenes) oraz warunki bioekologiczne Przemyśla*, „Arboretum Bolestraszyce" 1999 z. 6.

[40] A. Matwiejuk, op. cit.

Zurzycki[41] opracował pierwszą w Polsce mapę lichenoindykacyjną dla miasta Krakowa i okolicy. Wyznaczył trzy strefy: bezporostową, walki oraz normalnej wegetacji. W 1977 roku opublikowano nową mapę rozmieszczenia stref bioekologicznych na podstawie bioty porostów z obrębu Krakowa i Puszczy Niepołomickiej[42]. Wydzielono tam sześć stref (od I do V stref), z kilkoma podstrefami. Stwierdzono rozszerzanie się stref bezporostowych i potwierdzono, że głównymi czynnikami eliminującymi porosty z Krakowa są emisje miejskie i przemysłowe. W Toruniu[43] granice strefy walki przebiegały niesymetrycznie w stosunku do centrum miasta. Zimny i Kucińska[44] wykazali, że na terenie Warszawy rozmieszczenie porostów nie jest równomierne. Mapy rozmieszczenia porostów w stolicy korelowały z mapami zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Fałtynowicz i inni [45] w miastach aglomeracji Trójmiasta wyróżnili cztery strefy lichenoindykacyjne: bezwzględną pustynię bezporostową, względną pustynię porostową, strefę walki oraz strefę normalnej wegetacji. Gdańsk, Sopot i Gdynię wyróżnia specyficzny, pasmowy układ stref występowania porostów, równoległy do brzegu Zatoki Gdańskiej. Kepel[46] opracował skalę lichenoindykacyjną dla Poznania, z uwzględnieniem gatunków zasiedlających podłoże nieorganiczne (betonowe słupy) i umieścił je jako gatunki wskaźnikowe w poszczególnych strefach lichenoindykacyjnych. Stwierdził, że brak porostów nadrzewnych w mieście nie musi być spowodowane zbyt dużym zanieczyszczeniem powietrza a brakiem forofitów lub zbyt młodym wiekiem drzew.

Analiza żywotności (kondycji) plech *Hypogymnia physodes* mierzona aktywnością życiową fotobionta *Trebouxia* jest powszechnie uważana za miernik stężenia dwutlenku siarki w powietrzu[47]. Pustelniak[48] w Rzeszowie wykazała, że tempo obumierania plech pustułki pęcherzykowatej było większe zimą niż latem. Bystrek i Wójciak[49], eksponując plechy *Hypogymnia physodes* w wielu punktach Lublina, stwierdzili całkowite obumarcie i rozpad komórek nie tylko zielonego komponenta, ale i strzępek tworzącego plechę porostu grzyba. Matwiejuk[50] na terenie Białegostoku zaobserwowała najgorszą kondycję plech *Hypogymnia physodes* na stanowiskach eksponowanych na obszarze od centrum miasta

[41] J. Zurzycki, *Badania nad nadrzewnymi porostami Krakowa i okolicy*, „Materiały do Fizjografii Kraju" 1950 nr 24, s. 1-30.
[42] J. Kiszka, op. cit., s. 5-137.
[43] J. Wilkoń-Michalska, N. Głazik, A. Kalińska, *Porosty miasta Torunia*, „Acta Societatis Nicolai Copernici" 1968 nr 29(63), s. 210-253.
[44] H. Zimny, K. Kucińska, op. cit. s. 13-22.
[45] W. Fałtynowicz, I. Izydorek, E. Budzbon, op. cit., s. 1-52.
[46] A. Kepel, op. cit.
[47] J. Bystrek, *Podstawy lichenologii*, Wyd. Uniwersytetu M. Curie-Skłodowskiej, Lublin 1997, s. 254-263.
[48] L. Pustelniak, *Epiphytic lichens of the city Rzeszów (South-Eastern Poland)*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego. Prace Botaniczne" 1991 nr 22, s. 171-191.
[49] J. Bystrek, H. Wójciak, *Mapa bioindykacyjna miasta Lublina oparta o porosty (raport – cz. I),* Lublin 1994, s. 1-18.
[50] A. Matwiejuk, op. cit.

ku południowemu wschodowi i północnemu zachodowi, co jest związane z kierunkiem najczęściej wiejących wiatrów (z kierunków zachodnich).

Badania akumulacji metali w plechach transplantowanej pustułki pęcherzykowatej potwierdzają, że otrzymane wyniki dotyczą dokładnie tego czynnika, o którym w eksperymencie chodziło. W miastach, w których prowadzono te badania wykazano, że największe stężenia akumulowanych metali są notowane w plechach eksponowanych na stanowiskach, których rozmieszczenie pokrywa się z lokalizacją obszarów o największej immisji[51].

Wyniki badań lichenoindykacyjnych w Europie i na świecie wykorzystujące porosty jako czułe bioindykatory zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego

W wielu krajach Europy i świata prowadzone są badania lichenoindykacyjne, mające na celu ocenę zanieczyszczenia badanych obszarów, ocenę pochodzenia zanieczyszczeń, czy ocenę kierunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z jednostkowych emitorów [52].

Ocena zanieczyszczenia badanych obszarów

Przykładem prowadzenia kompleksowych badań dotyczących lichenomonitoringu środowiska jest obszar Portugalii. Program oceny zanieczyszczenia środowiska na podstawie analizy stężeń pierwiastków śladowych (Na, Cl, Cu, La, As, V, Mn i Al) w porostach został wdrożony na początku 1990 roku[53]. Badania prowadzono na transplantowanych porostach *Parmelia sulcata* zbieranych z drzew oliwnych *Olea europaea*.

[51] Ibidem; A. Kepel, op. cit.

[52] A. Kłos, op. cit.

[53] A.M.G. Pacheco, M.C. Freitas, L.I.C. Barros, R. Figueira. *Investigating tree bark as an air-pollution biomonitor by means of neutron activation analysis*, "Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry" 2001 nr 247(2), s. 327-331; A.M.G. Pacheco, M.C. Freitas, *Are lower epiphytes really that better than higher plants for indicating airborne contaminates? An insight into the elemental contents of lichen thalli and tree bark by INAA*, "Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry" 2004 nr 259(1), s. 27-33.

Monitorowano również teren Izraela[54], obszar Tel Awiwu[55], środowisko Włoch[56], Sycylii w okolicach wulkanu Etna[57], Turcji w okolicach Izmiru[58], Singapuru[59], Hiszpanii w okolicach Walencji[60]. Do badań wykorzystano różne gatunki porostów, w tym epifityczne jak *Hypogymnia physodes, Xanthoria parietina* oraz epilityczne, jak *Candelariella* sp.*, Caloplaca* sp.

Porosty uznaje się za doskonałe wskaźniki zanieczyszczenia powietrza nie tylko metalami ciężkimi (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cr), SO_2, ale również związkami azotu (NO_x), ozonu i fluorowodorem (HF)[61].

Ocena pochodzenia zanieczyszczeń

Drugim kierunkiem badawczym realizowanym w ramach lichenomonitoringu jest ocena pochodzenia zanieczyszczeń na podstawie składu chemicznego porostów[62].

Ważnym źródłem informacji dotyczącym pochodzenia zanieczyszczeń jest skład izotopowy ołowiu Pb i siarki S zawartych w aerozolu atmosferycznym. Stosunek stężeń pary izotopów danego pierwiastka *A: x+nA/nA* w badanych próbkach jest często porównywany ze stosunkiem stężeń tych izotopów w substancji wzorcowej i wyrażany w promilach. Analizę składu izotopów siarki związanych w porostach wykorzystano do oceny pochodzenia zanieczyszczeń w Kanadzie na wyspie Nowa Fundlandia[63]. Do badań wykorzystano powszechnie występujące na tym obszarze krzaczkowate porosty *Alectoria sarmentosa*.

---

[54] J. Garty, *Comparisons between the metal content of a transplanted lichen before and after the start-up of a coal-fired power station in Israel*, "Canadian Journal of Botany" 1988 nr 66(4), s. 668-671.

[55] Ibidem.

[56] D. Varrica, A. Aiuppa, G. Dongarra, *Volcanic and anthropogenic contribution to heavy metal content in lichens from Mt. Etna and Vulcano Island (Sicily),* "Environmental Pollution" 2000 nr 108, s. 153-162.

[57] M.F. Grasso, R. Clocchiatti, C. Deschamps, F. Vurro, *Lichens as bioindicators in volcanic areas: Mt. Etna and Vulcano Island (Italy)*, "Environmental Geology" 1999 nr 37(3), s. 207-217.

[58] S.G. Tuncel, S. Yenisoy-Karakas, *Elemental concentration in lichen in Western Anatolia*, "Water Air Soil Pollutions" 2003 nr 3, s. 97-107.

[59] O.-H. NG, B.C. Tan, J.P. Obbard, *Lichens as bioindicators of atmospheric heavy metal pollution in Singapure*, "Environmental monitoring and Assessment" 2005 nr 123, s. 63-74.

[60] P. Bosch-Roig, D. Barca, G.M. Crisci, C. Lalli, *Lichens as bioindicators of atmospheric heavy metal deposition in Valencia*, *Spain*, "Journal of Atmospheric Chemistry" 2013, s. 10874-10913.

[61] A. Kłos, op. cit.

[62] Ibidem.

[63] R.D. Wiseman, M.A. Wadleigh, *Lichen response to changes atmospheric sulphur: isotopic evidence*, "Environtal Pollution" 2002 nr 116, s. 235-241; M.A. Wadleigh, *Lichens and atmospheric sulphur: what stableisotopes reveal*, "Environmental Pollution" 2003 nr 126, s. 345-351.

Ocena kierunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń z jednostkowych emitorów

Na podstawie analizy składu plech porostów dokonywana jest ocena wpływu jednostkowych emitorów, na przykład cementowni, hut i zakładów przemysłowych na środowisko przyrodnicze[64].

W Portugalii prowadzono badania wpływu lokalnych emitorów na epifityczne porosty *Ramalina fastigiata*[65]. Badano zmiany stężenia miedzi Cu w porostach w zależności od odległości od kopalni miedzi Neves-Corvo. Stwierdzono, że wraz ze zwiększaniem się odległości od źródła emisji stężenie miedzi w porostach było mniejsze. Zauważono, że badany gatunek porostów pojawia się na tych terenach dopiero w odległości około 500 m od kopalni.

Porosty wykorzystano również jako czułe wskaźniki kumulacji pierwiastków radioaktywnych. Na terenie Czarnobyla i wschodniego Uralu Biazrov[66] badał koncentrację radionuklidów w plechach porostów. Stwierdził wysoki poziom koncentracji izotopu cezu 137-Cs, stanowiącego produkt rozszczepienia i tym samym występujący w opadzie radioaktywnym (w plechach *Hypogymnia physodes* koncentracja radionuklidu wynosiła 5840 $Bq.g^1$ w odległości 1,5 km od elektrowni w Czarnobylu, w plechach *Parmelia sulcata* – 14600 $Bq.g^1$, w plechach *Cladonia mitis* – 2700 $Bq.g^1$).

Porosty jako wskaźniki naturalności

Od kilkunastu lat zwraca się uwagę na rolę porostów jako wskaźników naturalności wręcz pierwotności obszarów leśnych. Tworzy się w tym celu listy gatunków porostów określających stopień antropogenicznego przekształcenia się lasów zarówno w Polsce[67], jak i w Europie[68]. Skale te umożliwiają, w zależności od koncepcyjnego podejścia i celu zastosowania, dokonanie oceny stopnia naturalności danego kompleksu leśnego (jego ciągłości ekologicznej) lub stopnia jego degeneracji[69]. Wysoką wartość porostów jako uniwersalnych wskaźników jakości (bioróżnorodności) środowiska przyrodniczego w lasach potwierdzają badania wskazujące na wyraźną korelację pomiędzy wzrostem zróżnicowania gatun-

[64] A. Kłos, op. cit.
[65] C. Branquinho i in., *Improving the use of lichens as biomonitors of atmospheric metal pollution*, "Science of the Total Environment" 1999 nr 232, s. 67-77.
[66] L.G. Biazrov, *The Radionuclides in Lichen Thalli in Chernobyl and East Urals Areas afters Nuclear Accidents*, "Phyton" 1994 nr 34(1), s. 85-94.
[67] S. Cieśliński, *Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce Północno-Wschodniej*. Phytocoenosis (N.S.) 15, Suppl. Cartogr. Geobot., 2003, s. 60-66.
[68] A.M. Coppins, B.J. Coppins, Indices of Ecological Continuity for Woodland Epiphytic Lichen Habitats in the British Isles. British Lichen Society, London 2002, s. 11-37.
[69] B. Nordén, T. Appelqvist, *Conceptual problems of Ecological Continuity and ist bioindicators*, "Biodiversity and Conservation" 2001 nr 10, s. 779–791.

kowego porostów i związanych z nimi, w różny sposób, innymi grupami organizmów[70].

Swoistą skalę biologiczną, pozwalającą określić stopień naturalności danego zbiorowiska leśnego, zaproponował S. Cieśliński[71]. Skala ta powstała na podstawie wieloletnich badań nad porostami Polski północno-wschodniej. Ta stosunkowo obszerna lista zawiera 141 gatunków występujących w zbiorowiskach leśnych północno-wschodniej części kraju, ale spotykanych także w innych rejonach Polski i Europy. Skala ta składa się z 5 grup gatunków, odpowiadających różnym stopniom antropogenicznych przekształceń zbiorowisk leśnych: porosty lasów pierwotnego pochodzenia (I), porosty lasów naturalnych (II), porosty regenerujących się lasów gospodarczych (III), porosty w lasach gospodarczych (IV), porosty w zdegenerowanych lasach (V). Dwu pierwszym kategoriom nadano status obligatoryjnych lub fakultatywnych reliktów puszczańskich[72].

Porosty jako wskaźniki niżowych lasów puszczańskich

Spośród 1554 występujących w Polsce gatunków porostów[73], około 160, obligatoryjnych lub fakultatywnych epifitów i epiksyli, uznaje się za taksony związane z różnymi typami starych lasów naturalnych i zregenerowanych lasów gospodarczych. Spośród tej grupy, 71 gatunków spełnia kryteria przypisywane wskaźnikom niżowych lasów puszczańskich:

- są gatunkami rodzimymi występującymi wyłącznie w naturalnych zbiorowiskach leśnych;
- są stałymi, naturalnymi składnikami biocenoz leśnych, a ich właściwości biologiczno-ekologiczne są dostosowane do fitoklimatu i środowiska leśnego;
- są szczególnie czułe na zmiany warunków siedliskowych, zwłaszcza wilgotności względnej powietrza;
- są typowymi epifitami i epiksylami zasiedlającymi specyficzne siedliska leśne, na przykład bardzo stare i żywe drzewa, martwe drewno w różnej formie i w różnym stopniu rozkładu;
- są gatunkami stenotopowymi o ściśle określonej amplitudzie ekologicznej, nie rosną w lasach gospodarczych;
- nie wykazują tendencji do opanowywania siedlisk antropogenicznych.

Obecność takich gatunków wskaźnikowych daje podstawę do oznaczenia stopnia naturalności fitocenoz leśnych. W warunkach klimatycznych Polski Niżo-

[70] H. Uliczka, P. Angelstam, *Assessing conservation values of forest stands based on specialized lichens and birds*, "Biological Conservation" 2000 nr 95, s. 343–351; B. Gunnarsson, M. Hake, S.A. Hultengren, *Functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce*, "Biodiversity and Conservation" 2004 nr 13, s. 685-693.

[71] S. Cieśliński, op. cit., s. 62-64.

[72] S. Cieśliński i in., *Relicts of the primeval (virgin) forest. Relict phenomena*, w: *Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park* (Project CRYPTO 3). Phytocoenosis 8 (N.S.), red. J. B. Faliński, W. Mułenko, "Archivum Geobotanicum" 1996 nr 6, s. 197-216.

[73] W. Fałtynowicz, *The lichens lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski*, Polish Academy of Science, Kraków 2003.

wej dominują siedliska lasów liściastych, w tym strefowych grądów, buczyn i dąbrów, dlatego wśród wskaźników najliczniejszą grupę stanowią porosty ściśle związane z lasami liściastymi[74].

Porosty jako wskaźniki zmian klimatu

W ostatnich latach pojawiły się liczne prace na temat porostów i ich reakcji na zmiany klimatu w Europie[75]. Zaobserwowano, że wskutek globalnego ocieplenia klimatu zwiększa się udział gatunków epifitycznych, a zmniejsza się udział gatunków naziemnych. Zmiany te są znacznie szybsze w miejscach o dużym stopniu zanieczyszczenia, na terenach zabudowanych oraz na otwartych terenach wiejskich niż na obszarach leśnych. Stwierdzono, że zwiększa się wyraźnie udział gatunków porostów z fotobiontem *Trentepohlia* (na przykład *Arthonia radiata, Dimerella pineti, Enterographa crassa, Graphis scripta, Opegrapha* sp.*, Porina aenea, Schismatomma decolorans*).

Uzyskane dane z badań poddawane są analizie statystycznej w celu scharakteryzowania wystąpienia, różnorodności biologicznej i pokrycia porostów na miejscu.

Stosuje się wskaźnik tendencji wykrywania (TDI), który jest liniową zależnością liczby gatunków, pokrycia gatunków z wybranym współczynnikiem w celu zapewnienia maksymalnej zdolności do wykrywania globalnych zmian klimatycznych (zmian w czasie).

$$TDI = w1 \cdot a1 + w2 \cdot a2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + wK \cdot aK \qquad (2)$$

gdzie:

K – liczba gatunków porostów

a1 – pokrycie poszczególnych gatunków (1, 2 ...K)

w2 – wybrane współczynniki (1, 2 .....K)

Insarov i inni[76] prowadzili monitoring biologiczny w miejscach o przewidywalnych zmianach klimatycznych na świecie w centralnym Highlands Negev, na terenie Izraela. Proponowana metodologia takiego monitoringu składała się z systemu badawczego, w tym pomiaru porostów naskalnych wzdłuż transektów na płaskich skałach wapiennych i budową indeksu wykrywania trendu (TDI). TDI był liniową zależnością sumy gatunków porostów z oszacowanym pokryciem z wybranymi współczynnikami (na przykład wysokością nad poziomem

[74] K. Czyżewska, S. Cieśliński, *Porosty – wskaźniki niżowych lasów puszczańskich w Polsce*, „Monographiae Botanicae" 2003 nr 91, s. 223–239.

[75] G.E. Insarov i in., *A system to monitor climate change with epilithic lichens*, "Environmental Monitoring and Assessment" 1999 nr 55, s. 279-298; A. Aptroot, C.M. van Herk, *Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with Trentepohlia phycobionts*, "Environmental Pollution" 2007 nr 146, s. 293-298; P.E. Giordani, G. Incerti, *The influence of climate on the distribution of lichens: a case study in a borderline area (Liguria, NW Italy),* "Plant Ecology" 2008 nr 195, s. 257-272.

[76] G.E. Insarov i in., op. cit., s. 279-298.

morza), w celu zapewnienia maksymalnej zdolności do wykrywania globalnych trendów klimatycznych. Współczynniki zostały oszacowane w badaniu porostów wzdłuż gradientu wysokościowym od 500 do 1000 m n.p.m.

