

Summary

Urban growth causes habitat destruction and biodiversity loss, but it also creates novel environments which are colonized by some species of wildlife. Moreover, the remaining unmanaged greenery patches within urbanized areas create habitat for species that cannot inhabit built-up areas. Both these groups of species have to cope with the effects of specific pressures that urban areas exert on them. How these organisms cope with these pressures is the subject of urban ecology. Among different groups of wildlife, reptiles remain relatively understudied in urban ecology.

In my PhD dissertation I present the results of studies on impact of urban areas, as well as of anthropogenic changes in natural areas, on body size of reptiles in Krakow and its vicinity. I studied three different species – grass snake (*Natrix natrix*), smooth snake (*Coronella austriaca*) and sand lizard (*Lacerta agilis*). Additionally, I present observations on *Leptophallus nigrovenosus* trematode parasitism frequency in urban populations of grass snake.

In Chapter 1, I present the results of studies on body size (snout-vent length, SVL) of grass snake in urban gradient: two urban areas and one suburban area of Krakow, and the non-urban area of Niepołomice Forest. I found that individuals from urban habitats were smaller than suburban and non-urban counterparts; however, this was true only in the case of females. This species exhibit strong sexual size dimorphism (SSD) and females are much larger than males; due to decline in female size, SSD in urban populations is lost. As sex ratio did not deviate from 1:1 in all studied populations, I assumed that the smaller size of females in urban areas was not an effect of elevated mortality caused by persecution or road traffic mortality of large individuals but rather by the resource scarcity.



In Chapter 2, I compared the body size (total length) of grass snakes in suburban and non-urban populations with data on body size collected by Juszczak (1974) in the same general area. I found that the body size of grass snakes of both sexes declined compared to individuals sampled over 40 years ago. Moreover, the population sex ratio changed – I observed roughly equal number of males and females, while in Juszczak's (1974) data the sex ratio was 1:1.6. This suggests higher mortality of females, thus consequently questioning my assumption from Chapter 1. Possible explanations for these changes involve higher mortality of large individuals caused by frequent human presence in natural habitats and growing traffic on forestry roads, decline in amphibian populations (which are the main prey of grass snakes) and higher energetic costs enforced by climate change and longer activity period.

In Chapter 3, I present the results of the observation of *Leptophallus nigrovenosus* trematode parasitism on the same grass snake populations studied in Chapter 1. I observed presence of trematodes in the oral cavity of grass snake individuals in both urban areas, but no parasites were observed in suburban and non-urban individuals. However, the interpretation of this finding is difficult as typically this species seem to inhabit rather the intestine and stomach of snakes. Based on the past experimental infection studies, I hypothesize that the presence in the oral cavity may be a sign of strong infections in urban snakes. However, due to limited data on *L. nigrovenosus* biology, this remains speculative.

In Chapter 4, I show data on body size (snout-vent length and mass) of two species – smooth snake and sand lizard in the urban gradient of Krakow: two urban and four non-urban populations of smooth snake, and three urban, four suburban, and three non-urban populations of sand lizard. I found out that urban smooth snakes were longer, but not heavier, in urban populations, compared to non-urban sites. On the other hand,



sand lizards from urban and suburban populations were shorter and weighed less than individuals from non-urban sites. Each of the three studied species exhibits different effects of urban habitats on their body size. I hypothesize that these differences may be attributed to resource scarcity in urban areas, moderated differently by the diverse reproductive strategies of each species, and by the different energetic expenditures associated with them.

A handwritten signature in blue ink, consisting of two lines of cursive script. The top line appears to be 'J. M.' and the bottom line is a more complex signature, possibly 'R. J. M.' or similar.

Streszczenie

Rozbudowa miast powoduje zniszczenie siedlisk naturalnych i utratę różnorodności biologicznej; z drugiej strony w miastach tworzą się swoiste siedliska, w których bytują niektóre gatunki zwierząt. Co więcej, niezabudowane fragmenty dzikiej roślinności w miastach pozostają siedliskami również dla innych gatunków, które nie są w stanie przetrwać wśród gęstej zabudowy. Na obie te grupy gatunków oddziałują specyficzne czynniki miejskiego środowiska, a nauką zajmującą się badaniem efektów tego wpływu oraz jak radzą sobie z nim organizmy, jest ekologia miejska.

W porównaniu do innych grup, gady są stosunkowo słabo zbadane w kontekście ekologii miejskiej. W mojej pracy doktorskiej prezentuję wyniki badań nad wpływem środowisk miejskich oraz antropogenicznych zmian w siedliskach naturalnych w Krakowie i okolicach na rozmiary ciała gadów. W badaniach wykorzystałem trzy gatunki – zaskrońca zwyczajnego (*Natrix natrix*), gniewosza plamistego (*Coronella austriaca*) i jaszczurkę zwinkę (*Lacerta agilis*). Dodatkowo przedstawiam również obserwacje dotyczące prewalencji pasożytniczej przywry *Leptophallus nigrovenosus* w miejskich populacjach zaskrońca zwyczajnego.

