



Zdjęcia dzięki uprzejmości: ROMFISH (po lewej) – Mexillón de Galicia (po prawej)

Świadczenie usług ekosystemowych przez akwakulturę europejską

Czerwiec 2021 - (AAC 2021-08)



Komitet Doradczy ds. Akwakultury (ang. Aquaculture Advisory Council, AAC) z wdzięcznością uznaje wsparcie finansowe otrzymane od UE.

Spis treści

1.	Kontekst i uzasadnienie	3
2.	Charakterystyka działań związanych z akwakulturą uwzględnionych w niniejszym dokumencie	4
2.1.	Hodowla skorupiaków czyli akwakultura małży i wody zamieszkałe przez skorupiaki	7
2.2.	Ekstensywna i półintensywna hodowla ryb	11
2.2.1.	Hodowla w stawach rybnych	12
2.2.2.	Obszary przyujściowe i laguny	13
3.	Ewolucja ram koncepcyjnych usług ekosystemowych	16
4.	Ekosystemy społeczne i ich usługi ekosystemowe	22
4.1.	Ekosystemy wodne ekstensywnej hodowli małży i świadczone przez nie usługi ekosystemowe	25
4.2.	Obszary podmokłe i stawy rybne tworzące hodowlane ekosystemy wodne oraz generowane przez nie usługi ekosystemowe	33
4.3.	Usługi ekosystemów akwakultury w wodach przyujściowych i lagun	38
5.	Wnioski	39
6.	Zalecenia	39
6.1.	Zalecenia dotyczące hodowli skorupiaków	40
6.1.1.	Środki, jakie należy uwzględnić w krajowych planach dotyczących akwakultury	40
6.1.2.	Działania po stronie Komisji Europejskiej	41
6.2.	Zalecenia dotyczące akwakultury ryb w stawach, lagunach i ujściach rzek	42
6.2.1.	Środki, jakie należy uwzględnić w krajowych planach dotyczących akwakultury	42
6.2.2.	Działania po stronie Komisji Europejskiej	42

1. Kontekst i uzasadnienie

W komunikacie Komisji „Europejski Zielony Ład” Europa potwierdza swoje zaangażowanie w reagowanie na wyzwania klimatyczne i środowiskowe, które będą kształtować naszą wspólną przyszłość.

Globalne ocieplenie i zmiany klimatyczne z jednej strony, oraz utrata bioróżnorodności z drugiej to wyzwania, na które musimy zareagować, pragnąc zagwarantować zrównoważoną przyszłość¹.

Zgodnie z Zielonym Ładem, Komisja opublikowała nową strategię ochrony różnorodności biologicznej na rok 2030, COM (2020) 380, w której proponuje działania i zobowiązania mające na celu przeciwdziałanie utracie bioróżnorodności w Europie, oraz strategię „od pola do stołu”, COM (2020) 381, który ma ułatwić przejście na zrównoważony i sprawiedliwy system żywnościowy. Obie strategie łączy przekonanie, że zrównoważony system żywnościowy musi chronić bioróżnorodność.

W tym kontekście również europejska akwakultura musi znacząco przyczyniać się do ochrony bioróżnorodności, wzmocnienia usług ekosystemowych, zachowania siedlisk i krajobrazów oraz stanowienia ważnej części zrównoważonych systemów żywnościowych UE, które mogą i powinny być zróżnicowane.

¹ Rockström i in. (2009) oraz Steffen i in. (2011, 2015) ostrzegają, że w obrębie całej planety przekroczono bezpieczne granice dla pewnych procesów biofizycznych, zmian klimatycznych i tempa utraty bioróżnorodności; wspomniani autorzy zwracają również uwagę na brak równowagi w cyklu biogeochemicznym (głównie w obiegu azotu i fosforu).

Inne obszary, dla których określono granice w skali całej planety, to ubytek ozonu stratosferycznego, zakwaszenie oceanów, globalne zużycie słodkiej wody, zmiany w użytkowaniu gruntów, ilości aerozoli atmosferycznych i zanieczyszczenia chemiczne (przemianowane na „nowe substancje czynne”). Chociaż nie ma pewności co do oceny dwóch ostatnich granic, powszechnie uważa się, że wszystkie te problemy są ze sobą silnie powiązane, dlatego też brak zindywidualizowanych rozwiązań. Globalny zrównoważony rozwój jest możliwy tylko wówczas, gdy unikniemy przekraczania progów bezpieczeństwa tych dziewięciu granic planetarnych.

Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C.A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P.K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, J.A. Foley. (2009). A safe operating space for humanity [Bezpieczna przestrzeń operacyjna dla ludzkości]. *Nature* 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>.

Steffen, W., J. Rockström i R. Costanza. (2011). How defining planetary boundaries can transform our approach to growth [Jak określenie granic planetarnych może zmienić nasze podejście do rozwoju]. *Solutions* 2 (3), 59–65.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S.E. Cornell, I. Fetzer, E.M. Bennett, R. Biggs, S.R. Carpenter, W. de Vries, C.A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G.M. Mace, L.M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers i S. Sörlin. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet [Granice planetarne: kierowanie rozwojem człowieka na planecie przechodzącej zmiany]. *Science* 347 (6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

Celem niniejszego dokumentu jest promowanie, ochrona i nadanie odpowiedniej wagi bioróżnorodności i usługom ekosystemowym poprzez docenianie i wspieranie europejskiej akwakultury, która te usługi świadczy.

Przyczyni się to również do promowania prawa do pożywienia obywateli europejskich, które ONZ definiuje jako „prawo do ilościowo oraz jakościowo wystarczającego pożywienia, odpowiadającego tradycjom kulturowym danej osoby, i które zapewnia fizyczne, psychiczne, indywidualne i zbiorowe zaspokojenie oraz godne życie wolne od strachu”². W kontekście pandemii COVID-19 stało się to nie tyle istotne, co wręcz niezwykle ważne.

2. Charakterystyka działań związanych z akwakulturą uwzględnionych w niniejszym dokumencie

Tak jak na lądzie, gdzie istnieje wiele gospodarstw rolnych i występuje wiele różnych form chowu zwierząt, tak w środowisku wodnym występuje wiele akwakultur i różnorodne praktyki o zróżnicowanych cechach.

Wytyczne KE dotyczące działalności w zakresie akwakultury w kontekście sieci Natura 2000³ opisują trzy podstawowe typy akwakultury:

² NNUU. (2002). Economic and Social Council Report of the Special Rapporteur of the Commission on Human Rights on the Right to Food [Raport Rady Ekonomiczno-Społecznej Specjalnego Sprawozdawcy Komisji Praw Człowieka w Sprawie Prawa do Pożywienia]. Pięćdziesiąta siódma sesja. Punkt 111 (b) wstępnego porządku obrad. A57/156.

³Komisja Europejska–DG ds. Środowiska (2018). Wytyczne dotyczące działalności w zakresie akwakultury w sieci Natura 2000. Inne możliwe definicje rodzajów akwakultury można znaleźć na stronie <http://www.fao.org/3/ad002e/AD002E01.htm>, gdzie systemy akwakultury są klasyfikowane na podstawie wsadu paszy i nawozów:

- *Ekstensywne systemy* opierają się na naturalnej paszy produkowanej bez celowych nakładów w postaci paszy lub nawozów;
- *Półintensywne systemy* polegają na nawożeniu w celu wytworzenia naturalnej paszy w stawie i/lub podawaniu rybom paszy w celu uzupełnienia naturalnej paszy, która rozwija się w stawie;
- *Intensywne systemy* opierają się na kompletnych pod względem wartości odżywczych paszach, w postaci wilgotnych lub suchych granulatów, przy czym ryby czerpią niewiele lub wcale nie pobierają składników odżywczych z naturalnej produkcji pożywienia w stawie.

Edwards, P. (1990). Environmental issues in integrated agriculture-aquaculture and wastewater-fed fish culture systems. Conference on Environment and Third World Aquaculture Development [Zagadnienia środowiskowe w zintegrowanych systemach hodowli ryb w rolnictwie i akwakulturze oraz w systemach hodowli ryb zasilanych ściekami]. Konferencja na temat środowiska i rozwoju akwakultury trzeciego świata, Fundacja Rockefellera, Bellagio, Włochy, 17–22 września 1990 r.

- (a) *ekstensywna akwakultura*; brak zewnętrznych dostaw paszy, ten rodzaj kultury zależy całkowicie od naturalnych procesów produkcji i dostarczania paszy;
- (b) *półintensywna akwakultura*; oprócz naturalnej paszy, do powiększenia produkcji ryb mogą być stosowane niektóre pasze uzupełniające;
- (c) *intensywna akwakultura*; istnieje większa zależność od korzystania z zewnętrznych pasz.

Można również sformułować definicję podejścia ekologicznego, która jest powiązana z naturalnym obiegiem składników odżywczych. Na tej podstawie można wyróżnić dwa główne typy akwakultury:

- (a) *ekstensywna akwakultura*: produkcja oparta jest na obiegu składników odżywczych typowym dla naturalnych ekosystemów. Funkcjonuje jako otwarty system ekologiczny, w którym procesy naturalne i technologiczne są ze sobą nierozzerwalnie związane. Zewnętrzne interwencje jedynie wzmacniają naturalne procesy w celu zwiększenia produktywności gatunków docelowych;
- (b) *intensywna akwakultura*: produkcja nie zależy od naturalnego obiegu składników odżywczych; zarówno procesy wejściowe, jak i wyjściowe są silnie kontrolowane poprzez zewnętrzne interwencje.

Jednak użycie którejkolwiek z podanych definicji w odniesieniu do hodowli ryb ukazuje, że żadna z nich nie odzwierciedla założeń równowagi środowiskowej. Należy podkreślić, że dzięki stosowaniu dobrych praktyk produkcyjnych i odpowiedniej lokalizacji, zarówno ekstensywna (w tym półintensywna), jak i intensywna akwakultura ryb może spełniać wymogi zrównoważonego rozwoju. Dlatego też w niniejszym dokumencie nie ocenia się akwakultury pod kątem zrównoważonego rozwoju.

Akwakultura obejmuje również rośliny wodne i glony, stanowiące istotną część biocenozy i odgrywające ważną rolę w dostarczaniu tlenu, pożywienia i schronienia, pozyskiwaniu składników odżywczych, regulacji poziomu CO₂ i stabilizacji osadów w wodzie słodkiej, słonawej lub morskiej. Rośliny wodne i algi świadczą usługi ekosystemowe, zarówno gdy są hodowane jako produkty docelowe, jak i gdy są włączone do różnych zintegrowanych wielotroficznych systemów akwakultury, ponieważ zapewniają między innymi usługę bioremediacji ścieków, włączając w to między innymi systemy intensywno-ekstensywne i RAS.

Niektóre usługi ekosystemowe generowane przez glony szczegółowo opisano w zaleceniu Komitetu Doradczego ds. Akwakultury (AAC) dotyczącym wodorostów⁴; choć niektóre są cytowane w niniejszym

⁴ W końcowym procesie zatwierdzania w ExCom.

dokumentacie jako związane z różnymi rodzajami akwakultury, na tym etapie dokument odnosi się tylko do

- kultur małży oraz
- ekstensywnej i półintensywnej hodowli ryb w lagunach, ujściach rzek, stawach i zbiornikach wodnych.

Ponieważ owe działania w zakresie akwakultury wymagają niewielkich nakładów, uznaje się, że ich negatywny wpływ na środowisko i ślad środowiskowy jest stosunkowo niewielki i odwracalny. Nie oznacza to jednak, że nie wywierają one wpływu, który należy korygować lub minimalizować. Na przykład powszechne stosowanie tworzyw sztucznych i niewłaściwe nimi zarządzanie we współczesnych społeczeństwach jest powszechnym problemem, na jaki można się natknąć we wszystkich typach działalności. Jednak kwestie te nie są przedmiotem niniejszego dokumentu.

Ekstensywna i półintensywna hodowla ryb oraz kultur małży mają w Europie bardzo długą tradycję, liczącą ponad dwa tysiące lat, i odegrały ważną rolę w formowaniu społeczeństw.

Te dwa rodzaje akwakultury stanowią ważną część produkcji akwakultury w UE. Całkowita produkcja akwakultury w UE-27 w 2018 r. wyniosła 1 167 494 ton żywej masy, z czego 650 792 ton stanowiły skorupiaki, 92 723 ton karpiołate⁵, a 14 588 ton ryby z ujść rzek i lagun.

Oba mają podobny komponent społeczno-ekonomiczny, ponieważ mikro i małe firmy o cechach rodzinnych i silnych korzeniach na swoich terytoriach zajmują się głównie pozyskiwaniem tych gatunków; oba produkują również pożywne produkty spożywcze, których regularne spożywanie jest zalecane w ramach zdrowej diety⁶.

⁵ EU aquaculture: An economic analysis [Akwakultura UE: analiza ekonomiczna]. Gospodarka wodna nr 06/2019. Statystyki w obrębie rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa. Edycja 2020, Eurostat.

⁶ Skorupiaki i ryby mają podobnie korzystny wpływ na zdrowie; oba stanowią dobre źródło składników odżywczych (wysokiej jakości białko, minerały, niska zawartość tłuszczu, dodatkowo wysoki udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych). W wytycznych Wheel of Five zaleca się spożywanie ryb przynajmniej raz w tygodniu. Tłuszcz z ryb i skorupiaków należy do kategorii wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a konkretnie kwasów tłuszczowych omega-3, kwasu eikozapentaenowego i dokozaheksaenowego. Udowodniono naukowo, że rzeczony kwasy tłuszczowe obniżają ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia i mają korzystny wpływ na ciśnienie krwi.

Rada ds. Zdrowia zaleca osobom dorosłym spożywanie średnio 200 miligramów kwasów tłuszczowych omega-3 z ryb dziennie. Zalecenie to można spełnić jedząc jedną porcję ryb, w tym skorupiaków, tygodniowo. Ryby i skorupiaki zawierają dużo białka zwierzęcego i ważnych witamin z grupy B, takich jak B12, których nie znajdziemy w roślinach. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/topic/food-based-dietary-guidelines-europe_en.