Podsumowanie

Porosty uznawane są za klasyczny przykład biologicznego wskaźnika zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Duża ich wrażliwość na zanieczyszczenia powodowana jest biologią tych organizmów i ich warunkami życia. Organizmy te korzystają z występujących w powietrzu związków mineralnych i organicznych źródeł azotu. Wodę pobierają również z atmosfery, głównie w postaci gazowej. Związanie swego bytu z atmosferą jest przyczyną, że porosty znalazły się w grupie organizmów najbardziej wrażliwych na zanieczyszczenia powietrza i powszechnie traktowane są jako najczulsze biotesty w monitoringu biologicznym, rejestrujące skażenia dwutlenkiem siarki, tlenkami azotu, a także metalami ciężkimi, radioaktywnymi izotopami. Wrażliwość porostów na zanieczyszczenia atmosfery została jednoznacznie udokumentowana doświadczalnie w warunkach laboratoryjnych i poparta badaniami terenowymi. Opracowano różnorodną tematykę i metody badawcze.

Elżbieta Bonda-Ostaszewska

POMIAR BIOKONCENTRACJI ZANIECZYSZCZEŃ W OCENIE SKAŻENIA ŚRODOWISKA, NARAŻENIA ORGANIZMÓW ORAZ PROGNOZOWANIU EKOLOGICZNYCH EFEKTÓW ZANIECZYSZCZEŃ

Elżbieta Bonda-Ostaszewska, dr – Uniwersytet w Białymstoku

adres korespondencyjny:
Instytut Biologii
ul. Świerkowa 20B,15-950 Białystok
e-mail: elabonda@uwb.edu.pl

MEASUREMENT OF POLLUTANTS BIOCONCENTRATION IN POINT OF THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF CONTAMINATION, EXPOSURE OF ORGANISMS AND FORECASTING THE ECOLOGICAL EFFECTS OF POLLUTION

SUMMARY: Intensive environmental contamination by chemicals caused by human activities makes the monitoring of biological systems response necessary. It is difficult to predict the effects of pollutants basing only on measuring their concentrations in the abiotic environment. Toxic effects of pollutant are determined by its bioavailability for the accumulation in the body. Measurement of bioconcentration of pollutants in organisms is one of the types of biomonitoring. This allows the tracking the distribution of pollutants in the environment, not only allowing the assessment of environmental pollution, but also the real threat posed by these pollutants for the organisms living in this environment. Monitoring of bioconcentration of pollutant in conjunction with the analysis of their physiological effects and trophic relationships in ecosystems allows the prediction of ecological effects of pollution.

KEY WORDS: biomonitoring, pollutants, ecological effects of pollution

Wstęp

Koncepcja zrównoważonego rozwoju zakłada taki sposób zaspokajania potrzeb współczesnego człowieka, który nie ogranicza możliwości zaspokojenia potrzeb przez przyszłe generacje[1]. Oznacza to, że każde współczesne działanie mające na celu polepszenie jakości życia powinno odbywać się w trosce o zachowanie równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych. Nie da się ukryć, że rozwój gospodarczy pociąga za sobą intensywną chemizację środowiska. Rozwój komunikacji i przemysłu oznacza wzrost emisji spalin oraz wytwarzania odpadów przemysłowych, podnoszenie wydajności produkcji rolnej nieodłącznie związana jest z wprowadzaniem do środowiska substancji chemicznych w postaci nawozów sztucznych czy środków ochrony roślin. Stały wzrost populacji ludzkiej związany z podniesieniem jakości życia to dodatkowo zwiększenie ilości odpadów komunalnych. Wszystkie zanieczyszczenia mogą potencjalnie oddziaływać na organizmy bytujące w danym środowisku, co w efekcie może prowadzić do zaburzenia równowagi w ekosystemach. Aby przeciwdziałać temu zjawisku koniecznością staje się więc stałe monitorowanie wpływu zanieczyszczeń na systemy biologiczne.

Znaczenie pomiarów biokoncentracji

Zanieczyszczenia uwalniane do środowiska w pierwszym momencie trafiają do jednego z trzech przedziałów ekosystemu: atmosfery, hydrosfery lub geosfery. Wydaje się więc, że najprostszym sposobem oceny skażenia środowiska substancją zanieczyszczającą jest pomiar jej stężenia w środowisku abiotycznym (powietrzu, wodzie lub glebie). Jednak z punktu widzenia oddziaływania na środowisko jako całości taki pomiar niewiele nam mówi, bo tak naprawdę trucizna staje się trucizną w momencie, gdy wniknie do organizmu (czyli elementu biosfery) i osiągnie tam pewne stężenie krytyczne wywołujące efekty toksyczne, destabilizując w ten sposób funkcjonowanie organizmu, a w konsekwencji również populacji a nawet całego ekosystemu. Zatem stopień oddziaływania zanieczyszczenia na środowisko, będzie uwarunkowany przede wszystkim jego dostępnością biologiczną (biodostępnością), ta zaś zależy od wielu czynników. Biodostępność w dużej mierze wynika z właściwości fizykochemicznych samej substancji takich jak forma chemiczna, rozpuszczalność, lotność, wielkość cząsteczki czy zdolność

[1] D. Kiełczewski, *Rozwój zrównoważony w skali regionalnej. Środowisko przyrodnicze – czynnik czy bariera rozwoju*?, w: *Zrównoważony rozwój – aspekty rozwoju społeczności lokalnych*, red. M. Skup, Fundacja Forum Inicjatyw Rozwojowych, Białystok 2009.

adsorpcji[2]. Właściwości substancji chemicznej z kolei mogą być modyfikowane poprzez warunki środowiska takie jak ciśnienie, temperatura, światło, rodzaj gleby czy pH[3]. Do tego dochodzą również wzajemne oddziaływania pomiędzy zanieczyszczeniami, które mogą zarówno zwiększać jak i zmniejszać dostępność substancji chemicznej dla organizmów. Wynika z tego, że ta sama ilość zanieczyszczeń w różnych warunkach środowiska może stanowić różne zagrożenie dla organizmów tam bytujących, wynikające z różnic w biodostępności. Dlatego też dopiero pomiar koncentracji zanieczyszczeń w organizmach żywych (biokoncentracji) pozwala na pełną ocenę ryzyka wynikającego z wprowadzenia do środowiska danej substancji zanieczyszczającej. Znaczenie tego typu pomiarów bardzo wyraźnie widać na przykładzie naszych badań koncentracji kadmu w tkankach żubrów z Puszczy Białowieskiej oraz bydła z okolicznych terenów[4]. W badaniach tych stwierdzono ponad dwukrotnie większą zawartość metalu w wątrobie i nerkach żubrów w porównaniu z bydłem. Pomiar stężenia metalu w trawach, będących podstawowym źródłem pożywienia tych zwierząt, pokazał podobną zależność – w trawach z leśnych obszarów Puszczy Białowieskiej stwierdzono 2-krotnie większą koncentrację metalu w porównaniu z trawami z pastwisk, natomiast, co ciekawe, całkowita zawartość metalu w glebie nie różniła się na całym badanym obszarze. Wyjaśnienie różnic przyniosło oznaczenie frakcji metalu rozpuszczalnego w wodzie, czyli potencjalnie biodostępnego – była ona ponad 2-krotnie większa w glebach z Puszczy Białowieskiej w porównaniu z glebami z pastwisk. Stwierdzono również istotną ujemną korelacje pomiędzy biodostępnym Cd a jego zawartością w trawach oraz między biodostępnym Cd a pH gleby. Okazało się zatem, że większa kwasowość gleb na leśnych obszarach Puszczy Białowieskiej czyni kadm bardziej mobilnym, a tym samym bardziej biodostępnym, zatem i potencjalnie bardziej toksycznym dla dzikich zwierząt (w tym żubrów), mimo podobnej ilości w glebie, co udało się stwierdzić właśnie poprzez pomiar biokoncentracji metalu (zarówno w tkankach roślinnych jak i zwierzęcych). Zatem analiza zanieczyszczeń przy użyciu żywych organizmów daje więcej informacji niż zwykłe pomiary, ponieważ uwzględnia stopień biodostępności zanieczyszczeń. Tradycyjna ocena ryzyka poprzez pomiar ilości zanieczyszczeń w środowisku abiotycznym nie bierze pod uwagę tego typu zależności.

Poza tym pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń daje jeszcze jedną możliwość: na podstawie takiego pomiaru u jednego gatunku możemy z dużym prawdopodobieństwem prognozować zagrożenie dla innych gatunków na danym terenie. Wykazano na przykład, że akumulacja kadmu w tkankach ślimaka *Helixaspersa*może być prognozowana z większą precyzją ze stężenia metalu w tkankach

[2] *Toksykologia: podręcznik dla studentów, lekarzy i farmaceutów*, red. W. Seńczuk, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2002.

[3] C.H. Walker i in., *Podstawy ekotoksykologii*, Wyd. Naukowe PWL, Warszawa 2002.

[4] T. Włostowski, E. Bonda, A. Krasowska, *Free-ranging European bisons accumulate more cadmium in liver and kidneys than domestic cattle in north-eastern Poland*, "Science of the Total Emvironment" 2006 nr 364, s. 295-300.

stonogi *Oniscusasellus* (r = 0,906) żyjącej na tym samym terenie, niż na podstawie zawartości metaluw glebie (r = 0,808)[5]. Przykład ten obrazuje ogólną zasadę biomonitoringu, zgodnie z którą łatwiej jest przewidzieć reakcję gatunku A na zanieczyszczenie na podstawie reakcji gatunku B niż na podstawie zawartości zanieczyszczeń w próbach abiotycznych.

Gdzie mierzyć biokoncentrację zanieczyszczeń?

Skoro pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń jest tak czułym wskaźnikiem w ocenie oddziaływania zanieczyszczeń na środowisko, pojawia się zatem pytanie o organizmy, które można wykorzystać w takiej ocenie. Podstawowym kryterium doboru jest oczywiście zdolność do akumulacji danej substancji zanieczyszczającej w tkankach, uwarunkowana właściwościami fizjologicznymi organizmu. Dodatkowym atutem jest również powszechność występowania gatunku, co z jednej strony daje możliwość prowadzenia analiz porównawczych zanieczyszczenia różnych terenów, ale przede wszystkim minimalizuje ryzyko naruszenia równowagi biologicznej przy pozyskiwaniu prób do oznaczeń.

Skażenie powietrza monitorowane jest na przykład przy pomocy porostów. Są one pozbawione korzeni, więc wodę i substancje pokarmowe wraz z zanieczyszczeniami pobierają całą powierzchnią plechy. Ze względu na higroskopijność plechy szybko akumulują znaczne ilości zanieczyszczeń[6]. Dobrym biowskaźnikiem są również mchy. Wiele gatunków ma szeroki zasięg geograficzny i występują w dużych zagęszczeniach, podobnie jak porosty są pozbawione korzeni, więc zanieczyszczenia czerpią głównie z powietrza, brak kutikuli i epidermy ułatwia wchłanianie. Na przykład skażenie środowiska leśnego w Puszczy Białowieskiej od lat monitoruje się poprzez analizę koncentracji metali w tkankach mchu rokietnika pospolitego. Na podstawie wieloletnich badań udało się na przykład stwierdzić, że teren puszczy ma relatywnie niższe zanieczyszczenie w stosunku do innych obszarów Polski, ale 2-krotnie większe niż przykładowo Norwegia, uznawana za najmniej skażony obszar Europy. Ocena zanieczyszczenia tą metodą pokazała również istotny malejący trend zawartości pierwiastków zanieczyszczających, a także pozwoliła na zidentyfikowanie lokalnych źródeł emisji zanieczyszczeń w postaci miejscowości istniejących na terenie puszczy oraz głównego szlaku komunikacyjnego przebiegającego przez puszczę[7]. Zatem pomiar biokoncentracji pozwala również na długoterminową analizę czasowych i przestrzennych zmian skażenia środowiska, a tym samym również narażenia organizmów żyjących na danym terenie.

---

[5] S.P. Hopkin, *In situ biological monitoring of pollution in terrestrial andaquatic ecosystems*, w: *Handbook of Ecotoxicology*, red. P. Calaw, Blakwell, Oxford 1993, s. 397-427.

[6] A. Kłos, *Porosty – biowskaźniki i biomonitory zanieczyszczenia środowiska,* „Chemia, Dydaktyka, Ekologia, Metrologia" 2007 nr 12(1-2), s. 61-77.

[7] E. Malzahn, J. Wójcik, *Metody stosowane w bioindykacji środowiska leśnego Puszczy Białowieskiej*, „Acta Agrophysica" 2012 nr 19(2), s. 355-364.

Niezwykle cennym źródłem informacji w ocenie zagrożenia skażeniem radioaktywnym jest pomiar biokoncentracji pierwiastków radioaktywnych w tkankach grzybów[8]. Na przykład monitoring biologiczny skażenia cezem (Cs) obszaru południowej Norwegii po katastrofie w Czarnobylu w 1986 roku wykazał, że biokoncentracja tego radioaktywnego pierwiastka w tkankach roślin zielonych, zwierząt roślinożernych (owiec, kóz, reniferów), a także w kozim mleku utrzymywała się na stabilnym poziomie przez cały 1986 i 1987 rok. Natomiast w połowie następnego, 1988 roku, zanotowano gwałtowny wzrost koncentracji Cs w mleku kóz i tkankach zwierząt. Okazało się, że wzrost ten był spowodowany obfitym wysypem grzybów na terenach pastwisk, w których koncentracja Cs była nawet 100-krotnie większa w porównaniu z roślinami[9]. Zatem pomiar biokoncentracji dostarcza również informacji o miejscu włączania się substancji zanieczyszczającej do łańcuchów troficznych, dzięki czemu umożliwia śledzenie losów takiej substancji w środowisku, a tym samym (poprzez analizę zależności troficznych) prognozowanie oddziaływania na organizmy. Na przykład w przypadku wspomnianego skażenia radioaktywnego największe zagrożenie istnieje w stosunku do zwierząt w skład pokarmu których mogą wejść owocniki grzybów, mających szczególny potencjał do akumulacji pierwiastków radioaktywnych oraz zwierząt stanowiących kolejne ogniwa tego łańcucha pokarmowego (w tym również człowieka).

Również pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń w tkankach bezkręgowców dostarcza informacji o skażeniu środowiska. Dobrym wskaźnikiem zanieczyszczenia gleby, zwłaszcza metalami, są dżdżownice, które akumulują metale proporcjonalnie do ich zawartości w glebie[10]. Podobnie pszczoły, które narażone są na działanie zanieczyszczeń podczas zbierania pyłku kumulują zanieczyszczenia w organizmie. Badania przeprowadzone na obszarach o różnym stopniu zanieczyszczenia antropogenicznego (rejon lotniska wojskowego, okolice Wrocławia oraz obszar leśno-rolniczy jako kontrola) pokazał, że zawartość metali w ciałach pszczół odzwierciedlała zanieczyszczenie terenu danym pierwiastkiem, najniższe stężenia metali zanotowano natomiast na terenie kontrolnym[11]. Monitoring skażenia ekosystemów morskich powszechnie prowadzi się przy użyciu małży. Liczne gatunki tych zwierząt są szeroko rozprzestrzenione, łatwe do zebrania oraz osiadłe. Ponieważ są one filtratorami przepuszczają przez swoje ciało znaczne ilości wody, sukcesywnie kumulując zanieczyszczenia w tkankach. Badania z wykorzystaniem małży pozwoliły na przykład na długoterminowy monitoring

[8] M.C. Duff, M.L. Ramsey, *Accumulation of radiocesium by mushrooms in the environment: a literature review*, "Journal of Environmental Radioactivity" 2008 nr 99(6), s. 912-32.

[9] K. Hove i in., *Fungi; a major source of radiocesium contamination of grazing ruminants in Norway*, "Health Physics" 1990 nr 59, s. 189-192.

[10] M. Rościszewska i in., *Zależność między zawartością niektórych metali ciężkich w podłożu i w dżdżownicy – Eiseniafetida*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie" 2001 nr 386(36), s. 121-127.

[11] A. Roman, *Kumulacja pierwiastków śladowych w organizmach pszczół w zależności od stopnia antropopresji środowiska ich życia*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu" 2004 nr 488, s. 361-366.

skażenia kadmem Bałtyku[12] czy estuarium San Fracisco[13] a także na ocenę zanieczyszczenia rtęcią wybrzeża w okolicach Ravenny we Włoszech[14].

Monitoring biokoncentracji zanieczyszczeń w tkankach ryb prowadzi się na całym świecie przede wszystkim ze względu na powszechność występowania oraz duży udział tych zwierząt w diecie człowieka. Badania z wykorzystaniem ryb umożliwiają ocenę skażenia środowiska przede wszystkim metalami ciężkimi (zwłaszcza rtęcią) oraz zanieczyszczeń trwałych, takich jak pestycydy, polichlorowane bifenyle, dioksyny[15].

Cennym źródłem informacji o skażeniu środowiska mogą być również pomiary koncentracji zanieczyszczeń w tkankach żab. Wszystkie etapy rozwoju tych zwierząt przebiegają w kontakcie z wodą płytkich zbiorników powierzchniowych, które stanowią naturalny rezerwuar wód odpływowych z pobliskich terenów, zatem gromadzących wszelkie zanieczyszczenia (na przykład z nawożonych pól czy składowisk odpadów). Poza tym ich jaja nie są chronione skorupką, a skóra charakteryzuje się dużą przepuszczalnością dla wody i substancji w niej zawartych, stąd żaby są bardziej podatne na zanieczyszczenia od innych kręgowców i mogą kumulować znaczne ilości zanieczyszczeń. Na przykład nasze badania koncentracji kadmu w wątrobie i nerkach oraz fluoru w kościach żaby wodnej *Rana esculenta* na terenach sąsiadujących ze składowiskiem odpadów przemysłowych (produkcja nawozów fosforanowych) wykazały nawet 5-krotnie zwiększoną zawartość tych metali u zwierząt odłowionych w pobliżu składowiska odpadów, w porównaniu z żabami z kontrolnego obszaru niezanieczyszczonego (dane nie publikowane), co odzwierciedla różnice w zawartości tych metali w środowisku abiotycznym badanych obszarów.

Ptaki stanowią kolejne, często końcowe ogniwa łańcuchów pokarmowych, stąd pomiar koncentracji zanieczyszczeń w ich tkankach stanowi cenne źródło informacji o zagrożeniu dla drapieżców. Dodatkowo wiele gatunków jest pospolitych, zajmują praktycznie wszelkie nisze ekologiczne, dlatego też analiza zawartości zanieczyszczeń w ich tkankach daje możliwość oceny skażenia zarówno środowisk o wysokiej jak i niskiej antropopresji. Do pomiarów biokoncentracji zanieczyszczeń powszechnie wykorzystuje się takie gatunki, jak: kaczki, szpaki, gołębie, wróble czy sroki. Na przykład nasze badania zawartości kadmu w tkankach srok wykazały aż 24-krotnie większą zawartość metalu w nerkach ptaków odławianych w Szopienicach koło Katowic (okolice huty cynku) w porównaniu z ptakami pochodzącymi z Kampinoskiego Parku Narodowego (teren kontrol-

[12] H. Fisher, *Cadmium in seawater by mussels: regionaldecline established*, "Marine Ecology Progress Series" 1989 nr 55, s. 159-169.

[13] A.J. Gunther i in., *Long-term bioaccumulation monitoring with transplanted bivalves in the San Francicso Estuary*, "Marine Pollution Bulletin" 1999 nr 38, s. 170-181.

[14] O. Cattani i in., *Biomonitoring of mercury pollution in wetland near Ravenna, Italy, by translocated bivalves (Mytilusgalloprovincialis)*, "Environmental Toxicology and Chemistry" 1999 nr 18, s. 1801-1805.

