Metabolizm akwakultury: między technologią produkcji a granicami oceanu w kontekście książki Every Last Fish Rose George

AUTOR

Fundacja Dobre Państwo

STRESZCZENIE / ABSTRACT

Artykuł analizuje ewolucję akwakultury jako odpowiedzi na wyczerpywanie się zasobów dzikich ryb, wskazując, że obecnie stanowi ona ponad połowę światowej produkcji zwierząt wodnych. Autor polemizuje z tezą Rose George o „fałszywej obietnicy" hodowli, argumentując, że akwakultura nie jest jednolitym systemem, lecz rodziną różnorodnych metabolizmów produkcyjnych. Kluczowe rozróżnienie wprowadza między gatunkami wymagającymi pasz a organizmami niskotroficznymi (małże, algi), które wykorzystują naturalną produktywność środowiska. Tekst szczegółowo omawia wskaźnik FIFO (Fish In: Fish Out), wyjaśniając, że choć zależność od dzikiej biomasy pozostaje problemem dla drapieżników, to nowoczesne pasze i dywersyfikacja gatunkowa znacząco zmieniają bilans ekologiczny branży.

The article analyzes the evolution of aquaculture as a response to the depletion of wild fish stocks, noting that it now accounts for over half of global aquatic animal production. The author disputes Rose George's thesis regarding the 'false promise' of farming, arguing that aquaculture is not a uniform system but a family of diverse production metabolisms. A key distinction is made between feed-dependent species and low-trophic organisms (mollusks, algae) that utilize the natural productivity of the environment. The text discusses the FIFO (Fish In: Fish Out) ratio in detail, explaining that while dependence on wild biomass remains a problem for predators, modern feeds and species diversification are significantly changing the industry's ecological balance.

Artykuł rzuca wyzwanie uproszczonemu postrzeganiu akwakultury jako jednolitego systemu, argumentując, że jest ona w rzeczywistości zróżnicowaną rodziną technologii o skrajnie różnych profilach metabolicznych i etycznych. Autor stawia tezę, że ocena ekologiczna hodowli nie może opierać się na ogólnych kategoriach (np. „hodowlane" kontra „dzikie"), lecz musi wynikać ze szczegółowej analizy parametrów: poziomu troficznego gatunków, rzeczywistego przepływu materii i energii oraz konkretnej technologii produkcji. Tekst dekonstruuje mit o automatycznym zrównoważeniu akwakultury, wskazując na zjawisko 'burden shifting' – gdzie redukcja presji na oceany (np. poprzez zmianę pasz) może oznaczać przeniesienie kosztów na zasoby lądowe lub energetyczne. Analizując systemy od niskotroficznych glonów po intensywne farmy łososia i systemy RAS, autor dowodzi, że jedyną rzetelną miarą jest 'etyka parametrów'. W tym ujęciu akwakultura nie jest prostym rozwiązaniem problemu głodu, lecz złożonym procesem sterowania ekologią, w którym każda decyzja technologiczna niesie za sobą konkretne koszty biologiczne i moralne.

SŁOWA KLUCZOWE

metabolizm akwakultury | wskaźnik FIFO | nutrient-FIFO | burden shifting | poziom troficzny | systemy RAS | IMTA | capture-based aquaculture | biosecurity vs productivity | gęstość gospodarza | emisja biologiczna | zrównoważona akwakultura | produkty uboczne przetwórstwa | ekologia przemysłowa

Akwakultura jako zróżnicowana rodzina systemów metabolicznych

Akwakultura zajmuje szczególne miejsce w historii współczesnego systemu żywnościowego, gdyż powstała częściowo jako odpowiedź na ograniczenie, którego rybołówstwo długo nie chciało uznać: liczba dzikich zwierząt wodnych możliwych do pozyskania nie może rosnąć w nieskończoność. Gdy światowa produkcja połowowa zaczęła wykazywać oznaki długookresowej stabilizacji, wzrost podaży żywności pochodzącej z wody został przeniesiony z polowania na dzikie populacje ku hodowli. Akwakultura jest zatem wodnym odpowiednikiem jednego z najstarszych przełomów cywilizacyjnych – przejścia od pozyskiwania organizmów z natury do kontrolowania ich

reprodukcji, wzrostu, przestrzeni i żywienia. Analogia z neolitycznym przejściem od łowiectwa do hodowli jest niedoskonała, lecz poznawczo użyteczna: człowiek przestaje jedynie szukać zwierzęcia, a zaczyna projektować środowisko, w którym ma ono osiągnąć określony wynik produkcyjny. Skala tej transformacji ma już wymiar historyczny.

Według najnowszego raportu FAO **The State of World Fisheries and Aquaculture 2026** światowa produkcja zwierząt wodnych osiągnęła w 2024 roku około 195 mln ton. Z tej puli akwakultura dostarczyła po raz pierwszy ponad 100 mln ton – a konkretnie około **103 mln ton**, co stanowi **53% całej produkcji zwierząt wodnych** i ponad 59% produkcji przeznaczonej na żywność. Łącznie z algami światowa akwakultura wytworzyła około 141 mln ton produktu. Tymczasem połowy dzikich zwierząt wodnych wyniosły około 92 mln ton i od końca lat osiemdziesiątych pozostają w relatywnie wąskim przedziale. Niemal cały długookresowy przyrost światowej podaży produktów wodnych pochodzi więc obecnie z hodowli, a nie z dalszego zwiększania połowów.

Ta zmiana wymaga skorygowania jednego z najbardziej kategorycznych twierdzeń autora książki. Określa on akwakulturę jako „fałszywą obietnicę" i system, który nie może stanowić odpowiedzi na problem globalnego zapotrzebowania żywnościowego, ponieważ sam zależy od dzikich ryb przeznaczanych na paszę. Krytyka zależności paszowej jest w odniesieniu do niektórych form hodowli ważna, lecz uogólnienie jej na całą akwakulturę byłoby naukowo niepoprawne. Hodowla omułków nie posiada tej samej struktury metabolicznej co produkcja łososia, karp nie jest żywiony jak tuńczyk, a glony w ogóle nie wymagają mączki rybnej. Akwakultura nie jest jedną technologią; jest rodziną bardzo odmiennych systemów biologicznych, których wspólną cechą jest jedynie częściowa kontrola człowieka nad produkcją organizmów wodnych.

Podstawowy podział powinien przebiegać nie między „rybami dzikimi" a „hodowlanymi", lecz pomiędzy różnymi **metabolizmami produkcji**. Pierwszą grupę tworzą hodowle organizmów wymagających dostarczania paszy – ryb, skorupiaków i innych zwierząt, których wzrost zależy od zewnętrznego strumienia białek, tłuszczów, węglowodanów i mikroelementów. Drugą stanowią organizmy wykorzystujące bezpośrednio produktywność środowiska, takie jak małże filtrujące plankton czy glony korzystające ze światła i związków mineralnych.

