

MACIEJ LUNIAK

*Muzeum i Instytut Zoologii PAN
Wilcza 64, 00-679 Warszawa
e-mail: luniak@miiz.waw.pl*

BOGACTWO GATUNKOWE I LICZEBNOŚĆ FAUNY WIELKIEGO MIASTA – PRZYKŁAD WARSZAWY

WSTĘP

W żadnym mieście na świecie, ani na żadnym innym podobnie dużym i niejednorodnym środowiskowo obszarze, nie dokonano dotychczas pełnej inwentaryzacji występującej tam fauny. Zadanie takie jest praktycznie niewykonalne, ze względu na wielkie zróżnicowanie świata zwierzęcego. Główna trudność tkwi tu w wykryciu i zidentyfikowaniu tysięcy gatunków bezkręgowców należących do bardzo wielu różnych grup systematycznych, zamieszkujących różne środowiska – do tego wiele z nich okresowo zmienia miejsca i formy występowania. Potrzebne byłoby tu więc zaangażowanie na jednym terenie bardzo licznego zespołu zoologów – specjalistów od różnych grup zwierzęcych oraz zastosowanie bardzo zróżnicowanych procedur badawczych.

Wśród zwierząt tworzących faunę miast najlepiej dotychczas zbadano ptaki. W Europie w okresie ostatnich dziesięcioleci opublikowano monografie inwentaryzujące awifaunę wielu miast, często w formie atlasów kartograficznych – np. Londynu (MONTIER 1977, HEWLETT 2002), Berlina (WITT 1984, OTTO i WITT 2002), Brukseli (RABOSEE 1995), Rzymu (CIGNINI i ZAPPAROLI 1996), Hamburga (MITSCHKE i BAUMUNG 2001), Warszawy (LUNIAK i współaut. 2001) i Pra-

gi (FUCHS i współaut. 2002). Ostatnio ukazała się też zbiorcza monografia (KELCEY i REINWALD 2005) zawierająca opisy awifauny 16 europejskich miast od Petersburga i Moskwy do Rzymu i Lizbony. Przykładami podobnych opracowań dotyczących innych grup zwierzęcych są atlasy motyli dziennych (PLANT 1987) i większych motyli nocnych Londynu (PLANT 1993), nietoperzy Wiednia (SPITZENBERGER 1990), monografia owadów Rzymu (ZAPPAROLI 1997) czy przegląd fauny bezkręgowej miasta Sheffield w Wielkiej Brytanii (WHITELEY 1994). Podstawowym źródłem podręcznikowym są dwie monografie KLAUSNITZERA (1988, 1993), w których dokonał on systematycznego i ekologicznego przeglądu miejskiej fauny w Europie Środkowej.

Artykuł ten przedstawia ogólny obraz bogactwa gatunkowego i ilościowego świata zwierząt wielkiego miasta, oparty na wynikach badań prowadzonych w Warszawie przez Muzeum i Instytut Zoologii PAN (dalej „Instytut Zoologii”). Dzięki tym pracom Warszawa, pod względem stopnia poznania jej fauny, szczególnie bezkręgowców i ptaków, zajmuje czołową pozycję wśród innych miast na świecie.

JAKIE ZWIERZĘTA, JAKIE MIASTO?

Termin „fauna miasta” ma w tym artykule znaczenie obejmujące wolnożyjące („dzikie”) zwierzęta wielokomórkowe (Zoa lub Anima-

lia) stanowiące składnik ekosystemu wielkiego miasta jako trwale występujące populacje, których podstawowy byt jest względnie

niezależny od stałej i zamierzonej pomocy człowieka. Ta definicja wyklucza jednokomórkowce (Protista) oraz specyficzne pasożyty człowieka, które są tak mało związane z ekosystemem, że nie powinny być traktowane jako fauna określonego terenu. Wyłączyć tu też należy zwierzęta znajdujące się w różnych hodowlach i domowe, nawet ich półdzikie populacje (np. bezdomne psy i „piwniczne” koty), ponieważ na ogół nie są one zdolne do trwałej egzystencji bez pomocy człowieka. Nie można też uznać za składniki fauny zwierzęta udomowione lub egzotyczne, które uciekły z zamkniętych hodowli, jeśli nie tworzą trwale i samodzielnie bytujących populacji. Podobnie trzeba pominąć pojedyncze osobniki, które zabłąkały się

przypadkowo z terenów pozamiejskich. Niewątpliwie natomiast do fauny miasta należą zwierzęta żyjące „obok człowieka” – np. gołębie miejskie, myszy, szczury, karaluchy czy muchy w domach i śmietnikach. Egzystencja tych ostatnich nie jest warunkowana naszą celową pomocą, a przeciwnie – ich populacje, mimo usilnego tępienia, utrzymują się trwale, co świadczy, że należą one do „samodzielnej przyrody” (ekosystemu) miasta. Natomiast pojęcie „miasto” jest w tym artykule rozumiane jako obszar w granicach administracyjnych, będący kompleksem różnorodnych środowisk o zróżnicowanym stopniu urbanizacji, często niskiego na obszarach peryferyjnych.

