

**Firth P., Fisher S. G. (red.) 1992 –
Global climate change and freshwater ecosystems –
Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg,
ss. 321. [ISBN 0-387-97640-X]**

Interesującą prognozę wpływu efektu cieplarnianego na ekosystemy słodkowodne prezentuje książka „Globalna zmiana klimatu i ekosystemy słodkowodne”, pod redakcją P. Firth i S. G. Fishera. Publikacja ta oparta jest na materiałach przedstawionych na sympozjum w Blackburgu w Wirginii w maju 1990 r. Zadaniem sympozjum była próba powiązania obecnego stanu wiedzy z dziedziny klimatologii i ekologii wód słodkich. Autorzy referatów przyjęli powszechnie akceptowane założenie, że w następnym stuleciu nastąpi globalne ocieplenie o 2–5°C w wyniku wzrostu stężenia gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla, para wodna, metan, podtlenek azotu i chlorofluorowęglany. Na tej podstawie spróbowali przewidzieć konsekwencje tego ocieplenia dla ekosystemów i procesów w nich zachodzących. Powstałe referaty różnią się więc istotnie od klasycznych publikacji naukowych, ponieważ zawierają rozbudowane elementy prognostyczne. Dzięki temu stanowią one bardzo ważny krok ku zrozumieniu i zdefiniowaniu wielu procesów hydrologicznych i biologicznych, zwłaszcza sprzężeń zwrotnych i zależności pomiędzy jeziorami i rzekami a klimatem. Zrozumienie takie jest niezbędne jeżeli mamy przygotować się w sposób naukowy i odpowiedzialny do nieuniknionych konsekwencji zmian klimatu.

W rozdziale pierwszym J. S. Levin przedstawił efekt cieplarniany jako naturalne zjawisko kształtujące warunki na Ziemi i innych planetach Układu Słonecznego. Według autora zbyt silny efekt cieplarniany na Wenus (temperatura powierzchni do 427°C) i zbyt słaby na Marsie (temperatura powierzchni -53°C) uniemożliwiają istnienie wody w stanie ciekłym i tym samym warunków koniecznych do powstania życia. Temperatura efektywna Ziemi (do jakiej nagrzalaby się skorupa ziemiska pod wpływem docierającego do niej promieniowania słonecznego) wynosi -20°C i tylko dzięki efektowi cieplarnianemu na naszej planecie w ogóle może istnieć życie. W dalszej części rozdziału Levin pokazuje, że różne sprzężenia zwrotne są głównymi mechanizmami kierującymi efektem cieplarnianym. Chodzi tu przede wszystkim o sprzężenia dwutlenku węgla, pary wodnej, topnienia pokrywy śnieżnej i lodowej czy formowania się chmur. Sprzężenia te mogą mieć charakter dodatni, wzmacniając efekt cieplarniany, lub ujemny osłabiający ten efekt.

W rozdziale drugim D. E. Ford i K. W. Thornton omówili wpływ zmiany klimatu na zasoby wodne.

Do problemu sprzężeń zwrotnych powracają w rozdziale trzecim R. C. Harris i S. E. Frolking. Autorzy podkreślają znaczenie metanu, który pomimo niewielkiej koncentracji (1,7‰) ma mniej więcej 15-procentowy udział w tworzeniu efektu cieplarnianego. Reagując w atmosferze z (OH) metan staje się podstawowym źródłem pary wodnej w stratosferze, a tym samym odpowiada za powstawanie chmur i ewentualny niedobór ozonu. Jako źródło pary wodnej metan uczestniczy w dodatnich i ujemnych sprzężeniach zwrotnych związanych z istnieniem powłoki chmur. Poprzez hamowanie odbicia promieni słonecznych od Ziemi chmury potęgują efekt cieplarniany, a poprzez zdolność do odbijania promieni słonecznych mogą ten efekt osłabiać. Najważniejszym źródłem metanu (22%) są słodkowodne tereny podmokłe, szczególnie z dużych szerokości geograficznych półkuli północnej, gdzie zmiany klimatyczne będą najsilniejsze. Emisja metanu z tych ekosystemów jest silnie związana ze zmianami klimatu, takimi jak temperatura i opady, a więc zmiany w tej emisji mogą być jednym z pierwszych symptomów zmian klimatu. Emisja metanu powinna stać się jednym z najważniejszych tematów badań w najbliższym czasie także dlatego, iż mogłyby one dostarczyć nowych przesłanek dotyczących biologicznych sprzężeń zwrotnych związanych z klimatem.