Już to rozróżnienie sprawia, że pojęcie „śladu akwakultury" bez podania gatunku i technologii ma niewielką wartość naukową. Dodatkową zmienną jest **poziom troficzny**. Hodowla drapieżnika wymaga znalezienia źródła składników odpowiadających diecie wysokiego poziomu troficznego, podczas gdy hodowla gatunku roślinożernego, detrytusożernego albo filtrującego może korzystać z zupełnie innej podstawy metabolicznej. Dlatego światowa akwakultura nie jest po prostu procesem zamiany ryb dzikich na hodowlane. Znaczną jej część stanowią gatunki słodkowodne o stosunkowo

niskim poziomie troficznym oraz mięczaki i algi. FAO wskazuje właśnie rozwój organizmów niskotroficznych – w tym filtrujących małży i glonów – jako jeden z kierunków ograniczania środowiskowego kosztu przyszłego wzrostu akwakultury.

Kontrowersyjna pozostaje hodowla gatunków żywionych paszami zawierającymi składniki pochodzenia morskiego. Tu źródłowy problem **Fish In : Fish Out – FIFO** jest rzeczywiście kluczowy. Idea wskaźnika jest intuicyjna: należy sprawdzić, ile biomasy dzikich ryb wykorzystano do wyprodukowania określonej biomasy ryby hodowlanej. Jeżeli do uzyskania kilograma produktu hodowlanego trzeba zużyć więcej niż kilogram dzikiej ryby, akwakultura może nie tyle zmniejszać presję na ocean, co reorganizować jej kierunek.

Wskaźnik FIFO nie jest miarą ostateczną

FIFO nie jest jednak miarą niekwestionowaną. Wynik zależy od sposobu alokacji mączki i oleju rybnego, udziału produktów ubocznych, różnicy między białkiem a tłuszczem oraz przyjętej wartości ekonomicznej poszczególnych komponentów. Analizy wskazują, że zastępowanie tych surowców innymi składnikami pasz znacząco zmniejszyło zależność wielu gatunków hodowlanych od dzikiej biomasy. W zależności od metodologii większość grup może już produkować więcej biomasy rybiej, niż zużywa bezpośrednio w paszach; w przypadku łososia i pstrąga bilans pozostaje jednak bardziej wymagający, szczególnie przy uwzględnieniu wysokiej wartości odżywczej oleju rybnego. Zjawisko to pokazuje, jak technologia potrafi zmieniać znaczenie konkretnych wskaźników ekologicznych.

Pasza dla współczesnego łososia nie jest po prostu zmieloną rybą. Może zawierać oleje i białka roślinne, produkty uboczne przetwórstwa, koncentraty białkowe, składniki fermentacyjne czy glony. W rezultacie zmniejszył się udział dzikiej ryby potrzebnej do wyprodukowania jednostki hodowanego zwierzęcia. Nie oznacza to jednak zniknięcia kosztu, lecz jego przemieszczenie między ekosystemami. Część presji zdjętej z oceanów może zostać przeniesiona na rolnictwo, powierzchnię ziemi, zasoby wody słodkiej, nawożenie lub energię niezbędną do produkcji wysoko przetworzonych składników. Ekologia przemysłowa określa to zjawisko jako burden shifting – poprawa jednego wskaźnika środowiskowego nie gwarantuje bowiem poprawy całkowitego bilansu, jeśli koszt przesuwa się do innej kategorii.

Obniżenie FIFO poprzez zwiększenie udziału komponentów roślinnych może zmniejszyć zapotrzebowanie na małe ryby pelagiczne, lecz pełna ocena tego procesu wymaga analizy użytkowania gruntów, pochodzenia roślin, zużycia energii i nawozów, emisji oraz wpływu zmienionej paszy na zdrowie i skład odżywczy ryby. Dlatego rzetelna ocena akwakultury wymaga

analizy cyklu życia, a nie triumfalnego wskazania pojedynczego wskaźnika. Istotną zmianę wprowadza zarazem coraz szersze wykorzystywanie produktów ubocznych. Głowy, szkielety, skóra, wnętrzności i ścinki po filetowaniu mogą stanowić surowiec dla produkcji mączki i oleju. Według danych FAO nawet około 38% mączki rybnej i 53% oleju rybnego może pochodzić z produktów ubocznych przetwórstwa, a nie z ryb łowionych specjalnie w celu redukcji na paszę. W starszych danych za 2020 rok udział ten wynosił około 27% mączki i 48% oleju, co wskazuje na rozwój gospodarki cyrkularnej. Różnica etyczna i ekologiczna jest tutaj znacząca.

Wartość żywieniowa i alternatywna zamiast masy biomasy

Jeśli ryba została już pozyskana do bezpośredniego spożycia przez człowieka, wykorzystanie jej pozostałości może zwiększyć całkowitą efektywność biomasy i ograniczyć ilość odpadów. Jeżeli jednak jadalna sardinella, sardela czy makrela są łowione przede wszystkim w celu produkcji pasz, powraca pytanie postawione w części dotyczącej Globalnego Południa: czy najrozsądniejszym wykorzystaniem dostępnej biomasy jest przepuszczanie jej przez dodatkowy poziom troficzny?

Najnowsze badania nad norweską hodowlą łososia dowodzą, że sama analiza masy jest niewystarczająca. Analiza opublikowana w **Nature Food** w 2024 roku porównała składniki odżywcze zawarte w dzikich rybach przeznaczanych na paszę z tymi, które następnie odzyskano w łososiu hodowlanym. W przypadku sześciu z dziewięciu badanych składników większa ich ilość pozostawała w rybach wejściowych, niż była odzyskiwana w produkcie końcowym. Autorzy wykazali, że przekierowanie części jadalnych ryb paszowych bezpośrednio do konsumpcji – przy jednoczesnym wykorzystaniu produktów ubocznych jako paszy – mogłoby zwiększyć łączną podaż żywności morskiej. Jest to istotna korekta wobec czysto masowego wskaźnika FIFO. Kilogram nie jest jednostką pełnej wartości żywieniowej. Kilogram sardynek może zawierać inną kombinację kwasów tłuszczowych, wapnia, jodu, witamin i białka niż kilogram filetu z łososia. Jeśli system żywnościowy ma być oceniany nie przez liczbę ton, lecz przez liczbę ludzi, których można odżywić określonym zestawem mikroelementów, potrzebujemy narzędzia takiego jak nutrient-FIFO. Nowsza literatura proponuje właśnie metryki śledzące retencję konkretnych składników odżywczych, a nie jedynie przepływ biomasy.

