

PANorama

ODDZIAŁU POLSKIEJ AKADEMII NAUK
W OLSZTYNIE I W BIAŁYMSTOKU

Nr 1 (31) 2025

www.panorama.olsztyn.pan.pl

NUMER SPECJALNY: INSTYTUT BIOLOGII SSAKÓW PAN

2

**W sercu dzikiej przyrody: 70 lat Instytutu
Biologii Ssaków PAN w Białowieży**

Michał Żmihorski, Tomasz Borowik

5

Unikatowa kolekcja ssaków

Rafał Kowalczyk, Tomasz Samojlik

8

**Krajobraz strachu – rola wilków w ekosystemie
w badaniach Instytutu Biologii Ssaków PAN**

Dries Kuijper

14

**Rola korytarzy ekologicznych w zachowaniu
ciągłości środowiskowej, zmienności
genetycznej i trwałości populacji zwierząt**

Krzysztof Schmidt, Michał Żmihorski, Tomasz Samojlik

18

**Odkrywamy przyrodę! Popularyzacja nauki
w Instytucie Biologii Ssaków PAN w Białowieży**

Tomasz Samojlik





Ryc. 1. Badania w Puszczy Białowieskiej dają szansę na zrozumienie funkcjonowania naturalnych ekosystemów (fot. R. Kowalczyk)

MICHAŁ ŻMIHORSKI, TOMASZ BOROWIK

W sercu dzikiej przyrody: 70 lat Instytutu Biologii Ssaków PAN w Białowieży

Położony w sercu Puszczy Białowieskiej Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk stanowi jeden z najważniejszych ośrodków badawczych specjalizujących się w ekologii, ewolucji i ochronie ssaków w Europie (Ryc. 1). Przez ponad siedem dekad swojej działalności Instytut wniósł nieoceniony wkład w zrozumienie funkcjonowania naturalnych ekosystemów leśnych i populacji ssaków oraz wypracowanie rozwiązań służących ochronie gatunków i zachowaniu procesów ekologicznych w zmieniającym się środowisku.

Historia Instytutu sięga lat 40. XX wieku, kiedy to jego założyciel, prof. August Dehnel, odkrył unikalne zjawisko zimowej redukcji wielkości czaszki i mózgu u ryjówek – mechanizmu

adaptacyjnego umożliwiającego przetrwanie w trudnych warunkach klimatycznych. To odkrycie zrewolucjonizowało postrzeganie plastyczności fenotypowej kręgowców i do dziś stymuluje badania dotyczące tego zjawiska. Kolekcja drobnych ssaków zapoczątkowana przez prof. Jana Jerzego Karpińskiego – ówczesnego dyrektora Białowieskiego Parku Narodowego, stała się zaczątkiem rozwijanej do dzisiaj Kolekcji Naukowej IBS PAN, wyjątkowego na skalę światową zbioru materiałów do badań nad wieloma aspektami życia i ewolucji ssaków.

Dalsze, długoterminowe badania prowadzone przez naukowców z Instytutu pozwoliły na wszechstronne poznanie biologii ssaków w ich naturalnym środowisku. Od początku



Ryc. 2. Siedziba Instytutu Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży (fot. T. Kamiński).

istnienia IBS PAN flagowym gatunkiem, na którym się skupiano, był żubr. Zintensyfikowane w ostatnich latach badania dotyczące ekologii żerowania i historii gatunku przyniosły wiele istotnych odkryć i dziesiątki publikacji. Opisanie cykli lat nasiennych drzew liściastych oraz ich wpływu na dynamikę populacji gryzoni i drapieżników znacznie poszerzyło wiedzę o dynamice lasu naturalnego. Te wieloletnie serie danych należą do najdłuższych i najcenniejszych w skali światowej, umożliwiając modelowanie przyszłej odpowiedzi ekosystemów na zmiany klimatyczne.

Międzynarodowe uznanie Instytut uzyskał dzięki kompleksowym badaniom nad dużymi drapieżnikami w ich naturalnym środowisku. Wieloletnie badania dotyczące wilków i rysi, pierwsze tego typu w tej części Europy, poza istotnym poszerzeniem wiedzy ekologicznej, doprowadziły też do opracowania skutecznych strategii ochrony tych gatunków w całej Europie. Prace prowadzone w IBS PAN dotyczą również wielu innych gatunków ssaków, jak nietoperze, ssaki owadożerne czy ssaki kopytne, różnych aspektów ich biologii w skali lokalnej, krajowej, a nawet kontynentalnej, oraz ich interakcji ze środowiskiem.

Teraźniejszość Instytutu (Ryc. 2) to badania ekologiczne dotyczące przede wszystkim ssaków w zmieniającym się środowisku, a także interakcji między różnymi grupami organizmów oraz ich roli w strukturze troficznej ekosystemów. Badacze z IBS PAN obecnie realizują szereg projektów naukowych finansowanych ze środków publicznych, dotyczących szerokiego zakresu badań ekologicznych, w ramach których analizują interakcje pomiędzy gatunkami, wpływ zmian klimatycznych oraz antropogenicznych na ekosystemy, oraz adaptacje zwierząt do zmieniających się warunków środowiskowych. W ostatnich latach Instytut znacząco rozszerzył zakres stosowanych metod badawczych. Tradycyjne obserwacje terenowe zastępowane są wysokiej rozdzielczości danymi pochodzącymi z automatycznych sensorów. Przetwarzanie uzyskanych danych odbywa się m.in. dzięki zastosowaniu zaawansowanych algorytmów sztucznej inteligencji. Za przykład może posłużyć aplikacja TRAPPER, rozwijana z udziałem Instytutu, w której algorytmy AI umożliwiają automatyczną klasyfikację materiałów zarejestrowanych za pomocą fotorułek. W Instytucie utworzone zostało repozytorium danych dotyczących Puszczy Białowieskiej Open Forest Data, a nowa pracownia tomografii



Ryc. 3. Okładka jednego z numerów czasopisma *Mammal Research* wydawanego przez IBS PAN wspólnie z wydawnictwem Springer.

komputerowej i skanowania 3D znacząco rozszerzyła naukowe wykorzystanie zbiorów Kolekcji Naukowej IBS PAN.

Instytut od początku swojego istnienia miał ambicje prowadzenia badań naukowych o międzynarodowym zasięgu, koncentrując się na zagadnieniach obecnych w nurcie światowej nauki. W wypracowaniu globalnej rozpoznawalności, poza istotnymi badaniami z zakresu biologii ssaków, pomogło też specjalistyczne czasopismo naukowe, założone w IBS PAN już w latach 50. ubiegłego wieku, dziś wydawane jako „Mammal Research” wspólnie z wydawnictwem Springer (Ryc. 3). Międzynarodowa rozpoznawalność IBS PAN jest niekwestionowana, również w wymiarze finansowania badań – w ciągu ostatnich 20 lat Instytut realizował 6 projektów finansowanych w ramach Programów Ramowych UE, 2 projekty LIFE dotyczące ochrony żubra oraz polskich ostoi ptaków, i wiele innych projektów finansowanych z krajowych i zagranicznych funduszy. Komisja Europejska nadała placówce status Centrum Doskonałości w Ochronie Bioróżnorodności i Badaniach Ssaków w Europejskich Ekosystemach Lądowych.

Obecnie w Instytucie pracują naukowcy z 10 krajów świata. Swoją wiedzą i doświadczeniem wspomagają realizację projek-

tów naukowych i wdrożeniowych w różnych częściach świata, nawet tak odległych jak Tanzania, gdzie pomagaliśmy realizować projekt dotyczący poprawy warunków współistnienia ludzi i słoni. W IBS PAN prowadzone jest kształcenie doktorantów w ramach szkoły doktorskiej BioPlanet, organizowane są międzynarodowe konferencje naukowe, a podejmowana współpraca obejmuje prawie 50 instytucji naukowych z ponad 30 krajów.

Mimo że Instytut Biologii Ssaków PAN jest niewielką jednostką badawczą, nasi pracownicy corocznie publikują ponad 50 artykułów naukowych w prestiżowych czasopismach o międzynarodowym zasięgu. Publikacje te przynoszą ponad 3 tysiące cytacji rocznie, co czyni badania naukowe realizowane w Instytucie rozpoznawalnymi na forum międzynarodowym.

Niezwykle ważnym działaniem IBS PAN i misją naszej jednostki jest ochrona przyrody – zarówno w kontekście ochrony Puszczy Białowieskiej, ostatniego nizinnego lasu w Europie o tak wysokim stopniu naturalności, jak i globalnym. W Instytucie prowadzone są badania dotyczące naukowych podstaw ochrony przyrody, których efekty umożliwiają projektowanie strategii ochrony rzadkich gatunków i cennych siedlisk, a pracownicy IBS PAN udzielają się w krajowych gremiach wpływających na krajową politykę ochrony bioróżnorodności.

Ponad 70 lat pionierskich badań, przełomowych odkryć i publikacji, które odbiły się szerokim echem w świecie nauki – to wszystko jest dziedzictwem pracy wielu pokoleń naukowców z IBS PAN, z którego jesteśmy dumni. Jednocześnie patrzymy w przyszłość: cyfrową, związaną ze sztuczną inteligencją i nauką obywatelską, szukając jednocześnie nowych tematów i metod badań odpowiadających na wyzwania zmieniającego się świata. Kontynuując tradycję przełomowych badań i wdrażając innowacyjne metody, naukowcy z Białowieży nieustannie poszerzają granice naszej wiedzy o fascynującym świecie ssaków – czego teksty zawarte w niniejszym numerze „PANorama” są jedynie drobną próbką.

dr hab. Michał Żmihorski,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża

dr hab. Tomasz Borowik,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża



Ryc. 1. Pierwsze zbiory Kolekcji Naukowej IBS PAN z lat 40. (fot. T. Kamiński).

