

ANNA HILLBRICHT-ILKOWSKA

*Centrum Badań Ekologicznych PAN
Dziekanów Leśny, 05-092 Łomianki
e-mail: ahillbricht@post.pl*

OCHRONA JEZIOR I KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO – PROBLEMY, PROCESY, PERSPEKTYWY

FUNKCJE REGIONALNE I PROBLEMY BADAWCZE KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO

Określenie krajobraz pojezierny odnosi się do obszaru ukształtowanego przez ostatnie zlodowacenie północno-europejskie (około 13–11000 lat temu) i rozciąga się w części północnej i środkowej kraju, zajmując blisko 20% powierzchni, a jego granicę południową wyznacza zasięg występowania jezior rynnowych. Jest to obszar wchodzący w skład pasa Pojezierzy Bałtyckich i na obszarze Polski dzieli się na Pojezierze Południowobałtyckie (obejmujące m.in. Pojezierza Pomorskie oraz Pojezierze Wielkopolskie) oraz Wschodniobałtyckie obejmujące Pojezierze Suwalskie (wchodzące w skład Poj. Litewskiego) i Pojezierze Mazurskie (LEWANDOWSKI 1992, KONDRACKI 2000).

Naturalne jeziora, połączone strumieniami i rzekami, oraz mokradła i torfowiska (ogólnie określane jako siedliska podmokłe, ang. wetlands) stanowią najbardziej wartościowe zasoby naturalne tego obszaru. Jeziora (powyżej 1 ha) stanowią średnio 2,2% powierzchni, wobec 1,02% średniej dla kraju. Tylko na obszarze Pojezierza Mazurskiego i Suwalskiego (dawne województwa suwalskie i olsztyńskie), gdzie przeważa pagórkowaty krajobraz pojezierny, występuje około 34% wszystkich naturalnych jezior o powierzchni powyżej 50 ha. Obejmują one 44% ogólnej powierzchni jezior i 51% ich pojemności (CHOJNOWSKI 1986).

Krajobraz pojezierny północnych i północno-wschodnich regionów kraju jest młody w sensie geologicznym i relatywnie natu-

ralny. Zaś krajobraz pagórkowatych pojezierzy jest mozaikowy z uwagi na zróżnicowaną rzeźbę, gęstą sieć cieków naturalnych, bagien i jezior, duży udział nieużytków, fragmentów dawnych kompleksów leśnych, współczesnych nasadzeń itp. siedlisk, które w otoczeniu upraw rolnych tworzą sieć tzw. „wysp środowiskowych”. Ze względu na wysokie walory przyrodnicze terenu ustanowiono tu liczne obszary chronione, w tym kilkanaście parków krajobrazowych (np. Mazurski PK, Suwalski PK), kilka parków narodowych (Wielkopolski, Wigierski, Bory Tucholskie, Drawieński) oraz ponad setkę rezerwatów przyrody (OLACZEK 1996).

Szczególnie istotne, jest aby, przy zachowaniu różnorodności biologicznej i krajobrazowej obszaru pojeziernego, nie zapomiano o jego walorach dla turystyki i wypoczynku. Północno-wschodnia część krajobrazu, obejmująca obecnie województwa mazursko-warmińskie i podlaskie (dawniej tzw. Makroregion Północno-Wschodni), wchodzi w skład obszaru określanego jako Zielone Płuca Polski. Rozwija się tu rolnictwo ekologiczne i agroturystyka jako podstawowy kierunek działalności rolniczej, turystyka w tym ekoturystyka, wypoczynek i lecznictwo uzdrowiskowe, utworzone są obszary chronione, a to wszystko zgodnie ze szczegółowymi postulatami ujętymi w odpowiedniej uchwale Sejmowej Komisji Ochrony Środowiska (KOZŁOWSKI 2000).

Zarówno walory przyrodnicze krajobrazu pojeziernego, jak i jego funkcje regionalne wymagają szczególnych form ochrony i gospodarowania środowiskiem i żywymi zasobami przyrody, tym bardziej, że mogą one podlegać różnym zagrożeniom ze strony gospodarki przestrzennej, rolnej, leśnej, a nawet rybackiej, jak też mogą podlegać niekorzystnym zmianom niezależnym lub tylko częściowo zależnym od działalności człowieka.

Okoliczności te sprawiły, że już w latach 70. podjęto badania ukierunkowane na rozpoznanie struktury tego krajobrazu i zasad jego funkcjonowania, ze szczególnym uwzględnieniem związków krajobrazu z ekosystemami jeziornymi oraz z ich kondycją ekologiczną. Celem tych badań było sformułowanie podstaw ekologicznych gospodarowania naturalnymi zasobami obszarów pojeziernych w taki sposób, aby został zachowany priorytet wysokiej jakości wód oraz wysokiej różnorodności siedlisk i krajobrazu.

Badania takie przeprowadzono głównie na obszarze Pojezierza Litewskiego (Suwalszczyzna) i Mazurskiego, a obiektami badawczymi były systemy rzeczno-jeziorne i zlewnie rzeki Krutyni (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1989, HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1996a) i rzeki Jorki (HILLBRICHT-ILKOWSKA i ŁAWACZ 1985; HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999c, 2002) na Poj. Mazurskim, jezior i rzek Suwalskiego PK (HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1994b), jezior Wigierskiego PN (ZDANOWSKI 1992) i innych. Badania te miały charakter kompleksowy – skupiały limnologów, hydrologów, fizjografów, ekologów roślin, biogeochemików, ichtiologów, agrocenologów i innych. Wchodziły w skład wielu kolejnych programów, z których kilka warto wymienić. Już w latach 1975–1980 program resortowy (MR II-15) kierowany przez prof. dr. hab. Romualda Klekowskiego (i przez były Instytut Ekologii PAN), wprowadził zasadę koncentracji badań na określonym obszarze stanowiącym zlewnię systemu rzeczno-jeziornego (rzeka Jorka, Poj. Mazurskie; HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999c). Następnie, w latach 1980–1990 tzw. program węzłowy C.P.B.P 04, kierowany przez prof. dr. hab. Romana Andrzejewskiego (podówczas SGGW-Warszawa), rozwijał intensywne badania krajobrazowe jako podstawę naukową do planowania przestrzennego i urządzania środowiska i przestrzeni przyrodniczej. Szczególnie ten okres był sprzyjający badaniom układów „zlewnia-ekosystemy

wodne” i z przyjemnością i satysfakcją muszę odnotować, że wiele z podejść badawczych i wniosków z tego okresu zachowało swoją aktualność i dzisiaj, w 15 lat po jego oficjalnym zakończeniu.

Zapoczątkowana wtedy metodologia badawcza została następnie zastosowana w kolejnych projektach specjalnych (granty KBN), zaś w latach 1997–2002 kontynuowana w ramach programu europejskiego o akronymie NICOLAS. Celem tego programu (w części polskiej koordynowanego przez prof. dr. hab. Annę Hillbricht-Ilkowską, były Instytut Ekologii PAN) było rozpoznanie w różnych zlewniach europejskich – dróg produkcji, transportu i transformacji związków azotu, generowanych przez rolnictwo, i roli siedlisk podmokłych w ich usuwaniu. Powyższe programy badawcze m.in. zapewniły wieloletnią ciągłość badań na określonych, wybranych systemach rzeczno-jeziornych i ich zlewniach, a szczególnie w zlewni rzeki Jorki na Poj. Mazurskim – wybranej jako model do badań w sieci LTER (ang. long-term ecological research) (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999c). Należy podkreślić, że jedynie badania długoletnie zapewniają efektywność oceny układów krajobrazowych i ich zmienności. Większość zatem przykładów i odniesień w niniejszym tekście wykorzystuje wyniki i wnioski płynące z wyżej wspomnianych programów.

Należy przypomnieć, że zasoby wodne i środowisko pojezierne jest obiektem stałego monitorowania, czyli okresowo powtarzanej rejestracji wybranych cech oraz parametrów siedliska i wód. Do takich należy Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego-Stacja Bazowa „Puszcza Borecka” (ŚNIEŻEK 1997), prowadząca stałe pomiary składu chemicznego i zanieczyszczenia powietrza, opadu, wód powierzchniowych i wód gruntowych, gleby i roślin; Stacja IMGW w Mikołajkach (pomiary czynników meteorologicznych i klimatycznych), Stacja Hydrobiologiczna w Mikołajkach (od 2003 r. w Centrum Badań Ekologicznych PAN, przedtem w byłym Instytucie Ekologii PAN) (badania podstawowe oraz monitoring jezior i strumieni) oraz Podstawowy Monitoring Wód prowadzony przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska w oparciu o tzw. System Oceny Jakości Jezior. Wyniki tych badań kontrolnych publikowane są w kolejnych atlasach stanu jakości jezior (CYDZIK i współaut. 2000).

MOZAIKOWA STRUKTURA KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO I JEJ ZNACZENIE
SIEDLISKOTWÓRCZE

Podstawowy problem jaki towarzyszył powyższym badaniom krajobrazu pojeziernego, to rozpoznanie i opisanie jego struktury, którą można określić jako cechującą się szczególną mozaikowością lub różnorodnością przestrzenną. We współczesnej ekologii krajobrazu (FORMAN i GORDON 1986, TURNER i współaut. 2001) określa to pojęcie „plamistości” (ang. patchiness), gdzie różne siedliska, ekosystemy, zbiorowiska stanowią „płaty” (ang. patches) o różnej funkcji w procesach transportu i wymiany materii oraz informacji biologicznej (czyli osobników i gatunków). Towarzyszy temu rozwinięta sieć ekotonów, czyli stref przejściowych pomiędzy płatami.

Mozaika środowisk naturalnych i uprawowych, tworząca rozbudowaną sieć ekotonów, wraz ze zróżnicowaną rzeźbą terenu oraz różnymi typami siedlisk wodnych i podmokłych (tworzących ekotony woda-łąd), kształtują specyficzną strukturę przestrzenną krajobrazu pojeziernego. Ważną rolę w tej strukturze odgrywa urozmaicona rzeźba terenu, stwarzająca różne gradienty siedliskowe, związane z wysokością nad poziomem morza, ekspozycją i usytuowaniem względem innych składników krajobrazu. Stokowy układ terenu powoduje duże zróżnicowanie warunków mikroklimatycznych, hydrologicznych i glebowych nawet na stosunkowo niewielkiej przestrzeni, rzędu kilkuset metrów.

W rzeźbie dominują różne formy geomorfologiczne, jak wzniesienia, pagóry (np. kemy), pagórki, wały morenowe, wąwozy (tzw. oozy) i rynny ukształtowane przez lodowiec i późniejsze oraz aktualne procesy denudacyjne i erozyjne. Powyższe formy geomorfologiczne są bardzo różnej wielkości, począwszy od niewielkich pagórków rzędu kilku kilometrów kwadratowych, a skończywszy na rozbudowanych wzniesieniach o długich stokach. Deniwelacje mogą lokalnie przekraczać 100 m (np. Wzgórza Szelskie) przy nachyleniu stoku rzędu kilkudziesięciu stopni. Tak zróżnicowana rzeźba terenu tworzy wiele różnorodnych siedlisk związanych z wysokością i wystawą zbocza oraz podatnością na erozję wodną i wietrzną. Różnorodne układy stokowe na skłonach wzniesień (analogicznie do krajobrazów podgórskich i górskich, a jedynie w mniejszej skali przestrzennej) są cechą szczególną omawianego krajobrazu pagórkowatych pojezierzy.