Nie oznacza to, że łosoś hodowlany jest produktem bezwartościowym, ani że każde wykorzystanie dzikiej ryby jako paszy stanowi marnotrawstwo. Wręcz przeciwnie – możliwość koncentracji określonych składników, zagospodarowanie niejadalnych produktów ubocznych i stworzenie

stabilnej podaży może mieć realną wartość gospodarczą i żywieniową. Problem tkwi w konieczności uwzględnienia alternatywnego zastosowania surowca.

Jeżeli ryba paszowa mogłaby być spożyta bezpośrednio przez ludzi, jej wartość alternatywna jest zupełnie inna niż wartość odpadów po filetowaniu. Paradoks akwakultury ujawnia jeszcze wyraźniej tucz tuńczyka błękitnopłetwego, mocno zaakcentowany w książce. W znacznej części śródziemnomorskiej praktyki nie chodziło historycznie o pełny cykl hodowlany, w którym człowiek rozmnaża zwierzęta w niewoli, lecz o **capture-based aquaculture**: dzikie tuńczyki są chwytane, przenoszone do klatek i przez kolejne miesiące tuczone, by zwiększyć ich masę oraz zawartość tłuszczu, kluczową dla rynku sashimi. Wspólna grupa robocza FAO/GFCM i ICCAT określała ten system jako działalność na pograniczu rybołówstwa i akwakultury, gdyż biologiczne źródło zwierząt pozostawało dzikie. Taka praktyka nie może być interpretowana jako proste „zastąpienie połowów hodowlą", ponieważ ryba została przecież najpierw odłowiona.

Ryzyka biologiczne i etyczne wynikające z intensyfikacji hodowli

Hodowla dodaje etap kontrolowanego przyrostu masy i wartości rynkowej, lecz nie znosi presji na dzikie stada. Może ją wręcz potęgować, jeśli ekonomiczna atrakcyjność tuczu zwiększa popyt na żywe osobniki z natury. Historyczne wytyczne GFCM/ICCAT wprost wskazywały, że wysokie ceny tuńczyka przeznaczonego na sashimi oraz możliwość zwiększania jego masy w klatkach generowały dodatkowy popyt na ryby schwytane w morzu.

W tym miejscu różnica pomiędzy **domestykacją a czasowym uwięzieniem dzikiego organizmu** okazuje się zasadnicza. Pełny cykl akwakultury przenosi przynajmniej część presji reprodukcyjnej ze stada naturalnego do hodowli, podczas gdy capture-based aquaculture pozostaje całkowicie zależna od nieprzerwanej podaży organizmów z natury. Podobne systemy funkcjonują także przy innych gatunkach; FAO od dawna traktuje je jako odrębną kategorię, wymagającą analizy społecznych i ekologicznych skutków. Akwakultura pokazuje dobitnie, że określenie "hodowany" nie informuje o pochodzeniu całego cyklu biologicznego. Podobnie jak etykieta ryby nie wyjaśniała historii łańcucha dostaw, tak oznaczenie "farmed" nie mówi automatycznie, czy zwierzę urodziło się w wylęgarni, czy zostało schwytane jako osobnik dziki, czym było karmione, w jakim systemie żyło ani w jaki sposób zostało zabite.

Drugi kluczowy problem hodowli intensywnej dotyczy **koncentracji organizmów**. W ekosystemie naturalnym rozmieszczenie ryb jest wynikiem ich zachowań, warunków

środowiskowych, dostępności pokarmu, presji drapieżników i konkurencji. W hodowli to człowiek arbitralnie ustala liczbę zwierząt przypadających na określoną objętość wody. Zwiększenie zagęszczenia może poprawić ekonomiczne wykorzystanie infrastruktury, ale jednocześnie zwiększa częstotliwość kontaktów, zmienia zachowanie ryb, ułatwia transmisję patogenów i pogarsza skutki spadku zawartości tlenu. Z punktu widzenia epidemiologii jest to klasyczny problem **gęstości gospodarza**. Patogen, który w rozproszonej populacji dzikiej ma ograniczoną liczbę kolejnych żywicieli, w systemie intensywnym zyskuje niezwykle gęstą sieć transmisji. Ten sam mechanizm obserwujemy w hodowlach lądowych.

Akwakultura mierzy się jednak z dodatkową trudnością: w systemach otwartych medium środowiskowe nie kończy się na ścianie budynku. Woda przepływa przez klatki, a część patogenów, pasożytów i materiału biologicznego może swobodnie krążyć pomiędzy fermą a środowiskiem naturalnym. Przypadek **wszy łososiowej** stał się najbardziej znanym symbolem tej zależności. Pasożyty te generują straty gospodarcze oraz problemy zdrowotne i dobrostanowe u łososia hodowlanego, a ich kontrola wymaga strategii mechanicznych, termicznych, chemicznych, biologicznych i organizacyjnych. Literatura wskazuje jednocześnie, że metody te znacząco różnią się skutecznością oraz konsekwencjami dla ryb i ekosystemu. W eksperckiej ocenie priorytetów dobrostanowych europejskiej hodowli łososiowatych problemy chorobowe, procedury usuwania wszy i warunki związane z zabiegami hodowlanymi uznano za jedne z najistotniejszych obszarów wymagających poprawy.

Autor książki przedstawia zagęszczenie i walkę z pasożytami w sposób bardzo kategoryczny, mówiąc wręcz o "wodnych więzieniach", antybiotykach i agresywnych metodach zwalczania wszy. Język ten posiada siłę krytyczną, jednak naukowa rekonstrukcja musi rozdzielić te problemy. Antybiotyk nie leczy wszy morskiej, która jest skorupiakiem pasożytniczym, lecz służy do walki z infekcjami bakteryjnymi. Zabiegi przeciw pasożytom stanowią zupełnie inną klasę interwencji; łączenie ich w jedno zjawisko zaciemnia biologiczny mechanizm. Problem **antimicrobial resistance** pozostaje jednak realny. FAO wskazuje, że intensyfikacja akwakultury, handel żywymi zwierzętami, niedostateczna bioasekuracja oraz niewłaściwe stosowanie leków przeciwdrobnoustrojowych mogą sprzyjać rozwojowi i rozprzestrzenianiu oporności. Jest to klasyczny problem One Health: mikroorganizmy, geny oporności, środowisko wodne, zwierzęta hodowlane i człowiek tworzą jeden połączony układ.