RAFAŁ KOWALCZYK, TOMASZ SAMOJLIK

Unikatowa kolekcja ssaków

Kolekcje naukowe były jedną z pierwszych form zbierania i systematyzowania wiedzy, zwłaszcza w dziedzinie biologii. Do dziś kolekcje biologiczne, zwane też kolekcjami historii naturalnej, są bibliotekami różnych form życia, zaś rozwój metod i technik badawczych pozwala wciąż na nowo je interpretować i odkrywać ich tajemnice. Pomagają śledzić ewolucję gatunków, badać wpływ zmian klimatu na zwierzęta, a niekiedy nawet odkrywać nowe gatunki. Kolekcje naukowe tego typu przechowywane są w Muzeach Historii Naturalnej w Londynie oraz w Paryżu.

Tworzenie kolekcji zoologicznych od początku wynikało z ciekawości i chęci poznawania przyrody. Tak było w przypadku związanego z Białowieskim Parkiem Narodowym profesora Jana Jerzego Karpińskiego, który od 1946 r. gromadził zbiory

okazów małych ssaków (Ryc. 1). Do ich naukowego opracowania zaprosił prof. Augusta Dehnela, a kolekcja ta stała się kamieniem węgielnym założonego w 1952 r. Zakładu Badania Ssaków w Białowieży, obecnie Instytutu Biologii Ssaków PAN (IBS PAN). Pierwszy wpisany do katalogu Naukowej Kolekcji Zoologicznej IBS PAN okaz ryjówki aksamitnej do dziś jest symbolem i logotypem placówki.

Naukowa Kolekcja Zoologiczna jest jedną z największych kolekcji ssaków na świecie. Liczbą okazów ssaków przewyższa ją jedynie Muzeum Historii Naturalnej w Londynie i kilka kolekcji amerykańskich. Znajduje się w niej blisko 190 000 okazów należących do 90 dziko żyjących gatunków ssaków z obszaru Polski oraz materiał porównawczy obejmujący ponad 160 gatunków ze



Ryc. 2. Szkielet ryjówki aksamitnej (fot. T. Kamiński).

świata. Zbiory były gromadzone dzięki badaniom prowadzonym na terenie Puszczy, a także ekspedycjom naukowym do innych rejonów Polski oraz wymianie z instytucjami zagranicznymi. W 2002 r. zostały przeniesione do funkcjonalnych i dobrze wyposażonych pomieszczeń w nowo wybudowanym budynku IBS PAN. W przeszłości okazy stanowiły głównie osobniki pozyskane łowiecko i odłowione na potrzeby kolekcji, a obecnie są to przede wszystkim zwierzęta padłe lub ofiary kolizji drogowych.

W kolekcji przechowywane są czaszki, szkielety i kości (Ryc. 2), a także wysuszone skóry oraz wypchane okazy. Ważną część stanowią narządy i całe okazy ssaków przechowywane w etanolu. Gromadzone są także tkanki i materiał do badań genetycznych, fizjologicznych oraz parazytologicznych.

Bogactwo gatunków ssaków gromadzonych w Naukowej Kolekcji Zoologicznej IBS PAN jest cennym zapisem różnorodności biologicznej nie tylko Puszczy Białowieskiej, skąd pochodzi większość okazów, ale również Podlasia i całej Polski. Kolekcja dostarcza bezcennych materiałów do badań procesów populacyjnych i dynamiki zespołów ssaków, a także zmienności genetycznej i morfologicznej ssaków, tym samym pozwalając śledzić procesy ewolucyjne i adaptacje zwierząt do zmieniających się warunków środowiskowych oraz zmian klimatu. Zbiory gromadzone od blisko 80 lat stanowią unikalny materiał do różnego rodzaju badań w skali przestrzennej i czasowej.

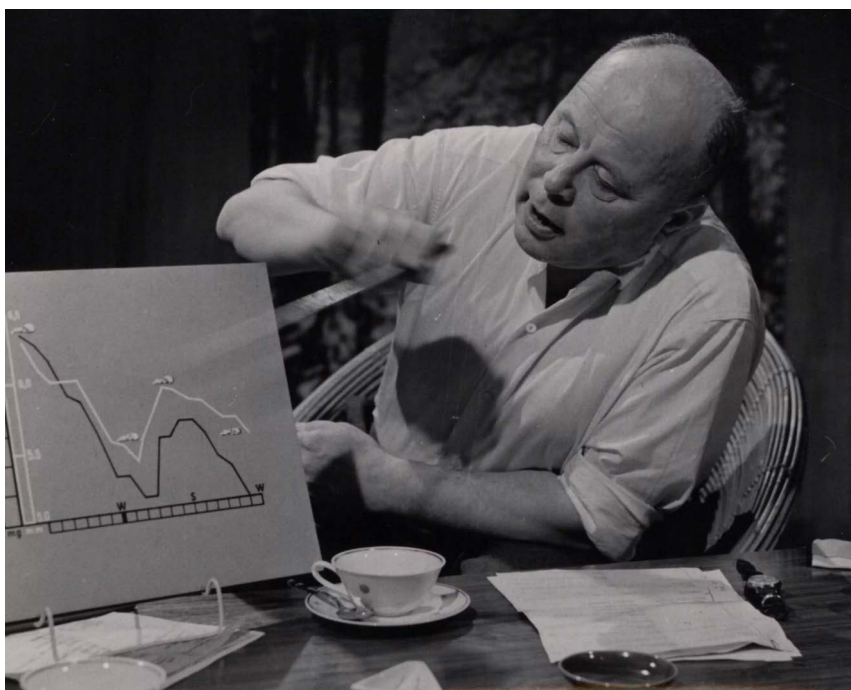
Jedną z najcenniejszych części Naukowej Kolekcji Zoologicznej IBS PAN jest największy na świecie zbiór czaszek i szkieletów żubrów pochodzących z Puszczy Białowieskiej. Liczy on obecnie ponad 1700 okazów (Ryc. 3). Jest to unikatowy zapis historii białowieskiej populacji oraz wyjątkowy materiał badawczy, bo żubr



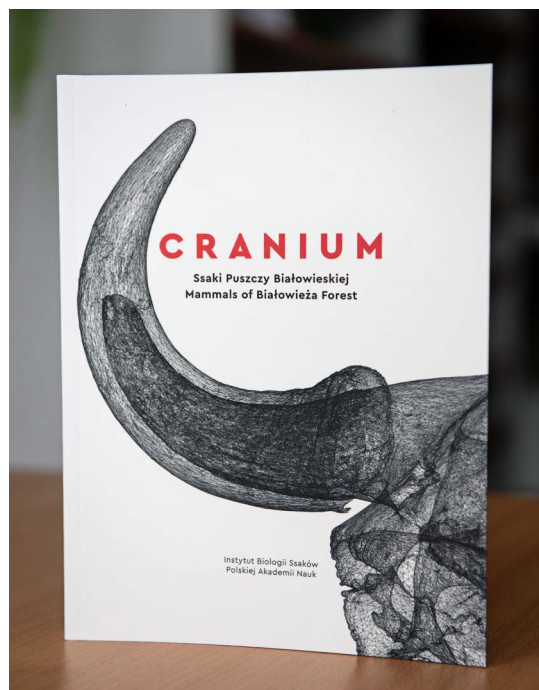
Ryc. 3. Skan 3D czaszki żubra (fot. Archiwum IBS PAN).

należy do ostatnich przedstawicieli legendarnej megafauny, która niegdyś przemierzała obszary Europy. W kolekcji znajdują się też okazy kopalne w postaci fragmentów czaszek i rogów żubrów oraz prażubrów z okresu późnego plejstocenu i holocenu.

Od początku działalności IBS PAN żubr był jego flagowym gatunkiem, a utworzenie placówki zbiegło się z wypuszczeniem pierwszych żubrów na wolność w procesie odtwarzania gatunku po jego wyginięciu w stanie dzikim na początku XX w. Dzięki badaniom prowadzonym w IBS PAN, również z wykorzystaniem materiału kostnego, białowieska populacja żubrów jest jedną z najlepiej zbadanych populacji dużych roślinożerców na świecie. Zainicjowane na początku XXI w. badania nad tym gatunkiem z zastosowaniem metod datowania radiowęglowego, analizy stabilnych



Ryc. 4. Prof. August Dehnel objaśniający zjawisko sezonowej zmienności rozmiarów czaszek u ryjówek (fot. Archiwum IBS PAN).



Ryc. 5. Okładka albumu „Cranium” wydanego przez IBS PAN (fot. T. Kamiński).

izotopów i mikrośladów starcia uzębienia, analizy współczesnego i kopalnego DNA, pozwoliły na poznanie historii ewolucyjnej, zmienności genetycznej, wzorców użytkowania środowisk i diety współcześnie i w okresie późnego plejstocenu oraz holocenu, oraz zmienności morfologicznej gatunku.

Na bazie badań prowadzonych na okazach z Kolekcji Zoologicznej IBS PAN powstały setki publikacji naukowych. Jednym z najbardziej spektakularnych odkryć naukowych z wykorzystaniem okazów kolekcji jest zjawisko Dehnela, opisane po raz pierwszy przez założyciela IBS PAN profesora Augusta Dehnela (Ryc. 4). Zjawisko to polega na zmniejszeniu ogólnych rozmiarów ciała, rozmiaru czaszki i innych części szkieletu, ale także mózgu i wielu innych narządów i tkanek, po którym następuje ponowny ich wzrost. Ta odwracalna, ale drastyczna zmiana morfologiczna została najlepiej zbadana u ryjóweki aksamitnej *Sorex araneus*. U tego gatunku masa mózgu zmniejsza się od lata do zimy nawet o 30% i ponownie wzrasta o 10–17% podczas następnej wiosny i lata. Zmiana ta pociąga za sobą zmianę wysokości puszeki mózgowej. Odkrycie to zainspirowało wiele późniejszych badań nad zmiennością morfologiczną ssaków i zostało potwierdzone również u innych ryjówek oraz gatunków jak łasica *Mustela nivalis*. Zjawisko to jest niezwykle przypadkiem sezonowej zmienności rozmiarów ciała, obserwowanym u małych, krótko żyjących i nie-

hibernujących ssaków, które charakteryzują się wysokim tempem metabolizmu, pozwalającym im na zmniejszenie wydatków energetycznych, co przekłada się na wyższą przeżywalność zimową.

