

**MAŁGORZATA STĘPNIEWSKA**

# Usługi ekosystemów leśnych jako przedmiot badań Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

Forests ecosystem services as the research subject of the Integrated Environmental Monitoring Programme

## ABSTRACT

Stępniewska M. 2020. Usługi ekosystemów leśnych jako przedmiot badań Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Sylwan 164 (2): 161-169. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2019069>.

The study presents the methodological and applicative scope of mapping and assessment of forests ecosystem services within the Integrated Environmental Monitoring Programme (IEMP). The IEMP operates within the State Environmental Monitoring Programme performed under the coordination of the Chief Inspectorate for Environmental Protection. The program targeting at the ecosystem services is implemented in 11 IEMP research catchments, which are located taking into account a diversity of the landscape-ecological zones and physical-geographic regions across the country. The research, being conducted since 2015, includes: typology of ecosystems based on land use and land cover data, assessment of the potential of ecosystems to provide services using the bonitation matrix, and identification of ecosystem services indicators on the basis of the IEMP measurement programme. The results indicate that the differentiation of ecosystems mosaic between research catchments leads to a specific mixture of ecosystem services for each catchment. Regional variation of the ways and intensity of the ecosystems use by society determines the different importance of individual services. It can be concluded that the IEMP provides helpful data for recognizing the structure and value of forests ecosystem services in Poland. The vast scope of the IEMP measurement programme and diverse character of research catchments give the opportunity to investigate a broad spectrum of regulating ecosystem services. Further efforts should focus on strengthening the interpretation of the measured parameters in the context of benefits for human, and determining conditions for extrapolation of obtained values to other areas.

## KEY WORDS

ecosystem services, data sources, place-based approach, research programme

## ADDRESSES

Małgorzata Stępniewska – e-mail: [stepniew@amu.edu.pl](mailto:stepniew@amu.edu.pl)

Zakład Geografii Kompleksowej, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza; ul. B. Krygowskiego 10, 61-680 Poznań

## Wstęp

W ostatnich latach pojawiają się coraz wyraźniejsze symptomy odchodzenia od traktowania układów przyrodniczych jako wartościowych samych w sobie, na rzecz uznania, że trzeba je chronić z powodu pożytków dostarczanych człowiekowi. Przejawem tego jest rozwój koncepcji usług

ekosystemowych rozumianych jako „bezpośredni i pośredni wkład ekosystemów w jakość życia człowieka” [Common... 2018]. Identyfikacja i ocena usług ekosystemowych w różnych skalach przestrzennych stanowi przedmiot gwałtownie rosnącej liczby opracowań naukowych. Zainteresowania badaczy dowodzi również organizowane od 2010 roku Sympozjum ECOSERV – cykliczne, ogólnopolskie spotkanie poświęcone usługom ekosystemowym jako przedmiotowi badań transdyscyplinarnych. Usługi ekosystemowe są już także standardowo ujmowane w dokumentach strategicznych Unii Europejskiej jako praktyczne narzędzie dla wzmocnienia racjonalnego użytkowania i ochrony kapitału naturalnego. W ślad za tym są coraz częściej obecne w dokumentach krajowych [Koncepcja... 2012; Strategiczny... 2013; Program... 2015].

Od 2015 w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (ZMŚP) jest realizowany specjalistyczny program ukierunkowany na wypracowanie podstaw metodycznych dla rozpoznania i oceny usług ekosystemowych w różnych typach krajobrazu Polski. Celem artykułu jest przedstawienie zakresu metodyczno-aplikacyjnego prowadzonych prac dla identyfikacji i oceny usług ekosystemów leśnych. Wybrane rezultaty posłużyły do przedstawienia potencjału i kierunków rozwoju programu badawczego ZMŚP w kontekście rozpoznania roli usługowej lasów dla człowieka.

## **Materiał i metody**

ZMŚP funkcjonuje w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska koordynowanego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Program „Ocena usług geoekosystemów” jest realizowany w 11 Stacjach Bazowych ZMŚP (tab. 1). Podstawowymi obiektami badań w sieci Stacji Bazowych są zlewnie rzeczne lub jeziorne [Kostrzewski 2018]. Lokalizacja stacji i ich zlewni badawczych uwzględnia zróżnicowanie Polski na strefy krajobrazowo-ekologiczne [Mizgajski, Stępniewska 2012] oraz regiony fizycznogeograficzne [Kondracki, Richling 1994]. Pozwala to zilustrować główne rysy zróżnicowania kapitału przyrodniczego Polski oraz sposobów i intensywności jego wykorzystania przez człowieka [Kostrzewski i in. 2014].

