

ŻEBY CHRONIĆ, TRZEBA ZNAĆ! NOWOCZESNE METODY BADAŃ I MONITORINGU RZADKICH GATUNKÓW SSAKÓW W LASACH

Sabina Nowak, Robert W. Mysłajek

Abstrakt

Skuteczna ochrona oraz zarządzanie populacjami rzadkich i chronionych gatunków zwierząt wymaga poznania ich rozmieszczenia, liczebności, wielkości arealów osobniczych, dynamiki populacji i najpoważniejszych zagrożeń dla ich przetrwania. W odniesieniu do tych zwierząt, które prowadzą skryty tryb życia, mają duże areale i są bardzo mobilne, jest to zadanie trudne. Niezbędne jest w takiej sytuacji zastosowanie nowoczesnych metod badawczych takich jak np.: telemetria, analizy genetyczne i GIS.

Telemetria, wykorzystująca znakowanie zwierząt za pomocą specjalnych nadajników, jest metodą szeroko stosowaną na całym świecie, zwłaszcza w odniesieniu do gatunków rzadkich i zagrożonych. Obecnie nowoczesne nadajniki zaopatrywane są m. in. w moduł GPS oraz czujniki różnych parametrów aktywności zwierzęcia oraz cech otaczającego go środowiska. Zebrane przez nadajnik informacje mogą być przekazywane drogą radiową, satelitarną lub poprzez sieć GSM. Telemetria umożliwia śledzenie zwierząt i zbieranie szczegółowych danych o ich ekologii, bez wpływu na ich naturalne zachowanie. Jako jedyna metoda umożliwia badanie dalekodystansowych wędrówek zwierząt, ponadto zaliczana jest do najmniej inwazyjnych metod badawczych.

Istotnych danych na temat ekologii gatunków dostarczają także analizy genetyczne. Materiał genetyczny może pochodzić nie tylko z pobranych tkanek zwierząt, ale także z ich odchodów. Analizy genetyczne dostarczają informacji m.in. na temat: występowania danego gatunku (np. skrajnie trudnego do wykrycia innymi metodami), liczebności lokalnej populacji, jej pokrewieństwa z sąsiednimi populacjami, stopnia izolacji i kierunku przepływu osobników pomiędzy populacjami.

Techniki GIS umożliwiają gromadzenie i tworzenie komputerowych baz danych o występujących w lasach gatunkach. Dane te mogą być przetwarzane i wizualizowane w formie warstw zawierających wybrane grupy informacji na podkładzie mapy cyfrowej terenu. Umożliwia to prowadzenie analiz w odniesieniu do dowolnie wybranych czynników środowiskowych, antropogenicznych, klimatycznych, topograficznych itp. Kompleksowe zastosowanie tych metod umożliwia tworzenie skutecznych programów ochrony i restytucji gatunków, a także ich siedlisk i korytarzy migracyjnych.

TO PROTECT, WE SHOULD KNOW! MODERN METHODS OF RESEARCH AND MONITORING OF RARE MAMMALS IN FORESTS

Abstract

Effective conservation and population management of rare and protected species requires a wide knowledge of their distribution, number, home ranges, ecology, population dynamics, and main threats for their survival. With regard to elusive animals, nocturnal species, those having large home ranges and traveling long distances, obtaining this knowledge is a very difficult task. Such situations require the use of modern research methods such as telemetry, genetic analyses, and GIS technics.

Telemetry, in which individual animals are marked with transmitters, is a widely applied method throughout the world, particularly in studies of rare and endangered species. It allows researchers to track animals and collect data on their behaviour, ecology, and dispersal. Modern transmitters are equipped with GPS units and sensors for different parameters, such as the body of the animal, activity level of the individual, and parameters for the surrounding environment. Collected data can be stored in the attached unit or sent to a researcher by radio, satellite, or GSM network.

