

Marek A. KarolewskiZakład Zoologii i Ekologii
Instytut Zoologii
Uniwersytet Warszawski
Krakowskie Przedmieście 26/28
00-927/1 Warszawa**Specyfika i status ekologiczny
miasta****Specific character and
ecological status of the town****1. Wstęp**

Działalność gospodarcza człowieka jest ściśle związana z eksploatacją i przekształcaniem środowiska (Thomas 1956), co prowadzi do różnego rodzaju zaburzeń i przekształceń w ekosystemach, wywołując istotne zmiany tak w strukturze, jak i w funkcjonowaniu biocenoz. Na wiele gatunków roślin i zwierząt człowiek wywiera ciągłą, silną presję adaptacyjną (Siemińska 1977, Tarkowski 1977). Często jest to działanie celowe, jak w przypadku uprawy roślin i hodowli zwierząt (Węglińska 1977), często zaś — niezamierzone, jak np. oddziaływanie pośrednie, poprzez zmianę abiotyczny warunków środowiska (Ostrowski 1977, Sendek 1978).

Przemiany, dokonujące się w środowisku naturalnym, są przeważnie tylko ubocznym efektem ludzkiej działalności, nie zaś wynikiem celowych zabiegów. Działalność ta jednak prowadzi w konsekwencji do kształtowania się nowych biocenoz i nowych, specyficznych ekosystemów (Dobrowolski, Dąbrowska i Kucińska 1975). Do takich środowisk, które powstały i istnieją w ścisłym związku z człowiekiem i jego działalnością, należą m.in. obszary zurbanizowane.

Opracowanie to jest próbą zebrania wyników badań ekologicznych dotyczących środowisk miejskich. Jego celem jest przedstawienie, na podstawie przeglądu głównie polskiego piśmiennictwa, zagadnień dotyczących:

- ekologicznej specyfiki środowisk miejskich;
- charakterystyki roślinności miast i miejskich zespołów fauny;
- prawidłowości, właściwych miejskim układom ekologicznym;
- procesu zasiedlania miast przez dziko żyjącą faunę i specyfiki miejskich populacji zwierząt;
- charakterystyki środowisk podmiejskich.

Praca zawiera też próbę zdefiniowania statusu ekologicznego środowisk miejskich i określenia miejsca człowieka w ekologicznej strukturze tych środowisk.

2. Charakterystyka urbicenozy

2.1. Wprowadzenie

Spośród licznych i różnorodnych przekształceń antropogenicznych, urbanizacja prowadzi do ekstremalnych zmian w naturalnym środowisku (Olszewski 1974). Gwałtowny wzrost liczby mieszkańców miast, spowodowany znacznym tempem przyrostu ludności świata oraz imigracją mieszkańców wsi do miast, jest przyczyną ekspansywnego rozwoju istniejących i powstawania nowych ośrodków miejskich, tworzenia się wielomilionowych aglomeracji miejskich i miejsko-przemysłowych. Proces ten daje się obserwować również i w Polsce drugiej połowy XX wieku (Leszczycki, Eberhardt i Herman 1971, Klimczyk 1974, Zaremba 1974, Leszczycki 1977).

Środowiska miejskie stały się ostatnio przedmiotem zainteresowania odmiennie od naturalnych, są zamieszkiwane nie tylko przez ludzi. W mieście obok roślin sztucznie wprowadzonych i kultywowanych przez człowieka występuje bogata roślinność synantropijna (Kępczyński 1975, Fijałkowski 1978, Sowa i Olaczek 1978) oraz charakterystyczne zespoły zwierząt, zasiedlające tereny zieleni miejskiej, a także gatunki zamieszkujące budynki, instalacje systemu kanalizacyjnego miasta, itp. (Pisarski i Trojan 1976, Banaszak i Kasprzak 1978, Kasprzak i Banaszak 1978, Koehler 1978, Romanowski 1978, 1980).

Środowiska miejskie stały się ostatnio przedmiotem zainteresowania tak ekologii światowej (International Association for Ecology — INTECOL), jak i krajowej. W ramach Komitetu Ekologii PAN działa Komisja Ekologii Miasta, zajmująca się od 1971 r. badaniami środowisk obszarów zurbanizowanych (Gliwicz 1978, Andrzejewski 1979a). W 1974 roku podjęto — trwające do dziś — kompleksowe badania zoocenotyczne fauny Warszawy w ramach problemu węzłowego 10.2.06. („Wpływ presji osadniczej na faunę na przykładzie aglomeracji warszawskiej”), prowadzone przez Instytut Zoologii PAN w Warszawie przy współudziale ekologów z ośrodka poznańskiego (Pisarski 1977). W latach 1976—1977 zakończono rozpoczęte w 1974 r. badania ekologiczne, prowadzone w ramach problemu resortowego nr 114 („Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego”), koordynowane przez Instytut Kształtowania Środowiska (Szczepanowska 1974). Nie słabnące zainteresowanie ekologii polskiej problematyką środowisk zurbanizowanych i urbanizujących się zostało odzwierciedlone w wytycznych Komitetu Ekologii PAN do planu badań na lata 1981—1985, gdzie zagadnienia dotyczące „ekologicznych podstaw kształtowania właściwych warunków życia człowieka w miastach i osiedlach” są jednym z 6 proponowanych, głównych kierunków badawczych (Andrzejewski 1979b).

2.2. Specyfika środowiska miejskiego

Na specyfikę środowiska miejskiego składa się szereg czynników, o charakterze i natężeniu wyraźnie odmiennym w miastach niż w jakimkolwiek środowisku naturalnym. Z uwagi na znaczne zróżnicowanie sugeruje się nawet konieczność dokonywania opracowań fizjograficznych środowiska abiotycznego obszarów zabudowywanych (Kaczyński 1974, Różycka 1978), które stanowiłyby m.in. tło prowadzonych tu badań ekologicznych.

Miasta, zwłaszcza większe (powyżej 50 000 mieszkańców i o powierzchni co najmniej kilkunastu km²), mają swój własny klimat (inny niż poza miastem), charakteryzujący się wyraźną strefowością — odmienny dla centrum o zwartej zabudowie, terenów luźno zabudowanych i dla terenów zewnętrznych (Różycka i Gacka-Grzesikiewicz 1972). W środowiskach zurbanizowanych — w porównaniu z naturalnymi — obserwuje się osłabioną wymianę promieniowania, inne kierunki i siłę wiatrów, podwyższoną średnią roczną temperaturę oraz zmniejszoną wilgotność powietrza przy zwiększonej sumie opadów i wzroście zachmurzenia (Kossowska 1973, 1975).

Warunki siedliskowe obszarów zurbanizowanych cechuje wysoka swoistość i duża różnorodność. Zabiegi inwestycyjne prowadzą do likwidacji naturalnych zespołów roślinnych i zwierzęcych, a często też — do znacznej degradacji gleb (Andrzejewski 1975). Sztucznie ukształtowane tereny zielone są silnie rozczłonowane na obszary o różnych powierzchniach i odmiennych typach roślinności.

Specyfika środowiska miejskiego wiąże się też z wyraźnym ograniczeniem „czynnika przyrodniczego” na korzyść „technicznego” (Zimny 1976), co przejawia się m.in. pokryciem znacznej powierzchni przez zabudowę o różnym stopniu zwartości, bogatą sieć szlaków komunikacyjnych, place, itp. Dla większości obszarów zurbanizowanych charakterystyczne jest zmniejszanie się stopnia zwartości zabudowy i wzrost udziału terenów zielonych w kierunku od centrum ku peryferiom. Środowiska miejskie są ponadto urozmaicane przez różnorodne zbiorniki wodne, kanały i cieki (Kołodziejczyk 1976, Pieczyńska i Praszkiwicz 1977).

W gospodarce wodnej środowisk miejskich zaznacza się m.in. silne ograniczenie udziału wód opadowych (np. przez zabudowę, chodniki, ulice, itp.) w funkcjonowaniu biotycznych komponentów układu. Skanalizowanie terenów zabudowanych wpływa na wzrost tempa spływu powierzchniowego, co znacznie ogranicza retencję wody w środowisku miejskim, a tym samym — możliwości jej wykorzystania przez roślinność. Elementy podziemnej infrastruktury przecinając warstwy wodonośne powodują ponadto obniżenie poziomu wód gruntowych (Dobija 1975, Pisarski i Trojan 1976).

Odrębność biotycznego środowiska miejskiego jest także warunkowana specyfiką źródeł zasilającej go energii. Energia słoneczna stanowi tu tylko jeden z kanałów zasilania, o różnie interpretowanym znaczeniu (Andrzejewski 1975, Pisarski i Trojan 1976). Oprócz niej do układu dociera również energia surowców („techniczna”) oraz — jako stały układ zasilania, przede wszystkim dla synantropów — energia żywności i odpadów (Pisarski i Trojan 1976). Dla środowiska miejskiego charakterystyczny jest nie tyle sam zakres tego sztucznego, zewnętrznego zasilania, co udział w nim swoistych źródeł energii (jak np. energia pochodzenia technicznego), które nie występują w systemach naturalnych.

Nieodłącznym atrybutem miast jest — obok hałasu i silnych pól elektromagnetycznych — znaczne skażenie powietrza, gleby i wód powierzchniowych przez emisje przemysłowe, spaliny, środki do odmrażania ulic, itp. (Hay 1970, Różycka 1970, Just i Kelus 1971, Konecka-Betley i in. 1974, Czarnowska 1975). Negatywne czynniki antropogenne, trwale związane ze środowiskiem miejskim, oddziałują na jego abiotyczne i biotyczne komponenty, w tym również na ludzi (Litewka 1969, Juda, Maziarka i Wszyńska 1970, Klonowicz 1976).

Specyfika środowiska miejskiego wywiera silny wpływ na kształtowanie się jego biotycznego komponentu — urbicenozy. W konsekwencji miejskie układy biologiczne nie są — w większości przypadków — samowystarczalne, ich struktura jest uproszczona, mechanizmy samoregulacyjne niedostatecznie wykształcone, a homeostaza wewnętrzna jest na ogół wyrażona stosunkowo słabo. Urbicenoza nie jest układem zintegrowanym. Składające się na nią różnorodne jednostki biotyczne są ze sobą luźno powiązane, często odizolowane i funkcjonujące niezależnie od siebie. Jak w każdym środowisku antropogenicznym, w mieście wyraźnie uwidacznia się dominująca rola gospodarczej działalności człowieka w kształtowaniu struktury i w funkcjonowaniu biotycznego komponentu środowiska miejskiego.

2.3. Roślinność miejska

„Podstawą biotycznego kształtowania terenów otwartych w miastach jest roślinność” (Andrzejewski 1975). Z tego też względu zieleni miejska często jest obiektem badań ekologicznych (Szczepanowska 1974). Wywiera ona znaczny wpływ na środowisko miejskie (Ptaszyczka 1950, Strojny 1976, Zimny 1976), a jej specyficzny skład i charakter, jak również rozmieszczenie, warunkują zasiedlanie terenów zieleni przez charakterystyczne grupy zwierząt. Jako zasadniczy — strukturalny i funkcjonalny — element miejskiego środowiska biotycznego (urbicenozy) roślinność pełni równocześnie szereg innych

funkcji (Świeboda 1967, Białobok 1973, Andrzejewski 1975, Kondratiuk, Radionow i Tarabrin 1977, Zimny 1977, Mowszowicz 1978). Jest m.in. czynnikiem kształtującym klimat miasta i łagodzącym jego najbardziej uciążliwe cechy (Okołowicz i Kossowska 1974, Kossowska 1975). Spełnia też rolę filtra zanieczyszczeń (Pisarski i Trojan 1976, Zimny 1976) i hałasu (Grysiewicz i Kosmala 1978). Tereny zieleni miejskiej pełniąc funkcje natury estetycznej są także miejscem rekreacji mieszkańców miast.