Usługi ekosystemowe w zlewniach badawczych ZMŚP są rozpatrywane w oparciu o sekwencyjne postępowanie obejmujące typologię ekosystemów, ocenę potencjału świadczenia usług ekosystemowych oraz identyfikację wskaźników usług ekosystemowych [Stępniewska 2016].

Mapy typów ekosystemów w granicach zlewni badawczych są wykonane na podstawie map wektorowych pokrycia terenu i użytkowania ziemi przekazywanych przez poszczególne Stacje Bazowe. Dokładność geometryczna map odpowiada mapie w skali 1:10 000. Zidentyfikowane typy pokrycia terenu i użytkowania ziemi są agregowane do typów ekosystemów w oparciu o wytyczne metodyczne Grupy Roboczej Unii Europejskiej ds. Rozpoznania i Oceny Usług Ekosystemów [Mapping... 2013].

Kolejna faza prac jest związana z oceną potencjału zlewni badawczych w zakresie świadczenia wybranych usług ekosystemowych. W analizie wykorzystywana jest macierz zaproponowana przez Burkharda i in. [2014] dla tzw. normalnego krajobrazu europejskiego. Zamierzeniem jest wypracowanie w przyszłości w ramach ZMŚP macierzy uwzględniającej specyfikę środowiska przyrodniczego Polski, w tym zróżnicowania struktury i poziomu usług w poszczególnych strefach krajobrazowo-ekologicznych [Stępniewska 2018]. Potencjał świadczenia usług ekosystemowych jest wiązany z typami pokrycia terenu i użytkowania ziemi i oceniany w skali od 0 (brak istotnego potencjału) do 5 (bardzo wysoki potencjał). Prace obejmują ocenę potencjału świadczenia 9 usług regulacyjnych oraz 2 usług zaopatrujących.

Następnie, na podstawie wyników badań stacjonarnych przeprowadzanych przez Stacje Bazowe, wybrane usługi ekosystemowe są diagnozowane za pomocą poniższego zestawu wskaźników:

Tabela 1.

Charakterystyka zlewni badawczych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego  
 Characteristics of research catchments of the Integrated Environmental Monitoring Programme

Nr No.	Stacja Bazowa Base Station	Zlewnia badawcza Research catchment	Powierzchnia Area[km <sup>2</sup> ]	Strefa krajobrazowo-ekologiczna Landscape-ecological zone	Makroregion fizyczno-geograficzny Physical-geographic region
1	Wolin	Jezioro Gardno	2,6	Morze Bałtyckie Baltic Sea	Pobrzeże Szczecińskie
2	Parsęta	Parsęta	73,2	Pojezierza Lakelands	Pojezierze Zachodniopomorskie
3	Puszcza Borecka	Jezioro Łękuk	13,3	Pojezierza Lakelands	Pojezierze Mazurskie
4	Wigry	Czarna Hańcza	11,0	Pojezierza Lakelands	Pojezierze Litewskie
5	Pojezierze Chełmińskie	Struga Toruńska	36,0	Pojezierza Lakelands	Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie
6	Poznań – Morasko	Różany Strumień	8,0	Pojezierza Lakelands	Pojezierze Wielkopolskie
7	Kampinos	Kanał Olszowiecki	21,0	Niziny Lowlands	Nizina Środkowo-Mazowiecka
8	Łysogóry	Wieniec	1,2	Wyżyny Uplands	Wyżyna Kielecko-Sandomierska
9	Roztocze	Świerszcz	47,5	Wyżyny Uplands	Roztocze
10	Beskid Niski	Bystrzanka	13,0	Góry średniowysokie Medium-high mountains	Beskidy Środkowe / Pogórze Środkowobeskidzkie
11	Karkonosze	Wrzosówka	11,5	Góry średniowysokie Medium-high mountains	Sudety Zachodnie