A.C. Wright, Y. Fan i G.L. Barker. (2018). Nutritional value and food safety of bivalve molluscan shellfish [Wartości odżywcze i bezpieczeństwo w przypadku mięczaków]. *Journal of Shellfish Research* 37 (4), 695–708. <https://doi.org/10.2983/035.037.0403>.

Ponadto część tej produkcji jest uznawana przez oficjalne organy ds. jakości, pochodzenia i tradycji i stanowi element bogatego i zróżnicowanego dziedzictwa gastronomicznego UE (Mexillón de Galicia, Moules de Bouchot, Cozza di Scardovari, Pohořelický Kapr, Tinca Gobba Dorata del Piano di Poirino itp.).

2.1. Hodowla skorupiaków czyli akwakultura małży i wody zamieszkałe przez skorupiaki

W UE prowadzona jest ekstensywna produkcja małży (głównie omułka, ostrygi i małży), w której filtrujące gatunki roślinożerne żywią się wyłącznie odnawialnym pożywieniem dostępnym w środowisku naturalnym. Taka produkcja nie wymaga dostarczania paszy, nawozów, zabiegów weterynaryjnych ani stosowania pestycydów. Z tego powodu hodowla skorupiaków jest silnie zależna od środowiska naturalnego.

W 2018 r. 60% produkcji akwakultury w krajach UE-27 stanowiły małże. Głównymi producentami mięczaków są Hiszpania, Włochy i Francja, a najpopularniejsze gatunki to omułek, ostryga i małża.

Hiszpania jest największym producentem małży; są one hodowane w północno-zachodniej części Galicji z zastosowaniem tratw. Inni ważni producenci małży to Holandia, Francja i Irlandia. Ostryżycza japońska hodowana jest głównie we Francji (około 86% w 2018 r.) i Irlandii. Włochy odpowiadają za zdecydowaną większość (około 78% w 2018 r.) hodowli małży japońskiej w UE.

Metody hodowli mięczaków opracowane w UE są bardzo zróżnicowane i dostosowane do lokalnych warunków i tradycji środowiskowych (bateas, bouchots, vivai, hodowla denna, sznury haczykowe itp.), które jednocześnie chronią dobrostan hodowanych małży. Cała hodowla odbywa się w środowisku naturalnym, wykorzystując odnawialny materiał pokarmowy zawarty w wodach w najbardziej efektywny sposób, ponieważ nie dostarcza się paszy. Hodowane małże zajmują niższe poziomy troficzne i żywią się jedynie poprzez filtrowanie zawartego w wodach odnawialnego materiału pokarmowego, dzięki czemu ten rodzaj akwakultury jest bardzo wydajny energetycznie i ekologicznie pod względem wykorzystania zasobów naturalnych do produkcji wysokiej jakości białka zwierzęcego⁷.

Trzy główne metody hodowli skorupiaków praktykowane w UE to tratwy i sznury haczykowe, hodowla międzyptywowa i denna:

- (a) Na głębszych wodach używa się tratw i sznurów haczykowych, a mięczaki (głównie małże) są hodowane przy użyciu zawieszonych pod wodą lin. Największa hodowla omułków w UE to tradycyjna hodowla za pomocą tratw na obszarach przybrzeżnych hiszpańskiej Galicji;

⁷ SAPEA. (2017). Foods from the oceans [Żywność z oceanu]. Sprawozdanie z przeglądu dowodów nr 1. Informacje grupy doradców naukowych wysokiego szczebla ds. mechanizmu doradztwa naukowego. Opinia naukowa nr 3/2017.

- (b) Hodowla międzyptywowa odbywa się na obszarach międzyptywowych, czerpiąc korzyści ze stosunkowo dostępnego oparcia lądowego i dynamicznego środowiska fizycznego na styku ląd/woda; jest to jedna ze starszych, najbardziej tradycyjnych form akwakultury w UE. Przykładem tego typu hodowli są pale bouchot do hodowli omułków i system hodowli ostryg z workami z siatki przymocowanymi do kozłów;
- (c) W hodowli dennej młode osobniki umieszcza się lub „rozkłada” na odpowiednim podłożu do dalszego wzrostu. Ta forma akwakultury jest często praktykowana na płytkich obszarach przybrzeżnych lub w ujściach rzek. Metoda jest szeroko stosowana we Włoszech przy produkcji małży, spotyka się ją również w Holandii i Irlandii.

Zważywszy, że wszystkie rodzaje akwakultury małży obejmują działania wymagające niewielkich nakładów, ich negatywny wpływ na środowisko i ślad środowiskowy jest stosunkowo niewielki i odwracalny.

W tym sensie Hall i in. (2011)⁸ porównują (w najszerzej skali) sektory produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego i badają konsekwencje środowiskowe produkcji jednej tony białka zwierzęcego w każdym z systemów (zob. Tabela 1). Doszli do wniosku, że hodowla małży pozwala otrzymać najmniej wymagającą ekologicznie żywność pochodzenia zwierzęcego i generuje usługę ekologiczną poprzez wychwytywanie składników odżywczych. Grupy te stanowią szczególnie odżywczą i zrównoważoną ekologicznie opcję dostępną dla konsumentów.

⁸ Hall, S.J., A. Delaporte, M.J. Phillips, M. Beveridge i M. O’Keefe. (2011). Blue frontiers: Managing the environmental costs of aquaculture [Błękitna przestrzeń: zarządzanie kosztami środowiskowymi akwakultury]. Penang, Malezja: The WorldFish Center.

Tabela 1. Porównanie w najszerzej skali niektórych wskaźników zrównoważenia wśród systemów produkcji białka zwierzęcego. Źródło: Brummett (2013)⁹.

	Konwersja żywności (kg paszy/kg masy jadalnej)	Wydajność produkcji białka (%)	Emisja azotu (kg/tona wyprodukowanego białka)	Emisje fosforu (kg/tona wyprodukowanego białka)	Grunt (tona jadalnego produktu/ha)	Zużycie wody słodkiej (m ³ /tona)
Wołowina	31,7	5	1200	180	0,24–0,37	15 497
Kurczak	4,2	25	300	40	1,00–1,20	3918
Wieprzowina	10,7	13	800	120	0,83–1,10	4856
Ryby (średnia)*	2,3	30	360	48	0,15–3,7	5000
Małże	brak paszy	brak paszy	-27	-29	0,28–20,00	0

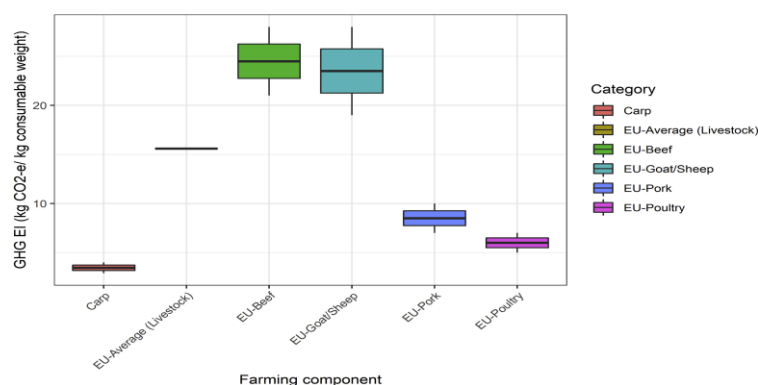
Uwaga: Niestety w tej pozycji nie rozróżnia się odmiennych rodzajów systemów produkcji ryb (ekstensywnych, półintensywnych i intensywnych), cechujących się bardzo odmiennymi wskaźnikami zrównoważenia.

Najnowsze badania¹⁰ dotyczące śladu środowiskowego związanego z żywnością i usług ekosystemowych hodowli karpia w europejskich stawach rybnych potwierdziły, że intensywność emisji gazów cieplarnianych (GHG EI) ze stawów karpowych w UE jest około czterokrotnie niższa niż średnia GHG EI sektora hodowlanego UE (duża i małe przeżuwacze, drób). Hodowla karpia w stawach rybnych jest bardzo bliska „neutralnej” metody produkcji, w przeciwieństwie do innych sektorów produkcji żywności, na co wskazują autorzy cytowani przy Ryc. 1.

⁹ R. Brummett. (czerwiec 2013 r.). Growing aquaculture in sustainable ecosystems. Agriculture and Environmental Services Department [Hodowla akwakultury w zrównoważonych ekosystemach. Oddział usług rolniczych i środowiskowych]; Bank Światowy, wydanie 5.

Bouwman, A.F., A.H.W. Beusen, C.C. Overbeek, D.P. Bureau, M. Pawlowski i P.M. Gilbert. (2013). Hindcasts and future projections of global inland and coastal nitrogen and phosphorus loads due to finfish aquaculture [Prognozy i przewidywania dotyczące globalnych śródładowych i przybrzeżnych pokładów azotu i fosforu w wyniku działalności akwakultury ryb]. *Reviews in Fisheries Science* 21 (2), 112–156.

¹⁰ Roy, K., J. Vrba, S.J. Kaushik i J. Mraz. (2020). Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors: European carp production and environment [Ślad środowiskowy związany z żywnością i usługi ekosystemowe hodowli karpia w europejskich stawach rybnych w porównaniu do sektorów upraw i hodowli w UE: europejska hodowla karpia i środowisko]. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122268>.



Ryc. 1. GHG EI (kg ekwiwalentu CO₂ na kg masy konsumpcyjnej) europejskiego inwentarza w porównaniu z karpami hodowlanymi (Roy i in., 2020).

Waite i in. (2014)¹¹ łączą wpływ intensywności systemów akwakultury z ich efektywnością środowiskową w połączeniu z kilkoma ważnymi nakładami (ziemia, woda słodka, pasza i energia), ukazując, że ekstensywna akwakultura małży i ryb zapewnia lepszą efektywność środowiskową.

Niedawno Hilborn i in. (2018)¹² dokonali przeglądu 148 ocen produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego (zwierzęta hodowlane, akwakultura i praktyki połowowe), które wykorzystywały cztery wskaźniki oddziaływania na środowisko (zużycie energii, emisje gazów cieplarnianych, uwalnianie składników odżywczych i związki zakwaszające) oraz przeanalizowali dodatkową literaturę na temat zapotrzebowania na słodką wodę, stosowanie pestycydów i antybiotyków. Doszli do wniosku, że metodami produkcji (standaryzowanymi wg jednostki wyprodukowanego białka) o najmniejszym wpływie na środowisko były małe połowy pelagiczne i akwakultura małży: „Chociaż każda produkcja żywności wiąże się z kosztami środowiskowymi, różnią się one znacznie w przypadku różnych rodzajów białka zwierzęcego. Formy białka zwierzęcego o najmniejszym wpływie na środowisko pochodzą od gatunków, które naturalnie żerują w oceanach i które można pozyskiwać przy niskich nakładach paliwowych”.

W zeszłym roku Kim i in. (2020)¹³ porównali emisję gazów cieplarnianych (GHG) i ślad wodny różnych diet w 140 krajach i doszli do wniosku, że w odniesieniu do diet wyłącznie roślinnych (wegańskich), diety,

¹¹ Waite, R., M. Beveridge, R. Brummett, N. Chaiyawannakarn, S. Kaushik, R. Mungkung, S. Nawapakilai i M. Phillips. (2014). Improving productivity and environmental performance of aquaculture. Working Paper, Creating a Sustainable Food Future, Installment Five [Poprawa wydajności i efektywności środowiskowej akwakultury. Dokument roboczy, Tworzenie zrównoważonej przyszłości żywności, Część piąta]. Washington, DC: World Resources Institute. <https://www.wri.org/research/improving-productivity-and-environmental-performance-aquaculture>.

¹² Hilborn, R., J. Banobi, S.J. Hall, T. Pucylowski i T.E. Walsworth. (2018). The environmental cost of animal source foods [Koszt środowiskowy żywności pochodzenia zwierzęcego]. *Frontiers in Ecology and the Environment* 16 (6), 329–335. <https://doi.org/10.1002/fee.1822>.

¹³ Kim, B.F., R.E. Santo, A.P. Scatterday, J.P. Fry, C.M. Synk, S.R. Cebon, M.M. Mekonnen, A.Y. Hoekstra, S.de Pee,

które składają się z pokarmów roślinnych uzupełnionych o zwierzęta usytuowane bliżej dołu łańcucha pokarmowego (pasza rybna, małże, owady) mają stosunkowo niewielki ślad węglowy i wodny oraz zapewniają większą elastyczność, dzięki czemu stanowią zdrową i zrównoważoną dietę.

Ze względu na silny związek między akwakulturą mięczaków a środowiskiem naturalnym, w którym się one rozwijają, hodowla skorupiaków wymaga najwyższej jakości wody, aby zapewnić jak najlepsze i najbezpieczniejsze produkty. Dlatego też historyczne i obecne europejskie przepisy dotyczące wody wymagają ochrony wód przeznaczonych do hodowli skorupiaków¹⁴. Powierzchnia wód zamieszkałych przez skorupiaki w UE wynosi ponad 1000 km² (źródło: Europejskie Stowarzyszenie Producentów Mięczaków - European Molluscs Producers Association) i państwa są zobowiązane do prowadzenia rejestru tych wód jako obszarów objętych specjalną ochroną, określenia szczegółowych celów środowiskowych dla tych obszarów, oceny zgodności z rzezonymi celami i ustanowienia środków niezbędnych do ich osiągnięcia.

2.2. Ekstensywna i półintensywna hodowla ryb

Owe praktyki akwakultury ryb są opracowywane w różnych typach siedlisk w UE, ale ich wspólną cechą jest to, że funkcjonują jako sztucznie wytworzone obszary podmokłe. Zgodnie z definicją zawartą w Konwencji o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe (Ramsar), tereny podmokłe obejmują jeziora i rzeki, bagna i moczary, podmokłe łąki i torfowiska, oazy, ujścia rzek, delty i równiny pływowe, przybrzeżne obszary morskie, namorzyny i rafy koralowe oraz obszary stworzone przez człowieka, takie jak stawy rybne, pola ryżowe, zbiorniki i solniska: „Jako integralna część obiegu wody, tereny podmokłe należą do najbardziej produktywnych ekosystemów na Ziemi i mają dla ludzkości ogromne znaczenie gospodarcze i kulturowe”¹⁵.