[15] T.M. Traczewska, *Biologiczne metody oceny skażenia środowiska*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.

ny)[16]. Dodatkowym atutem pomiarów biokoncentracji w tkankach ptaków jest również możliwość przyżyciowego pobierania materiału do oznaczeń w postaci piór, co dodatkowo pozwala na analizę materiału od tych samych osobników, a więc śledzenie zmian w czasie. Do pomiarów można wykorzystać również jaja ptaków, będące wskaźnikiem kumulacji zanieczyszczeń w krótkim czasie. Na przykład pomiar koncentracji metali w jajach kaczek i gęsi na terenie Dolnego Śląska wykazał nawet wielokrotnie wyższe stężenia metali w jajach ptaków pochodzących z terenów uprzemysłowionych (narażonych na emisje pyłów metalonośnych) w porównaniu z rejonami typowo rolniczymi, nie narażonymi na emisje przemysłowe[17]. Z kolei wieloletnie badania zawartości PCB w jajach mewy srebrzystej z Wielkich Jezior w USA pokazały malejący trend zanieczyszczenia obszaru tym związkiem[18].

Dobrymi biowskaźnikami skażenia środowiska głównie metalami ciężkimi oraz pestycydami są drobne ssaki (nornica ruda, mysz polna i zaroślowa, ryjówka aksamitna). Wiąże się to z powszechnością ich występowania zarówno w środowiskach czystych jak i zanieczyszczonych. Łatwo je złapać, mają niewielki areał osobniczy i żyją krótko, stąd akumulacja zanieczyszczeń w ich tkankach odzwierciedla aktualne zanieczyszczenie terenu.

Na przykład badania koncentracji metali ciężkich prowadzone w okolicach hut w Warszawie, Krakowie i Bukownie wykazały istotny wzrost zawartości metali (ołowiu, kadmu, cynku i żelaza) w tkankach myszy leśnej w porównaniu z terenem kontrolnym, co koreluje z zanieczyszczeniem tych terenów[19]. Na uwagę zasługuje również fakt, że dystrybucja zasymilowanych metali w organizmie małych ssaków jest podobna do człowieka, stąd pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń w ich tkankach służy również ocenie ryzyka dla ludzi żyjących na terenie zanieczyszczonym.

Wśród ssaków dobrymi wskaźnikami mogą być również zwierzęta hodowlane, przede wszystkim ze względu nałatwość pozyskiwania tkanek do pomiarów przy okazji rutynowego uboju oraz możliwość przyżyciowego pobrania materiału (krew, mleko, sierść). Niewątpliwym atutem pomiarów biokoncentracji zanieczyszczeń u tych zwierząt jest również możliwość oceny bezpośredniej ekspozycji człowieka na zanieczyszczenia drogą pokarmową. Na przykład wspomniane już badania skażenia radioaktywnego w Norwegii pozwoliły na „wychwycenie" wzrostu zawartości pierwiastków radioaktywnych zarówno w tkankach, jak i mleku zwierząt, stanowiących duży udział w diecie człowieka[20]. Podobna moż-

---

[16] T. Włostowski, K. Dmowski, E. Bonda-Ostaszewska, *Cadmium accumulation, metallothionein and glutathione levels, and histopathological changes in the kidneys and liver of magpie (Pica pica) from zinc smelter area*, "Ecotoxicology" 2010 nr 19, s. 1066-1073.

[17] Z. Dobrzański i in., *Jaja drobiu wodnego jako indykator skażenia środowiska wiejskiego*, „Acta Agrophysica" 2003 nr 1(3), s. 395-401.

[18] C.H. Walker i in., *Podstawy ekotoksykologii*, Wyd. Naukowe PWL, Warszawa 2002.

[19] M. Damek-Poprawa, K. Sawicka-Kapusta, *Damage to the liver, kidney, and testis with reference to burden of heavy matals in yellow-necked mice from areas around steelworks and zinc smelters in Poland*, "Toxicology" 2003 nr 186, s. 1-10.

[20] K. Hove i in., op. cit., s. 189-192.

liwość pozyskiwania materiału do badań istnieje w przypadku ssaków łownych, co z kolei stwarza dodatkową możliwość monitorowania ekosystemów naturalnych i oceny zagrożenia zanieczyszczeniami dla dzikich zwierząt. Wskaźnikiem skażenia środowiska wykorzystywanym często do badań jest zając szarak (*Lepuseuropaeus*), najliczniejszy gatunek łowny o ograniczonym obszarze żerowania. W wątrobie i nerkach tych zwierząt obserwuje się akumulację metali ciężkich proporcjonalną do stężenia w środowisku życia[21]. Wskaźnikiem zanieczyszczenia metalami ciężkimi może być również zawartość pierwiastków w tkankach innych ssaków łownych, takich jak sarna, jeleń i dzik.

Informacje o skażeniu środowiska poprzez pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń można uzyskiwać nie tylko poprzez analizę tkanek organizmów bytujących w danym środowisku, ale również poprzez celową ekspozycję wybranych gatunków przeniesionych do środowiska zanieczyszczonego. Na przykład skażenie powietrza bada się poprzez ekspozycję mchu torfowca z rodzaju *Sphagnum*, akumulacja zanieczyszczeń w tkankach dżdżownic dostarcza informacji o skażeniu gleby, a do oceny czystości wód powszechnie wykorzystuje się kiełża (*Gammaruspulex*) oaz omułka (*Mytilusedulis*)[22]. Również przy tego typu badaniach, poza oceną skażenia środowiska uzyskuje się przede wszystkim informację o biodostępności zanieczyszczeń w danym środowisku, co pozwala ocenić realne zagrożenie dla organizmów żyjących na badanym obszarze.

„Bioakumulatory" zanieczyszczeń i szacowanie narażenia na zanieczyszczenia

Cenną informacją uzyskiwaną podczas pomiarów biokoncentracji zanieczyszczeń jest możliwość identyfikacji gatunków, które, ze względu na swoje właściwości fizjologiczne, odznaczają się szczególnym potencjałem do kumulacji niektórych zanieczyszczeń (tak zwanych „bioakumulatorów" zanieczyszczeń). Dzięki temu można również zidentyfikować gatunki szczególnie narażone na działanie zanieczyszczeń, będące kolejnymi ogniwami łańcucha troficznego, w skład którego wchodzi taki bioakumulator. Jest to niezwykle istotne zwłaszcza w przypadku gatunków rzadkich, cennych ekologicznie i umożliwia wczesne podjęcie działań ochronnych. Pozwala to również na szacowanie narażenia na zanieczyszczenia dla wielu innych gatunków z wyższych poziomów troficznych, w tym człowieka. Na przykład wieloletnie badania nad biokoncentracją kadmu w różnych organizmach pozwoliły na identyfikację bioakumulatorów tego toksycznego metalu, wśród których wymienia się na przykład wierzby, nasiona roślin oleistych (pestki słonecznika, orzeszki ziemne, siemię lniane), tytoń, niektóre warzywa

[21] R. Wrzesień, E. Budzińska-Wrzesień, M. Chudzicka, *Problemy kumulacji wybranych metali ciężkich w organizmach bażanta i zająca związane z ich bazą żerową*, „Annals of Warsaw Agricultural Uniwersity" 1999, s. 247-250.
[22] C.H. Walker i in., op. cit.

liściaste (sałata, szpinak), a wśród zwierząt mięczaki i skorupiaki, oraz wątrobę i nerkę zwierząt hodowlnych i łownych. W efekcie na podstawie zawartości metalu w poszczególnych komponentach, wchodzących w skład diety, można ocenić ekspozycję człowieka na ten metal drogą pokarmową. Uwzględniając maksymalne koncentracje metalu w produktach pochodzących z terenów zanieczyszczonych oszacowano, że dzienne narażenie człowieka na kadm może znacznie przekraczać poziom uznany przez WHO za bezpieczny (70 μg/g),co wiąże się z ryzykiem wystąpienia objawów toksycznego działania metalu[23].

Pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń i prognozowanie efektów ekologicznych

Biokoncentracja jest procesem, w którym substancje chemiczne ze środowiska dostają się do organizmów i są tam akumulowane[24]. Osiągnięcie przez daną substancję pewnego poziomu krytycznego prowadzi do zaburzeń procesów fizjologicznych będących efektem uszkodzenia tkanek i narządów. Zmiany takie powodują obniżenie odporności również na inne stresory i w konsekwencji zmniejszenie przeżywalności oraz potencjału rozrodczego poszczególnych osobników. Zaburzenia te wcześniej czy później z poziomu osobnika przenoszą się na poziom populacji i ujawniają się w postaci zmniejszenia jej liczebności, cow konsekwencji prowadzi do naruszenia równowagi całego systemu biologicznego, powiązanego zależnościami troficznymi. Dlatego też pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń na różnych poziomach troficznych, w połączeniu z analizą skutków działania zanieczyszczenia na poziomie organizmów oraz zależności troficznych w ekosystemie, daje możliwość prognozowania ekologicznych efektów zanieczyszczeń. Na przykład zwiększenie koncentracji metali ciężkich w tkankach małych ssaków na terenach zanieczyszczonych prowadzi do poważnego uszkodzenia i zaburzenia w funkcjonowaniu narządów rozrodczych tych zwierząt[25], czego konsekwencją może być zmniejszenie sukcesu rozrodczego i spadku liczebności populacji. Można zatem prognozować, że kolejnym etapem będą zmiany liczebności zwierząt z wyższych poziomów troficznych. Efekt taki zaobserwowano w przypadku kuropatw w Anglii, gdzie zmniejszająca się liczebność tego gatunku była spowodowana obniżeniem przeżywalności piskląt na skutek zmniejszenia ilości owadów, w wyniku zatrucia pestycydami[26]. Podobny efekt zaobserwowano w przypadku rybożernych ptaków Wielkich Jezior Ameryki Północnej, gdzie kumulacja pozostałości pestycydów w wodach jezior w kolejnych ogniwach łańcu-

[23] S. Satarug i in., *A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population*, "Toxicology Letters" 2003 nr 137, s. 65-83.
[24] T.M. Traczewska, op. cit.
[25] R. Świergosz, *Tissue changes in animals and their population effects*, w: *Demography in ecotoxicology*, red. J. Kammenga, R. Laskowski, John Wiley&Sons Ltd 2000, s. 241-261.
[26] J. Potts, op. cit.

cha pokarmowego (plankton, ryby roślinożerne, ryby drapieżne) spowodowała widoczne zaburzenia rozrodu i w konsekwencji zmniejszenie populacji ptaków[27]. Zatem pomiar biokoncentracji zanieczyszczeń w organizmach (zwłaszcza z początkowych elementów łańcuchów troficznych) może stanowić swego rodzaju system wczesnego ostrzegania przed możliwymi konsekwencjami wprowadzenia do środowiska substancji zanieczyszczającej.

Podsumowanie

Pomiar koncentracji zanieczyszczeń jest niezwykle czułym wskaźnikiem skażenia środowiska. W odróżnieniu od tradycyjnych pomiarów zawartości zanieczyszczeń w środowisku abiotycznym, pozwala na ocenę realnego zagrożenia organizmów bytujących na terenach zanieczyszczonych, informując o biodostępności substancji zanieczyszczającej. Pozwala również na śledzenie losów zanieczyszczeń w ekosystemach, a w połączeniu z analizą efektów fizjologicznych na poziomie osobnika oraz zależności troficznych w ekosystemach umożliwia prognozowanie ekologicznych, często odległych, efektów działania zanieczyszczeń.

[27] C.H. Walker i in., op. cit.

Lidia Kłos

ŚWIADOMOŚĆ EKOLOGICZNA POLAKÓW JAKO PODSTAWA „ZIELONEJ" GOSPODARKI

Lidia Kłos, dr – Uniwersytet Szczeciński

adres korespondencyjny:
Instytut Ekonomii
ul. Mickiewicza 64, 71-101 Szczecin
e-mail: Lidia.Klos@wneiz.pl

ENVIRONMENTAL AWARENESS OF POLISH CITIZENS AS THE BASE FOR THE „GREEN" ECONOMY

SUMMARY: Level of environmental awareness of Polish citizens is still low comparing it to the UE citizens, based on long-term studies conducted by the Institute for sustainable development and recently also by the Ministry of Environment. It may be an obstacle in introduction changes in economy, taking into account the sustainable development as a the base in building of the „green" economy. Aim of the article is to shows original results of the pilot studies about environmental awareness, conducted among college students in Szczecin.

Research focused on the size of environmental threats, environment¢s place in value system, respect for the environmental protection in the context of economic activity for the environment, perception of responsibility for solving environmental problems. The results will show detailed size of level of environmental awareness in this social group, which in the near future will be decisive about size and degree of introduction the „green" economy.

KEY WORDS: environmental awareness, sustainable development, green economy

Wstęp

Formowanie globalnej „zielonej" gospodarki wobec obecnego systemu gospodarczego wymaga poparcia społeczeństwa, czemu towarzyszyć powinno budowanie świadomości społecznej oraz kształtowania postaw i stylu życia, determinujących poprawę ich jakości. Budowanie „zielonej" gospodarki to proces długotrwały i niełatwy, wymagający zaangażowania wszystkich interesariuszy oraz budowania świadomości ekologicznej, której celem jest dostosowania uczestników rynku do zachodzących przemian społeczno-gospodarczych. Transformacja gospodarki na tak zwaną „bardziej zieloną ścieżkę" wymaga przekształceń w obszarze kompetencji, rozwoju innowacji oraz ładu organizacyjnego. W szczególności istotna jest reorganizacja produkcji w łańcuchu dostaw prowadząca do optymalizacji procesów oraz ograniczenia ich energochłonności i materiałochłonności. Podejmowane działania powinny być również ukierunkowane na stałe monitorowanie oraz kreowanie potrzeb konsumentów. Ważnym elementem tego procesu jest uzyskanie poparcia społecznego i pełnej akceptacji dla koncepcji „zielonej" gospodarki, dlatego bardzo istotne znaczenie ma tu poziom świadomości ekologicznej społeczeństwa, mający wpływ na tempo wprowadzania tych zmian.

„Zielona" gospodarka

Pojęcie „zielonej" gospodarki, które jest ściśle powiązane z koncepcją zrównoważonego rozwoju – pojawiło się stosunkowo niedawno, kiedy to w 2008 roku Program Środowiskowy Narodów Zjednoczonych wezwał do podjęcia Inicjatywy Zielonej Gospodarki (*Green Economy Initiative*), znanej jako Globalny Zielony Nowy Ład (*Global Green New Deal*), dostrzegając możliwości i szanse na wyjście z ogólnoświatowego kryzysu gospodarczego poprzez rozwój sektorów „zielonej" gospodarki. Tematykę „zielonej" gospodarki podjęły także inne organizacje międzynarodowe, między innymi: Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) oraz Europejska Agencja Środowiska (EEA).[1]

Organizacja Narodów Zjednoczonych (ONZ) definiuje „zieloną" gospodarkę, jako „służącą poprawie dobrobytu i sprawiedliwości społecznej i jednocześnie znacznie redukującą zagrożenia środowiskowe i zwiększającą zakres ekologicznych rozwiązań"[2]. Pod pojęciem „zielony rozwój gospodarki" rozumie

[1] A. Frerot, *Unia Europejska a wyzwanie stworzenia zielonej gospodarki: Jakie modele pozwolą na bardziej efektywne wykorzystanie zasobów?,* Fundacja Roberta Schumana, „Kwestie Europejskie" 2011 nr 206, s. 1-6.

[2] W stronę zielonej gospodarki, w stronę zrównoważonego rozwoju i zlikwidowania ubóstwa, synteza na użytek decydentów, Raport UNEP, 21 lutego 2011, s. 1.

się nową ścieżkę rozwoju społeczno-gospodarczego, w bardziej efektywny sposób realizującego cele zrównoważonego rozwoju. W przeciwieństwie do obecnego modelu, w znacznej mierze opartego na wykorzystaniu paliw kopalnych i innych surowców nieodnawialnych, „zielona" gospodarka powinna czerpać z doświadczeń ekonomii środowiskowej oraz zapewniać właściwe relacje pomiędzy gospodarką i ekosystemami. „Zazielenianie gospodarki" rozpatrywane jest w wielu płaszczyznach oraz obejmuje szereg węższych zagadnień, takich jak: rozwój czystych technologii, odnawialnych źródeł energii, poprawę efektywności energetycznej i materiałowej, zmianę modelu konsumpcji i produkcji na bardziej zrównoważony, zintegrowaną politykę produktową, zielone zamówienia publiczne, zielone miejsca pracy, czy ekologiczną reformę fiskalną[3].

Jako jedną z głównych przyczyn poszukiwania nowego modelu rozwoju należy wymienić obawy związane z nadmierną eksploatacją zasobów naturalnych oraz zmianami klimatu. Dlatego też, aby podkreślić konieczność ochrony klimatu i adaptacji do już zachodzących zmian, również w dokumentach strategicznych UE, coraz częściej stosuje się termin „gospodarka niskoemisyjna" (ang. *low emission economy*) lub „gospodarka „niskowęglowa" (ang. *low karbon economy*). Jednocześnie „zrównoważony wzrost" (ang. *sustainable growth*) wskazany został, jako jeden z priorytetów nowej, unijnej strategii gospodarczej „Europa 2020", która w 2010 roku zastąpiła odnowioną Strategię Lizbońską.

Świadomość ekologiczna społeczeństw

Częścią świadomości społecznej jest świadomość ekologiczna rozumiana jako „stosunek człowieka do środowiska przyrodniczego, zespół informacji i przekonań na jego temat, a także system wartości jakim ta osoba kieruje się wobec niego w swoim postępowaniu"[4]. Pojęcie to może być używane w dwóch znaczeniach. W znaczeniu szerszym oznacza całokształt uznawanych idei, wartości i opinii o środowisku przyrodniczym jako miejscu życia i rozwoju człowieka (społeczeństwa) wspólnych dla określonych grup w danym okresie historycznym[5]. W znaczeniu węższym, bardziej praktycznym, jest to stan wiedzy, poglądów i wyobrażeń ludzi o roli środowiska w życiu człowieka, jego antropogennym obciążeniu, stopniu wyeksploatowania, zagrożenia i ochrony, w tym także stan wiedzy o sposobach i instrumentach sterowania użytkowaniem i ochroną środowiska.[6]

---

[3] Ibidem, s. 16.

[4] D. Kiełczewski, *Ekologia społeczna*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2001, s. 163; szerzej na ten temat: A. Papuziński, *Świadomość ekologiczna w świetle teorii i praktyki (Zarys politologicznego modelu świadomości ekologicznej)*, „Problemy Ekorozwoju" 2006 t. 1, nr 1, s. 33-40.

[5] Z. Hull, Świadomość ekologiczna, „Aura" 1984 nr 11, s. 3-4.

[6] L. Domka, *Kryzys środowiska a edukacja dla ekorozwoju*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu A. Mickiewicza, Poznań 1998, s. 87-95.

W ogólnym zarysie można wyodrębnić świadomość ekologiczną potoczną, ideologiczną i naukową. Potoczna świadomość ekologiczna kształtuje się głównie pod wpływem zasłyszanych opinii, poglądów i stereotypów, które nie tworzą zwartej całości. Zdecydowanie drugorzędną rolę w jej kształtowaniu odgrywa wiedza, najczęściej cząstkowa, oraz własne doświadczenia. Świadomości potocznej najczęściej towarzyszy stan zafałszowanego postrzegania wzajemnej zależności między człowiekiem a środowiskiem. Ideologiczna świadomość ekologiczna kształtuje się na podstawie określonej ideologii i zwykle ma zabarwienie emocjonalne. Zawiera ona elementy wiedzy oraz ideologiczne uzasadnione poglądy, przekonania i opinie. Najczęściej przejawia się wśród działaczy ekologicznych ruchów społecznych, członków niektórych partii, osób głęboko związanych z określonym wyznaniem. Naukowa świadomość ekologiczna występuje pod wpływem wiedzy i proekologicznego wychowania. Ważną rolę odgrywa także własne doświadczenie, a zdecydowanie mniejszą – potoczne opinie, funkcjonujące stereotypy, przekonania ideowe i „modne" poglądy. Świadomość naukowa może się przejawiać na poziomie specjalistycznym, gdzie gruntownej wiedzy towarzyszą bogate doświadczenia oraz na poziomie powszechnym, gdzie jej podstawą jest wiedza w sensie teorii i praktyki[7].

