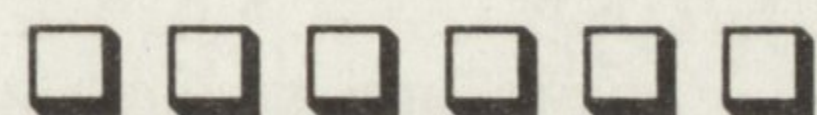


## RECENZJE



**Beyers R. J., Odum H. T. 1993— Ecological microcosms —**  
Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, ss. 557.  
[ISBN 0-387-97980-8]

Książka stanowi przegląd badań nad tzw. mikrokosmosami. Mikrokosmosy to wielogatunkowe układy eksperymentalne zamknięte w różnego typu pojemnikach, które mają naśladować ekosystemy występujące w naturze. Mierzy się w nich zachodzące z upływem czasu zmiany w liczbie organizmów i rejestruje przebieg podstawowych procesów życiowych.

We wstępie autorzy piszą o mikrokosmosach niezmiernie ciepło, wyrażają swoje upodobania do takich zminiaturyzowanych światów.

Eksperymenty mikrokosmosów są wykorzystywane do weryfikowania hipotez ekologicznych, są także bardzo dobrym narzędziem do sprawdzania reakcji ekosystemów na wszelkie stresy i wreszcie są cennym sposobem edukacji. Pozwalają demonstrować na małych fragmentach przestrzeni, jak funkcjonują zespoły organizmów.

O popularności mikrokosmosów może świadczyć zebrane przez autorów piśmiennictwo przedmiotu, które mieści się aż na 60 stronach, choć nie jest to wcale pełna lista, a głównie prace amerykańskie.

Książka składa się z trzech części.

W pierwszej zawarto mikrokosmosowe badania podstawowych reguł i zależności w ekologii. Jest więc tam mowa o przemianach energetycznych i krążeniu pierwiastków, o sukcesji, o hierarchicznej organizacji układów ekologicznych i homeostazie, a także o różnorodności.

Druga część to przegląd przykładowych typów mikrokosmosów. Została zaprezentowana niezmiernie szeroka gama środowisk. Są więc mikrokosmosy reprezentujące zbiorniki wody stojącej, lub przeciwnie płynącej, reprezentujące wody słodkie i morskie, ekosystemy podmokłe, glebę, itd. Bardzo zróżnicowana jest też przestrzeń jaką zajmują eksperymenty: od bardzo małych mierzących kilka cm<sup>2</sup> do tzw. mezokosmosów o powierzchni kilkuset metrów. Bardzo różny jest także stopień komplikacji tych układów. Mogą być bardzo uproszczone, składające się z kilku gatunków należących do dwóch, czasem trzech poziomów troficznych, aż po układy ekosystemalne o bardzo skomplikowanej sieci troficznej, obrazujące las deszczowy czy rafę koralową. Są to też niekiedy układy kilkuekosystemowe, które mają reprezentować krajobraz w miniaturze.

Część trzecia przedstawia układy zamknięte, które są odpowiednikami ekosystemów kształtowanych przez człowieka. Chodzi tu o ekosystemy, w których produkuje się żywność (agrocenozy, zbiorniki wodne z hodowlą ryb lub innych organizmów, które mogą być pokarmem człowieka) lub w których odbywa się usuwanie odpadów. Opisane zostało funkcjonowanie różnych oczyszczalni ścieków, a także sposoby usuwania i rozkładu śmieci. Wśród zaprezentowanych przykładów bardzo ciekawe i perspektywiczne wydają się te, w których starano się stworzyć model gospodarki bardzo wydajnej energetycznie, o bardzo małych stratach energii. Opisano np. zbiorniki z hodowlą ryb umieszczone w szklarniach. Energia słoneczna jest wykorzystywana w produkcji glonów i do ogrzewania pobliskich mieszkań. Żyzne wody zbiorników służą następnie do nawożenia upraw.

Wreszcie na końcu książki zamieszczono trzy dodatki, w których znalazły się wskazówki, jak budować mikrokosmosy i jak rejestrować dziejące się w nich procesy. Zamieszczono tam między innymi ciekawy opis długotrwałego eksperymentu nazwanego Biosfera 2. Jest to samotrzymujący się i samooczyszczający system zamknięty, który zawiera nie tylko rośliny i glebę, ale także człowieka.

W całej książce wykorzystywane są modele symulacyjne jako pomoc w wyjaśnianiu opisywanych koncepcji. Zamieszczono także bardzo dużo schematów przedstawiających powiązania w ekosystemie, drogi przepływu różnych pierwiastków. Zwykle jest to jednak charakterystyka jakościowa, nie podano liczb, które by mówiły o natężeniu procesów.