Z ekologicznego punktu widzenia nie ma zasadniczej różnicy między ekstensywnymi i półintensywnymi systemami akwakultury, ponieważ oba opierają się na naturalnych procesach. Jednak zgodnie z tradycyjną definicją podejścia produkcyjnego w półintensywnej akwakulturze naturalną dietę uzupełnia

M.W. Bloem, R.A. Neff i K.E. Nachman. (2020). Country-specific dietary shifts to mitigate climate and water crisis [Zmiany żywieniowe w poszczególnych krajach w celu złagodzenia kryzysu klimatycznego i wodnego]. *Global Environmental Change* 62, 101926. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.010>.

¹⁴ Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Zalecenie AAC w sprawie specjalnej ochrony jakości wód zamieszkałych przez skorupiaki z dnia 30.10.2019 r.

¹⁵ Shine, C. i C. de Klemm. (1999). *Wetlands, water and the law: Using law to advance wetland conservation and wise use [Tereny podmokłe, woda i prawo: wykorzystanie prawa w celu ochrony i rozsądnego wykorzystania terenów podmokłych]*. Gland, Szwajcaria: Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody.

się paszą, zwykle przygotowywaną z lokalnych zbóż i produktów ubocznych rolnictwa, w celu uzupełnienia pokarmu naturalnego.

Takie rodzaje hodowli ryb wymagają niewielkich nakładów, są silnie powiązane lub zintegrowane ze środowiskiem naturalnym, mają niewielki na nie wpływ i generują pozytywne skutki dla ekosystemu.

2.2.1. Hodowla w stawach rybnych

Hodowla ryb śródlądowych zwykle praktykowana w środowiskach słodkowodnych przy użyciu stawów (systemy półnaturalne) jest najczęściej spotykanym rozwiązaniem w większości krajów¹⁶. Całkowita wielkość sprzedaży ryb słodkowodnych w krajach UE-27 wyniosła 268 300 ton w 2018 r., generując wartość 812,4 mln euro, przy czym głównymi gatunkami były pstrąg (58,3%) i karp (23,4%). Włochy odpowiadają za największy wkład w produkcję słodkiej wody w UE – 13% wolumenu i 12% wartości. Pozostali główni producenci to Dania, Francja i Hiszpania, które odpowiadają za odpowiednio 11%, 9% i 6% całkowitej wielkości produkcji w UE¹⁷. Tradycyjna hodowla karpia w stawach występuje głównie w krajach Europy Środkowej i Wschodniej. Głównymi producentami są Polska (28%), Czechy (25%), Węgry (15%), Bułgaria (6%), Niemcy (6%) i Rumunia (6%)¹⁸.

Według definicji, staw rybny to konstrukcja wykonana przez człowieka, która może być systematycznie w pełni wypełniana wodą i opróżniana przez mnichy (wysokie skrzynie zbudowane z drewnianych desek mające dwa boki, tył i front oraz dno, gdzie każda strona ma dwie szczeliny do pomieszczenia dwóch rzędów drewnianych desek służących do kontroli ilości wody wpływającej i wypływającej ze stawu) lub inna konstrukcja hydrotechniczna. Systemy te naśladują naturalne ekosystemy i dlatego można je nazwać półnaturalnymi. Rozmiary stawów rybnych są bardzo zróżnicowane. W Europie Środkowo-Wschodniej zajmują średnio około 25–300 ha. Istnieją dwa typowe rodzaje: stawy zaporowe na terenach pagórkowatych i stawy kopane, głównie na terenach równinnych. Produkcja w stawach rybnych jest zwykle prowadzona w formie polikultury, gdzie karp pospolity jest hodowany w połączeniu z innymi

¹⁶ Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa [Food and Agriculture Organization] (FAO). (2018). The state of world fisheries and aquaculture 2018 - Meeting the Sustainable Development Goals [Stan światowego rybołówstwa i akwakultury w 2018 r. – realizacja celów zrównoważonego rozwoju]. Rzym: FAO.

¹⁷ Komitet Naukowo-Techniczny i Ekonomiczny ds. Rybołówstwa (STECF). (2018). Sprawozdanie gospodarcze na temat sektora akwakultury w UE (STECF-18-19). Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej. <https://doi.org/10.2760/45076>.

¹⁸ FAO. (2020) Fishery and aquaculture statistics. Global aquaculture production 1950–2018 [Statystyka rybołówstwa i akwakultury. Światowa produkcja akwakultury 1950–2018] (FishstatJ). (2020). Rzym: Wydział Rybołówstwa FAO. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en.

gatunkami ryb w tej samej klasie wiekowej (tołpyga, amur, sum europejski, sandacz i szczupak itp.). Centralnym elementem produkcji stawowej jest karp pospolity. Produkcja w stawach rybnych może być ekstensywna lub półintensywna. W hodowli półintensywnej naturalne źródła pożywienia – głównie zooplankton – uzupełniane są zbożami i dokarmianiem paszami roślinnymi o wysokiej zawartości białka (np. nasionami słonecznika po pozyskiwaniu oleju, łubinem, grochem). Stosunek uzysków z użyciem naturalnych źródeł pokarmu i z dokarmianiem paszą różni się znacznie między farmami, w zależności od ich indywidualnych praktyk.

Parlament Europejski podkreślił w swojej rezolucji z czerwca 2018 r. „W kierunku zrównoważonego i konkurencyjnego europejskiego sektora akwakultury: obecna sytuacja i wyzwania na przyszłość”, że akwakultura słodkowodna jest wciąż niewystarczająco eksplorowaną szansą na poprawę bezpieczeństwa żywnościowego i rozwoju obszarów wiejskich¹⁹. Z drugiej strony utrata bioróżnorodności jest jednym z najbardziej krytycznych zagrożeń środowiskowych obok zmiany klimatycznych, a oba są nierozdzielnie ze sobą powiązane. Najnowszy raport Międzyrządowej Platformy Naukowo-Politycznej ds. Różnorodności Biologicznej i Funkcji Ekosystemu²⁰ [Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services] (IPBES) stwierdza, że „systemy rzek i jezior często zasilają przybrzeżne tereny podmokłe, będące punktami intensywnej produkcji biologicznej i różnorodności w mozaice krajobrazowej. Dlatego też siedliska słodkowodne mają istotny wkład w powstawanie zielonych korytarzy i sieci”.

2.2.2. Obszary przyujściowe i laguny

Kultura lagun to tradycyjny przybrzeżny system akwakultury, który wywodzi się z Morza Śródziemnego i wykorzystuje przybrzeżne laguny do chwytania migrujących ryb i hodowania ich w celu spożycia przez ludzi. Ekstensywna hodowla ryb była tradycyjną działalnością na niektórych obszarach słonych mokradł w Europie, gdzie gospodarstwa mogą uzyskać naturalną rekrutację narybku poprzez odpowiednie zarządzanie dopływem wody podczas pływów. Do celów niniejszego dokumentu ogólny termin „laguna”

¹⁹ Parlament Europejski. (12 czerwca 2018 r.). Rezolucja z dnia 12 czerwca 2018 r. w kierunku zrównoważonego i konkurencyjnego europejskiego sektora akwakultury: obecna sytuacja i wyzwania na przyszłość (2017/2118(INI)). Bruksela. http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2018-0248_EN.pdf.

²⁰ M. Rounsevell, M. Fischer, A. Torre-Marín Rando, & A. Mader, Ed. (2018). The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia [Regionalny raport oceniający bioróżnorodność i usługi ekosystemowe dla Europy i Azji Środkowej]. Bonn, Niemcy: Sekretariat Międzyrządowej Platformy Naukowo-Politycznej ds. Różnorodności Biologicznej i Funkcji Ekosystemu [Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services].

obejmuje wszystkie typologie: faktyczne laguny, jeziora i stawy przybrzeżne, *sacche* (zatoki), obszary delt i *valli*.

„W regionie Morza Śródziemnego znajduje się około 400 lagun przybrzeżnych o powierzchni ponad 641 000 ha, różniących się zarówno typologią, jak i wykorzystaniem. Rybołówstwo i różne formy akwakultury były tradycyjnie prowadzone w śródziemnomorskich lagunach przybrzeżnych już od czasów starożytnych i stanowią część dziedzictwa kulturowego regionu. Tradycyjne zarządzanie lagunami związane z ekstensywną akwakulturą i zbiorami ryb z pewnością przyczyniło się z biegiem czasu do zachowania tych osobliwych ekosystemów, chociaż wiele obszarów przybrzeżnych lagun stopniowo zanikało z powodu rekultywacji gruntów i innych zastosowań”.²¹

Najbardziej charakterystycznymi lagunami Morza Śródziemnego są *valli*, znajdujące się w północnym Adriatyku w regionach Friuli Venezia Giulia, Veneto i Emilia Romagna i cechujące się ziemnymi nasypami, śluzami, kanałami wewnętrznymi, basenami do zbierania i zimowania ryb oraz barierami dla ryb. *Vallicultura* nawiązuje do tradycyjnego modelu zarządzania w północnych adriatyckich *valli*, opartego na zarządzaniu hydraulicznym, pogłębianiu, wzmacnianiu rybołówstwa poprzez zarybianie i chwytanie ryb, który opracowała cywilizacja etruska w VI wieku p.n.e. głównie w ujściach Padu i Adygi.

Utrata terenów lagunowych i wielu stawów słodkowodnych nastąpiła w XIX wieku w wyniku rekultywacji gruntów przez rolnictwo, które w kontekście rewolucji przemysłowej i procesu urbanizacji postrzegane było jako bardziej opłacalne niż rybołówstwo i akwakultura. Wiele obszarów lagunowych utrzymywano na przestrzeni wieków dzięki tradycyjnemu zarządzaniu na poziomie lokalnym, chroniąc nie tylko gospodarkę, ale także bioróżnorodność.

Choć nauka o lagunach jest dość nową dziedziną, w ostatnich latach czynione są regularne postępy, pozwalające uzyskiwać dokładny obraz ich złożoności ekologicznej. Kluczowym czynnikiem zrównoważonego rozwoju laguny jest obecność wodorostów i traw morskich, które odgrywają istotną rolę w zapewnianiu funkcjonowania ekosystemu, odpowiedniego siedliska oraz w procesach biogeochemicznych. Trawy morskie i wodorosty są ważnym źródłem biomasy do produkcji papieru i obornika dla rolnictwa oraz w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym. Laguny są również bogate w zbiorowiska organizmów bentosowych (fitobentos i zoobentos), które umożliwiają prawidłowe rozmnażanie, żerowanie i hodowlę różnych gatunków ryb i skorupiaków, a jednocześnie przyciągają setki gatunków ptaków.

²¹ Cataudella S., D. Crosetti i F. Massa, Ed. (2015) Mediterranean coastal lagoons: Sustainable management and interactions among aquaculture, capture fisheries and the environment [Laguny przybrzeżne Morza Śródziemnego: zrównoważone zarządzanie i interakcje między akwakulturą, rybołówstwem połowowym i środowiskiem]. Badania i przeglądy. Generalna Komisja Rybołówstwa Morza Śródziemnego [General Fisheries Commission for the Mediterranean]. Nr 95 Rzym: FAO.

Rzemieśnicze rybołówstwo i akwakultura mają w tych ekosystemach tysiącletnią tradycję i stanowią już część mechanizmów usług ekosystemowych, dlatego też powinny być wykorzystywane jako model zarządzania w lagunach. Szeroki zakres praktyk zarządzania pozostaje zgodny z tradycją lub przekształca się w podejście wielofunkcyjne, łączące rybołówstwo i akwakulturę z turystyką, ochroną przyrody i działalnością rekreacyjną oraz angażuje wszystkie zainteresowane strony, zwłaszcza rybaków i hodowców akwakultury. Takie tradycyjne podejścia pozwalają zachować lub przywrócić ekologiczną integralność lagun przybrzeżnych, dając tym samym możliwość świadczenia usługi ekologicznej przez ekosystemy lagunowe. Można stwierdzić, że produkcja ryb w każdym rodzaju obszarze laguny we Włoszech, Hiszpanii, Francji czy Grecji historycznie przyczyniła się do zachowania owych półnaturalnych środowisk.

3. Ewolucja ram koncepcyjnych usług ekosystemowych

Koncepcja usług świadczonych przez naturę zaczęła się kształtować w latach 60. i 70., przed weryfikacją sytuacji narastającej i intensywnej degradacji środowiska przyrodniczego. Na początku lat 80. ukuto termin „usług ekosystemowych”²², aby podkreślić ścisły związek i współzależność między dobrostanem człowieka i dobrostanem naturalnych ekosystemów.

Na przestrzeni lat koncepcja ta ewoluowała i wzbogacała się o wiedzę z różnych dyscyplin, zwłaszcza ekonomii. Różni autorzy próbowali bowiem wyrazić w formie pieniężnej wartość lub znaczenie usług świadczonych przez naturę. Podejmowano próby stworzenia narzędzia, które umożliwiłoby lepsze podejmowanie decyzji w poszukiwaniu prawdziwie zrównoważonego rozwoju. Zdaniem kilku myślicieli doprowadziło to do komodyfikacji rzeczonych usług, co może przynieść efekt przeciwny do zamierzonego w dążeniach do zachowania bioróżnorodności²³. W związku z tą krytyką, pojawiają się nowe podejścia i próby określania „wartości”, a nie ceny przyrody²⁴.

Tabela 2 przedstawia niektóre z najczęściej stosowanych definicji „usług ekosystemowych”, ilustrując tym samym ewolucję tego pojęcia. Obecnie pojęcie usług ekosystemowych uważa się za użyteczne

²² Ehrlich, P.R. i A. Ehrlich. (1981). *Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species* [Wymieranie: przyczyny i konsekwencje zanikania gatunków]. Nowy Jork: Random House.

²³ Gómez-Baggethun, E., R.S. de Groot, P.L. Lomas i C. Montes. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes [Historia usług ekosystemowych w teorii i praktyce ekonomicznej: od wczesnych pojęć po rynki i schematy płatności]. *Ecological Economics* 69 (6), 1209–1218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007>.

Braat, L.C. i R.S. de Groot. (2012). The ecosystem services agenda: Bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy [Agenda usług ekosystemowych: łączenie światów nauk przyrodniczych i ekonomii, ochrony i rozwoju oraz polityki publicznej i prywatnej]. *Ecosystem Services* 1, 4–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.011>.

