

Załącznik 3a

Do wniosku z dnia 15.05.2023

O przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

**Autoreferat**

**Dr Grzegorz Szymon Neubauer**

Wrocław-Białowieża 2023

### 1. Imię i nazwisko

Grzegorz Szymon Neubauer

### 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2001 tytuł magistra, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, kierunek biologia, specjalność biologia środowiskowa. Praca magisterska pt. „Występowanie i pokarm płomykówki *Tyto alba* na Ziemi Chełmińskiej” wykonana pod kierunkiem dra hab. Andrzeja Przystalskiego, prof. UMK

2006 stopień doktora nauk biologicznych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi (Studium Doktoranckie Biologii na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi). Praca doktorska pt. „Hybrydyzacja i ekologia rozrodu mew z kompleksu mewy srebrzystej-białogłowej *Larus argentatus-cachinnans* na Zbiorniku Włocławskim”, promotor: dr hab. Andrzej Przystalski, prof. UMK. Recenzenci: dr hab. Jan Taylor, prof. UwB, dr hab. Tadeusz Pawlikowski, prof. UMK

### 3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

2004–2007: Zakład Ornitologii PAN, starszy laborant (październik 2004–marzec 2005), asystent (kwiecień 2005–czerwiec 2006), od lipca 2006 adiunkt

2007–2015: Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Stacja Ornitologiczna, Gdańsk, adiunkt

2015–do chwili obecnej: Pracownia Biologii Lasu, Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski, adiunkt

### 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

#### 4.1a) Tytuł osiągnięcia naukowego nr 1

Ocena liczebności ptaków leśnych z wykorzystaniem modeli hierarchicznych: znaczenie doboru protokołu terenowego i modelu w kontekście niepełnej wykrywalności i aktywności zależnej od zagęszczenia

**Pierwsze z osiągnięć naukowych** stanowi cykl czterech prac opublikowanych w otwartym dostępie, poświęconych zagadnieniom związanym z oceną parametrów stanu populacji (rozpowszechnienie, liczebność) terytorialnych, śpiewających ptaków leśnych z wykorzystaniem modeli hierarchicznych. Prace koncentrują się na kwestiach niepełnej wykrywalności, aktywności zależnej od zagęszczenia i doboru modelu adekwatnego do protokołu prowadzenia badań terenowych. Wnioski z nich płynące prowadzą do konkretnych zaleceń metodycznych, dotyczących zarówno prac terenowych, jak i późniejszych oszacowań liczebności. Jestem pierwszym i korespondencyjnym autorem wszystkich prac. Oświadczenia współautorów znajdują się w załącznikach 5-1 do 5-3, a prace w załącznikach 6-1 do 6-4.

#### 4.1b) Wykaz publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy

1. **Neubauer G.**, Sikora A. 2013. Detection probability of the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis* during quick, multiple surveys: a case study in an isolated population in northern Poland. *Ornis Fennica* 90: 211–221.

IF<sub>2013</sub>: 0,667 (IF 5-letni: 1,116), liczba cytowań wg: WoS: 1, Google Scholar: 6.

*Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaprojektowaniu protokołu liczeń terenowych, udziale w pracach terenowych, zaprojektowaniu i wykonaniu analizy (dopasowanie modeli do danych z liczeń), przygotowanie i korektę ostatecznej wersji maszynopisu.*

2. **Neubauer G.**, Sikora A. 2020. Abundance estimation from point counts when replication is spatially intensive but temporally limited: comparing binomial *N*-mixture and hierarchical distance sampling models. *Ornis Fennica* 97: 131–148.

IF<sub>2020</sub>: 0,853 (IF 5-letni: 1,116), liczba cytowań wg: WoS: 3, Google Scholar: 3.

*Mój wkład w powstanie pracy obejmował zaplanowanie protokołu liczeń terenowych, zaprojektowanie i przeprowadzenie analizy wyników (dopasowanie modeli do danych z liczeń oraz zaprojektowanie i wykonanie symulacji) a także napisanie i korektę ostatecznej wersji maszynopisu.*

3. **Neubauer G.**, Wolska A., Rowiński P., Wesołowski T. 2022. *N*-mixture models estimate abundance reliably: a field test on Marsh Tit using time-for-space substitution. *Ornithological Applications* 124: 1–13.

<https://doi.org/10.1093/ornithapp/duab054>.

IF<sub>2022</sub>: 3,043 (IF 5-letni: 3,102), liczba cytowań wg: WoS: 1, Google Scholar: 1

*Mój wkład w powstanie pracy polegał na postawieniu hipotez, współudziale w wyekstrahowaniu danych archiwalnych, współudziale w badaniach terenowych (lata 2016–2019), współudziale w przygotowaniu danych do analizy i przeprowadzeniu analizy (dopasowanie modeli do danych z liczeń), zaprojektowaniu i wykonaniu symulacji, przygotowaniu i korekcie maszynopisu.*

Z powodu śmierci prof. T. Wesołowskiego w lipcu 2021, przed opublikowaniem pracy, nie jest możliwe dołączenie jego oświadczenia. Brał on udział w badaniach terenowych i przygotowaniu maszynopisu oraz pierwszej jego rewizji.

4. **Neubauer G.**, Sikora A. 2023. Heterogeneity in song rates in the Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*) explained with the availability parameter in generalized binomial *N*-mixture models: Its importance for abundance estimates in avian aural counts. *Avian Research* 14: 100080. <https://doi.org/10.1016/j.avrs.2023.100080>

IF<sub>2023</sub> -, IF<sub>2022</sub>: 2,043 (IF 5-letni: 1,928). liczba cytowań: 0 (praca opublikowana 1 lutego 2023)

*Mój wkład w powstanie pracy obejmował postawienie hipotez, zaprojektowanie*

*protokołu powtarzanych liczeń, udział w pracach terenowych, zaprojektowanie i wykonanie analizy (dopasowanie modeli do danych z liczeń), napisanie i korektę ostatecznej wersji maszynopisu.*

Sumaryczny IF czasopism wg JCR: 6,606 (5-letni: 7,262)