1. Transformacja biofizycznych lub fizycznych wkładów do ekosystemów:
  - ładunki [mg/m<sup>2</sup>] składników docierające do podłoża z opadem podkoronowym i spływem po pniach na tle ładunków wniesionych do podłoża z opadem atmosferycznym na terenie otwartym: w programie podstawowym S-SO<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, Cl, Na, K, Mg, Ca; w programie rozszerzonym Cd, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, As, Cr, Al.
2. Regulacja jakości gleby:
  - opad organiczny docierający do dna lasu [g s.m./m<sup>2</sup>],
  - ładunki składników docierających do podłoża z opadem organicznym [kg s.m./ha/rok]: całkowity C organiczny, N ogólny, P ogólny, K.
3. Regulacja stanu chemicznego wód powierzchniowych:
  - ładunki substancji rozpuszczonych odprowadzane z odpływem rzeczny [kg/ha/rok]: w programie podstawowym S-SO<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P ogólny, HCO<sub>3</sub>, Al, Cl, Na, K, Mg, Ca; w programie rozszerzonym Cd, Cu, Pb, Mn, Fe, Zn, Ni, As, Cr.
4. Obieg wody i regulacja przepływów wody:
  - odpływy ze zlewni na tle sum opadów atmosferycznych: współczynnik odpływu [%], odpływ jednostkowy [dm<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>].

Wyniki przedstawiane są w formie uśrednionych wartości rocznych dla lat hydrologicznych. Oceniane usługi są ujmowane w nazewnictwie i strukturze Wspólnej Międzynarodowej Klasyfikacji

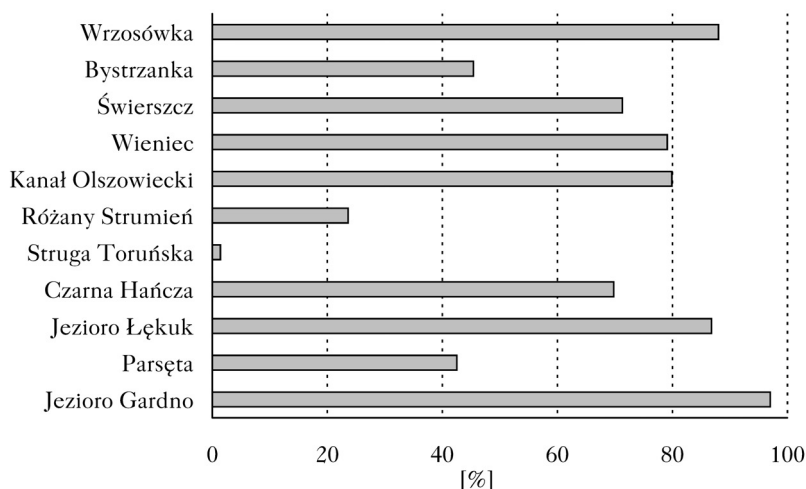
Usług Ekosystemowych ([www.cices.eu](http://www.cices.eu)), jako rekomendowanej przez Europejską Agencję Środowiska dla zapewniania porównywalności wyników uzyskiwanych w państwach członkowskich Unii Europejskiej.

Częstotliwość wykonywania oceny usług ekosystemowych dla poszczególnych zlewni badawczych ZMŚP to raz na 3 lata. Analiza „krocząca” powoduje, że dla kolejnych zlewni badawczych wykorzystywane są dane z różnych okresów czasu. Informacje o pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi pochodzą z roku 2010 (dla zlewni nr 3, 4, 5 i 7 – numeracja zgodna z tabelą 1) oraz 2016 (zlewnie nr 1, 2, 6, 8-11). Z kolei ocena wskaźnikowa opiera się na wynikach programu pomiarowego ZMŚP z trzech następujących po sobie lat hydrologicznych, jednak takich, dla których w ramach procedur ZMŚP zakończono już proces opracowywania i weryfikacji danych (np. w analizie usług ekosystemowych w roku 2018 wykorzystano dane za lata 2014-2016). W artykule nie omówiono metodyki prowadzenia badań w zakresie poszczególnych parametrów pomiarowych. Szczegółowe informacje na ten temat dostępne są natomiast na stronie internetowej projektu (<http://zmsp.gios.gov.pl>).