Jak wykazała analiza aktualnych procesów kształtujących rzeźbę terenu Suwalskiego Parku Krajobrazowego różnorodność jej jest stale modyfikowana. W wyniku splukiwania i transportu wodnego wierzchnia warstwa gleby jest uruchamiana i z reguły deponowana w środkowej i dolnej części stoku. Ilości te są tym większe, im większe jest nachylenie stoku, luźniejsze podłoże i głębsza orka lub intensywniejszy wypas zwierząt na stoku. Zjawisko to powoduje bardzo silny pionowy gradient zawartości materii organicznej w wierzchniej warstwie podłoża (SMOLSKA 1994, SMOLSKA i współaut. 1995).

Oczywistym składnikiem różnorodności siedliskowej krajobrazu pojeziernego jest sieć wód powierzchniowych. Należą tu strumienie, jeziorka, jeziora, mokradła, bagna, mokre łąki, torfowiska, które określamy ogólnie jako siedliska podmokłe. Jeziora zajmują przeciętnie kilka procent powierzchni tego obszaru, zaś w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich – kilkanaście procent, a lokalnie, dla mniejszych regionów fizjograficznych nawet powyżej 20%. Najczęściej są one związane z układem rzeczny tworząc systemy rzeczno-jeziorne (HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1996b), w których jeziora tworzą swoiste łańcuchy zbiorników przepływowych powiązanym rzeką lub strumieniem.

Jednakże dominującym ilościowo elementem (do 14–17% powierzchni regionu) są zagłębienia bezodpływowe, tzn. obszary z reguły niewielkie przestrzennie, bez naturalnego drenażu powierzchniowego. Mają one postać różnego typu mokradeł, torfowisk, mszarów zajmujących większość obniżen terenowych między pagórkami i wzniesieniami, a niekiedy nawet małych zagłębień na stoku tych ostatnich. Wielkość ich jest różna, od 0,5 do 70 ha (a niekiedy większa), ale przeważają drobne, poniżej kilku hektarów, których liczba na 1 km² może dochodzić do kilkunastu. Porastają je zbiorowiska roślinności bagiennej i drzewiastej, niekiedy o charakterze bliskim naturalnemu. Podobnego charakteru są siedliska podmokłe, łąkowe i olsowe, przylegające do brzegów jezior i rzek. Siedliska te odgrywają szczególną rolę stabilizującą różnorodność krajobrazu oraz kluczową rolę w kumulacji i transformacji materii. Zachowanie ich mozaiki w krajobrazie rolniczym i w zlewniach jeziornych jest warunkiem

zmniejszenia dopływu związków odpowiedzialnych za eutrofizację wód powierzchniowych (szczególnie azotu). Obecność siedlisk podmokłych w krajobrazie, łącznie z siecią strumieni (z reguły płytkich i okresowych) i rowów drenarskich, decyduje o warunkach odpływu ze zlewni wody i związków biogenych, a zatem o ich dostawie do jezior i rzek. Zróżnicowany charakter geologicznych osadów czwartorzędowych, w których układy przepuszczalne (piaski) współwystępują na różnych horyzontach z układami nieprzepuszczalnymi (gliny) decyduje wtórnie o bardzo różnorodnym w przestrzeni i w czasie zasilaniu wód gruntowych kontaktujących się z jeziorami (HILLBRICHT-ILKOWSKA i ŁAWACZ 1985, DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, BAJKIEWICZ-GRABOWSKA 2002).

Właściwości klimatyczne obszaru północno-wschodnich pojezierzy wyrażają się ogólnie chłodniejszym klimatem (około 1–3°C) i większymi opadami (tzw. dzielnica mazurska) w porównaniu do innym obszarów kraju. Ale i na tym obszarze istnieją wyraźne różnice pomiędzy Pojezierzem Suwalskim a Mazurskim (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA 1996). Ogólnie, układ klimatyczny przeważający na pojezierzu Północno-Wschodniej Polski charakteryzuje się silnie zaznaczoną sezonowością zjawisk przyrodniczych. Okres przedwiosnia i wczesnej wiosny (kwiecień–maj) należy uznać za szczególnie krytyczny dla wielu siedlisk tego krajobrazu z uwagi na intensywne zjawiska roztopowe, magazynowanie i przemieszczanie się wód, intensywne zasilanie jezior i nawilżanie siedlisk podmokłych oraz intensywne procesy erozyjne i denudacyjne w ich zlewniach.

Istnieją przesłanki pozwalające sądzić, że warunki klimatyczne na obszarze pojeziernym (podobnie jak w całym kraju i w Europie) ulegają zmianom w ostatnich paru dekadach w efekcie globalnego ocieplenia. Wstępne porównanie średnich cech klimatycznych wykazało tendencję do wyższych średnich dobowych temperatur w zimie. Inne dane sugerują krótsze i wcześniejsze schodzenie pokrywy lodowej. Różnego rodzaju prognozy w oparciu o przyjęte scenariusze sugerują (podobnie jak dla całego kraju) wzrost temperatury i częstotliwości suszy oraz dużą zmienność opadów (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1997, 2001; KACZMAREK 1997; LISZEWSKA i OSUCH 2000).

Układ makroklimatyczny pojezierza jest wtórnie modyfikowany przez lokalne warun-

ki fizyczno-geograficzne, jak obecność zboczy o różnym nachyleniu i wystawie, wcięta dolina rzeki, większy obszar leśny, co prowadzi z kolei do wytworzenia mozaiki topoklimatów. Prowadzone w Suwalskim Parku Krajobrazowym badania nad topoklimatem wykazały, że na zboczu o nachyleniu 10° i większym oraz ekspozycji północnej dopływ całkowitego promieniowania słonecznego był o około 15–20% mniejszy, a na stokach południowych o 15–25% większy niż na terenie płaskim. Zróżnicowanie przestrzenne termiczne i wilgotnościowe na kilkunastometrowej przestrzeni silnie nachylonego zbocza dojeziornego lub doliny może dochodzić do 20–25%. Dotyczy to również otoczenia fragmentów leśnych, jak też stref przywodnych jezior. W takich siedliskach ekotonalnych, czyli przejściowych pomiędzy dwoma ekosystemami, przy pogodzie bezchmurnej, wykazano istotne różnice termiczne na przestrzeni rzędu kilkudziesięciu, a nawet kilkunastu metrów. Wykazano również, że mikroklimat zboczy południowych wzmacnia procesy erozyjne, zaś mikroklimat dolin rzecznych – koncentrację zanieczyszczeń powietrza (BŁAŻEJCZYK i GRZYBOWSKI 1994, 1995).

Jednym z najważniejszych źródeł mozaikowości krajobrazu pojeziernego, a jednocześnie źródłem jego zagrożeń jest zarówno aktualne, jak i historyczne użytkowanie i pokrycie ziemi, rodzaj i intensywność gospodarki rolniczo-leśnej oraz osadnictwo trwałe i okresowe, w tym związane z ruchem turystycznym.

Strefa krajobrazów pagórkowatych pojezierzy należy do krainy lasu mieszanego, który pierwotnie pokrywał ten obszar. Wraz z rozpoczynającym się wylesianiem od czasów kolonizacji krzyżackiej (XIV w.) tych terenów, wprowadzeniem rolnictwa, a następnie z powtórным zalesianiem od początku XX w. oraz intensywnym rozwojem osadnictwa i turystyki, zmieniła się istotnie struktura pokrycia ziemi oraz charakter i rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych.

Efektem wielowiekowego wylesienia, a następnie trwającego do chwili obecnej zalesiania siedlisk borowych, jest występowanie w krajobrazie tzw. „wysp leśnych” o różnej wielkości, kształcie, pochodzeniu i wieku. Tworzą je różnej wielkości lasy i laski (np. zagajniki i inne nasadzenia), pojedyncze grupy drzew samorzutnie rozwijających się w siedliskach olsowych i łęgowych (m.in. w zagłębieniach bezodpływowych o jakich była wyżej mowa), a także na głazowiskach

tworzonych na granicy pól, pasma drzew sadzonych przy drogach bitych, roślinność brzegowa występująca wzdłuż rowów melioracyjnych, strumieni, jezior. Zagęszczenie tego typu zbiorowisk leśnych lub krzaczastych, w różnym stopniu penetrowanych przez roślinność synantropijną, jest szczególnie wysokie w krajobrazie pojeziernym w porównaniu do innych krajobrazów nizinnych, a ich rola siedliskotwórcza jest szczególna. Podobny efekt strukturotwórczy wykazuje mozaika pól uprawnych i łąk różnie użytkowanych, ponieważ przeciętna powierzchnia działki rolnej jest, z racji ograniczeń wynikających z rzeźby terenu, względnie niewielka (na ogół rzędu kilku ha). Oznacza to, że względnie duży procent powierzchni przypada na nieużyteczne rolniczo fragmenty ziemi, m.in. na miedze, drobne bagienka itp. (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991; DĄBROWSKA-PROT i ŁUCZAK 1995; WÓJCIK 1995; DĄBROWSKA-PROT 1995a, b).

Jednak proporcje wyżej wymienionych składników krajobrazu są w różnych częściach pojezierza bardzo różne. Dla opisu jego struktury oraz funkcjonowania ważne są nie tylko syntetyczne wskaźniki, jak procent powierzchni ziemi zajętej przez określony typ siedliska, ale też częstotliwość i rozmieszczenie w przestrzeni, a nawet wielkość i kształt różnych „płatów” krajobrazowych, czyli egzemplarzy określonego rodzaju użytkowania i pokrycia ziemi, jak też długość i charakter stref kontaktu pomiędzy różnymi „płatami”, czyli ekotonów.

Do ilościowego opisu tak rozumianej struktury przestrzennej krajobrazu zastosowano, na przykładzie kilku zlewni jeziornych Suwalszczyzny, analizę fotointerpretacyjną zdjęć lotniczych (skala 1:10000). Około 70% wysp leśnych tego obszaru nie przekracza 0,5 ha, zaś długość ekotonów które tworzą, wynosi około 6 km na km² ich powierzchni, wykazując zależność malejącą wykładniczo od wielkości wyspy (MOZGAWA 1994, 1995).

Analiza fotointerpretacyjna struktury krajobrazu daje również możliwość analizy funkcjonalnej. I tak, dla potrzeb charakterystyki struktury krajobrazu w zlewniach jezior i w ich strefie przywodnej wydzielono trzy grupy funkcjonalne „płatów” (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991; HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, 1997; MOZGAWA 1995):

- o silnym oddziaływaniu barierowym w stosunku do transportowanych z wodami związków biogennych; do nich należą siedliska podmokłe (mokradła, bagienka itp.);

- o umiarkowanym oddziaływaniu barierowym, do których zaliczono lasy i łąki trwale użytkowane rolniczo, a także pastwiska;

- układy „niebarierowe”, do jakich należą pola uprawne, drogi i obszary zabudowane, które w układzie krajobrazowym są dawcami związków biogennych.

Z punktu widzenia ochrony wód najbardziej pożądana kompozycja tych „płatów” w krajobrazie powinna charakteryzować się dużym udziałem łącznym „płatów” bagiennych, ich dużym zagęszczeniem w zlewni oraz wysokim wskaźnikiem ich ekotonalności (czyli silnym zróżnicowaniem ich linii granicznej) szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie wód. Analizę powyższą zastosowano dla kilku zlewni suwalskich, gdzie wykazano, że układy o najsilniejszej funkcji barierowej dają w zlewniach i w strefach przywodnych wybranych jezior dość wysoki procent pokrycia powierzchni (do 30%), względnie małą średnią wielkość „platu” (około 2 ha) i towarzyszący temu wysoki stopień ekotonalności (rzędu 900 m/km²). Można uznać że jest to układ pożądaný, zapewniający znaczne zagęszczenie najlepszych (z punktu widzenia neutralizacji zanieczyszczeń obszarowych) „płatów” w krajobrazie o wysokim wskaźniku kontaktu z innymi, mniej wartościowymi „płatami” (MOZGAWA 1994, HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1994a).