Kolekcja Zoologiczna IBS PAN wyrasta z przeszłości – do dziś przetrwały zapisywane ręcznie katalogi i etykiety obiektów zbieranych przez profesorów Karpińskiego i Dehnela. Sięga jednocześnie w przyszłość. Okazy są obecnie digitalizowane za pomocą skanera 3D i mikrotomografu, trafiając jako trójwymiarowe modele do repozytoriów danych naukowych. Otwiera to pole nie tylko do nowoczesnych badań, ale i szerszego wykorzystania naszych zbiorów przez studentów, artystów, a nawet projektantów gier komputerowych. Na bazie skanów 3D czaszek z kolekcji w 2022 r. opublikowano album „Cranium. Ssaki Puszczy Białowieckiej” (Ryc. 5). Kolekcja inspirowała jednak nie tylko badaczy – zbiory ssaków są wykorzystywane do celów edukacyjnych, filmowych, fotograficznych, a nawet artystycznych.

prof. dr hab. Rafał Kowalczyk,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża

dr hab. Tomasz Samojlik,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża



Ryc. 1. Wilki są istotnym elementem naturalnych ekosystemów Europy (fot. R. Kowalczyk).

DRIES KUIJPER

Krajobraz strachu – rola wilków w ekosystemie w badaniach Instytutu Biologii Ssaków PAN

Rekolonizacja obszarów Europy przez wilki często wzbudza kontrowersje oraz sprzeczne opinie. Takie grupy zawodowe, jak np. hodowcy owiec, nie są zadowoleni z powrotu wilków na dawne tereny ich występowania, natomiast ekolodzy często postrzegają to zjawisko jako ukoronowanie wysiłków na rzecz ochrony przyrody, uznając ekosystemy z drapieżnikami na szczycie łańcucha pokarmowego za bardziej kompletne. Chociaż duża część wiedzy na temat ekologicznej roli wilków pochodzi z dobrze zbadanych obszarów Ameryki Północnej, takich jak Yellowstone, wciąż istnieją duże luki w naszej wiedzy na temat ich wpływu na ekosystemy w odmiennych warunkach Europy. Puszcza Białowieska oferuje unikalne miejsce do badań nad wpływem wilków na funkcjonowanie naturalnych ekosystemów leśnych Europy (Ryc. 1).

WPŁYW WILKÓW NA POPULACJE SSAKÓW KOPYTNYCH

Pierwszą rzeczą, o której często myślimy w kontekście znaczenia wilków, jest ich wpływ na liczebność gatunków ofiar. Wil-

ki zabijają ssaki kopytne, można więc oczekiwać zmniejszenia ich liczby na danym obszarze. W latach 90. XX wieku w IBS PAN przeprowadzono badania, by określić wpływ wilków na liczebność ssaków kopytnych. Dzięki badaniom telemetrycznym, których IBS PAN był jednym z prekursorów w Europie, można było zebrać szczegółowe dane na temat wykorzystania przestrzeni, wielkości terytoriów czy sezonowych zmian przemieszczania się wilków. Możliwe stało się również lokalizowanie miejsc polowania wilków, a tym samym określenie ich oddziaływania na liczbę ssaków kopytnych i tempo zabijania ofiar. Okazało się, że preferowanymi ofiarami były jelenie, a w drugiej kolejności dziki. Wilcze rodziny składające się z 5–12 osobników zabijały dużą ofiarę średnio co 2 dni, co w przypadku jeleni stanowiło ok. 40% rocznego przyrostu ich populacji [1]. Wilki polowały głównie na młode osobniki. Ich drapieżnictwo co prawda obniża tempo wzrostu populacji jeleni, jednak pozostaje bez dramatycznego wpływu na ich stan w Puszczy Biało-



Ryc. 2. Wygradzenia w Białowieskim Parku Narodowym do oceny oddziaływania ssaków kopytnych na odnowienie lasu (fot. D. Kuijper).

wieskiej gdyż dotyczy zaledwie ok. 15% ich liczebności [2]. To jednak nie jest jedyny sposób oddziaływania wilków na populacje ofiar i funkcjonowanie całego ekosystemu.

ODDZIAŁYWANIE JELENI NA ODNOWIENIE LASU

Kiedy pod koniec lat 2000. rozpocząłem pracę w IBS PAN, miałem doświadczenie w badaniach nad interakcjami między ssakami roślinożernymi a roślinami. Puszcza Białowieska zaofiarowała mi unikalne miejsce do prowadzenia badań dzięki obecności naturalnego zespołu dużych roślinożerców (z żubrem, łosiem, jeleniem, dzikiem i sarną), współwystępujących z dużymi drapieżnikami (wilkiem i rysi). Inną unikatową cechą Puszczy jest to, że w rezerwacie ścisłym Białowieskiego Parku Narodowego od 1921 r. nie prowadzono gospodarki leśnej ani polowań. Czyni to ten obszar wyjątkowym miejscem do badania wpływu zespołów dużych ssaków roślinożernych na naturalne odnowienie drzew.

Analiza dynamiki struktury drzewostanów w Białowieskim Parku Narodowym, w oparciu o długoterminowe dane zbierane na transektach założonych w 1936 r. przez prof. T. Włoczewskiego z SGGW, pokazała, że w okresie ostatnich 70 lat istnieją wyraźne zależności między wahaniami zagęszczeń ssaków kopytnych a odnowieniem drzew oraz ich składem gatunkowym [3]. O ile liczebność większości gatunków drzew się zmniejszyła, to grab pospolity był jedynym gatunkiem, który zwiększył swój udział w drzewostanach, mimo wzrostu liczebności dużych roślinożerców. To, że zmiany w odnowieniu drzew były rzeczywiście związane z presją ssaków kopytnych, zostało potwierdzone w eksperymencie z niewielkimi wygradzeniami na terenie BPN (Ryc. 2). Wykluczenie oddziaływania dużych roślinożerców na okres 7 lat spowodowało 2-krotny wzrost liczby gatunków drzew i 3-krotny wzrost całkowi-

tej liczby odnawiających się drzew [4]. Poza ogrodzeniami skład gatunkowy drzew został silnie zdominowany przez grab, który okazał się wysoce tolerancyjny na zgryzanie, w przeciwieństwie do innych gatunków.

Dalsze eksperymenty z sadzeniem drzew (badania prowadzone przez dr. hab. Marcina Churskiego, IBS PAN) w miejscach, do których ssaki kopytne miały dostęp, i takich, w których był on ograniczony, wykazały, że grab może rozwijać gęstą strukturę krzewiastą, co czyni go bardziej odpornym na zgryzanie przez jelenie i pozwala zwiększać dominację w obecności dużych ssaków roślinożernych [5, 6, 7]. Te eksperymenty dostarczyły dowodów, że ssaki kopytne mają dominujący wpływ na zmiany w składzie gatunkowym drzewostanów Puszczy, a wnioski z tych badań pozwoliły zadać pytanie: skoro jeleni jest tak ważnym gatunkiem wpływającym na odnowienie drzew, to czy wilki oddziałując na jelenie mogą wpływać też pośrednio na odnowienie lasu?

KRAJOBRAZ STRACHU

Jelenie znacząco wpływają na odnowienie i skład gatunkowy lasu, jednak wpływ ten zmienia się przestrzennie. W niektórych miejscach zwierzęta te intensywnie żerują i ograniczają wzrost drzew, podczas gdy w innych jest ich niewiele, a drzewa rosną bez zakłóceń. O ile część tego zróżnicowania jest związana z warunkami abiotycznymi (np. żyzność gleby i dostęp światła), to, jak wynika z naszych badań, ważną rolę odgrywa tu również obecność wilków. Poprzez wykładanie odchodów lub moczu wilków (a także rysi) symulowaliśmy zapachem ich obecność, a za pomocą fotopułapek rejestrowaliśmy, jak w tych miejscach zachowują się ssaki kopytne [8]. Okazało się, że jelenie reagują większą czujnością na zapach wilka – więcej się rozglądają, kosztem żerowania, co skutkuje zmniejszonym zgryzaniem młodych drzew [9].



Ryc. 3. Leżące kłody są postrzegane przez ssaki kopytne jako przeszkody blokujące ucieczkę w przypadku ataku drapieżników, przez co stanowią ochronę dla młodych drzew przed zgryzaniem (fot. D. Kuijper).

