

Nowe podejście do zarządzania środowiskiem

Cel: odbudować harmonię



Prof. M. Zalewski jest jednym z pionierów ekohydrologii - nowej dziedziny nauki łączącej wiedzę techniczną i ekologiczną

MACIEJ ZALEWSKI

Międzynarodowe Centrum Ekologii
Polskiej Akademii Nauk, Łódź;
Uniwersytet Łódzki
mzal@biol.uni.lodz.pl

Połączenie hydrologii i ekologii daje nadzieję na opanowanie narastającego kryzysu wodnego. Ale jak zintegrować „inżynierską” hydrologię z ekologią skupiającą się na żywych organizmach?

Obecna era geologiczna została określona terminem „antropocen”, ponieważ w XXI wieku człowiek prawdopodobnie stanie się odpowiedzialny za kształtowanie procesów przyrodniczych zachodzących w skali Ziemi. Nie ulega wątpliwości, że dla ograniczenia tego zjawiska kluczowe staje się zrozumienie interakcji pomiędzy procesami abiotycznymi oraz biotycznymi. Szczególnie dotyczy to najbardziej dynamicznego czynnika abiotycznego - wody.

Do czasu rozpoczęcia wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej gospodarka wodna nastawiona była na eliminację zagrożeń wywołanych przez powódzie, susze oraz tzw. punktowe źródła zanieczyszczeń, co wiązało się z klasyczną hydrologią. Obecnie w dokumentach agend ONZ, takich jak UNESCO, UNEP, a także Komisji Europejskiej przyjęto, że jakość wody jest kluczowym czynnikiem dla zaspokojenia potrzeb ludzkości i osiągnięcia zrównoważonego rozwoju oraz że zależy ona od stanu ekosystemów.

Szybci i mali

Pierwszym widocznym efektem braku wody w krajobrazie jest zanikanie gatunków o dużej biomacie oraz długim i skomplikowanym cyklu życiowym. Zagrożone są m.in. duże ssaki, ptaki, czy ryby, takie jak łosoś i jesiotr. Ich miejsce zajmują zwykle organizmy, które w sprzyjających warunkach mogą szybko zwiększyć liczebność populacji np. glony, owadki, drobne gryzonie.

Bogactwo zespołów roślinnych obniża koncentrację fosforu i azotu w wodach grunto-

wych, a w konsekwencji nie dopuszcza do przeżyźnienia wód śródlądowych. Lasy, w okresach suchych, redukują ilość traczonej wody (m. in. przez zamykanie aparatów szparkowych w liściach), by w czasie intensywnych opadów „wypompować” do atmosfery (ewapotranspiracja) prawie podwojoną jej ilość. Woda, która powstaje w wyniku tego procesu, dostaje się do górnych - chłodnych warstw atmosfery i wraca w postaci deszczów na ziemię, zwiększając zasoby wodne na danym obszarze geograficznym. Takich możliwości nie mają zbiorowiska roślin trawiastych oraz uprawy. Ubożenie roślinności zwiększa zasobność wód, ale to tylko pozorny zysk. W momencie, gdy zanikają rośliny naczyniowe (np. trzcina), które kształtują siedliska dla różnorodnych zespołów organizmów (np. zooplanktonu filtrującego), w wodzie nadmiernie rozwijają się glony. Ich toksyczne zakwity stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka.

Źródła ekohydrologii

Na początku lat dziewięćdziesiątych świadomość postępującej degradacji zasobów wody na świecie znalazła wyraz na międzynarodowej konferencji, która odbyła się w 1992 r. w Dublinie, w Irlandii w ramach Międzynarodowego Programu Hydrologicznego UNESCO (IHP). Uznano, że połączenie hydrologii i ekologii tworzy duży potencjał umożliwiający poprawę zasobów wody.