²⁴ Sander, J., N. Dendoncker, B. Martín-López, D.N. Barton, E. Gomez-Baggethun, F. Boeraeve, F.L. McGrath L., K. Vierikko, D. Geneletti, K.J. Sevecke, N. Pipart, E. Primmer, P. Mederly, S. Schmidt, A. Aragão, H. Baral, R.D. Bark, T. Briceno, D. Brogna, P. Cabral, R. De Vreese, C. Liqueste, H. Mueller, K.S.-H. Peh, A. Phelan, i A. Rincón Ruíz. (2016). A new valuation school: Integrating diverse values of nature in resource and land use decisions [Nowa szkoła wyceny: integracja różnorodnych wartości przyrodniczych w decyzjach dotyczących zasobów i użytkowania gruntów]. *Ecosystem Services* 22, Część B: 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.007>.

Sukhedeve, P., H. Wittmer i D. Miller. (2014). The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB): Challenges and responses. [Ekonomika ekosystemów i bioróżnorodności (TEEB): wyzwania i odpowiedzi]. W *Nature in the balance: The economics of biodiversity* [Natura w równowadze: ekonomia bioróżnorodności] (D. Helm i C. Hepburn, Ed.). Oxford: Oxford University Press, s. 135–150.

Spangenberg, J.H. i J. Settele (2010). Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services [Dokładna pomyłka? Monetyzacja wartości usług ekosystemowych]. *Ecological Complexity* 7 (3), 327–337. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.04.007>.

narzędzie, które zapewnia władzom skuteczne ramy do promowania zrównoważonego rozwoju, obejmujące ochronę naturalnej bioróżnorodności.

Tabela 2. Wybrane definicje usług ekosystemowych.

Definicja „usług ekosystemowych” ewoluowała wraz z kolejnymi publikacjami, z różnym uwzględnianiem ich podstaw ekologicznych lub wykorzystania gospodarczego:

- Funkcje ekosystemu to „zdolność naturalnych procesów i składników do dostarczania dóbr i usług, które bezpośrednio lub pośrednio zaspokajają ludzkie potrzeby” – De Groot, 1992
- Usługi ekosystemowe to warunki i procesy, dzięki którym naturalne ekosystemy i tworzące je gatunki podtrzymują i wypełniają ludzkie życie – Daily, 1997.
- Usługi ekosystemowe to korzyści, jakie populacje ludzkie czerpią, bezpośrednio lub pośrednio, z funkcjonowania ekosystemów – Costanza i in., 1997.
- Usługi ekosystemowe to korzyści, jakie ludzie czerpią z ekosystemów – Milenijna Ocena Ekosystemów, 2003, 2005.
- Usługi ekosystemowe są składnikami przyrody, bezpośrednio lubianymi, konsumowanymi lub wykorzystywanymi do zapewnienia ludzkiego dobrobytu – Boyd i Banzhaf, 2007.
- Usługi ekosystemowe to aspekty ekosystemów wykorzystywane (aktywnie lub biernie) do osiągnięcia dobrobytu człowieka – Fisher i in., 2009.
- Usługi ekosystemowe to bezpośredni i pośredni wkład ekosystemów w dobrostan człowieka – TEEB Foundations, 2010.
- Usługi ekosystemowe to wkład ekosystemów w dobrostan człowieka. Definicja ta rozróżnia dobra i korzyści, jakie ludzie z tego wkładu później czerpią. Wkład definiuje się myśl zasady „co ekosystemy robią” dla ludzi – CICES, 2012.
- Usługi ekosystemowe: wkład ekosystemów w korzyści uzyskiwane w działalności gospodarczej, społecznej, kulturalnej i innej działalności człowieka (na podstawie TEEB, 2010 i SEEA-EEA, 2012). Pojęcia „dóbr i usług ekosystemowych”, „końcowych usług ekosystemowych” i „wkładu przyrody na rzecz ludzi” uważa się za synonimy usług ekosystemowych – SWD (2019) 305 Część 1/3

Kluczowy moment dla wniknięcia tej koncepcji do debaty publicznej nastąpił na początku obecnego stulecia w inicjatywie promowanej przez ONZ, znanej jako Milenijna Ocena Ekosystemów (MEA, 2005). Po ponad 10 latach liczne inicjatywy przyczyniły się do poszerzenia wiedzy o usługach ekosystemowych oraz rozwoju narzędzi na nich opartych jako mechanizmach korygowania utraty bioróżnorodności. Na szczególną uwagę zasługuje inicjatywa TEEB z 2010 r. (globalna inicjatywa badania ekonomii ekosystemów i bioróżnorodności) oraz Międzyrządowej Platformy Naukowo-Politycznej ds. Różnorodności Biologicznej i Funkcji Ekosystemu (IPBES) zainicjowana w 2012 r.

W UE przyjęcie omawianych ram koncepcyjnych jest wzmacniane i włączane do coraz większej liczby polityk wspólnotowych²⁵. W 2011 r., wraz z przyjęciem Strategii Bioróżnorodności do 2020 r., KE po raz pierwszy zwróciła uwagę na ogromną wartość usług ekosystemowych oraz pilną potrzebę ich utrzymania i przywrócenia z korzyścią zarówno dla przyrody, jak i społeczeństwa. W ramach tej strategii utworzono Europejski System Informacji o Bioróżnorodności [Biodiversity Information System for Europe] (BISE), System Europejskich Wskaźników Bioróżnorodności [System of European Biodiversity Indicators] (SEBI) oraz Mapowanie i Ocena Ekosystemów i ich Usług [Mapping and Evaluation of Ecosystems and their Services] (MAES)²⁶.

Podobnie jak w przypadku definicji, nie ma żadnej pojedynczej, uniwersalnej klasyfikacji usług ekosystemowych. Najszerzej stosowana kategoryzacja pochodzi z MEA (2005), gdzie usługi ekosystemowe są pogrupowane w cztery kategorie: usługi zaopatrzeniowe, regulacyjne, kulturowe i wspomagające.

- *Usługi zaopatrzeniowe* to produkty, które uzyskujemy z ekosystemów (żywność, świeża woda, tkaniny, drewno itp.);
- *Usługi regulacyjne* to korzyści uzyskane z regulacji procesów ekosystemowych (regulacja klimatu, zapylenie upraw, kontrola chorób itp.);
- *Usługi kulturowe* to niematerialne korzyści, które uzyskujemy z ekosystemów poprzez wzbogacenie duchowe, rozwój poznawczy, refleksję, rekreację i doświadczenia estetyczne;
- *Usługi wspomagające* to usługi niezbędne do wytworzenia powyższych usług ekosystemowych (zapewnienie przestrzeni, w której żyją rośliny i zwierzęta lub umożliwianie istnienia różnorodności gatunkowej i zachowania różnorodności genetycznej).

²⁵ Bouwma i in. (2018) analizują, w jaki sposób koncepcja ta zaistniała w politykach UE. Bouwma, I., C. Schleyer, E. Primmer, K.J. Winkler, P. Berry, J. Young, E. Carmen, J. Špulerová, P. Bezák, E. Preda i A. Vădineanu. (2018). Adoption of the ecosystem services concept in EU policies [Przyjęcie koncepcji usług ekosystemowych w politykach UE]. *Ecosystem Services* 29, Część B, 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.014>.

Kolejnym kamieniem milowym potwierdzającym wyraźne przyjęcie tych ram koncepcyjnych w UE jest niedawna publikacja „Dokumentu Roboczego Służb Komisji: wytyczne UE dotyczące włączania ekosystemów i ich usług do procesu decyzyjnego” [Commission Staff Working Document: EU Guidance on integrating ecosystems and their services into decision-making] (SWD(2019) 305 final).

²⁶ Maes, J., B. Egoh, L. Willemen, C. Liqueste, P. Vihervaara, J.P. Schägner; B. Grizzetti, E.G. Drakou, A. La Torre, G. Zulian, F. Bouraoui, M.L. Paracchini, L. Braat i G. Bidoglio (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union [Mapowanie usług ekosystemowych w celu wsparcia polityki i podejmowania decyzji w Unii Europejskiej]. *Ecosystem Services* 1, 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004>.

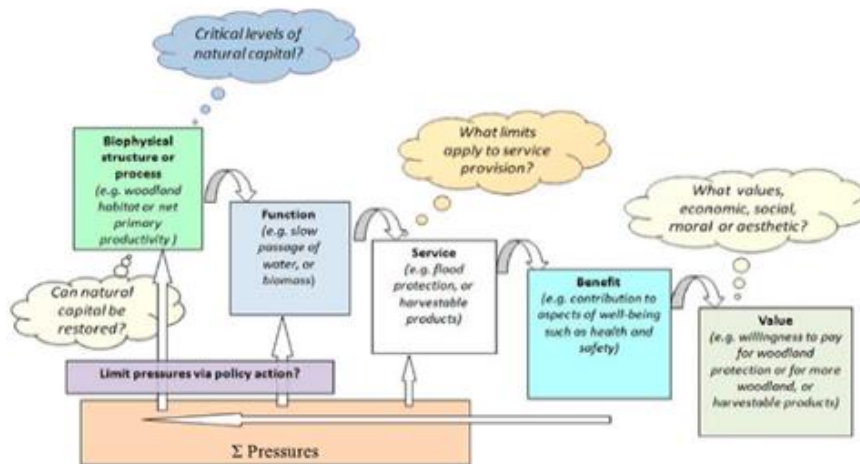
W późniejszym czasie TEEB, IPBES i inne instytucje zaproponowały nowe klasyfikacje usług ekosystemowych, które różnią się od MEA. W wyniku prac nad rachunkowością środowiskową prowadzonych przez Europejską Agencję Środowiska opracowano Wspólną Międzynarodową Klasyfikację Usług Ekosystemowych [Common International Classification of Ecosystem Services] (CICES)²⁷. Z punktu widzenia rachunkowości środowiskowej pośrednie usługi ekosystemowe (te, które przynoszą korzyści pośrednie) są odróżniane od końcowych usług ekosystemowych (tych, które przynoszą korzyści bezpośrednie). Zgodnie z logiką CICES, usługi wspomagające (pośrednie usługi ekosystemowe) są punktem wyjścia dla innych usług, więc nie powinny być włączane do systemów wyceny, aby uniknąć problemu podwójnego liczenia. Należy również podkreślić, że same siedliska i zwierzęta podsumowano w oddzielnej kategorii zwanej „usługami siedliskowymi” w systemie kategoryzacji TEEB i nie są one kwalifikowane jako usługi ekosystemowe przez CICES. Zamiast tego są wykorzystywane jako wskaźniki ekologiczne, które ukazują stan ekosystemu i jego potencjał świadczenia usług.

CICES posługuje się modelem kaskadowym Potschin i Haines-Young, a zatem klasyfikacja opiera się na interesach człowieka, oferując przejrzystą strukturę pozwalającą na analizę konsekwencji zarządzania ekosystemem dla dobrobytu ludzkości.

Potschin i Haines-Young (2011)²⁸ wnieśli istotny wkład w konceptualizację usług ekosystemowych z zakresu geografii. Ich model kaskadowy integruje środowisko z systemem społeczno-gospodarczym, ustanawiając związek między strukturami, procesami i funkcjami ekosystemów z dobrostanem człowieka poprzez końcowe usługi ekosystemowe. Ostatnim ogniwem w kaskadzie jest wartość lub znaczenie, jakie ludzie przywiązują do korzyści zapewnianej nam przez ekosystemy.

²⁷ Haines-Young, R. i M. Potschin (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: Guidance on the Application of the Revised Structure [Wspólna Międzynarodowa Klasyfikacja Usług Ekosystemowych (CICES) V5.1: wskazówki dotyczące stosowania zrewidowanej struktury].

²⁸ Potschin, M.B. i R.H. Haines-Young (2011). Ecosystem services: Exploring a geographical perspective [Usługi ekosystemowe: badanie perspektywy geograficznej]. *Progress in Physical Geography* 35 (5), 575–594. <https://doi.org/10.1177%2F0309133311423172>.



Podsumowując, klasyfikacja CICES dzieli usługi świadczone przez ekosystemy na trzy kategorie: zaopatrzeniowe, regulacyjne i kulturowe.

- *Usługi zaopatrzeniowe* związane są ze zdolnością ekosystemów do dostarczania nam składników odżywczych, materiałów i energii.
- *Usługi regulacyjne i utrzymaniowe* obejmują usługi związane z rekultywacją odpadów, substancji toksycznych i innych materiałów, usługi związane z regulacją przepływów oraz usługi związane z zachowaniem warunków fizycznych, chemicznych i biologicznych.
- *Usługi kulturowe* odpowiadają fizycznym i intelektualnym interakcjom ze środowiskiem, a także interakcjom duchowym i symbolicznym.

Kolejna zasada CICES mówi, że nie tylko naturalne ekosystemy zapewniają usługi ekosystemowe. Ekosystemy półnaturalne i wysoce zmodyfikowane również są w stanie to robić. Typ ekosystemu, w którym swój wyraźny udział ma człowiek czerpiący z zasobów ekosystemowych dostarczanych przez przyrodę, jeśli jest właściwie zarządzany, uczestniczy w tworzeniu zasobów ekosystemu z bilansem dodatnim.

Innymi słowy, uznaje się, że niektóre działania człowieka, dobrze zarządzane z perspektywy środowiskowej, są generatorami ekosystemów i krajobrazów wzbogacającymi bioróżnorodność i usługi ekosystemowe dostępne na danym terytorium.

System pojęciowy usług ekosystemowych, a także rozmaite opracowywane i standaryzowane narzędzia, stanowią kluczową technikę oceny i analizy praktyk człowieka oraz „ludzkich ekosystemów”, sprzyjają, a najlepiej gwarantują dobrobyt człowieka pomagając zachować bioróżnorodność.

4. Ekosystemy społeczne i ich usługi ekosystemowe

Pierwsze ważne pytanie podczas badania i oceny usług ekosystemowych dotyczy identyfikacji naturalnych ekosystemów, a co za tym idzie, ekosystemów społecznych. Jeśli chodzi o te ostatnie, od dawna doceniana jest wartość przyrodnicza niektórych systemów ekologicznych ściśle powiązanych z ludźmi, którzy je modułują.