STRUKTURA KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO A OCHRONA WÓD – ROLA SIEDLISK PODMOKŁYCH I UKŁADÓW RZECZNO-JEZIORNYCH

Znaczenie struktury krajobrazu pojeziernego i jego składowych ekosystemów dobrze ilustrują wyniki badań nad transportem i przemianami różnych związków, a szczególnie fosforu i azotu – pierwiastków odpowiedzialnych za eutrofizację i stan jakości wód tego obszaru.

Badania zlewni drobnych cieków przyjeziornych wykazały, że różne, z punktu widzenia pokrycia i nachylenia stoku oraz stopnia użytkowania, fragmenty krajobrazu pojeziernego eksportują rocznie bardzo zmienne ilości fosforu (0,01–1,0 kg ha⁻¹ rok⁻¹) do wód powierzchniowych; wielkości te są przede

wszystkim zależne od przepływu (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999a). Na ogół jednak są to ilości co najmniej kilka, a często i kilkadziesiąt razy mniejsze niż fragmenty krajobrazu bardziej jednolitego pod względem geomorfologicznym, pokrycia i użytkowania i z przewagą nawożonych upraw. Najbardziej oszczędny okazał się fragment krajobrazu, w którego strukturze przestrzennej dominują lasy i mokradła oraz wilgotne łąki ($< 0,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$). Większe ilości fosforu ($0,5\text{--}1,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) eksportują fragmenty tegoż krajobrazu z przewagą gruntów ornych oraz terenów zagospodarowanych (fermy, wieś), choć i te ilości są często mniejsze niż spotykane w innych typach krajobrazu o podobnym użytkowaniu. Wartości rzędu $1\text{--}4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, a więc takie, które notuje się często na obszarach intensywnego rolnictwa i zabudowy – zdarzają się rzadko (KUFEL 1991, RYBAK 2002) i związane są z zanieczyszczeniem ściekami dopływów do jezior.

Podobne różnice dotyczą też ilości eksportowanego azotu, a szczególnie azotanów, którego głównym dostawcą w krajobrazie jest właśnie rolnictwo. Wartości eksportu rzędu $0,01 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ są dość częste, na ogół są one mniejsze niż $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$, zaś wartości rzędu $2\text{--}3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ zdarzają się bardzo rzadko (RYBAK 2002).

Jednostkowy spływ azotu może być jednak tym mniejszy im więcej jest obszarów bagiennych w zlewni (KUFEL 1991). W strefie korzeniowej roślinności bagiennej „wyścielającej” brzegi jezior następuje na ogół spadek stężenia związków, szczególnie azotu azotanowego i fosforanów (KŁOSOWSKI i TOMASZEWICZ 1994, 1996). Potwierdzają to również kilkuletnie i prowadzone w cyklu rocznym badania na kilkunastu płatach roślinności bagiennej przylegających do jezior (RZEPECKI 2002). Roślinność tą budują rośliny łęgowo-olsowe (KLOSS i WILPISZEWSKA 2002). Gleby bogate w próchnicę i nasycone wodą sprzyjają denitryfikacji i usuwaniu azotu z azotanów, jak też jego wbudowywaniu w roślinność i mikroorganizmy. Stwierdzono, że szerokość takiej strefy przylegającej do brzegu jeziora rzędu kilkunastu metrów może być wystarczającą do znacznego (20–90%) obniżenia dostawy azotu i fosforu z wodami gruntowymi i powierzchniowymi (RZEPECKI 2002).

Podobną rolę spełniają izolowane bagienka i zagłębienia z roślinnością bagienną rozrzucone wśród upraw (KRUK 2000, WILPISZEWSKA i KLOSS 2002).

Te różnorodne siedliska i „płaty” roślinności podmokłej, bagiennej znikają z krajobrazów pojeziornych. Można wymienić następujące zagrożenia:

- celowe, trwałe osuszanie i zamiana na grunty orne lub pastwiska, często również wynik trwałego spadku wód gruntowych – zjawisko obserwowane na wielu obszarach Polski, potęgowane, jak się zdaje, częstymi suszami letnimi (KLECZKOWSKI 1994; HILLBRICHT-ILKOWSKA 1997, 1999a, 2001). Zmeliorowane „płaty”bagienne, zamiast kumulować związki mineralne, oddają je z powrotem do wód, jak to wykazano w specjalnych badaniach (KRUK 2000);

- lokalizowanie gruntów ornych w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora lub rzeki, co powoduje, iż spływ powierzchniowy w okresie wezbrań i po nawalnych deszczach jest tak intensywny, że przekracza naturalną pojemność podmokłej strefy przywodnej;

- użytkowanie przywodnej strefy bagiennnej jako pastwiska, co powoduje niszczenie naturalnej struktury roślinności i silne użytkowanie (gnojowica), oraz jako miejsca pozyskiwania drewna, wysypywania i wypalania śmieci itp.;

- w przypadku rowów drenarskich, strumieni i rzek, w tym też przepływających przez jeziora – kanalizowanie, wyprostowywanie koryta, stałe odcięcie od terenu zalewowego (np. obwałowanie, dotyczy większych rzek na pojezierzu), czyszczenie koryta poprzez usuwanie zwalonych pni, gałęzi, kamieni itp. celem uregulowania i zwiększenia przepływu;

- istnienie stref koncentracji ruchu turystycznego położonych w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora. Na wielu obiektach w strefie brzegowej Wielkich Jezior Mazurskich, w blisko połowie przypadków, wykazano silną i bardzo silną degradację gleby i szaty roślinnej wymagającą stałej pielęgnacji (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991).

Ochrona istniejących siedlisk podmokłych, szczególnie przywodnych, ich renaturalizacja, a czasem wręcz pełne odtworzenie stanowi aktualnie bardzo dynamicznie rozwijający się kierunek w zakresie urządzania krajobrazu i zlewni, jak też doliny rzecznej. Istnieje wiele udanych prób takiego działania (patrz HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, 1999 a).

Typowym składnikiem krajobrazu pojeziernego Polski Północno-Wschodniej są układy rzeczno-jeziorne, kiedy to ciąg jezior jest połączony ciekami naturalnymi, małą rzeczką lub większą rzeką (np. rzeka Kruty-

nia na Poj. Mazurskim) lub też sztucznymi kanałami i przekopami często utworzonymi na początku XX w. Układ rzeczno-jeziorny spełnia szczególną rolę w transporcie i przemianach materii w krajobrazie (HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1996b). Wykazano to na kilku systemach badając dostawę i retencję różnych pierwiastków w kolejnych lenitycznych (jeziornych) i lotycznych (rzecznych) fragmentach takiego układu. Jeziora na ogół kumulują związki troficzne (szczególnie fosforu), zależnie od dostawy, przepływowości, głębokości, ale wykazano również, że, np. w pełni sezonu wegetacyjnego, jeziora częściej funkcjonują jako eksporterzy fosforu w systemie rzeki niż jako jego pułapki. Związane jest to przede wszystkim z uwalnianiem fosforu z osadów w okresach, gdy nad osadami zalegają odtlenione wody hypolimnionu (typowo okres letni) (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999b). Sytuacje takie mogą się też pojawiać częściej, np. w wypadku zaniżonej dostawy wody do jezior (szczególnie niegłębokich) w okresach suszy i związanej z tym większej ich hydrologicznej stabilności i mniejszej przepływowości. Taki układ sprzyja z kolei odtlenieniu warstw naddennych i silnemu „zasilaniu wewnętrznemu” w fosfor i azot i w konsekwencji okresowemu eksportowi tych związków w wodach odpływu. O silnym związku jezior bardzo różnych morfologicznie i troficznie, ale należących do jednego systemu rzeczno-jeziornego, świadczy również prawidłowe rozprzestrzenianie się inertnych biologicznie związków, jak chloroki, potas, sód, wapń, pochodzących z obszarowej dostawy lub punktowych zanieczyszczeń; tempo ich rozcieńczania w kolejnych fragmentach systemu opisano funkcją wykładniczą (HILLBRICHT-ILKOWSKA i WIŚNIEWSKI 1996a, b; HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999b, 2001).

Badania transportu różnych związków w wodach systemu rzeczno-jeziornego i wykazanie ich spójnych i oczekiwalnych przemian w trakcie przechodzenia przez kolejne

jeziora znajduje swoje odbicie w aktualnie rozwijanej na świecie problematyce krajobrazowej systemów wód powierzchniowych. Ciągi jezior „nanizane” na rzekę przyrównuje się do układu *continnum* rzeczno-jeziornego, w którym występują „wstawki”, czyli jeziora niejako odkształcające w przewidywalny sposób przemiany materii rzecznej (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999a, b).

W ciągłym układzie naprzemiennie występujących jezior i odcinków rzecznych szczególną rolę spełniają strefy mieszania się wód rzecznych z jeziornymi. Funkcjonują one jako swoiste „progi” w transporcie rzeczno-jeziornym. Są to miejsca silnej sedymentacji, selekcji i kumulacji materii w osadach (efekt delty) i w roślinności wodnej, której skład i dynamika są odmienne niż w pozostałych strefach litoralu jeziornego. Są to zatem układy barierowe typu ekoton „woda-woda”, niewielkie przestrzenie (w stosunku do obu sąsiadujących ekosystemów), ale które dokonują swoistej transformacji materii dopływającej i odpływającej z kolejnych rzecznych i jeziornych fragmentów. Dokonują również swoistej selekcji (poprzez zróżnicowaną śmiertelność) materiału żywego – dryftu, wynoszonego z jeziora. Wykazano na przykład, że większe gatunki zooplanktonu, odżywiające się filtracyjnie zawiesiną glonów, są eliminowane bardzo wcześnie (np. wioślarki – Cladocera), zaś do następnego jeziora (oddalonego o np. około 2 km) dostarczane są gatunki drobne, odżywiające się poprzez aktywne napędzanie cząstek pokarmowych (np. wrotki – Rotifera). Występuje tu zatem selekcja nie tylko gatunków, ale też i troficznych grup funkcjonalnych. A zatem układy rzeczno-jeziorne to swoiste ciągi struktur krajobrazowych stanowiące nie tylko korytarz dla transportu materii i jej przemian, ale również przestrzeń dla zmian i utrzymywania różnorodności biologicznej w krajobrazie pojeziernym (KUFEL 1991, HILLBRICHT-ILKOWSKA i WĘGLEŃSKA 1995, HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999b).

MOZAIKOWOŚĆ KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO A RÓŻNORODNOŚĆ ORGANIZMÓW LĄDOWYCH – ROLA EKOTONÓW

Przedstawione wyżej zjawiska, powodujące znaczne zróżnicowanie warunków środowiskowych w krajobrazie pojeziernym, pociągają za sobą różnice w formowaniu się zarówno lądowych zbiorowisk roślinnych, jak i zespołów zwierzęcych.

Na przykład, stokowy układ warunków inicjuje określone *continnum* zawartości i intensywności rozkładu materii organicznej od szczytu wzniesienia do podstawy, czemu towarzyszą ciągłe zmiany wilgotności, pH i innych czynników. Odbija to się na wy-

stępowaniu mikroorganizmów glebowych (bakterii, grzybów, pierwotniaków, glonów) oraz fauny glebowej. Nawet na niewielkim (130 m npm), silnie nachylonym stoku, o długości 350 m, występują duże różnice w strukturze gatunkowej, udziale grup funkcyjnych (aktywnych w procesie rozkładu materii organicznej) oraz w ich liczebności i biomacie. Obfitość bakterii i pierwotniaków maleje wraz ze wzrostem wysokości wzniesienia (SZTRANTOWICZ 1995a, b).