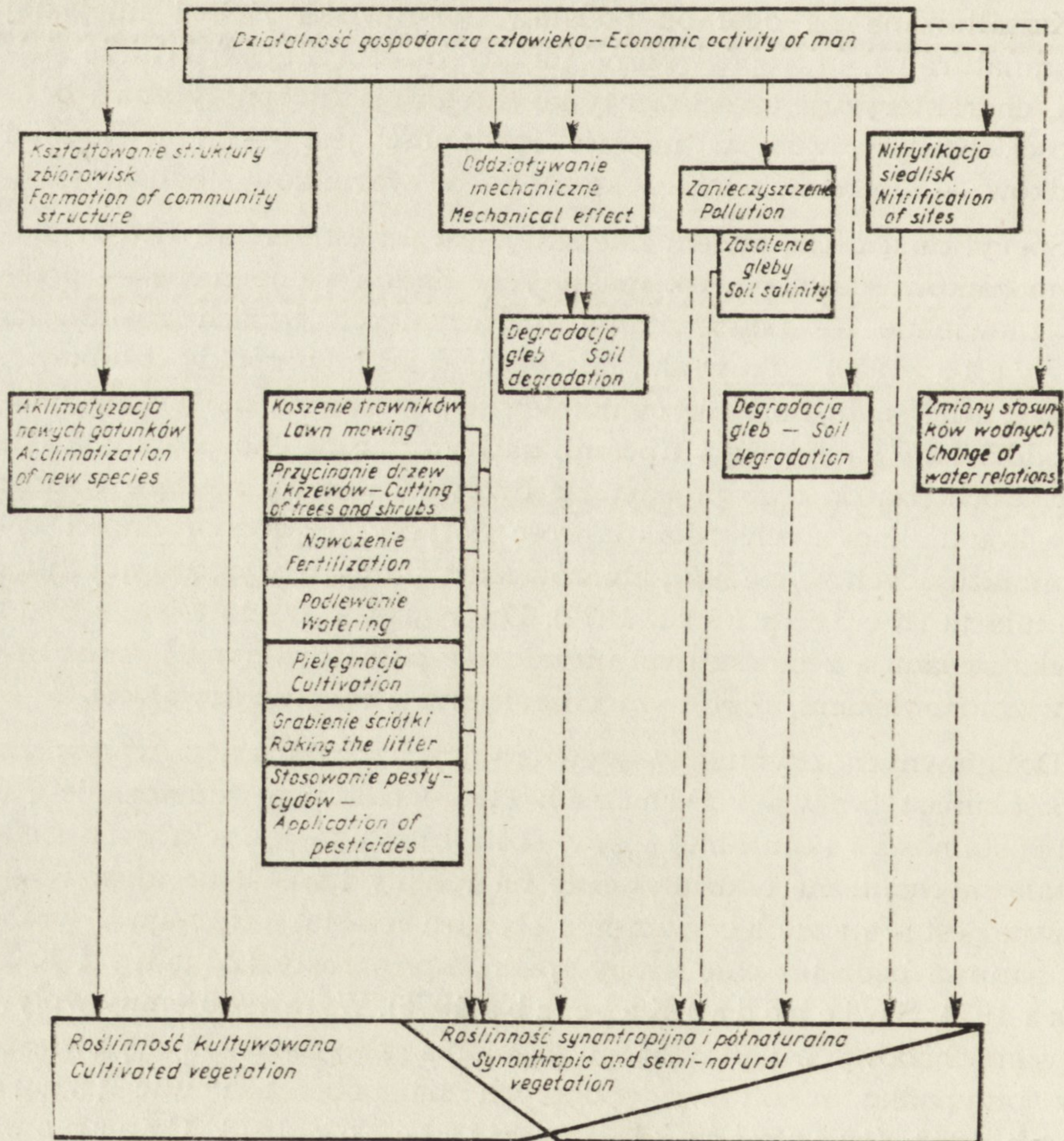
Kształtowane na ogół od podstaw zbiorowiska zieleni miejskiej jako paranaturalne, antropogeniczne układy o sztucznej strukturze roślinności, charakteryzuje częściowa tylko integracja fitocenotyczna i brak stabilności. Kultywowana w mieście roślinność jest — w większości przypadków — nieodpowiednia w stosunku do warunków siedliskowych.

Specyficzną cechą zieleni miejskiej jest przestrzenna i fitosocjologiczna mozaikowość zbiorowisk roślinnych. Zajmują one różne — przeważnie niewielkie — powierzchnie o rozmaitych typach roślinności (Ptaszyccka 1950). Trawniki, zieleńce, parki, ogródki działkowe, cmentarze, itp., są luźno i nierównomiernie rozrzucone na terenie miasta, pooddzielane zabudową i ulicami, zachowując daleko posuniętą odrębność. Dochodzą do tego pojedyncze drzewa i krzewy rosnące wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Mozaikowość dotyczy też różnorodności typów kontaktujących się ze sobą zbiorowisk roślinnych występujących na terenie miasta (Kępczyńska 1974). Zbiorowiska ukształtowane przez człowieka sąsiadują z powstałymi niezależnie półnaturalnymi i synantropijnymi zbiorowiskami, o różnym charakterze i stopniu trwałości.

Do głównych czynników wywierających różnicujący wpływ na roślinność miast Sowa i Olaczek (1978) zaliczają: zniszczenie rodzimej roślinności i naturalnej gleby, silną nitryfikację niektórych siedlisk, stałe mechaniczne oddziaływanie na rośliny i zasolenie gleb. Równie istotne jest silne zanieczyszczenie obszaru miasta, eliminujące wrażliwsze gatunki bądź też całe grupy roślin, np. porosty (Zimny i Kucińska 1974, Świeboda i Kalemba 1978). Wyraźny ujemny wpływ spalin samochodowych i poważnego zasolenia gleb zaznacza się zwłaszcza w przypadku roślin występujących na poboczach ulic (Ruge i Stach 1968, Czerwiński 1970, Białobok 1973, Czarnowska 1974, 1975, Robinson 1975, E. Roszyk i S. Roszyk 1975, Łaszek i Janecki 1980).

Znaczny ujemny wpływ środowiska miejskiego na roślinność przejawia się wyraźnie, przede wszystkim w przypadku małych obszarów zieleni i pojedynczo rosnących drzew, głównie w centralnych partiach miast (Zimny i Mędrzycki 1974, Zimny 1976). Dotyczy to nie tylko struktury układów, ale również fizjologii poszczególnych osobni-

ków i funkcjonowania zbiorowiska jako całości (Zimny i Mędrzycki 1974, Zimny i Wysocki 1974). Nieduże zbiorowiska bądź pojedyncze osobniki są bardziej ekspozowane na wpływ zanieczyszczeń niż zbiorowiska większe, gdzie rośliny występujące na obrzeżu stanowią naturalną osłonę dla pozostałych. Rośliny obrzeża pierwsze padają ofiarą substancji toksycznych i fitofagów, gdyż stężenie pierwszych i liczebność drugich są tu znacznie wyższe od stwierdzanych w partiach wewnętrznych (Pisarski i Trojan 1976).



Rys. 1. Formy oddziaływania człowieka na roślinność miejską
Kind of man's influence on town vegetation

Człowiek oddziałuje na roślinność miejską w różnorodny sposób, zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio (rys. 1). W wyniku tych oddziaływań szata roślinna miast ulega ciągłym i szybkim przeobrażeniom. Ustępuje szereg mniej odpornych gatunków, a ich miejsce zajmują

inne, głównie synantropijne rośliny (Żukowski 1971). Nawet w przypadku sztucznie kształtowanej zieleni następuje samorzutna, szybka przebudowa struktury gatunkowej roślinności, niezależnie od uprzednio zaplanowanej (Zimny i Wysocki 1974).

Degradacja środowiska miejskiego i brak rodzimych zbiorowisk roślinnych umożliwiają zasiedlanie miast licznym gatunkom synantropijnym (Kornaś 1959). W większości są to obcy przybysze (antropofity), znacznie wzbogacający w gatunki florę miast (Fijałkowski 1963, 1978, Schwarzwald 1967, Fabierkiewicz 1971, Rostański i Gutte 1971, Kępczyński 1975, Sowa i Olaczek 1978). Jednak, jak twierdzi Kornaś (1959), zastępowanie roślinności naturalnej przez synantropijną ma zawsze charakter regresji. W procesie tym zbiorowiska bardziej zróżnicowane i trwale ustępują miejsca niżej uorganizowanym i mniej trwałym.

2.4. Fauna miast i jej przemiany

Obszary zieleni i specyficzne warunki środowiska miejskiego determinują występowanie, liczebność i strukturę wewnętrzną zwierzęcych zespołów urbicenozy. W przeciwieństwie do roślinności miejskie zespoły fauny kształtują się bez celowej ingerencji człowieka (Andrzejewski 1975). Presja „czynnika technicznego” ogranicza występowanie większości zwierząt „miejskich” do terenów pokrytych roślinnością. Struktura przestrzenna i charakter zieleni miejskiej warunkują tym samym rozmieszczenie i stopień zróżnicowania fauny na obszarze miasta. Rozdzielenie terenów zieleni przez zabudowę i szlaki komunikacyjne znacznie ogranicza możliwości przemieszczania się fauny (zwłaszcza naziemnej i glebowej) pomiędzy poszczególnymi obszarami, co pogłębia faunistyczną odrębność zespołów związanych z różnymi typami zieleni miejskiej.

Poważną rolę w kształtowaniu się fauny miast odgrywa presja urbanizacyjna (Czechowski 1979a). Silny wpływ na miejskie zespoły zwierząt wywiera m.in. stała obecność ludzi, intensywna działalność gospodarcza, a także silne zanieczyszczenie środowiska miejskiego (Czarnowska 1974, Szczesny 1974, Pisarski i Trojan 1976, Czechowski 1978). W wyniku silnego przekształcenia środowiska dla wielu zwierząt towarzyszących człowiekowi miasto stwarza dogodne warunki siedliskowe, pokarmowe, sprzyjający mikroklimat, itp. Szereg synantropijnych owadów, pajęczaków, gryzoni i ptaków stale lub czasowo zamieszkuje budynki i instalacje sieci wodno-kanalizacyjnej (Demel 1969, Banaszak i Kasprzak 1978).

Fauna środowisk zurbanizowanych jest licznie reprezentowana przez termofile i kserofile. W większości są to organizmy euryfagiczne (panto- i polifagi), choć równocześnie spotyka się wąsko wyspecjalizo-

wane, głównie roślinożerne, stenofagi (monofagi) (Czechowski 1979e). W troficznej strukturze urbicenozy najsłabszym — obok producentów — ogniwem są destruenci, zaś poziom konsumentów I rzędu jest nadmiernie rozbudowany (Zimny 1976), przy niemal zupełnym braku konsumentów wyższych rzędów. Przy nie wystarczającej produkcji roślinnej zasoby pokarmowe dla wielu (głównie eusynantropijnych) gatunków stanowią produkty spożywcze, odpadki, odzież, itp.

Obecny stopień znajomości fauny miast jest na ogół niewielki, a przy tym nierównomierny w odniesieniu tak do poszczególnych grup zwierząt, jak i do poszczególnych miast. Obecne badania obejmują zarówno strukturę zespołów i populacji miejskich, jak też przemiany fauny miast pod wpływem presji urbanizacyjnej. Prowadzone są też prace związane z procesem synantropizacji i różnicowania się populacji pod wpływem środowiska miejskiego (Andrzejewski 1977, Liro w druku). Mimo to wciąż jeszcze słabo poznane są ssaki miast (Andrzejewski 1977) oraz fauna miejskich środowisk wodnych (Pieczyńska i Praszkiewicz 1977). Liczniejsze opracowania lądowej fauny bezkręgowej są z kolei fragmentaryczne i niepełne. Obejmują przeważnie wybrane taksony (Pisarski 1977, Banaszak i Kasprzak 1978), brak natomiast opracowań kompleksowych — faunistycznych monografii poszczególnych miast. Do najlepiej dotychczas poznanych należy fauna Warszawy i Poznania.

Najlepiej poznaną grupą zwierząt miejskich są ptaki (Ferenš 1957, Graczyk 1962, Strawiński 1963a, 1971, Luniak, Kalbarczyk i Pawłowski 1964, Tomiałojć 1965, 1970, Jankowski 1967), przy czym — w stosunku do badań innych grup zwierząt miejskich — badania nad awifauną miast należą do najbardziej zaawansowanych (Luniak 1977). Awifauna środowisk zurbanizowanych jest wysoce specyficzna, a jej szybkie przemiany pod wpływem presji urbanizacyjnej są szczególnie wyraźne (Dyrzcz 1963) i — w porównaniu z innymi miejskimi zespołami zwierząt — najlepiej udokumentowane (Szarski 1955, Riabinin 1959, Dyrzcz 1961, Harmata 1961, 1972, Bogucki i Sikora 1964, Strawiński 1971, Wojciechowski 1971 i inni).

Miejskie zespoły fauny (zwłaszcza awifauny) wyraźnie różnią się szeregiem charakterystycznych cech od zespołów zwierząt występujących w naturalnych warunkach środowiskowych (tab. I). Ogólnym przejawem nasilającej się presji urbanizacyjnej jest, w większości przypadków, wyraźny spadek zróżnicowania gatunkowego, przy równoczesnym wzroście liczebności populacji pozostających w mieście (Strawiński 1971, Batten 1972, Geis 1976, Harmata 1979a). Gatunkowemu ubożeniu miejskich zespołów ptaków towarzyszy wzrastające zagęszczenie i zmiana struktury dominacyjnej w zespole (Dyrzcz 1963, Emilen 1974, Huhtalo i Järvinen 1977). Spisy ptaków z 7 miast euro-

Tabela I

Zestawienie niektórych cech zespołów fauny miejskiej i dziko żyjącej
Some characters of town and wild fauna communities

Rozpatrywana cecha zespołu Examined community character	Przewaga bądź silniejsze przejawianie się danej cechy w zespole fauny: miejskiej — dziko żyjącej Prevalence or strong indication of a given character in a fauna community: town — wild	Przykład z piśmiennictwa Examples from the literature
Liczba gatunków Number of species	—————→	Luniak, Kalbarczyk i (and) Pawłowski (1964)
Liczebność (zageszczenie) Numbers (density)	←—————	Dyrcz (1963)
Homeostaza Homeostasis	—————→	Sterzyńska i (and) Czechowski (1979)
Struktura dominacyjna Dominance structure	←—————	Pisarski i (and) Trojan (1976)
Intensywność zmian składu i struktury zespołu Intensity of changes in composition and structure of the community	←—————	Strawiński (1971)

pejskich objęły blisko 70 gatunków (Tomiałojć 1970), spośród których jednak łącznie tylko 10 spełniało kryterium dominacji Palmgrena (frekwencja wyższa niż 5%), skupiając w poszczególnych miastach 63—93% całkowitej liczby osobników. Ponadto struktura zespołu ptaków jest uzależniona od wielkości miasta (Strawiński 1963b) — awifauna miasta średniego jest znacznie bogatsza niż miasta dużego, co można wiązać z odmiennym nasileniem presji urbanizacyjnej.