W wyniku interakcji człowieka z przyrodą powstają humanizowane ekosystemy korzystające z usług ekosystemowych i w zamian przynoszące ekosystemom korzyści. Takie zhumanizowane ekosystemy powstające w wyniku harmonijnej interakcji między ludźmi a naturą, są bardziej odporne, wzbogacają bioróżnorodność, a dzięki wytwarzanym przez siebie usługom ekosystemowym maksymalizują korzyści dla społeczeństwa.

Zrozumienie, rozpoznanie i docenienie tych wyjątkowych społecznych ekosystemów zorientowanych na produkcję żywności i generowanie usług, w których małe firmy rodzinne silnie powiązane z danym terytorium prowadzą zrównoważone praktyki produkcyjne, pozwoli przekierować systemy żywnościowe w obręb bezpiecznych granic planetarnych oraz do promowania zdrowszej, bardziej zróżnicowanej i sprawiedliwej diety.

Ponadto badanie i analiza usług ekosystemowych ekosystemów społecznych umożliwi określenie praktyk maksymalizujących korzyści oraz identyfikujących i korygujących błędne praktyki negatywnie wpływające na bioróżnorodność i dobrostan człowieka.

Ekosystemy powstałe w wyniku działalności rolniczej i leśnej, czyli agroekosystemy, są ekosystemami stworzonymi przez człowieka w celu produkcji żywności i tkanin i są od dawna znane i badane. Wśród ekstensywnych praktyk rolniczych, praktyki rolnicze o wysokiej wartości przyrodniczej (które maksymalnie redukują wykorzystanie sztucznie wytworzonych środków, np. pestycydów i nawozów) są uznawane za generatory wielu usług ekosystemowych; promuje się ich ochronę i waloryzację, wspierając

stosujących je ludzi poprzez globalne inicjatywy, takie jak ta opracowana przez Organizację Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO)²⁹.

Ponadto FAO uważa również³⁰ ocenę i wycenę usług ekosystemowych za ważne wstępne kroki w celu rozpoznania, w jakim stopniu usługi ekosystemowe wnoszą wkład do rolnictwa, hodowli i rybołówstwa (i odwrotnie), a tym samym do gospodarek poszczególnych krajów. Znajomość wartości usług ekosystemowych zachęca do większych inwestycji w zarządzanie nimi. Ponadto społeczeństwo (bezpośredni i pośredni beneficjenci) musi rekompensować szkody w środowisku (np. zanieczyszczenie) i wynagradzać rolników za doskonalenie usług ekosystemowych i bioróżnorodności, generując tym samym wartość dla tych usług. Opracowanie pakietów motywacyjnych wymaga wkładu wielu sektorów; motywacja może mieć charakter regulacyjny (np. przyznawania zezwoleń i kontyngentów) lub dobrowolny (np. poprawa dostępu do rynku, etykietowanie lub certyfikacja produktów)³¹.

Należy jednak podkreślić, że nie docenia się roli ekosystemów generowanych przez akwakulturę. Europejski System Identyfikacji i Klasyfikacji Siedlisk [European Habitats Identification and Classification System] (EUNIS)³² uznaje siedliska rolnicze, ale już nie identyfikuje siedlisk akwakultury.

Drugi raport *Mapping and assessment of ecosystems and their services: Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020* [Mapowanie i ocena ekosystemów i ich usług: wskaźniki oceny ekosystemów w ramach Działania 5 Strategii Ochrony Różnorodności Biologicznej UE do 2020 r.] omawiają usługi ekosystemów słodkowodnych i morskich, jednak badają tylko rzeki, jeziora i małe zbiorniki wodne; nie wspominają o stawach ani o wodnych ekosystemach ekstensywnej hodowli małży.

Dzieje się tak, mimo że polikultura karpia i powiązanych gatunków w stawach jest ważnym źródłem zachowania bioróżnorodności. Po zaprzestaniu w ostatnich latach części tego typu hodowli ryb nastąpiła

²⁹ FAO identyfikuje różnorodne i lokalnie dostosowane systemy rolnicze i zarządza nimi za pomocą kreatywnych technik i praktyk doskonalonych od wielu lat. „Systemy Dziedzictwa Rolnego o Znaczeniu Globalnym” [Globally Important Agricultural Heritage Systems] (GIAHS) to wyjątkowe i estetyczne krajobrazy łączące w sobie bioróżnorodność rolniczą, odporne ekosystemy i cenne dziedzictwo kulturowe. Zlokalizowane w określonych miejscach na całym świecie, w zrównoważony sposób zapewniają mnogość towarów i usług, żywność i bezpieczeństwo życia milionom drobnych rolników.

³⁰ <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/valuation/en/>

³¹ <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/en/>.

³² https://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp?expand=#level_A.

lokalna utrata bioróżnorodności w zakresie roślin, ptaków i ssaków. Badania przeprowadzone w ciągu ostatnich kilku lat zidentyfikowały 41 potencjalnych usług ekosystemowych (10 zaopatrzeniowych, 20 regulacyjnych i utrzymania, 11 kulturowych), jakie mogłyby świadczyć ekosystemy wodne³³.

Tabela 3 – Potencjalne usługi ekosystemowe świadczone przez ekosystemy wodne (Willot i in., 2019)				
Usługi ekosystemowe	Sekcja	Grupa	Klasa	
Zaopatrzeniowe	Odżywianie	Biomasa	Dzkie zwierzęta i ich produkty	
			Zwierzęta z akwakultury in situ	
			Rośliny i glony z akwakultury in situ	
	Materiały	Woda	Woda powierzchniowa zdatna do picia	
		Woda	Woda powierzchniowa niezdatna do picia	
		Biomasa	Materiały wytworzone z roślin, alg i zwierząt do użytku rolniczego	
			Materiały genetyczne ze wszystkich biot	
			Włókna i inne materiały z roślin, alg i zwierząt do bezpośredniego wykorzystania lub przetwarzania	
		Energia	Źródła energii na bazie biomasy	Zasoby roślinne
Zasoby zwierzęce				
Regulacyjne i utrzymaniowe	Pośredniczenie w przetwarzaniu odpadów, toksyn i innych niedogodności	Pośredniczenie za pomocą biot	Bioremediacja za pomocą mikroorganizmów, alg, roślin i zwierząt	
		Pośredniczenie przez ekosystemy	Filtracja, sekwestracja, przechowywanie i akumulacja przez mikroorganizmy, glony, rośliny i zwierzęta	
			Filtracja, sekwestracja, przechowywanie i akumulacja przez ekosystemy	
	Pośredniczenie w przepływach	Przepływy masowe		Rozcieńczanie przez atmosferę, ekosystemy słodkowodne i morskie
				Stabilizacja masy i kontrola tempa erozji
		Płynne przepływy		Buforowanie i tłumienie przepływów masowych
				Utrzymanie cyklu hydrologicznego i przepływu wody
				Ochrona przed powodzią
	Zachowywanie warunków fizycznych,	Zachowywanie cyklu życia, ochrona siedlisk i puli genowych	Przepływ gazów/powietrza	Ochrona przed burzą
				Wentylacja i transpiracja
				Zapylenie i rozsiewanie nasion
				Zachowywanie produkcji szkółkarskich i siedlisk

³³ Willot, P.-A., J. Aubin, J.-M., Salles i A. Wilfart. (2019). Ecosystem service framework and typology for an ecosystem approach to aquaculture [Ramy i typologia usług ekosystemowych dla podejścia ekosystemowego do akwakultury]. *Aquacultures* 512, 734260. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734260>.

Tabela 3 – Potencjalne usługi ekosystemowe świadczone przez ekosystemy wodne (Willot i in., 2019)					
Usługi ekosystemowe	Sekcja	Grupa	Klasa		
	chemicznych i biologicznych	Zwalczanie szkodników i chorób	Kontrola populacji szkodników		
			Kontrola chorób		
		Formowanie i skład gleby	Procesy wietrzenia		
			Procesy rozkładu i utrwalania		
		Warunki wodne	Stan chemiczny wody słodkiej		
			Stan chemiczny wody morskiej		
		Skład atmosfery i regulacja klimatu	Globalna regulacja klimatu poprzez zmniejszenie stężenia gazów cieplarnianych		
			Mikroklimat i regionalne regulacje klimatyczne		
		Kulturowe	Fizyczne i intelektualne interakcje z biotą, ekosystemami oraz krajobrazami lądowymi i morskimi	Interakcje fizyczne i empiryczne	Empiryczne wykorzystanie roślin, zwierząt oraz krajobrazów lądowych i morskich w warunkach środowiskowych
					Fizyczne wykorzystanie krajobrazów lądowych i morskich w warunkach środowiskowych
Interakcje intelektualne i reprezentacyjne	Rozrywkowe				
	Naukowe				
	Edukacyjne				
Duchowe, symboliczne i inne interakcje z biotą, ekosystemami oraz krajobrazami lądowymi i morskimi	Duchowe i/lub emblematyczne		Estetyczne		
			Dziedzictwo, kultura		
	Pozostały wkład kulturowy		Symboliczne		
			Religijne		
			Egzystencjalne		
		Majątkowe			

4.1. Ekosystemy wodne ekstensywnej hodowli małży i świadczone przez nie usługi ekosystemowe

Od lat uznaje się, że niektóre organizmy posiadają znaczną zdolność do modyfikowania otaczającego je środowiska fizycznego, biologicznego lub chemicznego. Owi „inżynierowie ekosystemów” modulują środowisko, wpływając na bioróżnorodność i heterogeniczność krajobrazu na danym obszarze.

Jednym z przykładów są gęste skupiska osiadłych małży bentosowych z filtratorami, powszechne w wodach płytkich. Zazwyczaj nazywane rafami lub łożami małży, systemy te często służą tak ważnym strukturalnym i funkcjonalnym zastosowaniom w ekosystemach, że często klasyfikuje się je jako inżynierów ekosystemów³⁴. Ponadto takie naturalne skupiska małży³⁵ uznaje się za ekosystemy generujące usługi ekosystemowe³⁶.

Małże odgrywają kluczową rolę we wpływowaniu na, a nawet kontrolowaniu procesów, takich jak bioturbacja i filtracja wody, które podtrzymują morskie sieci pokarmowe i bioróżnorodność, a także napędzają cykl biogeochemiczny i modyfikują erozję osadów. Skupiska małży tworzą siedliska strukturalne zdolne obsługiwać wiele innych gatunków.

W ten sam sposób obszary, na których hodowane są skupiska małży, stanowią również ekosystemy z ingerencją człowieka – są to ekosystemy wodne służące do produkcji żywności jednocześnie świadczące usługi ekosystemowe. Należy tu pamiętać, że skupiskami małż zarządzają hodowcy skorupiaków i że w tego typu ekosystemach wodnych (zarejestrowanych jako wody zamieszkałe przez skorupiaki) wytwarzanie żywności jest zmaksymalizowane (usługi zaopatrzeniowe) w porównaniu z innymi usługami (np. usługą ograniczania erozji wybrzeża). Ekstensywne praktyki akwakultury w zakresie hodowli małży charakteryzują się wysokim stopniem zależności od naturalnego funkcjonowania i niskim poziomem interwencji.

Kilka niedawno opublikowanych prac zawiera przegląd badań naukowych związanych z usługami ekosystemowymi zapewnianymi zarówno przez naturalne skupiska małży, jak i akwakulturę³⁷.

³⁴ Jones, C.G., J.H. Lawton i M. Shachak. (1994). Organisms as ecosystem engineers [Organizmy jako inżynierowie ekosystemów]. *Oikos* 69, 373–386.

³⁵ Dame, R.F. (1996). *Ecology of marine bivalves: An ecosystem approach* [Ekologia małży morskich: podejście ekosystemowe]. Boca Raton, Floryda: CRC Press.

³⁶ Ysebaert, T., B. Walles, J. Haner i B. Hancock. (2018). Habitat modification and coastal protection by ecosystem-engineering reef-building bivalves [Modyfikacja siedlisk i ochrona wybrzeży przez inżynierię ekosystemową małży budujących rafy]. W *Goods and services of marine bivalves* [Produkty i usługi pochodzące z małży morskich] (A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen i Ø. Strand, Ed.). Cham, Szwajcaria: Springer, s. 253–273.

³⁷ Northern Economics, Inc. (2012). Valuation of ecosystem services from shellfish restoration, enhancement: A review of the literature [Wycena usług ekosystemowych pochodzących z odtworzenia i wzmacniania populacji skorupiaków: przegląd literatury]. Przygotowany dla Krajowej Służby Oceanicznej NOAA [National Ocean Services]: Program EPA REserv.

Smaal, A. C., Ferreira, J. G., Grant, J., Petersen, J. K. i Strand, Ø., Ed. (2018). *Goods and services of marine bivalves* [Produkty i usługi pochodzące z małży morskich]. Cham, Szwajcaria: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319->

Jeśli chodzi o hodowle małży, pierwszą usługą ekosystemową, jaką generują, jest dostarczanie naturalnej żywności. Chociaż muszle małży składają się z odmiennych materiałów, mogą być używane na wiele sposobów i mają wiele zalet³⁸:

- Usługi wspomagające, takie jak tworzenie siedlisk bogatych w bioróżnorodność, które są atrakcyjne dla drapieżników, np. ptaków morskich i mięsożernych ryb;

Usługi regulacyjne: regulacja przepływów składników odżywczych (redukcja eutrofizacji), poprawa jakości wody, sekwestracja węgla przez muszle (choć w środowisku naukowym nie ma konsensusu co do tej usługi³⁹), wspieranie wzrostu trawy morskiej i makroglonów itd. Na niektórych obszarach potencjał usuwania azotu i fosforu z eutroficznych wód przybrzeżnych uznano za transakcyjną usługę ekosystemową poprzez różne formy systemów płatności za usługi ekosystemowe⁴⁰;

- Usługi kulturowe: tworzenie unikalnych lokalnych krajobrazów, wkład w tworzenie tożsamości obszarów, w których te działania są tradycyjne, rozwój atrakcyjnych miejsc turystycznych itd.

