



**Symposium na temat „Homeostaza ekosystemów lądowych”
(Jabłonna—Dziekanów Leśny,
7—10 VI 1978 r.)**

W ramach narady koordynacyjnej tematu RWPG nr III.1 — „Ochrona ekosystemów (biogeocenozy) i krajobrazu” odbyło się symposium, którego obrady dotyczyły problemu homeostazy ekosystemów lądowych. Organizatorem symposium, w którym uczestniczyło około 50 osób z Polski i 15 gości ze wszystkich krajów RWPG (oprócz Rumunii), był prof. Przemysław Trojan.

W ciągu czterech dni toczących się obrad wygłoszono 20 referatów, ponadto zorganizowano trzy wycieczki w teren celem demonstracji prowadzonych tam badań. Pierwsze dwa dni obrad, poświęcone „organizacji homeostatycznej ekosystemów lądowych” i „reakcji homeostatycznej ekosystemów na presję”, odbyły się w Jabłonie koło Warszawy; natomiast obrady związane z problemami restytucji i kształtowania środowiska Kampinoskiego Parku Narodowego odbyły się w Dziekanowie Leśnym koło Warszawy.

W pierwszym dniu obrad pięć wygłoszonych referatów poświęcono zagadnieniom ogólnym dotyczącym organizacji i mechanizmów homeostatycznych ekosystemów. A. Breymeyer omawiając pojęcia homeostazy ekosystemu podała przegląd definicji i interpretacji spotykanych w literaturze naukowej. Prelegentka stwierdza, że termin „homeostaza” w swoich wielu sformułowaniach używany jest zamiennie z pojęciem „stabilności” i jest rozumiany jako tendencja ekosystemu do pozostawania w pobliżu punktu równowagi i zdolność ekosystemu powracania do tej równowagi po zakłóceniach drogą zmian wewnętrznych. A. Breymeyer, dyskutując trudności interpretacji tak zdefiniowanej homeostazy, podaje inną definicję, opartą na podstawowej zasadzie funkcjonowania ekosystemu — krążenia materii między poziomami troficznymi (producentami, konsumentami, destruentami). Wówczas można przyjąć, że „homeostaza ekosystemu polega na podtrzymywaniu cyklu transformacji materii pomiędzy poziomami troficznymi tak, aby odpowiednia część tej materii zachowywana była w poziomach troficznymi i także odpowiednia część mogła wracać do producentów”.

Struktury ekosystemów i mechanizmy warunkujące ich homeostazę zostały omówione w referacie P. Trojana („Jednostki organizacji homeostatycznej ekosystemów lądowych”). Homeostaza ekosystemu może być utrzymana dzięki hierarchicznej organizacji biocenozy, na którą składają się: podsystem, łańcuch troficzny, zespół konkurencyjny i gatunek (populacja). Ten system charakteryzuje się wysoko