Powszechna świadomość ekologiczna kształtuje się w życiu codziennym, w działalności gospodarczej, edukacji, przekazie pokoleniowym. Jest to skomplikowany proces społeczny, na ogół ściśle związany ze stanem środowiska przyrodniczego i wynikającą z tego jakością życia ludzi. Zdaniem J. Frątczaka: „to świadomość ekologiczna wyznacza stosunek ludzi do przyrody i otoczenia, oznacza zmianę sposobu myślenia, przeżywania i wartościowania środowiska przyrodniczego"[8].

W procesie kształtowania się świadomości ekologicznej na ogół wyróżnia się:

- okres potocznej świadomości ekologicznej;
- okres kształtowania elementów ideologicznej świadomości ekologicznej;
- okres powszechnej, naukowej świadomości ekologicznej, rozumianej jako względnie koherentny system[9].

O tym, jaki jest stan świadomości ekologicznej oraz w jakim znajduje się ona okresie, można powiedzieć jedynie na podstawie badań naukowych.

Bardzo duże znaczenie w kształtowaniu świadomości ekologicznej ma informacja i edukacja ekologiczna. W celu scharakteryzowania stanu świadomości ekologicznej T. Burger wprowadził specjalne kategorie: postawa proekologiczna i obojętność ekologiczna. Pierwszą z postaw przejawiają osoby, które w sposób zdecydowany opowiadają się za ochroną środowiska i jest to postawa jednoznaczna. Zdecydowanie bardziej skomplikowana jest kategoria obojętności eko-

[7] K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki, *Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 32-34.
[8] J. Frątczak, *Świadomość ekologiczna dzieci, młodzieży i dorosłych w aspekcie edukacji szkolnej i nieszkolnej*, Wyd. Wyższej Szkoły Pedagogicznej, Bydgoszcz 1995, s. 7.
[9] *Gospodarka a środowisko i ekologia*, red. K. Małachowski, Wyd. CeDeWu, Warszawa 2007, s. 37.

logicznej. W grupie społecznej wykazującej ekologiczną obojętność T. Burger wyróżnił:

- grupę osób sprzyjającą ochronie środowiska, lecz niedemonstrującą postawy proekologicznej;
- grupę osób obojętnych, nieinteresujących się problematyką ochrony środowiska, uznających, że zajmowanie się tą dziedziną nie jest konieczne;
- grupę osób dostrzegających problemy ochrony przyrody lecz uważających, że jeszcze nie czas zajmować się ich rozwiązaniem;
- grupę świadomych przeciwników ochrony środowiska naturalnego.[10]

Sama wiedza na temat stanu i elementów świadomości ekologicznej jest niezwykle istotna zarówno w projektowaniu działań edukacyjnych, jak i na etapie wdrażania konkretnych projektów środowiskowych. Inne działania proekologiczne można podjąć wówczas, gdy większość społeczeństwa wykazuje postawy proekologiczne, a inne wtedy gdy świadomość ekologiczna dopiero jest kształtowana. Dlatego niebagatelne znaczenie w kształtowaniu świadomości ekologicznej ma proces edukacji ekologicznej społeczeństwa.

Edukacja ekologiczna

Celem edukacji ekologicznej jest kształtowanie świadomości ekologicznej człowieka. Na potrzebę powszechnej edukacji ekologicznej ponownie zaczęto wskazywać po opublikowaniu Raportu U'Thanta – ówczesnego Sekretarza Generalnego ONZ: „Człowiek i jego środowisko" traktującym o stanie środowiska na naszym globie (1969 rok). Od tego czasu wiele międzynarodowych organizacji, skupiających autorytety naukowe i polityczne, podejmowało problem edukacji ekologicznej. Ostatecznie sprecyzowano cele i zadania edukacji, wystąpiono z apelem i rekomendacjami do rządów, partii oraz proekologicznych i pedagogicznych stowarzyszeń we wszystkich krajach świata.

Do zadań szczegółowych edukacji zaliczono: uświadamianie, informowanie, kształtowanie postaw, rozwijanie kompetencji i bezpośrednie uczestnictwo w rozwiązywaniu problemów środowiskowych.

Zgodnie ze wspomnianą deklaracją celem edukacji ekologicznej powinno być:

- nauczenie postaw ekologicznie zrównoważonego użytkowania środowiska i sposobów jego ochrony;
- pobudzenie do twórczego, innowacyjnego działania, zmierzającego do oszczędnego korzystania z zasobów przyrody i maksymalnej ich ochrony;
- zaszczepienie potrzeby przestrzegania norm i zakazów ekologicznych w postępowaniu zarówno jednostek, jak i grup lub całych społeczności, oraz potrzeby przeciwstawiania się zachowaniom zagrażającym środowisku;
- kształtowanie nawyków kultury ekologicznej oraz poczucia moralnej i obywatelskiej odpowiedzialności za ochronę dóbr przyrody;

[10] T. Burger, *Świadomość ekologiczna społeczeństwa polskiego*, Instytut Gospodarki i Przestrzeni Miejskiej, Warszawa 2005, s. 9-11.

- wdrożenie umiejętności interdyscyplinarnego myślenia i rozumowania, nauczenie postrzegania zależności między stanem środowiska a jakością życia każdej jednostki ludzkiej i całych społeczeństw;
- kształtowanie międzynarodowej solidarności w dziedzinie ochrony środowiska[11].

Tak szeroko zakrojone cele edukacji ekologicznej można osiągnąć w drodze:

- edukacji formalnej, obejmującej dzieci od wieku przedszkolnego oraz młodzież po studentów szkół wyższych, a także nauczycieli i specjalistów związanych z ochroną środowiska;
- edukacji nieformalnej, obejmującej młodzież i dorosłych, prowadzonej przez środki masowego przekazu oraz za pomocą różnych form tak zwanej samoedukacji indywidualnej i grupowej[12].

W formalnej edukacji ekologicznej podstawowym warunkiem jej skuteczności jest stworzenie właściwego programu nauczania i wychowania ekologicznego. Determinującymi elementami całego procesu edukacji ekologicznej uczniów, a tym samym kształtowania ich świadomości ekologicznej, są następujące czynniki:

- wiarygodność nauczyciela;
- przygotowanie procesu dydaktyczno-wychowawczego;
- polityka oświatowa;
- doskonalenie zawodowe nauczycieli;
- współpraca instytucji i organizacji ekologicznych z nauczycielami;
- udział w projektach edukacyjnych dla zrównoważonego rozwoju o różnym, nie tylko szkolnym zasięgu[13].

Równie istotnym elementem kształcenia i wychowania środowiskowego jest nieformalna edukacja ekologiczna. Popularyzacja wiedzy o procesach zachodzących w przyrodzie, ich wpływie na życie społeczeństw oraz wiedzy o ochronie środowiska odbywa się tu poprzez udostępnianie różnych źródeł informacji proekologicznej (bezpośrednio lub pośrednio związanej z ochroną środowiska), poprzez praktyczną realizację zadań ochronnych w zakładach pracy, gospodarstwach rolnych, wsiach, osiedlach czy miejscach zamieszkania. Można wyróżnić następujące źródła informacji ekologicznej:

- instytucjonalna informacja masowa (środki masowego przekazu, czasopisma specjalistyczne, wydawnictwa nieperiodyczne, plakaty i inne formy propagandy);
- informacja pozainstytucjonalna (obserwacje własne, przekazy innych ludzi);
- informacja naukowa i popularnonaukowa (publikacje, raporty, filmy ekologiczne, odczyty i prelekcje);
- informacja statystyczna[14].

Informacja jako czynnik kształtowania świadomości społecznej ma charakter wieloźródłowy. Największy zasięg oddziaływania mają środki masowego

[11] K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki, op. cit., s. 39-42.
[12] *Gospodarka a środowisko* …, s. 41.
[13] L. Tuszyńska, op. cit., s. 328.
[14] K. Górka, B. Poskrobko, W. Radecki, op. cit., s. 40-41.

przekazu – telewizja, radio, codzienna prasa. W tym przypadku ogromne znaczenie ma nie tylko ilość, ale przede wszystkim jakość przekazywanej treści. Następnym źródłem są czasopisma proekologiczne, które poruszają różne aspekty ochrony środowiska. W ich przypadku mały nakład ogranicza zasięg i dostęp do szerokiego grona czytelników. Natomiast informacja naukowa i popularnonaukowa z natury rzeczy kierowana jest do ścisłego grona odbiorców, podobnie jak opracowania statystyczne, które są skierowane do specjalistów. Dlatego obecnie skuteczność powszechnej edukacji ekologicznej w znacznym stopniu zależy od rozwoju nowoczesnych form przekazu informacji, jak na przykład: programów komputerowych a przede wszystkim szerokiego dostępu do Internetu.

Cele edukacji ekologicznej mogą być osiągnięte tylko przez jednoczesne kształcenie i wychowanie ekologiczne. Wiedza obiektywna o świecie jest pewną sumą informacji, której można się wyuczyć w procesie kształcenia. Jednak nie można tylko teoretycznie nauczyć się miłości do przyrody i troski o nią. Aksjomaty kultury, zasady moralności, nawyk działania proekologicznego można zdobyć jedynie w procesie wychowania. Świadomość ekologiczna nie jest bowiem sumą uzyskanej informacji, lecz efektem własnych przemyśleń i doświadczeń. Kształtowane w procesie wychowania orientacje, uczucia, pobudki, pasje wywierają wpływ na późniejsze postępowanie człowieka w środowisku przyrodniczym i wobec środowiska. Wychowanie przyspiesza proces przekształcania nabytej wiedzy ekologicznej w normy codziennego życia.[15]

W sferze kształtowania świadomości ekologicznej społeczeństwa zaleca się umocnienie istniejących i stworzenie nowych instytucji doradczych do informowania opinii publicznej o sprawach środowiska, promowanie instytucji edukacyjnych działających w usługach i przemyśle, wspieranie wydawania materiałów szkoleniowych z aspektami estetycznymi i etycznymi oraz promowanie i wspieranie kształtowania nowego stylu życia związanego z wyrabianiem nowej hierarchii wartości oraz nawykami konsumpcji, zdrowego wypoczynku i ekoturystyki[16].

Wyniki badań pilotażowych

Badania ilościowe przeprowadzone za pomocą metody sondażu diagnostycznego z zastosowaniem techniki ankiety na temat wiedzy i świadomości ekologicznej studentów miały charakter pilotażowy.

Pierwotnie badaniem objęto studentów z trzech wydziałów Uniwersytetu Szczecińskiego: Wydziału Humanistycznego, Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania (WNEiZ) oraz Wydziału Prawa i Administracji na różnych latach (poziomach – etapach) edukacji. Na wszystkich wymienionych kierunkach studenci mieli styczność z przedmiotami w szerszym lub węższym zakresie poruszającymi problematykę związaną ze środowiskiem i jego ochroną. Przykładowo, na Wydziale Prawa i Administracji, oprócz przedmiotu prawo ochrony środowi-

[15] *Gospodarka a środowisko* …, s. 42.
[16] L. Tuszyńska, op. cit., s. 328.

ska, jest przedmiot organizacja ochrony środowiska, na Wydziale Humanistycznym jest wykład monograficzny globalne problemy ochrony środowiska, a na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Zarządzania oprócz przedmiotu ekologia i ochrona środowiska, jest przedmiot gospodarka a środowisko.

Należy wskazać na znaczne różnice w odpowiedziach, biorąc pod uwagę poszczególne wydziały i rok studiów, na których przeprowadzano badanie. Zdecydowanie wyższy poziom świadomości ekologicznej przedstawiali studenci trzeciego roku studiów licencjackich i drugiego magisterskich. Najniższy poziom reprezentowali studenci pierwszego roku i jednocześnie ta grupa miała najwięcej trudności w interpretacji oraz z odpowiedziami na postawione pytania kwestionariusza ankiety. Z tego też względu ostatecznie zdecydowano, iż ocenie zostanie poddana właśnie ta grupa badanych respondentów, która jest na pierwszym roku studiów na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Zarządzania na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji. Wybranie reprezentatywnej grupy badawczej (36 osób) miało również uzasadnienie w próbie oceny poziomu edukacji ludzi młodych po etapie średnim. Autorka zamierza bowiem, biorąc pod uwagę wstępną ocenę pozostałych grup rocznikowych, na porównanie poziomu świadomości ekologicznej ludzi młodych rozpoczynających swój studencki etap edukacji z poziomem w końcowym licencjackim czy magisterskim etapie edukacji.

Respondenci mieli 19-21 lat, większość z nich stanowiły kobiety(68%) i ponad połowa (52%) z nich jest mieszkankami wsi. Natomiast wśród mężczyzn przeważali panowie, którzy są mieszkańcami miast do 20 tys. (96%).

Ankieta zawierała 33 pytania z zakresu wiedzy i świadomości ekologicznej (oraz 5 pytań metryczki), które pogrupowano w pięć bloków tematycznych, odnoszących się do:

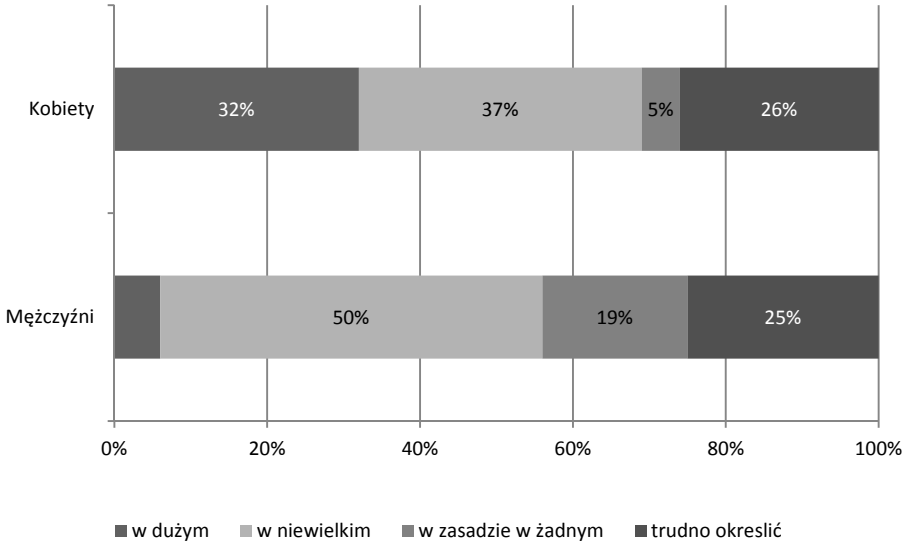
- zainteresowania kwestiami środowiska i oceny stanu oraz zagrożeń środowiska w skali lokalnej i krajowej (blok 1);
- pojmowania środowiska i wartości z nim związane (blok 2);
- indywidualnych działań podejmowanych na rzecz środowiska oraz postaw proekologicznych ankietowanych studentów (blok 3);
- oceny odpowiedzialności poszczególnych podmiotów za stan środowiska oraz ich skuteczność działania (blok 4);
- poziomu wiedzy ekologicznej badanych osób i stopnia poinformowania o kwestiach dotyczących środowiska (blok 5).

W przedstawionym artykule wybrano te pytania, które dotyczyły ogólnej wiedzy i świadomości ekologicznej oraz odnosiły się do „zielonej" gospodarki.

Blok 1. Stopień zainteresowania i ocena zagrożeń oraz stanu środowiska

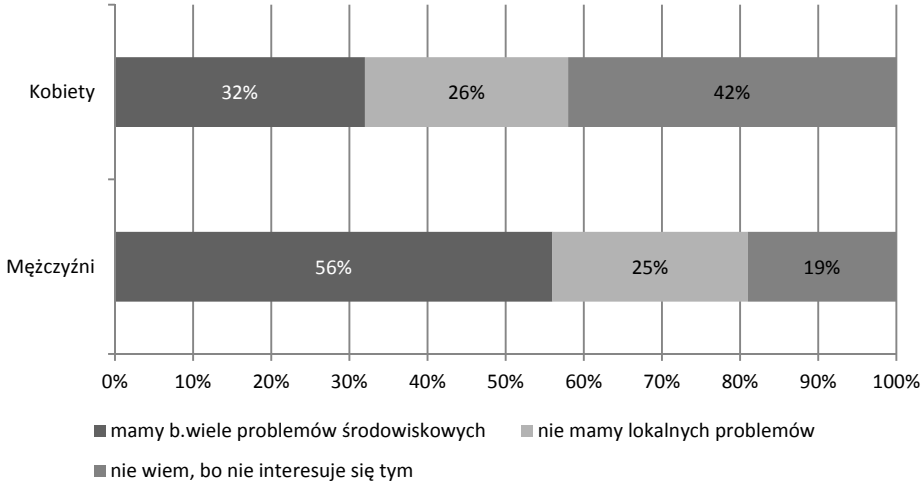
W badaniu pilotażowym 71% badanych mężczyzn i 52% kobiet zadeklarowało, że w ogóle nie interesują się problemami środowiska i jego ochroną. Z kolei na pytanie „W jakim stopniu stan środowiska przyrodniczego w naszym kraju jest powodem ich niepokoju?" tylko 6% badanych mężczyzn i 32% kobiet uznało, że w dużym stopniu niepokoją się jego stanem. Dla prawie 70% mężczyzn i 40%

Rysunek 1
W jakim stopniu stan środowiska w naszym kraju jest powodem Pana/Pani niepokoju?



Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Rysunek 2
Co Pan/Pani sądzi o lokalnych problemach środowiskowych



Źródło: jak w rysunku 1.

kobiet w niewielkim bądź w żadnym stopniu stan środowiska w naszym kraju nie budzi ich niepokoju (rysunek 1). Natomiast dla ¼ z badanych respondentów trudno zająć stanowisko w tej kwestii.

Zupełnie inaczej przedstawia się rozkład odpowiedzi w sytuacji dotyczącej stanu środowiska w bezpośrednim miejscu zamieszkania. Wówczas 56% mężczyzn i 32% kobiet wskazuje, że mamy bardzo wiele regionalnych problemów, które stanowią zagrożenie dla lokalnej społeczności. Takiego poglądu nie podziela ¼ badanych studentów, a dla 42% kobiet i 19% mężczyzn nie stanowi to żadnego problemu, ponieważ się tym nie interesują.

Tyle samo badanych respondentów zaznaczyło odpowiedź, że stan środowiska w naszym kraju w ostatnich 10 latach uległ poprawie (uznało tak 37% mężczyzn i 26% kobiet). Również tyle samo badanych studentów uznało, że poprawa stanu środowiska jest trudna do określenia – odpowiedziało, tak 38% mężczyzn i 37% kobiet (rysunek 3). Interpretując ten stan rzeczy należy wskazać na stosunkowo duży procent osób spośród ankietowanych, które nie mają odpowiedniej wiedzy na temat stanu środowiska w kraju, mimo ukończonego średniego etapu edukacji.

Niestety, wyniki te wpisują się w ogólnopolski trend informujący o tym, że grupa osób w wieku 18-24 lat oraz powyżej 65 roku życia nie jest zainteresowana stanem środowiska. O ile w przypadku osób starszych można to wytłumaczyć brakiem wiedzy i niskim poziomem świadomości, o tyle w przypadku osób młodych, które dopiero ukończyły pewien etap edukacji należałoby się spodziewać, że to właśnie ta grupa będzie najbardziej wyedukowana i świadoma stanu i zagrożeń środowiska w skali globalnej i lokalnej.

