

USŁUGI EKOSYSTEMÓW JEZIORNÝCH – KLASYFIKACJA, WALORYZACJA, ZASTOSOWANIA

ECOSYSTEMS SERVICES IN LAKES – CLASSIFICATION, VALUATION, APPLICATIONS

Marta Szkaradkiewicz, Jan Kazak, Katarzyna Sabura, Jerzy Oleszek
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Koncepcja usług ekosystemów jest rozwijającym się polem badawczym. Koncepcja ta wywodzi się z dokonań dyscypliny, jaką jest ekonomia środowiska, czyli łączenia aspektów środowiskowych z ekonomicznymi. Usługi ekosystemów mogą być również postrzegane jako inne podejście do pojęcia kapitału naturalnego, który wraz z kapitałem ekonomicznym i społecznym oraz ich wzajemnymi relacjami tworzy podwaliny koncepcji zrównoważonego rozwoju. Najczęściej przytaczana definicja usług ekosystemowych została wypracowana w ramach projektu Milenijnej Oceny Ekosystemów (MA) i zakłada, że są to korzyści, jakie ludzie czerpią z ekosystemów. W 2005 roku w ramach MA przyjęto podział usług ekosystemów na podstawowe, zaopatrujące, regulujące i kulturowe. Na podstawie wyników prac zespołu dokonującego Milenijnej Oceny Ekosystemów oraz Agencji Ochrony Środowiska w Stanach Zjednoczonych w artykule dokonano podziału usług ekosystemów jeziornych. Do otrzymanej klasyfikacji zaproponowano metody wyceny oraz zastosowania koncepcji usług ekosystemów.

Abstract. The concept of ecosystem services has recently gained relatively a lot attention in the academic debates. The concept is derived from the ecological economics discipline. Thus it combines ecological implications and economic approach. The ecosystem services may be perceived as a different approach to the notion of natural capital which is one of the capitals sustainable development paradigm is based on. Ecosystem services' best known definition provided by Millennium Ecosystem Assessment (MA) is the benefits people obtain from ecosystems. In 2005 the MA researchers divided ecosystem services into supporting, regulating, provisioning and cultural. On the basis of MA and U.S. Environmental Protection Agency's reports, the classification of the ecosystem services in lakes has been delivered along with the valuation method proposal and implementation strategies.

Adres do korespondencji – Corresponding authors: mgr Marta Szkaradkiewicz, mgr inż. Jan Kazak, mgr inż. Katarzyna Sabura, dr inż. Jerzy Oleszek, Katedra Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 31, 50-375 Wrocław, e-mail: marta.szkaradkiewicz@up.wroc.pl, jan.kazak@up.wroc.pl, katarzyna.sabura@up.wroc.pl, jerzy.oleszek@up.wroc.pl.

Słowa kluczowe: usługi ekosystemów, ekosystemy słodkowodne, wycena usług ekosystemów

Key words: ecosystem services, freshwater ecosystem, ecosystem services valuation

WSTĘP

Działalność gospodarcza człowieka jest dodatnio skorelowana z dewastacją środowiska naturalnego oraz zmniejszaniem się bioróżnorodności. Od czasów największego skoku cywilizacyjnego w sferze przemysłowej notuje się największe zubożenie przyrodnicze na Ziemi. Jednocześnie należy wspomnieć, że wraz z rozwojem przemysłowym wzrastała jakość życia człowieka. Wspomniane trzy aspekty: społeczny, ekonomiczny i przyrodniczy, są podstawowymi elementami koncepcji zrównoważonego rozwoju, która zakłada, iż dalszy rozwój jest możliwy tylko przy równoważeniu wymienionych aspektów, bo jedynie wtedy da się zachować możliwość zaspokajania potrzeb przyszłych pokoleń [Rogall 2010]. W opracowaniach różnych autorów [Costanza i Daly 1992] można znaleźć odniesienia do rozumienia wymienionych elementów jako kapitałów w znaczeniu pieniężnym i niepieniężnym. Kapitał naturalny to całość zasobów naturalnych wraz z procesami przyrodniczymi zachodzącymi w ich obrębie. Waluacja środowiska naturalnego ma na celu podniesienie świadomości człowieka co do stanu zasobów przyrodniczych i ich ochrony. Jest to istotne ze względu na fakt, iż na postawę człowieka obecnie najsilniej wpływają argumenty ekonomiczne [Mizgajski 2010]. Ponadto kondycja wód słodkich stanowi szczególnie ważny aspekt w kontekście ekosystemów Polski.