#### **4.1c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

Liczebność populacji, wraz z czynnikami ją warunkującymi, to wiodący temat badań ekologicznych (Krebs 2013). Ma ona fundamentalne znaczenie dla znajomości jej dynamiki w czasie, wpływu zmian środowiskowych, a więc także w ochronie przyrody i zarządzaniu populacjami (Williams i in. 2002). Jednak, o ile dane o liczebności względnej dają się łatwo pozyskać i są wystarczające do charakterystyki trendów zmian populacji (np. w badaniach monitoringowych), ocena *faktycznej* liczebności populacji stanowi jedno z centralnych zagadnień ekologii od wielu dziesięcioleci. Mimo upływu lat metody służące jak najlepszemu jej oszacowaniu są nadal intensywnie rozwijane (Dénes i in. 2015, Kéry & Royle 2016, 2021, Kellner i in. 2023). Ptaki, jako zwierzęta skryte i mobilne stanowią przykład grupy, w której wiele gatunków wymyka się metodycznie prostym ocenom liczebności – są one trudne w przypadku większości dziko żyjących ptasich populacji. Zwykle, populacje te mają zbyt rozległe areale i są zbyt liczne, by możliwe było skontrolowanie wszystkich miejsc występowania gatunku i dokładne ich policzenie. O ile z pierwszym z tych problemów skutecznie radzi sobie metodyka sondażowa, o tyle drugi z nich – tzw. błąd wykrywalności (*detection error*) – ma wiele źródeł. Najczęściej przybiera on formę niepełnej wykrywalności i tzw. nadmiarowej frekwencja wyników zerowych (*zero inflation*). Niepełna wykrywalność to niewykrycie gatunku, jeśli faktycznie jest on obecny albo niewykrycie wszystkich z obecnych osobników (tzw. *false negatives*; zjawisko odwrotne, *false positives* również ma miejsce, lecz jest niepomernie rzadsze). Liczba osobników wykrytych w trakcie kontroli terenowych zależy od ich faktycznej liczebności i wykrywalności. Zjawisko to jest pomijalne jedynie w rzadkich przypadkach gatunków łatwych do wykrycia (np. bocian biały *Ciconia ciconia*) lub/i występujących na terenach o małej liczbie potencjalnych, a łatwych do spenetrowania siedlisk (np. łabędź niemy *Cygnus olor* na obszarach z małą liczbą zbiorników wodnych). W przypadku większości gatunków wróblowych Passeriformes o względnie wysokiej liczebności w środowiskach leśnych czy w krajobrazie rolniczym, niepełna wykrywalność – pomijanie niektórych osobników w trakcie badań terenowych – jest zjawiskiem powszechnym (MacKenzie & Kendall 2002). Prowadzi to do sytuacji, w której wyniki nieuwzględniające tego faktu należy raczej nazwać danymi „wykrycia-niewykrycia” (*detection-nondetection*) niż danymi „obecności-braku” (*presence-absence*), za jakie do niedawna powszechnie uchodziły. Gdziekolwiek prawdopodobieństwo wykrycia jest niższe niż 100%, naiwna (nieskorygowana) liczebność lub częstość występowania (rozpowszechnienie, prewalencja) gatunku będą zaniżone (Sólymos i in. 2012). Starsze metody radzenia sobie z tym zjawiskiem u terytorialnych ptaków wróblowych z pominięciem aparatu statystycznego obejmują np. kombinowaną metodę kartograficzną (Tomiałojć 1980), dziś używaną już w niewielu długoterminowych badaniach (np. Wesołowski i in. 2022) z powodu swej pracochłonności, która wyklucza stosowanie jej na obszarach większych niż kilkadziesiąt ha. Istotą tego podejścia jest przyjęcie, że skumulowana wykrywalność po kilku powtórzonych kontrolach (co najmniej 8–10 razy/sezon) jest bliska 1. Mapowanie stwierdzeń podczas kontroli terenowych umożliwia wykreślenie minimalnej liczby „papierowych” terytoriów. Wykorzystuje się tu powtarzające się w jednej okolicy

obserwacje i stwierdzenia równocześnie śpiewających samców. Jednak, testy tej metody wykonano dla niewielu gatunków, wykazując albo jej zgodność z rzeczywistą liczbą par/gniazd/terytoriów samotnych samców (równolegle intensywnie wyszukiwanych; świstunka *Phylloscopus sibilatrix*, pierwiosnek *Ph. collybita*, strzyżyk *Troglodytes troglodytes*, Tomiałojć 1980) albo – częściej – zaniżanie liczebności (śpiewak *Turdus philomelos*, Tomiałojć & Lontkowski 1989, muchołówka białoszysza *Ficedula albicollis*, Walankiewicz i in. 1997, grubodziób *Coccothraustes coccothraustes*, Tomiałojć 2004, drozdy *Turdus* spp., Löhmus 2022). Mimo ogromnego wysiłku związanego z pracami terenowymi i opracowaniem wyników, metoda ta dla większości leśnych gatunków wróblowych dostarcza liczebności minimalnych – nie wiadomo czy i jak odległych od rzeczywistych – a więc raczej wskaźników liczebności niż liczebności bliskich rzeczywistym.

Idea korygowania oszacowań liczebności o niepełną wykrywalność z zachowaniem rygoru statystycznego (formalnej oceny niepewności parametrów) przy jednoczesnej redukcji wysiłku na prace terenowe poskutkowało dynamicznym rozwojem modeli hierarchicznych w ekologii, służących szacowaniu prawdopodobieństwa występowania i liczebności na podstawie danych wykrycia-niewykrycia gatunku i danych z liczeń osobników (Buckland i in. 2001, MacKenzie i in. 2006, Royle & Dorazio 2008, Kéry & Schaub 2012, Kéry & Royle 2016, 2021). „Hierarchia” oznacza w tym przypadku, że modele te stanowią złożenie dwóch lub większej liczby modeli cząstkowych, z których – w najprostszym ujęciu – jeden odpowiada za prawdopodobieństwo wykrycia, a drugi – za liczebność (lub obecność, *occupancy*), która jest korygowana o osobniki obecne, lecz niewykryte (lub obecność, skorygowaną o stanowiska zasiedlone, na których gatunek nie został wykryty) w trakcie badań. Prawdopodobieństwo wykrycia osobnika szacowane jest z wykorzystaniem dwóch podejść. Głównym założeniem pierwszego z tych podejść jest, że populacja (osobniki lub/i stanowiska) jest zamknięta w trakcie trwania badań i ta sama pula osobników (lub stanowisk zasiedlonych w przypadku obecności gatunku) jest eksponowana na wykrycie podczas każdej kontroli. Zatem, ewentualne różnice w wynikach liczeń podczas powtarzanych kontroli wynikają z błędów wykrywalności. Podejście to zastosowane jest w modelach występowania (*occupancy models*) w wersji statycznej (jednosezonowej, MacKenzie i in. 2003) i dynamicznej (wielosezonowej; populacje zamknięte jedynie w trakcie „sezonów”, otwarte pomiędzy nimi, co pozwala oszacować parametry dynamiki, MacKenzie i in. 2006) i oraz w modelach liczebności (*abundance models*) w takich samych dwóch wersjach (Royle 2004, Dail & Madsen 2011). W przypadku danych z liczeń osobników, wersja statyczna to powszechnie stosowany model mieszanek (*binomial N-mixture model*, Royle 2004) i jego pochodne (Dénes i in. 2015), któremu poświęciłem dwie z czterech prac w cyklu stanowiącym osiągnięcie nr 1. Drugie z tych podejść wykorzystuje spadek wykrywalności wraz z odległością obiektu (np. osobnika) od obserwatora (*distance sampling*, w jęz. polskim tzw. metodyka transektowa, Buckland i in. 2001). Korekta ta odbywa się poprzez oszacowanie parametrów krzywej opisującej ten spadek, na podstawie znanych, notowanych w trakcie badań odległości do wykrytych obiektów (np. osobników) i wyznaczenie tzw. efektywnego promienia (w przypadku punktów, lub efektywnej odległości w przypadku transektów) wykrycia. To z kolei umożliwia wyliczenie efektywnego obszaru nasłuchu będącego funkcją (głównie, ale nie jedynie) głośności śpiewu gatunku i w rezultacie faktycznego zagęszczenia.

Dynamiczny rozwój tej gałęzi ekologii skutkuje powstawaniem i publikowaniem nowszych, udoskonalonych wersji modeli hierarchicznych dostępnych dla badaczy. Jednak, mimo, że większość tych modeli ma rygorystyczne założenia, które powinny być

spełnione przez dane z liczeń poddawane modelowaniu, wiele z założeń przetestowano dotychczas pobieżnie lub wcale, mimo, że znana jest wrażliwość modeli hierarchicznych na niespełnienie założeń (Barker i in. 2017, Link i in. 2018, Kéry & Royle 2016, Fogarty & Fleishman 2021). Dotyczy to również podstawowego modelu mieszanek (*binomial N-mixture model*, Royle 2004), od niemal dwóch dekad stosowanego powszechnie na całym świecie do szacowania zagęszczeń z wyników liczeń z punktów obserwacyjnych. Stąd wzięła się nazwa funkcji dopasowującej ten model do danych: *pcount()* (biblioteka *unmarked* w środowisku R), która ma swoje źródło w terminie „point count”. Dzięki prostocie tego modelu i łatwości uzyskiwania danych przezeń wymaganych, praca J.A. Royle’a z 2004 roku prezentująca ten model ma ponad 960 cytowań według CrossRef (stan na maj 2023). Krótkie, powtarzane liczenia, i estymacja zagęszczeń/liczebności z pomocą modeli hierarchicznych mają ogromny potencjał dzięki możliwości znacznej redukcji wysiłku terenowego w porównaniu z podejściem tradycyjnym (jak wspomniana wyżej metoda kartograficzna), jednak szacowanie zagęszczeń lub liczebności z wyników takich liczeń wymaga ostrożności. Ze względu na wrażliwość modeli hierarchicznych na niespełnienie założeń, wyniki odpowiednio wykonanych kontroli (liczeń) terenowych wymagają modelu hierarchicznego właściwie dobranego do protokołu terenowego by uzyskać wiarygodne oszacowania zagęszczeń. Osiągnięcie numer 1 koncentruje się na testach modelu mieszanek w specyficznych sytuacjach niespełnienia wybranych założeń oraz na dotychczas mało zbadanej kwestii związanej z aktywnością zależną od zagęszczenia i jej skutkach dla ocen liczebności.