Genetic analyses can also provide researchers with a great deal of information important to animal conservation, such as the presence of elusive species in the habitat, the exact number of the local population, relativeness with neighbouring populations, isolation degree, direction of gene flow between local populations, etc. Fresh faeces can be used as a source of genetic material. Modern GIS technics and software allow computing and creation of large databases on endangered species. Data collected with all methods can be stored and processed as layers presenting selected groups of information on digital maps of the study area. These layers also help researchers analyse collected information regarding any chosen environmental, topographical, climatic, or human-caused factors.

Implementation of these methods and technics allows the development of effective programs for species conservation and recovery, including conservation of their habitats and migration corridors.

Wstęp

Tworzenie skutecznych programów ochrony ssaków wymaga uzyskania wiarygodnych informacji między innymi na temat rozmieszczenia i liczebności gatunku, dynamiki populacji, demografii, aktywności zwierząt, preferencji środowiskowych, sposobu użytkowania przestrzeni, składu pokarmu, sposobu żerowania i wpływu na zasoby pokarmowe (Sutherland 2000). Dobór odpowiednich metod badawczych uważany jest za kluczowe zagadnienie w trakcie planowania projektów naukowych. Warunkuje on uzyskanie informacji pozwalających na skuteczne testowanie hipotez badawczych (Caughley 1977, Skalski et al. 2005, Sutherland 2006).

Klasyczne metody badań, polegające na zbieraniu danych za pomocą bezpośrednich obserwacji, tropień, wyszukiwaniu nor, czy też odłowu i znakowania prostymi znacznikami (obrączki, plakietki itp.), mają wiele ograniczeń. Ograniczenia te są najbardziej widoczne podczas badań gatunków żyjących w niskich zagęszczeniach, prowadzących skryty, nocny tryb życia, wykorzystujących specyficzne środowiska, czy też użytkujących ogromne arealy osobnicze i mających zdolność do dalekich migracji.

W ostatnich dziesięcioleciach nastąpił dynamiczny rozwój technik badawczych wykorzystywanych w ekologii zwierząt. W użyciu znalazły się między innymi automatyczne aparaty fotograficzne (Karanth i Nichols 2002), kamery video (Steward et al. 1997, Beringer et al. 2004), radary (O'Neal et al. 2004) i roboty (Hamilton et al. 2007). Powszechnie zaczęto stosować różnorodne techniki telemetryczne (Amlaner i Macdonald 1980), molekularne (Pilot et al. 2005) oraz GIS (Longley et al. 2005).

Telemetria

Wprowadzenie telemetrii umożliwiło precyzyjne lokalizowanie dzikich zwierząt w środowisku, śledzenie tras ich wędrówek, określanie arealów bytowania, poznanie aktywności sezonowej i dobowej, a także identyfikowanie tras migracji. Pozwoliło także na monitorowanie skuteczności programów reintrodukcji zagrożonych gatunków zwierząt. W swej klasycznej formie metoda ta polega na oznakowaniu zwierzęcia nadajnikiem radiowym, a następnie określaniu przez badacza jego położenia za pomocą triangulacji, z wykorzystaniem anteny kierunkowej i odbiornika (Amlander i Macdonald 1980). Z biegiem lat nadajniki wyposażane były w coraz doskonalsze i mniejsze baterie, co pozwoliło na zredukowanie masy niektórych nadajników do kilku gramów. Obecnie techniki telemetryczne wykorzystywane są nawet do śledzenia owadów (Beaudoin-Ollivier et al. 2003). Współczesne nadajniki mogą być wyposażane w czujniki rejestrujące rozmaite parametry fizjologiczne samego zwierzęcia i otaczającego go środowiska, a także w automatyczne zapięcia powodujące zrzucenie nadajnika po wyczerpaniu się baterii.

Nowoczesne techniki telemetryczne zmniejszają stopniowo wymóg obecności badacza w środowisku bytowania zwierzęcia i pozwalają na określanie jego położenia praktycznie w każdym miejscu naszego globu. Nadajniki mogą samodzielnie rejestrować lokalizację zwierzęcia za pomocą systemu GPS i przysyłać zebrane dane bezpośrednio do stacji odbiorczej umieszczonej w dowolnym miejscu. Transfer zebranych informacji może się odbywać drogą satelitarną lub poprzez sieć telefonii komórkowej GSM. Tego typu telemetria pozwala śledzić migracje ssaków i ptaków w obrębie całego kraju, kontynentu, a nawet kuli ziemskiej.