BADANIA FAUNY WARSZAWY

Stan badań nad fauną Warszawy do 1990 r. podsumowali LUNIAK i PISARSKI (1994). Bibliografia tych badań (CZECOWSKI 1990), obejmująca prace wykonane w Instytucie Zoologii, które ukazały się do 1988 r., liczy 182 artykuły, 12 monografii i 4 tomy materiałów z międzynarodowych konferencji. Aktualną liczbę prac naukowych poświęconych faunie Warszawy jakie ukazały się od lat 1960. można ocenić na co najmniej 300.

Instytut Zoologii, poza trwającymi od początku lat 1960. pracami inwentaryzującymi awifaunę Warszawy, zrealizował w latach 1974–1990 kompleksowy program badań nad lądowymi bezkręgowcami tego miasta. Objęto nim ponad 90 wyższych taksonów (rodzin i rzędów), a uczestniczyło w tych pracach 36 zoologów – specjalistów od różnych grup. Równoległymi badaniami objęto też faunę środowisk nieurbanizowanych na Mazowszu, co umożliwiło porównania z fauną miasta. W zieleni miejskiej zbierano materiały z czterech warstw biocenotycznych – koron drzew, roślinności runa, warstwy naziemnej (epigeon) i gleby. Metodyka tych badań, opisana przez CZECOWSKIEGO i MIKOŁAJCZYKA (1981), była dostosowana do specyfiki różnych grup bezkręgowców i uwzględniała aspekt ilościowy. Dążono w niej do standaryzacji umożliwiającej porównywanie wyników uzyskanych przez różnych specjalistów. Opracowanie materiałów, poza inwentaryzacją składu gatunkowego i oceną liczebności fauny, obejmowało także analizy zoogeograficzne i ekologiczne, szczególnie

charakterystykę środowiskową i troficzną gatunków. Wyniki tych badań zostały podsumowane przez PISARSKIEGO (1982, 1990) oraz w trzech tomach monografii opisującej skład i pochodzenie lądowych bezkręgowców Warszawy (CZECOWSKI i PISARSKI 1981; CZECOWSKI i współaut. 1982a, 1982b), a także w dwutomowej monografii poświęconej strukturze tej fauny, również w aspekcie wpływu presji miasta (CZECOWSKI i PISARSKI 1986, 1987).

Badania nad ptakami Warszawy prowadzono w Instytucie Zoologii już od lat 1960. Podsumowano je w dwóch kolejnych monografiach awifauny tego miasta (LUNIAK i współaut. 1964, 2001) i jego śródmiejskiej części (NOWICKI 2001), a na ich wynikach oparto liczne publikacje popularno-naukowe (np. LUNIAK 1974). Materiały terenowe do cytowanego wyżej atlasu ornitologicznego Warszawy (LUNIAK i współaut. 2001) zbierał zespół 50 obserwatorów.

Występowanie ssaków w Warszawie opisywali LUNIAK i NOWICKI (1990), ale dokładniej zinwentaryzowano jedynie nietoperze (LESIŃSKI i FUSZARA 2001). Poza Instytutem Zoologii badane były płazy (MAZGAJSKA 1998) i ryby w Wiśle (badania W. Wiśniewskiego, patrz LUNIAK i współaut. 2000). Relacjonując badania warszawskie trzeba zwrócić uwagę, że również w Łodzi zrealizowano szeroko zakrojony program inwentaryzacji fauny tego miasta, obejmujący kręgowce i liczne grupy bezkręgowców (MARKOWSKI i współaut. 1998, 2004).

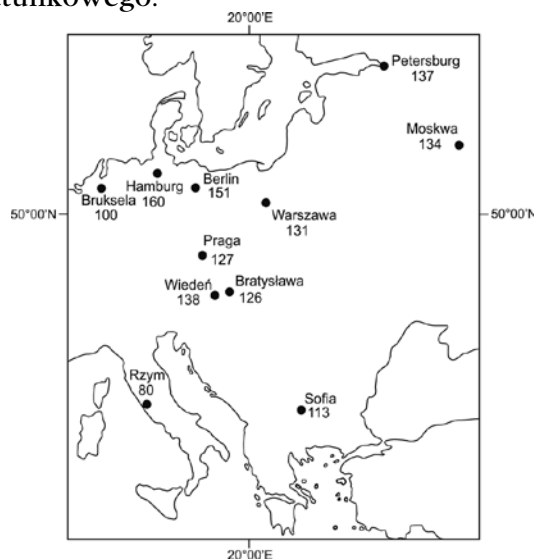
ILE GATUNKOW?