W artykule przedstawiono koncepcję usług ekosystemowych ze szczególnym uwzględnieniem usług ekosystemów jeziornych. Celem artykułu jest dokonanie klasyfikacji i analizy możliwości waloryzacji ekonomicznej wybranych usług ekosystemów jeziornych.

USŁUGI EKOSYSTEMÓW

Termin *ecosystem services* [Braat i de Groot 2012] jest w Polsce tłumaczony różnako: świadczenia ekosystemów [Mizgajski 2010], usługi ekosystemów [Żylicz 2010] czy usługi ekosystemowe. W niniejszej pracy zdecydowano się na stosowanie określenia usługi ekosystemów ze względu na to, iż najlepiej oddaje ono aspekt ekonomiczny usług ekosystemowych. Koncepcja usług ekosystemów rozwinęła się wraz ze zwiększeniem znaczenia aspektu ekonomicznego w zarządzaniu środowiskiem. Koncepcja ta zakłada nowe spojrzenie na procesy i produkty przyrodnicze. W największym opracowaniu systematyzującym osiągnięcia w tej dziedzinie, jakim jest Millenium Ecosystem Assessment, usługi ekosystemów rozumiane są jako korzyści jakie czerpie człowiek z występowania określonych procesów przyrodniczych [MA 2005]. W świetle tej definicji można wnioskować za Farleyem [2012], że usługi ekosystemów to pośrednie lub bezpośrednie przyczynianie się środowiska naturalnego do podnoszenia jakości życia człowieka. Pośrednim celem zastosowania tej koncepcji jest to, że pozwala ona w lepszy sposób uzmysłowić społeczeństwu wartość usług ekosystemów, a przez to przyczynić się do podnoszenia

Tabela 1. Relacje pomiędzy różnymi grupami ekosystemów a jakością życia
 Table 1. Relations between ecosystems services and quality of life

Usługi ekosystemów Ecosystem Services		Jakość życia Constituents of well-being	
Podstawowe Supporting • obieg pierwiastków nutrient cycling • tworzenie gleby soil formation • produkcja pierwotna primary production • ...	Zaopatrujące – Provisioning • żywność – food • woda – freshwater • drewno i włókna wood and fiber • ...	Bezpieczeństwo – Security • osobiste – personal safety • dostępu do zasobów secure resource access • od katastrof security from disasters Podstawa godnego życia Basic material for good life • godne warunki życia adequate livelihood • wyżywienie – sufficient food • schronienie – shelter • dostęp do dóbr konsumpcyjnych access to goods Zdrowie – Health • siła – strength • dobre samopoczucie – feeling well • dostęp do czystego powietrza i wody access to clean air and water Regulacje społeczne Social relations • spójność społeczna – social cohesion • wzajemny szacunek – mutual respect • możliwość pomagania innym ability to help others	Wolność wyboru i działania Freedom of choices and action • możliwość osiągnięcia celów zgodnych z własnymi wartościami opportunity to be able to achieve what an individual values doing and being
	Regulacyjne Regulating • regulacja klimatu climate regulation • regulacja spływu wód flood regulation • kontrola zarazków disease regulation • oczyszczanie wód water purification Kulturalne – Cultural • estetyczna – aesthetic • duchowa – spiritual • edukacyjna educational • rekreacyjna recreational • ...		
Życie na Ziemi: Różnorodność biologiczna Life on Earth: Biodiversity			

Źródło: Kronenberg 2012, na podstawie MA 2005, s. 50
 Source: Kronenberg 2012, based on MA 2005, p. 50

świadomości potrzeby ochrony środowiska naturalnego wśród ludzi. W miarę rozwoju usług ekosystemowych jako pola badawczego zakłada się wpływ waluacji na rachunki krajowe oraz przystosowanie polityki rozwoju do adaptacji do zmian klimatycznych.