Cel naukowy cyklu artykułów wchodzących w skład osiągnięcia nr 1 obejmował przetestowanie kilku hipotez związanych głównie z aktywnością zależną od zagęszczenia w dziedzinie modelowania liczebności i rozpowszechnienia ptaków leśnych z użyciem danych z powtarzanych liczeń i modeli hierarchicznych. Dwie z prac zawierają także testy modelu mieszanek pod kątem jego zachowania w specyficznych sytuacjach (liczenia z punktów i brak niezależności wykryć). Prace oparte były o dane rzeczywiste (wyniki liczeń), a w dwóch z prac uzupełnione zostały wynikami symulacji (prace [2] i [3]). W pracy [1] przetestowałem hipotezę o istnieniu dodatkowej zależności między lokalną liczebnością a prawdopodobieństwem wykrycia gatunku. W pracy [2], wraz ze współautorem, wykazałem *nieadekwatność* podstawowego modelu mieszanek (Royle 2004) do *analizy wyników liczeń (nasłuchów) z punktów*. Oszacowania zagęszczeń generowane przez ten model są poprawne jedynie dla większych powierzchni nasłuchu wokół obserwatora (z wyłączeniem cicho śpiewających gatunków, dla których zbyt duży promień nasłuchu prowadzi do zaniżenia zagęszczeń wskutek niewykrywania daleko śpiewających osobników). W pozostałych przypadkach zagęszczenia są nieodmiennie przeszacowane. W pracy [3], ze współautorami, przetestowałem m. in. hipotezę mówiącą o zaniżaniu liczebności przez model jeśli zależne od zagęszczenia prawdopodobieństwo wykrycia nie zostanie uwzględnione. Skonfrontowałem oszacowania liczebności z tego samego modelu z faktyczną liczebnością lokalnych populacji, ale *na dużych powierzchniach* (24–33 ha) w sytuacji aktywności wokalne (śpiewów terytorialnych samców) zależnej od zagęszczenia, pokazując, że w takim przypadku model ten generuje wiarygodne oszacowania – a więc odmiennie niż w przypadku liczeń z punktów – i jest generalnie odporny na niespełnienie założenia o niezależności wykryć. W pracy [4], razem ze współautorem, dla uogólnionej wersji tego modelu, przedstawiłem rozwiązanie umożliwiające łatwe uwzględnienie zależnej od zagęszczenia aktywności wokalne samców, dzięki potraktowaniu jej jako funkcji *zaobserwowanej*, lokalnej liczebności w oszacowaniach liczebności, i pokazałem, że pominięcie tego źródła heterogeniczności również prowadzi do zaniżenia liczebności.

## Omówienie prac 1–4

**Praca [1]** dotyczy prawdopodobieństwa wykrycia muchołówki białoszyjej *Ficedula albicollis* i jego związku z lokalnym zagęszczeniem. Badania wykonaliśmy wraz ze współautorem w 2012 roku w rezerwacie Las Warmiński koło Olsztyna, znanego z występowania izolowanej populacji tego gatunku (od najbliższych łęgówisk w Puszczy Boreckiej dzieli to stanowisko odległość ~150 km, Sikora i in. 2015, 2016). Muchołówka białoszyja występuje w rezerwacie lokalnie i w sposób nieciągły, w izolowanych płatach optymalnych siedlisk, w starych lasach liściastych o niskim zwarciu (głównie przerzedzone dąbrowy w wieku 180–230 lat). Sprawia to, że populacja ta charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem lokalnych zagęszczeń (1–5 samców na stanowisko), oferując adekwatny układ badawczy do odpowiedzi na postawione pytania. Celem badań było przetestowanie hipotezy o istnieniu dodatniej zależności między liczbą samców-sąsiadów odzwierciedlającą jakość siedliska na stanowisku, a prawdopodobieństwem wykrycia gatunku. Wyższa szansa wykrycia gatunku w miejscach gdzie samców jest więcej może wynikać z wzajemnego stymulowania się samców do aktywności głosowej (śpiewają intensywniej, kiedy mają sąsiadów) lub być pochodną ich większej liczebności na stanowisku (śpiewają tak samo intensywnie jak pojedyncze samce, ale ponieważ jest ich więcej, to łączne prawdopodobieństwo wykrycia gatunku jest wyższe).

Prawdopodobieństwo wykrycia gatunku (*per-site detection probability, P\**) jest powiązane z prawdopodobieństwem wykrycia osobnika (*per-individual detection probability, p*) zależnością  $P^* = 1 - (1 - p)^N$ , gdzie  $N$  to liczba osobników na stanowisku. Oszacowania z modelu zaprezentowane w pracy wskazują, że wzajemna stymulacja samców prawdopodobnie ma miejsce, ponieważ oszacowania  $P^*$  są znacząco wyższe (praca [1]: str. 216) niż wynikałoby to z powyższego równania, mimo, że zaobserwowana w trakcie badań liczba samców może być niższa od faktycznej. Dodatnia zależność między prawdopodobieństwem wykrycia gatunku a wielkością skupień samców (szerzej: liczebnością), pokazana w pracy [1] ma prawdopodobnie charakter ogólny i dotyczy wielu gatunków ptaków wróblowych, manifestujących zajęcie terytorium przy pomocy śpiewu. Behawioralne wzmocnienie aktywności tego rodzaju może mieć szersze znaczenie ekologiczne i umożliwić wypracowanie jednolitej metodyki szacowania liczebności z wykorzystaniem modeli hierarchicznych. Wątek aktywności zależnej od lokalnej liczebności był kontynuowany w kolejnych pracach – dla innego gatunku (praca [3]) i w oparciu o te same dane (praca [4]).

**W pracy [2]** wraz ze współautorem przedstawiliśmy test podstawowego modelu mieszanek (*binomial N-mixture model*, Royle 2004) dla liczeń punktowych i jego porównanie z modelem metodyki transektowej. Jednym z poważniejszych mankamentów modelu mieszanek jest fakt, że podczas obserwacji na małych powierzchniach (w typowej sytuacji – w trakcie liczeń punktowych, w małym promieniu wokół stacjonarnego obserwatora), obserwowane osobniki, np. terytorialne samce, zajmują obszar większy niż (w założeniu) objęty obserwacjami, lecz o nieznannej wielkości. Prowadzi to do notorycznego zawyżania liczebności/ząęszczeń, znanego jako tzw. „problem powierzchni” (*area issue*, Kéry & Royle 2016). W pracy [2] zbadano zachowanie podstawowego modelu mieszanek w często występującej wersji powtarzanych liczeń (intensywna replikacja przestrzenna, ale ograniczona czasowa) z małą liczbą powtórzonych liczeń (tu: jedynie dwa, minimum wymagane przez protokół umożliwiający użycie tego modelu), ale sporą liczbą punktów obserwacyjnych (tu: 178). Z pomocą symulacji oszacowania z modelu mieszanek porównano z wynikami innego, nowszego modelu HDS (*Hierarchical Distance Sampling*), rozwiązującego „problem powierzchni” dzięki zastosowaniu protokołu metodyki transektowej (Silett i in. 2012).