Nie oznacza to jednak, że każda akwakultura jest sektorem wysokiego zużycia antybiotyków. Praktyki te silnie różnią się w zależności od gatunku, państwa i systemu produkcji, a skuteczne szczepienia, bioasekuracja i zarządzanie zdrowiem mogą istotnie ograniczyć potrzebę terapii. Choroba ujawnia tu jeszcze jedną właściwość hodowli: **ryzyko biologiczne jest częściowo**

endogeniczne. Rybołówstwo dzikie operuje na organizmach rozwijających się w ekosystemie, nad którym człowiek sprawuje ograniczoną kontrolę. Hodowca natomiast sam projektuje zagęszczenie, przepływ wody, genetykę stada, sposób karmienia i przemieszczania ryb. Zwiększa więc swoją zdolność produkcyjną, ale równocześnie bierze odpowiedzialność za warunki, które mogą stworzyć sprzyjające środowisko dla patogenu. Powstaje typowy kompromis pomiędzy **biosecurity i productivity**. Bardziej intensywny system może dostarczać więcej żywności na jednostkę powierzchni, lecz jeśli bezpieczeństwo biologiczne nie nadąża za intensyfikacją, koszt chorób gwałtownie rośnie. Nie jest to argument przeciw intensyfikacji jako takiej, lecz za traktowaniem bioasekuracji jako integralnej części technologii produkcyjnej, a nie dodatkowego kosztu, który można odłożyć do momentu pojawienia się epidemii.

Otwarte klatki generują nieuniknione koszty biologiczne

Otwarte klatki morskie generują również problem emisji biologicznej i chemicznej do wspólnego środowiska. Niezjedzona pasza, odchody, cząstki organiczne oraz związki azotu i fosforu zwiększają lokalne obciążenie ekosystemu. Skala tego zjawiska zależy od wielkości fermy, hydrodynamiki wód, głębokości, temperatury, składu paszy oraz wrażliwości dna. W miejscach o dobrej cyrkulacji część substancji ulega rozproszeniu; tam jednak, gdzie wymiana wody jest słaba, może dojść do silnego wzbogacenia osadów w materię organiczną, co zmienia warunki tlenowe i skład bentosu.

Akwakultura nie tworzy więc "żywności z wody" w sensie materialnie bezkosztowym. Każdy organizm heterotroficzny przekształca część pobranego pożywienia w biomasę, część wykorzystuje metabolicznie, a resztę wydala. Im większa koncentracja zwierząt, tym intensywniejsze przepływy materii. To prosta konsekwencja termodynamiki i metabolizmu, której nie można znieść certyfikatem ani dobrymi intencjami.

Kolejnym problemem są ucieczki zwierząt hodowlanych. W otwartych klatkach awaria konstrukcji, uszkodzenie sieci lub ekstremalne zjawiska pogodowe mogą wprowadzić do środowiska dużą liczbę osobników wyselekcjonowanych pod kątem cech produkcyjnych. W przypadku łososia ich obecność w rzekach prowadzi do konkurencji i krzyżowania się z populacjami dzikimi. Globalna analiza regulacji obejmująca 14 regionów produkcji łososia wskazuje, że ucieczki są powszechnie uznawane za istotne zagrożenie ekologiczne. Choć systemy prawne coraz częściej nakładają obowiązki zapobiegania i reagowania, autorzy analizy zwracają uwagę, że otwarte systemy klatkowe nie są w stanie całkowicie wyeliminować tego ryzyka. Problem nie polega na założeniu, że ryba hodowlana jest genetycznie "gorsza" – jest ona po prostu przystosowana selekcyjnie do innego środowiska.

Hodowca premiuje szybki wzrost i efektywność paszy, czyli cechy korzystne w kontrolowanym systemie. Selekcja naturalna w rzece promuje zupełnie inny zestaw właściwości. Wprowadzenie genów populacji hodowlanej do dzikiej może zatem zaburzyć lokalne adaptacje kształtowane przez wiele pokoleń. Z perspektywy ekologii ewolucyjnej przypomina to, że bioróżnorodność nie sprowadza się jedynie do liczby osobników danego gatunku. Dziesięć milionów łososi hodowlanych nie jest funkcjonalnym substytutem dziesięciu milionów łososi należących do lokalnie zróżnicowanych dzikich populacji. Domestykacja zwiększa liczebność jednej formy organizmu, jednocześnie potencjalnie ograniczając różnorodność genetycznych odpowiedzi na środowisko.

W tym kontekście pojawia się RAS (recirculating aquaculture systems), czyli systemy recyrkulacyjne. Ich podstawowa obietnica opiera się na zwiększeniu kontroli: woda przepływa przez układy filtracji i jest ponownie wykorzystywana, a sama produkcja może odbywać się w większym stopniu poza naturalnym akwenem. Dzięki temu ucieczki, kontakt z dzikimi populacjami oraz emisja odpadów są łatwiejsze do opanowania. RAS umożliwia również bardziej precyzyjne zarządzanie temperaturą, natlenieniem i pozostałymi parametrami wody.

Koszty ekologiczne zależą od technologii i poziomu troficznego

Technologia ta nie jest jednak pozbawiona kosztów. Najnowszy przegląd systematyczny z 2026 roku potwierdza, że systemy RAS pozostają energochłonne, a zużycie energii w dużym stopniu zależy od gatunku, skali, zasolenia oraz architektury konkretnego obiektu. Co znamienne, literatura jest wciąż na tyle niejednorodna, że proste porównania systemów wymagają ostrożności. System recyrkulacyjny może zatem zmniejszyć lokalną presję na wodę i środowisko przybrzeżne, jednocześnie zwiększając znaczenie źródła energii elektrycznej w ogólnym bilansie środowiskowym.

To kolejny przykład zasady, która przewija się przez cały artykuł: problem nie znika, lecz zmienia nośnik. Otwarta klatka uzależnia hodowlę od naturalnego przepływu wody i przenosi część odpadów do środowiska. RAS przejmuje funkcję oczyszczania, napowietrzania i cyrkulacji, ale w zamian wymaga pomp, filtrów, systemów sterowania i energii. Ocena tego, który system jest korzystniejszy, zależy więc nie tylko od samej technologii, lecz także od miksu energetycznego i lokalnej wrażliwości ekosystemu.

Podobną logikę wykorzystuje integrated multi-trophic aquaculture (IMTA). Idea ta polega na łączeniu organizmów z różnych poziomów troficznych w taki sposób, aby produkt uboczny jednego komponentu stawał się zasobem dla drugiego. Substancje odżywcze wydalane przez karmione ryby

mogą być częściowo przejmowane przez glony i organizmy filtrujące. Zamiast projektować liniowy system „pasza → ryba → odpad", autor książki proponuje odtworzenie fragmentu obiegu charakterystycznego dla naturalnego ekosystemu. Przegląd badań LCA dotyczących IMTA z 2024 roku wskazuje, że rozwiązanie to posiada wyraźny potencjał środowiskowy i produkcyjny, choć jego ocena wciąż utrudniona jest przez brak ujednoliconej metodologii; pasza, ścieki i zużycie energii pozostają tu kluczowymi punktami oddziaływania. Nie jest to więc cudowna technologia znosząca prawo zachowania materii.

Może ona zwiększać wykorzystanie substancji wcześniej traconych, lecz wymaga odpowiedniego doboru gatunków, skali, lokalizacji oraz możliwości komercyjnego zagospodarowania wszystkich wytwarzanych produktów.