Kluczem powinno być określenie podstawowych zasad nowej dziedziny nauki. Jako punkt

Toksyczne zakwity wody są poważnym zagrożeniem dla środowiska i ludzkiego zdrowia (mogą nawet być przyczyną uszkodzeń chromosomów). Szczególnie, gdy pojawiają się w zbiornikach wody pitnej, jak na zdjęciu poniżej



Małgorzata Tarczyńska



Piotr Skórnicki/Agencja Gazeta

wyjścia dla nowych hipotez przyjęto koncepcję „AB Regulatory Continuum” opublikowaną już w 1985 roku przez autora tej pracy i Roberta J. Naimana w dokumencie FAO. Pomysłów na funkcjonowanie ekohydrologii dostarczyły także badania prowadzone z udziałem autora w latach osiemdziesiątych w Polsce, na Zalewie Sulejowskim. Wykazały one, że można wykorzystać hydrologię do precyzyjnej regulacji struktury biologicznej ekosystemu dla poprawy jakości wody. Nie mniej ważne były badania nad rolą roślinności nadbrzeżnej w poprawianiu jakości wody oraz nad kształtowaniem sztucznych środowisk podmokłych (ang. constructed wetlands). Wyniki tych i wielu innych prac przyczyniły się do sformułowania podstawowych zasad ekohydrologii: procesy hydrologiczne mogą być wykorzystane do regulacji procesów biologicznych, zaś kształtowanie struktury oraz przebiegu procesów biologicznych może być zastosowane do regulacji procesów hydrologicznych, szczególnie dotyczących jakości wody. Obydwa rodzaje regulacji powinny być zharmonizowane z istniejącą infrastrukturą hydrotechniczną.

Od hipotez do badań

Punktem wyjścia dla rozwiązywania istniejących problemów powinien być cykl krążenia wody. Wspomniane już wyniki badań prowadzonych na Zalewie Sulejowskim

wskazują, że można regulować procesy biologiczne stosując hydrologię i zmniejszyć dzięki temu negatywny wpływ działalności człowieka. Wystarczy np. zmienić poziom wody, by móc kontrolować rozmnażanie się ryb planktonożernych. Ich liczebność utrzymana na niskim poziomie, umożliwi planktonowym skorupiakom intensywną filtrację glonów, co nie dopuści do powstania zakwitu (patrz też na s. 37). Opisany mechanizm jest na tyle trwały, że nawet po 20. latach nadal działa skutecznie, mimo kumulacji zanieczyszczeń nanoszonych przez rzekę. Stąd kolejna zasada: Celem poznania powiązań między hydrologią a ekologią w skali dorzecza jest zwiększanie odporności ekosystemów na działalność człowieka.

O ile opisana metoda ogranicza objawy eutrofizacji, to metodą ograniczającą jej przyczyny jest kształtowanie roślinności w dolinie zalewowej rzeki tak, by zatrzymać tam część osadów i związków fosforu. Rozwiązanie takie jest w trakcie wdrażania we fragmencie doliny rzeki Pilicy powyżej Zalewu Sulejowskiego, gdzie na powierzchni 24 ha pokrytej trawami zredukowano ilość fosforu o ok 150 kg rocznie. Jednak gdy na obszary często zalewane wprowadza się wybrane gatunki wierzby, można zwiększyć ilość usuwanego fosforu do ponad 350 kg (a każdy kilogram fosforu przyczynia się do pojawienia się w zbiorniku około 2 ton glonów).

Głównym celem ekohydrologii jest zwiększenie odporności ekosystemu na działania człowieka. Naukowcy wierzą, że odpowiednie zarządzanie środowiskiem umożliwi harmonijne współistnienie przyrody i cywilizacji

Nowe podejście do zarządzania środowiskiem

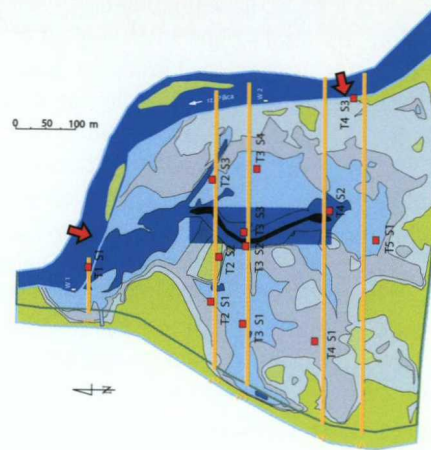
Pilica jest przykładem skutecznego zastosowania biologicznych metod kontroli w celu poprawy jakości wody. Starannie dobrane gatunki wierzb zasadzono w pobliżu mało efektywnej oczyszczalni ścieków, tworząc dodatkową barierę dla zanieczyszczeń mogących skażać rzekę