Natomiast w badaniach ogólnopolskich prowadzonych przez CBOS można zauważyć trend związany ze wzrostem poczucia bezpieczeństwa ekologicznego połączony ze spadkiem przekonania, że problemy ekologiczne należą do „palących" – w badaniu ogólnym w 2011 roku – już tylko 46% (w 1993 roku było to 78%) respondentów zadeklarowało, że w bardzo dużym i dużym stopniu niepokoją się stanem środowiska w kraju[17]. Tym samym badani uważają, że stan środowiska w naszym kraju uległ znacznej poprawie w ostatnim okresie.

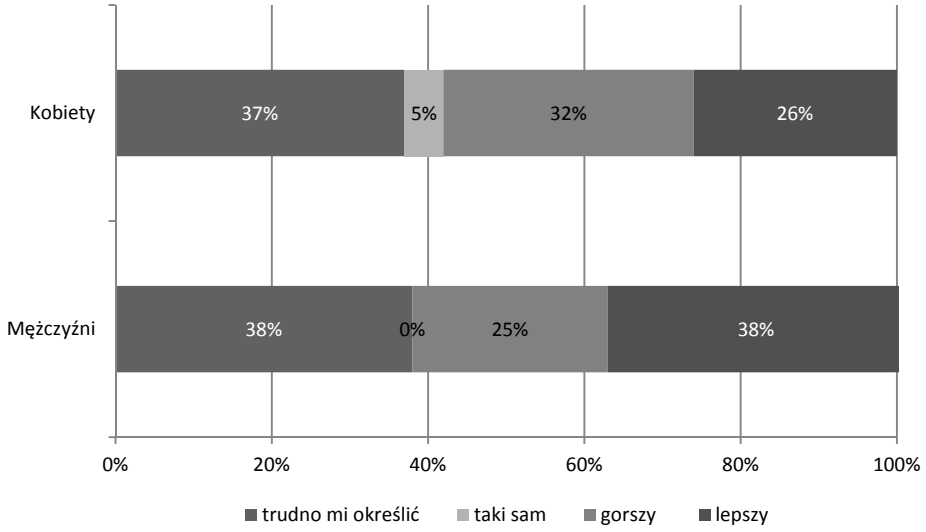
Blok 2. Pojmowanie środowiska i wartości z nim związane

W badaniu pilotażowym, podobnie jak w ogólnopolskim, 100% respondentów uznało, że stan środowiska ma wpływ na zdrowie. Dla 100% badanych studentów najważniejszym powodem, dla którego należy chronić środowisko jest własne zdrowie. W badaniu ogólnopolskim 2/3 badanych było tego samego zdania.[18]

[17] Badania CBOS niezależne z 2011, na podstawie komunikatów z badań dostępnych na stronie: www.cbos.pl [11-01-2014], s. 2.

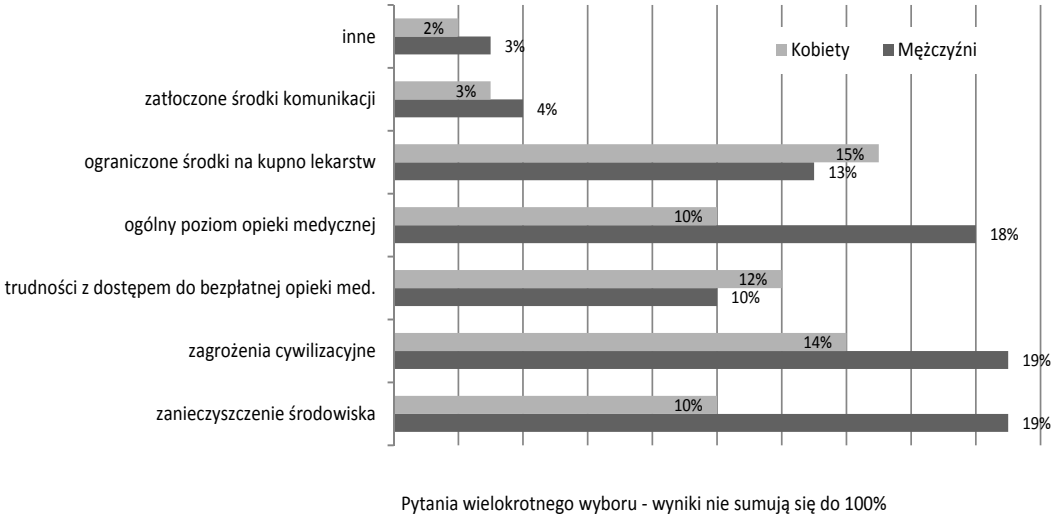
[18] M. Strumińska-Kutra, *Świadomość ekologiczna Polaków. Analiza wyników badań ilościowych z lat 1992-2011*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2012, s. 5-6.

Rysunek 3
Czy Pana/Pani zdaniem stan środowiska w naszym kraju jest lepszy czy gorszy niż 10 lat temu?



Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 4
Co według Pana/Pani wpływa negatywnie na poziom zdrowia?



Źródło: jak w rysunku 1.

W hierarchii zagrożeń wskazano na: zagrożenia cywilizacyjne (35% badanych) i zanieczyszczenie środowiska (29% badanych) jako mające największy wpływ na stan naszego zdrowia (rysunek 4), a jako znaczące wskazano na trudności z dostępem do bezpłatnej opieki (22%) i ograniczone środki na kupno lekarstw (28%).

Ciekawy jest również fakt, że dla większości badanych pojęcie „środowisko przyrodnicze" kojarzy się z ekologią (interpretowaną jako nauka o środowisku przyrodniczym), a następnie z kształtowaniem środowiska (rysunek 5).

Pozytywnym aspektem jest fakt, że badani respondenci są świadomi swojego udziału w procesie kształtowania otaczającego ich środowiska. Na pytanie, od czego zależy poprawa stanu środowiska, większość badanych wskazało indywidualną aktywność każdego z nas[19] (39% kobiet i 31% mężczyzn) następnie od wzrostu świadomości ekologicznej (36% kobiet i 21% mężczyzn) oraz od uznania przez społeczeństwo czystego środowiska za ważny problem (dla 30% kobiet i 24% badanych mężczyzn), (rysunek 6).

Uzupełnieniem stopnia hierarchii środowiska w kontekście relacji człowiek – środowisko jest odpowiedź na pytanie „Czy warto przyzwalać na ograniczenie produkcji ze względów środowiskowych, nawet jeśli powodowałoby to wzrost bezrobocia?" Wśród badanych respondentów dla 19% mężczyzn i 5% kobiet utrzymanie czystego stanu środowiska warte jest zamykania takich zakładów. Z kolei ponad 40% kobiet i mężczyzn uważa, że nie warto podejmować takich działań lub, że trudno im zająć w tej kwestii stanowisko (31% mężczyzn i 42% kobiet), (rysunek 7).

W sytuacji, kiedy ta decyzja odpowiadałaby za możliwość utraty ich miejsca pracy wówczas zdecydowana większość, bo 53% kobiet i 69% mężczyzn, uznała, że nie warto zamykać takich zakładów, a tylko 6% mężczyzn i 10% kobiet jest zdania, że jest to działanie słuszne (rysunek 8).

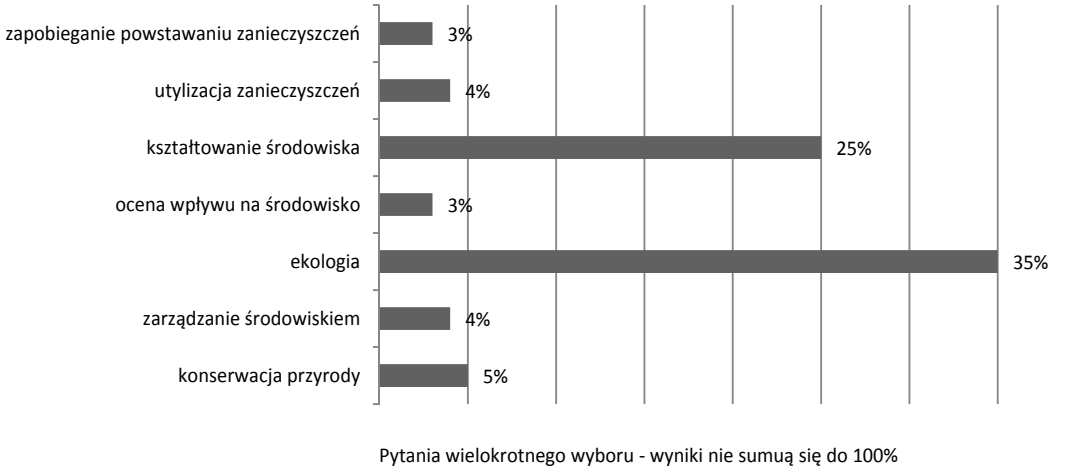
Podobne odpowiedzi występowały w badaniu ogólnopolskim w 2008 roku, na pytanie o słuszność ograniczania produkcji szkodliwej dla środowiska – 70% respondentów uznało, że jest to działanie słuszne. Na analogiczne pytanie o to, czy na poziomie lokalnym wymogi ochrony środowiska są ważniejsze niż miejsca pracy odpowiedzi pozytywnej udzieliło już jedynie 23% respondentów.[20]

Taki rozkład wyników badań zdaje się wskazywać, iż nie tylko ludzie młodzi cenią przyrodę i środowisko naturalne w kategoriach wartości autotelicznej. Kiedy natomiast pojawia się realny konflikt pomiędzy troską o przyrodę a, na przykład, możliwością utraty miejsca pracy – odpowiedzi większości badanych nie są już tak zdecydowane w określeniu priorytetu środowiska. Znacznie łatwiej jest deklarować pewne zachowanie w odniesieniu do sytuacji ogólnych, a na kwestie

[19] Potwierdzając w ten sposób ogólnopolskie badania, w których od 20 lat znacząco wzrosło przekonanie o istotności działań indywidualnych na rzecz poprawy środowiska (79% badanych).

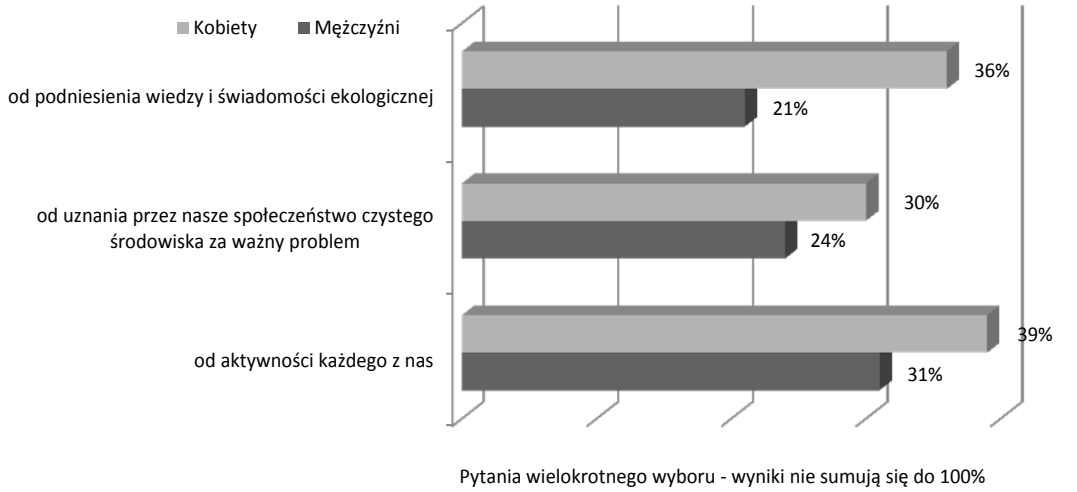
[20] A. Bołtromiuk, *Polacy w zwierciadle ekologicznym*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2008.

Rysunek 5
Jak kojarzy ci się słowo środowisko przyrodnicze?



Źródło: jak w rysunku 1.

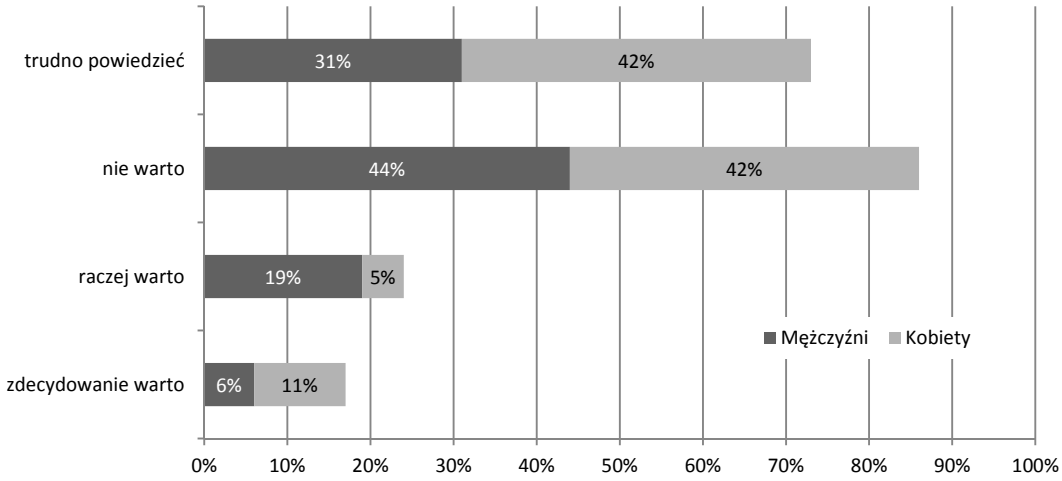
Rysunek 6
Od czego Pana/Pani zdaniem zależy poprawa stanu środowiska?



Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 7

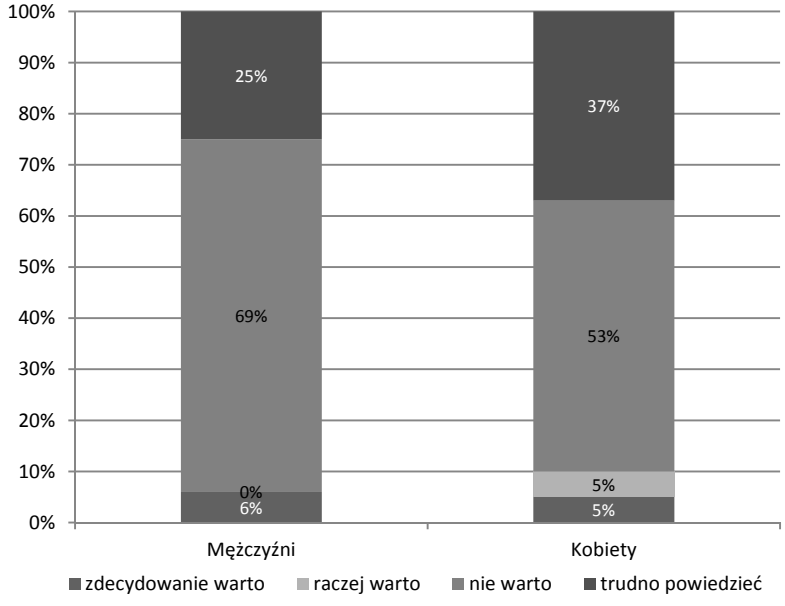
Jak Pan/i uważa czy w sytuacji wysokiego bezrobocia warto dla zapewnienia czystego środowiska zamykać zakłady trujące środowisko?



Źródło: jak w rysunku 1.

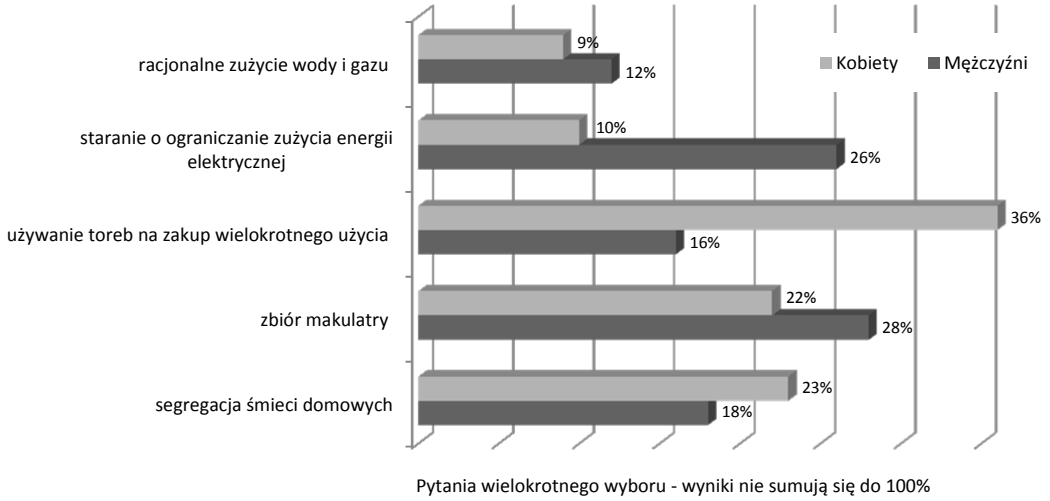
Rysunek 8

Jeżeli byłaby Pani/n pracownikiem takiego zakładu to, jaka byłaby Pana/i decyzja o zamknięciu go?



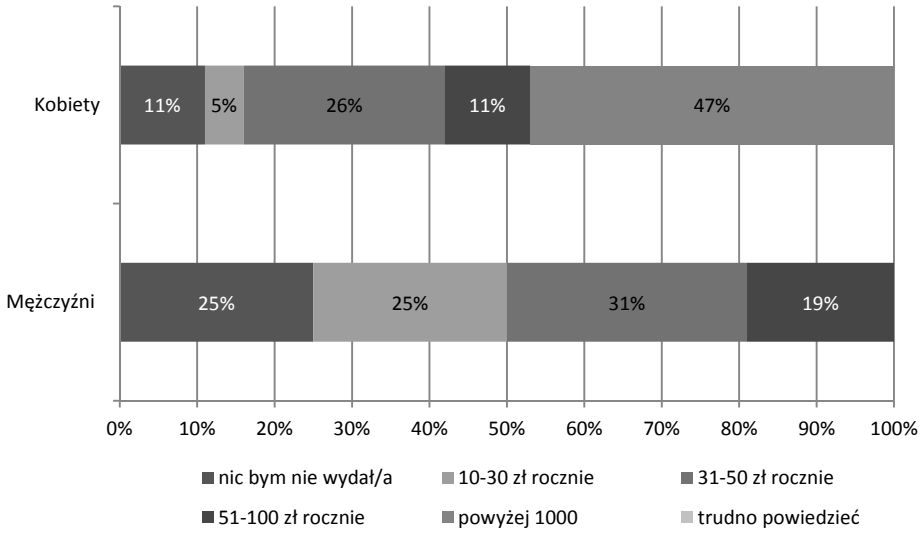
Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 9
Proszę zaznaczyć, które z poniższych zachowań Pan/i stosuje?



Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 10
Ile byłby Pan/i skłonny wydać na ochronę środowiska?



Źródło: jak w rysunku 1.

związane z bliższym otoczeniem lub bezpośrednio z badanym są udzielane zupełnie inne odpowiedzi.

Blok 3. Indywidualne działania na rzecz środowiska i postawy proekologiczne

W kwestii ważności podejmowanych działań w kontekście rozwiązywania problemów środowiskowych badani respondenci najczęściej wskazywali na: alternatywne źródła energii jako działanie mające istotny wpływ na badaną kwestię (27%), następnie umieszczanie jednorazowych butelek w specjalnych pojemnikach (22%), zbiór makulatury (20%) i popieranie firm produkujących towary przyjazne środowisku (19%).

