

Innis G. S. (Red.) 1978 — Grassland simulation model — Ecological studies 26, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, ss. 298.

Autorzy charakteryzują we wstępie tę książkę jako największe przedsięwzięcie dokonane dotychczas w zakresie modelowania. Jest to rezultat kilkuletniej pracy zespołu złożonego z kilkudziesięciu osób. Zespół działał w Colorado pod auspicjami Międzynarodowego Programu Biologicznego. Celem było zbudowanie modelu dynamiki biomasy ekosystemu łąkowego na tyle ogólnego, żeby mógł znaleźć zastosowanie w różnych zbiorowiskach trawiastych. Model miał „odpowiedzieć” na podstawowe pytania — jakie zmiany w produkcji roślinnej powodują: spasanie przez zwierzęta roślinożerne, nawożenie azotem i fosforem, zmienność temperatury i opadów oraz nawadnianie. Na model całego układu składa się kilka wzajemnie powiązanych podmodeli, które reprezentują czynniki abiotyczne, producentów, dwa zespoły konsumentów (ssaki i szarańczaki), procesy destrukcji, krążenie N i P. Ostatni rozdział, co jest ciekawe, zawiera analizę i krytykę modelu.

Najbardziej wielostronne są dane abiotyczne. Obejmują one dwie podstawowe dziedziny — przepływ wody i temperaturę. Samo wyliczenie danych potrzebnych do modelu zajmuje dwie strony druku. Proces przepływu wody został scharakteryzowany na podstawie danych o ilości opadów, ewapotranspiracji, ilości wody zatrzymywanej przez ściółkę i przefiltrowywanej do gleby oraz przez spływ powierzchniowy. Zmiennymi sterującymi (driving variables) w tym podmodelu są codzienne dane o ilości opadów, wilgotności względnej powietrza, zachmurzeniu, szybkości wiatru, temperaturze maksymalnej i minimalnej na wysokości 2 m. Model tylko częściowo opiera się na pomiarach klimatycznych. Większość danych pochodzi z wyliczeń. I tak na przykład symulowana jest temperatura gleby na 13 głębokościach, maksymalna i średnia temperatura powietrza wśród roślinności i ponad nią oraz całkowite promieniowanie. Tylko w ciągu jednego roku prowadzono dokładne pomiary terenowe — poziomu wody i temperatury gleby. Dane te nie zostały wprowadzone do modelu, a posłużyły do oceny wiarygodności danych otrzymanych z symulacji.

Ta sama metoda weryfikacji co w podmodelu abiotycznym została zastosowana do sprawdzenia wyników także innych podmodeli. Wszędzie tam, gdzie było możliwe uzyskanie danych terenowych, zostały one użyte do sprawdzenia poprawności funkcjonowania modelu. Jednak najpełniejszą zgodność tych dwóch zbiorów danych (terenowych i modelowych) otrzymano z symulacji czynników abiotycznych. Rozeznanie działania tych czynników jest widocznie najpełniejsze

W podmodelu producentów symulowano fenologię roślin i dynamikę przepływu węgla przez żywe i martwe części roślin. Symulowanie faz fenologicznych jest unikalne w modelowaniu, mimo że od fenologii zależy wiele istotnych procesów zachodzących w ekosystemie (np. konsumpcja przez roślinożerce, zawartość N, itp.). Modelowano takie procesy, jak fotosyntezę, oddychanie nadziemnych i podziemnych części roślin, proces obumierania i wzrostu. Przy weryfikacji wyników modelowania z pomiarami wykonywanymi w terenie dotyczącymi zmian biomasy obumierających i żywych nadziemnych części roślin stwierdzono bardzo duże rozbieżności. Autor uważa, że miał więcej powodzenia w symulowaniu fenologii, ale i w tym zakresie zaznaczyły się znaczne rozbieżności w stosunku do danych, np. początek wegetacji różnił się o miesiąc w stosunku do przewidywań. Mimo to autor konkluduje, że modelowanie pozwoliło głębiej wniknąć w funkcjo-

nowanie ekosystemu, niedostępne na innej drodze, pozwoliło zwrócić uwagę na występowanie istotnych powiązań, zwykle pomijanych, i na niedoskonałość wiedzy o podziemnych częściach roślin.