Rozdział czwarty napisany przez J. M. Melacka poświęcony jest wzajemnym zależnościom pomiędzy jeziorami, wielkimi rzekami i klimatem. Zależności te odzwierciedlają się w zmianach na wielką skalę opadów w rejonach o zmienionym spływie rzek i dopływie do jezior. Podstawowym mechanizmem łączącym system rzeczny i jeziorny z klimatem jest tempo parowania. Zmiana biegu rzek prowadząca do osuszania terenów podmokłych, jak to było w przypadku Białego Nilu w południowym Sudanie, intensywne wycinanie lasów mające np. miejsce w dorzeczu Amazonki, czy zmniejszenie dopływu wody do jeziora, jak w przypadku Morza Aralskiego, może mieć bardzo istotny wpływ na ewapotranspirację tych terenów. A w konsekwencji na zmniejszenie regionalnych opadów. Co ważniejsze, lokalne zmniejszenie ewapotranspiracji na terenie zlewni dużych rzek i jezior ma wpływ na opady i klimat na powierzchni całych kontynentów.

N. LeRoy Poff w rozdziale piątym rozważa rolę reżimu hydrologicznego w kształtowaniu procesów ekologicznych w ekosystemach lotycznych. W tym celu, w ślad za innymi ekologami, stara się ustalić jakie zmiany biologiczne nastąpią w przykładowym strumieniu, jeśli średni spływ zmniejszy się o 10% lub częstość powodzi wzrośnie dwukrotnie. Ponieważ bardzo trudno jest określić wszystkie fizyczne cechy danego środowiska i związki pomiędzy nimi, autor uznał, że wystarczyłoby zidentyfikowanie najważniejszych elementów je kształtujących. Dla autora takimi elementami są środowiska zastoiskowe, pełniące rolę refugium. Zapewniają one bowiem ekosystemom samoregulację, stanowią rezerwuar różnorodności biologicznej, integrują systemy lotyczne i są istotnym czynnikiem zapewniającym odporność na naturalne i antropogenne zaburzenia. Poza tym buforują one ekstremalne zjawiska hydrologiczne i prawdopodobnie będą miały istotne znaczenie w łagodzeniu potencjalnych konsekwencji zmian klimatu. Dlatego, według autora, jednym z podstawowych zadań w badaniu wpływu zmian hydrologicznych zlewni na procesy ekologiczne powinno być określenie funkcjonowania, rozmieszczenia i połączeń czasowych i przestrzennych pomiędzy refugiami oraz tego, jak długo i w zakresie jakich zmian fizycznych mogą one przetrwać.

Z kolei w rozdziale szóstym, dotyczącym geologicznych zależności pomiędzy spływem, osadami i zawiesiną w wodzie a ekosystemami strumieniowymi, autorzy (A. K. Ward i in.) przewidują, że w wyniku ograniczenia ilości opadów i wilgotności gleby nastąpi zmniejszenie spływu i wzrost jego zmienności. Powinien także nastąpić wzrost ilości materii niesionej z prądem i w osadach. Kolejną konsekwencją zmiany ilości opadów może być przebudowa składu gatunkowego roślinności nadbrzeżnej, co wpłynie na pogorszenie się jakości materii allochtonicznej przy równoczesnym polepszeniu się warunków świetlnych. Nastąpić może również zmiana składu gatunkowego i struktury dominacji bezkręgowców, prowadząca nawet do ekstynkcji pewnych gatunków, a polegająca na promowaniu gatunków o krótkim cyklu życiowym, umożliwiającym wykorzystanie skróconej obecności wody.