Omawiane badania Instytutu Zoologii wykazały około 3800 gatunków bezkręgowców lądowych (CHUDZICKA i SKIBIŃSKA 1994) i około 320 gatunków kręgowców, występujących w granicach obszaru administracyjnego Warszawy. Te około 4,1 tys. gatunków to oczywiście nie jest pełna lista fauny Warszawy, ponieważ taka, jak już powiedziano (patrz Wstęp), praktycznie nie jest możliwa do skompletowania. Jedynie w odniesieniu do kręgowców wymienioną liczbę gatunków (około 320) można uznać za bliską rzeczywistości i dość ustabilizowaną. Natomiast lista gatunków fauny bezkręgowej stale wzrasta w miarę postępu badań i ukazywania się nowszych publikacji, np. ostatnio serii opracowań motyli Warszawy (WINIARSKA 2002, 2003, 2004). Co do bezkręgowców, to dane z Warszawy o niektórych grupach systematycznych i ekologicznych są skąpe, a niektóre z nich mogą być w mieście reprezentowane przez liczne gatunki. Chodzi tu m.in. o ocenianą na kilkaset gatunków faunę różnego rodzaju środowisk wodnych, także o bezkręgową faunę wewnątrz budynków i innych struktur technicznych (głównie sanitarnych), które są typowymi środowiskami miejskimi. Liczną grupę (kilkaset gatunków?), nie objętą omawianymi badaniami, stanowią też pasożyty dzikich zwierząt. Biorąc to wszystko pod uwagę można ocenić, że pełna liczba gatunków stanowiących współczesną faunę Warszawy (wg definicji podanej we Wstępie), kształtuje się na poziomie około 6–7 tysięcy.

W europejskiej, a tym bardziej światowej, literaturze niewiele jest danych które mogłyby stanowić punkt odniesienia dla przedstawionej powyżej oceny. W Łodzi od lat 1920. wykazano 3059 gatunków zwierząt (łącznie z grupą określoną jako Protozoa), a ogólną liczbę gatunków fauny tego miasta oceniono na 10–14 tysięcy (MARKOWSKI i współaut. 2004), co wydaje się szacunkiem zawyżonym ze względu na dość niepewną ekstrapolację. W Rzymie od pierwszej połowy XIX w. znotowano 5151 gatunków owadów (ZAPPAROLI 1997). KLAUSNITZER (1988) z kolei podał, że fauna miejska w Europie Środkowej (a więc nie chodzi tu o poszczególne miasta), może liczyć około ogółem 18 tys. gatunków. Obie te oceny (KLAUSNITZER 1988, MARKOWSKI i współaut. 2004) są bardzo wysokie w porównaniu do danych z Warszawy. Jednak jeśli nawet są one zawyżone, a liczba podana dla Warszawy zbyt niska, to niewątpliwie jest, że liczbę gatunków tworzących faunę wielkiego

miasta strefy umiarkowanej w Europie, należy oceniać na poziomie 5–10 tysięcy.

Te wątpliwości co do bogactwa gatunkowego fauny miejskiej dotyczą jedynie bezkręgowców, ponieważ wiedza na temat kręgowców jest tu znacznie bardziej zaawansowana. Spośród około 320 gatunków należących do tej grupy, które były współcześnie stwierdzone w Warszawie, ssaków jest około 40 gatunków, ptaków – ok. 230 (występujących regularnie – ok. 187, lęgowych – ok. 131), gadów – 5, płazów – 10, ryb – około 30 gatunków. Dane z Berlina (SUKOPP 1990), Moskwy (RISIN 1998) i Łodzi (MARKOWSKI i współaut. 2004) są dość podobne w odniesieniu do ssaków (35–46 gatunków), gadów (3–5), płazów (10–11) i ryb (30 i 42, a w pozbawionej większych wód Łodzi – 14 gatunków). To podobieństwo bogactwa gatunkowego potwierdzają również dane dotyczące lęgowej awifauny, które są dostępne z kilkunastu europejskich metropolii (Ryc. 1). Warszawa pod tym względem reprezentuje poziom średnio wysoki (131 zinwentaryzowanych gatunków lęgowych), podobny do Wiednia, Pragi, Bratysławy, Moskwy i Petersburga. Najuboższą awifaunę wykazano z Rzymu, a wysoka liczba 160 gatunków lęgowych stwierdzonych w Hamburgu wiąże się z gniazdowaniem ptaków morskich (patrz Ryc. 1). Można więc stwierdzić, że fauna kręgowców w dużych europejskich miastach jest podobna pod względem bogactwa gatunkowego.



Ryc. 1. Liczba gatunków lęgowych w awifaunie dużych miast Europy (wg KELCEYA i RHEINWALDA 2005).

PORÓWNANIA BOGACTWA GATUNKOWEGO

Ogólna liczba ponad 4,1 tys. gatunków (3,8 tys. bezkręgowców + około 320 kręgowców) wykazanych z Warszawy w omawianych badaniach Instytutu Zoologii, stanowi około 12% wszystkich gatunków zwierzęcych (około 35,4 tys.) stwierdzonych współcześnie w Polsce (CHUDZICKA i SKIBIŃSKA 2003), których spis przecież też nie jest kompletny (patrz BOGDANOWICZ i współaut. 2004). Podobne porównanie dokonane dla Łodzi, jednak z uwzględnieniem grupy określonej jako „Protozoa” oraz z gatunkami zanotowanymi w tym mieście aż od lat 1920., stanowi około 9% bogactwa gatunkowego fauny Polski. W odniesieniu do kręgowców, które są dość dobrze zinwentaryzowane (w Warszawie około 320 gatunków – patrz Ryc. 2, w Łodzi – 206, w Polsce – 659–690), udział fauny Warszawy w stosunku do krajowej wynosi 48–50%, a Łodzi – 30–31%, co wiąże się z ubóstwem wód (środowisko ryb, płazów i

ptactwa wodnego) w tym mieście. Warto tu dodać, że w Puszczy Białowieskiej stwierdzono dotychczas ponad 12 tys. gatunków zwierząt (JĘDRZEJEWSKA i WÓJCIK 2004).