Za działania przesadne uznali: kupowanie ekologicznej żywności (19%), kupowanie odzieży z tkanin naturalnych (17%) i bojkotowanie firm o negatywnej opinii z punktu widzenia ochrony środowiska (9%).

Na pytanie dotyczące indywidualnych preferencji podejmowanych działań na rzecz ochrony środowiska w codziennym życiu, badani studenci wykazali się znacznym zaangażowaniem, co do korzystania z toreb wielokrotnego użycia w odniesieniu do 36% badanych kobiet i segregacji śmieci dla 23% ankietowanych pań. W przypadku panów zdecydowanie dominowało zbieranie makulatury (28%) i działania w zakresie oszczędności energii elektrycznej, które deklarowało 26% badanych mężczyzn (rysunek 9).

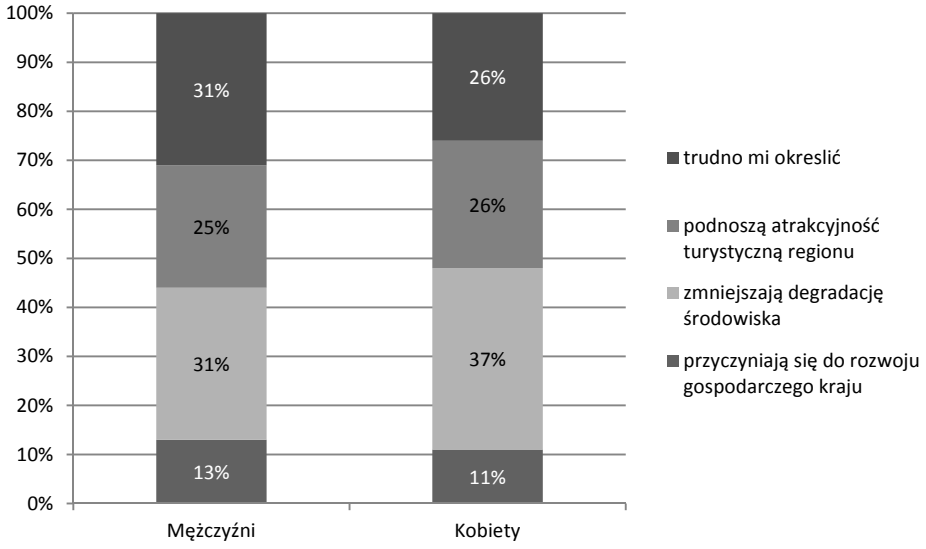
W kwestii finansowej znacznie bardziej proekologiczni są panowie, w sumie 56% badanych zadeklarowało, iż byliby skłonni rocznie wydać na ochronę środowiska w przedziale od 31-100 złotych, a wśród pań – 47% ankietowanych była niezdecydowana (rysunek 10). W odpowiedzi na to pytanie można, podobnie jak w metodzie wyceny środowiska WTP (*Willingness to Pay*) oczekiwać, że czym innym jest kwestia deklarowania poniesienia określonych kosztów na dane działanie, a zupełnie innym faktyczne wydatkowanie środków. Co zresztą potwierdzają badania ogólnopolskie, w których na przykład gotowość do ekologicznych zakupów wyrażało 77% badanych, a jedynie 13% dokonywało tego typu zakupów.[21]

Kontynuując kwestię finansową, w skali kraju prawie połowa respondentów uważa, iż przeznaczane środki przyczyniają się do zmniejszenia degradacji środowiska, a tym samym do rozwoju gospodarczego[22].

Podobnie w badaniu pilotażowym, najwięcej odpowiedzi potwierdzało, iż wydatkowane środki mają pozytywny wpływ na zmniejszenie degradacji środowiska, uważało tak 31% badanych mężczyzn i 37% kobiet, oraz że przyczyniają się do jego poprawy i podnoszenia atrakcyjności na przykład turystycznej (dla ¼ badanych),a w konsekwencji do wzrostu gospodarczego (rysunek 11).

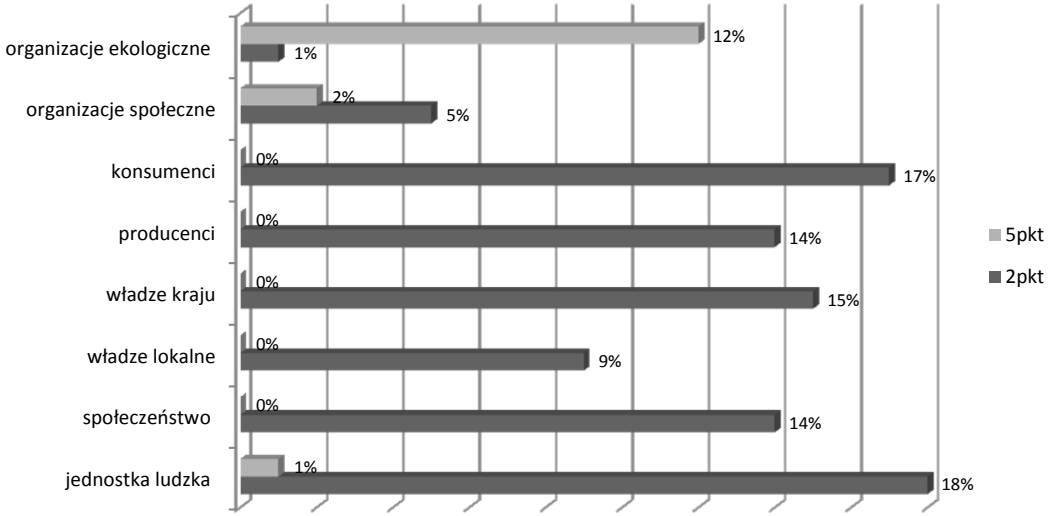
[21] Ibidem.
[22] M. Strumińska-Kutra, op. cit.

Rysunek 11
Czy Pana/i zdaniem środki publiczne wydatkowane na ochronę środowiska przyczyniają się do zmniejszenia degradacji środowiska



Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 12
Odpowiedzialność poszczególnych podmiotów za stan środowiska [obecnie]



Źródło: jak w rysunku 1.

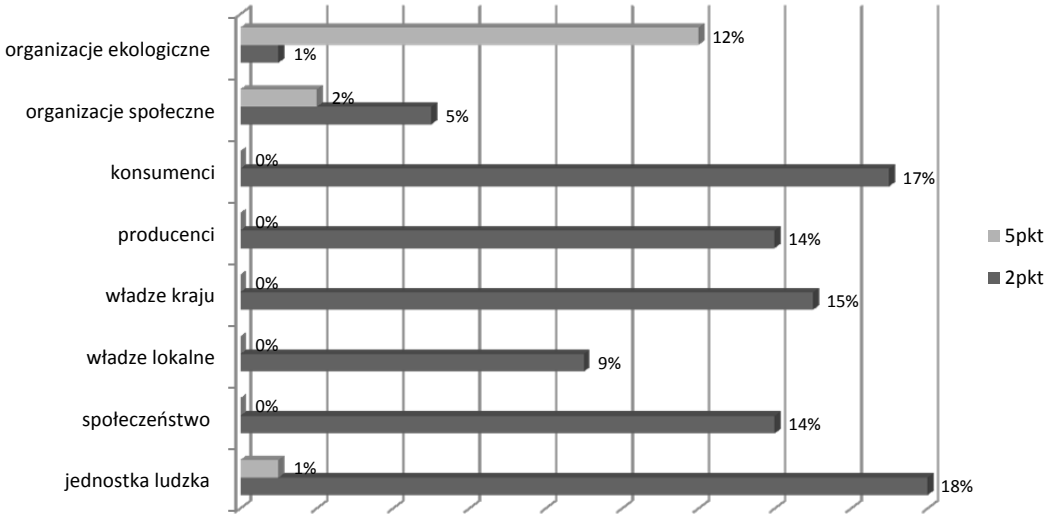
Blok 4. Odpowiedzialność poszczególnych podmiotów za stan środowiska oraz ich skuteczność w działaniu

Zdając sobie sprawę z indywidualnej odpowiedzialności w kwestiach ochrony środowiska, badani respondenci na pytanie o poziom odpowiedzialności i zaangażowania w kwestie środowiskowe (w skali od 0-5 punktów, gdzie 5 jest wartością najwyższą) uznali, że obecnie w najwyższym stopniu realizują je organizacje ekologiczne i społeczne (najwięcej wskazań o skali pięciopunktowej). Pozostałe jednostki oceniono w dominującym stopniu na 2 punkty (rysunek 12).

Również oczekiwania respondentów (rysunek 13) są zgodne co do udziału poszczególnych autorów na poziomie 4-5 punktów w skali oceny.

Jak pokazują badania, studenci są świadomi nie tylko swojego udziału w procesie kształtowania otaczającego środowiska i odpowiedzialności indywidualnej za jego stan, ale i udziału innych podmiotów.

Rysunek 13
Odpowiedzialność poszczególnych podmiotów za stan środowiska [stan pożądany]



Źródło: jak w rysunku 1.

Blok 5. Poczucie poinformowania o kwestiach dotyczących środowiska i poziomu wiedzy ekologicznej badanych studentów

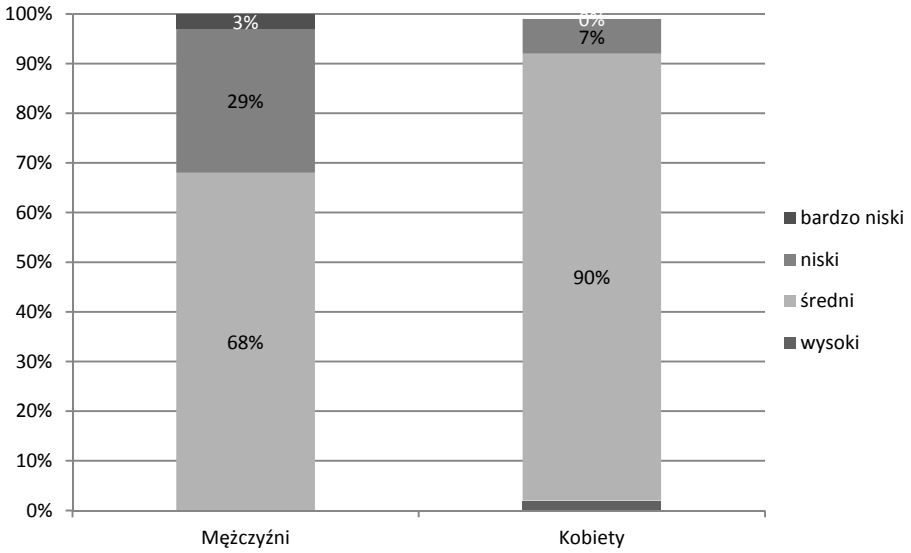
Badani respondenci deklarują średni poziom wiedzy ekologicznej i tu zdecydowanie przeważają panie, bo aż 90% badanych kobiet oceniło swój poziom wiedzy na poziomie średnim. Natomiast panowie w 68% uważają, że reprezentują średni poziom wiedzy, a 29% deklaruje niski jej stan (rysunek 14).

Natomiast na pytanie „Czy spotkał się Pan/i z określeniem „zielonej" gospodarki?" twierdząco odpowiedziało zaledwie 9% ankietowanych, a 91% nie spotkało się z tym sformułowaniem.

Dominującym źródłem informacji w tej grupie badanych jest: Internet, szkoła i telewizja.

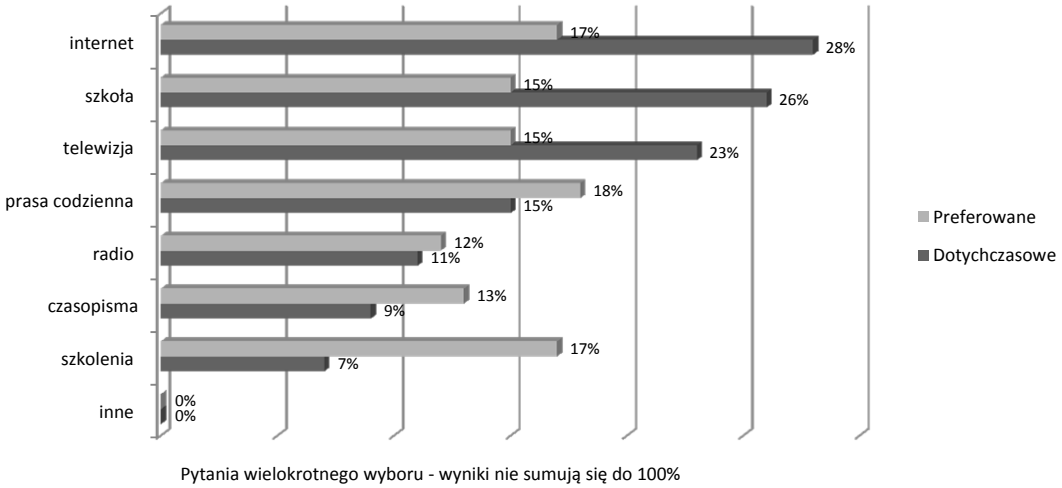
Ciekawy jest fakt, że wśród preferowanych źródeł badani studenci najczęściej wskazywali na tak zwane nieformalne źródła informacji, jak: codzienna prasa i czasopisma (rysunek 15).

Rysunek 14
Jak ocenia Pan/i swój poziom wiedzy ekologicznej?



Źródło: jak w rysunku 1.

Rysunek 15
Proszę o wskazanie dotychczasowego źródła zdobywania wiedzy ekologicznej i preferowane na przyszłość



Źródło: jak w rysunku 1.

Podsumowanie

Dawno już dowiedziono, że istnieje zależność między poziomem rozwoju gospodarczego danego społeczeństwa a stanem jego świadomości ekologicznej. „Nieświadomość ludzi określa ich byt, lecz przeciwnie, ich byt społeczny określa ich świadomość”[23].

Natomiast dotychczasowe ogólnopolskie badania na temat świadomości ekologicznej Polaków potwierdzają, że jest ona znacznie niższa niż u pozostałych obywateli Unii Europejskiej. Wiedza Polaków na temat ochrony środowiska, klimatu lub przyrody jest powierzchowna, a ich zaangażowanie w sprawy poprawy jakości środowiska – mimo deklaracji – niewielkie.

Znajomość problematyki związanej ze środowiskiem naturalnym, jak deklarują respondenci, jest na poziomie średnim. Poparcie dla idei ochrony środowiska i przyrody niestety nie jest kompatybilne z wiedzą na ten temat. Brakuje szerszego spojrzenia na środowisko, w którym żyje człowiek oraz jego relacje z gospodarką. Poddaje to wątpliwość obowiązujące programy edukacji lub nieumiejętność wykorzystania przez ludzi młodych zdobytej do tej pory wiedzy.

[23] *Ocena współzależności*..., s. 15.

W tym zakresie ważnym elementem kształcenia i wychowania środowiskowego ludzi młodych są nieformalne źródła edukacji ekologicznej.

Studenci zdają sobie sprawę, że ich sposób życia ma wpływ na stan środowiska naturalnego, ponieważ poprawa bądź degradacja środowiska naturalnego wynika z sumy działań wszystkich ludzi. W kontekście przedsięwzięć w ochronie środowiska lub „zielonej" gospodarce (jak odnawialne źródła energii) należy stwierdzić zdecydowanie pozytywne nastawienie, które dobrze rokuje na przyszłość.

RECENZJE
OMÓWIENIA
PRZEGLĄDY

DISCUSSION
AND REVIEWS

ODWAGA DO TWORZENIA NOWEJ WIZJI SPOŁECZEŃSTWA I GOSPODARKI.

Mosty na rzecz przyszłości

Mut zu Visionen. Brücken in die Zukunft (*Odwaga na rzecz tworzenia wizji. Mosty na rzecz przyszłości*), Hrsg. von Heike Leitschuh, Gerd Michelsen, Udo E. Simonis, Jörg Sommer und Ernst U. von Weizsäcker, „JAHRBUCH ÖKOLOGIE 2014", S. Hirzel Verlag Stuttgart, Stuttgart 2013, ss. 256, ISBN 978-3-7776-2362-7, ISSN 0940-9211, www.hirzel.de

„Rocznik Ekologii" należy do ważnych periodyków naukowych poświęconych problematyce ekologicznej i zrównoważonego rozwoju w Niemczech, na obszarze Europy, a także na świecie. Jego głównymi zadaniami są: informowanie o sytuacji ekologicznej i trendach w zakresie obciążeń ekologicznych, analiza narodowej i międzynarodowej polityki ekologicznej, udokumentowanie historycznie najważniejszych zdarzeń w zakresie ochrony środowiska, opis pozytywnych osiągnięć i przedstawienie wizji zrównoważonego rozwoju świata, zwrócenie się do wrażliwej opinii publicznej, która jest świadoma kryzysu ekologicznego i szuka możliwych do zaakceptowania alternatyw w podejściu do przyrody, propagowanie szerokiego pojęcia ekologii, identyfikacja niezbędnych bodźców dla praktyki gospodarczej.

Dwudziesty trzeci tom „Rocznika Ekologii" 2014 ma charakterystyczny tytuł *Odwaga na rzecz tworzenia wizji. Mosty na rzecz przyszłości*. Został wydany przez znanych niemieckich naukowców: Heike Leitschuh, Gerda Michelsena, Udo E. Simonis, Jörga Sommera i Ernesta U. von Weizsäckera. Redaktorem naukowym jest prof. Udo E. Simonis. W „Roczniku Ekologii" są następujące działy: I. *Wizje zrównoważonej Europy*; II. *Składniki strategii na rzecz trwałości*; III. *Założenia wizji – elementy dobrego życia*; IV. *Wzrastać albo kurczyć*; V. *Kroki na rzecz trwałości*; VI. *Prekursorzy*; VII. *Instytucje środowiskowe*; VIII. *Ekologia konkretnie*; IX. *Książka roku o środowisku*.

W części wstępnej „Rocznika Ekologii" 2014 *O tym roczniku* wydawcy wskazują na zastrzeżenia wobec myślenia opartego na wizjach rozwoju. Odrzucają zakaz tworzenia wizji, który może przeszkodzić w modernizacji ekologicznej gospodarki i społeczeństwa, ponieważ wizje mogą one motywować do działania i mobilizować ukryte siły na rzecz ochrony środowiska. Brak odpowiednich wizji doprowadził już do wielu negatywnych skutków w zakresie polityki ekologicznej i wprowadzania zrównoważonego rozwoju.

Część pierwsza nosi charakterystyczny tytuł *Wizje zrównoważonej Europy*. Obejmuje ona trzy artykuły: *Wizje a polityka: wiedza, obawa, ryzyko* (G. Bachmann); *Nagroda Nobla dla UE: zachęcenie na rzecz większej trwałości* (Ch. Hey); *Polityka na rzecz zrównoważonej Europy* (H. Heinrichs i N. Laws). Autorzy podejmują bardzo kontrowersyjny temat: przyszłość zrównoważonej Europy. Bachmann stwierdza wyraźnie, że we współczesnej Europie brakuje wielkich wizji jej przyszłości. Niemcy wywierają duży wpływ na inne kraje: przez wyjście od wykorzystania energii atomowej; dyskusję o zrównoważonej gospodarce (*green economy*; *nachhaltige Wirtschaft*); narodową strategię zrównoważonego rozwoju przyjętą w 2012

roku przez rząd federalny, koncepcję „wielkiej transformacji" w zakresie ochrony klimatu; krytyczną ocenę PKB – jako wyłącznego miernika wzrostu gospodarki i dobrobytu społeczeństwa. Współcześnie myślenie oparte na wizjach odgrywa niewielką rolę, chociaż są one niezbędne dla racjonalnej polityki (s. 19). Wizje zrównoważonego rozwoju muszą już wkrótce odpowiedzieć, jak na Ziemi 9 miliardów ludzi będzie realizowany dobrobyt, wzrost gospodarczy, sprawiedliwość i demokrację. Wiąże się to z pokojowym współżyciem na Ziemi w warunkach zmniejszania się zasobów naturalnych i narastającego stresu klimatycznego.