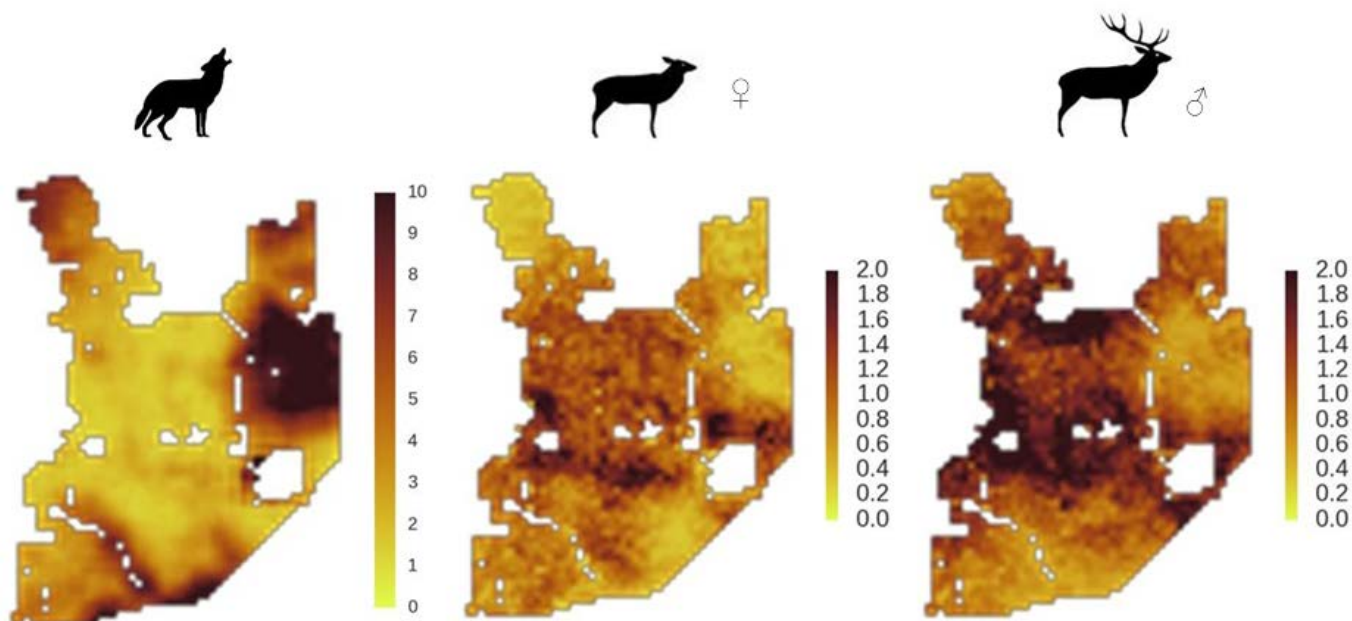
Znaczenie mają nie tylko zapach drapieżnika, ale również struktura środowiska. W naturalnym środowisku jest wiele obiektów, które ograniczają widoczność – wywrócone drzewa, zwałowiska pni drzew, sterczące karpy korzeniowe (Ryc. 3). W związku z tym rejestrowaliśmy przy użyciu fotopułapek zachowanie jeleni w różnych typach środowisk: w pobliżu leżących kłód drzew i daleko od nich. Okazało się, że jelenie preferują miejsca, w których mogą dostrzec ewentualny atak drapieżnika z większej odległości, czyli w lesie, gdzie jest dobra widoczność, natomiast unikają miejsc, gdzie martwe drzewa im ją ograniczają. Ponadto, jeśli już trafią w takie miejsce, zwiększają swoją czujność, czyli postrzegają kłody jako czynnik ryzyka („miejsca strachu”) i unikają ich szczególnie silnie w centrach wilczych terytoriów. Pokazuje to, że ryzyko drapieżnictwa ze strony wilków i struktura lasu tworzą swoisty „krajobraz strachu”, istotnie wpływający na zachowanie jeleni oraz odnowienie lasu [10].

KASKADOWY WPŁYW WILKÓW NA ODNOWIENIE LASU

Obecność wilków wpływa na zachowanie ich głównej ofiary – jelenia, zarówno w małej, jak i dużej skali. W małej skali jelenie unikają miejsc o wyższym ryzyku. Są to miejsca, gdzie mogą one wyczuć zapach wilka lub z powodu gęstego podszyciu lub leżących kłód widoczność jest ograniczona. Ale czy te czynniki ryzyka są wystarczająco silne, aby zmniejszyć presję jeleni i zwiększyć szanse drzew na odnowienie? Nasze bada-

nia (projekt doktorancki Annelies van Ginkel, IBS PAN i Uniwersytet w Groningen, Netherlands) wykazały, że wzajemne oddziaływanie leżących kłód i obecności wilków prowadzi do zmniejszenia intensywności zgryzania przez jelenie nawet o 30%. W pobliżu kłód efekt ten był mierzalny w odległości do 16 m. Niższe zgryzanie prowadzi do większych zagęszczeń odnawiających się drzew oraz wzrostu liczby drzew, które mogą wyrosnąć poza zasięg zgryzania jeleni (> 200 cm) [11]. Ale czy wilki w ten sposób mogą wpływać na strukturę zbiorowisk leśnych również w dużej skali?

Ważnym krokiem w kierunku bardziej kompleksowego udokumentowania tych efektów był projekt doktorancki Jakuba Bubnickiego (IBS PAN), dotyczący monitorowania dużych drapieżników oraz ssaków kopytnych za pomocą fotopułapek rozmieszczonych w całej Puszczy Białowieskiej (w sumie 1173 lokalizacji). Tę ogromną bazę danych uzupełniliśmy o zbiór danych Instytutu Badawczego Leśnictwa ze szczegółowymi pomiarami intensywności zgryzania i odnowienia drzew na 385 powierzchniach monitoringowych. Dzięki temu udało się pokazać, jak duże drapieżniki wpływają na wykorzystanie przestrzeni przez główne gatunki ich ofiar (Ryc. 4), co z kolei determinuje wzorce intensywności zgryzania i odnowienia drzew w dużej skali [12]. Kaskadowy wpływ oddziaływania wilków ujawnia się przede wszystkim w parku narodowym, natomiast poza nim, na obszarach objętych gospodarką leśną, pośredni wpływ wilków na zbiorowiska leśne jest słabiej widoczny.



Ryc. 4. Aktywność przestrzenna wilków i jeleni (tań i byków) w Puszczy Białowiejskiej monitorowana za pomocą fotopułapek. Ciemniejsze kolory oznaczają częstszą obecność zarejestrowanych zwierząt [12].

OBECNOŚĆ WILKÓW WPŁYWA NA ZACHOWANIE MEZO-DRAPIEŹNIKÓW

Poza oddziaływaniem na zwierzęta kopytne, duże drapieżniki mogą wywierać również presję na mniejsze drapieżniki, takie jak lis, jenot, czy borsuk. Szczytowe drapieżniki, takie jak wilk, niedźwiedź czy ryś, nie tylko mogą ograniczać wielkość populacji, ale też zmieniać zachowanie mniejszych drapieżników. W ramach jednego z projektów (projekt doktorancki Toma Diserensa, IBS PAN i Uniwersytet Warszawski) badaliśmy te interakcje różnymi metodami – od badań obserwacyjnych po eksperymenty zapachowe i pokarmowe. Monitoring użytkowania nor przez borsuki w Puszczy Białowiejskiej dostarczył dowodów na to, że rzadziej korzystają one z nor znajdujących się w obszarach często wykorzystywanych przez wilki [13]. Nie wszystkie mniejsze drapieżniki reagują tak samo, np. badania prowadzone przy użyciu fotopułapek rozmieszczonych wzdłuż dróg leśnych wykazały, że lisy nie unikają obecności wilków [14]. Reakcje te mogą być różne w zależności od gatunku drapieżnika i innych czynników. Eksperyment, w którym symulowaliśmy obecność wilków, używając zapachu (materiał z zapachem ciała wilków) lub dźwięków (urządzenia dźwiękowe emitujące wycie wilków), po czym rejestrowaliśmy reakcję lisów i jenotów, pokazały, jak złożone są w rzeczywistości te interakcje. Czasami symulowana obecność wilków wywoływała wyraźną reakcję behawioralną u mniejszych drapieżników. Gdy wykładaliśmy zapach wilka, jenoty zmniejszały intensywność

żerowania w centrach wilczych terytoriów, natomiast zwiększały ją w miejscach rzadziej uczęszczanych przez wilki [15].

Często zakładamy, że obecność wilków lub rysi jest dla innych gatunków źródłem strachu, ale, jak widać, zależy to od różnych czynników. W przeciwieństwie do interakcji drapieżnik–ofiara, interakcje dużego drapieżnika–mniejszy drapieżnik są bardziej złożone (Ryc. 5). Mniejsze drapieżniki stają przed wyborem między kosztami (ryzyko bycia zabitym przez wilka) a korzyściami (dostarczanie pożywienia w postaci padliny) życia w sąsiedztwie wilków. Badania te przyczyniły się więc do lepszego zrozumienia wpływu ryzyka drapieżnictwa na zachowanie mniejszych drapieżników w środowiskach europejskich oraz innych czynników, które modyfikują te interakcje.

TO NIE WILKI, A LUDZIE RZĄDZĄ W LESIE

Puszcza Białowieża słynie z wysokiego poziomu naturalności i ograniczonego wpływu człowieka. Pomimo to podczas badań często stwierdzaliśmy, że działalność człowieka silnie wpływa na analizowane przez nas procesy. W przypadku wilków głównym czynnikiem determinującym wzorce wykorzystania przez nie przestrzeni jest unikanie bezpośredniej i pośredniej obecności człowieka. Po raz pierwszy wykazano to już w latach 90. XX wieku, kiedy przeprowadzono szczegółowe badania telemetryczne wilków.

Nasze badania z zastosowaniem fotopułapek pokazują, że wilki unikają bliskości osad i intensywniej wykorzystują lepiej chronione



Ryc. 5. Lisy nie unikają wilków i korzystają z tych samych miejsc w lesie Puszczy Białowieskiej (fot. Archiwum IBS PAN).

części lasu, takie jak park narodowy czy rezerваты leśne (Ryc. 4). Oznacza to także, że obecność i aktywność ludzka kształtują sposób, w jaki wilki wpływają na cały ekosystem. Ponieważ wilki są rzadziej obecne bliżej siedzib ludzkich lub w miejscach o wysokiej aktywności człowieka, to ich wpływ będzie tam mniej znaczący. Nasze badania pokazały, że mniejsza aktywność wilków w pobliżu osad ludzkich wiąże się ze zwiększoną penetracją tych miejsc przez jelenie, a co za tym idzie, z silniejszym hamowaniem odnowienia lasu [10, 11, 12]. A zatem nawet w Puszczy Białowieskiej, miejscu o stosunkowo niskim stopniu przekształceń antropogenicznych, wpływ wilków na ekosystem jest modyfikowany przez obecność człowieka.

Obserwowana obecnie rekolonizacja Europy przez wilki w wielu wypadkach obejmuje miejsca o znacznie wyższej presji

człowieka na ekosystemy, niż ma to miejsce w Puszczy Białowieskiej. Rodzi się więc pytanie: jakie będzie ekologiczne znaczenie obecności wilków na zdominowanych przez człowieka obszarach? Prowadzone wspólnie z partnerami zagranicznymi badania w Lesie Bawarskim (Niemcy) i Las Veluwe (Holandia) pokazały, że wilki często mają tam zupełnie inny wpływ na ekosystem, niż obserwuje się to w Puszczy Białowieskiej. Głównym powodem jest to, że częstsza obecność człowieka (np. polowanie na zwierzęta kopytne, gospodarka leśna, turystyka) mocno wpływa na zachowanie jeleni i ich wzorce żerowania, przez co oddziaływanie wilków jest tam znacznie mniej widoczne lub niedostrzegalne [17].