W podmodelu dotyczącym szarańczaków za cel postawiono symulację przepływu energii przez populację i oddziaływanie szarańczaków na ekosystem. Otrzymano znaczną zgodność wyników dynamiki biomasy — symulowanej i rzeczywistej. Zmiennymi sterującymi była temperatura i opady. Uwzględniono wpływ tych niezależnych od zagęszczenia czynników na tempo rozwoju, płodność i śmiertelność owadów, a także na jakość i ilość pokarmu. Czynniki zależnymi od zagęszczenia, jakie wprowadzono do modelu, były dostępność pokarmu i drapieżnictwo. Przy rozpatrywaniu wpływu szarańczaków na ekosystem uwzględniono nie tylko konsumpcję, ale i ilość niszczonej roślinności. Obie te wielkości traktowano m.in. jako funkcję wieku i rodzaju rośliny.

W podmodelu dotyczącym procesów rozkładu przyjęto założenie, że rozkład jest wyłącznie mikrobiologiczny i że znaczna część organizmów jest nieaktywna; przyjęto też, że w stałych warunkach tempo rozkładu zmienia się w sposób wykładniczy. Martwą materię, zależnie od zawartości N, podzielono na dwie frakcje — łatwo i trudno rozkładalną. W weryfikacji modelu z wynikami terenowymi otrzymano znaczną zgodność symulowanego tempa rozkładu ściółki ze stwierdzonym eksperymentalnie, a także znaczną zgodność przebiegu i intensywności oddychania gleby. Natomiast biomasa bakterii stwierdzona drogą pomiarów ATP i przewidywana różniły się znacznie.

W końcowym rozdziale przeprowadzono analizę wrażliwości modelu na zmiany parametrów. Jako wskaźniki wrażliwości modelu traktowano cztery zmienne wyjściowe: wielkość ewapotranspiracji, produkcję pierwotną netto, produkcję wtórną i oddychanie gleby. Stwierdzono, że produkcja roślinna i oddychanie gleby są najbardziej wrażliwe na zmiany parametrów modelu.

Zasadniczym celem, realizowanym konsekwentnie we wszystkich rozdziałach książki, było przedstawienie, w jaki sposób został zbudowany model, jak go weryfikowano oraz na ile model ten jest ogólny. Bardzo cenna jest możliwość śledzenia krok po kroku, w jaki sposób można przewidzieć zachodzące zależności i opierając się na nich, znając warunki początkowe oraz czynniki środowiskowe, przewidywać przebieg zjawisk przyrodniczych. Przy takim jednak postępowaniu wyniki modelowania (dane o funkcjonowaniu ekosystemu) schodzą na dalszy plan, nie zostały zebrane i podsumowane, są trudno czytelne. Najwięcej wyników zawarto w końcowej tabeli, która przedstawia wpływ różnych zabiegów eksperymentalnych (przeprowadzonych lub wyłącznie symulowanych) na wielkość zmiennych wyjściowych.

Można powiedzieć ogólnie, że książka daje dobry pogląd o tym, jak budować model symulacyjny, gorszy o tym, co się dzieje w analizowanym ekosystemie.

Anna Kajak i Teresa Wierzbowska

Colinvaux P. 1978 — Why big fierce animals are rare — Princeton University Press, Princeton, New Jersey, ss. 256.

To prawda, że ekologia staje się od kilku lat pojęciem coraz bardziej znany wśród najbardziej technokratycznej nawet części społeczeństwa. Pojęcie to jednak nabiera coraz bardziej jednostronnego znaczenia kojarząc się w coraz