W Polsce klasyczna radio-telemetria (VHF) wykorzystywana jest z powodzeniem do badań nad wieloma gatunkami ssaków, od dużych, takich jak żubr i niedźwiedź, poprzez wilki, rysie, orły bieliki, po ważące kilkadziesiąt gramów gryzonie i nietoperze. W przypadku wilków i rysi pozwoliła ona m.in. na określenie wielkości arealów osobniczych tych gatunków, stopnia ich wyłączności i pokrywania się z terytoriami sąsiednimi, sezonowych zmian w użytkowaniu terytoriów, dobowych

dystansów wędrówek oznakowanych osobników, dyspersji osobników, sekwencji upolowanych ofiar, wielkości dziennej konsumpcji, procesu tworzenia się watah wilków itp. (por. Jędrzejewska i Jędrzejewski 2001). Informacje te wykorzystywane są do interpretacji danych dostarczanych przez nadleśnictwa w ramach *Ogólnopolskiej inwentaryzacji wilka i rysia*. Pozwalają na uzyskanie ostatecznego rezultatu w postaci map rozmieszczenia i liczebności watah wilków oraz arealów osobniczych rysia w Polsce. Wyniki badań telemetrycznych pozwoliły także np. na sprecyzowanie wymagań siedliskowych rysia i ocenę wpływu gospodarki leśnej na ten gatunek (Schmidt i in. 2006).

Zgodnie z Uchwałą Krajowej Komisji Etycznej do spraw Doświadczeń na Zwierzętach, znakowanie zwierząt za pomocą nadajników telemetrycznych umieszczanych na ciele zwierzęcia i nie przekraczających 5% wagi ich ciała, uznane zostało za najmniej bolesną metodę znakowania.

Telemetria jako metoda badawcza stosowana jest powszechnie od wielu lat w Europie (Boitani i Fuller 2000) w celu zebrania niezbędnych danych dla skutecznej ochrony i zarządzania najbardziej zagrożonymi populacjami takich gatunków drapieżnych ssaków jak np.:

1. **Ryś iberyjski** *Lynx pardinus*, którego wielkość populacji szacuje się na 100 dorosłych osobników, projekt prowadzony jest w Hiszpanii, regionie Doñana i górach Sierra Morena, gdzie kilkanaście rysia zaopatrzone w nadajniki VHF.
2. **Ryś europejski** *Lynx lynx*:
 - Szwajcaria (wielkość populacji 100 osobników), projekt prowadzony jest w Alpach i w regionie Jura. Kilkanaście rysia zaopatrzone tam w nadajniki VHF.
 - Czechy (wielkość populacji 70 osobników), projekt prowadzony w regionie Szumawa, kilka osobników zaopatrzonych jest w nadajniki telemetryczne VHF.
3. **Wilk** *Canis lupus*:
 - Niemcy (wielkość krajowej populacji 10 osobników, 2 watahy), projekt prowadzony jest we wschodniej Saxonii, 1 wilka zaopatrzone w nadajnik VHF, 1 wilk nosi obrożę z systemem GPS.
 - Szwecja (wielkość populacji – 110 osobników, około 15 watah), projekt prowadzony jest przez stację badawczą w Grimsö (Centralna Szwecja), w każdej watasze 1-2 wilki są zaopatrzone w nadajniki VHF lub GPS. Poza uzyskiwanymi danymi ekologicznymi, informacje o przemieszczaniu się watah w ramach terytoriów przekazywane są właścicielom obwodów łowieckich w celu uniknięcia ataków wilków na psy myśliwskie.
 - Chorwacja (wielkość populacji krajowej 150 osobników), projekt telemetrii VHF i GPS na kilkunastu osobnikach prowadzony w północnej i centralnej Chorwacji.
 - Finlandia (wielkość krajowej populacji 100 osobników), szeroko zakrojony projekt telemetrii VHF i GPS prowadzony w regionie tzw. pojezierza fińskiego. Ponad 70 wilków zaopatrzone tam w nadajniki.