Iwona Wagner



Dodatkowym instrumentem kontroli procesów hydrologicznych i biologicznych, który wymaga intensywnych badań, są systemy melioracyjne. Jeśli powyższe rozwiązania zostaną zorganizowane w systemy w skali dorzecza, ich oddziaływanie będzie nieporównywalnie większe.

Jest bardzo ważne, by opisywane systemy były dostosowane do warunków socjoekonomicznych regionu. Przykładem w dolinie Pilicy jest Przedbórz – 8-tysięczne miasto, w którym nieefektywną oczyszczalnię ścieków połączono z systemem filtrującym utworzonym z... wierzb. Rośliny, reprezentujące odmiany o różnej tolerancji na wysoki poziom wód gruntowych, zatrzymują nadmiar fosforu pochodzący z niedoczyszczonych ścieków i przeżywiający Pilicę. Fosfor zostaje związany w tkankach roślin, tworząc biomasę, którą później można spalać ogrzewając budynki publiczne. Biomasa i uzyskana z niej energia mogą również być wykorzystane w technologii przetwarzania odpadów plastikowych na analog ropy naftowej – parafiny. W ten sposób nie tylko poprawiony zostaje stan środowiska (tworząc m.in. warunki dla rozwoju rekreacji), ale poprzez integrację z procesami socjoekonomicznymi i gospodarką odpadową tworzone są miejsca pracy.



Różne gatunki wierzb rozmieszczono w zależności od ich odporności na zalewanie (schemat po lewej). Ten biologiczny układ filtrujący skutecznie przekształca nadmiar związków fosforu z biomasę

Ekohydrologia globalna

Rozwiązania systemowe, dla których punktem wyjścia jest koncepcja ekohydrologii są obecnie nie tylko przedmiotem publikacji naukowych, ale także w wielu krajach znajdują się w fazie zaawansowanego opracowania oraz realizacji w ramach Międzynarodowego Programu Hydrologicznego UNESCO. Oto przykłady.

Na Węgrzech dzięki uzupełnieniu systemu oczyszczalni ścieków w dorzeczu rzeki Zala, przez układ specjalnie skonstruowanych zbiorników i okresowo zalewanych obszarów porośniętych roślinnością ładunek fosforu wnoszą

ny do jeziora Balaton został zredukowany nawet w 80%. Metoda okazała się tak skuteczna, że w ostatnich trzech latach nie wystąpiły w Balatonie toksyczne zakwity glonów.

W Brazylii na rzece Parana wybudowano kaskadę zapór. Jedna z nich jest położona powyżej zbiornika Itaipu oraz naturalnej, zalewanej okresowo doliny rzecznej o bogatej bioróżnorodności. Niestety zapora spowodowała zniekształcenie procesów hydrologicznych, od których zależały migracje i dostępność tarlisk ryb. Załamanie rybactwa na ponad 100 km odcinku rzeki spowodowało wycięcie i wypalanie lasów położonych w dolinie i przekształcanie ich w pastwiska i pola. Proces ten przyczynił się do pojawienia się w zbiorniku Itaipu toksycznych zakwitów. Dla odwrócenia postępującej degradacji środowiska, w ramach IHP UNESCO opracowywany jest model matematyczny optymalizujący sterowanie poziomem wody w zbiorniku w taki sposób, by w okresach migracji i rozrodu ryb umożliwić im dostęp do siedlisk, jednocześnie minimalizując straty energii generowanej przez zaporę. Ponadto utworzone rezerваты przyczyniają się do rozwoju turystyki, tworzą dodatkowe źródła dochodu i podnoszą świadomość ekonomiczną miejscowej ludności.