Dla porównania z fauną warto spojrzeć na bogactwo gatunkowe flory miast; liczba dzikich gatunków roślin kwiatowych w metropoliach europejskich liczących ponad milion mieszkańców kształtuje się na poziomie około 1300 (SUKOPP 1998). W Warszawie wykazano niedawno ponad 1250 gatunków roślin naczyniowych (CHOJNACKI i SUDNIK-WÓJCIKOWSKA 1994).

Cechą charakterystyczną zoocenoz miejskich, w porównaniu do świata zwierzęcego środowisk nieurbanizowanych, jest niższa różnorodność gatunkowa (np. PISARSKI 1990, LUNIAK 2004, ADAMS i współaut. 2005). Porównanie fauny bezkręgowej Warszawy z fauną podobnych pod względem siedliska środowisk Mazowsza wykazuje, że w stosunku do 3534 gatunków wykrytych wówczas w



Ryc. 2. (A) Gawron *Corvus frugilegus* jest jednym z najbardziej widocznych i najliczniejszych (kilkadziesiąt tysięcy osobników) ptaków w zimowym krajobrazie Warszawy. (B) Zimująca w Warszawie populacja krzyżówek *Anas platyrhynchos* liczy kilka tysięcy osobników. (C) Wrona siwa *Corvus corone cornix* – gatunek, który opanował śródmieście Warszawy w ciągu ostatnich kilkunastu lat. (D) Wśród około 40 gatunków ssaków w faunie Warszawy, wiewiórka jest jedynym zauważalnym dla mieszkańców miasta [fot. T. Bogucka (B), M. Luniak (A,C,D)].

Tabela 1. Przykłady z fauny Mazowsza i Warszawy ilustrujące spadek bogactwa gatunkowego wybranych grup bezkręgowców (z porównywalnych prób materiału) w gradiencie urbanizacji.

Grupy systematyczne	Mazowsze	Warszawa		
		Miasto	Parki	Śródmieście
Ślimaki lądowe Gastropoda (terrestra)	55	32	25	5
Dżdżownice Lumbricidae	12	15	8	8
Pająki Aranei	424	254	134	43
Chrząszcze biegaczowate Carabidae	323	276	96	44
Biedronki Coccinellidae	58	51	28	14
Muchówki, grupa Diptera, Tabanomorpha	131	95	29	10
Mrówki Formicidae	43	37	21	11
Osy Vespidae	42	14	10	10
Piewiki Auchenorrhyncha	270	171	97	43
Ćmy z rodziny Noctuidae	309	270	49	90
Komary Culicidae	35	26	13	7
Skoczogonki Collembola*	61	75	57	55

Dane na podstawie źródeł cytowanych w tekście oraz dane (*) STERZYŃSKIEJ (1990).

Tabela 2. Przykłady spadku liczby gatunków w gradiencie urbanizacji – dane z Łodzi (liczone jako 100%) na podstawie opracowania MARKOWSKIEGO i współaut. (2004).

Badane grupy	Łódź (l. gat.)	Strefa (w %)		
		III	II	I
Pluskwiaki Heteroptera (16 badanych rodzin)	82	98	43	29
Błonkówki Hymenoptera (67 rodzin)	177	96	48	35
Kręgowce lądowe	191	93	46	21

Wyjaśnienia: l. gat. – liczba gatunków; strefy: III – peryferyjna, II – okołosródmiejska, I – srodmiejska.

badaniach Instytutu Zoologii w tym regionie (100%), na terenach zielonych strefy peryferyjnej Warszawy stwierdzono tylko 2005 (57%) gatunków z tych samych grup systematycznych, w miejskich parkach – 1109 (31%), a na małych skrawkach zieleni w srodmieściu – zaledwie 489 (14%) gatunków (PISARSKI 1982, 1990). Ten spadek bogactwa gatunkowego w gradiencie wzrostu stopnia urbanizacji był widoczny prawie we wszystkich spośród badanych grup bezkręgowców (Tabela 1). Podobną prawidłowość ilustrują przykłady z Łodzi (Tabela 2).