Zgodnie z oczekiwaniami, oszacowania zagęszczeń z modelu mieszanek były znacznie przeszacowane w oparciu o wyniki liczeń z punktów. Najważniejszym wynikiem w pracy [2] jest wykazanie, że model ten jest niezwykle wrażliwy na wielkość obszaru objętego nasłuchem – w założonym promieniu wokół obserwatora. Im mniejsze są promień nasłuchu i powierzchnia, tym wyższe staje się przeszacowanie zagęszczenia. Im natomiast promień jest większy, tym oszacowania są bardziej zbliżone do symulowanych, prawdziwych wartości (rys. 4 w pracy [2]). Wynik ten wskazuje, że model mieszanek należy stosować do wyników liczeń z punktów obserwacyjnych, w szczególności dla krótkich promieni i małych powierzchni ze znaczną ostrożnością. W pracy pokazujemy też, że w zasadzie wolne od tego rodzaju obciążeń jest zastosowanie w tym protokole liczeń metodyki transektowej i modelu HDS, w którym funkcja wykrywalności (malejącej z odległością od obserwatora) oraz promień efektywnego nasłuchu są szacowane na podstawie danych empirycznych – a nie założone *a priori* – i są nieodmiennie różne dla różnych gatunków. Podejście to powinno wobec tego stać się wiodące w przypadku analizy danych z liczeń punktowych. Kontynuując badania modelu mieszanek, w pracy [3] przeprowadziliśmy testy tego modelu oparte na wynikach liczeń z dużo większych powierzchni (24–33 ha) oraz na symulacjach, kiedy jedno z założeń modelu – niezależność wykryć – nie jest spełnione.

**W pracy [3]** sprawdziliśmy zbieżność ocen liczebności z modelu mieszanek na podstawie powtarzanych liczeń śpiewających samców sikory ubogiej *Poecile palustris* i znanej, faktycznej liczebności (patrz niżej). Uwzględniliśmy tu także zagadnienie aktywności zależnej od zagęszczenia skutkujące brakiem niezależności wykryć (jedno z założeń modelu). Punktem wyjścia do zaprezentowanych w pracy wyników był fakt, że do niedawna nie istniały testy dokładności (poprawności) jego oszacowań. Tego rodzaju sprawdziany są osiągalne w sytuacji, kiedy znana jest faktyczna (prawdziwa) liczebność lokalnej populacji, a więc prawie wyłącznie w testach wykonywanych z użyciem symulacji komputerowych. Praca [3] i oraz praca Bötsch i in. (2020) są jak do tej pory jedynymi wykorzystującymi dane zebrane w dziko żyjących populacjach, gdzie faktyczna liczebność lokalnej populacji może być skonfrontowana z wynikami modelu. W pracy wykorzystano dane z 33 lat (1987–2019) intensywnych badań populacyjnych nad sikorą ubogą na czterech stałych powierzchniach w Puszczy Białowieskiej. Prowadzony jest tam coroczny monitoring populacji lęgowych, połączony z wyszukiwaniem dziupli lęgowych i znakowaniem osobników, dzięki któremu liczebność gatunku na każdej z powierzchni w każdym roku była znana (stan faktyczny). W badanym układzie model mieszanek najczęściej szacował liczebność poprawnie (88% oszacowań zawierało prawdziwą liczebność lokalnej populacji wewnątrz 95% przedziałów ufności). Drugim znaczącym, choć nie nieoczekiwanym wynikiem było stwierdzenie, że prawdopodobieństwo wykrycia śpiewającego samca zależy od zagęszczenia – rośnie wraz z liczbą par lęgowych na powierzchni. Wynika to z faktu, że samce sikory ubogiej reagują śpiewem motywowanym (sprowokowanym przez śpiewającego sąsiada) – odpowiadają śpiewem na śpiew swoich sąsiadów (*countersinging*). Im wyższe jest zagęszczenie, tym mniejsze są terytoria i tym częściej mają miejsce tego rodzaju reakcje, prowadząc do braku niezależności wykryć poszczególnych osobników (kiedy spontanicznie zaśpiewa jeden samiec, jest wysoce prawdopodobne że zareagują kolejne) i wyższego prawdopodobieństwa wykrycia *per capita*. Skutkiem tego, w sytuacji motywowanego śpiewu, lokalne populacje o wyższej liczebności są niedoszacowane, a te o niższej – przeszacowane, co wynika z niespełnienia warunku niezależnych wykryć (ryc. 3 w pracy [3]). Model mieszanek wykorzystany w pracy [3] ma tylko jeden parametr związany z procesem obserwacji – prawdopodobieństwo wykrycia. Jest ono wypadkową dostępności osobnika do wykrycia:



jego obecności na powierzchni próbnej i jego aktywności (w przypadku sikory – śpiewu lub jego intensywności, śpiewa lub nie śpiewa jeśli obecny vs nieobecny) i faktycznego prawdopodobieństwa wykrycia (wykryty jeśli śpiewa vs niewykryty, Nichols i in. 2009). Model ten nie umożliwia zatem bezpośredniego zmierzenia aktywności, która jest składową parametru związanego z wykrywalnością. Wątek ten kontynuowano w pracy [4]: przetestowano efekt aktywności zależnej od zagęszczenia na innym, terytorialnym gatunku ptaka wróblowego, ale z użyciem nowszego modelu, umożliwiającego zbadanie zależności między aktywnością (intensywnością śpiewu, *song rate*) a lokalną liczebnością.

**Praca [4].** Powstanie uogólnionego, dwumianowego modelu mieszanek, z dodatkowym parametrem – osiągalnością lub dostępnością do wykrycia (*availability*, Chandler i in. 2011), pozwoliło na ponowną analizę danych pochodzących z liczeń muchołówki białoszyjej *Ficedula albicollis* w Lesie Warmińskim (praca [1]). Model ten umożliwia bezpośrednio oszacowanie intensywności śpiewu (*song rate*) przy pomocy osiągalności, tutaj potraktowanej jako funkcja lokalnej, *obserwowanej* w trakcie liczeń liczby samców. Praca [4] wykorzystuje ten sam zbiór danych, co praca [1], jednak analizę wykonano z użyciem modelu, który po pierwsze jest modelem dla liczebności (a nie występowania), a po drugie prawdopodobieństwo wykrycia jest w nim rozdzielone na osiągalność (prawdopodobieństwo *per capita*, że osobnik jest „dostępny” i może zostać wykryty przez obserwatora, czyli jest obecny i aktywny) i właściwe prawdopodobieństwo wykrycia osobnika. Jest to zatem model znacznie doskonalszy. W omawianej pracy potwierdzono istnienie dodatniego związku między aktywnością, mierzoną przy pomocy osiągalności a *obserwowaną*, maksymalną liczbą samców na stanowisku, uzyskując bezpośredni dowód na to, że sąsiadujące samce stymulują się wzajemnie do bardziej intensywnego śpiewu. Wykrywalność zależna od lokalnej liczebności rzadko przyciągała uwagę badaczy (McCarthy i in. 2013, Warren i in. 2013, praca [3]). Wbrew pozorom, mimo że zjawisko to jest prawdopodobnie powszechne u terytorialnych wróblowych, nie było do tej pory oczywiste, jakie może mieć ono konsekwencje dla ocen liczebności/zagęszczenia w modelu. Jeżeli zależna od lokalnej liczebności (lub zagęszczenia) aktywność ma miejsce, to brak uwzględnienia tego źródła zmienności powinien prowadzić do zaniżenia liczebności populacji. Jednak, jak wskazano w pracy, heterogeniczność w osiągalności (lub prawdopodobieństwie wykrycia w wersji podstawowej modelu mieszanek, patrz praca [3]) może być łatwo uwzględniona przy pomocy *obserwowanej*, lokalnej liczebności. Oznacza to również, że kiedy zjawisko to ma miejsce, aktywność i wykrycia poszczególnych śpiewających osobników nie są niezależne, a więc dane nie spełniają jednego z kluczowych założeń modeli mieszanek, ani w wersji podstawowej (Royle 2004) ani uogólnionej (Chandler i in. 2011).