rozwiniętymi zdolnościami kompensowania działania jednych komponentów przez inne (np. gatunków w zespołach konkurencyjnych), a nawet wzajemnego zastępowania wyższych jednostek (łańcuchów pokarmowych). Dodatkową funkcję regulacyjną w obrębie ekosystemu spełniają także związki paratroficzne. Wynikiem działania mechanizmów homeostatycznych jest zachowanie równowagi między produkcją a destrukcją materii w układzie, a funkcjonowanie układów biocenotycznych oparte jest na zachowaniu: (1) obiegu materii, (2) optymalizacji produkcji i (3) struktury. W referacie „Mechanizmy stabilizujące strukturę fitocenoz w warunkach narastającej presji ze strony gospodarki ludzkiej” A. Kostrowicki wskazuje drogę poznania naturalnych mechanizmów utrzymujących układy biocenotyczne w stanie względnej równowagi, poprzez analizę ich zmian w wyniku społeczno-gospodarczej działalności człowieka. Antropopresja wyzwala szereg różnych „zachowań” fitocenoz, ale zawsze istnieje jeden element wspólny — stałe dążenie do wzrostu poziomu organizacji wewnętrznej, co zwiększa szansę przeżycia i rozwoju całej fitocenozy oraz tworzących ją osobników. Autor stwierdza, że ta właściwość powinna być głównym kryterium porządkowania fitocenoz w spójny system hierarchiczny. Analizując reakcję fitocenoz na antropopresję A. Kostrowicki wysnuwa następujące wnioski: (1) Świat roślinny może przetrwać (i stosunkowo najmniej kosztownym sposobem osiągnąć sukces) i jest w stanie przeciwstawić się entropii jedynie jako układ. (2) Antropopresja ogranicza, lecz nie likwiduje funkcjonowania naturalnych stabilizatorów struktury fitocenoz, a przez zróżnicowanie form działania nawet je wzbogaca. (3) Całkowity zanik mechanizmów naturalnych jest możliwy jedynie wówczas, kiedy przestaną działać jakiekolwiek stabilizatory. (4) Stabilizatory autogenne i endogenne układu fitocenologicznego są trwalsze od egzogenne i natychmiast przeważają po zaprzestaniu działalności ludzkiej; prowadzą do wytworzenia układów całkowicie odmiennych (ze względu na skład gatunkowy i stosunki ilościowe), ale naturalnych w swym ekologicznym charakterze.

Na podstawie wygłoszonych referatów wywiązała się dyskusja sprowadzająca się głównie do uzgodnienia znaczenia terminów „homeostaza” i „stabilność”, gdyż dyskutanci byli zgodni, że są to pojęcia nierównoznaczne. W toku dyskusji stwierdzono, że „homeostaza” jako właściwość ekosystemu prowadząca do uruchomienia mechanizmów dla utrzymania stosunkowo stałej struktury i stałego poziomu krążenia materii jest pojęciem dynamicznym, a dla tego stanu, struktury układu należy zastosować termin „stabilność”.

W dalszych referatach na przykładach szczegółowych badań wykazano rolę mechanizmów homeostatycznych w funkcjonowaniu badanego ekosystemu. A. Wasilewski przedstawił wyniki wieloletnich badań zespołów ptaków Puszczy Kampinoskiej i wykazał, że konkurencja między gatunkami zespołu jest mechanizmem stabilizującym liczebność całego zespołu, a także wielkość powierzchni zajmowanej przez gatunki zespołu. Zjawisko stabilizacji liczebności ma charakter procesu homeostatycznego, gdyż obejmuje ograniczenie wzrostu i także wzajemne kompensowanie spadku liczebności przez gatunki w zespole. Stabilność liczebności zespołu ma także efekt stabilizujący w odniesieniu do przepływu materii z niższego poziomu troficznego. Natomiast stała liczebność zespołu ptaków jest efektem silnie zróżnicowanego, dojrzałego drzewostanu, który określa stałą pojemność środowiska dla zespołu. Opierając się na założeniach, że zdolności homeostatyczne ekosystemu wzrastają z bogactwem gatunkowym jego biocenozy, A. Banach, A. Kozakiewicz i M. Kozakiewicz we wspólnym referacie wskazują na stabilizującą rolę gatunków nietypowych dla danego środowiska, wzbogacających zoocenozę, i analizują drogi wnikania ich do ekosystemu. Stwierdzono, że skład gatunkowy drobnych ssaków w prostych układach środowiskowych (pole, bór sosnowy) jest znacznie uboższy aniżeli w takich samych środowiskach, ale graniczących z innymi ekosystemami

lub urozmaiconych „wyspami” odmiennej roślinności. Żyjące tu zwierzęta penetrują sąsiednie, nawet nietypowe dla nich środowiska, wzbogacają zoocenozy i stanowią element integrujący ekosystemy w układy krajobrazowe.