Interesującą przeciwwagą dla hodowli drapieżnych ryb pozostają małże i glony, wskazane przez autora książki jako elementy bardziej zrównoważonego systemu żywnościowego. Małże filtrujące nie wymagają dostarczania przemysłowej paszy, gdyż korzystają z naturalnie występującego planktonu i zawiesiny organicznej. FAO od dawna wskazuje, że hodowla wielu gatunków małży może funkcjonować bez dodatkowego karmienia. Glony z kolei znajdują się jeszcze niżej w strukturze troficznej, wykorzystując energię promieniowania słonecznego, dwutlenek węgla oraz rozpuszczone składniki mineralne. Z perspektywy zapotrzebowania na paszę różnica jest zasadnicza.

Łosoś wymaga wprowadzenia wysokoenergetycznego pokarmu; omułek pozyskuje zawieszone cząstki, natomiast glon sam syntetyzuje biomasę dzięki fotosyntezie. Oznacza to, że wzrost produkcji każdego z tych organizmów angażuje zupełnie inne strumienie zasobów. Nie należy jednak popełniać odwrotnego błędu i uznawać hodowli niskotroficznej za ekologicznie obojętną.

Każdy system o odpowiednio dużej skali zmienia środowisko. Intensywna hodowla małży wpływa na przepływ cząstek, osadzanie materii organicznej i lokalną strukturę planktonu; konstrukcje hodowlane zajmują przestrzeń i modyfikują siedlisko; produkcja glonów również wymaga powierzchni, sprzętu, transportu oraz późniejszego przetwarzania.

Efektywność troficzna i etyka gatunkowo swoista

Kluczową zaletą tych systemów nie jest całkowity brak wpływu na środowisko, lecz możliwość produkowania biomasy bez konieczności dostarczania dodatkowego strumienia wysokowartościowej paszy. Prowadzi to do szerszego pytania o efektywność troficzną całego

systemu żywnościowego, gdyż każdy kolejny poziom biologicznej konwersji wiąże się z nieuchronnymi stratami energii.

Dlatego bezpośrednie wykorzystanie organizmów znajdujących się nisko w sieci pokarmowej może być materiałowo bardziej efektywne niż hodowla dużego drapieżnika, który wymaga paszy bogatej w białka i tłuszcze. Nie oznacza to, że społeczeństwa powinny całkowicie zrezygnować z produktów z wyższych poziomów troficznych, lecz wskazuje, że struktura konsumpcji jest zmienną równie istotną co technologia produkcji. W tym ujęciu popyt na łososia jest problemem innego rodzaju niż ogólne zapotrzebowanie na białko. Jeśli społeczeństwo oczekuje konkretnego gatunku o określonej zawartości tłuszczu, kolorze, teksturze i prestiżu kulinarnym, przemysł musi stworzyć system zdolny zaspokoić te preferencje. Akwakultura nie produkuje abstrakcyjnej "żywności"; odpowiada na strukturę kulturowych preferencji.

Techniczna optymalizacja może poprawić efektywność paszy, ale nie wyjaśnia, dlaczego akurat ten poziom troficzny i ten konkretny produkt stały się przedmiotem masowego popytu. W tym miejscu ekonomia konsumpcji ponownie styka się z ekologią: zamożny konsument oczekuje drapieżnej ryby, której produkcja absorbuje określone zasoby morskie i lądowe, podczas gdy uboższy konsument w innym regionie świata może konkurować o te same zasoby w postaci małych ryb przeznaczonych na paszę.

Właśnie dlatego spór o FIFO jest w istocie sporem dystrybucyjnym. Nie dotyczy on wyłącznie bilansu biomasy, która „wchodzi” i „wychodzi” z systemu, ale przede wszystkim tego, czyj system żywnościowy dostarcza wejścia i czyj otrzymuje produkt premium. Inny charakter ma natomiast hodowla karpi, tilapii czy innych gatunków słodkowodnych, stanowiących podstawę masowej produkcji w Azji – nie należy ich interpretować przez pryzmat modelu norweskiego łososia. Ich dieta, technologia chowu, struktura gospodarstw, rynki oraz wpływ na środowisko są odmienne. To właśnie dominacja kilku najbardziej medialnych produktów — łososia, krewetek i tuńczyka — sprawia, że zachodni dyskurs o akwakulturze bywa poznawczo zniekształcony. Produkt obecny w restauracji premium staje się reprezentantem całego sektora, mimo że jego największa część funkcjonuje w zupełnie innych ekosystemach i kulturach żywnościowych.

FAO szacuje, że rybołówstwo i akwakultura zapewniają źródła utrzymania ponad 600 milionom ludzi. Dlatego ocena akwakultury wyłącznie przez pryzmat problemów środowiskowych pomija jej kluczową rolę w bezpieczeństwie żywnościowym, zatrudnieniu i rozwoju regionalnym. Z drugiej strony, postrzeganie jej jedynie jako generatora produktu ignoruje koszty ekologiczne i kwestie dobrostanu. Akwakultura jest systemem społeczno-ekologicznym w takim samym stopniu jak rybołówstwo.

W hodowli człowiek odpowiada nie tylko za ostatnie minuty życia zwierzęcia, lecz za środowisko jego całego życia. Woda, natlenienie, temperatura, zagęszczenie, skład grupy, żywienie, obsługa, sortowanie, transport i leczenie są projektowane lub przynajmniej kontrolowane przez przedsiębiorstwo. Wraz ze wzrostem tej kontroli rośnie odpowiedzialność za jej konsekwencje. WOAH uznaje, że wykorzystanie ryb hodowlanych wiąże się z etycznym obowiązkiem unikania niepotrzebnego cierpienia, a międzynarodowe standardy obejmują transport, ogłuszanie i uboj. W 2026 roku organizacja przeprowadza gruntowną aktualizację tych zapisów w **Aquatic Animal Health Code** na podstawie najnowszych danych naukowych. Przegląd wykonany na potrzeby tej reformy wskazuje na szeroki, choć nie absolutnie jednomyślny konsensus badaczy co do zdolności ryb do odczuwania bólu, stresu i strachu; rekomenduje on traktowanie całej sekwencji transportu, manipulacji, ogłuszania i śmierci jako procesu potencjalnie wpływającego na dobrostan.

Ocena dobrostanu musi być jednak gatunkowo swoista. Zagęszczenie korzystne dla gatunku tworzącego ławice może być problematyczne dla ryby terytorialnej, a ten sam zakres temperatur może być optimum dla jednego organizmu i źródłem chronicznego stresu dla drugiego. To jeden z powodów, dla których masowe przenoszenie standardów z ssaków gospodarskich na ryby jest niewystarczające. Akwakultura wymaga rozwoju odrębnej weterynarii behawioralnej i fizjologii dobrostanu dla wielu grup organizmów.