W krajobrazie pojeziernym zagłębienia bezodpływowe i towarzyszące im mokradła, zarośla i laski mają również szczególne znaczenie dla fauny lądowej i ziemnowodnej. Są to szczególnie cenne siedliska życia i refugia. Są one np. miejscem masowych wylęgów zwierząt, zarówno owadów (np. Diptera), jak i kręgowców (np. płazów). W pewnych okresach roku obserwuje się masowe migracje zwierząt z tych miejsc wylęgowych i zasilenie fauny okolicznych ekosystemów lądowych. Komary (Culicidae) wylęgają się głównie w tego typu zbiornikach, a ich liczba i rozmieszczenie w terenie decydują o poziomie liczebności i dyspersji tych muchówek w krajobrazie. Pośrednio informują one też o zaniku tego typu siedlisk w krajobrazie pojeziernym jaki miał miejsce w ostatnim 10-leciu; dowiodły tego długoletnie badania (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991; DĄBROWSKA-PROT 1995a, 1995b; DĄBROWSKA-PROT i ŁUCZAK 1995).

W intensywnie zmieniającym się w czasie i przestrzeni krajobrazie pojeziernym, głównie za przyczyną jego składników rolniczych, niezwykle ważną rolę regulacyjną w stosunku do fauny spełniają siedliska refugialne, zdolne do okresowego przyjmowania i przechowywania migrującej fauny oraz przekazywania jej do innych środowisk w sprzyjających okresach roku. W krajobrazie typowo rolniczym z przewagą pól uprawnych takimi środowiskami są zwykle nieużytki, zadrzewienia, miedze, przydroża. W rolniczo-leśnym krajobrazie pojeziernym Polski Północno-wschodniej rolę taką spełniają przede wszystkim rozmieszczone wśród pól uprawnych różnego typu i pochodzenia „wyspy leśne”. Dominującymi formami takich środowisk na terenie Pojezierza Mazurskiego są pozostałości większych kompleksów leśnych z zespołu boru mieszanego (Pino-Quercetum), lasów sosnowych (Peucedano-Pinetum) i lasów olchowych (Carici elongatae-Alnetum). Uzupełnieniem tych siedlisk są rozwijające się samorzutnie zarośla, np. wierzbowe, oraz drobne

zadrzewienia śródpolne na nieużytkach, najczęściej brzoźowo-osikowe. Taki typ krajobrazu wykształcił się w wyniku intensywnie prowadzonych od końca XIX w. wylesień kompleksu dawnej Puszczy Piskiej i sukcesyjnych, lokalnych zalesień. Wyspy leśne są różnej wielkości – od 0,5 do 30 ha – ale najczęściej nie przekraczają kilku hektarów. Tworzą je kilkudziesięcioletnie, prawidłowo wykształcone pod względem fitosocjologicznym zbiorowiska leśne, jak i młode wiekowo, na wczesnych stadiach sukcesyjnych, zagajniki i zadrzewienia samorzutnie się rozwijające (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991; DĄBROWSKA-PROT 1995a, b; DĄBROWSKA-PROT i ŁUCZAK 1995).

Sieć wysp leśnych w krajobrazie pojeziernym spełnia ważną rolę jako sieć wymiany osobników i gatunków. Okazało się, że niektóre grupy owadów i pająki wykazują inny skład gatunkowy i obfitość zależnie od pochodzenia, wielkości, długości linii ekotonowej wyspy leśnej. Szczególnie ważne pod tym względem są zadrzewienia brzoźowo-osikowe rozwijające się na nieużytkach porolnych. Są one znacznie intensywniej zasiedlane przez powyższe grupy bezkręgowców niż starsze wiekowo siedliska boru mieszanego. Ponadto, większy jest na ogół udział form synantropijnych w zadrzewieniach brzoźowo-osikowych i to zarówno w roślinności runa jak i wśród owadów. W zespołach Diptera znaczny jest udział form migrujących oraz stosunkowo mała jest specyficzność fauny (niski udział gatunków wyłącznych). Wskazuje to na możliwość łatwego wnikania do tych środowisk „obcych” elementów fauny z przyległych terenów otwartych i przetrwania tam niekorzystnych okresów, np. zniw, suszy czy też zimy (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, DĄBROWSKA i ŁUCZAK 1995, ŁUCZAK i współaut. 1995).

Badania prowadzone na obszarze Suwalszczyzny wskazują również na znaczenie wysp leśnych dla populacji gryzoni. Dla nornicy rudej ten typ środowisk stanowi siedlisko suboptymalne, rekolonizowane w okresie rozrodczym w pełni lata przez osobniki migrujące ze środowisk optymalnych dla gatunku, tj. z dużych obszarów leśnych. W miarę pogarszania się warunków życia w wyspach leśnych i w miarę wzrostu liczebności starsze osobniki migrują z tych środowisk pozostawiając wolne miejsca dla potomstwa. Bardzo małe wyspy, za względu na swoją małą pojemność środowiskową dla gryzoni, spełniają głównie rolę przypadkowych miejsc

schronień w okresach migracji. Mimo że stopień osiadłości populacji i jej zagęszczenie jest niższe w wyspach leśnych niż w środowiskach optymalnych – wyspy stanowią miejsca wylęgania się osobników. Są one tym intensywniej wykorzystywane im wyższy jest poziom liczebności gatunku w terenie. Mogą więc stanowić element struktury krajobrazu pozwalający na utrzymanie się liczniejszych populacji gryzoni (GLIWICZ 1995).

Podobną rolę do wysp leśnych w krajobrazie spełniają „wyspy” łąk i pastwisk, tj. płaty roślinności bardziej naturalnej i trwałej w stosunku do otaczających upraw. Są one m.in. miejscem rozrodu drapieżców polifagicznych; z siedlisk tych odbywa się ich ekspansja na pola uprawne (DĄBROWSKA-PROT i ŁUCZAK 1995).

W mozaikowym krajobrazie szczególna rola przypada ekotonom, czyli strefom przejściowym pomiędzy różnymi „płatom” czyli ekosystemami, siedliskami lub zbiorowiskami. Stwierdzono, że na ekotonie „łąka-jezioro”, czyli w strefie przejścia pomiędzy roślinnością łąki a roślinnością wodną litoralu jeziornego, liczebność mikroorganizmów glebowych (bakterii, grzybów, glonów i pierwotniaków) była wprawdzie znacznie mniejsza niż w wyższych partiach łąki, ale charakteryzowały się one większą różnorodnością gatunkową. Zespół Protozoa składał się z większej o 20% liczby gatunków i w skład jego wchodziły zarówno formy typowo glebowe, jak i formy charakterystyczne dla środowisk podmokłych oraz wodnych (SZTRANTOWICZ 1995a). Na ekotonie lądowym „wyspa leśna-pole uprawne”, na podobnej zasadzie wzrostu różnorodności gatunkowej formowały się charakterystyczne zespoły pajaków sieciowych. W zespołach tych liczący się udział, obok gatunków typowo leśnych i polnych, miały gatunki specyficzne dla tego siedliska, czyli inaczej gatunki „ekotonowe” (ŁUCZAK i współaut. 1995).

Ekoton jest również strefą intensywnych przemieszczeń fauny. Stwierdzono to w odniesieniu do komarów, dla których ekoton jest strefą tranzytową, a intensywność przemieszczania się przez nią tych owadów uzależniona jest od kontrastowości tworzących ją środowisk oraz poziomu liczebności komarów w siedlisku. Również i drapieżce epigeiczne skupiają się na ekotonach i dotyczy to zarówno stref granicznych między polem i łąką, jak i ekotonów formujących się w ramach jednego ekosystemu, np. na granicy piętra nadziemnego roślinności i gle-

by. Między łąkami i polami uprawnymi następuje intensywna wymiana drapieżców, na co wskazuje wzmożona penetracja strefy granicznej w porównaniu z wnętrzem ekosystemu polnego lub łąki (DĄBROWSKA-PROT i HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991, DĄBROWSKA-PROT 1995a, DĄBROWSKA-PROT i ŁUCZAK 1995, ŁUCZAK i współaut. 1995).

Znaczenie mozaikowości i ekotonalności krajobrazu pojeziernego znalazło swoje dobitne podkreślenie w podsumowaniu Profesor Elizy Dąbrowskiej-Prot (cyt. w HILLBRICHT-ILKOWSKA 1991): „Jeśli przyjąć określenie stabilności krajobrazu jako zdolności do utrzymywania w nim określonego poziomu biomasy i określonej różnorodności gatunkowej to wyspy leśne, a w odniesieniu do entomofauny – szczególnie zadrzewienia brzożowo-osikowe, przeciwdziałające ucieczce tych elementów z krajobrazu, mogą stanowić jeden z czynników jego stabilności, jako ważny element struktury i funkcjonowania krajobrazu. Tymczasem z punktu widzenia gospodarki rolnej są to typowe nieużytki, utrudniające zabiegi agrotechniczne i z tego powodu sukcesywnie usuwane z krajobrazu. Wyspy leśne, podobnie jak trwałe łąki, zajmują często obszary nie nadające się do uprawy, pozostałe w krajobrazie często dzięki temu, że występują w miejscach zbyt kamienistych, zbyt stromych lub podmokłych dla gospodarki rolnej. Gospodarka leśna, ze względu na duże rozdrobnienie tego typu środowisk, nie obejmuje ich ani zakresem swoich działań pielęgnacyjnych, ani ochroną. Jest to sytuacja godna uwagi zważywszy, że z punktu widzenia gospodarki przyrodą należy je oceniać jako wartościowe „użytki ekologiczne”... „Bardzo ważnym problemem związanym z funkcjonowaniem krajobrazu jest intensywność wymiany biologicznej między środowiskami. Wiąże się ją ze stopniem mozaikowości krajobrazu: im bardziej drobnomozaikowy teren, im dłuższa linia ekotonów, tym intensywniejsza wymiana biomasy, energii i gatunków między środowiskami. Dowodzi tego fakt, że jednocześnie ze wzrostem mozaikowości terenu, zwiększa się udział w faunie bardzo ruchliwych gatunków ekotonowych oraz form realizujących swoje potrzeby życiowe w wielu ekosystemach”... Należy podkreślić że na przemieszczanie się zwierząt wpływa nie tylko sam fakt istnienia ekotonu co charakter tworzących go środowisk. Znaczenie ekotonu jako filtru zawsze odnoszono do gatunków stenotopowych, które nie są w stanie przekroczyć bariery ekotonów, tworzących

się na styku środowisk kontrastowych i dotyczy to zarówno roślinności, jak i zwierząt. Wynikałoby stąd, że zarówno dla kierunków, jak i intensywności wymiany biomasy, energii i gatunków w krajobrazie istotna jest nie tylko liczba ekotonów, ale również stopień

„ekologicznego powinowactwa” środowisk tworzących strefy ekotonowe. Dla drobno-mozaikowego i zróżnicowanego siedliskowo krajobrazu pojeziernego Polski Północnej problem ten jest niezwykle ważny”.

PERSPEKTYWY OCHRONY KRAJOBRAZU POJEZIERNEGO – KILKA ZASAD OGÓLNYCH

Młodoglacjalny krajobraz pojezierny, zajmujący około 20% powierzchni kraju, składa się z pięciu powtarzających się w przestrzeni przyrodniczej ekosystemów, czyli „płatów” krajobrazowych, tj. las, mokradło, jezioro, agrocenoza, obszar zabudowany, występujących w bardzo zróżnicowanej skali od 0,001 do 10^2 km², i wzajemnie powiązanych zależnościami ekologicznymi (wymiana materii, energii, biomasy, gatunków). Znaczna mozaikowość tego krajobrazu oraz poszczególnych siedlisk, wraz z bardzo rozbudowaną i zróżnicowaną ekologicznie strefą kontaktową poszczególnych płatów, czyli tzw. ekotonów, nadają całemu obszarowi silnie drobnoziarnistą strukturę przestrzenną. Mozaikowy układ siedlisk i ich ekotonów związany jest przede wszystkim z rzeźbą terenu (układy stokowe), hydrografią (zagłębienia bezodpływowe, mokradła, torfowiska, jeziora, stawy naturalne), użytkowaniem ziemi (z reguły mała lub przeciętna wielkość działki dająca mozaikę pól ornych, łąk, pastwisk oraz ich miedz i „wstawek” w postaci nieużytków rolnych) i silną fragmentacją pierwotnych lasów i wtórnych nasadzeń (liczne wyspy i pasma leśne sztucznie sadzone lub samorzutnie się rozwijające). Krajobraz ten cechuje również bardzo zróżnicowany topoklimat (warunki kserotermiczne na zboczach, wilgotne dna dolin) i odrębny mezoklimat (typowo na obszarze Pojezierza Suwalskiego) wyrażające się ostrą sezonowością oraz silnymi procesami roztopowymi, denudacji i erozji wietrznej. Należy się spodziewać, że ta odrębność może częściowo zanikać w miarę ocieplenia klimatu.