Z szacunku dla świata

Skoro przyszło nam żyć w okresie, w którym człowiek i jego działania stają się głównym czynnikiem kształtującym środowisko,

konieczny jest przełom w pojmowaniu ochrony tego środowiska. W warunkach ciągłego wzrostu zaludnienia, sterowanie układami przyrodniczymi wydaje się warunkiem osiągnięcia zrównoważonego rozwoju i ludzkiej obecności na „statku kosmicznym Ziemia”.

Dopiero w ostatniej dekadzie ekologia nauczyła się wyjaśniać zjawiska umożliwiające jej integrację z hydrologią. Kształtowanie systemów ochrony środowiska, które poprawiają stan zasobów przyrodniczych, ale tworzą pozytywne socjoekonomiczne sprzężenia zwrotne, jest możliwe w oparciu o integrację m.in. nauk o ziemi, biologii, modelowania matematycznego i socjoekonomii. Waga tych zagadnień i pilna potrzeba kompleksowych badań w tym zakresie sprawiły, że w najbliższym czasie Międzynarodowe Centrum Ekologii PAN zostanie przekształcone w Międzynarodowe Centrum Ekohydrologii, działające po auspicjach UNESCO. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

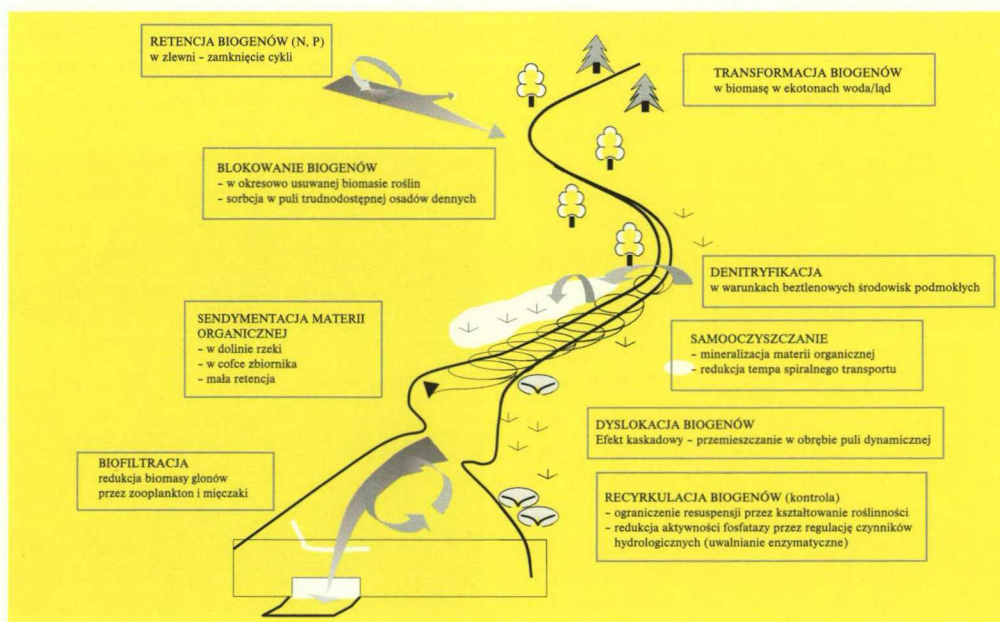
www.biol.uni.lodz.pl/demosite/pilica/

www.unep.or.jp/ietc/publications/freshwater/watershed_manual/index.asp

www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/FMS5/index.asp

Zalewski M. (2002). Ecohydrology: the use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources. *Hydrological Sciences Journal*. 47(5), 825-834.

Zalewski M. (red.). 2000. Special Issue on Ecohydrology. *Ecological Engineering, Journal of Ecotechnology* 16 nr 1.



Przykład synergistycznych zależności między różnymi procesami zwiększającymi zdolność zlewni rzeki do samooczyszczania

Maciej Zalewski