96776-9.

van der Schatte Olivier, A., L. Jones, L. Le Vay, M. Christie, J. Wilson i S.K. Malham. (2018). A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture [Globalny przegląd usług ekosystemowych świadczonych przez akwakulturę małży]. *Reviews in Aquaculture* 12, 3–25 <https://doi.org/10.1111/raq.12301>.

McLeod, D.A. & C. McLeod. (2019). Review of the contribution of the contribution of cultivated bivalve shellfish to ecosystem services [Przegląd wkładu hodowlanych małży w usługi ekosystemowe]. Przegląd literatury naukowej zlecony przez Crown Estate Scotland.

Systema Environnement-Agnès Pouliquen (2019). Les services écosystémiques de la conchyliculture. CRC Bretagne-Nord; s. 80. <https://www.wikimer.org/wp-content/uploads/2021/03/Ecosyst%C3%A9mie%20RAPPORT%20FINAL.pdf>

³⁸ K.N. Kelley (2009). Use of recycled oyster shells as aggregate for previous concrete [Wykorzystanie muszli ostrych pochodzących z recyklingu jako kruszywa do produkcji betonu jamistego]. Praca magisterska. Uniwersytet Florydy, Gainesville, Floryda.

³⁹ Filgueira, R., T. Strohmeier i Ø. Strand. (2019). Regulating services of bivalve molluscs in the context of the carbon cycle and implications for ecosystem valuation [Regulowanie usług świadczonych przez małże w kontekście obiegu węgla i implikacje dla wyceny ekosystemów]. W *Goods and services of marine bivalves* [Produkty i usługi pochodzące z małży morskich] (A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen i Ø. Strand, Ed.). Cham, Szwajcaria: Springer, s. 231–251.

Moore, D. (2020). A biotechnological expansion of shellfish cultivation could permanently remove carbon dioxide from the atmosphere [Biotechnologiczna ekspansja hodowli skorupiaków z potencjałem trwałego usuwania dwutlenku węgla z atmosfery]. *Mexican Journal of Biotechnology* 5 (1), 1–10. <https://doi.org/10.29267/mxjb.2020.5.1.1>.

⁴⁰ Petersen, J.K., B. Hasler, K. Timmermann, P. Nielsen, D.B. Tørring, M.M. Larsen i M. Holmer. (2014). Mussels as a tool for mitigation of nutrients in the marine environment [Małże jako narzędzie poprawy jakości składników odżywczych w środowisku morskim]. *Marine Pollution Bulletin* 82, 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.006>.

Rose, J.M., S.B. Bricker, M.A. Tedesco i G.H. Wikfors. (2014). Role for shellfish aquaculture in coastal nitrogen management [Rola akwakultury skorupiaków w zarządzaniu poziomem azotu na terenach przybrzeżnych]. *Environmental Science & Technology* 48, 2519–2525. <https://doi.org/10.1021/es4041336>

Wśród usług ekosystemowych generowanych przez takie wodne ekosystemy wyróżnia się zdolność małży hodowlanych do pochłaniania azotu, fosforu i węgla z innych systemów. Dlatego też ten rodzaj akwakultury doskonale wpisuje się w Europejski Zielony Ład, który ma na celu poszukiwanie systemów produkcyjnych o niskim śladzie węglowym efektywnie wykorzystujących zasoby naturalne i pomagających ograniczyć eutrofizację wybrzeży.

Oto kilka przykładów potencjalnego łagodzącego wpływu na zmiany klimatyczne (absorbowanie dwutlenku węgla) i eutrofizację (absorbowanie azotu i fosforu) wodnych ekosystemów ekstensywnej hodowli małży:

- Hodowla małża japońskiego w lagunie Sacca di Goro (Włochy⁴¹) charakteryzuje się sekwestracją netto na poziomie 444,55 kg CO₂, 1,54 kg azotu i 0,31 kg fosforu rocznie;
- Nielsen i in. (2016)⁴² szacują, że hodowle małży w duńskim eutroficznym fiordzie (18,8 ha) usuwają 0,6-0,9 tony azotu / ha⁻¹ rocznie⁻¹;
- Ferreira i in. (2007)⁴³ szacują, że hodowla ostryg o powierzchni ok. 0,61 hektara (1,5 akrów) pozwoliłaby wychwytywać netto 9,7 ton azotu rocznie.

Ferreira i Bricker (2016)⁴⁴ podają, że w przypadku rocznej produkcji małży w Europie wynoszącej ponad 700 000 ton szacuje się, że generuje ona usuwanie azotu na poziomie 46 800 ton rocznie⁻¹, co odpowiada 14 × 10⁶ ekwiwalentu populacji i minimalnej wartości 507 milionów euro.

⁴¹ Turolla, E., G. Castaldelli, E.A. Fano i E. Tamburini. (2020). Life cycle assessment (LCA) proves that Manila clam farming (*Ruditapes Philippinarum*) is a fully sustainable aquaculture practice and a carbon sink [Ocena cyklu życia (LCA) dowodzi, że hodowla małża japońskiego (*Ruditapes Philippinarum*) jest w pełni zrównoważoną praktyką akwakultury i pochłania dwutlenek węgla]. *Sustainability* 12 (13), 5252–5263. <https://doi.org/10.3390/su12135252>.

⁴² Nielsen, P., P.J. Cranford, M. Maar i J.K. Petersen. (2016). Magnitude, spatial scale and optimization of ecosystem services from a nutrient extraction mussel farm in the eutrophic Skive Fjord, Denmark [Wielkość, skala przestrzenna i optymalizacja usług ekosystemowych pochodzących z hodowli omułków pobierającej składniki odżywcze w eutroficznym fiordzie Skive w Danii]. *Aquaculture Environment Interactions* 8, 311–329. <https://doi.org/10.3354/aei00175>.

⁴³ Ferreira, J.G., A.J.S. Hawkins i S.B. Bricker. (2007). Management of productivity, environmental effects and profitability of shellfish aquaculture: The Farm Aquaculture Resource Management (FARM) model [Zarządzanie wydajnością, wpływem na środowisko i opłacalnością akwakultury skorupiaków: model zarządzania zasobami akwakultury w gospodarstwie]. *Aquaculture* 264, 160–174. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.017>.

⁴⁴ Ferreira, J.G. i S.B. Bricker. (2016). Goods and services of extensive aquaculture: Shellfish culture and nutrient trading [Produkty i usługi pochodzące z małży morskich: hodowla skorupiaków i handel składnikami odżywczymi]. *Aquaculture International* 24, 803–825. <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9949-9>.

Ze względu na ich rolę we wzmacnianiu bioróżnorodności, hodowle skorupiaków modyfikują strukturę lokalnego siedliska oraz zbiorowisk fauny i flory. Wprowadzenie ich do otwartego morza oraz na przedbrzeżu struktur uprawnych generuje nowe siedliska. Muszle i struktury kulturowe małży są skolonizowane przez gatunki epibentosowe: pąkle, mszywioty, ascydy, gąbki, makroalgi itd.; dzika przyroda znajduje pożywienie i schronienie na obszarach hodowli skorupiaków. Tego typu akwakultura wspiera rozwój różnorodnych i bardziej produktywnych zbiorowisk zwierząt i roślin, porównywalnych z naturalnymi rafami małżowymi⁴⁵.

W kwestii usług kulturowych, oszacowanie znaczenia ekstensywnej hodowli skorupiaków nie jest łatwe. Akwakultura mięczaków jest częścią dziedzictwa kulturowego kilku regionów europejskich, a każde terytorium cechują odmienne, typowe dla niego długowieczne praktyki i tradycje kulinarne. Ponadto obszary hodowli małży, takie jak skupiska tratw w Galicji czy bouchots w Normandii, są częścią bogatego dziedzictwa europejskiego krajobrazu. Małże są uznanym elementem turystyki kulturowej, a w

⁴⁵ Iglesias, J. (1981). Spatial and temporal changes in the demersal fish community of the Ría de Arousa (NW Spain) [Przestrzenne i czasowe zmiany w społeczności ryb dennych w Ría de Arousa (północno-zachodnia Hiszpania)]. *Marine Biology* 65, 199–208. <https://doi.org/10.1007/BF00397086>.

Romero, P., E. Gozalez-Gurriarán i E. Penas. (1982). Influence of mussel rafts on spatial and seasonal abundance of crabs in the Ría de Arousa, NW Spain [Wpływ hodowli omułków z wykorzystaniem tratw na przestrzenną i sezonową liczebność krabów w Ría de Arousa w północno-zachodniej Hiszpanii]. *Marine Biology* 72, 201–210. <https://doi.org/10.1007/BF00396921>.

Fernández, L., J. Freire i E. González-Gurriarán. (1995). Diel feeding activity of demersal fishes in the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain): An area of intense mussel raft culture [Aktywność żerowania ryb dennych w Ría de Arousa (Galicja, północno-zachodnia Hiszpania): obszar intensywnej hodowli omułków z wykorzystaniem tratw]. *Cahiers de Biologie Marine* 36, 141–151. <http://dx.doi.org/10.21411/CBM.A.EF69AA4C>.

Freire, J. i E. González-Gurriarán. (1995). Feeding ecology of the velvet swimming crab *Necora puber* in mussel raft areas of the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain) [Ekologia żywienia kraba *Necora puber* na obszarach tratw małżowych w Ría de Arousa (Galicja, NW Hiszpania)]. *Marine Ecology Progress Series* 119, 139–154. <https://www.int-res.com/articles/meps/119/m119p139.pdf>.

McKindsey C.W., P. Archambault, M.D. Callier i F. Olivier. (2011) Influence of suspended and off-bottom mussel culture on the sea bottom and benthic habitats: A review [Wpływ hodowli omułków zawieszonych i przydennych na dno morskie i siedliska bentosowe: przegląd]. *Canadian Journal of Zoology* 89, 622–646. <https://doi.org/10.1139/z11-037>.

Díaz López, B. i S. Methion. (2017). The impact of shellfish farming on common bottlenose dolphins' use of habitat [Wpływ hodowli skorupiaków na wykorzystanie siedlisk przez delfiny butlonose]. *Marine Biology* 164, 83. <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3125-x>.

Callier, M.D., C.J. Byron, D.A. Bengtson, P.J. Cranford, S.F. Cross, U. Focken, H.M. Jansen, P. Kamermans, A. Kiessling, T. Landry, F. O'Beirn, E. Petersson, R.B. Rheault, Ø. Strand, K. Sundell, T. Svåsand, G. H. Wikfors, C.W. McKindsey. (2018). Attraction and repulsion of mobile wild organisms to finfish and shellfish aquaculture: A review [Przyciąganie i zniechęcanie mobilnych dzikich organizmów do akwakultury ryb i skorupiaków: przegląd]. *Reviews in Aquaculture* 10, 924–949. <https://doi.org/10.1111/raq.12208>.

Craeymeersch, J.A. i H.M. Jansen. (2019) Bivalve assemblages as hotspots for biodiversity [Zbiorowiska małży jako generatory bioróżnorodności]. W *Goods and services of marine bivalves* [Produkty i usługi pochodzące z małży morskich] (A.C. Smaal, J.G. Ferreira, J. Grant, J.K. Petersen i Ø. Strand, Ed.). Cham, Szwajcaria: Springer, s. 275–294. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9_14.

niektórych regionach Europy istnieje silna tradycja ich spożywania. Niektóre z tych małży są uznawane za unikalne źródła pożywienia w ramach europejskiego systemu jakości na podstawie ich pochodzenia. Wreszcie, jednym z popularnych w Europie symboli jest przegrzebek (symbol św. Jakuba), którego wizerunek oglądają pielgrzymi w drodze do sanktuarium w Santiago de Compostela.

W niedawnych badaniach oceniono⁴⁶ i wyceniono⁴⁷ wszystkie korzyści płynące z usług ekosystemowych akwakultury małży. Wskazano, że niektóre usługi niekomercyjne mogą być warte co najmniej ponad połowę globalnej wartości produkcji i przyznano, że faktyczna wartość owych usług niekomercyjnych będzie prawdopodobnie znacznie wyższa, chociaż nie da się ich łatwo wyrazić w liczbach.

Podsumowując, ekstensywna hodowla małży jest źródłem ekosystemów akwakultury świadczących usługi ekosystemowe i wzbogacających produkcyjną i krajobrazową różnorodność UE.



Ryc. 3. Delfiny butlonose skaczące wśród tratw w Galicji. Zdjęcie dzięki uprzejmości: Bottlenose Dolphin Research Institute (BDRI).

⁴⁶ Gentry, R.R., H.K. Alleway, M.J. Bishop, C.L. Gillies, T. Waters i R. Jones. (2019). Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services [Badanie potencjału akwakultury morskiej w zakresie wkładu w usługi ekosystemowe]. *Reviews in Aquaculture* 12 (2), 499–512. <https://doi.org/10.1111/raq.12328>.

⁴⁷ van der Schatte Olivier, A., L. Jones, L. Le Vay, M. Christie, J. Wilson i S.K. Malham. (2018). A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture [Globalny przegląd usług ekosystemowych świadczonych przez akwakulturę małży]. *Reviews in Aquaculture* 12 (1), 3–25. <https://doi.org/10.1111/raq.12301>.



Ryc. 4. (a) Tratwy małży w Galicji (Hiszpania) są doskonałym zerowiskiem dla ptaków morskich. Zdjęcie dzięki uprzejmości: Xoán Diéguez; (b) Hodowla małży w Sacca di Scardovari (Włochy). Zdjęcie dzięki uprzejmości: Roberto Trombetta.



Ryc. 5. (a) Anne Marquet pracuje przy swojej hodowli ostryg u wybrzeży La Teste-de-Buch (Francja). Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©Philippe LOPEZ; (b) Hodowla małży w Pays de la Loire. Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©CRC Pays de la Loire – A. Lebourg.

4.2. Obszary podmokłe i stawy rybne tworzące hodowlane ekosystemy wodne oraz generowane przez nie usługi ekosystemowe

Półnaturalne tereny podmokłe i stawy (ekosystemy hodowli ryb), które powstały bezpośrednio w związku z hodowlą w stawach, wykorzystywanych głównie do hodowli karpia i gatunków pokrewnych, mają długą, ponadtysiącletnią historię⁴⁸. Dlatego też powszechnie uważa się, że nie są to tereny podmokłe stworzone przez człowieka, ale naturalne.