Zmniejszanie się liczby gatunków wraz ze wzrostem presji urbanizacyjnej zachodzi również w miejskich zespołach ssaków. Chudoba, Humiński i Wójcik (1961) wykazali, że na 15 gatunków drobnych ssaków Wrocławia, 13 zasiedla jego peryferyjne okolice, a tylko 9 teren samego miasta, gdzie wyraźnie dominują 2—3 spośród nich. W zespole gryzoni w Warszawie zaobserwowano podobne prawidłowości zmian struktury, przy dominacji w mieście tylko jednego gatunku (Andrzejewski i in. 1978). W przeciwieństwie do awifauny zagęszczenie w śródmiejskich i peryferyjnych zespołach ssaków jest podobne, choć może ulegać sezonowym wahaniom na korzyść jednego bądź drugiego środowiska.

W warunkach środowiska miejskiego znacznemu zmniejszeniu ulega także liczba gatunków bezkręgowców. Zaznacza się równoczesny

wzrost zagęszczenia niektórych gatunków pozostających w mieście, zachodzą też zmiany struktury dominacyjnej zespołów w kierunku dominacji jednego gatunku (Pisarski i Trojan 1976, Czechowski 1977, 1979b, 1979c, Banaszak i in. 1978, Banaszak i Kasprzak 1978, Dziabaszewski 1979).

W skrajnych warunkach, przy silnie wyrażonej presji urbanizacyjnej, obserwuje się gwałtowny spadek liczebności w większości zespołów fauny bezkręgowej (Banaszak i in. 1978, Sterzyńska i Czechowski 1979). Równocześnie niektóre grupy, np. fitofagi — zwłaszcza owady o ssącym typie aparatu gębowego, jak mszyce (*Aphidodea*), czerwce (*Coccodea*), itp. — występują wtedy w większej niż poza miastem liczbie gatunków, osiągając przy tym znaczne liczebności (Pisarski i Trojan 1976, Czechowski 1979a). Zmniejszanie się zagęszczenia glebowych saprofagów (Sterzyńska i Czechowski 1979) oraz zoofagów jest kompensowane wzrostem liczebności fitofagów. Podobnie miejsce nie występujących w mieście taksonów zajmują inne grupy zwierząt (Kasprzak i Banaszak 1978).

W przeciwieństwie do zespołów kręgowców miejskich, w których zmiany powodowane naporem urbanizacji mają ogólnie zbliżony charakter, zmiany miejskiej fauny bezkręgowej wykazują duże zróżnicowanie w odniesieniu do poszczególnych grup i zespołów. W specyficznych warunkach środowiska miejskiego mechanizmy regulacyjne układów biotycznych są przeważnie niedostatecznie wykształcone (Sterzyńska i Czechowski 1979). Objawami zakłócenia homeostazy urbiceoz, związanego m.in. ze zmniejszoną różnorodnością gatunkową, są znaczne fluktuacje liczebności poszczególnych populacji.

Jedną z charakterystycznych reakcji na wzrost presji urbanizacyjnej jest — w przypadku awifauny miejskiej — wzrost liczby gatunków zasiedlających budynki (Huhtalo i Järvinen 1977). Wykazano przy tym, że styl i charakter konstrukcji wywiera znaczny wpływ na gnieźdzenie się populacji wróbla (*Passer domesticus* L.), szpaka (*Sturnus vulgaris* L.) i gołębia (*Columba livia domestica* L.) (Geis 1976), a także innych — zwłaszcza naskalnych — gatunków. Zaobserwowano też (Huhtalo i Järvinen 1977), że z ptaków zasiedlających budynki ponad 50% zamieszkuje strefę najbardziej zurbanizowaną. Podobne „parcie ku centrum” wykazują miejskie populacje ptaków gnieźdzących się na drzewach, preferując tę właśnie strefę. Bereszyński (1974) porównując kolonie lęgowe gawrona (*Corvus frugilegus* L.) z 1971 r. i z poprzednich lat w Poznaniu, Łodzi i Lublinie, wykazał — we wszystkich przypadkach — procentowy wzrost liczby gniazd zakładanych wśród zwartej zabudowy (tab. II).

Spośród ssaków tereny śródmiejskie zamieszkuje nieliczne gatunki, całkowicie lub częściowo związane z budynkami, jak mysz domowa (*Mus musculus* L.), mysz polna (*Apodemus agrarius* (Pall.)), szczury

Tabela II

Udział par łęgowych zasiedlających strefę zwartej zabudowy* w poznańskiej, łódzkiej i lubelskiej populacji gawrona (*Corvus frugilegus* L.) (dane wg Bereszyńskiego 1974)

Nesting pairs of rook (*Corvus frugilegus* L.) colonizing densely built areas* in Poznań, Łódź and Lublin (data after Bereszyński 1974)

Analizowane parametry Parameters examined	Rok Year	Poznań	Łódź	Lublin
% par łęgowych gnieźdzących się w centrum miasta % of nesting pairs in the town centre	1961	25,2	—	—
	1970	78,0	26,0	7,7
	1971	82,1	32,0	9,8
Liczba gniazd w centrum: zwarta zabudowa densely built area parki Number of nests in the parks town centre: razem total		61	69	56
	1971	35	30	30
		96	99	86
Całkowita liczba gniazd w mieście Total number of nests in town	1961	186	—	—
	1970	132	498	913
	1971	117	310	872

*Wraz z parkami śródmiejskimi.
Including municipal parks.

(*Rattus* spp.) (Chudoba, Humiński i Wójcik 1961, Andrzejewski i in. 1978). Stanowią one 90—100% zespołu gryzoni tej części miasta. Chudoba, Humiński i Wójcik (1961) sugerują, że ściśle zabudowane śródmieście może stanowić „doskonałe miejsce zamieszkania i żerowania dla niektórych bardziej synantropijnych gatunków zwierzęcych, a z ssaków w szczególności myszy domowych i szczurów”.

Stwarzając niektórym gatunkom czy grupom zwierząt dogodne warunki siedliskowe i pokarmowe miasto wywiera na nie równocześnie silny ujemny wpływ, m.in. przez znaczne zanieczyszczenie strefy zurbanizowanej. Badania awifauny miast wykazały wyraźnie wyższe poziomy metali ciężkich (zwłaszcza ołowiu) w tkankach i narządach w porównaniu do ptaków środowisk naturalnych (Tansy i Roth 1970, Siegfried i in. 1972, Knight i Harvey 1974, Ohi i in. 1974, Getz, Best i Prather 1977, Dmowski i Karolewski 1979). Zaznacza się też ujemny wpływ miasta na dziłko żyjącą awifaunę, przejawiający się znaczną śmiertelnością wędrownych ptaków w wyniku kolizji z budynkami, antenami i przewodami napowietrznymi, zwłaszcza w czasie nocnych wędrówek, przy czym śmiertelność ta może niekiedy przybierać charakter masowy (Szczepski 1956, 1965, Taylor i Anderson 1973, Johnson i Hudson 1976).

Środowisko miejskie można traktować jako „wyspę ekologiczną”, ze specyficznymi warunkami siedliskowymi, charakterystycznymi zbior-

rowiskami roślin i zespołami zwierząt. Miasto stwarza dla zasiedlających je populacji warunki często korzystniejsze od naturalnych, stawiając przed innymi (dziko żyjącymi) nieprzekraczalne bariery. Nie bez znaczenia dla miejskiej awifauny pozostaje też specjalna opieka (ochrona, dokarmianie), jaką otaczane są ptaki na terenach miast (F e r e n s 1948, 1957, P r z y b y ł a i S z a r s k i 1957, S o k o ł o w s k i 1957, S t r a w i ń s k i 1962). Dzięki dogodnym warunkom w miejskich populacjach ptaków zaznacza się spadek naturalnej śmiertelności oraz znaczny wzrost rozrodczości, a w konsekwencji — wzrost liczebności (P i t e l k a 1942, G r a c z y k i C h e w i ń s k i 1966, B o Ź k o 1971, N u o r t e v a 1971, B a t t e n 1974).

Wzrostowi liczebności wielu typowo miejskich populacji ptaków towarzyszy wycofywanie się z miasta niektórych gatunków, np. kawki (*Corvus monedula* (L.)), szpaka, gawrona i innych (S t r a w i ń s k i 1971). Pod naporem urbanizacji opuszczają miasta ptaki drapieżne, m.in. sółwy (*Strigiformes*) i sokołowate (*Falconiformes*) zasiedlając peryferie, skąd — sporadycznie jeszcze — penetrują tereny zabudowane (H a r m a t a 1961, W o j c i e c h o w s k i 1971, L u n i a k i P a w ł o w s k i 1974). Z kolei przy specyficznej biologii niektórych gatunków (gnieźdzenie się w centrum, a żerowanie na otwartych terenach podmiejskich), wędrówki pokarmowe na wciąż zwiększające się dystanse stają się w pewnym momencie energetycznie nieopłacalne. I tak wycofywanie się np. gawrona z Warszawy jest ułmowane gwałtownym rozwojem przetrzebionym miasta (S t r a w i ń s k i 1971, L u n i a k i P a w ł o w s k i 1974). W przypadku miast nieco mniejszych, np. Łodzi, Poznania czy Lublina, zjawisko to nie występuje, natomiast wciąż jeszcze zaznacza się stały wzrost liczebności populacji gawrona (B e r e s z y ń s k i 1974).

3. Synurbizacja¹

Środowiska zurbanizowane mogą być pod wieloma względami (pokarm, ochrona, siedlisko, itp.) atrakcyjniejsze od naturalnych, co jest jedną z przyczyn penetracji terenów miejskich przez dziką faunę z zewnątrz (L u n i a k 1964, B o Ź k o 1971, N u o r t e v a 1971).

Proces synurbizacji obejmuje gatunki żyjące do niedawna w stanie dzikim, wyłącznie w naturalnych warunkach środowiskowych. Jest on bardzo wyraźny i udokumentowany licznymi przykładami, zwłaszcza w przypadku kręgowców, a w szczególności — ptaków (tab. III). S t r a w i ń s k i (1971) prezentuje 27 typowo miejskich, europejskich

¹ Pojęcie wprowadzone przez Andrzejewskiego i in. (1978), per analogiam do terminu „synantropizacja”, określające proces wnikania do miast i rozprzestrzeniania się tam dziko dotychczas żyjących gatunków, obejmujące równocześnie rozmaite formy adaptacji do życia w wysoce specyficznych warunkach środowiska miejskiego.

Tabela III

Niektóre gatunki kręgowców ulegające współcześnie synurbizacji

Some vertebrate species contemporarily synurbized

Gatunek Species	Piśmiennictwo Literature
Mysz polna (<i>Apodemus agrarius</i> (Pall.)) Field mouse	Andrzejewski i in. (et. al.) (1978)
Gawron (<i>Corvus frugilegus</i> L.) Rook	Schnurre (1949), Volkmann (1953), Sebrat (1955), Bogucki i (and) Sikora (1954), Luniak (1972a, 1972b), Bereszyński (1974)
Gołąb grzywacz (<i>Columba palumbus</i> L.) Wood pigeon	Cramp (1972), Graczyk i (and) Bereszyński (1974)
Sroka (<i>Pica pica</i> (L.)) Magpie	Klejnotowski (1972, 1974), Harmata (1979b)
Kos (<i>Turdus merula</i> L.) Blackbird	Graczyk (1959a, 1961), Dyrzcz (1963), Batten (1974), Luniak i (and) Pawłowski (1974), Pomarnacki (1979)
Kwiczół (<i>Turdus pilaris</i> L.) Fieldfare	Graczyk (1954), Szarski (1955), Dąbrowski (1978), Mioduszevska (1979)
Drozd śpiewak (<i>Turdus philomelos</i> Bt.) Song trush	Dyrzcz (1963), Pisarski i (and) Trojan (1976)
Szpak (<i>Sturnus vulgaris</i> L.) Starling	Strawiński (1971), Geis (1976)
Sójka (<i>Garrulus glandarius</i> (L.)) Jay	Strawiński (1971), Pisarski i (and) Trojan (1976)
Makolągwa (<i>Carduelis cannabina</i> (L.)) Linnet	Tast (1968)
Kuropatwa (<i>Perdix perdix</i> (L.)) Partridge	Szarski (1955), Graczyk (1959b), Luniak i (and) Pawłowski (1974)
Kaczka kżyżówka (<i>Anas platyrhynchos</i> L.) Mallard	Hrynkiewicz-Sudnik J. i (and) Hrynkiewicz-Sudnik M. (1964), Graczyk i (and) Meisnerowski (1966), Strojny (1966), Luniak i (and) Pawłowski (1974)
Sierpówka (<i>Streptopelia decaocto</i> (Friv.)) Collared turtle-dove	Sembrat (1951), Strawiński (1971), Nowak (1974)
Kawka (<i>Corvus monedula</i> (L.)) Jackdaw	Strawiński (1971), Luniak i (and) Pawłowski (1974)

gatunków ptaków zaznaczając, że lista ta jest niekompletna. Obszary zurbanizowane są zasiedlane także przez nowe gatunki bezkręgowców, które — gwałtownie się rozprzestrzeniając — osiągają tu w krótkich okresach znaczne liczebności, np. mrówka faraona (*Monomorium pharaonis* (L.)), rybiłk cukrowy (*Lepisma saccharina* L.) czy kosarz (*Nelima* sp., *Opiliones*) w Warszawie (Pisarski i Trojan 1976, Bana-

szak i Kasprzak 1978, Kasprzak i Banaszak 1978, Czechowski 1979d).