Pokojowa Nagroda Nobla dla Unii Europejskiej w 2012 roku stanowiła uznanie dla pokojowego jej rozwoju, a jednocześnie wyraz zaniepokojenia kryzysem euro i kryzysem zadłużeniowym w kilku krajach europejskich. Przejawem tego stało się silne narastanie tendencji eurosceptycznych, zmniejszenia się wydatków państwowych w kilku państwach europejskich (około 15-20%), zbyt silna pozycja konkurencyjna Niemiec we współczesnej Europie. Odpowiedzią na ten kryzys europejski powinno być „więcej Europy", a nie program wprowadzenia renacjonalizacji. Szczególnie dużą rolę w Europie powinna odgrywać ochrona klimatu oparta na rozbudowie odnawialnych źródeł energii i poprawie dotychczasowej efektywności energetycznej. Należy odrzucić czysto narodową strategię wzrostu konkurencyjności poszczególnych państw, co osłabia wcześniej lub później wszystkie pozostałe państwa. Stąd też UE wymaga nie tylko większych kompetencji, ale także szerszej demokratycznej legitymizacji. Jak zauważa Ch. Hey: „Potrzeba reform staje się w ostatnim okresie bardziej pilna i wszechstronna, jeśli Unia Europejska ma na trwale okazać się godną pokojowej Nagrody Nobla" (s. 31).

Heinrichs i Laws analizują dotychczasową politykę na rzecz zrównoważonej Europy. W Europie dominuje obecnie krótkookresowy zarząd kryzysowy, a brakuje polityki długookresowej. Praktyczne wprowadzenie europejskiej polityki zrównoważonego rozwoju następuje na podstawie Europejskiej Strategii Zrównoważonego Rozwoju, przyjętej w 2001 roku jako systemu celów wzrostu gospodarczego, ochrony środowiska i integracji społecznej. Ostatnią kontrolę tej strategii podjęto się w 2009 roku, chociaż brakuje dotąd odpowiedniego rozwoju instytucjonalnego a także instrumentalnego, w postaci kooptymalizacji dynamik ekonomicznych, społecznych i ekologicznych w warunkach istniejących ograniczeń planetarnych. Konieczne staje się wzmocnienie Parlamentu Europejskiego przez prawo inicjatywy ustawodawczej, transnacjonalizacja polityki europejskiej przez listę europejską, a także wzmocnienie parlamentów narodowych i regionalnych. Biurokratyczne działania administracyjne w zakresie zrównoważonego rozwoju, takie jak: specjalizacje, działalność oparta na aktach prawnych lub powiązania z regułami stanowią jednocześnie słabość takiej polityki. Droga do zrównoważonej Europy wymaga więc, oprócz demokratyzacji UE i nowego rozumienia działań państw, inteligentnej administracji, która łączyłaby tradycyjne zasady z nowymi działaniami interaktywnymi, opartymi na uczeniu się i zdolności przystosowania.

W części drugiej Składniki strategii na rzecz trwałości zamieszczono trzy artykuły: *Ograniczoność – niezbędną cechą trwałości* (M. Linz); *Zgodność – kluczowa dla trwałości* (J. Huber); *Efektywność niezbędna dla trwałości* (E.U. von Weizsäcker). Ograniczoność była pierwotnie rozumiana jako sztuka życia. Uzyskuje ona obecnie publicznie na znaczeniu, stając się

niezbędną strategią zrównoważonego rozwoju. Dobrobyt można opisywać jako dobrobyt dóbr, dobrobyt czasu i dobrobyt relacji społecznych. Przy tym, ograniczoność w przypadku trwałości łączy się ściśle z zasadą wydajności (efektywności) i zgodności. Jest ona skierowana na to, aby oszczędzać środki, instrumenty i strategie, a tym samym zasoby. Bardzo trudna staje się rezygnacja z kopalnych źródeł energii do 2050, w Europie. Już dzisiaj rolnictwo oparte na paliwach kopalnych napotyka na swoje granice rozwoju, wyzwalając trudne do naprawy szkody ekologiczne. Polityka ograniczoności polega także na wzmocnieniu i utrzymaniu dóbr wspólnych. Nie można jednak strategii ograniczoności wprowadzić samodzielnie, ale należy ją zawsze łączyć z wydajnością i zgodnością. W stosunkach międzynarodowych zasada ograniczoności wiąże się z międzynarodowymi zobowiązaniami wobec innych państw.

Zasada trwałości wiąże się ze zmianą strukturalną w formie ekologicznej modernizacji. Uważa się, że obrót materią społeczeństwa przemysłowego ulegnie takim zmianom, że będzie bardziej zgodny z procesami przyrodniczymi. Przy tym, podstawową ideą metabolicznej zgodności stają się ekoinnowacje. W przypadku zgodności chodzi nie tylko o mniejsze zużycie zasobów, ale przede wszystkim o inne rodzaje ich wykorzystania. Szczególnie konieczne staje się nowe wykorzystanie innowacji w zakresie energii, surowców, materiałów, strumieni odpadów, kontroli procesów środowiskowych i monitoringu środowiskowego. Możliwości działania na rzecz środowiska mogą być przy tym znacznie rozszerzone „poprzez poprawę metabolicznej zgodności i zwiększenia ekologicznej wydajności" (s. 61). Jak stwierdza E.U. von Weizsäcker, efektywność, ograniczoność i zgodność są od ponad 20 lat strategicznym elementem definicji zrównoważonego rozwoju. We współczesnych warunkach powiększenie efektywności w wykorzystaniu zasobów staje się możliwe pod względem technicznym. W ciągu najbliższych dziesięcioleci efektywność zwiększenia wykorzystania energii i surowców o „czynnik pięć" staje się w pełni możliwa. W poszukiwaniu politycznej akceptacji tych działań konieczne są: specyficzne regulacje efektywności, ogólne regulacje w zakresie oszczędności, odpowiednie systemy zarządzania środowiskiem, zaopatrzenie (zakupy) oparte na świadomości ekologicznej, szczególnie władz państwowych.

W części trzeciej *Założenia wizji* podjęto następujące problemy: analizę *homo socialis* – w poszukiwaniu innego rodzaju szczęścia (C. Kropp), opanowanie się – przybliżenie się do kultury zaniechania (U. Grober), gospodarkę zaspakającą własne potrzeby ludności (G. Scherhorn), ograniczenie życzeń – „zasada satysfakcji", czy wreszcie koncepcji *homo sustinens* – człowieka realizującego zrównoważony rozwój (B. Siebenhühner). W ujęciu C. Kropp indywidualny sukces i konkurencja nie stanowią jedynej wizji przyszłego rozwoju – można to osiągnąć przez współpracę i solidarność. Coraz bardziej potrzebny staje się alternatywny model społecznego działania, a więc „społeczny cykl innowacyjny". Pomoże on przezwyciężyć dotychczasowe postępowanie „szybciej, dalej, więcej" (s. 72). Autorka przeciwstawia innowacje przemysłowe innowacjom społecznym. Szczególnie ważne są „innowacje transformacyjne", które prowadzą do koncepcji *homo socialis*. W ujęciu U. Grobera opanowanie w sensie „stoickiego spokoju" jest bardzo aktualne i ważne w warunkach kryzysów, terapii szokowych zjawisk załamania się. Na Szczycie Ziemi w 1992 roku pojawił się nowy globalny wzorzec *sustainable development*, który odrzucił „wojnę przeciwko przyrodzie" na rzecz samoograniczania działań człowieka. Stało się to przedmiotem dyskusji w Parku Narodowym Yasuni w Ekwadorze, gdzie podjęto problem eksploatacji ropy naftowej w obliczu zagrożeń społecznych i ekologicznych.

Scherhorn podnosi problem społeczeństwa, podejmujące przedsięwzięcia na rzecz zachowania przyrody. Od 1950 roku pojawiło się bowiem nadmierne wykorzystanie naturalnych podstaw życia w wyniku ogromnego marnotrawstwa kopalnych zasobów energetycznych. Brakuje nadal idei utrzymania dóbr wspólnych jako podstawy zrównoważonego rozwoju. Jest to możliwe, gdyż władza polityczna, przedsiębiorstwa i prywatne gospodarstwa domowe nie ponoszą żadnych zobowiązań za ich wykorzystanie. Stąd też dochodzi do masowej eksternalizacji kosztów i możliwa staje się pozornie nieskończona akumulacja kapitału. Konieczne staje się „zachowanie dóbr wspólnych i kontrola władzy rynkowej, które uwolnią gospodarkę rynkową od dominacji akumulacji kapitału" (s. 96). Co więcej, „gospodarka rynkowa stanowi także dla zrównoważonego rozwoju najlepszą podstawę, jeżeli będzie ona tak zorganizowana, że będzie utrzymywać dobra wspólne, a uda się to tylko wtedy, gdy nie będzie powiązana ona z kapitalizmem" (s. 100). Według J. Nidy-Rümelina, dotychczasowa praktyka ekonomiczna oparta na założeniu „im – więcej – tym – lepiej" już nie wystarcza. Ograniczenie konsumpcji posiada tym samym wymiar etyczny. Autor artykułu przeciwstawia zasadę jednolicie rosnącej funkcji użyteczności, a więc „zasadzie satysfakcji", zasadzie, iż dla każdego dobra materialnego istnieje określony stopień nasycenia, od którego dodatkowe dobra obniżają poziom użyteczności. W empirycznym świecie realnych towarów i usług posługującym się pieniądzem zasada satysfakcji nie jest spełniona. Można więc przyjąć, że: „ograniczenie życzeń i przezwyciężenie nieograniczonych pragnień, stają się niezbędne dla wypełnienia tych wymogów trwałości" (s. 106). Wzorzec zrównoważonego rozwoju musi być dyskutowany także na płaszczyźnie etyki. Autor szkicuje wkład do perspektywy *homo sustinens*. Nowa wiedza w zakresie ekonomiki zachowania, neuroekonomii, badania szczęścia i analiz instytucji potwierdzają koncepcję zrównoważonego rozwoju.

Część czwarta „Rocznika Ekologii" została poświęcona współczesnym zjawiskom ekonomicznego wzrostu i kurczenia się. Zajęto się wzrostem i środowiskiem w Chinach (M. Jänicke), globalnym przełomem energetycznym, a więc dekarbonizacją gospodarki (O Edenhofer i Ch. Flachsland), neutralnym pod względem wzrostu kierowaniem przedsiębiorstwem (A. Zahrnt, J. Seidl, A. Liesen, Ch. Dietsche), ziemiami rzadkimi – ich pozyskiwaniem i ponownym pozyskiwaniem (J.C. Bengaerts, J. Liu), *Urban mining*, możliwością pozyskiwania metali (S. Flamme, P. Krämer), zamkami na piasku – zawodnymi dużymi projektami (S.A. Anders, S. Geyer). Polityka środowiskowa w Chinach pełna jest nadal sprzeczności. Dotąd brakuje „harmonii" pomiędzy wzrostem gospodarki a środowiskiem. Począwszy od 2009 roku mówi się w Chinach „zielonym wzroście" i „ekologicznej cywilizacji". Trudno jednak mówić o ekologicznej modernizacji, ale raczej o stosowaniu techniki końca rury (*end of pipe technology*). W Chinach nadal dominuje megatrend rozwoju oparty na ciężkim przemyśle przy wykorzystaniu węgla. Globalnie nie udało się uwolnić wzrostu gospodarczego od jednoczesnego zwiększenia emisji gazów cieplarnianych, a tym samym ocieplania Ziemi z jej potencjalnie katastroficznymi konsekwencjami. Współcześnie nadal wzrastają emisje do atmosfery. W tym celu konieczna jest dekarbonizacja gospodarki. Aż 60% emisji gazów cieplarnianych stanowi dwutlenek węgla (s. 128), gdyż globalny system energetyczny zależy nadal głównie od kopalnych nośników energii. Jako bezpieczne dla ludzkości przyjmują autorzy ocieplenie Ziemi o 2°C w stosunku do epoki przedprzemysłowej. Współcześnie bardzo dyskutowane jest „społeczeństwo postwzrostowe". W tej perspektywie ważna jest rola przedsiębiorstw. Już dzisiaj funkcjonują przedsiębiorstwa neutralne pod względem wzrostu. Jest charakterystyczne, że wzrost przedsiębiorstw łączy się też z cechami niekorzystnymi

i ryzykami, które są zazwyczaj w dużej części pomijane w literaturze ekonomicznej. W przyszłości zyskają na znaczeniu takie formy przedsiębiorstw, jak: spółdzielnie, fundacje, a także mniejsze i średnie przedsiębiorstwa. Charakteryzują się one większą stabilnością i zdolnością przystosowawczą do zmienionych warunków działalności.

Ziemie rzadkie obejmują 15 lantanowców, które wykazują charakterystyczne właściwości chemiczne i fizyczne. Stały się one niezbędne w zakresie techniki efektywności energetycznej, odnawialnych źródeł energii, nowych materiałów i elektronicznego przetwarzania informacji. Wiele z nich występuje tylko w Chinach, które dominują w ich pozyskiwaniu. Stąd też duże znaczenie ich recyklingu. *Urban mining* stają się miejscem pozyskiwaniem, wielu metali i innych surowców. W ramach *Urban mining* możliwe staje się zmniejszenie zależności od importu surowców, zmniejszenie ekospołecznego plecaka surowców, zmniejszenie oddziaływania na środowisko. We współczesnej gospodarce dominują często wielkie projekty gospodarcze. Wiele z nich nie zostało jednak ukończonych z powodu zbyt dużych kosztów.

W części piątej *Kroki na rzecz trwałości* zawarto osiem, najczęściej krótkich, artykułów. Zwrócono uwagę na konieczność procesów uczenia w czasie trwania konferencji naukowych, których szanse w tym zakresie nie są odpowiednio wykorzystane (H. Leitschuh), omówiono znaczenie swobody informacji dla ruchu ekologicznego (P. Schaar), rolę parlamentów dla prowadzenia polityki na rzecz zrównoważonego rozwoju (E. Göll, S.L. Thio), działanie aktorów rynku finansowego na rzecz trwałości (S. Bergius), barometru trwałości – badania postaw młodzieży (H. Grunenberg), wykorzystanie nowych limitów prądu i informacji zwrotnej w gospodarstwach domowych (K. Götz, G. Sunderer, S. Gölz), wykorzystanie statków w zakresie odpadów i recyklingu (D. Lindenau), czy wreszcie fundacje jako ekologiczne źródła nowych idei (J. Sommer). Wymienione opracowania wskazują na działania o różnym charakterze, które mogą prowadzić do realizacji koncepcji trwałego i zrównoważonego rozwoju.

Charakter uzupełniający posiadają części: szósta, siódma, ósma i dziewiąta. W części szóstej omówiono prekursorów wizji ekologicznych. Należą do nich: znany biolog i teolog G. Altner, a także E. Ostrom – pionierka analizy instytucjonalnej. Altner (1936-2011) był wielkim zwolennikiem transportu kolejowego, krytykiem wykorzystania energii atomowej, zwolennikiem odpowiedzialności człowieka za przyrodę. Ostrom (1934-2012) zajmowała się analizą gospodarowania dobrami wspólnymi – wodą, lasem, rybami, oceanem i atmosferą. Podkreślała ona znaczenie reguł działania w określonych sytuacjach, problem analizy instytucjonalnej, możliwości międzynarodowej kooperacji. W części siódmej przedstawiono nowe instytucje środowiskowe w Niemczech: Federalną Ligę Solarną (*Solarbundesliga*), Miejskie Wydobycie Surowców (*Urban Mining e.V*), a także Wirtualną Akademię Trwałości (*Virtuelle Akademie Nachhaltigkeit*). Wszystkie zajmują się wybranymi problemami ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. W części ósmej *Ekologia konkretnie* przedstawiono *Niemcy 2050 – podstawy zrównoważonego rozwoju* (A. Daschkeit, K. Kristof, U. Lorenz i S. Veenhoff). W ujęciu autorów tego opracowania współczesna gospodarka i społeczeństwo w Niemczech nie mają charakteru zrównoważonego. Zrównoważone Niemcy wymagają innego podejścia do gospodarki w zakresie: zasobów, ograniczeń imisji, ochrony klimatu, odpowiednich bodźców rynkowych, zrównoważonej regulacji rynków finansowych, podejścia do czasu (dobrobyt czasowy).

Jako ekologiczne książki roku omówiono dwie książki: L. Frenz, *Lonesome Georg oder Das Verschwinden der Arten,* poświęconej utracie bioróżnorodności i pracę zbiorową *Naturschutz in Deutschland*, zajmującą się ochroną przyrody w Niemczech, napisaną przez trzech autorów M. Succowa, L. Jeschke, H.D. Knappa.

„Rocznik Ekologia" 2014 stanowi niewątpliwie znakomitą lekturą nie tylko dla niemieckich czytelników, ale także dla polskich. Autorzy wskazują na konieczność powstania wizji na rzecz ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. W Polsce przyszłość rozumiana jest nadal najczęściej w kategoriach technokratycznych. Pomija się często uwarunkowania społeczne i ekologiczne rozwoju, które się często nawet ostentacyjnie lekceważy i odrzuca. Stąd też konieczna jest zmiana dotychczasowego myślenia w warunkach dużego znaczenia rozwiązań niemieckich w gospodarce Unii Europejskiej.

dr hab. Eugeniusz Kośmicki, prof. UP
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Sprawozdanie z I Międzynarodowej Konferencji Naukowej

„Ekonomia i polityka zrównoważonego rozwoju. Teoria i ujęcie statystyczne"

W Białowieży 4-6 grudnia 2013 roku odbyła się konferencja, zorganizowana przez Urząd Statystyczny w Białymstoku we współpracy z Wydziałem Ekonomii i Zarządzania oraz Wydziałem Biologiczno-Chemicznym Uniwersytetu w Białymstoku z okazji 95-lecia Głównego Urzędu Statystycznego oraz Międzynarodowego Roku Statystyki. Pod patronatem honorowym Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego Pana prof. dr. hab. Janusza Witkowskiego oraz Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych Pana mgr. inż. Adama Wasiaka. Głównymi partnerami przedsięwzięcia były Lasy Państwowe, Polska Grupa Energetyczna, Spółdzielnia Mleczarska Mlekovita oraz Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych.

Zasadniczym celem konferencji była wymiana poglądów na temat teoretycznych aspektów ekonomii i polityki zrównoważonego rozwoju, metodologii pomiaru zrównoważonego rozwoju, podobieństw i różnic w ujęciu zielonej gospodarki i zrównoważonego rozwoju oraz monitoringu środowiska i wskaźników bioróżnorodności w badaniach nad zrównoważonym rozwojem. Była adresowana do przedstawicieli ośrodków naukowych, zajmujących się badaniami z dziedziny ekonomii zrównoważonego rozwoju oraz innych specjalności zaangażowanych w monitorowanie równowagi w rozwoju gospodarczym.

Uroczystego otwarcia konferencji dokonał dr hab. Dariusz Kiełczewski, prof. UwB – Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego konferencji, po czym uczestników konferencji powitali prof. dr hab. Henryk Wnorowski – Dziekan Wydziału Ekonomii i Zarządzania, Ewa Kamińska-Gawryluk – Dyrektor Urzędu Statystycznego w Białymstoku oraz dr hab. Iwona Ciereszko, prof. UwB – Dziekan Wydziału Biologiczno-Chemicznego. W dalszej kolejności głos zabrał Józef Modzelewski – Dyrektor Oddziału Okręgowego NBP w Białymstoku, który zaprezentował monetę okolicznościową z serii zwierzęta świata (żubr). Uczestnicy konferencji na pamiątkę spotkania naukowego w Białowieży, otrzymali monety.