Drugi dzień obrad zapoczątkował referat R. Andrzejewskiego, wprowadzający w ekologiczne problemy planowania miasta, na przykładzie nowo powstającego osiedla Białoleka Dworska. Na podstawie wiedzy teoretycznej i dotychczasowych doświadczeń podjęto próbę założenia zieleni osiedlowej jako układu ekologicznego o walorach funkcjonującego i stosunkowo stabilnego zespołu ekosystemów. U podstaw planowanego eksperymentu znalazło się stwierdzenie, że: (1) utrzymanie stanu nieekologicznego zbiorowisk roślinności osiedlowej jest niesłychanie kosztowne i dla ich trwałości niezbędna jest stała ingerencja człowieka, (2) należy przy minimalnych nakładach (poza okresem przygotowawczym) stworzyć warunki dla zachowania stosunkowo stabilnych układów. Aby stworzyć realne szanse dla skonstruowania fitocenoz stabilnych i równocześnie pożądanych ze względów krajobrazowych, dekoracyjnych, itp., równocześnie zgodnych z warunkami siedliskowymi, przeprowadzono szczegółowe rozeznanie gleby, stosunków hydrologicznych, roślinności aktualnej i potencjalnej, planów przyszłej zabudowy, itp. Na tym tle opracowywane są plany restytucji naturalnych zbiorowisk roślinnych z przewidywaną odbudową zespołów zwierzęcych. Demonstracja planów i realizacji etapów „wypracowywania” ekosystemu osiedlowego przeprowadzona była na terenie przyszłego osiedla — Białoleka Dworska, co ogromnie urealniło ów projekt i pozwoliło słuchaczom na interesującą konfrontację teoretycznych podstaw planów zagospodarowania z realiami przewidywanego pod osiedle terenu.

W 9 referatach wygłoszonych na popołudniowej sesji drugiego dnia obrad prelegenci przedstawili różnorodne przykłady szczegółowych badań dotyczących reakcji homeostatycznych ekosystemów na presje. W przypadku zoocenoz leśnych (referat A. Szujckiego: „Niektóre problemy kształtowania zoocenoz w zdegradowanych środowiskach leśnych”), powstają one na drodze odnowy lub naturalnej sukcesji w nowo zakładanych drzewostanach. W większości przypadków dalsze zabiegi pielęgnacyjne rosnącego lasu nie wprowadzają istotnych zaburzeń w naturalne procesy sukcesji zespołów fauny. Jednak zasadniczy wpływ na tempo wytworzenia optymalnej zoocenozy (o właściwej strukturze troficznej i stosunkach dominacyjnych oraz stabilizacji zespołu) ma „przeszłość” zalesionej powierzchni oraz rodzaj przeprowadzanych zabiegów gospodarczych. Wyróżnione przez prelegenta 4 fazy rozwoju zoocenoz (degradacji, kryzysu, regeneracji, optimum — stabilizacji) mogą być realizowane w różnym czasie i np. okres stabilizacji mogą osiągnąć w granicach 25 do 100 lat. Przyspieszenie właściwej sukcesji i regeneracji zoocenoz można uzyskać przez: (1) doskonalenie uprawy gleby na zrębach (ochrona jej naturalnej warstwowości, wzbogacanie w wolno rozkładający się materiał organiczny, (2) kształtowanie optymalnego składu drzewostanu i ochronę runa, (3) tworzenie zoocenoz przez introdukcję określonych gatunków zwierząt.

Wiele układów biologicznych naturalnych lub utworzonych sztucznie przez człowieka znajduje się pod nieustanną presją czynników zaburzających ich strukturę i funkcjonowanie podstawowych procesów fizjologicznych, a także związków z innymi populacjami biocenozy. Poznanie mechanizmów działania różnych form presji i mechanizmów obronnych układów żywych pozwala, jak to wykazali autorzy referowanych wyników badań, do pewnego stopnia rekompensować lub niwelować ujemne skutki działania tych presji.