Badania nad synurbizacją awifauny w Polsce, głównie zaś kosa (Graczyk 1959a, Dyrzcz 1963), sroki (Klejnotowski 1974), gawrona (Bereszyński 1974) i gołębia grzywacza (Dyrzcz 1963, Graczyk i Bereszyński 1974) potwierdzają dodatkowo tezę, że proces zasiedlania miast przez ptaki przebiega od zachodu w kierunku wschodnim.

Proces synurbizacji jest silnie ograniczany trudnymi do przełamania barierami presji urbanizacyjnej, uniemożliwiającymi zasiedlanie środowisk miejskich gatunkom ekologicznie mniej plastycznym. Dla tych, które pokonały te bariery, warunki środowiska miejskiego mogą okazać się sprzyjające, a nawet korzystniejsze od naturalnych. Mysz polna, która jeszcze pod koniec XIX w. nie występowała na terenie Warszawy (Walecki 1881), jest obecnie wyraźnym dominanitem (90—100%) wśród gryzoni śródmiejskich (Park Łazienkowski) (Andrzejewski i in. 1978). Podobnie w powojennych gruzowiskach Wrocławia stwierdzono licznie tu występujący (42 osobniki, 14,5% zespołu ssaków gruzowisk) rzadki europejski gatunek ssaka owadożernego, zębiełka karliczka (*Crocidura suaveolens* (Pall.)), którego obecności nie wykazano na obszarach peryferyjnych miasta (Chudoba, Humiński i Wójcik 1961).

Atrakcyjność miasta dla wielu gatunków nie musi bezpośrednio wiązać się z procesem synurbizacji, jakkolwiek może być jedną z jej przyczyn. Miasta, zwłaszcza w sezonie zimowym, są np. optymalnym środowiskiem dla zimujących gatunków ptaków (Strawiński 1971). Dlatego też, szczególnie zimą, stwierdza się tu znacznie wyższą biomasa ptaków (około 250 kg/km²) niż np. w lasach (20 kg/km²) czy w agrocenozach (5 kg/km²) (Pisarski i Trojan 1976). W tym okresie żerują w miastach gawrony, kawki i wrony (Luniak i Pawłowski 1974), a także ptaki drapieżne (Strawiński 1971), zlatujące się tu licznie z peryferii. Drapieżniki (również ssaki) migrują do miast przywabiane dużymi ilościami łatwo dostępnego pokarmu, m.in. gryzoni i ptaków. Sezonową atrakcyjność terenów miejskich podkreślają też krótkotrwałe, lecz cykliczne masowe przyloty ptaków do miast na zimowe noclegowiska (Górska 1975) oraz skupianie się tu wędrownych stad ptaków w okresie wiosennych i jesiennych migracji. Zimowe wnikanie do miast młodych ptaków wg Strawińskiego (1971) jest następnym — po synantropizacji w kulturowym krajobrazie nie zurbanizowanym — etapem synurbizacji awifauny.

Obok atrakcyjności środowiska przyczyną migracji zwierząt do miast (w konsekwencji — synurbizacji) jest także ingerencja człowieka w naturalne ekosystemy. Korzystne warunki pokarmowe i siedliskowe stwarzane przez człowieka na obrzeżach miast są przyczyną nadmier-

nego wzrostu liczebności niektórych populacji, czego następstwem jest zasiedlanie przez te populacje terenów miejskich (S t r a w i ń s k i 1971). Z drugiej strony przyczyną wnikania do miast niektórych gatunków ptaków jest postępująca degradacja środowiska. Zanikanie pod wpływem działalności gospodarczej naturalnych siedlisk makolągwy doprowadziło w Finlandii i Szwecji do zajęcia przez ten gatunek terenów podmiejskich i ruderalnych, przy czym — w nowych warunkach — makolągwa zaczęła gnieździć się w budynkach, a jej ekologia pokarmowa uległa wyraźnej zmianie (T a s t 1968).

W procesie zasiedlania miast przez nowe gatunki ważną rolę odgrywa zdolność przystosowania się populacji do życia w całkowicie sztucznych warunkach (S t r a w i ń s k i 1971). Niektórzy autorzy sugerują, że społeczny tryb życia może być istotnym czynnikiem sprzyjającym synurbizacji (P ę t a l 1975, B a n a s z a k i in. 1978, B a n a s z a k i K a s p r z a k 1978, K a s p r z a k i B a n a s z a k 1978). B a n a s z a k i in. (1978) wskazują na niewielki udział os samotnych i znaczny os społecznych w mieście (Warszawa) w stosunku do możliwości potencjalnych tych grup (odpowiednio 28⁰/₀ i 80⁰/₀) podając, że podobne zależności występują też w zespołach pszczół. Społeczny tryb życia wiąże się z przekształcaniem lokalnych warunków środowiska, wytwarzaniem w gniazdach korzystnego mikroklimatu, umożliwia też części osobników (np. płodnym samicom, młodym) pozostawanie stale w gniazdach, podczas gdy pokarm zdobywany jest tylko przez część robotnic. Duże znaczenie ma też możliwość wymiany informacji między osobnikami i występujący u wielu gatunków owadów społecznych polifagizm, co pozwala tej grupie na lepsze wykorzystanie specyficznego i na ogół nie sprzyjającego środowiska miejskiego.

4. Specyfika populacji synurbijnych

Dokonujące się w procesie synurbizacji wewnątrzgatunkowe przekształcenia adaptacyjne prowadzą w konsekwencji do wykształcenia się wysoce specyficznych populacji synurbijnych. Wyniki badań fauny typowo miejskiej i ulegającej synurbanizacji świadczą o znacznej odrębności między miejskimi i dzikimi populacjami tego samego gatunku. Odmiennosc populacji miejskich przejawia się istnieniem szeregu charakterystycznych cech przystosowawczych (tab. IV), które umożliwiają zwierzętom miejskim egzystencję w silnie przekształconym i niedostępnym dla wielu gatunków środowisku (S t r a w i ń s k i 1971).

Najbardziej typową cechą synurbijnej awifauny jest jej wyraźnie zmniejszona antropofobia (G r a c z y k 1961, D y r c z 1963, G r a c z y k i B e r e s z y ń s k i 1974, K l e j n o t o w s k i 1974). Uwidaczniają się też istotne zmiany w biologii, etologii i ekologii ptaków, przy czym popu-

c.d. Tabeli IV

1	2
B. Ssaki (gryzonie)*	
Mammals (rodents)*	
Udział młodych osobników wiosną	←—————
Contribution of young individuals in spring	
Udział samców	←—————
Contribution of males	
Intensywność dojrzewania samic	—————→
Maturation intensity of females	
Intensywność rozrodu jesienią	←—————
Reproduction intensity in autumn	
Przeżywalność zimą	←—————
Survival in winter	
Ciężar ciała dorosłych samców	←—————
Weight of adult males	

* Dane wg Andrzejewskiego i in. (1978) dla *Apodemus agrarius* (Pall.).Data after Andrzejewski et. al. (1978) for *Apodemus agrarius* (Pall.).

lacje miejskie charakteryzuje wyższa rozrodność, większy (w porównaniu z dzikimi) sukces lęgowy oraz stały wzrost liczebności.

Jak wykazał Dyrca (1963), zagęszczenie dwu wyraźnie synurbijnych gatunków ptaków — kosa i gołębia grzywacza — było wielokrotnie wyższe w parku miejskim (odpowiednio 204 i 125 par na km²) niż w podmiejskim lesie (13 par na km² i całkowity brak). Z zestawionych przez Dyrca (1963) danych literaturowych dotyczących występowania kosa wynika, że gatunek ten może osiągać zagęszczenia do 500—730 par na km² w zadrzewieniach podmiejskich i śródmiejskich, podczas gdy maksymalne wartości, notowane dla krajobrazu rolniczego i środowisk naturalnych, sporadycznie tylko osiągają poziom 40—70 par na km². Graczyk (1959a) uważa, że miejska populacja kosa jest wyraźnie nie ustabilizowana, co przejawia się systematycznym wzrostem jej liczebności, przy czym sugeruje istnienie ekologicznej izolacji między populacją leśną i miejską. Stały wzrost liczebności w przypadku miejskiej (zasiedlającej centrum) populacji gawrona wykazał z kolei Bereszynski (1974) (tab. II).

Badania nad ssakami miast pozwoliły zaobserwować proces różnicowania się populacji również i w tej grupie zwierząt. Wśród gryzoni Warszawy wyodrębniono dwie odmienne populacje myszy polnej — miejską (zasiedlającą centrum) i dziką (występującą na peryferiach), przy czym uważa się, że dzielące je różnice sięgają tu poza ekologię i dotyczą fizjologii (Lirio w druku), a nawet zmian w obrębie cech genetycznych populacji (Andrzejewski i in. 1978).

W procesie różnicowania się populacji, oprócz oddziaływań ze strony specyficznych warunków środowiska, bardzo istotną, jeśli nie przewodnią rolę odgrywa zmiana układów konkurencyjnych w obrębie zespołu, jak również zmniejszenie presji ze strony drapieżców. Graczyk (1959a) stwierdził, że głównym czynnikiem warunkującym liczebność populacji kosa jest układ stosunków międzygatunkowych, a przede wszystkim obecność naturalnych wrogów, zaś warunki pokarmowe, siedliskowe, czy stosunki wewnątrzpopulacyjne nie mają tu decydującego znaczenia. Do podobnych wniosków w odniesieniu do gołębia grzywacza doszedł Tomiałojć (1969), jak również Cramp (1972), który wyższą rozrodczość i większy sukces lęgowy populacji synurbijnej tłumaczy zarówno zmniejszoną presją drapieżców, jak i większą dostępnością pokarmu w środowisku miejskim. Ponadto według Andrzejewskiego i in. (1978) w przypadku myszy polnej nie bez znaczenia dla ukształtowania się miejskiej populacji było wydostanie się jej spod kontroli zespołu gryzoni, który w naturalnych warunkach wywiera silny ograniczający wpływ na dziko żyjące populacje tego gatunku.

Wiele obserwacji, dotyczących głównie awifauny, wskazuje na równoczesne występowanie w miastach populacji synurbijnej i dzikiej, jak chociażby w przypadku gawrona (Bereszyński 1974) czy gołębia grzywacza (Graczyk i Bereszyński 1974). Wraz z postępującą urbanizacją obszaru obserwuje się proces skłupiania w centralnych partiach miasta populacji synurbijnej, podczas gdy dzika jest wypierana na zewnątrz w kierunku peryferii (Bereszyński 1974). Proces ten można zilustrować danymi zestawionymi w tabeli II. Synurbizacji gawrona towarzyszy we wszystkich przypadkach wzrost udziału par lęgowych w zasiedleniu centrum o zwartej zabudowie przy jednoczesnym zmniejszaniu się całkowitej liczby gniazd w mieście. W Lublinie (1971 r.), gdzie populacja miejska dopiero się kształtuje, stosunek całkowitej liczby gniazd w mieście do ich liczby w centrum jest wyraźnie wyższy (10,1) niż np. w Poznaniu (1,2), gdzie od dawna istnieje populacja synurbijna. Z kolei udział par lęgowych gniezdzących się na terenach o zwartej zabudowie jest w Lublinie wyraźnie niższy (9,8%) od stwierdzanego w poznańskiej populacji gawrona (82,1%).

5. Ekologiczna specyfika środowisk podmiejskich

Obszary zurbanizowane silnie oddziałują na otaczające je tereny, które — podlegając presji wywieranej przez ośrodek miejski — pozostają też pod wpływem graniczących z nimi środowisk naturalnych. Równocześnie środowiska podmiejskie wywierają znaczny wpływ na miejskie środowisko biotyczne. Nie można więc rozpatrywać miasta w

kategoriach ekologicznych nie uwzględniając jego integralnych elementów — środowisk podmiejskich („Problemy ekologicznego kształtowania środowiska w mieście” (dyskusja) 1975).

Strefa podmiejska stanowi zwykle gospodarcze i rekreacyjne zaplecze ośrodka miejskiego. Tu są zlokalizowane bardziej uciążliwe zakłady przemysłowe, rozwija się intensywnie rolnictwo, sadownictwo, tu też znajdują się tereny wypoczynku mieszkańców miast.