Działalność człowieka wpływa również na wilki, co pokazały nasze badania prowadzone wspólnie z kanadyjskimi naukowca-



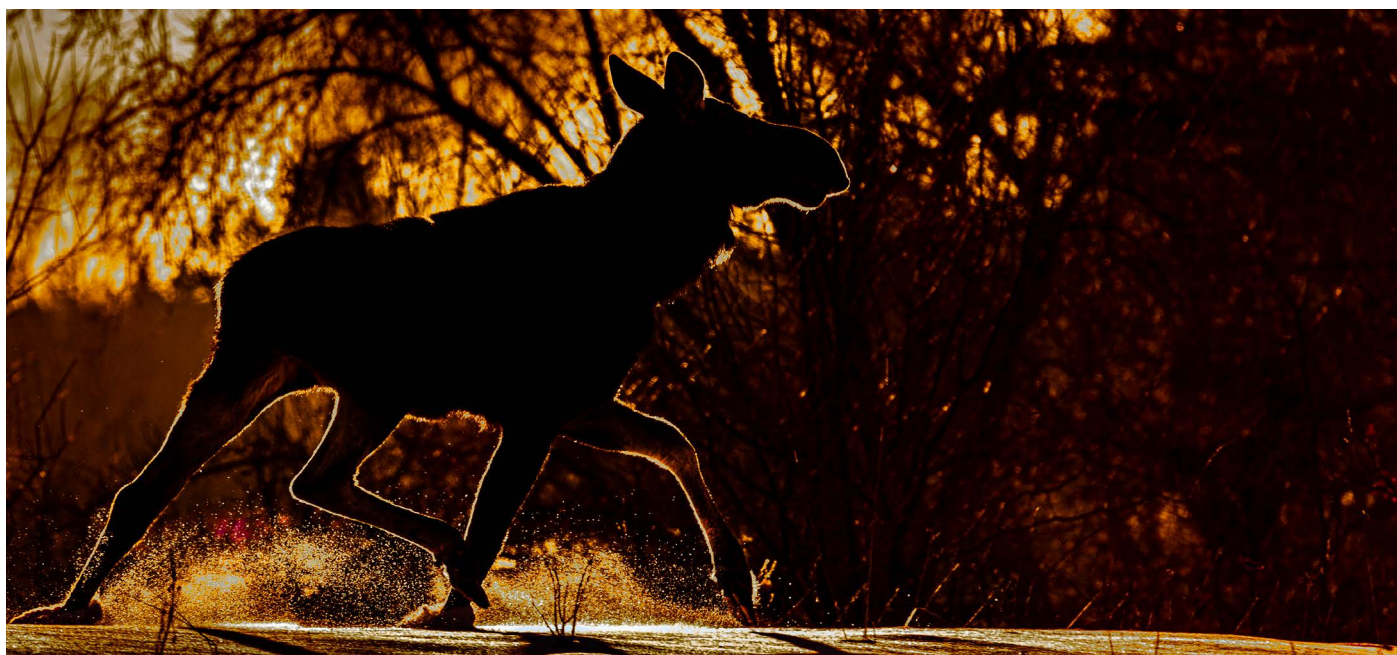
Ryc. 6. Wilki unikają obecności człowieka, choć czasem są obserwowane w pobliżu siedzib ludzkich (fot. T. Diserens).

mi. Zastosowanie fotopułapek i urządzeń emitujących dźwięk pozwoliło na sprawdzenie, jak zwierzęta reagują, gdy słyszą dźwięki związane z ludźmi w porównaniu do dźwięków kontrolnych (głos kruka w ciągu dnia i sowy w nocy). Badania te zostały przeprowadzone w Borach Tucholskich (przez doktorantkę Kathi Kasper i dr Elise Say-Sallaz, IBS PAN), gdzie występuje 15 grup rodzinnych wilków. Na tym obszarze nigdy nie polowano na wilki, ponieważ osiedliły się one tutaj już w czasie, gdy obowiązywała ich prawna ochrona, czyli po 1998 r. Pomimo tego nasze badania wykazały, że gdy wilki słyszą emitowany przez nasze urządzenia głos rozmawiających ludzi, niemal w 90% przypadków reagują ucieczką. Istniała duża różnica między reakcją wilków na dźwięki ludzkie w porównaniu do dźwięków kontrolnych. Pokazuje to, że mimo braku polowań zwierzęta te wciąż starają się unikać obecności człowieka (Ryc. 6).

Wizja powrotu wilków na dawniej zasiedlane obszary wywołuje u wielu ludzi strach, ale to one obawiają się nas bardziej. Ponieważ większość terenów Europy jest w silnym stopniu zmodyfikowana przez działalność człowieka, wzorce zachowania, jak i wykorzystania przestrzeni przez wilki będą zależały bardziej od obecności człowieka, niż te, które zaobserwowaliśmy w Puszczy Białowieskiej. Dlatego też stopień antropopresji będzie ważny w kształtowaniu roli ekologicznej, jaką wilki mogą odgrywać w wielu rekolonizowanych przez nie regionach Europy [18]. Z drugiej jednak strony powrót wilków na dawniej zasiedlane obszary zmusza nas do nauczenia się koegzystencji z tymi dużymi drapieżnikami [19]. Planujemy, by nasze przyszłe badania skupiły się na lepszym zrozumieniu, jak ludzie wchodzą w interakcje z wilkami i jak to kształtuje ekologiczne znaczenie tych drapieżników.

PUBLIKACJE NAUKOWE IBS PAN CYTOWANE W TEKŚCIE:

- [1] Jędrzejewski W, Schmidt K, Theuerkauf J, Jędrzejewska B, Selva N, Zub K, Szymura L. 2002. Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Ecology* 83: 1341-1356.
- [2] Jędrzejewska B, Jędrzejewski W. 1998. Predation in vertebrate communities. The Białowieża Primeval Forest as a case study. Springer-Verlag, Berlin.
- [3] Kuijper DPJ, Jędrzejewska B, Brzeziecki B, Churski M, Jędrzejewski W, Żybuś H. 2010. Fluctuating ungulate density shapes tree recruitment in natural stands of the Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Vegetation Science* 21: 1082-1098.
- [4] Kuijper DPJ, Cromsigt JPGM, Jędrzejewska B, Miścicki S, Churski M, Jędrzejewski W, Kweclich I. 2010. Bottom-up versus top-down control of tree regeneration in the Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Ecology* 98: 888-899.
- [5] Churski M, Bubnicki JW, Jędrzejewska B, Kuijper DPJ, Cromsigt JPGM. 2017. Brown world forests: increased ungulate browsing keeps temperate trees in recruitment bottlenecks in resource hotspots. *New Phytologist* 214: 158-168.
- [6] Churski M, Charles-Dominique T, Bubnicki JW, Jędrzejewska B, Kuijper DPJ, Cromsigt JPGM. 2022. Herbivore-induced branching increases sapling survival in temperate forest canopy gaps. *Journal of Ecology* 110: 1390-1402.
- [7] Churski M, Kuijper DPJ, Semmelmayr K, Bond WJ, Cromsigt JPGM, Wang Y, Tristan Charles-Dominique T. 2024. Tree growth-forms reveal dominant browsers shaping the vegetation. *Functional Ecology* 38: 2027-2040.
- [8] Kuijper DPJ, Verwijmeren M, Churski M, Zbyryt A, Schmidt K, Jędrzejewska B, Smit C. 2014. What cues do ungulates use to assess predation risk in dense temperate forests?. *PLoS ONE* 9(1): e84607.
- [9] van Beeck Calkoen STS, Kreikenbohm R, Kuijper DPJ, Heurich M. 2021. Olfactory cues of large carnivores modify red deer behavior and browsing intensity. *Behavioral Ecology* 32: 982-992.
- [10] Kuijper DPJ, Bubnicki JW, Churski M, Mols B, van Hooft P. 2015. Context dependence of risk effects: wolves and tree logs create patches of fear in an old-growth forest. *Behavioral Ecology* 26: 1558-1568.
- [11] van Ginkel HAL, Kuijper DPJ, Schotanus J, Smit C. 2019. Wolves and tree logs: landscape-scale and fine-scale risk factors interactively influence tree regeneration. *Ecosystems* 22: 202-212.
- [12] Bubnicki JW, Churski M, Schmidt K, Diserens TA, Kuijper DPJ. 2019. Linking spatial patterns of terrestrial herbivore community structure to trophic interactions. *eLife* 8: e44937.
- [13] Diserens TA, Bubnicki JW, Schutgens E, Rokx K, Kowalczyk R, Kuijper DPJ, Churski M. 2021. Fossoriality in a risky landscape: badger sett use varies with perceived wolf risk. *Journal of Zoology* 313: 76-87.
- [14] Lazzeri L, Ferretti F, Churski M, Diserens TA, Oliveira R, Schmidt K, Kuijper DPJ. 2024. Spatio-temporal interactions between the red fox and the wolf in two contrasting European landscapes. *Scientific Reports* 14: 221.
- [15] Diserens TA, Churski M, Bubnicki JW, Zalewski A, Brzeziński M, Kuijper DPJ. 2022. Wolf risk fails to inspire fear in two mesocarnivores suggesting facilitation prevails. *Scientific Reports* 12: 16469.
- [16] Bubnicki JW, Churski M, Kuijper DPJ. 2016. TRAPPER: an open source web-based application to manage camera trapping projects. *Methods in Ecology and Evolution* 7: 1209-1216.
- [17] Kuijper DPJ, Sahlén E, Elmhagen B, Chamaillé-Jammes S, Sand H., Lone K., Cromsigt JPGM. 2016. Paws without claws? Ecological effects of large carnivores in anthropogenic landscapes. *Proceedings of the Royal Society B*: 283: 20161625.
- [18] Kuijper DPJ, Diserens TA, Say-Sallaz E, Kasper K, Szafrńska PA, Szweczyk M, Stępniaś KM. 2024. Wolves recolonize novel ecosystems leading to novel interactions. *Journal of Applied Ecology* 61(5): 906-921.
- [19] Kuijper DPJ, Churski M, Trouwborst A, Heurich M, Smit C, Kerley GJH, Cromsigt JPGM. 2019. Keep the wolf from the door: how to conserve wolves in Europe's human-dominated landscapes?. *Biological Conservation* 235: 102-111.