Powstało kilkanaście opracowań klasyfikujących usługi ekosystemów [m.in. de Groot i in. 2002, Wallace 2007]. W wyniku prac Millenium Ecosystem Assessment [MA 2005] wyznaczono najbardziej rozpowszechniony podział usług ekosystemowych na cztery grupy: podstawowe, zaopatrujące, regulacyjne, kulturowe. Wykazano zależności pomiędzy poszczególnymi grupami usług a różnymi aspektami jakości życia (tab. 1). Usługi zaopatrujące, takie jak dostarczanie żywności, wody, drewna, mają duży wpływ (grubość strzałki w tabeli) na zdrowie i warunki życia człowieka oraz są w niewielkim stopniu możliwe do zastąpienia przez wytwory działalności człowieka (ciemniejszy odcień strzałki w tabeli). Usługi kulturowe ekosystemów, czyli funkcje rekreacyjne czy estetyczne, w najmniejszym stopniu wpływają na jakość życia, gdyż nie należą do potrzeb podstawowych. Są to również usługi ekosystemów, które najłatwiej mogą zostać zastąpione przez produkty wytworzone przez człowieka. Przykładem obrazującym tą zależność może być usługa rekreacyjna jeziora naturalnego, która może zostać zastąpiona poprzez basen rekreacyjny.

MATERIAŁ I METODY

W celu klasyfikacji usług ekosystemów jeziornych wykorzystano metodologię zaproponowaną przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych [U.S. Environmental Protection Agency 2013]. Według niej korzyści usług ekosystemów słodkowodnych można podzielić na ekstraktowe (w metodologii MA – zaopatrujące) i nieekstraktowe (w metodologii MA – pozostałe):

1. Korzyści ekstraktowe.
 - (a) Zasoby wodne:
 - i. użytku domowego,
 - ii. użytku przemysłowego,
 - iii. użytku rolnego.
 - (b) Produkcja energii:
 - i. termoelektryczna,
 - ii. hydroelektryczna,
 - iii. elektrowni wodnych.
 - (c) Produkcja biomasy:
 - i. żywność,
 - ii. włókna,
 - iii. substancje biochemiczne,
2. Korzyści nieekstraktowe
 - (a) Rekreacja:
 - i. obserwacja przyrody,
 - ii. kontemplacja przyrody,
 - iii. pływanie,
 - iv. wędkarstwo,
 - v. żeglarstwo.

- (b) Istnienie:
 - i. różnorodność,
 - ii. wartości duchowe,
 - iii. estetyka,
 - A. wartość estetyczna,
 - B. podziw,
 - C. sztuka,
 - iv. informacja,
 - A. edukacja,
 - B. badania,
 - v. użytek kulturowy i ceremonialny.
- (c) Nawigacja:
 - i. transport osobowy,
 - ii. transport towarowy.
- (d) Siedlisko przyrodnicze:
 - i. życie wodne,
 - ii. życie sąsiadujące,
 - iii. życie gatunków wędrownych.
- (e) Usługi regulujące i wspierające:
 - i. różnorodność biologiczna,
 - ii. procesy glebotwórcze,
 - iii. obieg składników pokarmowych,
 - iv. odnawianie wód podziemnych,
 - v. wiązanie węgla,
 - vi. ochrona przeciwpowodziowa,
 - vii. asymilacja odpadów.

Korzyści ekstraktowe usług ekosystemów słodkowodnych stanowią zasoby wodne, produkcja energii i biomasy (ryc. 1). Zasoby wodne mogą być wykorzystywane na użytek domowy, przemysłowy oraz rolniczy. Ze względu na różne przeznaczenie, zasoby te mają inną stawkę opłat za objętość pobranej wody. Ponadto Prawo ochrony środowiska przewiduje opłaty za korzystanie ze środowiska, w tym przypadku – pobór wody z zasobu wód podziemnych lub powierzchniowych [Obwieszczenie... 2012]. Zasoby wody słodkiej są poddawane ocenie jakościowej [Stachura 2013], przez co możliwy jest monitoring stanu i zmian jakości tych usług.

Udział produkcji energii w elektrowniach wodnych w Polsce w porównaniu do średniej Unii Europejskiej jest bardzo mały. Produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Polsce stanowiła w 2012 roku około 11,7% energii pierwotnej ogółem, z czego 2% stanowiła energia wody (ryc. 2) [GUS 2013]. Jednakże woda wykorzystywana jest do produkcji biomasy, która za to w tym samym roku stanowiła 82,16% wszystkich nośników energii odnawialnej w łącznym pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych [GUS 2013]. Wartość usług produkcji elektrycznej ekosystemów słodkowodnych jest możliwa do obliczenia. Jest to usługa rynkowa, dlatego w waluacji usług ekosystemów można wykorzystać metody oparte na rynkowych wartościach rzeczowych [Żylicz 2010].