Szczególnie wymowny jest przypadek tzw. cleaner fish, który autor książki silnie akcentuje. Wargacze i taszniki są wprowadzane do klatek z łososiami, aby zjadały pasożyty. Jest to przykład biologicznej kontroli, która może ograniczać potrzebę innych zabiegów. Badania ekonomiczno-ekologiczne wskazują, że ich wykorzystanie może realnie zmniejszać prawdopodobieństwo przekroczenia progów infestacji wszy i być opłacalne dla producenta. Publikacje z 2026 roku potwierdzają mierzalną skuteczność taszników w eliminowaniu pasożytów i opóźnianiu konieczności stosowania kolejnych zabiegów przeciw wszom. Jednocześnie ten przypadek doskonale pokazuje, dlaczego technologia „biologiczna” nie jest automatycznie technologią dobrostanową.

Etyka dobrostanu jako internalizacja ukrytych kosztów produkcji

Cleaner fish są samodzielnymi zwierzętami o własnych potrzebach. Jeśli ich śmiertelność jest wysoka, nie otrzymują odpowiedniego pokarmu lub są traktowane wyłącznie jako wymienne narzędzia do czyszczenia łososia, rozwiązanie atrakcyjne ekologicznie – ze względu na redukcję

chemii – generuje nowy problem etyczny. W takim systemie jedna ryba staje się technologią służącą drugiej rybie.

Ekonomia tradycyjna z łatwością pominęłaby ten koszt, traktując cleaner fish jedynie jako biologiczny środek produkcji. Etyka sentiencji nakazuje jednak rozszerzyć rachunek o dobrostan obu gatunków. To przykład szerszej zasady: gdy człowiek wykorzystuje relację ekologiczną jako technologię, nie może zakładać, że organizm pełniący tę funkcję przestaje być istotą posiadającą własny interes biologiczny.

Jeszcze bardziej fundamentalne pytanie dotyczy uboju. Przegląd przygotowany dla WOAH na rok 2026 wyróżnia osiem praktyk ogłuszania i zabijania ryb, podkreślając istotne różnice w ryzyku dla dobrostanu. Wskazuje on w szczególności, że metody powodujące długotrwałe duszenie lub szok temperaturowy mogą generować poważne problemy, podczas gdy prawidłowo zastosowane ogłuszenie mechaniczne lub elektryczne znacznie szybciej prowadzi do utraty świadomości. Pojęcie „humanitarnego uboju ryb" nie jest zatem oksymoronem technologicznym, choć jego realizacja pozostaje wymagająca pod względem gatunkowym i organizacyjnym.

Tu ujawnia się interesujący konflikt między dobrostanem a jakością produktu. Ograniczenie stresu przedśmiertnego może bowiem poprawić parametry mięsa, gdyż intensywna aktywność mięśni i zaburzenia metaboliczne bezpośrednio wpływają na jakość surowca. Motywacje instrumentalne i etyczne mogą więc prowadzić do tej samej praktyki. Nie oznacza to, że dobrostan należy uzasadniać wyłącznie jakością produktu; pokazuje jednak, że interes przedsiębiorstwa i zwierzęcia nie zawsze muszą być sprzeczne.

Podobna konwergencja zachodzi w profilaktyce chorób: zdrowa ryba rośnie efektywniej, wymaga mniej interwencji i rzadziej ginie. Problem polega na tym, że optimum ekonomiczne i dobrostanowe nie zawsze pokrywają się. System może akceptować pewien poziom uszkodzeń lub śmiertelności, jeśli koszt ich dalszej redukcji przekracza ekonomiczną wartość efektu. Etyka pojawia się dokładnie tam, gdzie trzeba zdecydować, czy zwierzęcy koszt niewidoczny w cenie produktu powinien stać się obowiązkiem przedsiębiorstwa.

Akwakultura jest więc laboratorium internalizacji efektów zewnętrznych. Zanieczyszczenie wody, ucieczki, antybiotykooporność, interakcje z dzikimi populacjami oraz cierpienie zwierząt pozostają poza rachunkiem jednostkowego produktu, o ile prawo lub rynek ich nie uwzględniają. To, czy kilogram ryby jest rzeczywiście „tani", zależy od tego, ile kosztów pozwolono pozostawić poza ceną.

Ocena akwakultury wymaga analizy konkretnych parametrów systemowych

Jednocześnie systemy hodowlane mogą oferować przewagi, których nie posiada dzikie rybołówstwo. Pozwalają one kontrolować liczbę zwierząt, monitorować ich wzrost, optymalizować paszę i planować produkcję z dużo większą przewidywalnością, redukując niektóre formy przyłowu niemal do zera. W przeciwieństwie do trawlera, hodowla nie musi podczas zbioru przechwytywać wielu przypadkowych gatunków dzikich. Przy właściwym zaprojektowaniu obiegu wody, bioasekuracji, paszy i uboju, system ten może ograniczyć część presji typowej dla rybołówstwa.

Nie istnieje zatem naukowa podstawa do stwierdzenia, że **"akwakultura jest dobra"** albo **"akwakultura jest zła"**. Poprawnie postawione pytanie musi brzmieć: **jaki gatunek, w jakim systemie, z jakiego materiału reprodukcyjnego, czym karmiony, przy jakiej konwersji, z jakim źródłem energii, w jakim środowisku, przy jakiej kontroli chorób, z jaką śmiertelnością, z jaką technologią uboju i dla jakiego rynku?**

Z tego punktu widzenia pojęcie "sustainable aquaculture" jest równie wymagające jak "sustainable fisheries". Nie wystarczy bowiem, że hodowla nie przeławia własnego stada – w klasycznym sensie stado produkcyjne jest przecież odtwarzane przez człowieka. Konieczne jest zbadanie źródła paszy, emisji substancji biogennych, wpływu na siedlisko, interakcji genetycznych, zużycia leków, energii i dobrostanu, a także konsekwencji społecznych. **Trwałość przesuwa się z poziomu jednego stada na poziom całego systemu przepływu materii.**

Można uznać, że akwakultura zastępuje problem pytania "ile możemy wyjąć z natury?" pytaniem o to, "jak możemy zbudować sztuczny metabolizm, który nie przekroczy innych granic natury?". To przejście nie usuwa ekologii; przenosi ją do wnętrza technologii. Szczególnie interesujące jest w tym kontekście porównanie dwóch skrajnych modeli.

Intensywna hodowla drapieżnika dąży do stworzenia wysoce kontrolowanego systemu, w którym człowiek dostarcza paszę, zarządza zdrowiem i maksymalizuje przyrost. Hodowla małża lub glonu opiera się natomiast na wykorzystaniu produktywności istniejącego środowiska przy minimalnym nakładzie pokarmu. Pierwszy model przypomina przemysłową hodowlę lądową, drugi – zarządzane zbieranie przepływów ekosystemowych. Pomiędzy nimi rozciąga się ogromne spektrum technologii.