W pierwszym dniu obrad przeprowadzono dwie sesje plenarne zakończone dyskusją. Pierwszą sesję zatytułowano *Ekonomia i polityka zrównoważonego rozwoju – podstawy teoretyczne i metodologiczne*. Wykład wprowadzający na temat dążeń i zagrożeń związanych ze zrównoważonym rozwojem wygłosił prof. dr hab. Bazyli Poskrobko. Następnie swoje referaty wygłosili prof. dr hab. Kazimierz Górka, prof. dr hab. Stanisław Czaja oraz dr Zbigniew Dokurno i dr Bartosz Scheuer. Pierwszy z nich został poświęcony porównaniu ujęcia zielonej gospodarki oraz zrównoważonego i trwałego rozwoju społeczno-gospodarczego, drugi informacyjnym uwarunkowaniom wykorzystania modeli ekonomicznych w badaniu relacji gospodarka-środowisko przyrodnicze (na przykładzie modelu funkcji produkcji), a ostatni

wybranym paradygmatom współczesnej makroekonomii z perspektywy zrównoważonego rozwoju.

Druga z sesji miała charakter specjalny i była zorganizowana dla uczczenia 95-lecia Głównego Urzędu Statystycznego oraz Międzynarodowego Roku Statystyki. Na początku uczestnicy obejrzeli krótki film poświęcony historii i etapom rozwoju statystki publicznej w Polsce, po czym wykład wprowadzający wygłosiła dr Halina Dmochowska – Wiceprezes GUS. Dotyczył on roli statystyki we współczesnym świecie. W sesji tej swoje referaty przedstawili także prof. dr hab. Walenty Ostasiewicz (*Nauka i ideologia zrównoważonego rozwoju. Próba ogarnięcia całości)*, dr hab. Małgorzata Burchard-Dziubińska, prof. UŁ (*Dostępność i jakość danych statystycznych niezbędnych do budowy strategii gospodarki niskoemisyjnej na poziomie lokalnym)* oraz prof. dr hab. Andrzej F. Bocian (*Zrównoważony rozwój – na tropach mitu. Kontekst globalny)*.

Po dyskusji i krótkiej przerwie odbyło się posiedzenie Walnego Zgromadzenia Europejskiego Stowarzyszenia Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych.

W kolejnym dniu konferencji odbyła się jedna sesja plenarna oraz trzy sesje panelowe. Sesja plenarna została poświęcona metodologii pomiaru zrównoważonego rozwoju. Wykład wprowadzający *Metodologia pomiaru nowego paradygmatu rozwoju – optymistyczna wersja problemów z pomiarem* wygłosił prof. dr hab. Tadeusz Borys. W dalszej części sesji zaprezentowano zagadnienia dotyczące europejskich rachunków ekonomicznych środowiska (Wiesława Domańska, zastępca Dyrektora Departamentu Badań Regionalnych i Ochrony Środowiska GUS), podatków środowiskowych i podziału na grupy podatków wg metodyki Eurostatu (dr hab. Jerzy Śleszyński, prof. UW) oraz wykorzystania narzędzi rachunkowości zarządczej w pomiarze/ocenie działalności ekologicznej przedsiębiorstw (dr hab. Barbara Kryk, prof. US).

Po dyskusji na tematy zaprezentowane w trakcie sesji plenarnej uczestnicy konferencji mieli możliwość wzięcia udziału w jednej z trzech, odbywających się równolegle, sesji panelowych, zatytułowanych *Zielona gospodarka a zrównoważony rozwój*, *Rachunki i statystyki narodowe – nowe koncepcje i wyzwania związane z budową ekologicznej gospodarki opartej na wiedzy*, *Uwarunkowania zrównoważonego rozwoju*. W sesji dotyczącej ujęcia zielonej gospodarki i zrównoważonego rozwoju wygłoszono 8 referatów, poświęconych głównie kwestiom definicyjnym oraz metodologii pomiaru obu zjawisk (wystąpienia dr Bożeny Ryszawskiej, dr Doroty Wyszkowskiej i mgr Anny Rogalewskiej, dr Pauliny Szyja, prof. dr hab. Bogusława Fiedora oraz dr Zbigniewa Dokurno i dr Bartosza Scheuera). Pozostałe wystąpienia dotyczyły porównania ekologicznej i zrównoważonej produkcji oraz konsumpcji (dr Mikołaj Niedek), metod pomiaru zrównoważonego rozwoju w transporcie (dr Adam Przybyłowski), kapitału naturalnego i jego wykorzystania w usługach środowiska (dr Bożena Dobrzańska) oraz przyrodniczych uwarunkowań rozwoju Mongolii (mgr Khaliunaa Erdenekhuu).

W drugiej z sesji panelowych dotyczącej rachunków i statystyk narodowych zaprezentowano także osiem referatów. Dotyczyły one różnych zagadnień, między innymi: ujęcia kosztów środowiskowych w Polsce w ujęciu teoretycznym i statystycznym (dr hab. Piotr Małecki, prof. UE w Krakowie, dr Maria Urbaniec), zastosowania metod statystycznych w analizie stabilności polskiego sektora bankowego i implikacji dla zrównoważonego

rozwoju krajowej gospodarki (dr Marcin Łupiński), świadomości ekologicznej Polaków stanowiącej klucz do budowy „zielonej gospodarki" (dr Lidia Kłos), nierówności przestrzennych rozwoju lokalnego (dr Marek Cierpiał-Wolan, dr hab. Włodzimierz Okrasa, prof. UKSW), IEFA – zintegrowanych rachunków środowiskowych i ekonomicznych dla lasów jako przykładu rachunku satelitarnego do rachunków narodowych (mgr Magdalena Gabińska, mgr Sylwia Romańska), analizy zestawu wskaźników rozwoju zrównoważonego dla parków krajobrazowych województw podlaskiego i dolnośląskiego na podstawie Banku Danych Lokalnych (dr Anetta Zielińska, dr Tomasz Poskrobko), mierników dobrobytu (mgr Izabela Stalończyk) i samorządowych determinant rozwoju lokalnej działalności gospodarczej (dr Magdalena Sławińska).

W trzeciej sesji panelowej podjęto tematykę uwarunkowań zrównoważonego rozwoju. Prelegenci zwrócili uwagę na uwarunkowania związane z transportem drogowym, w tym zrównoważonym (dr Urszula Motowidlak, dr inż. Mariusz Trela), systemem emerytalnym (dr Jan Kaczmarzyk, dr Piotr Kania), polityką klimatyczną (dr Joanna Godlewska). Podjęli także zagadnienia dotyczące szeroko rozumianego rozwoju lokalnego i regionalnego oraz czynników go kształtujących (dr Krzysztof Markowski, dr Klaudia Giordano, dr Iwona Bąk, dr Dariusz Pieńkowski, dr Wojciech Zbaraszewski). Wystąpieniem, które wzbudziło ożywioną dyskusję był referat prof. dr. hab. Kazimierza Górki oraz dr. Marcina Łuszczyka *Vox populi – czy teza Francisa Galtona jest współcześnie prawdziwa?*

W trzecim dniu konferencji od rana odbywały się ponownie trzy równoległe sesje panelowe, zatytułowane *Zielona gospodarka a zrównoważony rozwój, Monitoring i ochrona środowiska, Wyzwania związane z budową ekologicznej gospodarki opartej na wiedzy.* Pierwsza z nich stanowiła kontynuację tematu podjętego w dniu poprzednim. W trakcie tej sesji wygłoszonych zostało sześć referatów. Dwa pierwsze dotyczyły wykorzystania modelowania miękkiego do analizy poziomu zrównoważonego rozwoju (prof. dr hab. Henryk Wnorowski, dr Dorota Perło oraz dr hab. Ewa Roszkowska, prof. UwB, mgr Renata Karwowska, mgr Elżbieta Misiewicz). Ponadto w trakcie tej sesji poruszono problemy zastosowania mierników rozwoju zrównoważonego w łańcuchu dostaw (dr Agnieszka Leszczyńska), społecznej wartości lasu (dr inż. Piotr Gołos), racjonalności planetarnej jako narzędzia realizacji zrównoważonego rozwoju (dr Konrad Prandecki) oraz zbieżności poziomu rozwoju województw Polski w kontekście kształtowania ładu zintegrowanego (dr Ewa Kusideł).

Druga sesja plenarna została poświęcona monitoringowi i ochronie środowiska. Referaty w tej sesji głosili głównie biolodzy i były one dość zróżnicowane tematycznie. W wystąpieniach podjęto głównie tematykę pomiaru różnego rodzaju zjawisk (wystąpienia dr Hanny Kruk – *Porównanie wybranych metod oceny bioróżnorodności*, dr Piotra Jadwiszczak – *Blaski i cienie stosowania wybranych miar różnorodności i podobieństwa w badaniach ekologicznych*, dr Elżbiety Antczak – *Analiza zanieczyszczenia powietrza w Polsce z wykorzystaniem przestrzennej dynamicznej metody przesunięć udziałów*, dr. Pawła Brzęka – *Jak policzyć wszystkie ptaki w Polsce czyli jak statystyka pomaga ocenić liczebność pospolitych gatunków ptaków*). Ponadto przedstawiono referaty dotyczące strategii ochrony i gospodarowania populacją łosia w Polsce (dr hab. Mirosław Ratkiewicz, prof. UwB, Jan Raczyński, Norbert Duda, Magdalena Świsłocka, Magdalena Czajkowska, Anetta Borkowska), monitoringu biologicznego z wykorzystaniem porostów (dr Anna Matwiejuk) oraz pomiaru bioakumulacji zanieczyszczeń w ocenie skażenia środowiska, narażenia organizmów oraz szacowania ekologicznych efektów zanieczyszczeń (dr Elżbieta Bonda-Ostaszewska, prof. dr hab. Tadeusz Włostowski).

Podczas ostatniej sesji panelowej podjęto tematykę wyzwań związanych z budową ekologicznej gospodarki opartej na wiedzy. W jej trakcie wygłoszono 8 referatów o zróżnicowanej tematyce. Pierwsze dwa dotyczyły szerokiego kontekstu międzynarodowego ujęcia zrównoważonego wzrostu (*Wpływ konkurencyjności międzynarodowej na wzrost gospodarczy: hipoteza dwóch faz* – prof. dr hab. Stanisław Maciej Kot, dr hab. Hanna G. Adamkiewicz-Drwiłło, prof. PG, W*pływ globalizacji na konkurencyjność międzynarodową krajów świata,* dr hab. Hanna G. Adamkiewicz-Drwiłło, prof. PG). Ponadto zaprezentowano wystąpienia dotyczące produkcji zdrowej i leczniczej żywności oraz pozyskiwania odnawialnych źródeł energii jako kierunku gospodarczego rozwoju województwa podlaskiego (prof. dr hab. Kazimierz Pieńkowski, inż. Jan Skibicki), determinant oraz sposobów ograniczania problemu wykluczenia finansowego osób bezrobotnych w świetle założeń strategii „Europa 2020" (dr Małgorzata Solarz), obowiązków fiskalnych przedsiębiorców względem środowiska i ich wpływu na strategię finansową przedsiębiorstwa (dr Bożena Ciupek), roli kapitału ludzkiego w procesach wzrostu gospodarczego w UE (dr Sylwia Roszkowska), działań na rzecz rozwoju regionu w dokumentach strategicznych uczelni w Polsce w świetle analizy treści (dr Agnieszka Piotrowska-Piątek) oraz rozwoju społeczno-gospodarczego obszarów wiejskich Polski (mgr Dorota Michalak, mgr Natalia Szubska).

Na zakończenie konferencji odbyła się czwarta sesja plenarna – podsumowująca. W tej części obrad krótkie relacje z przebiegu sesji panelowych przedstawili prowadzący poszczególne sesje – dr hab. Barbara Kryk, prof. US, dr hab. Piotr Małecki, prof. UE, prof. dr hab. Kazimierz Meredyk, dr hab. Ewa Roszkowska, prof. UwB, dr hab. Mirosław Ratkiewicz, prof. UwB, prof. dr hab. Stanisław Maciej Kot. Wykład kończący, stanowiący jednocześnie zapowiedź kolejnej konferencji poświęconej tematyce zrównoważonego rozwoju, wygłosił dr hab. Dariusz Kiełczewski, prof. UwB.

Materiały z konferencji (w tym streszczenia nadesłanych artykułów oraz prezentacje prelegentów) dostępne są na stronie: http://bialystok.stat.gov.pl/seminaria-i-konferencje/i-miedzynarodowa-konferencja-naukowa-w-bialowiezy/.

dr Dorota Wyszkowska
Wiceprzewodnicząca Komitetu Organizacyjnego
Urząd Statystyczny w Białymstoku
Wydział Ekonomii i Zarządzania UwB

Informacje dla autorów

Zapraszamy do nadsyłania tekstów o charakterze naukowym poświęconych teorii i praktyce zrównoważonego rozwoju, zarządzania środowiskiem oraz ekonomii środowiska i zasobów naturalnych. Teksty mogą mieć formę artykułów naukowych, sprawozdań z badań, omówień i recenzji książek, informacji o konferencjach, sympozjach i seminariach naukowych.

Tekst, o objętości do 20 tys. znaków powinien posiadać wyraźnie wyodrębnione części składowe (wstęp, rozdziały, podrozdziały i zakończenie/podsumowanie) oraz streszczenie i słowa kluczowe zarówno w języku polskim, jak i angielskim (± 600 znaków).

Praca powinna zachować 3-stopniowy format numerowania (bez numeracji wstępu i zakończenia): 1.; 1.1.; 1.1.1. Przy opracowywaniu publikacji prosimy o przestrzeganie następujących zaleceń edytorskich:

- Edytor: Microsoft Word lub kompatybilny.
- Format kartki A4 (marginesy: G – 2, D – 2, L – 2, P – 4).
- Czcionka: tekst – Times New Roman 12, przypisy – Times New Roman 10.
- Interlinia – 1,5 p.
- Odwołania do literatury w przypisach powinny być umieszczone według wzoru:
  - J. Kowalski, *Ekonomia środowiska*, PWN, Warszawa 2002, s. 15.
  - *Ekonomia środowiska*, red. Jan Kowalski, PWN, Warszawa 2002, s. 22.
  - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, w: *Ekonomia środowiska*, red. Jan Kowalski, PWN, Warszawa 2002, s. 35.
  - J. Nowak, *Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie*, „Ekonomia i Środowisko" 2004 nr 2(26), s. 15.
  - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska,* www.ukie.gov.pl [15-06-2006].
  - Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz.U. nr 63 poz. 638).

  Przypisy powinny być wstawiane jako przypisy dolne z autonumerowaniem.

Rysunki i schematy (wyłącznie czarno-białe) wyrysowane w programie Microsoft Word – wszystkie elementy powinny zostać zgrupowane. Wstawione grafiki (np. JPG) oraz schematy (np. Excel) należy dodatkowo zamieścić jako osobne pliki.

Tabele powinny być dopasowane do szerokości strony, obramowanie pojedyncze 0,5 pkt, bez autoformatowania, automatyczna wysokość wierszy.

Prosimy nie stosować: nagłówków i stopek, własnych stylów formatowania, wcięć akapitów, nie dzielić wyrazów.

Artykuły należy przesłać drogą elektroniczną pod adresem: **czasopismo@fe.org.pl**. Prosimy o załączenie adresu do korespondencji, adresu e-mail oraz nazwy instytucji (afiliacji) – do publikacji w artykule.

Przyjmujemy jedynie oryginalne, nigdzie wcześniej niepublikowane teksty. Nadesłane materiały są recenzowane. Teksty niespełniające wymogów Redakcji będą odsyłane do poprawek autorom. Opracowania zakwalifikowane do druku podlegają adiustacji językowej oraz korekcie technicznej. Redakcja zastrzega sobie prawo do skracania materiałów oraz zmiany tytułów.

Odpłatność Autorów za publikację wynosi 400 zł + VAT.

Korespondencję prosimy kierować pod adresem:

FUNDACJA EKONOMISTÓW ŚRODOWISKA I ZASOBÓW NATURALNYCH

Redakcja Czasopisma „Ekonomia i Środowisko"

15-092 Białystok, ul. Sienkiewicza 22 (III piętro)
e-mail: czasopismo@fe.org.pl
tel. (085) 744 60 96, fax (085) 746 04 97

Information for the authors

We kindly invite to send scientific papers devoted to both, theoretical and practical aspects of sustainable development, environmental management, as well as economy of environment and natural resources.

These papers should have the form of scientific articles, reports concerning conducted research as well as discussions and reviews of books. This paper may also include information on scientific conferences, symposia and seminaries.

Paper should have up to 20,000 characters, should have clear structure (introduction, chapters, subchapters, ending / conclusions), and have an abstract with keywords given in polish and English languages (± 600 characters).

Paper should include 3-step numbered list order (without enumerating of introduction and ending) 1.; 1.1.; 1.1.1.

While preparing these publications, the authors are requested to abide by the following editorial recommendations:

- Editor: Microsoft Word, or a compatible one
- Paper size A4 (margins: from the top – 2, from the bottom – 2, from the left – 2, from the right – 4).
- Font: text – Times New Roman 12, footnotes – Times New Roman 10.
- Space between the lines – 1,5 p.
- References to literature in the footnotes ought to be made as follows:
  - J. Kowalski, *Ekonomia środowiska*, PWN, Warsaw 2002, p. 15.
  - *Ekonomia środowiska*, ed. Jan Kowalski, PWN, Warsaw 2002, p. 22.
  - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska*, in: *Ekonomia środowiska*, ed. Jan Kowalski, PWN, Warsaw 2002, p. 35.
  - J. Nowak, *Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwie*, „Ekonomia i Środowisko" 2004 No 2(26), p. 15.
  - J. Nowak, *Teoretyczne podstawy ekonomii środowiska,* www.ukie.gov.pl [15-06-2006].
  - Act from 11 May 2001 r. on packages and packaging wastes (Act of Journals No 63 item 638).

  The footnotes ought to be placed with numbers.

The drawings and schemes (only in black and white) need to be prepared using Microsoft Word program – all the elements should be grouped together. Graphic elements (e.g. JPG) and schemes (e.g. Excel) ought to be separately recorded on a floppy disc or CD.

The tables need to be adjusted to the width of page, single framing 0,5 pt., without auto-format, whereas height of verses should be automatic.

You are kindly requested not to use: heading and foot, your own format styles, indentations of paragraphs and division of words.

The articles should be sent by e-mail to: **czasopismo@fe.org.pl**. Please do not forget to write your address and name of the institution (affiliation). Please put down your address for correspondence, e-mail address and your affiliation to be published.

We accept only papers that are original and have not been published already. The materials are to be reviewed. The papers not complying with the requirement are going to be sent back in order to be improved by the author. Positively assessed papers are subject to linguistic adjustments and editorial corrections. Our editorial office is entitled to make abridged versions of the papers and to change the titles.

Author's fee is 400 zł + VAT per paper published.

Our editorial office can be contacted on:

FUNDACJA EKONOMISTÓW ŚRODOWISKA I ZASOBÓW NATURALNYCH

Redakcja Czasopisma „Ekonomia i Środowisko"

Sienkiewicza Street No. 22, 15-092 Białystok, POLAND
e-mail: czasopismo@fe.org.pl
tel. (+48 85) 744 60 96, fax (+48 85) 746 04 97