Ryc. 1. Migracje dużych ssaków są możliwe dzięki łączności ekologicznej (fot. R. Kowalczyk).

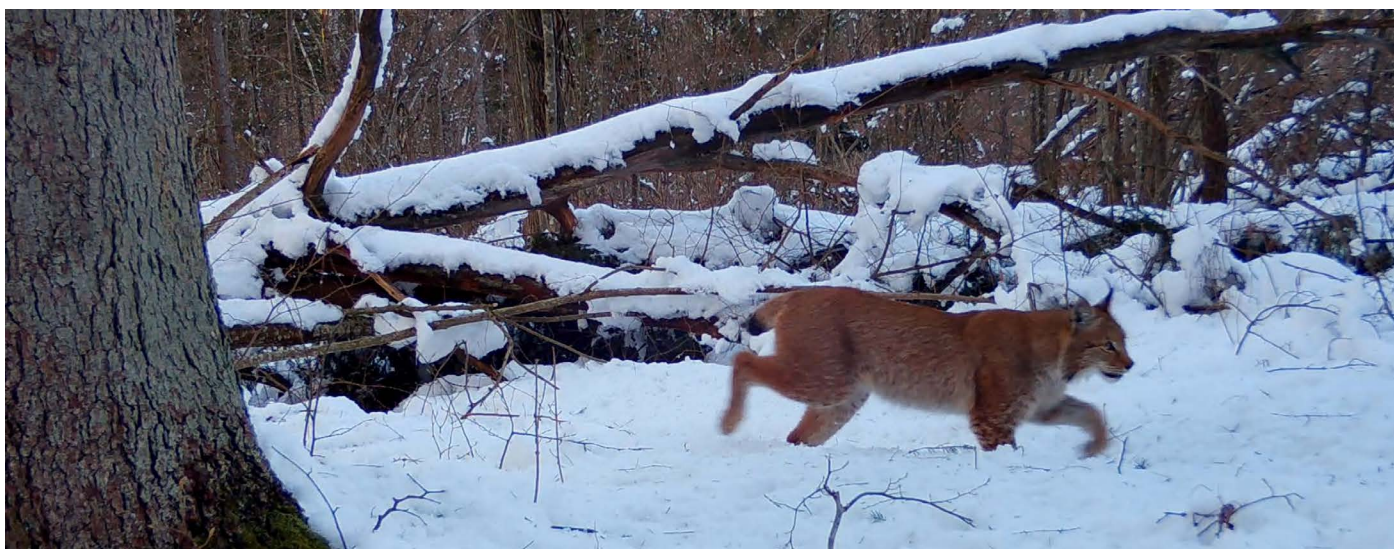
KRZYSZTOF SCHMIDT, MICHAŁ ŻMIHORSKI, TOMASZ SAMOJLIK

Rola korytarzy ekologicznych w zachowaniu ciągłości środowiskowej, zmienności genetycznej i trwałości populacji zwierząt

W erze zwanej Antropocenem, charakteryzującej się dominującym wpływem człowieka na środowisko, obserwujemy drastyczny kryzys bioróżnorodności: od zmniejszania się liczebności populacji poszczególnych gatunków, poprzez zanik różnorodności genetycznej, po zaburzenie funkcjonowania całych ekosystemów. Problem ten jest szczególnie dotkliwy w Europie, gdzie tereny uprawne i zurbanizowane w znacznym stopniu zastąpiły i pofragmentowały naturalne ekosystemy, przede wszystkim leśne. W obliczu znacznej fragmentacji naturalnych siedlisk leśnych kwestią kluczową jest utrzymanie przepływu osobników i genów między płatami środowiska, gdyż funkcjonujące w izolacji małe populacje stają się wyjątkowo podatne na losowe zaburzenia, wynikające z niekorzystnej struktury demograficznej lub genetycznej. Odizolowane płaty środowiska są często zbyt małe, aby pomieścić

populacje zwierząt zdolne do samodzielnego funkcjonowania (Ryc. 1). Dotyczy to zwłaszcza dużych drapieżników, które do życia wymagają ogromnych przestrzeni.

Na przykładzie badań w Puszczy Białowieskiej wiadomo, że zamieszkujące ją wilki tworzą zaledwie kilka rodzin, zaś cała populacja rysi może potencjalnie liczyć tu najwyżej dwadzieścia kilka osobników. Tak małe populacje mają szanse trwałego funkcjonowania jedynie wówczas, gdy występuje między nimi łączność. Jednocześnie istnieje szereg badań pokazujących dobitnie, że różne bariery w środowisku mają znaczący wpływ na populacje dzikich zwierząt. Na przykład badane za pomocą radiotelemetrii młode rysie, które próbowały opuścić Puszcę Białowieską w poszukiwaniu własnych terytoriów, przemieszczały się wzdłuż granicy lasu i wykorzystywały położone najbliżej siebie płaty zadrzewień, unika-



Ryc. 2. Badania wędrówek rysi prowadzone przez IBS PAN były impulsem do powstania projektu korytarzy ekologicznych.

jąc przy tym terenów otwartych (Ryc. 2). W Szwajcarii podobnymi barierami nie do przebycia dla rysia z populacji alpejskiej okazały się drogi ekspresowe i tereny zabudowane. Tereny intensywnie użytkowane rolniczo okazały się również nieprzekraczalną barierą dla młodej wilczycy, która w okresie dyspersji nie była w stanie wydostać się z Parku Narodowego Riding Mountain (stan Manitoba w Kanadzie). Jednocześnie badania genetyczne tej populacji wykazały, że wilki zasiedlające Park różnią się genetycznie od pozostałych wilków żyjących w tym samym stanie. Pokazuje to, że nawet w przypadku gatunku o dużej plastyczności ekologicznej, jakim jest wilk, bariery środowiskowe w istotny sposób wpływają na strukturę genetyczną populacji. Badań, które udowadniają negatywne oddziaływanie fizycznych barier w terenie na populacje zwierząt, jest coraz więcej, zaś wnioski z nich płynące przekonują, że bariery powodują ograniczenie liczebności i zmienności genetycznej odizolowanych populacji.

Wobec, wydawałoby się, nieodwracalnego rozczłonkowania i rozproszenia naturalnych środowisk, formą przeciwdziałania negatywnym skutkom izolacji może być przywrócenie łączności między nimi za pomocą korytarzy ekologicznych. Idea ta, mająca na celu umożliwienie przemieszczania się zwierząt między pofragmentowanymi płacami siedlisk, stanowi obecnie fundamentalny element strategii zachowania bioróżnorodności ekosystemów lądowych. Oprócz zapewnienia warunków do przemieszczania się zwierząt pomiędzy odizolowanymi populacjami w celu wzmocnienia istniejących populacji, rolą korytarzy ekologicznych jest także ułatwienie kolonizacji nowych, niezamieszkanych dotąd obszarów. Ma to na celu utworzenie efektywnie działających, dużych meta-populacji zwierząt, aby zwiększyć szanse ich przetrwania.

Odpowiednio zaplanowana sieć korytarzy powinna pozwolić na ukierunkowanie działań związanych z minimalizacją wpływu infrastruktury drogowej na ciągłość ekologiczną. Powinna być również narzędziem pomocnym w planowaniu zagospodarowania przestrzennego, uwzględniającego potrzeby efektywnej ochrony przyrody.

W tym kontekście rola nauki, oprócz zdobywania wiedzy w celu lepszego zrozumienia życia na Ziemi, polega na przekazywaniu jej zdobyczy społeczeństwu, aby zapewnić jego zrównoważony rozwój. Dlatego misją Instytutu Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk jest nie tylko pogłębianie i upowszechnianie wiedzy dotyczącej biologii ssaków, ale też zapewnienie naukowego wsparcia dla działań praktycznych w zakresie ochrony przyrody i zarządzania populacjami zwierząt. Wyniki badań naukowych prowadzonych w Instytucie znajdują zastosowanie w programach ochrony gatunków zwierząt, obszarów chronionych, a także umożliwiają wypracowanie zasad łagodzenia konfliktów między gospodarką człowieka i ochroną środowiska.

Jednym z takich praktycznych zastosowań naszych badań jest sieć korytarzy ekologicznych opracowana w latach 2005–2011 we współpracy ze Stowarzyszeniem dla Natury „Wilk” oraz Pracownią na Rzecz Wszystkich Istot (Ryc. 3). Głównym celem wyznaczenia sieci korytarzy było przeciwdziałanie izolacji obszarów przyrodniczo cennych, umożliwienie migracji zwierząt i roślin w skali Polski i Europy oraz ochrona i odbudowa różnorodności biologicznej. Impulsem do tego przedsięwzięcia okazały się badania rozmieszczenia, użytkowania przestrzeni, kierunków i zasięgu wędrówek oraz przepływu genów w populacjach wilków i rysi. Sieć korytarzy zapewniających ciągłość ekologiczną stanowi bowiem kluczowy