Autorzy głoszą poglądy holistyczne, uważają, że nawet bardzo dokładne poznanie funkcjonowania poszczególnych części układu nie umożliwi wnioskowania o działaniu całości. Wykazują, że w mikrokosmosach następuje samoorganizowanie się zespołów organizmów. Po początkowych przekształceniach tworzy się układ o hierarchicznej budowie, podlegający samoregulacji, w którym osiągnięty jest stan homeostazy. Do tego, żeby układ był trwały i samowystarczalny, konieczna jest różnorodność. Uważają też, że przebieg procesów fizycznych jest pod kontrolą organizmów.

Z drugiej strony, mimo tych holistycznych poglądów, autorzy nie dostrzegają zupełnie, że mikrokosmosy są też pewnym wycinkiem całości. Uważają, że one ściśle naśladują funkcjonowanie układów naturalnych. Wystarczy, posługując się modelami matematycznymi, przełożyć otrzymane wartości na inną skalę, odpowiednio zwiększyć pulę dopływającej energii i można wnioskować o funkcjonowaniu całego ekosystemu. Często używany jest termin „*transformity*”. Jest to taka przekładnia pozwalająca obliczyć, jaka ilość energii jest zużywana przez poszczególne procesy w przyrodzie. Na podstawie pomiarów dokonywanych w małej skali pozwala na uporządkowanie gatunków według ilości energii koniecznej do ich powstania.

Książkę czyta się dość trudno. Poglądy autorów, czy analizy procesów trudno wynaleźć wśród wielu cytowań i szczegółowych opisów. W wielu rozdziałach autorzy odwołują się do innych miejsc książki, gdzie coś już zostało opisane, oraz do rysunków i tabel zamieszczonych na zupełnie innych stronach. Same rysunki są często zbyt skąpo objaśnione.

Dużo więcej miejsca poświęcono mikrokosmosom wodnym niż lądowym. Powodem jest wolniej odbywająca się sukcesja na lądzie. Nie jest to w pełni prawdziwe, gdyż w ekosystemach lądowych występują bardzo liczne grupy organizmów o krótkich cyklach życiowych, i zwykle to one są używane w badaniach mikrokosmosowych. Sukcesja całych ekosystemów lądowych jest rzeczywiście powolna, ale niektóre procesy dzieją się szybko. Tak jest np. z rozkładem pewnych rodzajów materii organicznej, tworzeniem się kompostów itp. Szkoda, że te odbywające się w glebie procesy znalazły się prawie całkowicie poza obszarem zainteresowań autorów.

W mikrokosmosach wodnych, zwłaszcza tych pelagicznych, otrzymano zresztą największe podobieństwo zarówno składu organizmów, jak przebiegu procesów między doświadczeniami w zamkniętej przestrzeni a zbiornikami, z których pobrano do nich materiał. To oczywiście zachęca do rozwijania tych właśnie badań.

W książce opisane zostały nie tylko mikrokosmosy, ale i mezokosmosy. Do tych ostatnich zaliczono np. stawy, oczyszczalnie ścieków i wreszcie zamknięte, samowystarczalne układy, w których mógłby przebywać człowiek. Wiele z opisanych doświadczeń przeprowadzono w różnego typu izolatorach w warunkach naturalnych.

Bardzo ciekawe jest przedstawienie w ujęciu historycznym usiłowań stworzenia takiego samowystarczalnego i, co więcej, trwałego układu zamkniętego, w którym mógłby przebywać człowiek. Prace takie są ściśle związane z planowanymi wyprawami kosmicznymi.

Badania mikrokosmosowe są zdaniem autorów nie tylko dobrym narzędziem badawczym, służącym poznaniu różnego typu zależności, ale są też bardzo polecane w kształceniu studentów, a nawet uczniów. Trzeba się z tym zgodzić, że skonstruowanie mikrokosmosów, przewyciężenie

trudności technicznych i następnie prowadzenie skrupulatnych obserwacji i pomiarów jest bardzo kształcące.

W sumie jest to książka bardzo ciekawa. Pozwala podziwiać wielką pomysłowość badaczy w tworzeniu nieraz bardzo skomplikowanych, samowystarczalnych układów zamkniętych, które służą różnym celom. Godny podziwu jest też zakres poruszonych zagadnień.

Warto może wspomnieć na koniec, że mikrokosmosy mają też wartość handlową. Są sprzedawane w postaci szklanych, kulistych, zamkniętych akwariów pod skromną nazwą „Ekosfera” i reklamowane jako trwałe, nie wymagające żadnej opieki, zrównoważone.

**Anna Kajak**