Jak stwierdziła L. Puszkarska („Wpływ działalności rekultywacyjnej na roślinność synantropijną”), wzrost intensywności zabiegów rekultywacyjnych umożliwia rozwój większej liczby gatunków roślin synantropijnych, jednocześnie wzrasta ich żywotność, produkcja, odporność na uszkodzenia, dorodność, itp. W przypadku traw-

ników przyulicznych (referat: „Funkcjonowanie układów trawiastych w ekosystemach miejskich” — C. Wysocki, H. Zimny, D. Żukowska-Wieszczyk) presja wynikająca ze stałego dopływu skażeń do powietrza, gleby i wód działa nieprzerwanie przez cały okres wzrostu roślin. W takich warunkach tworzą się układy ekologiczne mniej sprawne w porównaniu z takimi samymi zbiorowiskami roślinnymi znajdującymi się z dala od skażeń: niższa jest produkcja roślinna (3 do 4 razy), niższa zawartość chlorofilu *a*, niższa aktywność mikrobiologiczna i enzymatyczna gleby. Jednak przez nawożenie i nawadnianie w znacznym stopniu można poprawić funkcjonowanie skażonych środowisk i tym zrekompensować niekorzystne oddziaływanie skażeń.

Emisje trujących związków siarki przez przemysł siarkowy także mają charakter ciągły i zespoły fauny żyjące w zasięgu tych emisji są pod nieustanną ich presją. Niszczące oddziaływanie skażeń na zoocenozy zależy od wielkości emisji i stężenia siarki w środowisku (referat T. Puszkara). W miarę wzrostu presji nasilały się reakcje obronne biocenozy zmierzające do zachowania funkcjonowania układu; polegały one na wzroście rozmieszczenia skupiskowego zwierząt i obniżeniu ich liczebności, wymianie grup i zespołów konkurencyjnych w obrębie poziomów troficznych (obniżenie dominacji pajaków — wzrost liczebności mrówek; zmniejszenie liczebności liściożerców — znaczny wzrost liczebności owadów ssących; zmniejszenie zagęszczenia fauny glebowej — przewaga form epigeicznych). Dalsze zmiany, przy dużych stężeniach siarki, prowadzą do zmniejszenia liczby drapieżców i wzrostu liczby fitofagów. Wreszcie w pobliżu źródeł emisji następuje zniszczenie powiązań biocenotycznych i fauna reprezentowana jest przez pojedyncze osobniki nielicznych gatunków. Przy wszelkich zabiegach rekultywacyjnych tych terenów następowała natychmiastowa imigracja fauny, która przy sprzyjających warunkach mogła dać początek funkcjonującemu układowi.

Podobne etapy zmian ekologicznych struktur zoocenoz na przykładzie fauny koron lip rosnących w warunkach miejskich przedstawili E. Chudzicka, B. Pisarski i E. Wegner. W miastach zoocenozy rozwijające się na „powierzchniach zielonych” znajdują się pod stałą presją zanieczyszczeń, niższej wilgotności i wyższej temperatury aniżeli w warunkach naturalnych środowisk. Pojedyncze lipy przyuliczne narażone są na największe stężenia zanieczyszczeń i skażeń miejskich. Równocześnie struktura zoocenoz, więzi wewnątrz- i międzypopulacyjne ulegają rozluźnieniu w miarę zmniejszania się powierzchni zajmowanej przez drzewa i wzrostu izolacji między poszczególnymi „plamami” zieleni w mieście. Przy wzroście skażeń drzew (głównie powierzchni liści) i ich izolacji następuje przebudowa zespołów fauny: zmniejsza się liczba gatunków i liczebność liściożerców (*Lepidoptera*), która jest kompensowana przez inną grupę roślinożerców — ssących, mniej narażonych na bezpośredni kontakt ze skażoną powierzchnią liści. W obrębie grup troficznych (zespołów konkurencyjnych) następuje wymiana dominantów. Dalsze zmiany prowadzą do obniżenia liczebności drapieżców i ich presji na ofiary. W konsekwencji dominuje najczęściej jeden gatunek roślinożercy, tworząc do 97% zespołu (podczas gdy w warunkach naturalnych około 40% zespołu tworzy 4 gatunki dominujące); równocześnie liczebność dominanta może przewyższać 10-krotnie liczebność całego zespołu w warunkach naturalnych.