## Podsumowanie

Poza aspektem poznawczym – uzupełnieniem stanu wiedzy – powyższy cykl prac wskazuje na możliwość znacznej redukcji wysiłku terenowego w badaniach ilościowych ptaków z użyciem powtarzanych, krótkich liczeń. Dzięki modelom hierarchicznym możliwe jest odseparowanie procesu (nieperfekcyjnej) obserwacji od badanych parametrów stanu lub dynamiki populacji i uzyskanie wiarygodnych oszacowań rzeczywistej liczebności (lub rozpowszechnienia) wraz z formalnymi miarami ich niepewności. Pozwala to na logistyczne usprawnienie badań (np. redukcję kosztów i czasochłonności) lub objęcie badaniami znacznych obszarów, na których nie byłoby możliwe stosowanie metod tradycyjnych w rodzaju kombinowanej metody kartograficznej. Inną zaletą stosowania powtarzanych liczeń i odpowiednio dobranego modelu hierarchicznego jest możliwość zbadania i jednoczesnego uwzględnienia w

modelu procesów takich jak aktywność głosowa (behawioralnych, *song rate*), co może mieć też przełożenie na oszacowania zagęszczeń i wielkości populacji. Z cyklu prezentowanych prac płynie także wniosek, że nawet ten sam model – tu jest to poddany analizie model mieszanek, najprostszy i najpowszechniej używany model hierarchiczny dla liczebności – w zależności od protokołu liczeń terenowych może dawać poprawne (duże powierzchnie) lub zbyt wysokie (liczenia punktowe) oszacowania liczebności. Wynika z tego, że w zależności od specyfiki gatunku, odpowiedni dobór protokołu liczeń terenowych oraz odpowiedniego modelu są niezwykle istotne dla uzyskania wiarygodnych oszacowań liczebności. Wyniki te powinny mieć przełożenie na metodyczne aspekty przyszłych ocen liczebności populacji, w skali krajowej, regionalnej i lokalnej.

## Literatura

- Barker R.M., Schonfield M., Link W., Sauer J. 2017. On the reliability of  $N$ -mixture models for count data. *Biometrics* 74: 369–377.
- Bötsch Y., Jenni L., Kéry M. 2020. Field evaluation of abundance estimates under binomial and multinomial  $N$ -mixture models. *Ibis* 162: 902–910.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., Thomas L. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford.
- Chandler R.B., Royle J.A., King D.I. 2011. Inference about density and temporary emigration in unmarked populations. *Ecology* 92: 1429–1435.
- Dail D., Madsen L. 2011. Models for estimating abundance from repeated counts of an open population. *Biometrics* 67: 577–587.
- Dénes F.V., Silveira L.F., Beissinger S.R. 2015. Estimating abundance of unmarked animal populations: accounting for imperfect detection and other sources of zero inflation. *Methods in Ecology and Evolution* 6: 543–556.
- Joseph L.N., Elkin C.H., Martin T.G., Possingham H.P. 2009. Modeling abundance using  $N$ -mixture models: The importance of considering ecological mechanisms. *Ecological Applications* 19: 631–642.
- Kellner K.F., Smith A.D., Royle A.J., Kéry M., Belant J.L., Chandler R.B. 2023. The unmarked package: Twelve years of advances in occurrence and abundance modelling in ecology. *Methods in Ecology and Evolution*. DOI: 10.1111/2041-210X.14123
- Kéry M., Royle A.J. 2016. Applied Hierarchical Modeling in Ecology. Analysis of Distribution, Abundance and Species Richness in R and BUGS. Vol. 1. Prelude and Static Models. Academic Press, London, UK.
- Kéry M., Royle A.J. 2021. Applied Hierarchical Modeling in Ecology. Analysis of Distribution, Abundance and Species Richness in R and BUGS. Vol. 2. Dynamic and Advanced Models. Academic Press, London, UK.
- Kéry M., Schaub M. 2012. Bayesian Population Analysis Using WinBUGS: A Hierarchical Perspective. Academic Press, London, UK.
- Krebs Ch. 2013. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Pearson Edu Ltd.
- Lõhmus A. 2022. Absolute Densities of Breeding Birds in Estonian Forests: A Synthesis. *Acta Ornithologica* 57: 29–47.
- MacKenzie D.I., Kendall W.L. 2002. How should detection probability be incorporated into estimates of relative abundance? *Ecology* 83: 2387–2393.
- MacKenzie D.I., Nichols J.D., Hines J.E., Knutson M.G., Franklin A.B. 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84: 2200–2207.
- MacKenzie D.I., Nichols J.D., Royle J.A., Pollock K.H., Bailey L.L., Hines J.E. 2006. Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. 2<sup>nd</sup> Ed. Academic Press, New York, NY, USA.

- McCarthy M.A., Moore J.L., Morris W.K., Parris K.M., Garrard G.E., Vesk P.A. i inni. 2013. The influence of abundance on detectability. *Oikos* 122: 717–726.
- Nichols J.D., Thomas D.L., Conn P.B. 2009. Inferences about landbird abundance from count data: Recent advances and future directions. W: Thomson D.L., Cooch E.G., Conroy M.J. (red.). *Modeling Demographic Processes in Marked Populations*. Springer, New York, NY, USA. pp. 201–235.
- Royle J.A. 2004. *N*-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics* 60: 108–115.
- Royle J.A., Dorazio R.M. 2008. *Hierarchical Modeling and Inference in Ecology. The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities*. Academic Press, New York.
- Sillett T.S., Chandler R.B., Royle J.A., Kéry M., Morrison S.A. 2012. Hierarchical distance-sampling models to estimate population size and habitat-specific abundance of an island endemic. *Ecological Applications* 22: 1997–2006.
- Sikora A., Szymkiewicz M., Górski A., Neubauer G. 2015. Awifauna lęgowa OSO Puszcza Napiwodzko-Ramucka ze szczególnym uwzględnieniem gatunków priorytetowych. *Ornis Polonica* 56: 190–211.
- Sikora A., Neubauer G., Sulej A. 2016. Cenne gatunki ptaków i znaczenie OSO Natura 2000 Puszcza Borecka. *Ornis Polonica* 57: 12–28.
- Sólymos P., Lele S., Bayne E. 2012. Conditional likelihood approach for analyzing single visit abundance survey data in the presence of zero inflation and detection error. *Environmetrics* 23: 197–205.
- Tomiałojć L. 1980. The combined version of the mapping method. W: Oelke H. (red.). *Bird Census Work and Nature Conservation*. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Gottingen, Germany. pp. 92–106.
- Tomiałojć L. 2004. Accuracy of the mapping technique for a dense breeding population of the Hawfinch *Coccothraustes coccothraustes* in a deciduous forest. *Acta Ornithologica* 39: 67–74.
- Tomiałojć L., Lontkowski J. 1989. A technique for censusing territorial Song Thrushes *Turdus philomelos*. *Annales Zoologici Fennici* 26: 235–243.
- Walankiewicz W., Czeszczewik D., Mitrus C., Szymura A. 1997. How the territory mapping technique reflects yearly fluctuations in the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis* numbers. *Acta Ornithologica* 32: 201–207.
- Wesołowski T., Czeszczewik D., Hebda G., Maziarz M., Mitrus C., Rowiński P., Neubauer G. 2022. Long-Term Changes in Breeding Bird Community of a Primeval Temperate Forest: 45 years of Censuses in the Białowieża National Park (Poland). *Acta Ornithologica* 57: 71–100.
- Williams B.K., Nichols J.D., Conroy M.J. 2002. *Analysis and Management of Animal Populations*. Academic Press, San Diego, USA.