Ryc. 1. Zbiornik wodny w gminie Rutwica, województwo zachodniopomorskie (fot. M. Szkaradkiewicz)

Fig. 1. Water reservoir in the municipality of Rutwica, zachodniopomorskie voivodship (photo M. Szkaradkiewicz)



Ryc. 2. Elektrownia wodna na zaporze zbiornika Solina w gminie Solina, województwo podkarpackie (fot. M. Szkaradkiewicz)

Fig. 2. Hydroelectric power station on the dam of Solina lake in the municipality of Solina, podkarpackie voivodship (photo M. Szkaradkiewicz)

Do korzyści nieekstraktowych usług ekosystemów jeziornych zaliczyć należy rekreację (ryc. 3), istnienie, nawigację, siedlisko przyrodnicze, usługi regulujące i wspierające. W przypadku rekreacyjnych korzyści usług ekosystemów słodkowodnych istnieje wiele opracowań publikowanych w niniejszej serii Acta Scientiarum Polonorum, w których autorzy dokonują waloryzacji przyrodniczo-wizualnych cieków lub/i zbiorników wód słodkich [Fornal-Pieniak 2012, Kryszak i Kryszak 2010]. Na podstawie tych badań można określić wartość usług ekosystemów, wykorzystując takie metody waluacji jak metoda kosztów podróży czy metoda odtworzeniowa. Ponadto, wartość usług rekreacyjnych można również oszacować na podstawie opłat za aktywność w środowisku wodnym oraz przychodów podmiotów gospodarczych obsługujących ruch turystyczny wokół zbiorników jeziornych, czyli na przykład przychodów generowane przez wypożyczalnie sprzętu wodnego, bazę noclegową, przedsiębiorstwa świadczące usługi gastronomiczne itp. Sektor turystyczny stanowi ważny sektor gospodarki państw, których zasoby kapitału naturalnego są szczególnie cenione. Kontemplacja czy obserwacja przyrody to czynności, które mają wartość bardzo ulotną, lecz możliwą do obliczenia dzięki rozwojowi metod waloryzujących. Pływanie jako usługa ekosystemu, może zostać wyceniona poprzez określenie wartości czynności spełniającej taką samą potrzebę, czyli na przykład pływanie na pływalni.

Kolejnymi korzyściami usług ekosystemów jeziornych jest samo występowanie takich zbiorników i przez to urozmaicenie krajobrazu. Elementy wodne środowiska mogą mieć również wartość sentymentalną, tzn. być bardziej wartościowe ze względu na zbiór doświadczeń i wydarzeń związanych z danym miejscem. Przykładem ekosystemu jeziornego może być położone w Wielkopolsce Jezioro Lednickie, na brzegach którego



Ryc. 3. Usługa rekreacyjne jeziora Logo w gminie Trzcianka, województwo wielkopolskie (fot. M. Szkaradkiewicz)

Fig. 3. Recreational service of the Logo lake in the municipality of Trzcianka, wielkopolskie voivodship (photo M. Szkaradkiewicz)

odbywają się corocznie spotkania młodzieży katolickiej. W tym przypadku mamy do czynienia z funkcjami użytku kulturowego i ceremonialnego. Ponadto zbiorniki wody słodkiej mogą pełnić funkcje edukacyjne (np. poprzez ścieżki edukacyjne) i doświadczalne dla rozwoju nauki. Są to siedliska przyrodnicze wielu gatunków fauny i flory. Usługi wodne mają również ogromne znaczenie w zaopatrywaniu sąsiadujących z nimi terenów w wodę. Kolejnym rodzajem korzyści nieekstraktowych jest wykorzystywanie zbiorników i cieków wody słodkiej w celach transportowych dla osób i towarów. Ostatnie z wielu rodzajów korzyści płynących z usług ekosystemów słodkowodnych dla człowieka stanowią bioróżnorodność, obieg składników pokarmowych, odnawianie wód podziemnych, asymilacja odpadów czy wiązanie węgla, które ma ogromne znaczenie w systemie handlu emisjami gazów cieplarnianych.