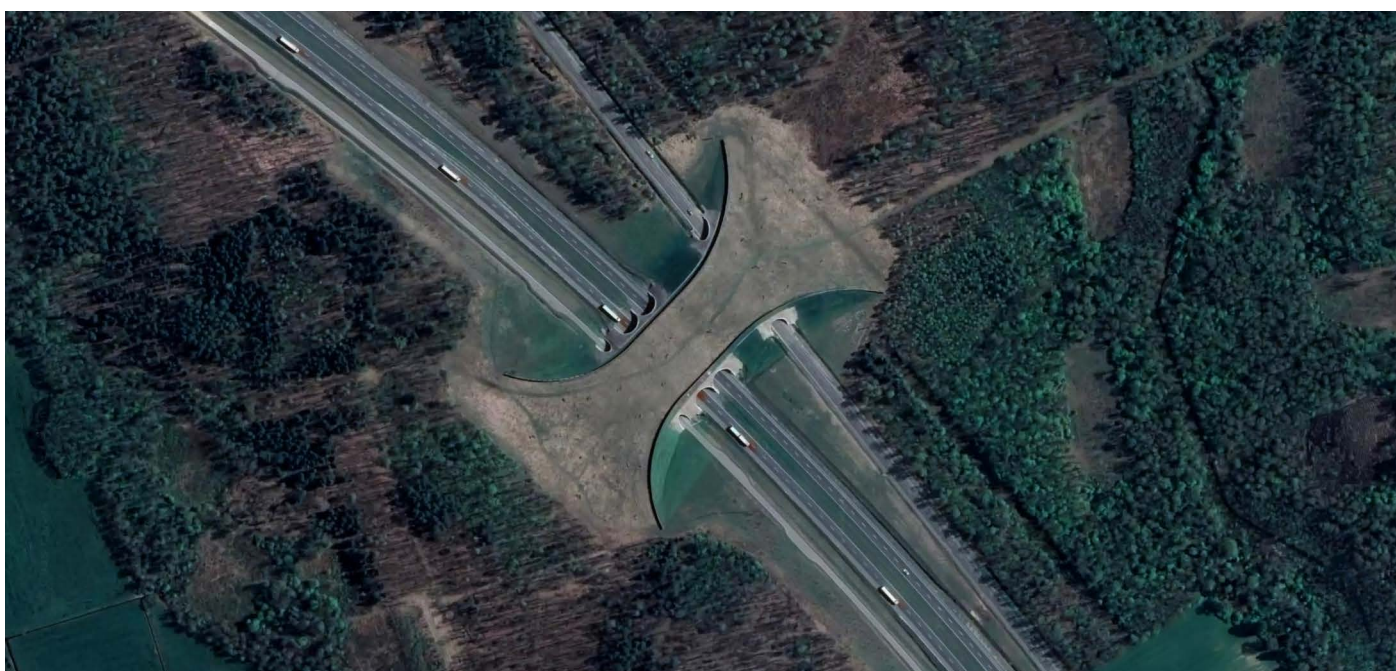
Ryc. 3. Projekt korytarzy ekologicznych opracowanych w Instytucie Biologii Ssaków PAN (Jędrzejewski i in. 2011).

element ochrony dużych zwierząt, potrzebujących do życia dużych przestrzeni i funkcjonujących dzięki długodystansowym migracjom i przepływowi genów między populacjami.

Idea sieci korytarzy ekologicznych stanowi efekt kilkunastu lat badań nad dużymi drapieżnikami z wykorzystaniem telemetrii, analiz genetycznych i środowiskowych, które wykazały, że fragmentacja środowiska prowadzi nieuchronnie do degradacji genetycznej populacji zwierząt, zakłóca ich naturalne funkcjonowanie i zagraża ich trwałemu istnieniu. Dzięki zastosowaniu narzędzi systemu informacji geograficznej (GIS) do analiz danych o przestrzennym rozmieszczeniu zwierząt i środowisk powstała sieć, która swym zasięgiem objęła zarówno ważne obszary przyrodnicze,

jak i korytarze łączące je w jedną ekologiczną całość. Co ważne, korytarze łączą się z innymi cennymi obszarami położonymi przy granicy w krajach sąsiadujących z Polską.

Projekt korytarzy ekologicznych opracowany w IBS PAN bardzo szybko został włączony w system zagospodarowania przestrzennego kraju, a także planowania i rozbudowy dróg i autostrad, dynamicznie rozwijających się po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Stał się on praktycznym narzędziem służącym ochronie siedlisk i gatunków zagrożonych fragmentacją środowiska. Przebieg korytarzy jest analizowany i uwzględniany w różnego rodzaju inwestycjach, polegających na rozbudowie infrastruktury i przedsięwzięciach związanych z zabudową terenu. Tak więc plany takich inwestycji muszą uwzględniać ich możliwy wpływ na ciągłość ekologiczną środowiska – sieć korytarzy ekologicznych – oraz zawierać sposoby łagodzenia ich negatywnego oddziaływania. Jadąc autostradami i drogami ekspresowymi, co kilkanaście-kilkadziesiąt kilometrów przejeżdża się pod przejściami dla zwierząt, które zostały wyznaczone właśnie w miejscach przecinających korytarze ekologiczne (Ryc. 4). Przejścia te rekompensują przynajmniej w minimalnym stopniu fragmentację środowiska, ułatwiając zwierzętom pokonywanie tych nieprzekraczalnych barier. Rolą korytarzy ekologicznych jest nie tylko zachowanie ciągłości ekologicznej, ale też zmniejszenie liczby wypadków z udziałem dużych zwierząt na drogach, dzięki lokalizowaniu przejść w miejscach o nasilonych migracjach zwierząt. Uwzględnianie sieci korytarzy w planach zagospodarowania przestrzennego krajobrazu może również przy-



Ryc. 4. Przejścia dla zwierząt przez drogi ekspresowe lokalizowane są w miejscach przecinania korytarzy ekologicznych. Na zdjęciu przejście górne nad drogą ekspresową S8 (fot. Google Earth).



Ryc. 5. Leśne korytarze ekologiczne ułatwiły wilkom ponowne zasiedlenie obszarów na zachodzie Polski i przywrócenie ich roli w ekosystemie (fot. Archiwum IBS PAN).

czynić się do zmniejszenia skali konfliktów powodowanych przez duże zwierzęta, pojawiające się w obszarach zdominowanych przez działalność człowieka.

Mimo iż projekt korytarzy ekologicznych jest od dawna brany pod uwagę w rozmaitych opracowaniach planistycznych związanych z oddziaływaniem przedsięwzięć na środowisko, po niemal 15 latach powstała potrzeba jego aktualizacji i dostosowania do dynamicznie rozwijającej się sieci dróg i przekształceń krajobrazów w całej Polsce. Ponadto, z racji szybkiego rozwoju technologii, w tym zaawansowanych algorytmów statystycznych, które umożliwiają coraz lepsze identyfikowanie łączności ekologicznej, obecnie wyznaczenie korytarzy ekologicznych można przeprowadzić bardziej precyzyjnie. Metody te pozwalają efektywnie wykazać łączność środowiskową i skuteczniej zlokalizować miejsca wymagające aktywnego odtwarzania łączności. Stosując nowoczesne algorytmy statystyczne identyfikujące łączność ekologiczną można też tworzyć dynamiczne aplikacje, których późniejsza aktualizacja, wynikająca np. z rozbudowy infrastruktury, będzie łatwiejsza i przeprowadzana w dużej mierze automatycznie, gdyż łączność będzie automatycznie przeliczana, bazując na nowszych danych przestrzennych.

Do tej pory wymiernym i obserwowalnym efektem funkcjonowania sieci korytarzy ekologicznych, systemu przejść dla zwierząt i minimalizowania barier na szlakach ich wędrówek była

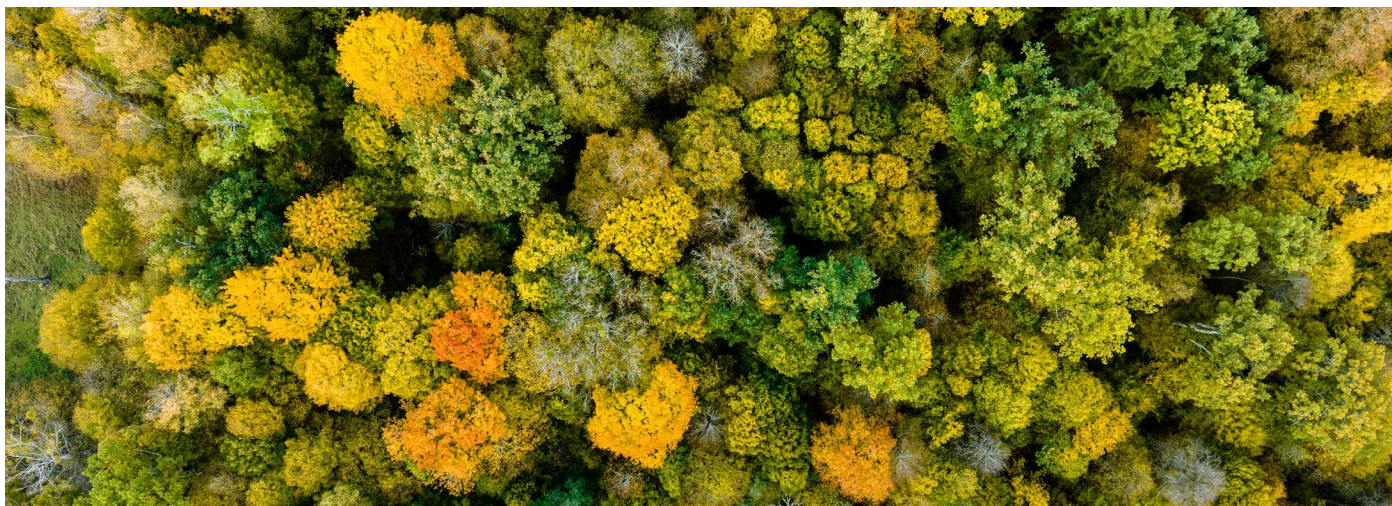
rekolonizacja Polski przez wilki (Ryc. 5). Drapieżniki te, występujące jeszcze 20 lat temu jedynie w dużych kompleksach leśnych na wschodzie i południu Polski, powróciły na dawniej zasiedlane obszary, gdzie odtwarzają swoją ekologiczną rolę w ekosystemach. Nowy projekt związany z korytarzami ekologicznymi ma na celu stworzenie solidnych podstaw naukowych dla prawnej ochrony korytarzy ekologicznych w Polsce, a jego wyniki będą miały istotne znaczenie zarówno dla zachowania bioróżnorodności, jak i zrównoważonego rozwoju kraju, przyczyniając się do lepszego zarządzania zasobami przyrodniczymi oraz minimalizacji negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko.

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym liczba punktów stykowych pomiędzy działalnością człowieka a potrzebami ochrony świata natury wciąż rośnie, zwłaszcza w kontekście narastającej antropopresji i zmian klimatycznych. Rośnie też liczba sytuacji konfliktowych. Współcześnie nie ma już wątpliwości, że bez wsparcia nauki nie poradzimy sobie ze wszystkimi tego typu problemami. Instytut Biologii Ssaków PAN aktywnie pomaga w ich rozwiązywaniu.

prof. dr hab. Krzysztof Schmidt,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża

dr hab. Michał Żmihorski,
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża

dr hab. Tomasz Samojlik
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża



Ryc. 1. Popularyzacja wiedzy jest ważnym elementem działalności IBS PAN (fot. R. Kowalczyk).