Ten typ krajobrazu, szczególnie w regionie północno-wschodnim, stanowi część tzw. Zielonych Płuc Polski, czyli obszaru, dla którego założono jako funkcje priorytetowe turystykę i wypoczynek oraz ochronę środowiska (jakość wód i powietrza) oraz ochronę różnorodności przyrody i krajobrazu. Wynika stąd że gospodarka na tym terenie winna być podporządkowana tym głównym celom a rozwój jej powinien przebiegać bez kolizji z zasadami ochrony środowiska i przyrody.

Można sformułować kilka ogólnych zasad ochrony tak scharakteryzowanego krajobrazu.

ZASADA I

Utrzymanie (oraz rekonstrukcja) odpowiedniej kompozycji przestrzennej „płatów” krajobrazowych pochodzenia antropogenne-go i naturalnych.

Można sądzić, że czynnikiem wpływającym na stabilność i odporność krajobrazu pojeziernego, intensywnie użytkowanego rolniczo i turystycznie, jest fakt rozproszenia jego antropogennych składników (uprawy, tereny zabudowane, rejonu użytkowane turystycznie), czyli układów niestabilnych o otwartym obiegu materii, wśród analogicznej mozaiki ekosystemów bardziej naturalnych, stabilnych, kumulujących materię i energię. Do tych ostatnich należą tereny bagienne i wieloletnie łąki naturalne, pastwiska, kompleksy leśne, ale też i ich fragmenty (wyspy leśne), jeziora i naturalne ciek. W przypadku pagórkowatego krajobrazu pojeziernego mamy do czynienia (w porównaniu do innych krajobrazów nizinnych) z bliską pożądaną równowagą przestrzenną układów antropogennych i naturalnych, rozpraszających i kumulujących energię i materię, stabilnych i o stabilności sztucznie utrzymywanej. Równowagą tą, opartą na mozaice ekosystemów i siedlisk, stymuluje charakter geomorfologiczny obszaru, a podtrzymywać winna racjonalna gospodarka przestrzenna, utrzymująca jego wysoką mozaikowość.

Powstaje jednak pytanie, jak dalece należy ową „drobnoziarnistość” krajobrazu chronić, jakiej najmniejszej wielkości płyty krajobrazu winny być utrzymane, rekonstruowane czy tworzone. Trudno tutaj zastosować jakąś sztywną wielkość zarówno co do powierzchni, jak i liczebności takich płatów w krajobrazie. Niemniej badania naturalnych siedlisk, np. obszarów bagiennych, wysp leśnych czy naturalnych łąk (w tym również przy zastosowaniu zdjęć lotniczych), wskazują na to, że płyty o powierzchni kilku hektarów po-

siadają tę „masę krytyczną”, która pozwala im na zachowanie właściwości naturalnego środowiska i tworzenie układów zwiększających różnorodność krajobrazu. Ich liczebność w krajobrazie, rzędu kilku-kilkunastu na km², utrzymuje pożądaną długość ekotonów formujących się pomiędzy nimi a „płatami” antropogenicznego pochodzenia (np. polami uprawnymi, czy też obszarami zabudowanymi). Daje to wysoki wskaźnik ekotonalności krajobrazu, rzędu kilkaset metrów na km², jak też pożądaný charakter tychże ekotonów. Ten pożądaný charakter ekotonu wykształca się między ekosystemami o różnym stopniu powinowactwa ekologicznego.

Do szczególnie cennych krajobrazowo płatów należą wszelkiego rodzaju „wyspy środowiskowe”, których zachowanie i tworzenie w postaci kilkuhektarowych lasów (fragmenty dawnych kompleksów leśnych), łąk czy mokradeł jest szczególnie ważne. Dotyczy to również zachowania, bądź „prowokowania” samorzutnego i spontanicznego powstawania na nieużytkach rolnych, miedzach, zagłębieniach terenu, niewielkich zadrzewień liściastych, np. brzożowo-osikowych. Stanowią one ważny element krajobrazowy zachowujący, mimo niewielkich rozmiarów, charakter *quasi*-naturalnego zbiorowiska leśnego. W bardzo intensywnie zmieniających się w czasie i przestrzeni terenach rolniczych stanowią one enklawy trwałych zbiorowisk naturalnych lub seminaturalnych, stanowiących miejsca okresowych schronień, rozrodu, źródeł pokarmu itp. dla wielu grup zwierząt. Są one czynnikiem stabilizacji biocenozy utrzymującymi ich biomasę i różnorodność biologiczną.

ZASADA II

Ochrona (i rekonstrukcja) siedlisk funkcjonujących jako układy barierowe, kumulujące lub usuwające trwale materię odpowiedzialną za stan jakości wód powierzchniowych (związków troficznych i zanieczyszczeń), a szczególnie ochronę ich w rolniczych zlewniach jezior i w strefach bezpośrednio przylegających do brzegów jezior i w dolinach rzek (czyli ogólnie w tzw. strefach przywodnych).

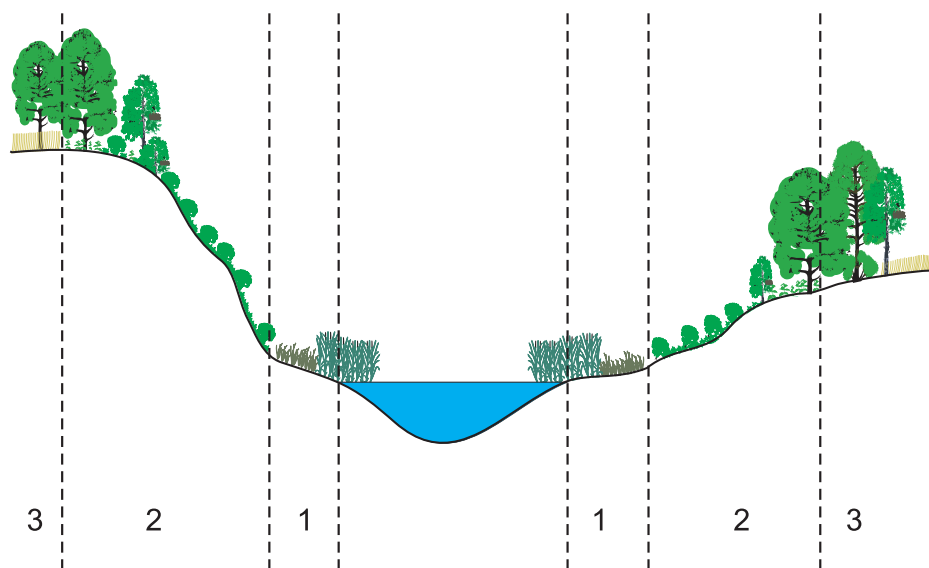
Dotyczy to wszelkich siedlisk podmokłych typu torfowisk, mokradeł, bagieniek, naturalnych oczek wodnych, mokrych łąk wieloletnich, zarastających stawków, naturalnych strumieni. Siedliska te, ze względu na magazynowane zasoby materii organicznej (osady denné, szczątki roślinne, humus i próchnica

pochodzenia lądowego), różnorodną i trwałą roślinność wodną i bagienną oraz powiązanie z lokalnym układem hydrograficznym, stanowią miejsca kumulacji w/w materii i jej metabolizowania (np. denitryfikacji związków azotu). Z uwagi na charakterystyczną rzeźbę krajobrazu pojeziernego udział siedlisk podmokłych wypełniających wszelkie obniżenia terenu jest bardzo wysoki, ale również wysoki jest stopień ich rozproszenia. Stąd ochroną powinno się objąć również „płaty” siedlisk małych i bardzo małych (nawet poniżej 1 ha) rozproszonych w zlewni, a szczególnie, gdy występują one w zlewni o przewodze użytków rolnych oraz w bezpośredniej strefie przywodnej.

Ochrona tych siedlisk w bezpośrednich zlewniach rolniczych jezior i w strefach przywodnych winna być egzekwowana z zakazem przede wszystkim osuszania, wypasu i zamiany ich na pola uprawne oraz składowania odpadów, śmieci, gruzu itp. W wypadkach szczególnych należy dążyć do ich rekonstrukcji drogą powrotnego podpiętrzenia wód i zabagnienia. Tego typu postępowanie z siedliskami podmokłymi, ze względu na ich znaczenie dla ograniczenia spływu obszarowego i dla różnorodności żywej przyrody, jest rekomendowane w odpowiednich umowach międzynarodowych, np. Konwencja RAMSAR (1975) czy postanowieniach (Dyrektywach) Unii Europejskiej, jak Dyrektywa „Siedliskowa” (1992) czy Dyrektywa „Ptasia” (1979).

Dotychczas zachowane obszary podmokłe, występujące w postaci „płatów” lub ciągłych pasów wzdłuż linii brzegowej jezior, powinny być włączane w strefę ochronną jeziora jako jego otulina i winny być wyłączone z użytkowania rolnego, a w wielu sytuacjach również pastwiskowego.

Urządzanie terenu przywodnego w zlewni bezpośredniej w typowym fragmencie pagórkowatego krajobrazu pojeziernego winno wyglądać jak na Ryc. 1. W strefie 1 należy zachować (względnie rekonstruować) siedliska podmokłe, zabagnione, z roślinnością drzewiastą typu łągu i olsu oraz roślinnością bagienną bezpośrednio „wyściełającą” brzeg jeziora lub rzeki i przechodzącą w typowy litoral jeziorny. Jest to miejsce deponowania związków troficznych i zanieczyszczeń (w osadach dennych, biomasie roślin i mikroorganizmów) dostających się ze spływem powierzchniowym i gruntowym, a szczególnie miejsce usuwania związków azotu w procesie denitryfikacji. Szerokość takiej strefy



Ryc. 1. Zagospodarowanie obszaru przyrodniczego jezior i rzek w pagórkowatym krajobrazie pojeziernym z punktu widzenia ochrony wód i zachowania różnorodności krajobrazu.

1 – strefa ochrony i renaturalizacji przyrodniczych siedlisk podmokłych (zarośli łęgowo-olsowych, szuwaru turzycowego), miejsce deponowania związków eutroficznych ze spływu powierzchniowego oraz usuwania azotu w procesie denitryfikacji; 2 – strefa urządzania krajobrazu na skłonach dojeziornych – pasowe lub girlandowe zalesienia, murawy zwarte, łąki naturalne, kośne spełniające funkcje przeciwoerozyjne i miejsce deponowania związków fosforu i materii organicznej z erozji wodnej; 3 – strefa upraw, grunty orne, zabudowa.

winna wynosić co najmniej 12–15 metrów. Strefa 2 – to strefa urządzania krajobrazu na skłonach dojeziornych (o szerokości różnej, zależnie od nachylenia i długości zbocza); jest ona wyłączona z orki, wypasu i intensywnego nawożenia, przeznaczona głównie na celowe wprowadzenie i pielęgnację roślinności o odpowiedniej kompozycji przestrzennej (układ pasmowy lub girlandowy) i o wysokiej zdolności przeciwoerozyjnej i przeciweutrofizacyjnej. Mogą to być różnego rodzaju zalesienia roślinnością drzewiastą i krzaczastą lub też zbiorowiska murawowe, jak np. wielogatunkowe łąki kośne, dające bogatą ruń i zwarty system korzeniowy. Intensywna uprawa roślin, grunty orne, hodowla i wypas zwierząt, czyli strefa 3 winny być prowadzone poza obszarem bezpośredniego oddziaływania na zbiornik wodny.