To spektrum podważa prostą narrację **Blue Revolution**, według której akwakultura miałaby automatycznie powtórzyć sukces Zielonej Rewolucji. Produkcja może rosnąć bardzo szybko, lecz jej

jakość środowiskowa zależy od architektury wzrostu. Jeśli ekspansja polega na masowym zwiększaniu systemów wysoko zależnych od paszy, energii i leków, wzrost ilości produktu może potęgować inne naciski. Jeśli jednak rozwija się w stronę organizmów niskotroficznych, gospodarki cyrkularnej, precyzyjnego karmienia, bioasekuracji i efektywnej kontroli odpadów, rezultat może wyglądać zasadniczo inaczej.

Etyka parametrów zamiast etyki kategorii

Dlatego krytyczne określenie **"aquaculture overoptimism"** pojawiające się w książce zasługuje na uwagę, o ile nadamy mu precyzyjne znaczenie. Nadmierny optymizm nie polega na uznaniu, że akwakultura może zwiększać podaż żywności – robi to już teraz na ogromną skalę. Polega raczej na założeniu, że samo przeniesienie produkcji do hodowli automatycznie rozwiązuje problem ograniczoności oceanu. Nie dzieje się tak, jeśli hodowla nadal wymaga dzikich ryb jako paszy, gdy choroby z systemów hodowlanych zwiększają presję na dzikie populacje lub ucieczki zmieniają genetykę dzikich stad. Problem nie znika również wtedy, gdy produkcja generuje eutrofizację lokalnego akwenu bądź gdy poprawa ekologiczna odbywa się kosztem systematycznego dobrostanu milionów czujących zwierząt. Z drugiej strony teza przeciwna jest równie błędna: akwakultura nie jest z definicji "przemysłowym więzieniem". Hodowla glonów nie posiada nawet kategorii dobrostanu zwierzęcego, małże filtrujące nie wymagają paszy przemysłowej, a część systemów słodkowodnych może funkcjonować przy stosunkowo niskiej zależności od składników morskich. Ponadto produkty uboczne mogą zastępować rybę łowioną specjalnie na paszę, RAS może ograniczać emisje do środowiska wodnego, a IMTA pozwala odzyskiwać część traconych substancji.

Naukowa analiza musi zatem porzucić **etykę kategorii na rzecz etyki parametrów**. Nie należy pytać, czy kategoria "akwakultura" jest moralnie albo ekologicznie właściwa. Trzeba raczej określić warunki, przy których konkretna konfiguracja produkcyjna przekracza lub nie przekracza akceptowalnych granic. Taki sposób myślenia przypomina projektowanie systemów inżynierskich typu multi-objective optimisation, gdzie nie istnieje jeden wskaźnik, który można by maksymalizować bez kosztów. Produkcja, koszty, emisje, zużycie dzikiej biomasy, dobrostan, odporność na choroby, zużycie energii i zatrudnienie mogą pozostawać częściowo sprzeczne. Poprawa systemu oznacza znalezienie rozwiązania, które nie maksymalizuje jednej wartości poprzez ignorowanie pozostałych. Jest to szczególnie istotne przy projektowaniu przyszłego bezpieczeństwa żywnościowego. Jeśli światowa podaż dzikich zwierząt wodnych pozostaje relatywnie stabilna, a populacja i popyt na produkty wodne rosną, dodatkowa podaż musi pochodzić z akwakultury, zmiany struktury konsumpcji albo ograniczenia strat. FAO przewiduje dalszy wzrost znaczenia akwakultury w nadchodzącej dekadzie.

Nie jest więc realistyczne traktowanie hodowli jako marginalnego eksperymentu, który można po prostu usunąć z systemu bez odpowiedzi na pytanie o zastępującą ją żywność. Jednocześnie samo zwiększanie podaży nie może być jedynym rozwiązaniem. System żywnościowy może uzyskiwać więcej wartości z tej samej biomasy poprzez ograniczanie strat, wykorzystywanie produktów ubocznych, kierowanie jadalnych ryb ku bezpośredniej konsumpcji, zmianę preferencji gatunkowych oraz rozwój organizmów znajdujących się niżej w sieci troficznej. Odpowiedź na ograniczenia oceanu nie jest więc prostym "więcej hodowli", lecz **zmianą architektury produkcji i konsumpcji**. Akwakultura pokazuje również, jak bardzo rozmywa się klasyczne przeciwstawienie natury i technologii.

Klatka łososia nadal znajduje się w morzu i zależy od temperatury, tlenu oraz prądów. RAS próbuje przenieść część środowiska do hali technologicznej, lecz nadal musi biologicznie utrzymywać rybę. IMTA dąży do świadomego konstruowania relacji troficznych istniejących w naturze. Hodowla małży wykorzystuje naturalny plankton, ale organizuje przestrzeń jego pozyskiwania według logiki produkcyjnej. Nie mamy więc do czynienia z przejściem od "natury" do "sztuczności", lecz z kolejnymi stopniami **sterowania ekologią**. Człowiek nie zastępuje biologii; zwiększa jedynie liczbę parametrów biologicznych, za które bierze odpowiedzialność. Im większa kontrola, tym szerszy zakres odpowiedzialności za błąd.

W rybołówstwie można uznać, że słaba rekrutacja nastąpiła z przyczyn środowiskowych. W zamkniętym systemie hodowlanym brak tlenu może być bezpośrednim skutkiem awarii spowodowanej przez człowieka. Technologia redukuje część niepewności natury, ale równocześnie tworzy nowe formy ryzyka systemowego: przerwę w zasilaniu, awarię pomp, błąd algorytmu karmienia, niesprawny filtr albo epidemię rozwijającą się w środowisku wysokiego zagęszczenia. Teoria Charlesa Perrowa powróciłaby więc także w akwakulturze: zwiększenie złożoności systemu może poprawić codzienną kontrolę, lecz sprawia, że awaria wielu powiązanych elementów ma potencjalnie gwałtowne konsekwencje. W RAS kilkadziesiąt tysięcy ryb może zależeć od ciągłego działania układu energetycznego i tlenowego. Przyroda została częściowo zastąpiona infrastrukturą, która stała się wówczas częścią warunków biologicznego przeżycia. Najbardziej dojrzała koncepcja akwakultury nie powinna więc poszukiwać systemu "bez wpływu", gdyż taki system nie istnieje.

Każda produkcja żywności zmienia przepływy energii i materii. Pytanie dotyczy **charakteru, wielkości, odwracalności i dystrybucji wpływu**. W tym kontekście szczególnie obiecujące są technologie oparte na trzech zasadach: obniżaniu poziomu troficznego produkcji, zamykaniu obiegów materiałowych i zwiększaniu precyzji sterowania tam, gdzie nie tworzy ona nieproporcjonalnego kosztu energetycznego. Nie jest to gotowa recepta dla całego świata, lecz kierunek wynikający z ekologicznej logiki systemów. Można zarazem dostrzec głębszy paradoks.