Czynnik zakłócający strukturę ekosystemu zwykle działa z niejednakową siłą na wszystkie jego elementy składowe. Dzięki mechanizmom homeostatycznym następuje kompensowanie powstałych „uszkodzeń” i przejęcie ich funkcji przez inne człony ekosystemu. Wyniki eksperymentalnego uruchomienia mechanizmów homeostatycznych przedstawił G. Stöcker (NRD). Zastosowanie substancji toksycznych w środowiskach trawiastych powoduje zakłócenia procesów fizjologicznych roślin o różnej intensywności w stosunku do różnych gatunków. Następnie ekosy-

stemy regenerują się dzięki zastąpieniu roślin jednoliściennych, bardziej podatnych na działanie trucizn, przez roślinność dwuliścienną, której udział w zespole przewyższa teraz 80%. Kompensacja funkcji w ekosystemie zachodzi także na poziomach konsumentów pierwszego i drugiego rzędu i w sumie utrzymana zostaje struktura całego systemu. Rodzaj reakcji i tempo regeneracji ekosystemu po zakłóceniach zależy nie tylko od intensywności działającego czynnika, ale także od miejsca „uderzenia”, zadziałania w ekosystemie. Możliwie dokładne poznanie biotycznych i abiotycznych elementów i struktur ekosystemów oraz ich zmienności w czasie pozwala poznać mechanizmy ich stabilności, a także ocenić odporność tych struktur na ewentualną antropopresję. Z tego rodzaju badaniami, prowadzonymi w różnych ekosystemach Syberii, zapoznał zebranych I. A. Chlebovič (ZSRR).

Mechanizmy homeostatyczne ekosystemów sięgają także poziomu procesów fizjologicznych roślin. Poziom aktywności aparatu asymilacyjnego może być zmieniany przez roślinę w miarę zaistniałych potrzeb. Jak wykazała N. A. Pastušenko-Strelec (ZSRR) omawiając wyniki badań nad wpływem żerowania świstaka na produktywność netto u *Plantago steposa*, zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej rośliny przez żerujące zwierzęta rekompensuje ona wzrostem aktywności fotosyntetycznej w pozostałych częściach i w rezultacie odpowiednim wzrostem produkcji biomasy. Podobnie i zwierzęta mają zdolność, w pewnych granicach, utrzymywania stałego poziomu metabolizmu niezależnie od ilości substancji pobieranych ze środowiska, które mogą zmieniać procesy fizjologiczne. Na przykład ślimaki żerujące na roślinach nawożonych wysokimi dawkami nawozów fosforowych przez długi czas utrzymują stałe, optymalne stężenie fosforu w żywych tkankach. Jednak przy przekroczeniu pewnych stężeń fosforu w pokarmie następuje naruszenie regulatorów utrzymujących właściwy jego poziom w ciele ślimaka i wówczas każde zwiększenie zawartości fosforu w pokarmie odbija się wzrostem tego pierwiastka w jego tkankach (referat A. Kalinowskiej).

Trzeci dzień obrad poświęcony był w całości problemom kształtowania środowiska Kampinoskiego Parku Narodowego. Obrady odbywały się w Dziekanowie Leśnym, w Instytucie Ekologii PAN, gdzie uczestników sympozjum przywitał, wprowadzając w naukową problematykę, dyrektor Instytutu prof. R. Z. Klekowski.