W przypadku ptaków – awifauna lęgowa Warszawy, w stosunku do liczby gatunków lęgowych Mazowsza, stanowiła około 65%, a awifauna srodmieścia Warszawy – około 37% (LUNIAK i współaut. 2001, NOWICKI 2001). Literatura ornitologiczna, europejska (np. BEZZEL 1982, KLAUSNITZER 1988, 1993, SASVARI 1990, JOKIMAKI i SUHONEN 1993, TOMIAŁOJC 1998) i amerykańska (np. MARZLUFF i współaut. 2001) dostarcza wielu podobnych przykładów spadku bogactwa gatunkowego w gradiencie urbanizacji.

LICZEBNOŚĆ

Dane o liczebności fauny obszarów zurbanizowanych ograniczają się głównie do materiałów z licznych badań ornitologicznych, zarówno w skali całych miast (patrz monografie wymienione we Wstępie), jak

też na wydzielonych terenach lub w określonych typach środowisk miejskich (np. w Warszawie – LUNIAK 1981, 1994). Inne grupy zwierząt, w szczególności bezkręgowce, pod względem liczebności występowania w

miastach są poznane w znacznie mniejszym stopniu. Omawiane badania bezkręgowców w Warszawie były pod tym względem rzadkością, ponieważ uwzględniały aspekt ilościowy występowania nie tylko poszczególnych gatunków, ale także całych zgrupowań fauny w środowiskach miejskich. Wykazały one także znaczną, często wyższą niż na terenach niezurbanizowanych, liczebność tej mało zauważalnej części świata zwierzęcego miasta.

Z badań tych wynika, że podczas sezonu wegetacyjnego w 1 m² gleby trawnika w miejskim parku bytuje do 40 tys. osobników, przy czym liczba ta nie uwzględnia tysięcy nicieni Nematoda żyjących wolno lub w korzeniach roślin. Wśród najliczniejszych grup zwierzęcych były tu roztocze Acari – do 20 tys. osobników w 1 m², wazonkowce Enchytreidae – 5–25 tys., skoczogonki Collembola – 2–7 tys., mrówki Formicoidea w ich podziemnych gniazdach – około 500, dżdżownice Lumbricidae – 60–160, chrząszcze sprężkowate (larwy) – do 100 osobników, również przedstawiciele innych grup owadów, a także pająki Aranei i ślimaki Gastropoda. W badaniach tych stwierdzono także, że na 1 m² warstwy naziemnej parku występuje kilkuset przedstawicieli fauny epigeicznej. Znajdowano tu głównie mrówki – średnio około 200 osobników, larwy i postacie dorosłe różnych grup chrząszczy – 70, inne owady, ślimaki, pająki – często po kilkadziesiąt osobników. W warstwie naziemnej roślinności dominowały owady – muchówki Diptera, piewiki Homoptera – Auchenorrhyncha, błonkoskrzydłe Hymenoptera, mszyce Aphidodea. Natomiast w 1 m³ ulistnionej części koron parkowych drzew zaobserwowano 2–3 tys. bezkręgowców, średnio ponad sto w próbie stu liści; najliczniejszymi z nich były mszyce Aphidodea, muchówki Diptera i piewiki Auchenorrhyncha.

Omawiane badania wykazały, że ogólna liczebność zgrupowań bezkręgowców w mieście, w odpowiednich środowiskach, może być znaczna, często wyższa niż na terenach

pozamiejskich. Jest to związane z bardzo licznym, niekiedy masowym, występowaniem pojedynczych gatunków osiągających pozycję superdominantów. W tym przypadku jednak wszelkie porównania są bardzo utrudnione ze względu na wielkie zróżnicowanie między poszczególnymi grupami nie tylko w aspekcie taksonomicznym, ale także i ekologicznym. Obraz ten zakłóca też charakter występowania bezkręgowców, związanych ze specyficznymi mikrosiedliskami. Fauna glebowa jest w warunkach miejskich na ogół uboższa, np. liczebność skoczogonków Collembola na 1 m² trawnika w warszawskiej zieleni określono na poziomie około 4 tys. osobników, a na poza miejskich łąkach – około 9 tys. (STERZYŃSKA 1990). Natomiast do grup wykazujących znacznie wyższą (często wielokrotnie) liczebność w mieście niż w środowiskach naturalnych należą m.in. mrówki Formicidae i osy Vespidae, a w szczególności żyjące w koronach drzew piewiki Auchenorrhyncha i grzebaczowate Sphecidae (CHUDZICKA i SKIBIŃSKA 1994).

Wśród kręgowców najobfitsze i najdokładniejsze dane dotyczą ptaków. Ich populację lęgową w Warszawie oceniono na 150–350 tys. par tj. około 300–700 par/km² obszaru administracyjnego miasta (LUNIAK i współaut. 2001). Podobna jest liczebność awifauny Berlina (403–747 par/km²) (OTTO i WITT 2002) i Hamburga (około 540 par/km²) (MITSCHKE i BAUMUNG 2001) – jedynych dużych europejskich miast gdzie dokonano takiej oceny. Średnie zagęszczenie populacji ptaków w sezonie lęgowym na obszarze 52 km² śródmieścia Warszawy oszacowano na 830–1590 par na km², a zimą – 2,5–4,5 tys. osobników na km² (NOWICKI 2001). Tak wysokie zagęszczenia ptasich populacji są rzadko notowane w środowiskach niezurbanizowanych naszego regionu geograficznego, szczególnie zimą – wykazują to porównania awifauny środowisk miejskich i pozamiejskich (np. NOURTEVA 1971, TOMIAŁOJC i PROFUS 1977, BEZZEL 1982, SASVARI 1990, TOMIAŁOJC 1998).