4. Niedźwiedź brunatny *Ursus arctos*:

– Chorwacja (wielkość populacji krajowej 600-1000 osobników), kilkanaście osobników nosi obrożę z nadajnikami VHF i GPS.

– Szwecja (wielkość populacji krajowej 2 000 osobników) Projekt telemetrii VHF i GPS, ponad sto osobników zaopatrzone w obroże.

Ponadto telemetria stosowana jest w Europie w badaniach nad m.in. jeleniami (Słowacja, Polska) łosiami (Szwecja, Finlandia), reniferami (Norwegia, Finlandia), sarnami (Niemcy, Włochy, Polska), dzikami, bobrami, świstakami, susłami, norkami, borsukami, kunami, lisami, łasicami, nietoperzami, bocianami, orłami przednimi.

W USA i Kanadzie na wszystkich stanowych populacjach wilków prowadzi się lub prowadziło badania telemetryczne. Reintrodukowane w Parku Narodowym Yellowstone osobniki też były zaopatrzone w obroże. Dane z telemetrii służą m.in. wypracowaniu metod unikania konfliktów z hodowcami zwierząt gospodarskich.

Ponadto w świecie telemetrię wykorzystuje się do badań nad tak zagrożonymi i wrażliwymi gatunkami jak: gepardy, tygrysy amurskie, tygrysy sumatrzeńskie, wilki etiopskie, słonie, nosorożce czy delfiny.

Metody molekularne

Wprowadzenie na szerszą skalę metod molekularnych do badań ekologicznych stało się możliwe dzięki opracowaniu technik wyodrębniania materiału genetycznego z różnych substratów (tkanek, śliny, odchodów itd.), wdrożeniu metody PCR umożliwiającej amplifikację DNA, oraz zautomatyzowaniu sekwencjonowania DNA (Pilot et al. 2005). Badania molekularne ułatwiają wykrywanie gatunków rzadkich i prowadzących skryty tryb życia oraz takich, które morfologicznie różnią się w niewielkim stopniu. Przykładem może być identyfikowanie w środowisku obecności kuny leśnej *Martes martes* i kuny domowej *Martes foina* z wykorzystaniem materiału genetycznego uzyskanego z odchodów (Pilot et al. 2007), czy też rozróżnienie dwóch gatunków nietoperzy: karlika malutkiego *Pipistrellus pipistrellus* i drobnego *P. pygmaeus* (Jones i Barratt 1999). Genetyka molekularna dostarcza jednak przede wszystkim informacji, które nie są możliwe do uzyskania innymi metodami. Uzyskujemy dzięki niej wiedzę o strukturze genetycznej populacji, jej zróżnicowaniu i stopniu hybrydyzacji, a także o liczebności populacji, migracji osobników, ich pokrewieństwie oraz biologii rozrodu gatunków (np. Jędrzejewski et al. 2005a, Pilot et al. 2006). W praktyce, badania genetyczne populacji wilka w Polsce przyczyniły się do zdefiniowania przebiegu korytarzy migracyjnych, drożności tych korytarzy i kierunków migracji drapieźników w naszym kraju (Jędrzejewski et al. 2006).

Techniki GIS

Systemy Informacji Przestrzennej (GIS), a zwłaszcza nowoczesne pakiety oprogramowania służące między innymi do analiz różnorodnych parametrów środowiska

w odniesieniu do aktywności zwierząt, znajdują obecnie szerokie zastosowanie w ekologii zwierząt. Są one wykorzystywane zarówno do analiz danych uzyskanych podczas telemetrii, badań genetycznych jak i w wielkoobszarowych inwentaryzacjach gatunków, prowadzonych metodami tradycyjnymi. Ułatwiają określanie wielkości terytoriów, zasięgów migracji i preferencji środowiskowych; modelowanie wpływu różnych czynników środowiska na populacje; wyznaczanie przebiegu korytarzy migracyjnych, czy nawet w określanie najlepszych lokalizacji przejść dla zwierząt (Mysłajek i Nowak 2006).