ZASADA III

Odnosi się do ochrony i rekonstrukcji sieci drobnych cieków naturalnych i niewielkich jezior tworzących krótsze lub dłuższe systemy rzeczno-jeziorne.

Około połowa wszystkich zasobów jeziornych kraju jest związana z Pojezierzem Mazurskim i Suwalskim, czyli z pagórkowatym krajobrazem pojeziernym regionów północ-

no-wschodnich. Znaczna część ogólnej liczby jezior przypada na jeziora małe (5–50 ha) i niegłębokie (średnia głębokość¹ 2,5–5,0 m) (JANCZAK 1996, 1999). Często nie są to jeziora izolowane, ale połączone naturalnym ciekami (ciekami), rzeczką lub kanałami przekopanymi na początku XX w. (CHOJNOWSKI 1986). Tworzą one układy rzeczno-jeziorne o zlewniach przynajmniej w połowie użytkowanych rolniczo. Ta część zasobów jeziornych, ze względu na wielkość, płytkość, rozproszenie i charakter zlewni, jest szczególnie narażona na skutki zarówno bezpośredniego i pośredniego odprowadzania ścieków (małe osady, ośrodki turystyczne, kempingi itp.), jak też ze względu na obniżenie poziomu wód gruntowych i wielobszarowy deficyt wody (KLECZKOWSKI 1994). Ocenia się, że około 10% jezior zanikło lub zmniejszyło swoją powierzchnię w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat (CHOIŃSKI 1991, 1992).

Jednym ze sposobów ochrony jest odpowiednia renaturalizacja drobnych cieków i rowów odprowadzających wody z rolniczej zlewni. Bardzo interesujące propozycje renaturalizacji małych cieków i rowów w krajobrazie rolniczym wysunęli autorzy szwedzcy (patrz HILLBRICHT-ILKOWSKA 1999a). Zaproponowali oni założenie dookoła rowów i stru-

mieni śródpolnych niewielkich pasów roślinności bagiennej, utworzenie małych podpiętrzeń (przy użyciu materiałów naturalnych np. pni drzew) i zalewów oraz „dołków”, faliście poprowadzenie koryta strumienia (zwiększenie meandrowania), a nawet tworzenie dookoła wylotu rur drenarskich, swoistych małych rozlewisk z roślinami wodnymi.

Powyższe cele ochrony krajobrazu pojeziernego, ujęte w zasady I-III, uświadamiają potrzebę sformułowania specjalnego krajobrazowego programu badawczego. Celem jego byłoby eksperymentalne wzbogacenie wybranego fragmentu krajobrazu pojeziernego (np. zlewni jeziornej) w struktury zwiększające i podtrzymujące różnorodność biologiczną, a jednocześnie zmniejszające dostawę materii do wód powierzchniowych, czyli np. odtworzenie „płatów” mokradeł i rewaloryzacja podmokłych stref przywodnych (wprowadzenie odpowiedniej roślinności), wprowadzenie nasadzeń roślinności drzewiastej celem wzbogacenia w „wyspy leśne”, urządzenie cieków śródpolnych w myśl zasady III-ciej. Oczywiście konieczne byłyby badania kompleksowe oparte o współpracę hydrologów, geochemików, ekologów roślin, geobotaników, ekologów zwierząt, entomologów, ornitologów, inżynierów środowiska, leśników, a nawet specjalistów od zieleni miejskiej. Badania takie powinny być wieloletnie, gdyż tylko takie mogłyby wykazać ewentualną skuteczność wprowadzonych zmian w krajobrazie, z punktu widzenia sformułowanych „na starcie” hipotez szczegółowych. Ocenę realności takiego programu w dobie drastycznych redukcji nakładów na naukę i ochronę środowiska — pozostawiam Czytelnikowi!

ZASADA IV

Dotyczy rozbudowania i modyfikacji dotychczasowych rodzajów monitoringu związanego z krajobrazem pojeziernym i jego jeziorami.

Stan jezior (z reguły o pow. powyżej 50 ha, corocznie kilkadziesiąt z różnych regionów kraju) jest regularnie monitorowany przez wojewodzkie inspektoraty ochrony środowiska, które stosują System Oceny Jakości Jezior (CYDZIK i współaut. 2000). Uwzględnia on dwie grupy wskaźników: jakości wód jeziora (stężenia pierwiastków i zanieczyszczeń, w tym stężenie chlorofilu) i tzw. podat-

ności na degradację, w skład których wchodzi niektóre cechy morfometryczne jeziora oraz prosty wskaźnik „zlewniowy” jakim jest udział lasów i/lub upraw rolnych w zlewni. Zestawienie wyników obu grup wskaźników informuje o zagrożeniach, jak też o kierunku ochrony, w tym ewentualnej rekultywacji wód lub zabiegach w zlewni bezpośredniej. Wyniki oceny jezior (w skali czterostopniowej) są publikowane w kolejnych Atlasach Stanu Jakości Jezior (patrz CYDZIK i współaut. 2000). Interesujące są wnioski jakie autorki Atlasu (z roku 2000) formułują w oparciu o zestawienia wyników oceny jezior badanych w latach 70. i 80. a tych badanych w latach 1989–1999...” widać wyraźnie, że grupy jezior badanych w obu ostatnich atlasach (czyli w latach 1989–1993 oraz 1994–1989) charakteryzuje nieco lepsza jakość wód niż grupy jezior badane w latach wcześniejszych. Zwłaszcza udział jezior o wodach pozaklasowych jest w ostatnich atlasach wyraźnie mniejszy. Z pewnością stan ten można wiązać z mniejszym w obu ostatnich grupach udziałem jezior zanieczyszczonych ściekami... jako że wynosi on 25–27% ...podczas gdy w poprzednich latach ... 32–40%”. Autorki wskazują że jest to wynikiem m.in. działań ochronnych do jakich należy wprowadzenie wielu nowych i zmodernizowanych oczyszczalni ścieków na obszarach pojeziernych.

System ten jest aktualnie dostosowywany do wymagań Unii Europejskiej dotyczących klasyfikacji jakości ekosystemów wodnych. Odpowiedni zbiór przepisów (DIRECTIVE 2000) przewiduje priorytet dla wskaźników biologicznych i ekologicznych, wśród których dla jezior (Annex V *ibidem*) wymienia się m.in. skład i obfitość fitoplanktonu, flory naczyniowej, zwierząt bentosowych i ichtiofauny. W dotychczasowym Systemie Oceny Jakości Jezior (CYDZIK i współaut. 2000) jedynie wskaźnik obfitości chlorofilu i tzw. masowe zjawiska biologiczne (np. śmiertelność ryb, ślimaków) stanowiły wskaźniki biologiczne. Należy dodać, że powyższe grupy organizmów należą bądź do bezpośrednio informujących o eutrofizacji, jak skład i obfitość glonów, ale również do grup o znaczeniu dla różnorodności biologicznej (roślinność wyższa, małże, ryby). Zwraca uwagę obecność ichtiofauny w tym systemie. Powiązanie jej z gospodarką rybacką wykazuje silne skutki ekologiczne dla stanu eutrofizacji i różnorod-

¹Średnia głębokość danego jeziora to wielkość hydrometryczna, którą otrzymuje się przez podzielenie objętości jeziora przez jego powierzchnię. Jest to wielkość elementarna — najczęstszy sposób podawania jednej z podstawowych cech morfologicznych jeziora.

ności wielu grup bezkręgowców (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1997, 1998). Przepisy zawarte w w/w Dyrektywie Wodnej wyróżniają też kilka rodzajów monitoringu (np. badawczy, operacyjny) oraz 5 klas jakości wód (wysoka, dobra, średnia, słaba, zła) ocenionych według stopnia odkształcenia od warunków naturalnych dla danego rodzaju ekosystemu. Przy stosowanie tych wymagań dla potrzeb monitoringu jezior (podobnie jest z zaleceniami dla monitoringu wód płynących i wód przybrzeżnych) stanowi szczególne wyzwanie dla nauki i ochrony środowiska w kraju!

Przepisy europejskie przewidują również odpowiednie rozpoznanie zlewni. Tak zwane wskaźniki zlewniowe w obecnym krajowym systemie są uwzględnione jedynie w postaci jednego wskaźnika ocenionego na podstawie map topograficznych. Większą liczbę wskaźników „zlewniowych” uwzględnia w swoim systemie BAJKIEWICZ-GRABOWSKA (1994, 1996, 2002). Są to: typ geologiczny, średni spadek, gęstość sieci rzecznej, użytkowanie ziemi. Na ich podstawie ocenia się tzw. podatność zlewni na dostawę materii do jeziora. Określenie wskaźników zlewniowych i wprowadzenie ich do monitoringu jezior i wód płynących jest ważne z uwagi na szybkie zmiany krajobrazowe, jakich można się spodziewać w zlewniach krajobrazu pojeziernego. Są to zarówno te, które mogą nastąpić w wyniku zmian klimatu (susze, obniżenie poziomu wód gruntowych i obszarów deficytu wód, zanik mokradeł i drobnych strumieni), jak i w wyniku zmian użytkowania ziemi, np. związane z likwidacją państwowych gospodarstw rolnych (wzrost ugorowania) oraz z wprowadzaniem rolnictwa ekologicznego. Ponadto, wydaje się konieczne wprowadzenie zasady oceny ładunku pierwiastków eutrofogennych dostarczanych ze zlewni i z opadami do konkretnego jeziora i porównanie tej wielkości z wartością ładunku dopuszczalnego i/lub niebezpiecznego. Skala różnicy między ładunkiem rzeczywistym a dopuszczalnym informuje o skali zagrożenia eutrofizacją, jej przypuszczalnych skutkach i możliwych środkach ochrony. Ocena taka jest szczególnie ważna w przypadku jezior niewielkich i niegłębokich o zlewni rolniczej lub zabudowanej, a więc istotnie narażonych na skutki silnej eutrofizacji (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1997, 1999b).

ZASADA V

Zwiększenie obszarów pojeziernych podlegających wyższemu formom ochrony, wpro-

wadzenie monitoringu zasobów przyrody oraz programu NATURA 2000

Obok ochrony wód i powietrza – ochrona przyrody stanowi priorytetowy kierunek działania administracji państwowej na obszarach wchodzących w skład Zielonych Płuc Polski. Konieczna jest więc szczegółowa analiza pojeziernego rejonu północno-wschodniego pod kątem zwiększenia liczby obszarów objętych różnymi rodzajami ochrony, poczynając od parków krajobrazowych, a skończywszy na rezerwach, oraz z uwagi na potrzeby jakie stawia aktualnie wprowadzanie Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000 (NATURA 2000, MAKOMASKA-JUCHNIEWICZ i PERZANOWSKA 2004).