## Wyniki

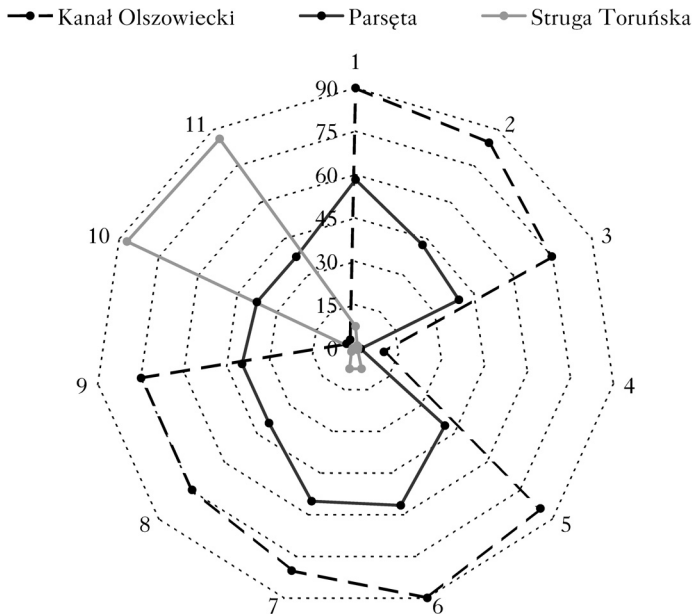
Najwyższym odsetkiem lasów odznaczają się zlewnie badawcze Jezioro Gardno oraz Wrzosówka (ryc. 1). Zlewniami leśnymi z udziałem rolnictwa poniżej 25% są Jezioro Łękkuk, Kanał Olszowiecki, Wieniec, Świerszcz oraz Czarna Hańcza. Zlewnie leśno-rolnicze stanowią Bystrzanka i Parsęta, natomiast Struga Toruńska jest zlewnią rolniczą. Z kolei Różany Strumień jest pierwszą zlewnią badawczą ZMŚP zlokalizowaną w obrębie aglomeracji miejskiej (Poznań) i cechuje się brakiem dominującego typu ekosystemu i najwyższym spośród analizowanych zlewni udziałem terenów zurbanizowanych.

Zróżnicowanie struktury głównych typów ekosystemów pomiędzy zlewniami badawczymi ZMŚP prowadzi do specyficznego zestawu usług świadczonych przez każdą z nich (ryc. 2).



Ryc. 1.

Udział [%] ekosystemów leśnych w zlewniach badawczych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego  
 Fraction [%] of forest ecosystems in the research catchments of the Integrated Environmental Monitoring Programme



Ryc. 2.

Udział [%] terenów o bardzo wysokim i wysokim potencjale świadczenia usług ekosystemowych (odpowiednio wartości 5 i 4 w skali Burkharda i in. [2014]) w wybranych zlewniach badawczych o zróżnicowanej lesistości

Fraction [%] of areas with very high and high potential to provide ecosystem services (value 5 and 4 on Burkhard et al. [2014] scale, respectively) in selected research catchments with diverse forest cover

1 – kształtowanie klimatu w skali globalnej, 2 – kształtowanie klimatu w skali lokalnej, 3 – poprawa jakości powietrza, 4 – regulacja obiegu wody, 5 – poprawa jakości wody, 6 – regulacja obiegu biogenów, 7 – ochrona przed erozją, 8 – zapylenie i rozprzestrzenianie nasion, 9 – kontrola szkodników i przeciwdziałanie plagom, 10 – produkcja żywności, 11 – produkcja paszy

1 – global climate regulation, 2 – local climate regulation, 3 – air quality regulation, 4 – water flow regulation, 5 – water purification, 6 – nutrient regulation, 7 – erosion regulation, 8 – pollination, 9 – pest and disease control, 10 – crops, 11 – fodder

Generalnie zlewnie badawcze o wysokim udziale ekosystemów leśnych odznaczają się bardzo dużym potencjałem świadczenia szeregu usług regulacyjnych, w tym dotyczących kształtowania klimatu w skali lokalnej i globalnej, poprawy jakości powietrza oraz wody, a także regulacji obiegu biogenów i ochrony przed erozją.

Regionalne odrębności w sposobach i intensywności korzystania z ekosystemów przez człowieka decydują o zróżnicowanym znaczeniu poszczególnych usług. Na przykład leśna zlewnia badawcza Jezioro Łękuk wchodzi w skład obszaru funkcjonalnego Zielone Płuca Polski. Można jej przypisać szczególne znaczenie dla poprawy jakości powietrza. Dodatkowo lasy i użytki zielone nadają zlewni bardzo wysoki potencjał kształtowania klimatu w skali globalnej dzięki unieruchamianiu gazów cieplarnianych. W przypadku zlewni leśnej Czarna Hańcza szczególnego znaczenia nabiera usługa w zakresie poprawy jakości wody dzięki procesom zachodzącym w ekosystemach. Jest ona istotna dla ochrony ekosystemów wodnych i od wody zależnych, decydujących o unikatowych wartościach krajobrazowych i przyrodniczych parku narodowego, na terenie którego jest położona ta zlewnia badawcza. Z kolei bardzo wysoki potencjał poprawy jakości powietrza zlewni badawczej Kanał Olszowiecki jest istotny w kontekście jej lokalizacji w sąsiedztwie Warszawy w Puszczy Kampinoskiej. W stolicy, zmagającej się z problemem zanieczyszczenia powietrza, zapotrzebowanie na usługę przechwytywania i transformacji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych jest szczególnie duże. Obszar zlewni badawczej należy do „zielonych płuc Warszawy”. Przy wia-