DYSKUSJA

Koncepcja usług ekosystemów jest rozwijającym się polem badawczym, które wymaga dalszych analiz. Do największych kwestii kontrowersyjnych w tej koncepcji należy zaliczyć:

- Określanie wartości środowiska naturalnego na podstawie produktów/usług końcowych przy uwzględnieniu faktu, że przyroda stanowi bardzo skomplikowany system. Zanik lub brak określonej usługi może wynikać z bardzo dużej liczby czynników, w tym z cech danego ekosystemu.
- Podwójna lub mnoga waluacja tych samych usług ekosystemów lub z drugiej strony niedoszacowanie wartości usług ze względu na nieuwzględnienie wszystkich kluczowych aspektów. Na przykład przy szacowaniu wartości różnych rozwiązań zagospodarowania zbiorników wodnych [Panasiuk 2010] należy uwzględnić jak najwięcej istotnych możliwych konsekwencji każdego z rozwiązań.
- Problem określania jakości ekosystemów. Istnieją systemy zbierania i przetwarzania danych o środowisku, lecz wydają się one niewystarczające. W przypadku ekosystemów wodnych prawnie, poprzez wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej, rozwiązano kwestię monitoringu cieków wodnych.
- Problem preferencji odbiorców i wpływu preferencji na wartość ekonomiczną zasobów środowiskowych w zestawieniu z ich istotnością w systemie przyrodniczym.
- Problem uwzględnienia kwestii czasu i zmian, jakim poddawane są ekosystemy.

Skoro usługi ekosystemów definiowane są jako korzyści, które czerpie człowiek z procesów zachodzących w środowisku naturalnym, to należy zadać pytanie, w jaki sposób w świetle tejże koncepcji postrzegać katastrofy naturalne (powodzie, susze) lub alergiczne oddziaływanie na człowieka pyłków w okresie pylenia. W literaturze zagranicznej tego typu procesy określa się mianem *disservices*, czyli „nie-korzyści”, działania szkodliwe.

PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule przedstawiona została koncepcja usług ekosystemów jeziornych. Wykorzystując metodologię opracowaną przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych, zaproponowano klasyfikację ekosystemów jeziornych. Klasyfikacja ta

nie jest ostateczną i z pewnością nie wyczerpuje tematu usług ekosystemów jeziornych. Jest ona bardziej poglądowym zaprezentowaniem nowego ekonomicznego podejścia do zasobów przyrodniczych. Przedstawiono również analizę zastosowań i metod waluacji wybranych grup usług. Wykorzystanie wciąż doskonalonych metod wyceny usług środowiska, które w większości są usługami pozarynkowymi, prowadzi do coraz pełniejszej waloryzacji i rozszerza możliwości porównań finansowych kosztów i korzyści określonych działań mających bezpośredni lub pośredni wpływ na środowisko naturalne.

Zauważyć należy, że koncepcja usług ekosystemowych wymaga jeszcze doprecyzowania, szczególnie jeżeli miałyby stać się podstawą formułowania polityk ochrony różnorodności biologicznej i adaptacji do zmian klimatu.

PIŚMIENNICTWO

- Braat L.C., de Groot R., 2012. The ecosystem services agenda: Bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services* 1(1), 4–15.
- Costanza R., Daly H.E., 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6, 37–46.
- de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41(3), 393–408.
- Farley J., 2012. Ecosystem services: The economics debate. *Ecosystem Services* 1(1), 40–49.
- Fornal-Pieniak B., 2012. Walory krajobrazowe doliny rzeki Białej w Tarnowie i wskazania do jej kształtowania na potrzeby turystyki. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus* 11(4), 39–48.
- GUS, 2013. Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r. Warszawa.
- Kronenberg J., 2012. Usługi ekosystemów w miastach. *Zrównoważony Rozwój – Zastosowania* 3, 14–28.
- Kryszak A., Kryszak J., 2010. Walory przyrodniczo-krajobrazowe i kulturowe doliny rzeki główna. *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 9(3), 63–69.
- Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press Washington (D.C.).
- Mizgajski A., 2010. Świadczenia ekosystemów jako rozwijające się pole badawcze i aplikacyjne. *Ekon. Środ.* 37, 10–19.
- Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 10 września 2012 r. w sprawie wysokości stawek opłat za korzystanie ze środowiska na rok 2013. *Monitor Polski – Dziennik Urzędowy Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa.
- Panasiuk D., 2010. Wartość środowiska w analizach kosztach o korzyści zbiorników wodnych w Polsce. *Ekon. Środ.* 37: 167–176.
- Rogall H., 2010. *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*. Zysk i S-ka Poznań.
- Stachura T., 2013. Jakość wody potoku Osielczyk w perspektywie budowy małego zbiornika retencyjnego. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus* 12(2), 111–116.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2013. *Ecosystem Services in Lakes*, <http://www.epa.gov/aed/lakesecoservices/ecosl.html> [dostęp: 20.02.2014].
- Wallace K.J., 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235–246.
- Żylicz T., 2010. Wycena usług ekosystemów. Przegląd wyników badań światowych. *Ekon. Środ.* 37: 31–45.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.07.2014