TOMASZ SAMOJLIK

Odkrywamy przyrodę!

Popularyzacja nauki w Instytucie Biologii Ssaków PAN w Białowieży

Współczesnym paradoksem jest to, że nowoczesne media oferują niemal nieograniczony dostęp do wiedzy, jednocześnie zalewając odbiorców niefiltrowaną mieszanką faktów i fałszywych informacji. Co gorsza, według wykonanych na zlecenie Komisji Europejskiej badań Zrzeszenia Europejskich Akademii Nauk (ALLEA), zauważalny jest współcześnie trend sceptycyzmu wobec faktów naukowych i utrata zaufania wobec wiedzy eksperckiej. Konieczne jest więc wypracowanie nowych mechanizmów pokazujących wagę, użyteczność i znaczenie wiedzy naukowej, zwłaszcza wśród dzieci i młodzieży, które to grupy są najbardziej narażone na manipulację za pośrednictwem mediów społecznościowych. Dlatego popularyzacja i promocja nauki jako najpewniejszego narzędzia do interpretacji rzeczywistości stają się współcześnie nie mniej ważną częścią misji naukowca niż prowadzenie badań i publikowanie wyników w specjalistycznych czasopismach naukowych.

Obecne wyzwania środowiskowe, takie jak zmiany klimatu, utrata bioróżnorodności czy degradacja ekosystemów, wymagają, aby naukowcy aktywnie uczestniczyli w edukowaniu społeczeństwa i wspieraniu świadomej polityki ekologicznej. Badania naukowe dostarczają cennych informacji o funk-

cjonowaniu ekosystemów, zależnościach między gatunkami i wpływie działalności człowieka na środowisko. Jednak jeśli wyniki tych badań nie zostaną skutecznie przekazane opinii publicznej, ich potencjalny wpływ może zostać ograniczony. Społeczeństwo powinno mieć dostęp do rzetelnej wiedzy, aby podejmować świadome decyzje dotyczące ochrony przyrody i zrównoważonego rozwoju.

Od początku swojego istnienia Instytut Biologii Ssaków PAN pełni misję pogłębiania i upowszechniania wiedzy dotyczącej biologii ssaków oraz zapewnienia naukowego wsparcia dla działań praktycznych w zakresie ochrony przyrody i zrównoważonego rozwoju (Ryc. 1). Obok prowadzenia badań naukowych dotyczących różnych aspektów biologii ssaków, publikowania ich efektów w międzynarodowych czasopismach naukowych czy prowadzenia kształcenia na poziomie akademickim, popularyzacja wiedzy o przyrodzie jest znaczącą częścią obowiązków pracowników naukowych Instytutu. Poczynione przez nich odkrycia na trwałe weszły do kanonu nauk biologicznych i cieszą się międzynarodowym uznaniem. Jednocześnie IBS PAN posiada wieloletnie doświadczenie w realizacji projektów edukacyjnych i popularyzujących naukę wśród różnych grup wiekowych.



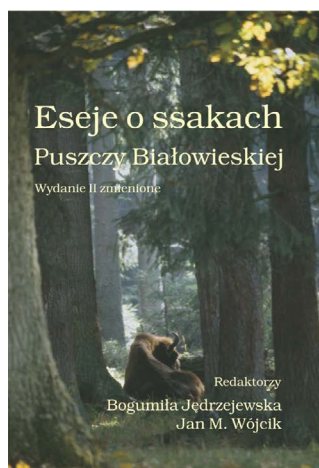
jak daleko psu do wilka?

Ryc. 2. Logo projektu „Jak daleko psu do wilka?” w ramach „Uniwersytetu Młodego Odkrywcy” (2017).

Co roku pracownicy wygłaszają wykłady popularnonaukowe i uczestniczą w lokalnych działaniach edukacyjnych. Sam Instytut realizuje też projekty popularyzatorskie, jak fundowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i skierowane do uczniów szkół różnego szczebla projekty „e-Przyrodnik. Bio-różnorodność zespołów dużych ssaków leśnych południowego Podlasia”, w ramach przedsięwzięcia „Ścieżki Kopernika” (lata 2013–2014), czy „Jak daleko psu do wilka?”, w ramach „Uniwersytetu Młodego Odkrywcy” (2017 – Ryc. 2).

Od 2019 r. Instytut jest krajowym koordynatorem oraz członkiem międzynarodowego zespołu współtworzącego projekt MammalNet (www.mammalnet.com/pl), mający na celu promocję nauki obywatelskiej (Citizen science) i rozpowszechnianie wiedzy naukowej w sposób przyjazny i zrozumiały dla przeciętnego obywatela. Temu też służyło zdigitalizowanie zasobów naukowych IBS PAN i udostępnienie ich w otwartym dostępie, w ramach projektu „e-Puszcza. Podlaskie przyrodnicze repozytorium danych naukowych”, oraz uruchomienie aplikacji umożliwiających każdemu zainteresowanemu włączenie się w proces współtworzenia nauki i rejestrację własnych obserwacji dzikich gatunków roślin i zwierząt: iMammalia, BioLoc, MammalWeb, Obcy.

Zrealizowany w latach 2022–2023 projekt „Białowieskie Odkrycia” miał na celu budowę pozytywnego wizerunku nauki i wzmocnienie zaufania do wyników badań naukowych na bazie najważniejszych odkryć poczynionych przez pracowników Instytutu Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk na przestrzeni ponad 70 lat istnienia placówki. W ramach projektu powstało dziesięć krótkich filmów o odkryciach naukowych IBS PAN, o głównym miejscu badań – Puszczy Białowieskiej, a także o samym Instytucie (cały cykl dostępny jest pod linkiem <https://tinyurl.com/ycxj89rh>). Filmom towarzyszyła seria dziesięciu infografik i dziesięciu jednokadrowych komiksów naukowych poświęconych poszczególnym tematom.



Ryc. 3. Okładki wydanych przez IBS PAN książek popularyzujących naukę – „Eseje o ssakach Puszczy Białowieskiej” (red. B. Jędrzejewska i J.M. Wójcik, Białowieża 2010) oraz „Ostatni żubr” (T. Samojlik, Białowieża 2011).

Poza pracami naukowymi pracownicy Instytutu publikują również artykuły i książki popularyzujące naukę i prowadzone przez siebie badania. Doskonałym przykładem może być zbiór „Eseje o ssakach Puszczy Białowieskiej”, prezentujący w formie krótkich esejów naukowych najważniejsze osiągnięcia IBS PAN. Do nieco młodszych czytelników skierowany był wydany przez IBS PAN komiks „Ostatni żubr”, przedstawiający historię wyginiecia i restytucji żubra w Puszczy Białowieskiej (Ryc. 3).

Infografiki i komiksy naukowe zostały w ostatnich latach zaprzęgnięte do popularyzowania osiągnięć naukowych IBS PAN. Z ich pomocą można w prosty i zrozumiały sposób wyjaśnić nawet złożone pojęcia i koncepcje, jak krajobraz strachu czy gatunek uchodźca (Ryc. 4).



Ryc. 4. Infografika przedstawiająca znaczenie żubra jako gatunku kluczowego dla zachowania bioróżnorodności (rys. T. Samojlik).

NUMER SPECJALNY

Znaczna część z publikowanych corocznie artykułów autorstwa pracowników IBS PAN doczekała się swojej popularnej wersji, zamieszczanej następnie w mediach społecznościowych i na stronie internetowej IBS PAN oraz w serwisach naukowych, jak np. Nauka w Polsce (zob. Ryc. 5). Pracownicy Instytutu corocznie udzielają kilkudziesięciu wywiadów dla polskich i zagranicznych mediów na temat badań naukowych oraz zagadnień związanych z ochroną przyrody.

Od 2024 r. w IBS PAN nagrywany jest podcast „Naukowe Radio Białowieża”, którego celem jest przedstawianie naukowców związanych z Instytutem oraz Puszcą Białowieżą, prezentowanie – w zrozumiałej dla szerokiego ogółu odbiorców formie – wyników ich badań, ale też zagłębienie za kulisy ich fascynacji naukowych (Ryc. 6).

Rosnąca lista badań wskazuje, że popularyzacja nauki za pomocą tradycyjnych (prasa) i nowoczesnych mediów (media społecznościowe, podcasty) ma swoje przełożenie na wzrost rozpoznawalności komunikowanych w ten sposób prac badawczych oraz liczby cytowań przybliżanego artykułu naukowego. Cytowanie jest zaś główną formą weryfikacji jakości i znaczenia pracy naukowej.

Co więcej, popularyzacja prowadzona w możliwie różnorodnych formach i za pomocą odmiennych mediów pozwala zapoznać szeroki ogół społeczeństwa z realizowanymi badaniami. Ma to znaczenie w kontekście nie tylko wspomnianego kryzysu zaufania do nauki i zalewu odbiorców fałszywymi informacjami, ale też dyskusji nad utylitarnymi zastosowaniami badań naukowych. Popularyzacja wyników badań naukowych odgrywa wreszcie niebagatelną rolę w uświadamianiu społeczeństwu, jak istotne jest utrzymywanie dobrze funkcjonującej, nowoczesnej nauki z budżetu państwa. Bo bez tej właśnie dobrze funkcjonującej i nowoczesnej nauki będzie nam, jako społeczeństwu, niezwykle trudno stawić czoła współczesnym wyzwaniom. Bez nauki trudno sobie wyobrazić, jak poradzimy sobie ze skutkami zmian klimatu, z walką z chorobami, w tym za pomocą szczepionek, z problemem wszechobecnych śmieci, w tym mikroplastiku, czy z regeneracją wód.

dr hab. Tomasz Samojlik
Instytut Biologii Ssaków PAN, Białowieża



Ryc. 5. Komiks naukowy na bazie artykułu o filogeografii łasicy w Europie (rys. T. Samojlik).



Ryc. 6. Winieta i okładki trzech pierwszych odcinków podcastu „Naukowe Radio Białowieża”.