Przykładem zastosowania technik GIS może być ogólnopolska inwentaryzacja wilków i rysi. W ramach tego projektu wykorzystano różnorodne oprogramowanie GIS do tworzenia baz danych zawierających dziesiątki tysięcy danych, a następnie do ich analizy i wizualizacji, a także do modelowania wpływu parametrów środowiskowych na liczebność i rozmieszczeniu obu drapieżników w Polsce (Jędrzejewski et al. 2004, 2005b, Niedziałkowska et al. 2006). Techniki GIS posłużyły także do wyznaczania sieci leśnych korytarzy ekologicznych w skali całej Polski (Jędrzejewski et al. 2006) i jej poszczególnych regionów (Jędrzejewski i Schmidt 2001, Perzanowska et al. 2005). Dostępne komercyjne oprogramowania GIS w coraz większym stopniu dostosowują się do specyficznych wymagań badań ekologicznych i oferują specjalne rozszerzenia ułatwiające analizę danych. Przykładem jest zestaw narzędzi Hawth's Analysis Tools for ArcGIS, umożliwiający między innymi obliczanie powierzchni terytoriów metodą Minimum Convex Polygon oraz Kernel (Mysłajek i Nowak 2006).

Podsumowanie

Dynamiczny rozwój cywilizacji, dający człowiekowi coraz bardziej skuteczne narzędzia przekształcania środowiska naturalnego, stawia wiele gatunków zwierząt i roślin w obliczu skrajnych zagrożeń. W tej sytuacji, aby chronić przyrodę, nie wystarczy już tylko ogólna wiedza na temat rozmieszczenia i liczebności gatunków zwierząt, trzeba dobrze znać ich ekologię, wymagania środowiskowe oraz wpływ różnych form aktywności człowieka na ich przetrwanie. Konieczny jest także wieloletni monitoring najbardziej zagrożonych populacji. W odniesieniu do gatunków prowadzących skryty, nocny tryb życia, mających duże areale osobnicze, zajmujących trudno dostępne środowiska, takich informacji nie da się uzyskać tradycyjnymi metodami tropień czy obserwacji bezpośrednich. Olbrzymie możliwości poznawcze i aplikacyjne dają wykorzystanie nowoczesnych metod i technik badawczych takich jak: telemetria, genetyka czy techniki GIS. Z ich pomocą można o wiele skuteczniej i racjonalniej realizować programy aktywnej ochrony gatunków.

Podziękowania

Projekty badań i ochrony ssaków prowadzone przez Stowarzyszenie dla Natury WILK wspierane były m. in. przez: International Fund for Animal Welfare, European