WNIOSKI/PODSUMOWANIE

(1) W pracach nad fauną miast Europy stosunkowo dobrze zinwentaryzowano ptaki, natomiast występowanie bezkręgowców jest na ogół mało poznane – najbardziej zaawansowane są tu badania w Warszawie i Łodzi.

(2) Ogólną liczbę gatunków w faunie Warszawy, na jej obszarze administracyjnym, można szacować na około 6–7 tysięcy, w tym kręgowców – około 320. Liczbę gatunków w dużych miastach europejskich (jeśli mają bogatą zielen i środowiska wodne) można oce-

nić na poziomie 5–10 tys., w tym kręgowców – 300–400.

(3) Bogactwo gatunkowe fauny wielkiego miasta wykazuje znaczny spadek w gradencie urbanizacji od terenów pozamiejskich do śródmieścia.

(4) Liczebność fauny wielkiego miasta jest znaczna, w przypadku niektórych grup (np.

ptaki, piewiki, grzebaczowate, osy, mrówki) – znacznie wyższa niż w środowiskach nieurbanizowanych, co wiąże się z bardzo licznym występowaniem niewielu gatunków – superdominantów.

SPECIES RICHNESS AND ABUNDANCE OF THE FAUNA OF A BIG CITY – CASE OF WARSAW

Summary

A full (i.e. close to completion) list of fauna of any city, nowhere was assessed, mainly because taxonomic and ecological diversity of invertebrates is beyond practical possibilities to have cooperation in the given area of all specialists, which would be necessary for such a study. The most comprehensive studies of this kind, in comparison to fauna of the region, were carried out in Warsaw (Poland), and more recently in Łódź (Central Poland). Within administration area of Warsaw (492 km²), about 3,800 species of terrestrial invertebrates from above 90 families or orders were recorded together with about 320 vertebrate species. The complete list of the animal world of Warsaw is estimated to be about 6–7 thousand species. The species richness of the fauna in large (European) city is likely to comprise 5–10 thousand of species, but the present knowledge about urban invertebrate wildlife does not allow even a basic assessment to be made. The vertebrate fauna is known much better, its species richness is similar in European cities – about 300–400 species.

Total number of animal species recorded in Warsaw (ca. 4,100) is about 12% of that indicated from the whole country (Poland). If only vertebrates (a relatively well studied group) are compared – the

proportion is 48–50%. In almost all of taxa studied, the species richness decreased with increasing urbanization gradient. The number of invertebrate species recorded in the green suburbs of Warsaw was 57% of that recorded in comparable studies in the region, in urban parks – 31%, and in small green patches in the city centre – 14%. As concerns breeding birds – in Warsaw as a whole about 65% of the species were found in comparison to the region whilst in the inner city – about 37%.

Studies on abundance of urban fauna in Warsaw indicated that 1 m² of soil layer in city lawns contains on an average several tens of thousands of invertebrate individuals whilst 1 m² of ground surface – several hundred of them. 1 m³ of the canopy of the park trees contains 2–3 thousand individuals with more than one hundred of them per sample of 100 leaves. The total population of the breeding avifauna of Warsaw was estimated to be 150–350 thousand pairs (breeding territories) i.e. ca. 300–700 pairs per km². The average density of the bird population in the highly urbanized areas of inner Warsaw was 830–1590 pairs per 1 km² in the breeding season, and 2.5–4.5 thousand individuals per 1 km² in winter. This is similar to values reported from other European cities.