#### 4.2a) Tytuł osiągnięcia naukowego nr 2

Demografia i dynamika populacji rybitwy białowąsej *Chlidonias hybrida*

**Drugie z osiągnięć naukowych** to dwie prace współautorskie dotyczące demografii (przeżywalności i wieku inicjowania rozrodu) i dynamiki populacji oraz ekspansji rybitwy białowąsej *Chlidonias hybrida*. Jestem, odpowiednio, drugim, i ostatnim współautorem tych prac. Rybitwy „bagienne” z rodzaju *Chlidonias* są znacznie słabiej poznane pod względem parametrów stanu i dynamiki populacji niż inne rodzaje należące do podrodziny rybitw Sterninae. Wynika to w dużej mierze z efemeryczności ich siedlisk lęgowych i związanych z tym kłopotów ze śledzeniem losów znakowanych osobników. Dostępność siedlisk lęgowych jest uzależniona od zmiennego poziomu wód – w latach „suchych” ptaki te mogą podejmować dalekie przemieszczenia i gniazdować setki kilometrów od tradycyjnych lęgowisk, co jest formą dyspersji lęgowej zależnej od jakości siedlisk. Prace składające się na **osiągnięcie nr 2** dotyczą jednej z „bagiennych” rybitw – rybitwy białowąsej

*Chlidonias hybrida* – gatunku o spektakularnej ekspansji i dynamicznym wzroście liczebności populacji w Polsce w ostatnich dekadach. Oświadczenia współautorów znajdują się w załącznikach 7-1 do 7-3, a prace – w załącznikach 8-1 i 8-2.

#### 4.2b) Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie nr 2

1. Ledwoń M., Neubauer G., Betleja J. 2013. Adult and pre-breeding survival estimates of the Whiskered Tern *Chlidonias hybrida* breeding in southern Poland. *Journal of Ornithology* 154: 633–643.

IF<sub>2013</sub>: 1,927 (IF 5-letni: 1,758), liczba cytowań wg: WoS: 25, Google Scholar: 29.

*Mój wkład w powstanie pracy polegał na zaprojektowaniu i wykonaniu analizy (dopasowanie modeli przeżywalności do danych ze znakowania i odłowu) oraz przygotowanie i korektę maszynopisu.*

2. Ledwoń M., Betleja J., Stawarczyk T., Neubauer G. 2014. The Whiskered Tern *Chlidonias hybrida* expansion in Poland: the role of immigration. *Journal of Ornithology* 155: 459–470.

IF<sub>2014</sub>: 1,711 (IF 5-letni: 1,758), liczba cytowań wg: WoS: 24, Google Scholar: 36.

*Mój wkład w powstanie pracy obejmował zaprojektowanie i wykonanie obliczeń macierzowych, a także przygotowanie i korektę maszynopisu.*

Sumaryczny IF czasopism wg JCR: 3,638 (5-letni: 3,516)

#### 4.2c) Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

##### Omówienie prac 1 i 2

**W pierwszej z prac**, z wykorzystaniem 19-letnich danych o obrączkowanych osobnikach (dorosłe i pisklęta, ~1900 osobników) z doliny górnej Wisły, oszacowaliśmy po raz pierwszy dla tego gatunku przeżywalność osobników dorosłych oraz młodocianych. Zastosowane w pracy modele CMR „wielu stanów” (*multi-state models*) pozwoliły także na oszacowanie przeżywalności dla osobników „nieobserwowalnych” (tzw. „ukryty” stan przedlęgowy – niedojrzałe rybitwy białowase prawie nie odwiedzają przyszłych lęgówisk w Europie, pozostając na zimowiskach) oraz specyficznych dla wieku prawdopodobieństw pierwszego rozrodu. Okres niedojrzałości okazał się w populacji z doliny górnej Wisły bardzo długi – prawdopodobieństwo pierwszego gniazdowania było skrajnie niskie w 2 roku kalendarzowym i wyraźnie rosło w 3-4 roku, co przekłada się na powolne, wewnętrzne tempo wzrostu populacji.

**W drugiej z prac** charakteryzujemy dynamikę ekspansji gatunku. Dla populacji tych rybitw z doliny górnej Wisły, wykorzystując istniejące dane o rozrodności i przeżywalności oraz macierzowy model populacji uwzględniający imigrację, oszacowaliśmy, że obserwowany wzrost populacji nie byłby możliwy bez znaczącej imigracji z zewnątrz. Produktywność własna tej populacji, znaczne opóźnienie w

przystępowaniu do rozrodu, a także prawdopodobnie emigracja (silna dyspersja lęgowa) łącznie powodują, że bez dopływu imigrantów populacja ta rozwijałaby się w tempie znacznie wolniejszym (wewnętrzne tempo wzrostu populacji  $\lambda = 1,02$ ) niż miało to miejsce ( $\lambda = 1,29$ ). Oszacowane wewnętrzne tempo wzrostu odpowiada za ledwie 1% obserwowanej liczebności populacji po ponad 20 latach jej istnienia. Tym samym obserwowany wzrost musiał być skutkiem imigracji: do badanej populacji – wzrost z kilkunastu do ~800 par w latach 1992–2012 – powinno średnio imigrować 44 samice rocznie, by obserwowany wzrost mógł mieć miejsce.

**Sumaryczny IF czasopism wg JCR (osiągnięcia 1 i 2 łącznie): 10,244**

## **5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Moja aktywność naukowa była dotychczas realizowana w dwóch instytucjach: Polskiej Akademii Nauk (Zakład Ornitologii PAN, w Gdańsku, 2004–2007, Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Stacja Ornitologiczna w Gdańsku, 2007–2015) oraz na Uniwersytecie Wrocławskim (od 2015).

Jako ornitolog-amator, hobbystyczne obserwacje ptaków prowadziłem od dzieciństwa. Najwcześniejsze badania terenowe o charakterze obserwacyjno-opisowym prowadziłem jeszcze jako uczeń liceum i student. Były to przede wszystkim obserwacje skoncentrowane na mewach *Larus* spp. – trudnej w identyfikacji grupie. Z tego okresu pochodzą publikacje omawiające pochodzenie, wzorce pojawów oraz zimowanie (prace a1, a5–a8, a10, a13) poszczególnych gatunków dużych mew w kraju, co znacznie wzbogaciło wiedzę awifaunistyczną – lub wręcz stworzyło jej podwaliny – dotyczącą tych gatunków. Ta pasja ukierunkowała mnie i zadecydowała o wyborze kierunku studiów magisterskich – biologia na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu (lata 1996–2001). W ramach pogłębiania zainteresowań ornitologicznych, kontynuowałem naukę jako uczestnik Studium Doktoranckiego na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UMK (lata 2001–2005). W tamtym okresie wśród ornitologów, zarówno krajowych jak i na forum międzynarodowym, panowały znaczące kontrowersje co do możliwości identyfikacji poszczególnych taksonów do tej pory grupowanych w jednym, politypowym gatunku (mewa srebrzysta *Larus argentatus*). Dopiero w latach 2003–2004 Komisja Taksonomiczna AERC TAC oficjalnie rekomendowała nadanie statusu pełnych gatunków miewie białogłowej *L. cachinnans* i romańskiej *L. michahellis*, i niektóre z prac wpłynęły na tą decyzję (a5, a13). Pozostałe moje dokonania z tego okresu obejmowały głównie prace awifaunistyczne (a82), a jedna publikacja dotyczyła zmienności biometrycznej i cech ubarwienia mew białogłowych znad Morza Azowskiego (praca a9). Wyniki zebrane w tamtej populacji (w ramach projektu M. Zagalskiej-Neubauer) i częściowo przedstawione w tej publikacji okazały się kluczowe w moich późniejszych badaniach dotyczących hybrydyzacji mew srebrzystej i białogłowej, realizowanych w ramach doktoratu. Jeszcze jako doktorant zostałem zatrudniony w Zakładzie Ornitologii PAN, kontynuując badania naukowe nad hybrydyzacją dużych mew, które trwały prawie dekadę i były realizowane w Polsce i Rosji, wspólnie z dr hab. M. Zagalską-Neubauer.