Roślinność środowisk podmiejskich jest silnie zróżnicowana. Obok dzikiej roślinności naturalnej występują rośliny uprawne, ozdobne i chwasty. Spotyka się dużą różnorodność naturalnych, półnaturalnych i sztucznie ukształtowanych zbiorowisk, jak stare parki, lasy, łąki i pastwiska, pola, ugory, sady, itp. (S t r a w i ń s k i 1971).

Środowiska zurbanizowane przywabiają swą atrakcyjnością szeregiem dziko żyjących populacji. Większość z nich nie wnika jednak do miast ze względu na silne bariery presji urbanizacyjnej, zasiedlając wyłącznie strefę podmiejską. Czynniki przywabiającymi dzikie populacje w pobliże miast są przede wszystkim pokarm i dogodne warunki siedliskowe (Ł a s z e k 1978). Odpadki są doskonałym pokarmem dla wielu gatunków ptaków, takich jak kaczki, mewy, krukowate i inne, spotykanych licznie u ujść kolektorów ścieków miejskich (S t r a w i ń s k i 1971, L u n i a k i P a w ł o w s k i 1974), zaś bogata ilościowo fauna miast stanowi zasobne źródło pokarmu dla dziko żyjących populacji drapieżców, występujących na peryferiach (D e m e l 1969, S t r a w i ń s k i 1971, W o j c i e c h o w s k i 1971). W licznych pracach (T o u f a r 1956, M a l h e r b e 1963 i in.) wykazano zależność występowania i liczebności ptaków drapieżnych od zagęszczenia gryzoni w danym środowisku. Dostępnością gryzoni, których zagęszczenie limituje liczbę par puszczyka (*Strix aluco* L.) przystępujących do rozrodu, W e n d l a n d (1972) tłumaczy wyższą niż w naturalnych siedliskach rozrodczość, stwierdzoną przez niego w podmiejskiej populacji tego gatunku. Prawdopodobnie w przypadku innych podmiejskich populacji ptaków pokarm też jest głównym czynnikiem warunkującym rozrodczość i limitującym liczebność.

Czasem przyczyną opanowywania terenów podmiejskich jest nie atrakcyjność miasta, lecz degradacja naturalnych siedlisk (T a s t 1968). Równocześnie presja urbanizacyjna wywierana na obszary podmiejskie działa silnie ograniczająco na szereg gatunków (S t r a w i ń s k i 1971). Zanieczyszczenia rozprzestrzeniające się z miast na tereny przyległe, rozwój przestrzenny ośrodków miejskich oraz intensywna penetracja tych terenów przez mieszkańców miast są głównymi oddziałującymi negatywnie czynnikami (K r ó l, 1968, K o l a g o 1979).

Tereny podmiejskie są potencjalnym rezerwuarem fauny, zasilającej — przynajmniej okresowo — środowiska miejskie. Liczne popu-

lacje podmiejskie penetrują miasto okresowo, głównie w poszukiwaniu pokarmu (Demel 1969, Strawiński 1971). Obok okresowej, regularnej bądź sporadycznej penetracji obserwuje się też sezonowe migracje zwierząt z peryferii do miast, a także w kierunku przeciwnym, np. tuż po zakończeniu lęgów szereg gatunków ptaków przemieszcza się z miast na tereny przyległe (Strawiński 1971). Z drugiej strony niektóre populacje przenikają do miasta zasiedlając je na stałe i wchodząc w skład typowo miejskich zespołów fauny. W procesie przenikania dziko żyjącej fauny do miast środowiska podmiejskie są bardzo często etapem pośrednim, gdzie część gatunków zaprzestając dalszej „wędrowki” pozostaje już na stałe.

Pod względem fauny tereny podmiejskie różnią się zasadniczo tak od obszarów zurbanizowanych, jak i od środowisk naturalnych. Spotyka się tu gatunki typowe dla obu tych środowisk, jak też szereg gatunków preferujących wyłącznie strefę podmiejską i głównie tu występujących. Gatunki te można uznać za charakterystyczne dla obszarów bezpośrednio towarzyszących miastom. Faunistyczną odrębność środowisk podmiejskich wykazał m.in. Strawiński (1963b), badając ptaki podmiejskich zadrzewień Torunia. Stwierdził on, że badane tereny mają bardzo swoją, bogatszą niż lasy i zadrzewienia „wiejskie” awifaunę i że aż 21 gatunków ptaków — spotykanych w okresie lęgowym w najbliższym otoczeniu miasta — nie występuje w samym mieście. W środowiskach podmiejskich większej liczbie gatunków ptaków towarzyszy mniejsze niż w mieście i na terenach wiejskich zagęszczenie par na jednostkę powierzchni, przy czym jednak, zwłaszcza w okresie połęgowym, zagęszczenie ptaków może tu znacznie wzrastać (Strawiński 1971). Powołując się na wyniki licznych badań porównawczych Strawiński (1971) uważa, że (przynajmniej w odniesieniu do awifauny) krajobraz podmiejski jest odrębną jednostką ekologiczną.

6. Miasto jako jednostka ekologiczna

Ekologiczny status miasta (nie określony dotychczas w sposób jednoznaczny) jest zagadnieniem, które budzi wśród ekologów wiele kontrowersji. Problem ten był kilkakrotnie dyskutowany (Andrzejewski 1975, „Problemy ekologicznego kształtowania środowiska w mieście” (dyskusja) 1975, Pisarski i Trojan 1976, Zimny 1976) i obecnie, według różnych autorów, miasto bądź jest (specyficznym) ekosystemem antropogenicznym, bądź nim nie jest lub też stanowi zbiór ekosystemów tworząc jednostkę ekologiczną wyższego rzędu. Z każdym z przedstawionych poglądów można polemizować i każdy z nich ma swoje „za” i „przeciw”. Z kolei w licznych pracach omawiających poszczególne biotyczne komponenty środowiska miejskiego problem ten jest

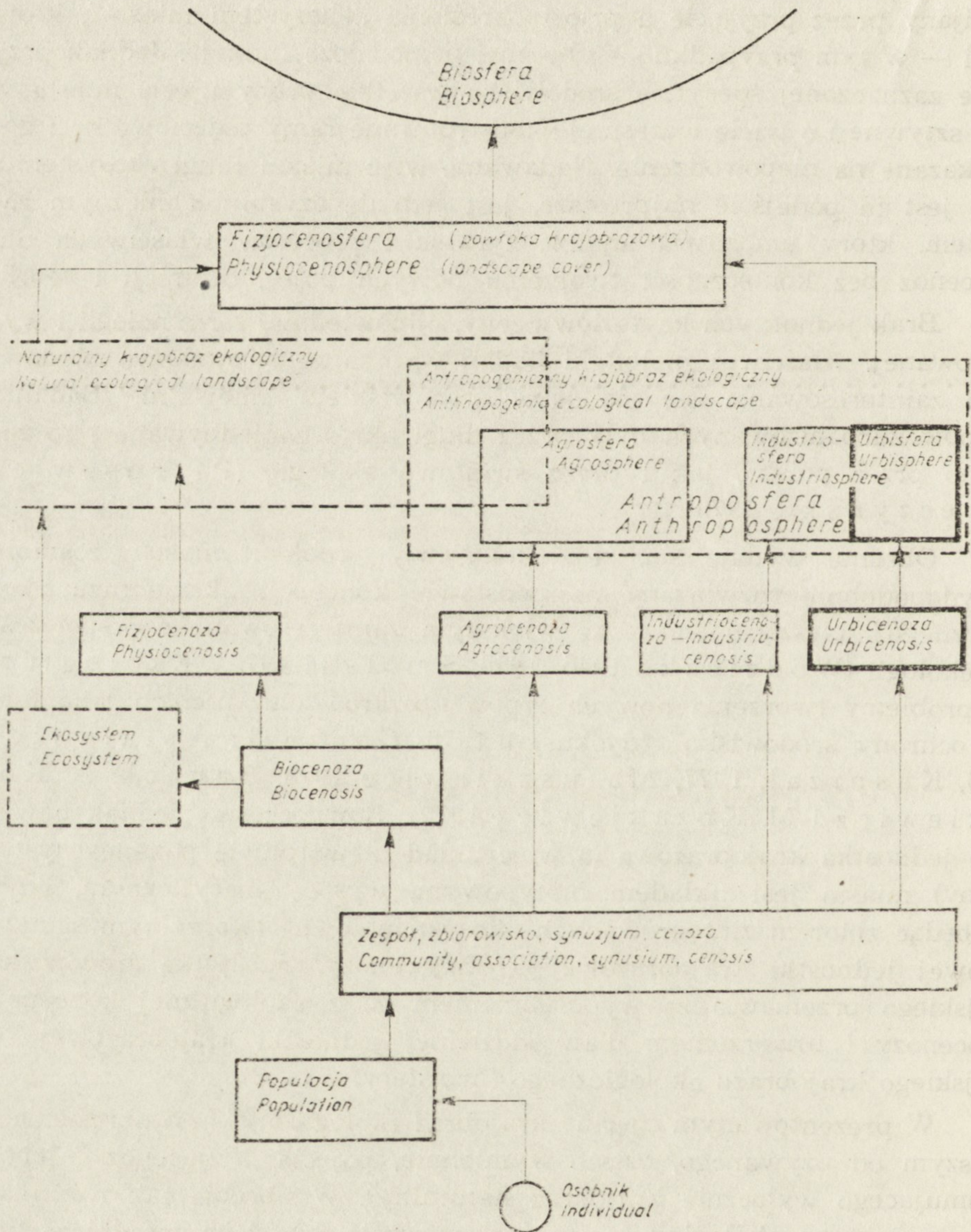
pomijany przez przyjęcie a priori określenia „ekosystem miasta”, które pełni — w tym przypadku — uboczne, pomocnicze funkcje. Jednak przy silnie zaznaczonej specyfice środowiska wszelkie próby ujęcia miasta w dość sztywne i o wiele wcześniej skonstruowane ramy pojęciowe są z góry skazane na niepowodzenie. Nadawanie więc miastu rangi ekosystemu, choć jest to podejście najprostsze, jest jedynie czysto technicznym zabiegiem, który umożliwia analizę zjawisk i procesów właściwych dla urbicenozy bez konieczności tworzenia nowych pojęć, definicji i teorii.

Brak jednolitych kryteriów oceny, odpowiedniej terminologii i wypracowanej, właściwej metodyki badań wynika ze stosunkowo niedawnego zainteresowania się ekologów środowiskiem miejskim. Badania terenów zurbanizowanych były przez długi okres zaniedbywane i to zarówno przez polską, jak i przez światową ekologię (Petrušewicz i Pieczyńska 1973).

Obecnie wydaje się, że „ekologiczny problem miasta” zostanie prawdopodobnie rozwiązany na podstawie koncepcji „krajobrazu ekologicznego”, cieszącej się coraz większym zainteresowaniem współczesnej ekologii (Wodziczko 1945, 1950, Smólski 1973, „Ekologiczne problemy tworzenia nowych typów obszarów chronionych jako formy ochrony środowiska” (dyskusja) 1976, Gacka-Grzesikiewicz 1976, Kasprzak 1977, Matuszkiewicz 1978, Banach, A. Kozakiewicz i M. Kozakiewicz 1979). Równocześnie jednak nawet jako jednostka krajobrazowa (a więc układ niewątpliwie ponadekosystemalny) miasto jest układem nietypowym, wysoce specyficznym, gdyż nie będąc zbiorem zintegrowanych ekosystemów nie tworzy tym samym typowej jednostki krajobrazowej — fizjocenozy. Specyfika środowiska miejskiego przemawia za wyodrębnieniem go z ekologicznej koncepcji fizjocenozy i utworzeniem dlań oddzielnej jednostki krajobrazowej — miejskiego krajobrazu ekologicznego (urbisfery) (rys. 2).

W prezentowanym ujęciu „krajobraz ekologiczny” jest określeniem szerszym od używanego, często wymiennie, pojęcia „fizjocenozy” (choć obejmującego wyłącznie krajobraz naturalny). W obrębie tak rozumianego krajobrazu ekologicznego można wyróżnić dwa jego zasadnicze typy, różniące się swym charakterem i posiadające odmienną strukturę wewnętrzną. Są to: naturalny krajobraz ekologiczny (a więc „czysta” fizjocenoza), będący zintegrowanym kompleksem ekosystemów, oraz antropogeniczny krajobraz ekologiczny (antroposfera), złożony z innych niż ekosystemy jednostek ekologicznych. W takim układzie celowo zrezygnowano z określania krajobrazu terminem „fizjocenoza”, który posłużył tu do określenia wyłącznie biotycznego komponentu naturalnego krajobrazu ekologicznego, tj. zintegrowanego kompleksu biocenozy (rys. 2).