Ryc. 6. Charakterystyczny staw rybny o dużej powierzchni używany w hodowli karpia w Hortobágy na Węgrzech. Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©Béla Halasi-Kovács.

Zarówno naturalne, jak i półnaturalne tereny podmokłe są szczególnie istotne w procesie sekwestracji dwutlenku węgla⁴⁹. Zapewniają również szeroki zakres innych usług, takich jak ochrona przeciwpowodziowa oraz zaopatrzenie w wodę, zarządzanie i oczyszczanie, oferując jednocześnie możliwości rekreacyjne i turystyczne⁵⁰. Dobrobyt znacznej liczby ptaków i ssaków zależy od słodkowodnych terenów podmokłych służących im do rozmnażania się lub żerowania⁵¹; tereny tego typu to jedne z najbardziej produktywnych ekosystemów na planecie⁵².

⁴⁸ Nash, C. E. (2011). *The history of aquaculture [Historia akwakultury]*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.

⁴⁹ Cavallaro, N., G. Shrestha, R. Birdsey, M. A. Mayes, R. G. Najjar, S. C. Reed, P. Romero-Lankao i Z. Zhu, Ed. (2018). *Second state of the carbon cycle report (SOCCR2): A sustained assessment report* [Raport dotyczący drugiego obiegu węgla (SOCCR2): raport z ciągłej oceny]. Washington, DC: U.S Global Change Research Program (USGCRP).

⁵⁰ Villa, J. i B. Bernal. (2018). Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework [Sekwestracja węgla na terenach podmokłych, od nauki do praktyki: przegląd procesu biogeochemicznego, metod pomiarowych i ram polityk]. *Ecological Engineering* 114, 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.037>.

⁵¹ BirdLife International. (2018). *State of the world's birds: Taking the pulse of the planet* [Stan ptactwa na świecie: badanie pulsu planety]. Cambridge: BirdLife International.

⁵² Schlesinger, W.H. i E.S. Bernhardt. (2013). *Biogeochemistry: An analysis of global change* [Biogeochemia: analiza zmian globalnych] (3 edycja). Boston, Massachusetts: Academic Press.



Ryc. 7. Tradycyjnie stawy zarybiane są jesienią lub wczesną wiosną; hodowla karpia w Waldviertel w północno-zachodniej Austrii. Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©Florian Kainz/Archiv Aqua.



Ryc. 8. Hodowle karpia w stawach również przyczyniają się do ochrony terenów podmokłych; Larga Jijia Ramsar, Rumunia. Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©ROMFISH.

Obszar zajmowany przez akwakulturę w postaci stawów w obrębie UE wynosi około 360 000 ha⁵³; większość gospodarstw akwakultury stawowej została włączona do sieci ekologicznej Natura 2000, ponieważ spełniały wymagania dotyczące danych ilościowych i jakościowych. Był to pierwszy krok w pośrednim uznaniu jednej z usług, jakie tego typu akwakultury świadczą w obrębie ochrony bioróżnorodności. Stawy te są bazą sieci Natura 2000 pod względem usług ekosystemów wodnych i bioróżnorodności ptactwa wodnego zamieszkującego silnie zmodyfikowane zbiorniki, zgodnie z definicją zawartą w ramowej dyrektywie wodnej UE.

Ekosystemy wodne mają ogromne znaczenie dla wszystkich gatunków oraz dla wszystkich funkcji i usług ekosystemowych. Siedliska o szczególnym znaczeniu dla żywności i rolnictwa obejmują sztuczne

⁵³ <https://www.eumofa.eu/documents/20178/442176/Freshwater+aquaculture+in+the+EU.pdf>

siedliska wodne, takie jak stawy akwakulturowe, grunty nawadniane i sezonowo zalewane grunty rolne⁵⁴.

Z ekologicznego punktu widzenia stawy rybne bazują na naturalnych warunkach siedlisk podmokłych, a zarządzanie nimi ma na celu sztuczne wzmocnienie tych procesów w celu zwiększenia produktywności. Produkcja stawowa w Unii Europejskiej skupia się głównie na karpniu pospolitym i cechuje się charakterystycznym składem wiekowym i gatunkowym. Stawy rybne funkcjonują jako otwarty system ekologiczny, w którym procesy naturalne i technologiczne są synergiczne i nie można ich od siebie odseparować. Oznacza to również, że produkcja w stawach rybnych jest dobrym przykładem gospodarki o obiegu zamkniętym, ponieważ opiera się na odnawianiu zasobów naturalnych. W rezultacie powstaje ekosystem stawów rybnych; poza podstawową produkcją karpia pospolitego ma on jeszcze większą wartość przyrodniczą⁵⁵. W wyniku technologii hodowli w stawach powstaje specyficzny ekosystem stawów rybnych, ściśle powiązany z naturalnymi siedliskami podmokłymi. Chociaż jest to system stworzony przez człowieka, charakter obiegu składników odżywczych jest identyczny z naturalnymi półstatycznymi terenami podmokłymi. Ekosystem stawów rybnych jest podobny do naturalnych wodnych systemów ekologicznych również pod względem złożoności. Większe obszarowo jednorodne siedliska (np. otwarte wody, suche dno stawu, trzcinowiska) pozwalają na istnienie większej różnorodności poszczególnych taksonów niż w siedliskach naturalnych; ogólnie jednak bioróżnorodność stawów rybnych jest niższa niż w przypadku ich naturalnych odpowiedników. Mimo to w ciągu ostatnich dekad stawy hodowlane były wielokrotnie obwoływane regionalnymi generatorami bioróżnorodności, zapewniającymi siedliska i schronienie niektórym z najbardziej zagrożonych zwierząt zamieszkujących tereny podmokłe⁵⁶.

⁵⁴ J. Bélanger i D. Pilling, Ed. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture [Stan światowej bioróżnorodności w zakresie żywności i rolnictwa]*. Rzym: Komisja FAO ds. Zasobów Genetycznych dla Wyżywienia i Rolnictwa [FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments]. <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>.

⁵⁵ Halasi-Kovács, B. (2008) Conservational significance of the Hortobágy Fishfarm, the natural values of the fishponds [Znaczenie utrzymaniowe hodowli rybnej Hortobágy, walory przyrodnicze stawów rybnych]. Rękopis. (po węgiersku).

Turkowski, K. i A. Lirski. (2011) Pozaprodukcyjne funkcje stawów rybnych i ich ewentualna ocena ekonomiczna. W Lirski A. i A. Pyć, Ed., *Chów karpia w Europie: stan obecny, trudności, perspektywy*. Olsztyn, Polska: IRŚ Olsztyn.

⁵⁶ Hill, M.J., C. Hassall, B. Oertli, L., Fahrig, B., Robson, J. Biggs, M. Samways, N. Usio, N. Takamura, J. Krishnaswamy i P.J. Wood. (2018). New policy directions for global pond conservation [Nowe kierunki w polityce globalnej ochrony stawów]. *Conservation Letters* 11, e12447. <https://doi.org/10.1111/conl.12447>.



Ryc. 9. Zróżnicowane typy siedliskowe stawów rybnych są strategicznymi elementami ochrony bioróżnorodności plectwa wodnego; aspekt jesienny z niskim poziomem wód, po zbiorach, Węgry. Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©László Csiszár.

Ten rodzaj tradycyjnej akwakultury stanowi element lokalnych systemów rolniczych i regionalnych ekosystemów społecznych. Jest zarządzany zgodnie z ogólnymi strategiami rolników dotyczącymi wykorzystania zdolności do pracy i zasobów środowiska. Tradycyjna akwakultura, zwana również „akwakulturą zintegrowaną”, wykorzystuje gatunki o niskim poziomie troficznym (mięsożerne, planktonożerne) i zwykle stosuje kombinowaną formułę obsady zawierającą wszystkie poziomy troficzne.

Poza istotnymi wartościami związanymi z ochroną, społeczności te mają potencjał do świadczenia usług ekosystemowych dla ludzi⁵⁷. W oparciu o wyniki najnowszego studium przypadku z Węgier, ekstensywna lub średniointensywna akwakultura może świadczyć usługi zaopatrzeniowe, włączając w to naturalny odłów ryb, produkcję trzciny, paszy dla zwierząt wypasanych i drewno opałowe. Usługi ekosystemowe typu regulacyjnego i utrzymaniowego mogą obejmować regulację klimatu, sekwestrację i składowanie dwutlenku węgla, regulację jakości powietrza oraz ilości i jakości wody. W przypadku kulturowych usług ekosystemowych, tradycyjna akwakultura może zapewniać wartości estetyczne, dziedzictwo kulturowe i inspirację, możliwości badań naukowych, edukacji ekologicznej i rekreacji⁵⁸. Badania naukowe sugerują też inne potencjalne usługi ekosystemowe związane z akwakulturą⁵⁹.

⁵⁷ Willot, P.-A., J. Aubin, J.-M., Salles i A. Wilfart. (2019). Ecosystem service framework and typology for an ecosystem approach to aquaculture [Ramy i typologia usług ekosystemowych dla podejścia ekosystemowego do akwakultury]. *Aquacultures* 512, 734260. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734260>.

⁵⁸ Palásti, P., M. Kiss, A. Gulyás i E. Kerepeczki. (2020). Expert knowledge and perceptions about the ecosystem services and natural values of Hungarian fishpond systems [Wiedza ekspercka i spostrzeżenia na temat usług ekosystemowych i wartości przyrodniczych węgierskich systemów stawów rybnych]. *Water* 12, 2144. <https://doi.org/10.3390/w12082144>.

⁵⁹ Willot, P.-A., J. Aubin, J.-M., Salles i A. Wilfart. (2019). Ecosystem service framework and typology for an ecosystem

Jeśli chodzi o ilościowe określenie i wycenę wkładu hodowli ryb w stawach karpionych w usługi ekosystemowe, istnieje niewiele źródeł, ale opublikowano pewne wyniki badań w Europie Środkowej i Wschodniej. Na przykład łączną wartość usług ekosystemowych świadczonych przez stawy karpione w Polsce wyceniono na 52 857 euro/ha⁶⁰. Wstępne badania na tym samym polu przeprowadzone w Niemczech podają kwotę 16 051 euro/ha rocznie.⁶¹ W Czechach usługa ekosystemowa polegająca na usuwaniu azotu i fosforu przez stawy karpione została wyceniona na 2 300 euro/ha rocznie⁶². Na Węgrzech niedawny raport⁶³ analizujący m.in. ekonomiczną ocenę wartości przyrodniczych i usług ekosystemowych stawów rybnych podkreśla złożoność oceny różnych usług ekosystemowych oraz potrzebę zastosowania interdyscyplinarnego podejścia w celu określenia hipotetycznych, ale prawdopodobnych wartości takich usług, które nie są związane z system wsparcia finansowego.

Korzystanie z usług ekosystemowych stanowi solidną podstawę dla rozwoju zrównoważonych, wielofunkcyjnych hodowli ryb. Główną przewagą takich systemów nad tradycyjnymi jest to, że oprócz sprzedaży ryb, można również uzyskać przychody z innych usług, zarówno zaopatrzeniowych, jak i kulturowych, co przynajmniej częściowo rekompensuje straty lub dodatkowe koszty wynikające z bezpośredniego lub pośredniego oddziaływania utrzymania bioróżnorodności w gospodarstwach (np. przetrzebiecie stad ryb przez chronione gatunki ptaków żywiących się rybami, takich jak kormoran zwyczajny – *Phalacrocorax carbo*⁶⁴). „Dokarmianie” rybożernych ptaków i ssaków na koszt hodowcy nie jest uwzględniane w systemie rachunkowym i nie może być zgłaszane organom podatkowym.

approach to aquaculture [Ramy i typologia usług ekosystemowych dla podejścia ekosystemowego do akwakultury]. *Aquacultures* 512, 734260. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734260>.

⁶⁰ Turkowski, K. i A. Lirski. (2011) Pozaprodukcyjne funkcje stawów rybnych i ich ewentualna ocena ekonomiczna. W Lirski A. i A. Pyć, Ed., *Chów karpia w Europie: stan obecny, trudności, perspektywy*. Olsztyn, Polska: IRŚ Olsztyn.

⁶¹ Seitel, C. i M. Oberle. (2019). Ökosystemdienstleistung der Karpfenteichwirtschaft. *Fischer & Teichwirt* 11, 409–412.

⁶² Koushik, R., J. Vrba S. Koushik i J. Mráz. (2020). Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors [Ślad środowiskowy związany z żywnością i usługi ekosystemowe hodowli karpia w europejskich stawach rybnych w porównaniu do sektorów upraw i hodowli w UE]. *Journal of Cleaner Production* 270, 122268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122268>.

⁶³ Podstawa Rozwoju Nauk Rybackich – Instytut Badawczy Rybactwa i Akwakultury [Research Institute for Fisheries and Aquaculture] NAIK. (2020). Role of freshwater pond aquaculture in the maintenance of natural values of wetland habitats [Rola akwakultury stawów słodkowodnych w zachowaniu walorów przyrodniczych siedlisk podmokłych]. Szarvas. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620323155>

⁶⁴ Bozáné Békefi, E., G. Gyalog i L. Váradi. (2017). A multifunkcionális halgazdaságok szerepe és jelentősége. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok* 12 (1–2), 121–125. <https://doi.org/10.14232/jtgf.2017.1-2.121-125>.

4.3. Usługi ekosystemów akwakultury w wodach przybrzeżnych i lagun

Laguny znajdują się pod stałą presją działalności człowieka i są jednym z najbardziej zagrożonych typów ekosystemów na świecie. Presja ta pochodzi głównie spoza sektora akwakultury i wynika z zanieczyszczeń, odprowadzania do lagun nawozów rolniczych, ścieków miejskich, zanieczyszczeń przemysłowych metalami ciężkimi i PCB oraz nadmierną ochroną ptaków rybożernych, co prowadzi do zaburzenia równowagi biogeochemicznej kluczowej dla funkcjonowania ekosystemu laguny.