### **Zakład Ornitologii PAN i Stacji Ornitologiczna MiIZ PAN (2004-2015)**

Badania nad ekologią i hybrydyzacją mew z grupy mewy srebrzystej były najważniejszym kierunkiem mojej aktywności naukowej w latach 2002–2009 i stanowiły temat rozprawy doktorskiej. Były one wykonywane w kolonii mieszańcowej na tamie

Zbiornika Włocławskiego, wspólnie z dr hab. M. Zagalską-Neubauer, a w latach 2003–2005 także z badaczami z CEFE CNRS w Montpellier i Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu (P.-A. Crochet, L. Gay, J.-M. Pons, projekt współpracy polsko-francuskiej POLONIUM 2004 i 2005, MNiSW). Wsparte finansowaniem MNiSW (2 projekty badawcze i finansowanie współpracy dwustronnej), badania nad hybrydyzacją i ekologią przeprowadzone w tej populacji pozwoliły scharakteryzować zjawiska mające tam miejsce, obejmujące m. in. kojarzenia międzygatunkowe, wybór partnera i mechanizmy izolacji rozrodczej. Opublikowana w *Molecular Ecology* w 2007 roku pierwsza praca dotycząca tej strefy hybrydyzacji (praca a93) ma 95 cytowań wg Google Scholar (maj 2023). Inne, ważniejsze opublikowane wyniki obejmują prace omawiające kojarzenie się ptaków w pary (*The Auk*, 2009 r., praca a89), zmiany liczebności gatunków i elementy ekologii rozrodu (*Acta Ornithologica*, 2012 r., praca a73) oraz przeżywalność dorosłych mew – mieszańców i gatunków rodzicielskich, w której potwierdziliśmy regułę Haldane’a (*Journal of Evolutionary Biology*, 2014 r., praca a65). Ponadto, wśród bardziej znaczących można wymienić inną pracę, w której wykazaliśmy, że obserwowana dywergencja w ubarwieniu lotek (melanizm) dużych mew jest związana z przestrzennie zmiennym doбором i zgodna z regułą Glogera (*Heredity*, 2009 r., praca a88), a także obszerną (40 stron) pracę, omawiającą zmienność i identyfikację mieszańców między mewą srebrzystą i białogłową (*British Birds*, 2011 r., praca a77), pracę poświęconą tymże mieszańcom i ich fenotypowemu podobieństwu do innego, pokrewnego gatunku - mewy romańskiej (*Dutch Birding*, praca a83) oraz pracę omawiającą występowanie, trendy i hybrydyzację dużych mew w Polsce (*Vogelwelt*, praca a96). Inne materiały zebrane w kolonii mew we Włocławku pozwoliły na opublikowanie kilku kolejnych prac metodycznych i notatek dotyczących mew (prace a98, a95, a94).

Drugim głównym nurtem moich zainteresowań naukowych było modelowanie procesów demograficznych i dynamiki populacji ptaków, co miało swoje korzenie w intensywnie badanej i znakowanej populacji mew we Włocławku. Zainteresowania te zaowocowały pracami wykorzystującymi modelowanie danych o znakowanych (obrączkowanych) osobnikach (odłów-znakowanie-ponowny odłów, *Capture-Mark-Recapture*, CMR). Prace te dotyczyły niestandardowych użyc tej metodyki jak czas pozostawania na zbiorowych noclegowiskach (dymówka *Hirundo rustica*, praca a75), oraz szacowania przeżywalności: rybitw białowąsych (*Chlidonias hybrida*, praca a68), dużych mew – w kontekście przeżywalności mieszańców (praca a65, w połączeniu z badaniami dotyczącymi hybrydyzacji i postzygotycznej izolacji rozrodczej), a w okresie pracy na UW – trzcinniczek *Acrocephalus scirpaceus* (praca a30) czy piskląt mewy białogłowej *Larus cachinnans* (praca a28) i czajki *Vanellus vanellus* (praca a17). Z mniej typowych przypadków wykorzystania tych – i pokrewnych – modeli mogę wymienić ich użycie w analizie zachowań kleptopasożytniczych (praca a39: Załącznik) lub wykorzystanie modelu dedykowanego przeżywalności gniazd/lęgów ptasich (*Nest Survival Model*) do charakterystyki dezercji lęgów przez samice rybitwy białowąsej (praca a47). Z czasem, wraz z ich sukcesywnym pojawianiem się w literaturze naukowej i równoległym rozwojem biblioteki `unmarked` w środowisku R, moje zainteresowania objęły modele hierarchiczne dla rozpowszechnienia i liczebności. Pozostają one do dziś w centrum mojej naukowej aktywności. Prace z ich wykorzystaniem ująłem w pierwszym z prezentowanych osiągnięć i w innych publikacjach (monografia Ptaki Karpat: red3; prace a41, a51, a52).

### **Uniwersytet Wrocławski (od 2015)**

Od 2015 wiodącym wątkiem mojej aktywności naukowej są długoterminowe badania biologii ptaków w Białowieskim Parku Narodowym (rezerwat ścisły), obejmujące m. in.

monitoring ptaków lęgowych (trwający od 48 lat, praca a19) i badania populacyjne sikory ubogiej *Poecile palustris* (trwające od 38 lat, z indywidualnym znakowaniem osobników). Badania te kontynuuję kierując zespołem z UWr (dr Marta Cholewa, mgr Julia Barczyk) i współpracownikami, reprezentującymi MiIZ PAN (dr Marta Maziarz), SGGW (dr hab. Patryk Rowiński), UPH w Siedlcach (dr hab. Dorota Czeszczewik), Uniwersytet Opolski (dr Grzegorz Hebda) i UPWr (prof. Cezary Mitrus) jako kierownik Pracowni Biologii Lasu UWr (od roku 2020, po odejściu na emeryturę prof. T. Wesołowskiego). Dotychczasowe prace z moim współautorstwem, oparte na wynikach uzyskanych w Puszczy obejmowały wyniki badań bieżących i dotyczyły charakterystyki miejsc lęgowych rudzika *Erithacus rubecula* w lesie naturalnym (praca a24), podsumowania cenzusów ugrupowań ptaków lęgowych w okresie 1975–2019, z uwzględnieniem trendów populacyjnych w tym okresie dla 30 licznych gatunków oraz „naturalnego” tempa zmian całych ugrupowań (praca a19), czy zagadnień metodycznych (praca a22, ujęta w osiągnięciu nr 1 i omówiona w punkcie 4.1c). Opracowania danych archiwalnych, dotyczyły składu pokarmu piskląt (sikora uboga, praca a36, kowalik *Sitta europaea*, praca a48) czy orientacji gniazd przez śpiewaki i grubodzioby (praca a45). W ramach badań ilościowych ptaków lęgowych, rozwijamy i testujemy nowe metody, obejmujące liczenia ptaków z punktów i szacowanie liczebności z użyciem modeli hierarchicznych. We współpracy z naukowcami z Zakładu Ekologii Behawioralnej UAM (T.S. Osiejuk, M. Budka, P. Szymański, D. Winiarska), w roku 2022 eksperymentalnie wdrożyliśmy monitoring bioakustyczny na 6 z 7 powierzchni próbnych. Pozostałe zagadnienia badawcze, realizowane corocznie przez zespół w Puszczy Białowieskiej, mają charakter badań długoterminowych (LTS, *Long-Term Studies*), zyskujących na znaczeniu i coraz bardziej docenianych przez środowisko naukowe. Badania te obejmują fenologię rozwoju ulistnienia drzew (od 1997, 27 lat), intensywność owocowania drzew (od 2002, 22 lata), ocenę zasobności bazy pokarmowej dla ptaków (od 1975, 49 lat) czy monitoring dziupli lęgowych (od 1979, 45 lat). Wśród tematów trwających krócej wymienić można szeroko rozumianą ekologię wybranych gatunków ptaków (np. świstunki leśnej *Phylloscopus sibilatrix*, we współpracy z naukowcami ze Swiss Ornithological Institute, Szwajcaria i dr M. Maziarz, MiIZ PAN). Kontynuację długoterminowych badań w Puszczy Białowieskiej, z wykorzystaniem nowoczesnych metod (monitoring bioakustyczny, szacowanie liczebności i trendów populacji ptaków z pomocą modeli hierarchicznych, rozmaite inne zagadnienia ekologiczne) widzę jako główny kierunek dalszej aktywności naukowej.