W przedstawionym systemie miejski krajobraz ekologiczny (urbisfera) jako rodzaj krajobrazu antropogenicznego (antroposfery) jest —



Rys. 2. Status środowiska miejskiego (urbisfery) w strukturze organizacyjnej jednostek ekologicznych (objaśnienia w tekście)

Status of urban environment (urbisphere) in the organization structure of ecological units (explanations in the text)

obok krajobrazu rolniczego (agrosfery) i przemysłowego (industriosfery) — jednostką krajobrazową równorzędną naturalnemu krajobrazowi ekologicznemu, obejmującą środowiska obszarów zurbanizowanych. Podobnie Smólski (1973) uważa miasto oraz obszary przemysłowe za typ krajobrazu antropogenicznego. Krajobrazowy sposób ujmowania miasta reprezentuje również Andrzejewski (1975), jakkolwiek uważa on,

że miejski krajobraz ekologiczny tworzą liczne ekosystemy, utożsamiane z poszczególnymi obszarami zieleni. Wydaje się jednak, że ze względu na sztuczne pochodzenie, zewnętrzne zasilanie, a zwłaszcza dość słabo wyrażoną integrację, trudno w jakikolwiek sposób porównywać poszczególne jednostki biotyczne środowiska miejskiego do ekosystemów, czy — tym bardziej — tworzyć z nich jednostki ekosystemalne bądź ponadekosystemalne na drodze prostego sumowania. Znaczne różnicowanie przestrzenne oraz duża różnorodność w obrębie biotycznych i abiotycznych komponentów urbifery, a także częściowa izolacja poszczególnych jednostek biotycznych (które mimo to dopiero łącznie tworzą strukturalną i funkcjonalną całość) przemawiają przeciwko ekosystemalnemu ujmowaniu miasta, wskazując na wyższą niż ekosystem rangę tego środowiska. Urbisfera, mimo iż nie jest kompleksem zintegrowanych ekosystemów, stanowi w tym ujęciu specyficzną jednostkę krajobrazową (rys. 2).

Urbicenoza z kolei jako dość luźny kompleks wszystkich biotycznych komponentów urbifery jest w tym układzie, mimo odmiennie wyrażonej organizacji wewnętrznej, odpowiednikiem fizjocenozy, znajdującym się na tym samym, ponadbiocenotycznym poziomie (rys. 2). Jednak w odróżnieniu od fizjocenozy (zintegrowanego kompleksu biocenoz) urbicenozę należy traktować jako agregację elementów o niższej od biocenozy randze, jak np. zbiorowiska, zespoły, itp. Miejskie zbiorowiska i zespoły istniejąc w większym stopniu niż w środowiskach naturalnych niezależnie od siebie są słabiej zintegrowane, a stabilność całego układu jest, podobnie jak w agrocenozach, uzależniona od ciągłej regulacji i zasilania z zewnątrz. Poszczególne biotyczne komponenty urbifery, nie tworząc biocenoz, nie stanowią również luźnego zbioru niezależnych elementów, gdyż dopiero ujęte jako całość dają ekologiczny obraz miasta. Ponadto łączy je specyfika środowiska, w którym występują i które tworzą.

Obecne poglądy na strukturę i funkcjonowanie środowiska miejskiego nie są jednoznaczne. Różnie na przykład interpretowany jest udział poszczególnych źródeł energii w zasilaniu biotycznego komponentu urbifery. Według Andrzejewskiego (1975) główną rolę w energetycznej gospodarce urbicenozy odgrywa energia słoneczna, a tym samym — roślinność, stanowiąc podstawowe (prawie wyłączne) źródło energii dla konsumentów. Zimny (1976) natomiast uważa, że środowisko miejskie nie jest układem energetycznie samowystarczalnym i że produkcja roślinna pokrywa tu tylko nieznaczną część zapotrzebowania na pokarm, zaś energia w postaci biologicznej (np. odpadki żywności) i technicznej (energia cieplna budynków, sieci ogrzewczej, itp.) jest w większości dostarczana z zewnątrz. Podobnie Pisarski i Trojan (1976) zwracają uwagę na istotną rolę odpadków jako źródła zasilania

dla fauny synantropijnej. Mimo braku jednoznacznego stanowiska w sprawie roli i zakresu zasilania zewnętrznego wydaje się, że udział w tym zasilaniu różnorodnych, a przy tym wysoce swoistych źródeł energii w dużym stopniu warunkuje specyfikę struktury i funkcjonowania urbicenozy.

Dyskusyjny jest też problem wewnętrznej integracji w obrębie urbicenozy. Andrzejewski na przykład uważa zespoły miejskie za zintegrowane, tłumacząc to istnieniem licznych wiążących je zależności. Jednak ze względu na częściową przynajmniej izolację i dość słabe wzajemne powiązania między poszczególnymi zespołami, słuszniejsze wydaje się mówienie o częściowej tylko integracji, która uniemożliwiając porównywanie środowiska miejskiego do ekosystemu pozwala ujmować je jako jeden ponadekosystemalny układ.

7. Status człowieka w ekologicznej strukturze urbisfery

Znaczna i wciąż powiększająca się liczba mieszkańców miast stwarza konieczność określenia miejsca i roli człowieka w miejskim środowisku biotycznym. Obecne poglądy dotyczące tego tematu są krańcowo różne. Z jednej strony człowiek uważany jest za integralny komponent urbicenozy (Zimny 1976), z drugiej zaś (Andrzejewski 1975) przedstawiany jest jako odrębny i niezależny element (podsystem) w systemie miasta, posiadający własne, izolowane kanały zasilania energetycznego i pozaukładowe źródła materii.

Wydaje się jednak, że człowiek jako twórca, główny mieszkaniec i użytkownik środowiska miejskiego zajmuje w ekologicznym systemie miasta odmienną, szczególną pozycję. Uzależniony od procesów przebiegających w urbicenozie wywiera na nie swój wpływ, częściowo nawet biorąc w nich udział. Własne, izolowane kanały zasilania energetycznego i własne, niezależne drogi obiegu materii oddzielają człowieka od biotycznego środowiska miasta. Jest to jednak izolacja jednostronna. Urbicenoza nie będąc sama obiektem bezpośrednio eksploatowanym przez człowieka pozostaje pod jego ciągłym, silnym wpływem. Człowiek spełnia tu rolę nadrzędną — kształtującą, zasilającą i regulacyjną.

Człowiek pełni w urbicenozie funkcje niewyspecjalizowanego konsumenta (pantofaga), eliminując znaczną część produkcji pierwotnej, a częściowo także i wtórnej. Odgrywa rolę fitofaga (kosząc trawniki, przycinając krzewy), zoofaga (stosując pestycydy) i destruenta (usuwając ściółkę i równocześnie nawożąc glebę). Wpływa też ograniczająco na produktywność układu, wprowadzając do środowiska miejskiego szereg substancji toksycznych.

Mimo znacznego udziału w funkcjonowaniu układu zasadniczo człowiek nie jest powiązany z poszczególnymi komponentami urbicenozy

przez bezpośrednie zależności pokarmowe. Wymienione pseudotroficzne i w większości przypadków jednokierunkowe oddziaływania są raczej przejawem jego zewnętrznej ingerencji. Nieliczne wyjątki od tej reguły, np. gdy człowiek sam staje się źródłem pokarmu (pasożytnictwo) czy też korzysta z pokarmu wyprodukowanego na terenie miejskich ogródków działkowych łączą go jednak, przynajmniej w pewnym zakresie, z urbicenozą w sposób bezpośredni. Ponadto ekspansja synantropów w środowisku miejskim zmusza człowieka do brania udziału w oddziaływaniach innego typu, jak np. „konkurencja” o pokarm (szkodniki magazynowe) czy „o miejsce” (mrówki faraona, karaluchy, szczury, itp.). W tych przypadkach człowiek występuje jako bezpośredni uczestnik procesów ekologicznych zachodzących w urbicenozie.

Działalność człowieka w obrębie urbicenozy można porównać do funkcji, jakie pełni on w agrocenozach. W środowisku miejskim jednak funkcja człowieka nie ogranicza się tylko do „inżynierii ekologicznej”. Człowiek zasiedla tę samą, ograniczoną przestrzeń miasta, wchodzi w bezpośrednie związki z niektórymi komponentami urbisfery. Mimo iż oddziaływania człowieka na miejskie środowisko biotyczne mają przeważnie charakter wpływów zewnętrznych, sam człowiek jest, przynajmniej częściowo, składnikiem urbicenozy. Składnikiem o tyle specyficznym, że będąc jednostką samodzielną i niezależną od urbicenozy, jest równocześnie jej integralną częścią.

Piśmiennictwo

- Andrzejewski R. 1975 — Problemy ekologicznego kształtowania środowiska w mieście — *Wiad. ekol.* 21: 175—186.
- Andrzejewski R. 1977 — Stan badań nad ssakami na terenach miast w Polsce — *Wiad. ekol.* 23: 407—409.
- Andrzejewski R. 1979a — Komitet Ekologii PAN w nowej kadencji (1978—1980) — *Wiad. ekol.* 25 (1): 99—101.
- Andrzejewski R. 1979b — Stan ekologii w Polsce i wytyczne do planu badań na lata 1981—1985 (z prac Komitetu Ekologii PAN) — *Wiad. ekol.* 25 (4): 23—35.
- Andrzejewski R., Babińska-Werka J., Gliwicz J., Goszczyński J. 1978 — Synurbization processes in population of *Apodemus agrarius*. I. Characteristics of populations in an urbanization gradient — *Acta theriol.* 23: 341—358.
- Banach A., Kozakiewicz A., Kozakiewicz M. 1979 — Krajobraz ekologiczny jako układ ekosystemów wzajemnie na siebie oddziaływających — *Wiad. ekol.* 25 (1): 41—47.
- Banaszak J., Czechowski W., Pisarski B., Skubińska E. 1978 — Owady społeczne w środowisku zurbanizowanym — *Kosmos A.* 27: 173—180.
- Banaszak J., Kasprzak K. 1978 — Przegląd badań nad fauną bezkręgowców terenów miejskich — *Przegl. zool.* 22: 239—249.
- Batten L. A. 1972 — Breeding bird species diversity in relation to increasing urbanization — *Bird Study*, 19: 157—166.

- Batten L. A. 1974 — Blackbird boom in suburbia — *Wild Life*, 16: 274—277.
- Bereszyński A. 1974 — Rozmieszczenie i liczebność kolonii lęgowych gawrona (*Corvus frugilegus* L.) w Poznaniu, Łodzi i Lublinie w latach 1970—1971 — *Roczn. Akad. roln. Poznań*, 65, *Ornitol. stos.* 6: 3—19.
- Białobok S. 1973 — Ochrona zadrzewień i roślin w najbliższym otoczeniu człowieka (W: *Ochrona przyrodniczego środowiska człowieka*. Red. W. Szafer) — PWN, Warszawa, 223—245.
- Bogucki Z., Sikora S. 1964 — Kolonie lęgowe gawrona (*Corvus frugilegus* L.) w Poznaniu w latach 1961—1964 — *Przyr. Pol. zach.* 8: 75—82.
- Bożko S. J. 1971 — K charakteristike processa urbanizacii ptic — *Vest. leningr. gos.* 9: 5—14.
- Chudoba S., Humiński S., Wójcik I. 1961 — Drobne ssaki Wrocławia — *Przegl. zool.* 5: 362—374.
- Cramp S. 1972 — The breeding of urban woodpigeons — *Ibis*, 114: 163—171.
- Czarnowska K. 1974 — Wpływ zanieczyszczenia atmosfery na akumulację metali ciężkich w glebach i roślinności — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 69—73.
- Czarnowska K. 1975 — Występowanie metali ciężkich w glebach zieleńców warszawskich — *Roczn. Nauk roln., A*, 101: 159—165.
- Czechowski W. 1977 — Biegaczowate (*Coleoptera, Carabidae*) pola lucerny — *Przegl. zool.* 21: 36—38.
- Czechowski W. 1978 — Zanieczyszczenia a fauna miast — *Wszechświat*, 6: 160—161.
- Czechowski W. 1979a — Miasto środowiskiem przyrodniczym — *Przyr. pol.* 2: 20—21.
- Czechowski W. 1979b — *Trechus austriacus* Dej. (*Coleoptera, Carabidae*) w Warszawie — *Przegl. zool.* 23: 151—153.
- Czechowski W. 1979c — Zadrzewienia miejskie ostoją fauny bezkręgowej — *Wszechświat*, 5: 114—115.
- Czechowski W. 1979d — Nowoczesne budownictwo — nie tylko dla ludzi — *Wszechświat*, 5: 118—119.
- Czechowski W. 1979e — Jeszcze o faunie miejskiej — *Wszechświat*, 7—8: 175—176.
- Czerwiński Z. 1970 — Wpływ związków chemicznych stosowanych do odśnieżania na roślinność przyuliczną w Warszawie — *Ogrodnictwo*, 7: 296—300.
- Dąbrowski A. 1978 — Kwiczoły w Warszawie — *Przyr. zool.* 10—11: 9.
- Demel K. 1969 — *Zwierzę i jego środowisko* — PWN, Warszawa, ss. 599.
- Dmowski K., Karolewski M. A. 1979 — Cumulation of zinc, cadmium and lead in invertebrates and in some vertebrates according to the degree of an area contamination — *Ekol. pol.* 27: 333—349.
- Dobija A. 1975 — Wpływ urbanizacji na stosunki wodne — *Czas. geogr.* 46: 73—78.
- Dobrowolski K. A., Dąbrowska D., Kucińska E. 1975 — Zmiany antropogeniczne ekosystemów i organizmów lądowych. Próba kształtowania korzystnych zespołów leśnych zwierząt kręgowych — *Roczn. Uniw. warsz.* 15: 205—211.
- Dyrcz A. 1961 — Liczebność wrocławskiej populacji sierpówki, *Streptopelia decaocto* (Friv.) i jej zmiany w latach 1954—1960 — *Przegl. zool.* 5: 256—259.
- Dyrcz A. 1963 — Badania porównawcze nad awifauną środowisk: leśnego i parkowego — *Acta ornithol.* 7: 337—385.
- Dziabaszewski A. 1979 — O faunie pajaków (*Aranei*) aglomeracji wielkomiejskich na przykładzie miasta Poznania (W: *Materiały XII Zjazdu Polskiego*