Konkurencja o ograniczoną przestrzeń morską

Akwakultura ma częściowo uratować człowieka przed granicą dzikiego oceanu, lecz sama potrzebuje przestrzeni. Klatki zajmują akweny, hodowle małży wymagają odpowiednich wód, a farmy glonów konkurują o powierzchnię z żeglugą, rekreacją i ochroną przyrody. Z kolei instalacje RAS potrzebują ziemi, energii i infrastruktury. W miarę jak morze staje się jednocześnie przestrzenią żywnościową, energetyczną, transportową, militarną, rekreacyjną i chronioną, narasta konkurencja nie tylko o rybę, ale o samą przestrzeń morską.

To prowadzi do kolejnego etapu analizy. Morze, które przez stulecia wydawało się bezkresne, staje się środowiskiem coraz gęściej zagospodarowanym. Łowisko sąsiaduje tu z farmą łososiową, szlakiem żeglugowym, kablem energetycznym, rezerwatem, polem ćwiczeń, farmą turbin wiatrowych czy obszarem rekreacyjnym. Problem nie sprowadza się już tylko do tego, jak wiele zasobów można pobrać, lecz do tego, komu i w jakim celu przydziela się fragment przestrzeni, która formalnie nie posiada płotu. Należy zatem przejść od biologii hodowli do ekologii i politycznej ekonomii przestrzeni morskiej, ze szczególnym uwzględnieniem morskich farm wiatrowych. Analizie zostaną poddane kwestie hałasu impulsowego podczas budowy, hałasu eksploatacyjnego, wibracji oraz pól elektromagnetycznych kabli, a także zjawisko sztucznych raf, ograniczenia dostępu do łowisk i potencjalne obszary schronienia przed trałowaniem. Autor przygląda się tu konfliktowi pomiędzy transformacją energetyczną a tradycyjnymi sposobami korzystania z morza. To właśnie w tym punkcie pojęcie „cross sea” uzyskuje pełniejsze znaczenie: nie jako efektowna metafora, lecz jako opis akwenu, na którym coraz więcej racjonalnych sektorowo projektów musi zmieścić się w jednym, skończonym ekosystemie.

> W miarę jak morze przestaje być bezkresną pustynią, a staje się gęsto zagospodarowaną przestrzenią żywnościową, energetyczną i militarną, uświadamiamy sobie paradoks naszej interwencji: próbując uratować się przed granicami natury, budujemy infrastrukturę, która sama staje się nowym rodzajem ograniczenia. Ostatecznie nie chodzi już o to, ile ryb możemy wyhodować, lecz o to, czy potrafimy pomieścić w jednym ekosystemie sprzeczne wizje postępu, zanim zapomnimy, że pod klatkami i turbinami wciąż tętni życie, którego nie da się w pełni sparametryzować.

Inspiracje

[1] 

"Every Last Fish" Rose George

W. W. Norton & Company | ISBN: 9780393881486

Rose George (ur. 1969) to brytyjska pisarka, dziennikarka i reporterka, znana z dogłębnych badań nad istotnymi, a jednak często pomijanymi systemami, infrastrukturą i realiami ludzkimi. Studiowała filologię neofilologiczną w Somerville College w Oksfordzie, a tytuł magistra polityki międzynarodowej uzyskała na Uniwersytecie Pensylwanii jako stypendystka Fulbrighta i Thourona. George rozpoczęła karierę dziennikarską w magazynie „The Nation and Colors", a następnie ugruntowała swoją pozycję jako niezależna autorka artykułów dla takich czasopism jak „The Guardian", „The New York Times" i „London Review of Books". Jej główne prace badają ważne globalne tematy z niekonwencjonalnych perspektyw, w tym przesiedlenia uchodźców, globalne warunki sanitarne i gospodarkę odpadami, skrywany międzynarodowy przemysł transportu morskiego, naukę o krwi i jej ekonomię oraz komercyjne przełowienie. Jej dziennikarstwo śledcze zyskało szerokie uznanie, w tym nagrodę Mountbatten Maritime Award i liczne nominacje do najważniejszych nagród literackich.

***Rose George** (born 1969) is a British author, journalist, and reportage writer known for her deeply researched investigations into essential yet frequently overlooked systems, infrastructure, and human realities. She studied modern languages at Somerville College, Oxford, and earned a master's degree in international politics from the University of Pennsylvania as a Fulbright and Thouron Scholar. George began her career in journalism at The Nation and Colors magazine before establishing herself as a freelance contributor to publications such as The Guardian, The New York Times, and the London Review of Books. Her major works examine vital global topics from unconventional angles, including refugee displacement, global sanitation and waste management, the secretive international maritime shipping industry, the science and economy of blood, and commercial overfishing. Her investigative reporting has garnered widespread acclaim, including a Mountbatten Maritime Award and multiple major literary award nominations.*

University of British Columbia

Literatura uzupełniająca

Książki

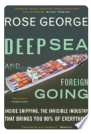
Książki autora i dzieła przywołane w tekście:



[1] "Nine Pints"

Rose George

2018 | Portobello Books | ISBN: 9781846276132



[2] "Deep Sea and Foreign Going"

Rose George

2013 | Portobello Books | ISBN: 9781846274800



[3] "The Big Necessity"

Rose George

2009 | Macmillan + ORM | ISBN: 9781429925488



[4] "Ninety Percent of Everything"

Rose George

2013 | Metropolitan Books | ISBN: 9780805096040



[5] "A Life Removed"

Rose George

2004 | New York

[6] "Krew"

Rose George

2019 | ISBN: 9788324055838

Książki autorów przywoływanych i literatura pokrewna:



[7] "Normal accidents : living with high-risk technologies : with a new afterword and a postscript on the Y2K problem"

Charles Perrow

Princeton University Press | ISBN: 9780691004129



[8] "Normal Accidents"

Charles Perrow

Princeton University Press | ISBN: 9780691004129

Artykuły naukowe

Prace autorów przywoływanych w tekście:

[1] "The Significance of Perrow's Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies"

Karlene H. Roberts, Charles Perrow

1989 | Academy of Management Review | DOI: 10.2307/258423

Źródło

[2] "Organizations and the Production of Systemic Risk"

C. Perrow

2015 | DOI: 10.1002/9781118900772.etrds0246

Źródło

Treść tworzy Fundacja Dobre Państwo.

Redaguje i publikuje APA ONE, autorski system redakcyjny Fundacji oparty na AI.

APA ONE Publishing System

Fundacja Dobre Państwo © 2026

Article ID: 79f59f00-149b-4bb5-8aa4-2c89adcfe8c6