Autorzy rozdziału siódmego (B. W. Sweeney i in.) uważają, że aby zrozumieć wpływ zmian klimatu na strategie życiowe i biogeografię owadów wodnych konieczne jest pogłębienie wiedzy z dziedziny genetyki populacji oraz jej powiązań ze środowiskiem. Tak na przykład bezpośredni efekt temperatury na wzrost larw zależy w dużym stopniu od tego, czy indywidualny cykl rozwojowy został zakłócony, co z kolei zależy od stopnia w jakim, w konsekwencji danych warunków termicznych, rozwój jest ograniczony genetycznie. Dlatego też autorzy zwracają uwagę na konieczność udziału w badaniach nad konsekwencjami zmian klimatu genetyków i ekologów zajmujących się bentosem w różnych strefach klimatycznych oraz w ekosystemach zmienionych termicznie.

Badania wpływu zmian klimatu na zależności lądowo-wodne (rozdział ósmy autorstwa J. L. Mayer i W. M. Pulliama) dotyczą przede wszystkim trzech aspektów: (1) jak zmieni się dopływ pierwiastków i materii organicznej do strumieni, (2) jaki wpływ mieć będzie zmiana klimatu na transport, bilans pierwiastków i materii organicznej oraz (3) jak będą funkcjonowały strefy przybrzeżne. Po raz kolejny podkreślona jest tu rola stref przybrzeżnych w kształtowaniu warunków funkcjonowania całego strumienia oraz zależności lądowo-wodnych.

Aż cztery rozdziały (dziewiąty–dwunasty) dotyczą cieków jako elementów najbardziej wrażliwych na zmiany spowodowane globalnym ociepleniem klimatu. Strumienie i rzeki integrują przestrzenną i czasową zmienność opadów, zwielokrotniając ich efekt w stosunku do ekosystemów lądowych. Szczególnie strumienie rejonów półpustynnych i pustynnych reagują bardzo znacznym zmniejszeniem spływu nawet na niewielkie zmiany w opadach, a mała redukcja w dopływie wody może doprowadzić do ich wyschnięcia. Autorzy uważają, że lepsze poznanie zjawisk zachodzących w tych ekosystemach, ich reakcji na zakłócenia klimatyczne występujące obecnie, umożliwi lepsze przewidywanie konsekwencji przyszłych zmian klimatu.

J. F. Paris w rozdziale trzynastym przedstawił możliwości zastosowania techniki teledetekcji do monitoringu ekosystemów słodkowodnych. Technika ta może być wykorzystywana do określania temperatury wód powierzchniowych, lokalizacji interfezy woda-ląd, a także roślinności i osadów. Obecnie wykorzystanie teledetekcji ogranicza się do dużych zbiorników wodnych (rozdzielczość systemu pomiarowego w tej technice wynosi od 20 do 120 m), jednakże udoskonalenie tej metody umożliwiłoby zastosowanie jej również do większości cieków.

D. A. Burns i inni (rozdział czternasty) przedstawili program globalnego monitoringu na przykładzie ekosystemów słodkowodnych. W tym celu autorzy dokonali zestawienia dotychczasowej literatury, na podstawie której można przewidywać, jak globalne zmiany klimatu wpłyną na ekosystemy słodkowodne; zaprezentowali także gruntowny przegląd koncepcji obserwacji biosfery i elementy programu monitoringu. Spróbowali określić podstawowe warunki bytowania zespołów bezkręgowców w systemach lotycznych. Rozdział zakończono dyskusją nad programem monitoringu ekosystemów słodkowodnych w stosunku do globalnego ocieplenia klimatu.

Ostatni, piętnasty rozdział książki zawiera podsumowanie napisane przez G. W. Minshala, komentujące wypowiedzi autorów pozostałych rozdziałów.

Podsumowując można stwierdzić, że książka porusza niezwykle istotne i aktualne w tej chwili problemy ekologiczne. Autorzy przedstawili zarówno wyniki dotychczasowych badań, jak i prognozy zmian w ekosystemach wodnych oparte na aktualnych modelach globalnych zmian klimatu. Określili również konieczne kierunki i rodzaje badań jakie powinny być prowadzone, jeżeli ekologowie i klimatolodzy mają podołać zadaniu przygotowania nas na nieuchronne zmiany.

Iwona Jasser