- Towarzystwa Zoologicznego (Poznań, 3—6 IX 1979 r.). Streszczenia referatów) — 43—44.
- „Ekologiczne problemy tworzenia nowych typów obszarów chronionych jako formy ochrony środowiska” (dyskusja) 1976 — *Wiad. ekol.* 22: 156—171.
- Emlen J. T. 1974 — An urban bird community in Tucson, Arizona: deprivation, structure, regulation — *Condor*, 76: 184—197.
- Fabierkiewicz J. 1971 — Roślinność synantropijna miasta Torunia — *Mat. Zakł. Fitasoc. stos. Uniw. warsz.* 27: 133—144.
- Ferens B. 1948 — W sprawie ochrony kolonii lęgowych gawrona (*Corvus frugilegus* L.) na plantach krakowskich — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 7—8: 21—26.
- Ferens B. 1957 — Zagadnienia ochrony ptaków w miastach. Uwagi wstępne. Ptaki miasta Krakowa, ich ochrona i restytucja — *Ochr. Przyr.* 24: 272—336.
- Fijałkowski D. 1963 — Zbiorowiska roślin synantropijnych miasta Chełma — *Annls Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Sec. C*, 18: 291—325.
- Fijałkowski D. 1978 — Synantropy roślinne Lubelszczyzny — PWN, Warszawa, Łódź, ss. 260.
- Gacka-Grzesikiewicz E. 1976 — Ekologiczne problemy tworzenia nowych typów obszarów chronionych jako formy ochrony środowiska — *Wiad. ekol.* 22: 3—25.
- Geis A. D. 1976 — Bird populations in a new town — *Atlant. Nat.* 31: 141—146.
- Getz L. L., Best L. B., Prather M. 1977 — Lead in urban and rural song birds — *Environ. Pollut.* 12: 235—238.
- Gliwicz Z. M. 1978 — Komitet Ekologii PAN — 26 lat działalności (1951—1977) — *Wiad. ekol.* 24: 67—72.
- Górska E. 1975 — Badania wspólnych noclegowisk wróbla, *Passer domesticus* (L.) i szpaka, *Sturnus vulgaris* L. w Poznaniu w zimowych sezonach 1970/71 i 1971/72 — *Przegl. zool.* 19: 230—238.
- Graczyk R. 1954 — Kwiczoły (*Turdus pilaris* L.) w Parku Miejskim w Toruniu — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 10: 46—49.
- Graczyk R. 1959a — Badania nad występowaniem i stanem ilościowym kosa (*Turdus merula* L.) w Polsce — *Ekol. pol.*, A, 7: 55—82.
- Graczyk R. 1959b — Urbanizacja kuropatwy, *Perdix perdix* (L.) w Poznaniu — *Przegl. zool.* 3: 194—196.
- Graczyk R. 1961 — Badania nad zmiennością, biologią i znaczeniem gospodarczym kosa (*Turdus merula* L.) — *Ekol. pol.* A, 9: 453—485.
- Graczyk R. 1962 — Ptaki śródmieścia miasta Łodzi — *Ochr. Przyr.* 28: 61—82.
- Graczyk R., Bereszyński A. 1974 — Gołąb grzywacz (*Columba palumbus* L.) w Poznaniu — *Roczn. Akad. roln. Poznań*, 70, Ornitol. stos. 7: 31—36.
- Graczyk R., Chewiński W. 1966 — Rozmieszczenie i liczebność sierpówki, *Streptopelia decaocto* (Friv.), w Poznaniu w latach 1964—1965 — *Przegl. zool.* 10: 318—324.
- Graczyk R., Meisnerowski S. 1966 — Kaczka krzyżówka (*Anas platyrhynchos* L.) w parku Sołackim w Poznaniu — *Roczn. wyższ. Szk. roln. Poznań*, 32: 175—186.
- Grysiewicz J., Kosmała M. 1978 — Zieleń przeciw decybelom — *Problemy*, 2: 33—36.
- Harmata W. 1961 — Obserwacje nad aktywnością i występowaniem niektórych ptaków drapieżnych na terenie Krakowa w latach 1944—1960 — *Przegl. zool.* 5: 249—254.

- Harmata W. 1972 — Zmiany w awifaunie Krakowa wywołane działalnością człowieka — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 1: 21—27.
- Harmata W. 1979a — Wzrost liczby gnieźdzących się kwiczołów *Turdus pilaris* w Krakowie — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 3: 67—72.
- Harmata W. 1979b — Występowanie sroki (*Pica pica* L.) na obszarze Krakowa (W: Materiały XIII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Zoologicznego (Poznań, 3—6 IX 1979 r.) Streszczenia referatów) — 64—65.
- Hay G. K. 1970 — New York City: An object lesson — *Gdn J.* 20: 34—41.
- Hrynkiewicz-Sudnik J., Hrynkiewicz-Sudnik M. 1964 — Sposoby udomowienia kaczki krzyżówki, *Anas platyrhynchos* L., i możliwości uzyskania mieszańców z kaczką domową — *Przegl. zool.* 8: 165—170.
- Huhtalo H., Järvinen O. 1977 — Quantitative composition of the urban bird community in Tornio, Northern Finland — *Bird Study*, 24: 179—185.
- Jankowski J. 1967 — Materiały do awifauny Łodzi — *Acta orithol.* 10: 238—242.
- Johnson R. E., Hudson G. E. 1976 — Bird mortality at a glassed-in walkway in Washington State — *West. Birds*, 7: 99—107.
- Juda J., Maziarka S., Wyszynska H. 1970 — Węglowodory rakotwórcze w powietrzu atmosferycznym 10 wybranych miast w Polsce — *Ochr. Pow.* 4: 14—16.
- Just J., Kelus J. 1971 — Kadm w powietrzu atmosferycznym 10 wybranych miast w Polsce — *Roczn. państw. Zakł. Hig.* 3: 249—256.
- Kaczyński Z. A. 1974 — Mapy fizjograficzne dla potrzeb urbanistyki — *Przegl. geodez.* 3: 132—134.
- Kasprzak K. 1977 — Podjęcie krajobrazu w naukach przyrodniczych — *Wiad. ekol.* 23: 119—131.
- Kasprzak K., Banaszak J. 1978 — Fauna terenów zurbanizowanych — *Wszechświat*, 12: 305—307.
- Kępczyńska M. 1974 — Częstotliwość kontaktowania się zbiorowisk w kompleksach roślinności ruderalnej w mieście — *Phytocoenosis*, 4: 137—142.
- Kępczyński K. 1975 — Zbiorowiska roślin synantropijnych na terenie miasta Bydgoszczy — *Acta Univ. Nicol. Copern., Biologia* 17, *Nauki mat.-przyr.* 36: 3—87.
- Klejnotowski Z. 1972 — Ekologia sroki — *Pica pica* (L.) — *Roczn. wyższ. Szk. roln. Poznań*, 56, *Ornitol. stos.* 4: 45—68.
- Klejnotowski Z. 1974 — Urbanizacja sroki (*Pica pica* (L.)) w Polsce — *Roczn. Akad. roln. Poznań*, 70, *Ornitol. stos.* 7: 77—87.
- Klimczyk M. 1974 — Proces urbanizacji Polski — *Wiad. statyst.* 9: 5—9.
- Klonowicz S. 1976 — Urbanizacja a zdrowie — *Problemy*, 11: 5—10.
- Knight L. A. jr, Harvey E. H. sr 1974 — Mercury residues in the common pigeon (*Columbia livia*) from the Jackson, Mississippi area — 1972 — *Pestic. Monit. J.* 8: 102—104.
- Koehler W. 1978 — Mrówki są wszędzie — *Przyr. pol.* 7—8: 38—39.
- Kolago C. 1979 — Parki narodowe wobec naporu urbanizacyjnego — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 1: 5—14.
- Kołodziejczyk A. 1976 — Ecological characteristics of the eulittoral of four water bodies in Warsaw — *Ekol. pol.* 24: 431—446.
- Kondratiuk E. N., Radionow G. P., Tarabrin W. P. 1977 — Sanitarno-higieniczna rola roślin w miastach — *Przyr. pol.* 11: 12—13.
- Konecka-Betley K., Czarnowska K., Czerwiński Z., Praczk K. 1974 — Wpływ zanieczyszczeń atmosfery na właściwości fizyko-chemiczne gleb — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 63—68.

- Kornaś J. 1959 — Wpływ człowieka i jego gospodarki na szatę roślinną Polski — flora synantropijna (W: Szata roślinna Polski. I. Red. W. Szafer) — PWN, Warszawa, 89—125.
- Kossowska U. 1973 — Osobliwości klimatu wielkomiejskiego na przykładzie Warszawy — Pr. Stud. Inst. Geogr. Uniw. Warsz, Klimatologia, 7: 141—185.
- Kossowska U. 1975 — Klimat miasta i wpływ zieleni na jego kształtowanie — Rocz. Uniw. warsz. 15: 197—203.
- Król B. 1968 — Wypoczynek podmiejski — turystyka przyjazdowa — Miasto, 11—12: 38.
- Leszczycki S. 1977 — Geografia a planowanie przestrzenne i ochrona środowiska — PWN, Warszawa, ss. 596.
- Leszczycki S., Eberhardt P., Herman S. 1971 — Aglomeracje miejsko-przemysłowe w Polsce 1966—2000 — Biul. Kom. przestrz. Zagosp. Kraju, 67: 1—142.
- Liro A. (w druku) — Morfofizjologiczne wskaźniki stanu populacji *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771) w Warszawie — Acta theriol.
- Litewka C. 1969 — Powietrze, jakim oddycha ludność świata — Problemy, 9: 556—563.
- Luniak M. 1964 — Niektóre problemy związane z kształtowaniem się awifauny miasta — Przegl. zool. 8: 162—165.
- Luniak M. 1972a — Materiały do awifauny powiatu Siedlce (woj. warszawskie) — Notatki orn. 13: 10—18.
- Luniak M. 1972b — Rozmieszczenie kolonii gawrona, *Corvus frugilegus* L., w powiecie Siedlce (województwo warszawskie) — Acta ornithol. 13: 425—449.
- Luniak M. 1977 — Stan badań nad ptakami miast w Polsce — Wiad. ekol. 23: 399—406.
- Luniak M., Kalbarczyk W., Pawłowski W. 1964 — Ptaki Warszawy — Acta ornithol. 8: 175—285.
- Luniak M., Pawłowski W. 1974 — O ptakach Warszawy — NK, Warszawa, ss. 139.
- Łaszek C. 1978 — Ptasi raj u wrót Warszawy — Przyr. pol. 4: 12—13.
- Łaszek C., Janecki J. 1980 — Drzewa umierają stojąc... w soli — Przyr. pol. 1: 22.
- Malherbe A. P. 1963 — Notes on birds of prey and some others at Boshhoek, north of Rustenburg during a rodent plague — Ostrich, 34: 95—96.
- Matuszkiewicz J. M. 1978 — Fitokompleks krajobrazowy — specyficzny poziom organizacji roślinności — Wiad. ekol. 24: 3—13.
- Mioduszevska W. 1979 — Stanowisko kwiczoła *Turdus pilaris* w Warszawie — Chrońmy Przyr. ojcz. 3: 72—73.
- Mowszowicz J. 1978 — Skwery wczoraj i dziś — Przyr. pol. 5: 27.
- Nowak E. 1974 — Zwierzęta w ekspansji — WP, Warszawa, ss. 184.
- Nuorteva P. 1971 — The synanthropy of birds as expression of ecological disorder caused by urbanization — Ann. zool. fenn. 8: 547—553.
- Ohl G., Seki H., Akihama K., Yagu H. 1974 — The pigeon, a sensor of air pollution — Bull. Environ. Contam. Toxic. 12: 92—98.
- Okołowicz W., Kossowska U. 1974 — Wpływ zieleni na warunki termiczne i wilgotnościowe na przykładzie dotychczasowych badań w Warszawie — Przegl. inf. Ziel. miejs. 10: 75—88.
- Olszewski T. 1974 — Degradacja środowiska geograficznego w Łódzkiej Aglomeracji Przemysłowo-Miejskiej — Zesz. nauk. Uniw. Łódz. Ser. 2, 55: 95—108.
- Ostrowski W. 1977 — Mechanizmy oddziaływania czynników wielkoprzemysłowych na środowisko biologiczne — Kosmos, A, 26: 624—627.