trach wiejących głównie z zachodu nad miasto statystycznie co 3 dni nawiewane jest świeże powietrze z nad Puszczy Kampinoskiej ([www.kampinoski-pn.gov.pl](http://www.kampinoski-pn.gov.pl)).

Ocena bonitacyjna poprzedza analizę usług ekosystemowych za pomocą bardziej złożonych wskaźników i z uwzględnieniem danych lokalnych. Parametry mierzone w programie ZMŚP pozwalają zbadać poziom wybranych usług regulacyjnych. Na przykład ocena bonitacyjna wskazała bardzo duży potencjał zlewni leśnych w zakresie poprawy jakości wody. Porównanie ładunku składników wnoszonych i wynoszonych ze zlewni z odpływem rzeczonym pokazuje znacznie mniejszy wzrost ładunków w granicach zlewni leśnej (Czarna Hańcza) niż w zlewni o charakterze rolniczym (Struga Toruńska). Wyjątki stanowią jon  $N-NH_4$  (co wynika z jego retencji przez kompleks glebowy zlewni Strugi Toruńskiej) oraz jon  $SO_4$  (którego źródłem są tereny torfowiskowe ciągnące się wzdłuż Czarnej Hańczy) (tab. 2).

Z kolei przykład danych pozwalających scharakteryzować wpływ drzewostanów leśnych na usługę dotyczącą regulacji właściwości gleby stanowią wyniki pomiarów opadu organicznego realizowanych przez stacje bazowe. Dzięki opadowi organicznemu – roślinnemu (m.in. liście, igły, owoce, kora, gałęzie, porosty), a w części i zwierzęcemu (np. drobne bezkręgowce) – następuje wzbogacanie gleb leśnych w materię organiczną. Rodzaj opadu organicznego i zawartość w nim składników wpływają bezpośrednio na warunki edaficzne dna lasu. W zlewni badawczej Świerszcz pomiary realizowane są na dwóch powierzchniach leśnych – w drzewostanie bukowym i jodłowym. Opad organiczny w każdej z powierzchni zbierany jest w cyklu miesięcznym za pomocą 15 chwytaczy o łącznej powierzchni 1,06 m<sup>2</sup>. W latach hydrologicznych 2013-2015 całkowita dostawa materiału organicznego była wyższa w drzewostanie liściastym (średnio 655,3 g/m<sup>2</sup>/rok w porównaniu do 337,4 g/m<sup>2</sup>/rok). Głównym składnikiem opadu były organy asymilacyjne. Stanowiły one 76% suchej masy opadu organicznego w drzewostanie bukowym (liście) i 47% w drzewostanie jodłowym (igły). W omawianym okresie do gleby z opadem organicznym docierało średnio 3156 kg/ha/rok całkowitego węgla organicznego, azotu ogólnego, fosforu ogólnego i potasu w przypadku buczyny, a 1720 kg/ha/rok w przypadku jedliny. Na obu powierzchniach leśnych najwięcej do podłoża zostało zdeponowanego całkowitego węgla organicznego, najmniej zaś potasu (tab. 3).