LITERATURA

- ADAMS L.W., VAN DRUFF L.W., LUNIAK M., 2005. *Managing urban habitats and wildlife*. [W:] *Techniques for wildlife investigations and management*. 6th edition. BRAUN C. E. (red.). The Wildlife Society, Bethesda, Maryland, USA, 714–739.
- BOGDANOWICZ W., CHUDZICKA E., PILIPIUK I., SKIBIŃSKA E. (red.), 2004. *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków. Tom I*. MiZ PAN, Warszawa.
- BEZZEL E., 1982. *Vögel in der Kulturlandschaft*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 173–255.
- CHUDZICKA E., SKIBIŃSKA E., 2003. *Różnorodność gatunkowa – zwierzęta*. [W:] *Różnorodność biologiczna Polski*. ANDRZEJEWSKI R., WEIGLE A. (red.). Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, Warszawa, 93–138.
- CHOJNACKI J., SUDNIK-WOJCIKOWSKA B., 1994. *Effect of urbanization on the plant cover of Warsaw*. *Memorabilia zool.* 49, 115–127.
- CHUDZICKA E., SKIBIŃSKA E., 1994. *An evaluation of an urban environment on the basis of faunistic data*. *Memorabilia zool.* 49, 176–185.
- CIGNINI B., ZAPPAROLI M. (red.), 1996. *Atlante degli ucelli nidificanti a Roma*. Fratelli Palombi Editori, Roma.
- CZECHOWSKI W., 1990. *Bibliography of the publications of the Institute of Zoology, PAS, in Warsaw on urban ecology (until 1988)*. [W:] *Urban ecology studies in Central and Eastern Europe*. LUNIAK M. (red.). Ossolineum, Wrocław, 206–235.
- CZECHOWSKI W., MIKOLAJCZYK W., 1981. *Methods for the study of urban fauna*. [W:] *Species composition and origin of the fauna of Warsaw. Part I*. CZECHOWSKI W., PISARSKI B. (red.). *Memorabilia zool.* 34, 49–58.
- CZECHOWSKI W., PISARSKI B. (red.), 1981. *Species composition and origin of the fauna of Warsaw. Part I*. *Memorabilia zool.* 34.
- CZECHOWSKI W., PISARSKI B. (red.), 1986. *Structure of the fauna of Warsaw; effects of the urban pressure on animal communities*. Cz. 1. *Memorabilia zool.* 41.
- CZECHOWSKI W., PISARSKI B. (red.), 1987. *Structure of the fauna of Warsaw – effects of the urban*