### **Współprace krajowe**

Od 2007 r. biorę czynny udział w zespole prowadzącym Monitoring Ptaków Polski (MPP), wraz z naukowcami z MiIZ PAN (P. Chylarecki, A. Sikora i inni) i Ogólnopolskim Towarzystwem Ochrony Ptaków (T. Chodkiewicz i inni). W latach 2012–2015 pełniłem rolę opiekuna naukowego projektu, a przez cały okres trwania MPP – tj. od 2007 r. - koordynuję Monitoring Ptaków Mokradeł. Ten duży program realizuje ustawowe zobowiązania przydzielone zleceniodawcy – Głównemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska (art. 112 Ustawy o Ochronie Przyrody). MPP, obecnie liczący już ponad 25 podprogramów i finansowany przez NFOŚiGW – służy śledzeniu zmian liczebności populacji dla większości gatunków ptaków lęgowych w kraju, co jednocześnie pozwala na wypełnianie zobowiązań stawianych przez KE krajom członkowskim UE i regularne raportowanie stanu środowiska. MPP dostarcza danych o dziko żyjących ptakach w Polsce na potrzeby tych raportów. Dzięki największemu programowi (MPPL), po raz pierwszy w historii oszacowano liczebność wszystkich gatunków lęgowych w kraju (prace a59 i a40). Wyniki monitoringu są dostępne

publicznie dostępne w bazie danych na witrynie MPP ([www.monitoringptakow.gios.gov.pl](http://www.monitoringptakow.gios.gov.pl)), regularnie ogłaszane drukiem w periodykach (prace a26, a40, a44, a55, a63, a70, a76, a81, a91), książkach (praca m2) i innych publikacjach (prace a18, a20, a27, a33, a59, a78, r18, r22), z moim udziałem w postaci współautorstwa. Wiedzę dotyczącą modelowania trendów populacyjnych wykorzystuję w kolejnych opracowaniach (prace a19–a21, a25, a31, a51), a wiedza z zakresu planowania i prowadzenia monitoringu ptaków umożliwiła mi prowadzenie szkoleń i warsztatów dla wolontariuszy-opiekunów ostoi IBA organizowanych przez Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków (2009, Jastrzębia Góra, 2011, Koninki) i pracowników RDOŚ i PN organizowanych przed GDOŚ (2009, Wyszków, wspólnie z dr hab. P. Chylareckim).

Od 2012 biorę udział w badaniach dotyczących ekologii, demografii i dezercji lęgów przez samice rybitwy białowąsej *Chlidonias hybrida* (dr M. Ledwoń, ISEZ PAN), w ramach których byłem wykonawcą w projekcie NCN (patrz Wykaz osiągnięć, pkt 9). Współpraca ta zaowocowała dotychczas 10 pracami w czasopismach z IF (prace a23, a29, a38, a43, a47, a49, a54, a60, a66, a68, sumaryczny IF 16,921). W cyklu artykułów m. in. opisaliśmy i częściowo wyjaśniliśmy inwestycje rodzicielskie i wybrane mechanizmy dezercji lęgów przez samice tego gatunku, znaczenie pozapartnerskich karmień godowych, a także scharakteryzowaliśmy ekspansję gatunku w Polsce (udowadniając kluczową rolę imigracji), czynniki warunkujące wzrost piskląt. Prace obejmują również aspekty metodyczne, istotne w badaniach terenowych. Współpraca ta jest kontynuowana.

### **Współprace zagraniczne**

CEFE CNRS w Montpellier (P.-A. Crochet, L. Gay) i Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu (J.-M. Pons), Francja, 2003–2009, dotyczyła zjawiska hybrydyzacji dużych mew. Opublikowane wyniki znacznie wzbogaciły wiedzę na temat stref hybrydyzacji ptaków i mechanizmów pre- i postzygotycznej izolacji rozrdoczej (opisane powyżej) i zostały opisane w pracach w *Molecular Ecology*, *Heredity* i *The Auk* w latach 2007–2009 oraz w *Acta Ornithologica* i *Journal of Evolutionary Biology* (2012 i 2014).

Swiss Ornithological Institute, Sempach, Szwajcaria (G. Pasinelli, N. Maag i inni), od 2020. Współpraca dotyczy modelowania dynamiki populacji świstunki *Phylloscopus sibilatrix* w powiązaniu z owocowaniem drzew oraz drapieżnictwem, wyboru miejsc gniazdowania i innych aspektów ekologii gatunku. Pierwsza praca w *Ecology* po pozytywnych recenzjach, obecnie (kwiecień 2023) w rewizji.

## **6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę**

### **a) działalność dydaktyczna**

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, jako doktorant (lata akademickie 2001/2002–2004/2005):

*Zoologia kręgowców, ćwiczenia i ćwiczenia terenowe  
Pracownia specjalizacyjna (magisterska)*

Uniwersytet Wrocławski (od 2015/2016), dla studentów kierunków Biologia, Biologia człowieka, Zarządzanie środowiskiem przyrodniczym i studentów Międzywydziałowego Studium Ochrony Środowiska:



**Wykłady:**

*Biologia Lasu – wprowadzenie*

*Ornitologia ogólna*

*Techniki przygotowania i prezentacji pracy naukowej*

*Kręgowce Polski – zróżnicowanie i problemy ochrony (fragment kursu)*

*Genetyka populacyjna (fragment kursu)*

*Matematyka w naukach przyrodniczych (fragment kursu)*

**Ćwiczenia:**

*Biologia Lasu – wprowadzenie*

*Statystyka w naukach przyrodniczych*

*Matematyka w naukach przyrodniczych*

*Ekologia*

*Metodyka prowadzenia badań terenowych w botanice i zoologii*

*Antropopresja*

*Degradacja środowiska*

*Ochrona środowiska*

*Różnorodność biologiczna – Fauna Polski*

*Kręgowce Polski – zróżnicowanie i problemy ochrony*

*Pracownia magisterska*

*Techniki eksperymentalne w ochronie przyrody (pracownia specjalizacyjna)*

*Techniki badawcze w ochronie środowiska (pracownia magisterska)*

*Postępy w biologii środowiskowej (seminarium)*

*Ecology (ćwiczenia, dla studentów ERASMUS+)*

**Ćwiczenia terenowe:**

*Biologia Lasu – wprowadzenie*

*Biocenozy*

*Zarządzanie bioróżnorodnością*

*Biologia i ekologia kręgowców*

*Ornitologia*

*Ekologia zwierząt*

Od 2015 r. byłem promotorem 11 prac dyplomowych, w tym 6 licencjackich i 5 magisterskich.

Promotorstwo pomocnicze doktorantek:

mgr Julia Barczyk (od 2020, Uniwersytet Wrocławski, promotor dr hab. Konrad Hałupka),

mgr Martyna Cendrowska (od 2022, Uniwersytet Jagielloński, promotor dr hab. Szymon Drobnik)

**b) działalność organizacyjna**

Organizacja Seminariów Biologii Lasu, Wydział Nauk Biologicznych UW, semestr zimowy, lata 2015–2020, wspólnie z prof. T. Wesołowskim, 5–6 spotkań / semestr.

Kierownik Pracowni Biologii Lasu, Wydział Nauk Biologicznych UW (od października 2020).

**c) działalność popularyzatorska**

Dolnośląski Festiwal Nauki, stoisko pn. „Puszcza Białowieska naszą rafą koralową”,  
Wrocław, wrzesień 2016.

Referaty na seminariach, zjazdach i sympozjach krajowych (patrz punkt I.2.7c)

Wrocław-Białowieża

15.05.2023



.....  
(Podpis)