**Tabela 2.**

Bilans [kg/ha/rok] składników wnoszonych i wynoszonych z odpływem rzeczonym ze zlewni badawczej o charakterze leśnym (Czarna Hańcza) oraz rolniczym (Struga Toruńska)

Balance [kg/ha/year] of components brought in and taken out with river runoff for the forest (Czarna Hańcza) and agricultural (Struga Toruńska) research catchment

	N- NO <sub>3</sub>	N- NH <sub>4</sub>	S- SO <sub>4</sub>	Cl	Na	K	Mg	Ca	P total
Struga Toruńska									
Wejście*	0,70	0,10	3,07	15,78	5,64	3,44	5,72	40,03	43,81
Wyjście**	3,78	0,09	5,99	26,29	9,21	5,85	10,62	79,89	96,90
Różnica Difference	3,08	-0,01	2,92	10,51	3,57	2,41	4,90	39,86	53,09
Czarna Hańcza									
Wejście	3,15	1,02	16,75	44,37	46,90	10,21	27,42	155,21	182,15
Wyjście	4,12	1,26	20,05	46,30	45,21	11,09	29,96	177,29	207,92
Różnica Difference	0,97	0,24	3,30	1,93	-1,69	0,88	2,54	22,08	25,77

\*posterunek pomiarowy otwierający zlewnię badawczą, \*\*posterunek pomiarowy zamykający zlewnię badawczą

\*measurement point at the beginning of research catchment, \*\*measurement point ending of research catchment

Tabela 3.

Wartości opadu organicznego (Opad [ $g/m^2/rok$ ]) i ładunki pierwiastków (Ładunek [ $kg/ha/rok$ ]) docierających do gleby z opadem organicznym (masa sucha) na powierzchniach leśnych zlewni Świerszcz – średnia w latach hydrologicznych 2013-2015

Organic deposition (Opad [ $g/m^2/year$ ]) and loads of elements (Ładunek [ $kg/ha/year$ ]) reaching the soil with organic deposition on the forest areas of Świerszcz catchment – average for the hydrological years 2013-2015

Opad		Ładunek		
Drzewostan jodłowy	organy asymilacyjne – igły assimilation organs – needles	160,1	TOC	1668,0
	owoce fruits	61,7	NTOT	35,0
	pozostałe others	115,7	PTOT	9,1
	suma materii organicznej sum of organic matter	337,4	K	8,1
Drzewostan bukowy	organy asymilacyjne – liście assimilation organs – leaves	499,5	TOC	3011,7
	owoce fruits	81,7	NTOT	60,2
	pozostałe others	74,0	PTOT	55,1
	suma materii organicznej sum of organic matter	655,3	K	29,4

## Dyskusja

Pomimo znacznego rozwoju badań nad usługami ekosystemowymi wąskim gardłem pozostaje deficyt danych pochodzących z obserwacji i pomiarów terenowych. Jak zauważa Maes [2016], „bezsprzecznie potrzebne są dalsze wysiłki w celu zebrania danych pierwotnych (...) o usługach ekosystemowych”. Centralna Baza Danych ZMŚP, zawierająca około 1,2 mln rekordów z badań obserwacyjno-pomiarowych w zlewniach reprezentatywnych [Tylkowski i in. 2018], może stanowić znaczące wsparcie dla rozpoznania i oceny usług ekosystemów leśnych na terenie kraju. Dodatkowo zróżnicowanie głównych typów ekosystemów pomiędzy zlewniami badawczymi daje możliwość porównania usług ekosystemowych i czynników je kształtujących w zlewniach leśnych z obszarami o nasilonym oddziaływaniu produkcji rolniczej czy procesów urbanizacyjnych.

Zasadniczym wyzwaniem dla dalszego rozwoju badań nad usługami ekosystemowymi w ramach ZMŚP jest adaptacja parametrów programu pomiarowego do wskaźników – bezpośredniego i pośredniego – wkładu ekosystemów w jakość życia ludzi. Jak podkreśla Costanza [2012], procesy zachodzące w ekosystemach mogą dostarczać korzyści dla człowieka, ale nie są ich synonimami. Na przykład program ZMŚP obejmuje pomiar szeregu parametrów służących określeniu stanu ilościowego i jakościowego ekosystemów wodnych. Należą do nich właściwości fizykochemiczne wód, przepływy charakterystyczne w rzekach, stany wód podziemnych i wskaźniki zmian retencji w roku hydrologicznym. Przekształcenie tych parametrów w użyteczne wskaźniki usług z zakresu regulacji obiegu i jakości wody wymaga oceny ich wpływu na stopień zaspokajania potrzeb siedlisk wodnych i od wody zależnych [Stępniewska 2016]. Sezonowy reżim wodny i jakość wód określają możliwości realizowania różnych funkcji tych siedlisk, a w rezultacie świadczenia usług ekosystemowych, na przykład ochrony mateczników roślin i zwierząt, ochrony przed powodzią i suszą czy zaopatrzenia w wodę.

