

żyje blisko 10 milionów ludzi (wliczając tu wielką aglomerację Kyoto-Osaka), zaś same miasto Otsu i mniejsze zlokalizowane nad samym brzegiem jeziora liczą blisko 2 miliony mieszkańców. Drugie tyle stanowią w okresie letnim turyści, na których czekają wysokościowe hotele, wesołe miasteczka, itp. centra rekreacyjne. Zlewnia jeziora, choć w znacznej części górzysta i lesista, z licznymi drobnymi rzeczkami uchodzącymi do jeziora, w części niżej położonej użytkowana jest intensywnie na cele rolnicze (nawożenie, pestycydy), głównie ogrodnictwo i uprawę ryżu. Nic dziwnego, że wobec takiej sytuacji jezioro to wykazuje galopującą eutrofizację, jak też zanik naturalnego charakteru swoich brzegów i strefy litoralnej. Szczególnie dotyczy to wyodrębnionej płytkiej części południowej, stanowiącej (na szczęście) tylko ok. 10% jego powierzchni, wciśniętej między miejską zabudowę Otsu. Stały monitoring jakości wód tego jeziora, praktykowany z różną intensywnością od 1925 r., wykazuje prawie dwukrotny spadek przezroczystości wody w ostatnich dwóch dekadach; obecnie wynosi ona ok. 2 m w części południowej, zaś ok. 5 m w części północnej, zachowującej jeszcze swój wyraźnie mezotroficzny charakter. Przy stosunkowo niewielkich (wg standartów dla eutroficznych jezior europejskich) koncentracjach  $P_{og}$  (odpowiednio: 0,027 i 0,010 mg/l w obu częściach), jezioro wykazuje tendencję do coraz liczniejszego występowania glonów (np. bruzdnic i sinic), i to gatunków uprzednio nie spotykanych, jak zielenica *Uroglena americana* (tzw. red-tide), wpływających na właściwości smakowe wody pitnej. Obserwuje się ponadto ustępowanie zarośli trzciny na rzecz dwóch gatunków egzotycznych (z rodzajów *Elodea* i *Egeria*), a także ustępowanie endemicznych gatunków małży (np. *Corbicula sandai*) i ryb (np. sławne „ayu” — *Oncorhynchus rhodurus*).

Świadomość zagrożenia wód i brzegów jeziora spowodowała, że lokalna administracja kilka lat temu wprowadziła obostrzone przepisy prawne dotyczące norm składu chemicznego ścieków odprowadzanych przez zakłady komunalne i przemysłowe, zakaz używania syntetycznych detergentów, ograniczenia użycia nawozów w zlewni, zakaz wprowadzania gnojownicy wprost do cieków. Jednocześnie zagwarantowano szczególne ulgi i ułatwienia techniczne dla budowy indywidualnych urządzeń kanalizacyjnych oraz lokalnych oczyszczalni dla zakładów produkcyjnych. Wydano przepisy prawne dotyczące ochrony zatok i zatoczek, ujściowych odcinków rzek i cieków oraz naturalnych odcinków brzegów. Wprowadzono też stały system kontroli wód i środowiska. W planach jest pełne skanalizowanie miejskiej zabudowy w całej zlewni jeziora wraz z budową odpowiednich oczyszczalni (III stopnia), recyrkulacja wód wpływających do jeziora oraz wykorzystanie roślin wodnych jako biofiltrów. Ostatecznym celem jest doprowadzenie w najbliższej dekadzie do stabilizacji  $P_{og}$  w wodzie jeziora na poziomie 0,015 mg/l dla jego części najbardziej zanieczyszczonej oraz stopniowa restytucja naturalnych brzegów. Jak widać dla ochrony jeziora Biwa zrobiono już dużo, a dalsze zamierzenia są bardzo ambitne.

Anna Hillbricht-Ilkowska

## Międzynarodowy kurs modelowania jakości wód (Radziejowice, 9—14 IV 1984 r.)

Kurs, zorganizowany przez Międzynarodowe Towarzystwo Modelowania Ekologicznego (ISEM), zgromadził jako wykładowców kilka osób dobrze znanych wśród ekologów zajmujących się układami wodnymi. Między innymi był prof. Sven Erik Jørgensen (Wyższa Szkoła Farmaceutyczna, Kopenhaga), przewodniczący ISEM. Organizatorem ze strony polskiej był Marek Gromiec z IMGW w War-

szawie. Spotkanie przybrało rzeczywiście charakter kursu, słuchacze bowiem, reprezentujący wyłącznie najrozmaitsze ośrodki krajowe, niewiele mieli do powiedzenia, co było zupełnie zrozumiałe wobec poziomu, jaki prezentowali wykładowcy.