W związku z planami przywrócenia w Puszczy Kampinoskiej naturalnych warunków siedliskowych i zbiorowisk roślinnych, od kilku lat prowadzone są badania hydrologiczne, glebowe, szaty roślinnej aktualnej i potencjalnej oraz ocena stanu zwierząt kręgowych, a w pewnym zakresie również bezkręgowych. Przedstawione referaty dotyczyły planów restytucji Puszczy i wyników inwentaryzacji aktualnych zasobów roślin i zwierząt. W granicach Puszczy i w tworzonej otulinie, w miejsce gospodarstw rolnych i prywatnych zagród, planowane jest przywrócenie dawnych, naturalnych zbiorowisk roślinnych, zgodnie z naczelnym hasłem „unaturalnienia” Puszczy Kampinoskiej. Na terenie całego kompleksu Puszczy w pierwszej kolejności nastąpi przebudowa stosunków hydrologicznych i powrót do dawnego, znacznie wyższego poziomu wód gruntowych i powierzchniowych (B. Jacenków). Drugim, nie mniej ważnym zadaniem, jest restytucja szaty roślinnej na podstawie map roślinności potencjalnej (M. Ferchmin), które będą podstawą przy zalesieniu gruntów porolnych i przebudowie drzewostanów. Obecnie zbiorowiska sosnowe zajmują 80%, a lasy liściaste tylko 20%, natomiast mapy potencjalnej roślinności wskazują, że właściwe proporcje powinny wynosić odpowiednio 30 i 70% i w tym kierunku planowana jest przebudowa zbiorowisk roślinnych. Szczegółowe badania warunków abiotycznych i glebowych oraz wprowadzenie odpowiednich zbiorowisk roślinnych ma na celu przyspieszenie naturalnej sukcesji i w końcowym efekcie uzyskanie stosunkowo szybko układów stabilnych.

Równoległe z „unaturalnieniem” zespołów roślinnych postępować będzie odtworzenie populacji gatunków zwierząt uprzednio występujących w Puszczy (około 30 gatunków ssaków i ptaków opuściło ten teren) i na terenie niżu Polski (J. Misiak). Wprowadzony w 1953 r. na teren Puszczy łoś bardzo dobrze zaadaptował się do obecnych warunków i szybko zwiększył liczebność populacji. Jednak wprowadzenie zwierząt, które obecnie w Puszczy nie występują, lub zwiększenie liczebności pewnych gatunków może prowadzić do nieoczekiwanych zmian w układach biocenotycznych i dlatego wymaga uprzednich, szczegółowych badań dla przewidywania skutków introdukcji. Na przykład znaczne zwiększenie liczebności sikor (przez dokarmianie zimą i wiosną wysokoenergetycznym pokarmem) doprowadziło do wzrostu ich wyżerowywania przez kunę leśną (E. Kucińska) i zmiany zachowań drapieżcy i ofiary.

Odtworzenia naturalnych układów roślinno-zwierzęcych Puszczy Kampinoskiej można oczekiwać za około 20 lat, ale pełny plan zregenerowania Puszczy może być zrealizowany dopiero za 100 do 150 lat. Dyskusję nad planami restytucji Puszczy Kampinoskiej zakończono wycieczką. Uczestników wycieczki oprowadził doc. M. Ferchmin po typowych dla Puszczy środowiskach i zbiorowiskach roślinnych, wskazując na charakterystyczny układ strefowy, wydmowo-bagienny i spodziewany kierunek sukcesji przy zmianach stosunków wodnych.

Wycieczka do pruszkowskiej oczyszczalni ścieków zakończyła czwarty dzień obrad i sympozjum poświęcone homeostazie ekosystemów lądowych. Przedstawiony przez prof. J. Siutę problem związany jest z próbą wykorzystania ścieków komunalnych do rekultywacji zdegradowanych gleb. Prowadzone eksperymentalne badania obejmują zarówno techniczną stronę przewożenia, przerabiania i stosowania ścieków, jak i wykorzystanie substancji odpadowych jako materiału glebotwórczego, który umożliwi powstanie i utrzymanie układu ekologicznego.

Sympozjum było udaną i interesującą imprezą naukową ze względu na możliwość zapoznania się z obfitym materiałem dotyczącym homeostazy ekosystemów, ponadto przedstawiane prace i tocząca się dyskusja wykazały znaczenie mechanizmów homeostatycznych dla powstawania i funkcjonowania ekosystemów nawet w warunkach daleko posuniętej antropopresji. Równocześnie poznanie mechanizmów homeostatycznych stwarza możliwości ingerencji w tempo i kierunki sukcesji ekosystemów dla uzyskania optymalnego stanu w krótszym czasie.

Lucyna Andrzejewska