W pierwszym rozdziale prezentuję wyniki badań dotyczących rozmiaru ciała (wyrażonego w długości od czubka głowy do ujścia kloaki, tzw. SVL) czterech populacji zaskrońca zwyczajnego w gradiencie urbanizacji: dwóch populacji miejskich i jednej podmiejskiej w Krakowie oraz jednej populacji pozamiejskiej w Puszczy Niepołomickiej. Wykazałem, że osobniki z miejskich populacji zaskrońca zwyczajnego są mniejsze niż osobniki z populacji podmiejskiej i pozamiejskiej, jednak dotyczy to wyłącznie samic. U tego gatunku występuje wyraźny dymorfizm płciowy i samice są znacznie większe niż samce; wyniki moich badań wskazują, że wskutek spadku rozmiaru ciała samic, dymorfizm płciowy zanikł w miejskich populacjach. W związku z



tym, że stosunek płci we wszystkich populacjach był równy 1:1, przyjąłem, że spadek rozmiarów samic nie jest efektem śmiertelności dużych osobników z powodu tępienia lub zabijania przez pojazdy na drogach, ale raczej skutkiem ograniczonej dostępności zasobów pokarmowych w siedliskach miejskich.

W rozdziale drugim porównałem rozmiary ciała zaskrońca zwyczajnego (długość całkowita – od czubka głowy do czubka ogona) we wcześniej wymienionych populacjach podmiejskiej i pozamiejskiej z danymi dotyczącymi rozmiarów ciała zebranymi w Puszczy Niepołomickiej i okolicach Krakowa przez Juszczyka (1974). Wyniki wskazują, że rozmiary ciała obu płci są obecnie mniejsze niż w danych zebranych ponad 40 lat wcześniej. Co więcej, zmieniły się proporcje płci w populacji – obecnie stosunek samców do samic był równy 1:1, natomiast wg danych Juszczyka (1974) stosunek płci w populacji wynosił 1:1.6 na korzyść samic. Wyniki te mogą sugerować, że istnieje większa śmiertelność samic i jednocześnie podważają moje założenie z rozdziału 1. Możliwym wyjaśnieniem obserwowanych zmian są: większa śmiertelność dużych osobników związana z liczniejszą obecnością ludzi w naturalnych siedliskach i większym ruchem kołowym na drogach leśnych; spadek liczebności płażów, które są głównym pożywieniem zaskrońca zwyczajnego; oraz zwiększone zapotrzebowanie energetyczne spowodowane zmianami klimatu i wynikające z dłuższego okresu aktywności węży.

W rozdziale trzecim prezentuję wyniki obserwacji pasożytnictwa przywry *Leptophallus nigrovenosus* na zaskrońcach zwyczajnych w populacjach badanych również w rozdziale 1. Odnotowałem obecność przywr w jamie gębowej węży z obu miejskich populacji, natomiast nie stwierdziłem żadnych przywr u osobników z populacji podmiejskiej i pozamiejskiej. Trudno jest jednak jednoznacznie zinterpretować te wyniki, jako że ten gatunek przywry zwykle zasiedla jelita i żołądek



węży, a ja badałem węże tylko przyżyciowo, nie wykonując sekcji. Na podstawie opublikowanych dotychczas wyników eksperymentalnych infekcji wysnułem hipotezę, że obecność osobników *L. nigrovenosus* w jamie gębowej może wskazywać na bardzo silne zakażenie miejskich zaskrońców tym pasożytem, jednak z powodu ograniczonej wiedzy na temat jego biologii to wyjaśnienie jest spekulatywne.

W czwartym rozdziale przedstawiam wyniki badań dotyczących rozmiarów ciała (SVL i masy) dwóch gatunków – gniewosza plamistego i jaszczurki zwinki – w gradiencie urbanizacji w Krakowie. Badania były prowadzone na dwóch stanowiskach miejskich i czterech pozamiejskich w przypadku gniewosza plamistego i trzech stanowiskach miejskich, czterech podmiejskich i 3 pozamiejskich w przypadku jaszczurki zwinki. Wykazałem, że długość ciała gniewoszy plamistych była większa w mieście, natomiast masa nie różniła się pomiędzy stanowiskami miejskimi i pozamiejskimi. W przypadku jaszczurki zwinki osobniki z populacji miejskich i podmiejskich były krótsze i lżejsze, niż osobniki z populacji pozamiejskich. Wyniki te, wraz z wcześniej opisanymi dotyczącymi zaskrońca zwyczajnego, wskazują, że wpływ siedlisk miejskich na rozmiar ciała różni się w zależności od gatunku. Postawiłem hipotezę, że te różnice wynikają z interakcji ograniczonej dostępności zasobów pokarmowych w siedliskach miejskich i zróżnicowanych strategii rozrodczych badanych gatunków oraz powiązanych z nimi kosztów energetycznych.