Zajęcia rozpoczął Sven Erik Jørgensen bardzo rzeczowym wykładem o ogólnych zasadach „przyzwoitego zachowania” przy konstrukcji symulacyjnych modeli układów ekologicznych. Wobec tego, że modele symulacyjne, budowane w ostatnim dziesięcioleciu w dużej liczbie, spotykają się ze strony wytrawnych teoretyków ekologii z przymrużeniem oka, przytoczymy parę rad prof. Jørgensena w nadziei, że to czujne oko będzie rzadziej mrugać. Otóż Sven Erik Jørgensen przestrzegał, aby: budować modele tylko na podstawie dobrych danych, dobierać tylko bardzo ograniczoną liczbę parametrów, wyznaczając raczej granice zmienności parametrów a nie ich dokładne wartości, nie przesadzać w złożoności modelu, zawsze sprawdzać model przy pomocy niezależnych danych i na koniec, aby wymyślać samemu modele lub równania a nie korzystać z już znanych szczegółowych schematów.

W pozostałych swoich wystąpieniach Sven Erik Jørgensen mówił o modelu eutrofizacji jeziora, znanym z wcześniejszych publikacji, oraz o modelu rozprzestrzeniania i przemian substancji toksycznych w wodach. Lars Kamp-Nielsen (Uniwersytet Kopenhaski) przy okazji przedstawiania modelu eutrofizacji naszkicował matematyczny opis zjawisk zachodzących przy dnie jeziora.

Milan Straškraba (Instytut Ekologii Krajobrazu, Czeskie Budziejowice) przedstawił na początku swoje modele zbiorników zaporowych, także dobrze znane z literatury i stosowane do sterowania procesem eutrofizacji tych układów. Później zaś zaprezentował częściowo zrealizowaną wizję modelu układu wodnego ze zmienną strukturą, w którym, wykorzystując pewne elementy technik optymalizacyjnych, można by modelować zmiany struktury i składu gatunkowego ekosystemu w warunkach zmieniających się w sposób naturalny lub też na skutek zaburzeń zewnętrznych. Prace nad takim modelem obejmują m.in. próby wykorzystania teorii optymalnych strategii zerowania.

Vasilij Vavilin (Instytut Problemów Wodnych, Moskwa) mówił o matematycznych modelach procesów oczyszczania wody. Natomiast Herman Orth z Azjatyckiego Instytutu Technologicznego w Bangkoku przedstawił globalne problemy związane z gospodarką wodną Ziemi. Mało tam było matematyki, za to dużo treści i podziwiać można było autora za wdzięk, kulturę i mistrzostwo prezentacji. Geza Jolankai wspólnie z Gezą Pesti (VITUKI, Budapeszt) opowiadali o modelu jeziora Balaton. I na koniec Marek Gromiec mówił o matematycznym modelowaniu zmian koncentracji rozpuszczonego w wodzie tlenu i biologicznego zapotrzebowania na tlen.

Nie będę ukrywał, że nad całym kursem unosił się duch holizmu i analizy systemowej. Przyznam się też, że nie gnębiłem wykładowców niesmacznymi pytaniami o istotę i sens takiego podejścia. Ci ostatni, nie niepokojeni i nie zmuszani do zawiłych wyjaśnień, rzeczowo pokazali, że taki sposób opisu układów ekologicznych, oczyszczony z teoretycznej nadbudowy, poza ogromnym praktycznym znaczeniem posiada także znamiona pewnego rodzaju wiedzy. Wiedzy, u której podstaw nie leżą falsyfikowalne teorie lecz jedynie tradycja. Ktoś kiedyś bowiem stworzył matematyczny opis jakiejś sytuacji, który sprawdził się przy rozwiązywaniu pewnego praktycznego problemu i tak model ten trafił do skarbczyka wiedzy. Rozszerzony i uzupełniony, razem z innymi modelami funkcjonuje tam do dzisiaj. Wystarczy tylko skarbczyk otworzyć i wybrać, co potrzeba. A są tam cegiełki, z których można zbudować model na każdą okazję.