Niektóre z efektów, jakie akwakultura wywołuje w stanie ekologicznym lagun, zostały naprawione, podczas gdy inne zwracają uwagę rolników i badaczy. Ogólny wkład akwakultury wszystkich typów lagun w ekosystemy jest pozytywny; już sam fakt, że tradycyjna akwakultura od setek lat kwitła w tych ekosystemach świadczy o potrzebie wprowadzenia lepszej i bardziej wspierającej polityki. Utrzymanie dużej stabilności ekologicznej jest podstawą długoterminowej opłacalności akwakultury na lagunie. Laguny przybrzeżne nie przetrwałyby bez ciągłego zarządzania przez lokalne społeczności (hodowców ryb i rybaków) mającego na celu poprawę w zakresie produkcji ryb lub polowań, co umożliwiłoby nie tylko fizyczną ochronę tych środowisk, ale także zachowanie ich cennej bioróżnorodności. W rzeczywistości działalność człowieka, która naśladuje naturalne procesy i dynamikę, jak opisano w niniejszych zaleceniach, pozwala przetrwać nie tylko społecznościom ekologicznym, ale także działalnościom gospodarczym.



Ryc. 11. Laguny przybrzeżne w Zatoce Kadyksu (Hiszpania). Zdjęcie dzięki uprzejmości: ©J.C. Macias, 2011.

Podobnie jak w przypadku innych rodzajów akwakultury, ocena usług ekosystemowych w przypadku wszystkich form akwakultury w lagunach wykazała kilka czynników: zaopatrzenie w żywność (ryby i skorupiaki), magazynowanie słodkiej wody, równowagę hydrologiczną, oczyszczanie wody, regulację klimatu, ochronę przeciwpowodziową, produkcję tlenu, żyzność, rekreację i ekoturystykę. „Ochrona

lagun jest zatem istotna ze względu na ich znaczenie ekologiczne, włączając w to cenne usługi ekosystemowe, jakie świadczą na korzyść człowieka”.⁶⁵

Pozostałe dwa kroki w kierunku holistycznego podejścia do usług ekosystemowych świadczonych nie tylko przez laguny, ale także przez inne rodzaje akwakultury, kwantyfikacje i wyceny, wciąż czekają na standaryzację jaka ma nastąpić w wyniku wspólnych naukowych wysiłków rolników, ekonomistów, ekologów i naukowców zajmujących się środowiskiem. Dostępne dane pokazują na przykład, że usługi kulturowe ekosystemu zapewniane przez Lagunę Wenecką szacuje się na 530 mln euro rocznie, czyli 12 mln euro/km², ale niewiele jest badań na temat konkretnego wkładu akwakultury w ten wynik.

5. Wnioski

Hodowla małży oraz ekstensywna i półintensywna hodowla ryb w stawach i ujściach rzek to w Europie zajęcia o długiej tradycji, które dostarczają wysokiej jakości i zdrowej żywności, stanowiącej część bogatej gastronomii europejskiej.

Omawiane typy akwakultury przyczyniają się do zwiększania bezpieczeństwa żywnościowego i dobrobytu społeczności wiejskich i przybrzeżnych w wielu regionach UE poprzez tworzenie wartości i miejsc pracy.

Dobrze zarządzane stawy rybne, laguny i ujścia rzek oraz akwakultury małży znacząco przyczyniają się do zachowania i poprawy stanu środowiska, utrzymania bioróżnorodności związanej z ekosystemami wodnymi i generują usługi ekosystemowe dla społeczeństwa, które nie zawsze są dostrzegane i doceniane.

Specyfika tych akwakultur pod względem zarówno usług ekosystemowych, jak i potrzeb powinna być lepiej zrozumiana i uznana przez decydentów politycznych i opinię publiczną.

6. Zalecenia

⁶⁵ Newton, A., A. Brito, J. Icely, V. Derolez, I. Clara, S. Angus, G. Schernewski, M. Inácio, A. Lillebø, A. Sousa, B. Béjaoui, C. Solidoro, M. Tosic, M. Cañedo-Argüelles, M. Yamamuro, S. Reizopoulou, H.-C. Tseng, D. Canu, L. Roselli, M. Maanan, S. Cristina, A. Ruiz-Fernández, R. de Lima, B. Kjerfve, N. Rubio-Cisneros, A. Pérez-Ruzafa, C. Marcos, R. Pastres, F. Pranovi, M. Snoussi, J. Turpie, Y. Tuchkovenko, B. Dyack, J. Brookes, R. Povilanskas i V. Khokolov. (2018). Assessing, quantifying and valuing the ecosystem services of coastal lagoons [Ocena, kwantyfikacja i wycena usług ekosystemowych lagun przybrzeżnych]. *Journal of Natural Conservation* 44, 50–65. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.02.009>.

6.1. Zalecenia dotyczące hodowli skorupiaków

6.1.1. Środki, jakie należy uwzględnić w krajowych planach dotyczących akwakultury

- 1) Ekosystemy akwakultury wywodzące się z ekstensywnej hodowli małży (ekosystemy hodowli skorupiaków) należy uznać za część dziedzictwa naturalnego związanego z działalnością produkcyjną człowieka;
- 2) Wody zamieszkałe przez skorupiaki muszą być skutecznie chronione, ponieważ zwierzęta te są szczególnie wrażliwe na obniżenie jakości wody;
- 3) Należy promować spójność między rejestrami wodnymi dotyczącymi hodowli skorupiaków a ich ochroną, zgodnie z ramową dyrektywą wodną UE oraz odpowiednimi regulacjami i wsparciem usług ekosystemowych związanych z hodowlą skorupiaków, zgodnie z unijną strategią różnorodności biologicznej;
- 4) Usługi ekosystemowe świadczone przez hodowle skorupiaków należy badać, oceniać i podkreślać poprzez finansowanie badań nad tymi usługami zapewnionymi przez ekosystemy wodne;
- 5) Produkty hodowli skorupiaków, związane z nimi szczegółowe informacje, historię i tradycję należy promować poprzez działania i kampanie marketingowe (zgodnie ze strategią „od pola do stołu”);
- 6) Ludzie – hodowcy skorupiaków – którzy utrzymują i chronią te ekosystemy wodne i ich usługi, muszą być zdecydowanie docenieni i wspierani;
- 7) Aby wzmocnić strukturę społeczną sektora produkcji skorupiaków, reprezentatywne struktury sektora powinny być chronione przez podmioty zarządzające oficjalnymi unijnymi znakami jakości (PDO, PGI, GTS);
- 8) Należy ułatwiać i promować włączanie młodych ludzi do ekstensywnej hodowli skorupiaków;
- 9) Należy wspierać działania mające na celu zwiększanie świadomości społecznej w zakresie wspierania zrównoważonej akwakultury małży jako systemów produkcji żywności, które generują usługi ekosystemowe charakteryzują się niskim śladem węglowym i wzbogacaniem bioróżnorodności;

10) Należy promować spożywanie naturalnego i zdrowego białka zwierzęcego wytwarzanego poprzez ekstensywną akwakulturę skorupiaków, zwłaszcza wśród dzieci i młodzieży (zgodnie ze strategią „od pola do stołu”).

6.1.2. Działania po stronie Komisji Europejskiej

- 1) Docenianie i odpowiednie wspieranie roli i znaczenia hodowli skorupiaków dla społeczeństwa, wraz z lokalną wiedzą i długoletnimi tradycjami oraz usługami ekosystemowymi;
- 2) Racjonalizacja procedur administracyjnych związanych z hodowlą skorupiaków;
- 3) Gromadzenie wiedzy naukowej na temat wartości przyrodniczych i usług ekosystemowych akwakultury skorupiaków;
- 4) Przestrzeganie zaleceń AAC w kwestii opracowania wytycznych dotyczących skorupiaków (czerwiec 2020 – AAC 2020-05) oraz zaleceń AAC „Ochrona wód zamieszkałych przez skorupiaki” (październik 2019);
- 5) Uwzględnienie pozytywnych aspektów generowanych przez wody z hodowlami mięczaków w walce z eutrofizacją wybrzeży i zmianami klimatycznymi w celu formułowania i wspierania działań w zakresie rozwoju europejskiej polityki na rzecz Zielonego Ładu i ochrony bioróżnorodności;
- 6) Rozwój platform wiedzy zawierających wyniki badań dotyczących usług ekosystemowych pochodzących z akwakultury skorupiaków i jej wartości przyrodniczej;
- 7) Promowanie rozbudowanego programu rozpowszechniania tych wyników w celu szerzenia wiedzy w społeczeństwie;
- 8) Wspieranie, zachowywanie i wzmacnianie usług ekosystemowych pochodzących z akwakultury skorupiaków;
- 9) Określenie strat produkcyjnych powodowanych w hodowlach małży przez gatunki objęte specjalną ochroną oraz ustalenie mechanizmów wsparcia i rekompensaty dla producentów.

6.2. Zalecenia dotyczące akwakultury ryb w stawach, lagunach i ujściach rzek

6.2.1. Środki, jakie należy uwzględnić w krajowych planach dotyczących akwakultury

- 1) Zapewnienie odpowiednich regulacji i wsparcia dla usług ekosystemowych hodowli ryb w stawach, lagunach i ujściach rzek (zgodnie z unijną strategią bioróżnorodności);
- 2) Wprowadzenie skoordynowanego planowania przestrzennego dla wód i gruntów oraz zapewnienie odpowiedniego przydziału przestrzeni dla akwakultury w celu świadczenia usług ekosystemowych i uproszczenia procedur biurokratycznych zarówno w zakresie dostępu do przestrzeni, jak i licencjonowania, aby zapewnić długoterminowe istnienie tego rodzaju akwakultury;
- 3) Zapewnienie szczególnego wsparcia na rzecz utrzymania funkcjonalności gospodarstw w stawach, lagunach i ujściach rzek w celu zachowania terenów podmokłych;
- 4) Zapewnienie szczególnego wsparcia w łączeniu krótkich wiejsko-miejskich sieci pokarmowych z lokalnymi rynkami w celu utrzymania bioróżnorodności na poziomie lokalnym;
- 5) Badania finansowe dotyczące usług ekosystemowych świadczonych przez hodowle ryb w stawach, lagunach i ujściach rzek;
- 6) Promowanie produktów hodowli w stawach rybnych, ich cech charakterystycznych i roli polikultury poprzez działania i kampanie marketingowe (zgodnie ze strategią „od pola do stołu”);
- 7) Wspieranie programów edukacyjnych w ekstensywnych i półintensywnych działaniach w zakresie akwakultury, zapobieganie ich nieatrakcyjności i porzucaniu przez młode pokolenie rolników;
- 8) Rozwój platform wiedzy zawierających wyniki badań dotyczących usług ekosystemowych pochodzących z akwakultury;
- 9) Wdrażanie skutecznych planów zarządzania drapieżnikami rybożernymi obejmujących wydry, kormorany, czaple itp.

6.2.2. Działania po stronie Komisji Europejskiej

- 1) Docenianie i odpowiednie wspieranie roli i znaczenia hodowli skorupiaków dla społeczeństwa, wraz z lokalną wiedzą i długoletnimi tradycjami oraz usługami ekosystemowymi;

- 2) Przedstawienie przeglądu stosowania art. 54 (R508/2014) w państwach członkowskich;
- 3) Ograniczenie procedur administracyjnych dla tego typu hodowli ryb oraz dla innych systemów mających pozytywny wpływ na środowisko, włączając w to skorupiaki i glony;
- 4) Gromadzenie wiedzy naukowej na temat wartości przyrodniczej i usług ekosystemowych akwakultury ryb, zwłaszcza tradycyjnej europejskiej akwakultury w stawach i lagunach;
- 5) Rozważenie pozytywnych aspektów obszarów wodnych zapewnianych przez omawiane systemy rolne, co pozwoli sformułować dokumenty o znaczeniu politycznym zawierające działania przeciwko zmianom klimatycznym (zgodnie z np. Zielonym Ładem);
- 6) Ocena wkładu i wpływu wytycznych wydanych w sprawie ramowej dyrektywy wodnej i Dyrektyw Natura 2000 na poziomie krajowym.
- 7) Chociaż wartość usług ekosystemowych świadczonych przez hodowle w stawach, lagunach i ujściach rzek jest znacznie większa niż w jakimkolwiek sektorze rolnictwa, wsparcie dla złożonych usług wartości przyrodniczych tworzonych i zachowywanych przez akwakulturę jest znacznie mniejsze niż w przypadku rolnictwa. Należy podkreślić znaczenie rozwiązania tej sprzeczności poprzez skupienie się na celach Zielonego Ładu UE. Konieczne jest docenienie wartości akwakultury, stawiając ją co najmniej na równi z rolnictwem i zwiększenie jej wsparcia do poziomu obserwowanego w rolnictwie;
- 8) Rozwój platform wiedzy zawierających wyniki badań dotyczących usług ekosystemowych pochodzących z akwakultury;
- 9) Ocena stanu gatunków objętych specjalną ochroną powodujących ubytek ryb w stawach;
- 10) Zbadanie możliwości zwiększenia udziału gospodarki o obiegu zamkniętym w akwakulturze w stawach, lagunach i ujściach rzek;
- 11) Rozpowszechnianie wiedzy o wartościach przyrodniczych i usługach ekosystemowych akwakultury w stawach, lagunach i ujściach rzek oraz ich roli w zachowywaniu siedlisk na terenach podmokłych;
- 12) Opracowanie programów edukacyjnych w celu podniesienia świadomości, wiedzy i zrozumienia akwakultury, skupiając się na akwakulturze w stawach, lagunach i ujściach rzek, na jej wartościach przyrodniczych i usługach ekosystemowych;
- 13) Wspieranie zachowywania i wzmacnianie usług ekosystemowych akwakultury w stawach, lagunach i ujściach rzek;

14) Aby zachować walory przyrodnicze i usługi ekosystemowe akwakultury w stawach, lagunach i ujściach rzek, konieczne jest wypracowanie mechanizmu kompensacji szkód wyrządzonych przez dziką przyrodę związanych z siedliskami stawów rybnych i lagun.



Komitet Doradczy ds. Akwakultury (AAC)

Rue de l'Industrie 11, 1000 Bruksela, Belgia

Tel.: +32 (0) 2 720 00 73

E-mail: secretariat@aac-europe.org

Twitter: @aac_europe

www.aac-europe.org