- Petrusewicz K., Pieczyńska E. 1973 — Dotychczasowe osiągnięcia i perspektywy rozwoju nauk ekologicznych w Polsce — *Wiad. ekol.* 19: 325—352.
- Pętał J. 1975 — Mrówki przetrwają — *Problemy*, 10: 14—17.
- Pieczyńska E., Praszkiwicz A. 1977 — Ekosystemy wodne związane z terenami zurbanizowanymi — *Wiad. ekol.* 23: 379—387.
- Pisarski B. 1977 — Stan badań nad fauną bezkręgowców terenów zurbanizowanych — *Wiad. ekol.* 23: 389—398.
- Pisarski B., Trojan P. 1976 — Zoocenozy obszarów zurbanizowanych — *Wiad. ekol.* 22: 338—344.
- Pitelka F. A. 1942 — High population of breeding birds within an artificial habitat — *Condor*, 44: 172—174.
- Pomarnacki L. 1979 — Pojawienie się kosów w Radomiu — *Wszechświat*, 7—8: 172—173.
- „Problemy ekologicznego kształtowania środowiska w mieście” (dyskusja) 1975 — *Wiad. ekol.* 21: 304—317.
- Przybyła S., Szarski K. W. 1957 — Ochrona i restytucja ptaków we Wrocławiu — *Ochr. Przyr.* 24: 360—381.
- Ptaszycka A. 1950 — Przestrzenie zielone w miastach — LSW, Poznań, ss. 227.
- Riabinin S. 1959 — Ptaki Lublina w latach 1951—56. — *Ochr. Przyr.* 26: 417—449.
- Robinson M. S. 1975 — Lead in urban street dust — *Nature (Lond.)*, 253: 343—345.
- Romanowski J. 1978 — Kuna żyjąca blisko nas — *Przyr. pol.* 6: 18.
- Romanowski J. 1980 — Ssaki drapieżne w Warszawie — *Przyr. pol.* 1: 23.
- Rostański K., Gutte P. 1971 — Roślinność ruderalna miasta Wrocławia — *Mat. Zakł. Fitosoc. Instos. Uniw. warsz.* 27: 167—215.
- Roszyk E., Roszyk S. 1975 — Ołów w glebach i roślinach w pobliżu dróg na terenie Wrocławia — *Roczniki glebozn.* 24: 177—185.
- Różycka W. 1970 — Ochrona przyrody na terenach aglomeracji miejskich w Polsce — *Problemy*, 7: 394—405.
- Różycka W. 1978 — Opracowanie fizjograficzne jako źródło informacji o środowisku abiotycznym na obszarach urbanizowanych — *Wiad. ekol.* 24: 43—50.
- Różycka W., Gacka-Grzesikiewicz E. 1972 — Warunki klimatyczne a przestrzenna struktura miasta (Wybrane zagadnienia) — *Inst. Urbanistyki i Architektury*, Warszawa, ss. 55.
- Ruge U., Stach W. 1968 — Über die Schädigung von Strassenbäumen durch Auftausälze — *Angew. Botanik*, 42: 69—77.
- Schnurre O. 1949 — Saatkrähenkolonie im Zentrum Berlins — *Vogelwelt*, 70: 152.
- Schwarz Z. 1967 — Badania nad florą synantropijną Gdańska i okolicy — *Acta biol. med.*, Gdańsk, 11: 363—494.
- Sembrat K. 1951 — Synogarlica turecka (*Streptopelia decaocto* (Friv.)) we Wrocławiu — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 7: 51—53.
- Sembrat K. 1955 — Imigracja gawronów do Wrocławia — *Wszechświat*, 2: 72—74.
- Sendek A. 1978 — Antropogeniczne przeobrażenia w szacie roślinnej GOP i ich przyczyny — *Wszechświat*, 5: 117—120.
- Siegfried W. R., Frost P. G. H., Redelinghuys E. P., Van der Merwe R. P. 1972 — Lead concentrations in the bones of city and country doves — *S. Afr. J. Sci.* 68: 229—230.

- Siemińska J. 1977 — Wpływ człowieka na zbiorowiska roślin wodnych w Polsce — *Wszechświat*, 9: 222—224.
- Smólski S. 1973 — Ochrona krajobrazu (W: Ochrona przyrodniczego środowiska człowieka. Red. W. Szafer) — PWN, Warszawa, 605—625.
- Sokołowski J. B. 1957 — Ochrona i restytucja ptaków w parkach miejskich Poznania — *Ochr. Przyr.* 24: 337—359.
- Sowa R., Olaczek R. 1978 — Stan badań szaty roślinnej miast Polski — *Wiad. ekol.* 24: 25—42.
- Sterzyńska M., Czechowski W. 1979 — Fauna glebowa w środowisku miejskim — *Kosmos*, A, 28: 49—56.
- Strawiński S. 1962 — Zagadnienia ochrony ptaków w Toruniu — *Ochr. Przyr.* 28: 39—60.
- Strawiński S. 1963a — Ptaki miasta Torunia — *Acta ornithol.* 7: 116—156.
- Strawiński S. 1963b — Ptaki podmiejskich zadrzewień Torunia — *Studia Soc. Sci. torun., Sec. E, Zoologia* 7: 1—25.
- Strawiński S. 1971 — O ptakach, ludziach i miastach — WP, Warszawa, ss. 156.
- Strojny W. 1966 — Kaczka krzyżówka, *Anas platyrhynchos* L., na wodach Wrocławia — *Wszechświat*, 6: 154—155.
- Strojny W. 1976 — Zielen Wrocławia — Ossolineum, Warszawa, ss. 34.
- Szarski K. W. 1955 — Ptaki Wrocławia w latach 1946—1952 — *Acta ornithol.* 5: 1—49.
- Szczepanowska B. 1974 — Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego. Założenia i organizacja badań w zakresie Problemu Resortowego nr 114 — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 5—13.
- Szczepski J. B. 1956 — Wiadomość o rozbijaniu się ptaków o Pałac Kultury i Nauki w Warszawie — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 5: 29—31.
- Szczepski J. B. 1965 — Pałac Kultury i Nauki w Warszawie znów widownią tragedii ptaków — *Przegl. zool.* 9: 178—184.
- Szczęsny B. 1974 — The effect of sewage from the town of Krynica on the benthic invertebrates communities of the Kryniczanka stream — *Acta hydrobiol.* 16: 1—29.
- Świeboda M. 1967 — Rola terenów zielonych w zadymionych miastach — *Wszechświat*, 6: 156.
- Świeboda M., Kalebka A. 1978 — Porosty biologicznym wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego — *Wiad. ekol.* 24: 209—224.
- Tansy M. G., Roth R. P. 1970 — Pigeons: a new role in air pollution — *J. Air Pollut. Contr. Ass.* 20: 307—309.
- Tarkowski C. 1977 — Wpływ człowieka na ewolucję roślin i zwierząt — *Wszechświat*, 10: 244—246.
- Tast J. 1968 — Changes in the distribution, habitat requirements and nest-sites of the linnet, *Carduelis cannabina* (L.), in Finland — *Ann. Zool. fenn.* 5: 159—178.
- Taylor W. K., Anderson B. M. 1973 — Nocturnal migrants killed at a central Florida TV tower; autumns 1969—1971 — *Wilson Bull.* 85: 42—51.
- Thomas W. L. jr (Red.) 1956 — Man's role in changing the face of the earth — Univ. Chicago Press, Chicago, ss. 1193.
- Tomiałojć L. 1965 — Polska bibliografia ornitologiczna za lata 1945—1960 — *Acta ornithol.* 9: 1—76.
- Tomiałojć L. 1969 — Znaczenie drapieżnictwa w regulacji rozmieszczenia zurbanizowanych i niezurbanizowanych gołębi grzywaczy (*Columba palumbus*) (W: Materiały IX Zjazdu Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, Lublin) — 142—142.

- Tomiałojć L. 1970 — Badania ilościowe nad synantropijną awifauną Legnicy i okolic — *Acta ornithol.* 12: 293—392.
- Toufar J. 1956 — Die Konzentration der Raubvögel (*Falconiformes*) und Eulen (*Strigiformes*) auf der Lokalität mit dem Maximumbestand der Feldmäuse (*Microtus arvalis*) — *Ochr. Prir.* 11: 299—301.
- Volkmann G. 1953 — Saatkrähen (*Corvus frugilegus*) als Stadtvogel — *Orn. Mitt., Stuttgart.* 5: 207—208.
- Wałęcki A. 1881 — Fauna zwierząt ssących Warszawy i jej stosunek do fauny całego kraju — *Pam. fizyogr.* 1: 268—291.
- Wendland V. 1972 — 14jährige Beobachtungen zur Vermehrung des Waldkauzes (*Strix aluco* L.) — *J. Ornithol.* 113: 276—286.
- Węglińska M. 1977 — Rośliny i zwierzęta karmiące człowieka — *Problemy*, 3: 47—61.
- Wodziczko A. 1945 — O uprawie krajobrazu — *Chrońmy Przyr. ojcz.* 2—3: 1—28.
- Wodziczko A. 1950 — O biologii krajobrazu — *Przegl. geogr.* 22: 295—301.
- Wojciechowski Z. 1971 — Obserwacje nad ptakami drapieżnymi Lasu Łągowickiego koło Łodzi — *Notatki orn.* 12: 37—63.
- Zaremba P. 1974 — Urbanizacja Polski i środowisko człowieka — *KiW, Warszawa*, ss. 268.
- Zimny H. 1976 — Miasto jako układ ekologiczny — *Wiad. ekol.* 22: 345—353.
- Zimny H. 1977 — Przyszłość zieleni miejskiej — *Przyr. pol.* 2: 7—9.
- Zimny H., Kucińska K. 1974 — Porosty Warszawy jako bio wskaźniki zaburzeń środowiska miejskiego — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 13—23.
- Zimny H., Mędrzycki M. 1974 — Wzrost i rozwój wybranych gatunków drzew w warunkach miejskich na przykładzie Warszawy — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 47—62.
- Zimny H., Wysocki C. 1974 — Produktywność trawników na terenie Warszawy — *Przegl. inf. Ziel. miejs.* 10: 23—46.
- Żukowski W. 1971 — Zmiany we florze synantropijnej miasta Poznania w latach 1950—1970 — *Mat. Zakł. Fitosoc. stos. Uniw. warsz., Warszawa, Biało-wieża*, 27: 115—132.

Summary

This is an attempt to present results of ecological studies of urban environments. A review of mainly Polish literature is the basis for presentation of problems concerning: specific ecological character of urban environments, characteristics of town vegetation and municipal fauna communities, regularities of municipal ecological systems, colonization of towns by wild fauna and the specific character of municipal animals populations, characteristics of suburban environments, ecological status of urban environment and the place of man in the ecological structure of these environments.

As regards biotic and abiotic conditions urban environments differ basically from natural and other anthropogenic environments and are specific „ecological islands”.

Artificial town vegetation — formed from the very beginning — is constantly under the influence of man's activities (Fig. 1), which, amongst other things, is the cause of serious disturbances in the functioning of biotic systems.

Isolated municipal greens have various types of vegetation and differ considerably as regards the areas it occupies. The structure and character of vegetation affect strongly the formation of town fauna communities.

Town fauna has been studied unevenly and in fragments. Communities of town fauna, and especially the best known town avifauna differ distinctly from wild communities (Table I). With increasing urbanization the number of species decreases at a simultaneous increase in numbers of other populations. In town communities there is no stability and there are frequent changes in the dominance structure as regards the dominance of one species. Under extreme conditions the number of species and numbers decrease. Quite many populations live in buildings moving towards the centre where the buildings are close to one another (Table II), whereas other populations leave towns to live in its surroundings.

Wild populations colonize in the vicinity of towns because of the attractiveness of this kind of environment. Several populations gradually penetrating the town undergo the synurbization process (Table III) and adapt to life under artificial, much changed conditions.

Adaptation of population to specific urban environment is responsible for a number of significant changes in its ecology, biology and ethology, for changes of physiological properties and also perhaps genetic features. Thus separate urban populations are formed which are quite different from populations of the same species (Table IV). Numerous data point also to the simultaneous occurrence in town of wild and typically town population, but the town population colonizes mainly the centre and the wild one is pushed out in the direction of suburbs (Table II).

Towns and surrounding areas strongly influence one another. Suburban environments, additionally under the influence of neighbouring natural environments, are very specific both from the point of landscape and ecologically. They are very important as a potential pool of fauna supplying — permanently or periodically — urban environments.

A number of specific characters are against an approach to urban environment within the notion of ecosystem. It has been assumed that urban areas are the type of anthropogenic ecological landscape (anthroposphere) and they have been described as the town ecological landscape (urbisphere) (Fig. 2). The urbisphere as a typical landscape unit consists of loosely connected elements. It is not an integrated complex of ecosystems and differs from the natural ecological landscape (physiosphere).

In the biotic component of urbisphere — the urbicenosia — man occupies a superior position, i.e., forming, supplying and controlling. Nevertheless, it seems that man as a superior unit and independent from urbicenosia is at least partially its integral component tied by various relations to its biotic components.