Literatura

- Amlaner C.J., Macdonald D.W., red. 1980. *A handbook on biotelemetry and radio tracking*. Pergamon, Oxford.
- Beaudoin-Ollivier L., Bonaccorso F., Aloysius M., Kasiki M. 2003. Flight movement of *Scapanes australis australis* (Boisduval) (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) in Papua New Guinea: a radiotelemetry study. *Australian Journal of Entomology* 42: 367–372.
- Beringer J., Millspaugh J.J., Startwell J., Woeck R. 2004. Real-time video recording of food selection by captive white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 32: 648–654.
- Boitani L., Fuller T.K., red. 2000. *Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences*. Columbia University Press, New York.
- Caughley G. 1977. *Analysis of vertebrate populations*. Wiley, London.
- Hamilton M.P., Graham E.A., Rundel P.W., Allen M.F., Kaiser W., Hansen M.H., Estlin D.L. 2007. New approaches in embedded networked sensing for terrestrial ecological observatories. *Environmental Engineering Science* 24: 192–204.
- Jones G. & Barratt E. 1999: *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *Vespertilio pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*: Mammalia, Chiroptera): proposed designation of neotypes. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 56: 182–186.
- Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 2001. *Ekologia zwierząt drapieżnych Puszczy Białowieskiej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Jędrzejewski W., Schmidt K. 2001. Strategia ochrony wilków i rysi w północno-wschodniej Polsce. Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża.
- Jędrzejewski W., Niedziałkowska M., Nowak S., Jędrzejewska B. 2004. Habitat variables associated with wolf (*Canis lupus*) distribution and abundance in northern Poland. *Diversity and Distributions* 10: 225–233.
- Jędrzejewski W., Branicki W., Veit C., Međugorac I., Pilot M., Bunevich A.N., Jędrzejewska B., Schmidt K., Theuerkauf J., Okarma H., Gula R., Szymura L., Förster M. 2005a. Genetic diversity and relatedness within packs in an intensely hunted population of wolves *Canis lupus*. *Acta Theriologica* 50: 3–22.
- Jędrzejewski W., Niedziałkowska M., Mysłajek R.W., Nowak S., Jędrzejewska B. 2005b. Habitat selection by wolves *Canis lupus* in the uplands and mountains of southern Poland. *Acta Theriologica* 50: 417–428.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R. W., Stachura K., Zawadzka B. 2006. *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża.

- Karanth K.U., Nichols J.D. 2002. *Monitoring tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationists in Tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. 2005. *Geographical information systems and science*. John Wiley & Sons Ltd., London.
- Mysłajek R. W., Nowak S. 2006. Zastosowanie technik GIS w badaniach i ochronie dużych ssaków drapieżnych w Karpatach. 7 Krajowa Konferencja Użytkowników Oprogramowania ESRI, Warszawa 18–19 października 2006 r.
- Niedziałkowska M., Jędrzejewski W., Mysłajek R. W., Nowak S., Jędrzejewska B., Schmidt K 2006. Habitat requirements of the Eurasian lynx in Poland – large scale census and GIS mapping. *Biological Conservation* 133: 63–69.
- O’Neal M.E., Landis D.A., Tothwell E., Kempel L., Reinhard D. 2004. Tracking insects with harmonic radar: a case study. *American Entomologist* 50: 212–218.
- Perzanowska J., Makomska-Juchewicz M., Cierlik G., Król W., Tworek S., Kotońska B., Okarma H. 2005. *Korytarze ekologiczne w Małopolsce*. Instytut Nauk o Środowisku UJ, Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Pilot M., Rutkowski R., Malewska A., Malewski T. 2005. *Zastosowanie metod molekularnych w badaniach ekologicznych*. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Pilot M., Jędrzejewski W., Branicki W., Sidorovich V.E., Jędrzejewska B., Stachura K., Funk S. 2006. Ecological factors influence population genetic structure of European grey wolves. *Molecular Ecology* 15: 4533–4553.
- Pilot M., Gralak B., Goszczyński J., Postuszny M. 2007. A method of genetic identification of pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) and its application to faecal samples. *Molecular Ecology* 27: 140–147.
- Schmidt K., Podgórski T., Kowalczyk R. 2006. Ryś a gospodarka leśna. *Las Polski* 22: 15–17.
- Skalski J.R., Ryding K.E., Millspaugh J.J. 2005. *Wildlife demography: analysis of sex, age, and count data*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Steward P.D., Ellwood S.A., Macdonald D.W. 1997. Video surveillance of wildlife: An introduction from experience with the European badger (*Meles meles*). *Mammal Review* 27: 185–204.
- Sutherland W.J. 2000. *The conservation handbook: research, management and policy*. Blackwell Science, Oxford.
- Sutherland W.J., red. 2006. *Ecological census techniques*. Cambridge University Press, Cambridge.

Sabina Nowak, Robert W. Mysłajek
 Stowarzyszenie dla Natury *Wilk*
 sdnwilk@vp.pl, rwm@wolf.most.org.pl