Przypomnijmy, że na obszarze krajobrazu pojeziernego istnieje kilka parków narodowych, w których przedmiotem ochrony są głównie ekosystemy wodne (jeziora, rzeka, mokradła) i towarzyszący im krajobraz, jak Wigierski PN, Drawieński PN, PN Bory Tucholskie, Narwiański PN, Wielkopolski PN. Są to często unikatowe siedliska wodne jak sławne suchary (humusowe jeziora kwaśne) w Wigierskim PN, różne jeziora dystroficzne, śródlądne, często powiązane z torfowiskiem wysokim oraz różne jeziora mezotroficzne, stanowiące układy względnie słabo zmodyfikowane, mogące służyć jako wzorzec dla klasyfikacji wód, zgodnie z wyżej wymienioną Dyrektywą Wodną. Istnieje potrzeba objęcia tą formą ochrony innych unikatowych fragmentów krajobrazu pojeziernego z jego zasobami wodnymi i leśnymi, np. utworzenie Mazurskiego Parku Narodowego obejmującego część obecnego Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Jak dotąd idea ta napotyka na przeszkody nie do pokonania!

Na obszarze pojeziernym, szczególnie na Poj. Pomorskim, istnieje kilkanaście parków krajobrazowych. Na pojezierzach wschodnich, m.in. Suwalski PK i Mazurski PK, chronią typowe fragmenty tego krajobrazu. Wyniki badań upoważniają do zaproponowania utworzenia kilku dalszych parków. Na przykład, objęcie ochroną krajobrazową całej zlewni rzeki Krutyni, a nie tylko jej dolnego odcinka objętego zasięgiem Mazurskiego PK. Zlewnia tej rzeki, o powierzchni około 600 km², obejmuje kilkadziesiąt jezior oraz wiele siedlisk podmokłych i tylko zintegrowane „zlewniowe” podejście do ich ochrony i użytkowania pozwoli na długotrwałe zachowanie czystości wód i piękna krajobrazu. Podobnie utrzymujący się dotąd mezotroficzny stan wód kompleksu Jeziora Mamry, jak też

względnie duża jego odporność na eutrofizację wymaga objęcia ochroną krajobrazową jezior i części zlewni aby zachować obecny ich stan.

Analizy aktualnego stanu i ponownej weryfikacji wymagają liczne rezerваты (wodne, krajobrazowe, leśne, faunistyczne) powiązane z obszarem pojeziernym. Należy się liczyć z tym, że część z nich utraciła swoje walory przyrodnicze w konsekwencji np. obniżenia poziomu wód, silnego zanieczyszczenia, gospodarki leśnej. Z drugiej strony program NATURA 2000 stawia nowe zadania przed ochroną obszarową i gatunkową w kraju, a mianowicie „stworzenie sieci ostoi przyrodniczych o znaczeniu europejskim czyli terenów ważnych z punktu widzenia ochrony przyrodniczego dziedzictwa Europy i gromadzenie danych o nich”. Należy podkreślić, że Dyrektywa Siedliskowa (DIRECTIVE 2000) przewiduje również „przywracanie utraconych walorów siedliskowych, które pełniły lub powinny pełnić rolę ważnego ogniwa w strukturze sieci. Nie mniej ważne jest odbudowanie liczebności populacji do poziomu gwarantującego ich trwałość. Efektem funkcjonowania sieci będzie odnawianie, bądź restytucja właściwości siedlisk i gatunków w ich naturalnym zasięgu”.

W odniesieniu do ekosystemów słodkowodnych Dyrektywa wskazuje na określone siedliska i gatunki naszego regionu (środkowoeuropejskiego), zalecane do objęcia ochroną (KOZŁOWSKI 1998, DYDUCH-FALNIOWSKA i współaut. 1999, NATURA 2000, HILLBRICHT-ILKOWSKA 2000a, MAKOMASKA-JUCHIEWICZ i PERZANOWSKA 2004). Są to:

- oligotroficzne wody z roślinnością ziemnowodną: *Littorella* lub *Isoetes* lub z jednoročzną roślinnością na odkrytych brzegach (*Nanocyperetalia*). W kraju są to m.in. jeziora lobeliowe z gatunkiem reliktowym *Lobelia dortmana*; kilkadziesiąt jezior z tą roślinnością znajduje się głównie na Poj. Pomorskim (KRASKA i współaut. 1996) – jedynie część z nich objęta jest ochroną rezerwatową;

- twarde oligo-mezotroficzne wody z roślinnością tworzącą tzw. łąki ramienicowe (*Chara*). Należy dodać że ogólnie zbiorowiska *Characeae* ustępują z naszych jezior, podobnie zresztą jak w całej Europie. Przyczyną jest, jak się zdaje, przede wszystkim silna eutrofizacja i zanieczyszczenia;

- naturalne jeziora i jeziorka eutroficzne z roślinnością typu *Magnopotamion* lub *Hydrocharition*. Są to różnego rodzaju naturalne, płytkie i zarastające roślinnością zanurzo-

ną i o liściach pływających (m.in. żabiściek, osoka, grążele, rdestnice) jeziorka – ostoje wysokiej różnorodności flory i fauny;

- jeziora dystroficzne obejmują różnego rodzaju kwaśne jeziora humusowe, oligotroficzne o wodzie brunatnej, z reguły powiązane z torfowiskami wysokimi i razem z nimi stanowiące ostoje unikatowej flory torfowiskowej;

- siedliska związane z wodami płynącymi – za szczególnie cenne uważa się górskie i podgórskie potoki o dnie kamienisto-żwirowym i o unikatowej roślinności brzegowej oraz zalewane brzegi rzek

Powyższe siedliska, razem ze zwięzłym określeniem ich zagrożeń i zaleceń ochronnych, zostały przedstawione aktualnie (MAKOMASKA-JUCHIEWICZ i PERZANOWSKA 2004) jako podstawa dla krajowej sieci NATURA 2000 w zakresie siedlisk słodkowodnych.

Wstępną propozycję „ostoi przyrody” związaną m.in. z obszarami pojeziernymi, a przewidzianą dla krajowej sieci NATURA 2000, przedłożono w publikacji DYDUCH-FALNIOWSKIEJ i współaut. (1999). Na obszarze pojezierza Mazurskiego i Suwalskiego wskazano kilkadziesiąt takich ostoi powiązanych na ogół z parkami narodowymi, krajobrazowymi lub większymi kompleksami leśnymi. Są to np.: Ostoja Wigierska, Puszcza Piska, w skład której wchodzi ostoje – Dolina Krutyni, Jez. Warnołty, Babięta, Nowa Ukta, Puszcza Augustowska, w obrębie której wyróżniono ostoje: Dolina Marychy, Rozpuda, Jez. Kolno (i inne). Ponadto wyróżniono ostoje Puszcza Romnicka, Jez. Dobskie z okolicą, Jez. Hańcza, Jez. Łuknajno i wiele innych.

Większość tych propozycji znalazła się na liście obszarów NATURA 2000 (LISTA...2004) przesłanych przez Polskę w 2004 r. do Komisji Europejskiej. Lista ta obejmuje dwa rodzaje obszarów: Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk (tzw. OOS) w liczbie 184, wyznaczone na podstawie Dyrektywy „Siedliskowej” oraz Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków (tzw. OSO), w liczbie 72, wyróżnione na podstawie Dyrektywy „Ptasiej”. Wśród tych pierwszych – blisko 80 dotyczy obszarów obejmujących m.in. siedliska słodkowodne, jak np. Ostoja Wigierska, Ostoja Suwalska, Ostoja Wielkopolska, Ostoja Poleska, wiele fragmentów rzek, ich dolin i ujść rzecznych (np. Dolina Wkry, Ujście Noteci, Rzeka Pasłęka), szczególnych jezior (np. Jezioro Druzno, Bytowskie Jeziora Lobeliowe). Wśród drugich – większość obszarów to siedliska wodne lub wodno-błotne.

Obok siedlisk, program NATURA 2000 wymienia również szereg gatunków ryb i smoczoustych, płazów, gadów i ptaków wodnych, ślimaków i małży, owadów i roślin wodnych, których ochrona ma znaczenie ogólnoeuropejskie. Należałoby do tego dodać i te gatunki, które mają znaczenie regionalne czy krajowe. Do takich należą np. gatunki rzadkie i zanikające w faunie krajowej północnych pojezierzy, jak reliktowe skorupiaki Mysidaceae.

Wprowadzenie systemu ostoi przyrody NATURA 2000 wymaga uprzedniego rozpoznania i monitorowania zasobów przyrody żywej, w tym również jezior i wód płynących, na obszarze ich największej koncentracji, tzn. na obszarze pojeziernym. Przyroda tego obszaru podlega szybkim zmianom różnorodności – ekosystemy jezior są otwarte na wnikanie obcych gatunków i eliminowanie własnych. Obserwujemy takie zjawiska wśród ryb, mięczaków, skorupiaków dennych i planktonowych, jak też roślin wodnych

i bagiennych (HILLBRICHT-ILKOWSKA 1998). Przypomnijmy, że niektóre z tych grup organizmów są postulowane jako wskaźniki biologiczne stanu ekologicznego wód i ich siedlisk. Zmiany klimatyczne i w użytkowaniu ziemi mogą prowadzić do eliminacji drobnych siedlisk bagiennych, jak też do zaniku naturalnych stawów i jeziorzek oraz drobnych cieków naturalnych, czyli do zaniku wielu ostoi przyrody.

W końcu lat 90. został zainicjowany przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska monitoring przyrody, który był m.in. realizowany na obszarach pojeziernych. Zaproponowano badania zarówno kilku chronionych jezior, wybranych według zaleceń Dyrektywy Wodnej, jak i grup organizmów szczególnie zagrożonych, o zmiennej różnorodności, chronionych lub o kluczowej roli w ekosystemie jeziornym. Wyniki kilkuletniej realizacji programu na tle stanu rozpoznania różnorodności wodnej zostały opublikowane (HILLBRICHT-ILKOWSKA 2000b, 2003).

PROTECTION OF LAKES AND LAKELANDS: PROBLEMS, PROCESSES, PERSPECTIVES

Summary

Mosaic structure ("patch" spatial pattern) and processes (nutrient and organic matter transport and removal, exchange of organisms) in postglacial lakeland areas (Northern and Eastern Poland) were evaluated. The importance of the lake-river systems, forest islands, wetlands and ecotones (transition zones between ecosystems) in these processes was underlined as well as in sustaining by them the biological and landscape diversity. The main endangerings connected with human impact, agricultural manage-

ment, forest fragmentation, water pollution and global warming were indicated. Selected results of the former national and European research projects performed in lakeland areas were mentioned. The general guidelines for landscape management around the lakes were formulated e.g. appropriate patch composition, arrangement of protection zones with restoration of wetland, permanent biomonitoring and establishment of natural reserves as components of the European system NATURA 2000.

LITERATURA

- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1994. *Waloryzacja zlewni jezior Suwalskiego Parku Krajobrazowego i ich naturalnej podatności na degradację*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 47–54.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1996. *Odporność jezior systemu rzeczno-jeziornego Krutyni (Pojezierze Mazurskie) i podatność ich zlewni na degradację*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 13, 21–34.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 2002. *Obieg materii w systemach rzeczno-jeziornych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- BŁĄŻEJCZYK K., GRZYBOWSKI J., 1994. *Znaczenie klimatotwórcze małych powierzchni wodnych oraz charakterystyka topoklimatów w krajobrazie pojeziernym Suwalskiego Parku Krajobrazowego*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 103–118.
- BŁĄŻEJCZYK K., GRZYBOWSKI J., 1995. *Charakterystyka topoklimatu krajobrazu pojeziernego na przykładzie Suwalskiego Parku Krajobrazowego*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 49–66.
- CHOIŃSKI A., 1991. *Katalog Jezior Polski. Cz. I – Pojezierze Pomorskie*. Wydawnictwo UAM, Poznań.
- CHOIŃSKI A., 1992. *Katalog Jezior Polski. Cz. II – Pojezierze Mazurskie*. Wydawnictwo UAM, Poznań.
- CHOJNOWSKI S., 1986. *Atlas Hydrologiczny Polski – Jeziora*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- CYDZIK D., KUDELSKA D., SOSZKA H., 2000. *Atlas stanu czystości jezior w Polsce badanych w latach 1994–1998 (opracowanie monograficzne)*. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- DĄBROWSKA-PROT E., 1995a. *Problematyka ekologiczna wysp środowiskowych*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 11–15.
- DĄBROWSKA-PROT E., 1995b. *Rola wysp środowiskowych w kształtowaniu struktury i funkcjonowaniu fauny w krajobrazie rolniczym*. Zesz. nauk.

- Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 67–84.
- DĄBROWSKA-PROT E., HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1991. *Struktura i funkcjonowanie krajobrazu pojeziernego: próba ekologicznego spojrzenia, kierunki ochrony*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 15, 237–249.
- DĄBROWSKA-PROT E., ŁUCZAK J. (red.), 1995. *Problemy ekologii krajobrazu pojeziernego Polski Północno-wschodniej*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 1–231.
- DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and the Council of 23 October 2000 establishing a framework for communities actions in the field of water policy. Official J. European Comm., L327. 22. 12. 2000, 1–65.
- DYDUCH-FALNIOWSKA A., KAŻMIERCZAKOWA R., MAKOMASKA-JUCHIEWICZ M., PERZANOWSKA-SUCHARSKA P., ZAJĄC R., 1999. *Ostoje przyrody w Polsce*. Wydawnictwo. Inst. Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- FORMAN R. T., GODRON M., 1986. *Landscape ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- GLIWICZ J., 1995. *Funkcjonowanie wysp leśnych w krajobrazie rolniczym w świetle badań nad gryzoniami*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 85–98.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A. (red.), 1989. *Jeziora Mazurskiego Parku Krajobrazowego: stan eutrofizacji, kierunki ochrony*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 1, 7–166.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1991. *Funkcjonowanie obszarów młodoglacjalnych o szczególnych walorach przyrodniczych*. [W:] *Ekologiczne podstawy gospodarowania środowiskiem przyrodniczym: wizje, problemy, trudności*. MAZUR S. (red.) Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1997. *Ekologiczne problemy gospodarowania jakością wód powierzchniowych oraz ich siedliskiem i przyrodą*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 17, 63–88.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1998. *Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych: problemy, potrzeby, działania*. Idee Ekologiczne 13, seria Szkice 7, Wydawnictwo Sorus, Poznań, 13–54.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1999a. *Jeziora w krajobrazie: związki ekologiczne, wnioski dla ochrony*. [W:] *Funkcjonowanie i ochrona ekosystemów wodnych na obszarach chronionych*. ZDANOWSKI B., KAMIŃSKI M., MARTYNIAK A. (red.), Wydawnictwo IRS, Olsztyn, 19–40.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1999b. *Shallow lakes in lowland river systems: role in transport and transformation of nutrients and in biological diversity*. *Hydrobiologia* 408/409, 349–358.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 1999c. *River Jorka catchment and the lakes in the Masurian Lakeland as the Long Term Ecological Research site in Poland: scope of studies, preliminary results*. [W:] *Long term Ecological Research: examples, methods, perspectives for Central Europe*. BIJOK P., PRUS M. (red.), Warszawa, 113–124.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 2000a. *Ekosystemy wodne i ich przyroda w planach ochrony parków narodowych: założenia, realizacja, potrzeby*. Szczecin (PN Góry Stołowe) 4, 121–136.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 2000b. *Monitoring różnorodności biologicznej ekosystemów i siedlisk słodkowodnych*. *Biuletyn Monitoringu Przyrody* 1, 24–36.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 2001. *Nutrient input and retention in shallow lakes affected by climate changes and catchment hydrology: long-term studies in river-lake system on Masurian Lakeland (Poland)*. *Ecology and Hydrobiology* 2, 165–174.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A. (red.), 2002. *Catchment impact on lakes: long-term studies of the river-lake system in diversified landscape*. *Polish J. Ecol.* 50, 411–550.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., 2003. *Monitoring ekosystemów jeziornych i rzecznych (MPEJR) – uwagi po kilku latach realizacji*. *Biuletyn Monitoringu Przyrody* 4, 35–50.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., ŁAWACZ W. (red.), 1985. *Factors affecting nutrient budget in lakes of the R. Jorka watershed (Masurian Lakeland, Poland)*. *Ekol. pol.* 33, 171–380.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., WĘGLEŃSKA T., 1995. *System rzeczno-jeziorny jako układ płatów krajobrazowych i ich stref granicznych*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 185–204.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., WIŚNIEWSKI R. J., 1994a. *Jeziora w krajobrazie Suwalskiego Parku Krajobrazowego – podsumowanie wyników i wniosków badawczych, propozycje kierunków ochrony*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 267–280.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., WIŚNIEWSKI R. J. (red.), 1994b. *Jeziora Suwalskiego Parku Krajobrazowego: związki z krajobrazem, stan eutrofizacji i kierunki ochrony*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 1–280.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., WIŚNIEWSKI R. J. (red.), 1996a. *Funkcjonowanie systemów rzeczno-jeziornych w krajobrazie pojeziernym: rzeka Krutynia (Pojezierze Mazurskie)*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 13, 1–461.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA A., WIŚNIEWSKI R. J., 1996b. *System rzeczno-jeziorny jako układ krajobrazowy*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 13, 7–20.
- JANCAK J. (red.), 1996. *Atlas Jezior Polsk. Tom I – Pojezierze Wielkopolskie i Pomorkie*. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań.
- JANCAK J. (red.), 1999. *Atlas Jezior Polsk. Tom III – Pojezierze Mazurskie*. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań.
- KACZMAREK Z., 1997. *Zasoby wodne Polski i Europy w obliczu globalnych zmian klimatu*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 17, 15–32.
- KLECZKOWSKI A. S., 1994. *Zmiany ilościowe i jakościowe zasobów wodnych, prognoza gospodarowania wodą, stan zasobów*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 10, 35–47.
- KLOSS M., WILPISZEWSKA I., 2002. *Diversity, disturbance and spatial structure of wetland vegetation along the lake shore: river Jorka lake system (Masurian Lakeland, Poland)*. *Polish J. Ecol.* 50, 489–515.
- KŁOSOWSKI S., TOMASZEWICZ H., 1994. *Analiza rozmieszczenia, struktury i warunków siedliskowych zbiorowisk roślinności brzegowej systemu rzeczno-jeziornego górnej Szeszupy*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 119–144.
- KŁOSOWSKI H., TOMASZEWICZ H., 1996. *Zbiorowiska roślinne systemu rzeczno-jeziornego rzeki Krutyni na Poj. Mazurskim*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 13, 345–376.
- KONDRACKI J., 2000. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. (red.), 1998. *Systemy ECONET i CORINE a strategia ochrony przyrody w Polsce*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 22, 1–122.
- KOZŁOWSKI S., 2000. *Ekorozwój – wyzwanie XXI wieku*. PWN, Warszawa.

- KRASKA M., PIOTROWICZ R., KLIMASZYK P., 1996. *Jeziora lobeliowe w Polsce*. Chrońmy Przyrodę Ojczy-
stą, 52, 5–25.
- KRUK M., 2000. *Biogeochemical functioning of hydrologically modified peatlands and its effect in eutrophication of freshwaters*. Polish J. Ecol. 48, 103–161.
- KUFEL L., 1991. *Watershed nutrient loading to lakes in Krutynia system (Masurian Lakeland, Poland)*. Ekol. pol. 38, 323–336.
- LEWANDOWSKI K. B., 1992. *Krainy Jezior w Polsce – przyroda i ekologia jezior*. PWRiL, Warszawa.
- LISTA OBSZARÓW NATURA 2000, 2004. *Lista obszarów Natura 2000 przesłana przez Polskę do Komisji Europejskiej*. <http://www.mos.gov.pl> (NATURA 2000).
- LISZEWSKA M., OSUCH M., 2000. *Analiza wyników globalnych modeli zmian klimatu dla Europy Środkowej i Polski*. [W:] *Zmiany i zmienność klimatu Polski*. Mat. Konf. Łódź, listopad 1999, 129–145.
- ŁUCZAK J. DĄBROWSKA-PROT E., WÓJCIK Z., 1995. *Specyficzność ekologiczna ekotonów na przykładzie strefy przejścia między lasem a polem uprawnym*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 115–142.
- MAKOMASKA-JUCHIEWICZ M., PERZANOWSKA J., 2004. *Ogólne zalecenia dla ochrony typów siedlisk oraz gatunków zwierząt (poza ptakami) i roślin wymienionych w załącznikach I i II Dyrektywy Siedliskowej, przewidywane na terenach Specjalnych Obszarów Ochrony sieci Natura 2000 w Polsce* <http://www.mos.gov.pl> (NATURA 2000)
- MOZGAWA J., 1994. *Struktura wybranych zlewni jeziornych Suwalskiego Parku Krajobrazowego w świetle zdjęć lotniczych*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 7, 55–72.
- MOZGAWA J., 1995. *Zastosowanie zdjęć lotniczych do charakterystyki ekotonalności i mozaikowości krajobrazu na przykładzie pojeziernych krajobrazów północno-wschodniej Polski*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12, 15–26.
- NATURA 2000. *Europejska sieć ekologiczna 1999*. Wydawnictwo Min. Ochrony Środowiska, Zaso-
bów Nat. i Leśnictwa, Warszawa.
- OLACZEK R., 1996. *Ochrona Przyrody w Polsce*. Wy-
dawnictwo Liga Ochrony Przyrody, Warszawa.
- RYBAK J., 2002. *Seasonal and long-term export rates of nutrients with surface runoff in the river Jorka catchment basin (Masurian Lakeland, Poland)*. Polish J. Ecol. 50, 439–459.
- RZEPECKI M., 2002. *Wetland zones along lake shores as barrier systems: field and experimental re-
search on nutrient retention and dynamics*. Po-
lish J. Ecol. 50, 527–543.
- SMOLSKA E., 1994. *Dynamika współczesnych proce-
sów morfogenetycznych w zlewni górnej Szeszu-
py*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Śro-
dowisko” 7, 33–46.
- SMOLSKA E., MAZUREK Z., WÓJCIK J., 1995. *Dynamika
procesów geomorfologicznych na stoku poje-
ziernym jako czynnik środowiskotwórczy*. Zesz.
nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko”
12, 205–220.
- SZTRANTOWICZ H., 1995a. *Znaczenie ekotonu łąd-wo-
da (łąka- pobraże jeziora) dla mikroorgani-
zmów glebowych*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN
„Człowiek i Środowisko” 12, 177–184.
- SZTRANTOWICZ H., 1995b. *Rola ukształtowania stoku
i jego użytkowania na formowanie się zespo-
łów mikroorganizmów glebowych*. Zesz. nauk.
Kom. Nauk. PAN „Człowiek i Środowisko” 12,
221–230.
- ŚNIEŻEK T. (red.), 1997. *Zintegrowany Monitoring
Środowiska Przyrodniczego – Stacja Bazowa
Puszcza Borecka*. Biblioteka Monitoringu Środo-
wiska, Warszawa.
- TURNER M. G., GARDNER R. U., O’NEILL R. V., 2001. *Landscape ecology in theory and practice*.
Springer Verlag, Berlin.
- WILPISZEWSKA I., KLOSS M., 2002. *Wetland patches
(potholes) in mosaic landscape: floristic diversi-
ty and disturbance*. Polish J. Ecol. 50, 515–527.
- WÓJCIK Z., 1995. *Problemy synantropizacji szaty
roślinnej ze szczególnym uwzględnieniem wysp
leśnych*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek
i Środowisko” 12, 27–48.
- ZDANOWSKI B. (red.), 1992. *Jeziora Wigierskiego Par-
ku Narodowego: stan eutrofizacji i kierunki
ochrony*. Zesz. nauk. Kom. Nauk. PAN „Człowiek
i Środowisko” 3, 1–248.