Jednak już teraz można stwierdzić, że realizacja programu specjalistycznego poświęconego usługom ekosystemowym zainicjowała wiązanie zjawisk i procesów mierzonych w zlewniach badawczych ZMŚP z jakością życia człowieka. Zaangażowanie zespołów Stacji Bazowych, reprezentujących jednostki z różnych części kraju i o różnorodnym profilu badawczym oraz praktycznym, wspiera upowszechnianie wiedzy w zakresie usług ekosystemowych oraz budowanie potencjału metodyczno-aplikacyjnego dla ich rozpoznania i oceny.

## Wnioski

- ✦ ZMŚP ma znaczący potencjał w zakresie wsparcia rozpoznania i oceny usług ekosystemów leśnych w różnych strefach krajobrazowo-ekologicznych kraju.
- ✦ Rozbudowany zakres programu pomiarowego i zróżnicowana specyfika zlewni badawczych stwarzają możliwość badania szerokiego spektrum usług ekosystemowych.
- ✦ Dalsze wysiłki powinny być ukierunkowane na poszerzenie interpretacji mierzonych parametrów w kontekście pożytków dostarczanych przez ekosystemy dla człowieka oraz warunkujących je procesów i struktur, a także określenie możliwości ekstrapolacji uzyskiwanych wartości poza obszar zlewni badawczych.
- ✦ Zorganizowany, systematyczny i wieloletni monitoring usług ekosystemowych powinien umożliwić prognozę tendencji ich zmian przy różnych scenariuszach przyszłego zagospodarowania terenu.

## Literatura

- Burkhard B., Kandziora M., Hou Y., Müller F. 2014. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands – Concepts for Spatial Localisation, Indication and Quantification. *Landscape Online* 34: 1-32.
- Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018. [www.cices.eu](http://www.cices.eu)
- Costanza R. 2012. Ecosystem functions and services. *Ekonomia i Środowisko* 2 (42): 9-17.
- Koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030. 2012. M.P., poz. 252.
- Kondracki J., Richling A. 1994. Regiony fizycznogeograficzne 1:1 500 000. W: Najgrakowski M. [red.]. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Geodeta Kraju, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Kostrzewski A. 2018. Założenia metodologiczne, merytoryczne i organizacyjne programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. W: Kostrzewski A., Majewski M. [red.]. Stan i przemiany środowiska przyrodniczego geokosystemów Polski w latach 1994-2015 w oparciu o realizację programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 19-28.
- Kostrzewski A., Mizgajski A., Stępniewska M., Tylkowski J. 2014. The use of Integrated Environmental Programme for ecosystem services assessment. *Ekonomia i Środowisko* 4 (51): 94-101.
- Maes J. 2016. Mapping and Assessment of ecosystem and their Services (MAES): Highlights and uncertainties of a science-policy interface on biodiversity and ecosystem services. *Ekonomia i Środowisko* 4 (59): 52-64.
- Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services – An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2013. Technical Report No 2013-067. European Commission, Brussels.
- Mizgajski A., Stępniewska M. 2012. Ecosystem services assessment for Poland – challenges and possible solutions. *Ekonomia i Środowisko* 2 (42): 54-73.
- Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej oraz plan działań na lata 2015-2020. 2015. M.P., poz. 1207.
- Stępniewska M. 2016. Doświadczenia z pierwszego roku wdrażania oceny usług geokosystemów w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. W: Kostrzewski A., Szpikowski J., Domańska M. [red.]. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie, tendencje rozwoju, zagrożenia i ochrona środowiska przyrodniczego Polski. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Storkowo. 37-41.
- Stępniewska M. 2018. Potencjał metodyczno-aplikacyjny Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego dla rozwoju ocen usług geokosystemów w Polsce. W: Kostrzewski A., Majewski M. [red.]. Stan i przemiany środowiska przyrodniczego geokosystemów Polski w latach 1994-2015 w oparciu o realizację programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 525-536.



- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. 2013. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Tylkowski J., Borysiak J., Kostrzewski A., Kruszyk R., Szpikowski J. 2018. Stan i przemiany środowiska przyrodniczego wybranych geoeosystemów Polski w latach 1944-2015 dla rozwoju ocen usług geoeosystemów w Polsce. W: Kostrzewski A., Majewski M. [red.]. Stan i przemiany środowiska przyrodniczego geoeosystemów Polski w latach 1994-2015 w oparciu o realizację programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 539-580.