- pressure on animal communities. Cz. 2. Memorabilia zool. 42.
- CZECHOWSKI W., GARBARCZYK H., PISARSKI B., SAWONIEWICZ J. (red.), 1982a. *Species composition and origin of the fauna of Warsaw*. Cz. 2. Memorabilia zool. 35.
- CZECHOWSKI W., GARBARCZYK H., PISARSKI B., SAWONIEWICZ J. (red.), 1982b. *Species composition and origin of the fauna of Warsaw*. Cz. 3. Memorabilia zool. 36.
- FUCHS R., SKOPEK J., FORMANEK J., EXNEROVA A., 2002. *Atlas hnízdniho rozšíření ptaku Prahy*. Consult Praha, Praha.
- Ssaków HEWLETT J. (red.), 2002. *The breeding birds of the London area*. London Natural History Soc.
- JĘDRZEJEWSKA B., WÓJCIK J.M., 2004. *Eseje o ssakach Puszczy Białowieskiej*. Zakład Badania PAN, Białowieża.
- JOKIMAKI J., SUHONEN J., 1993. *Effects of urbanization on the breeding birds richness in Finland: a biogeographical comparison*. Ornis Fennica 70, 71-77.
- KELCEY J. G., REINWALD G., (red.), 2005. *Birds in European cities*. Ginster Verlag, St. Katharinen.
- KLAUSNITZER, B., 1988. *Verstaedterung von Tieren*. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- KLAUSNITZER, B., 1993. *Oekologie der Grossstadtfau-na*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- LESIŃSKI G., FUSZARA E., 2001. *Charakterystyka miejskiego zgrupowania nietoperzy Warszawy*. Nietoperze 2, 3-17.
- LUNIAK M., BORZĘCKA I., CHUDZICKA E., GOSZCZYŃSKI J., MAZGAJSKA J., MAZGAJSKI T., NOWICKI W., PILIPIUK I., ROMANOWSKI J., SKIBIŃSKA E., WIŚNIEWOLSKI W., 2000. *Fauna*. [W:] *Wista w Warszawie*. LICKIEWICZ J., PAWLAK J., PIETRUSIEWICZ W. (red.). Wyd. Elipsa, Warszawa.
- LUNIAK M. 1974. *O ptakach Warszawy*. Nasza Księgarnia, Warszawa.
- LUNIAK M., 1981. *The birds of the park habitats in Warsaw*. Acta ornithol. 18, 335-370.
- LUNIAK M., 1994. *The development of bird communities in new housing estates in Warsaw*. Memorabilia zool. 49, 257-267.
- LUNIAK M., 2004. *Synurbization – adaptation of animal wildlife to urban development*. [W:] Shaw W. W., HARRIS K. L., VAN DRUFF L. (red.). *Urban wildlife conservation*. Proc. of the 4th Intern. Symp., Univ. of Arizona, Tucson, 50-55.
- LUNIAK, M., NOWICKI W., 1990. *Występowanie ssaków w Warszawie*. [W:] *Funkcjonowanie układów ekologicznych w warunkach miasta*. ZIMNY H. (red.). Wyd. SGGW-AR, No 58, Warszawa.
- LUNIAK M., PISARSKI B., 1994. *State of research into fauna of Warsaw (up to 1990)*. Memorabilia zool. 49, 155-165.
- LUNIAK M., KALBARCZYK W., PAWŁOWSKI W., 1964. *Ptaki Warszawy*. Acta Ornithol. 8, 175-285.
- LUNIAK M., KOZŁOWSKI P., NOWICKI W., PLIT J., 2001. *Ptaki Warszawy 1962-2000*. IGiPZ PAN, Warszawa.
- MARKOWSKI J., WOJCIECHOWSKI Z., KOWALCZYK J. K., TRANDA E., ŚLIWIŃSKI Z., SOSZYŃSKI B., 1998. *Fauna Łodzi*. Fundacja „Człowiek i Środowisko”, Łódź.
- MARKOWSKI J., KOWALCZYK J. K., JANISZEWSKI T., WOJCIECHOWSKI Z., SZCZEPKO K., DOMAŃSKI J., 2004. *Fauna Łodzi – stan poznania, zmiany, gatunki chronione i zagrożone*. [W:] *Fauna miast Europy Środkowej 21. wieku*. INDYKIEWICZ P., BARCZAK T. (red.). P.M. Logo, Bydgoszcz, 19-36.
- MARZLUFF J. M., BOWMAN R., DONELLY R., 2001. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.
- MAZGAJSKA J., 1998. *Inwentaryzacja batrachofauny Warszawy w latach 1992-1994*. [W:] *Fauna miast*. BARCZAK T., INDYKIEWICZ P. (red.). Wyd. ATR Bydgoszcz, 227-236.
- MITSCHKE A., BAUMUNG S., 2001. *Brutvogel-Atlas Hamburg*. Hamburger Avifaun. Beitr. 31, Sonderheft.
- MONTIER D., 1977. *Atlas of breeding birds of the London area*. B. T. Batsford Ltd., London.
- NOURTEVA P., 1971. *The synanthropy of birds as an expression of the ecological cycle disorder caused by urbanization*. Ann. zool. fenn. 8, 547-553.
- NOWICKI W., 2001. *Ptaki śródmieścia Warszawy*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- OTTO W., WITT K., 2002. *Verbreitung und Bestand Berliner Brutvögel*. Berliner Ornithol. Bericht. 12, Sondeheft.
- PISARSKI B., 1982. *La faune de la Varsovie – sa composition et son origine*. [W:] *Animals in urban environment*. LUNIAK M., PISARSKI B. (red.). Ossolineum, Wrocław, 103-113.
- PISARSKI B., 1990. *The invertebrate fauna of urbanized areas of Warsaw*. [W:] *Urban ecological studies in Central and Eastern Europe*. LUNIAK M. (red.). Ossolineum, Wrocław, 98-111.
- PLANT C., 1987. *The butterflies of the London area*. London Nat. Hist. Soc., London.
- PLANT C., 1993. *Larger moths of the London area*. London Nat. Hist. Soc., London.
- RABOSEE D., 1995. *Atlas des oiseaux nicheurs de Bruxelles 1989-1991*. Soc. d'Etudes Ornithol. Aves, Liege.
- RISIN L. P., (red.), 1998. *Priroda Moskvi*. Bioinform-servis, Moskva.
- SASVARI L., 1990. *Structure of bird communities in urban and suburban habitats*. [W:] *Urban ecological studies in Central and Eastern Europe*. LUNIAK M. (red.). Ossolineum, Wrocław, 155-166.
- SPITZENBERGER F., 1990. *Fledermaeuse Wiens*. J & V Edition Wien, Wien.
- STERZYŃSKA M., 1990. *Communities of Collembola in natural and transformed soils of the linden-oak-hornbeam sites of the Mazovian Lowland*. Fragm. faun. 34, 165-262.
- SUKOPP H., 1990. *Stadtökologie – das Beispiel Berlin*. D. Reimer Verlag, Berlin.
- SUKOPP H., 1998. *Urban ecology – scientific and practical aspects*. [W:] *Urban ecology*. BREUSTE J., FELDMANN H., UHLMANN O. (red.). Springer Verlag, Berlin, 3-16.
- TOMIAŁOJC L., 1998. *Breeding densities in some urban versus non-urban habitats; the Dijon case*. Acta ornithol. 33, 159-171.
- TOMIAŁOJC L., PROFUS P., 1977. *Comparative analysis of breeding bird communities in two parks of Wrocław and in adjacent Querco-Carpinetum forest*. Acta ornithol. 26, 117-177.
- WHITELEY D., 1994. *The state of knowledge of the invertebrates in urban areas in Britain with examples taken from the city of Sheffield*. Memorabilia zool. 49, 207-220.
- WINIARSKA G., 2002. *Butterflies and moths (Lepidoptera) in urban habitats: the moths of Warsaw. I. Noctuidae, Pantheidae, Nolidae*. Fragm. faun. 45, 131-145.
- WINIARSKA G., 2003. *Butterflies and moths (Lepidoptera) in urban habitats: II The butterflies (Rhopalocera) of Warsaw*. Fragm. faun. 46, 69-91.
- WINIARSKA G., 2004. *Butterflies and moths (Lepidoptera) in urban habitats: the moths of Warsaw. III. Noctuidea (second part): Notodontidae, Arctidae, Lymantridae*. Fragm. faun. 47, 121-126.
- WITT K. (red.), 1984. *Brutvogelatlas Berlin (West)*. Ornithol. Ber. f. Berlin (West) 9, Sonderheft.
- ZAPPAROLI M. (red.), 1997. *Gli insetti di Roma*. Fratelli Palombi Editori, Roma.