Autoreferat

dr Krzysztof Kolenda

Zakład Biologii Ewolucyjnej i Ochrony Kręgowców

Wydział Nauk Biologicznych

Uniwersytet Wrocławski

Wrocław 2023

1. **Imię i nazwisko**

   Krzysztof Kamil Kolenda

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

   2020 – stopień naukowy: doktor nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplina – nauki biologiczne

   Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

   Tytuł rozprawy doktorskiej: Śmiertelność ropuchy szarej *Bufo bufo* na drogach podczas wiosennych migracji oraz wykorzystanie martwych osobników w badaniach populacyjnych

   Promotor: prof. dr hab. Maria Ogielska

   Promotor pomocniczy: dr Beata Rozenblut-Kościsty

   2014 – pedagogiczno-dydaktyczne kształcenie modułowe przygotowujące do wykonywania zawodu nauczyciela

   Centrum Edukacji Nauczycielskiej, Uniwersytet Wrocławski

   2014 – tytuł zawodowy: magister biologii, spec. Ekologia i różnorodność biologiczna

   Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

   Tytuł pracy magisterskiej: Populacje rozrodcze żab zielonych kompleksu *Pelophylax esculentus* w Dolinie Baryczy

   Promotor: prof. dr hab. Maria Ogielska

   2012 – tytuł zawodowy: licencjat biologii

   Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

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

   10.2020 – obecnie

   Adiunkt

Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych
Zakład Biologii Ewolucyjnej i Ochrony Kręgowców

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.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnieć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

a) **Tytuł osiągnięcia naukowego**

Zaśmiecanie środowiska jako antropogeniczny czynnik wpływający na faunę

b) **Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe**

Osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl 5 publikacji z lat 2018-2022.
Sumaryczny IF artykułów wynosi: **22,651**
Suma punktów $MEiN_{2021}$: **540**
Suma punktów $MNiSW_{2017}$: **15**
We wszystkich pracach autor korespondencyjny zaznaczony jest symbolem *

H1. **Kolenda K**.*, Kuśmierek N., Kujawa K., Smolis A., Wiśniewski K., Salata S., Maltz T.K., Stachowiak M., Kadej M. 2022. Bottled & canned – Anthropogenic debris as an understudied ecological trap for small animals. Science of the Total Environment 837: 155616
IF_{2021}= **10,753**; pkt $MEiN_{2021}$ = **200**; liczba cytowań wg WoS = **1**
Mój wkład: zainicjowanie koncepcji pracy, współudział w zaprojektowaniu badań i tworzeniu hipotezy badawczej, nadzorowanie badań, współudział w zebraniu, sortowaniu i oznaczaniu materiału (płazy, gady, część małych ssaków), współudział w opracowaniu wyników, w tym przygotowanie danych do analiz statystycznych i wykonanie części z nich (z wyłączeniem ogólnych modeli liniowych), współudział w interpretacji i dyskusji wyników, graficzne opracowanie części wynikowej, dominujący udział w przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, edycja i korekty

kolejnych wersji pracy, zdobycie finansowania na opublikowanie pracy w otwartym dostępie.

H2. **Kolenda K**., Wiśniewski K., Kujawa K., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2021. Living in discarded containers: spiders explore a new niche created by littering in urban woodlands. Biodiversity and Conservation 30: 1637–1654

IF_{2021}= **3,549**; pkt $MEiN_{2021}$ = **100**; liczba cytowań wg WoS = **2**

Mój wkład: zainicjowanie koncepcji pracy, współudział w zaprojektowaniu badań i tworzeniu hipotezy badawczej, nadzorowanie badań, współudział w zebraniu i sortowaniu materiału, współudział w opracowaniu wyników, w tym przygotowanie danych do analiz statystycznych i wykonanie części z nich (z wyłączeniem modeli liniowych), współudział w interpretacji i dyskusji wyników, graficzne opracowanie części wynikowej, współudział w przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, edycja i korekty kolejnych wersji pracy.

H3. **Kolenda K**., Pawlik M., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2021. Online media reveals a global problem of discarded containers as deadly traps for animals. Scientific Reports 11: 267

IF_{2021}= **4,379**; pkt $MEiN_{2021}$ = **140**; liczba cytowań wg WoS = **8**

Mój wkład: zainicjowanie koncepcji pracy, współudział w zaprojektowaniu badań i sformułowaniu celów pracy, nadzorowanie badań, współudział w zebraniu materiału i opracowaniu wyników, wykonanie analiz statystycznych, współudział w interpretacji i dyskusji wyników, graficzne opracowanie części wynikowej, współudział w przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, edycja i korekty kolejnych wersji pracy, zdobycie finansowania na opublikowanie pracy.

H4. **Kolenda K**., Salata S., Kujawa K., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2020. Deadly trap or sweet home? The case of discarded containers as novelty microhabitats for ants. Global Ecology and Conservation 23: e01064

IF_{2021}= **3,380**; pkt $MEiN_{2021}$ = **100**; liczba cytowań wg WoS = **3**

Mój wkład: zainicjowanie koncepcji pracy, współudział w zaprojektowaniu badań i tworzeniu hipotezy badawczej, nadzorowanie badań, współudział w zebraniu i sortowaniu materiału, współudział w opracowaniu wyników, w tym przygotowanie

danych do analiz statystycznych i wykonanie części z nich (z wyłączeniem modeli liniowych), współudział w interpretacji i dyskusji wyników, graficzne opracowanie części wynikowej, współudział w przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, edycja i korekty kolejnych wersji pracy.

H5. **Kolenda K**.*, Przybył M., Piłacińska B., Rychlik L. 2018. Survey of discarded bottles as an effective method in detection of small mammal diversity. Polish Journal of Ecology 66: 57–63

IF_{2021}= **0,590**; pkt $MNiSW_{2017}$ = **15**; liczba cytowań wg WoS = **3**

Mój wkład: zainicjowanie koncepcji pracy, współudział w zaprojektowaniu badań i sformułowaniu celów pracy, nadzorowanie badań, współudział w zebraniu materiału i opracowaniu wyników, wykonanie analiz statystycznych, współudział w interpretacji i dyskusji wyników, graficzne opracowanie części wynikowej, współudział w przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, edycja i korekty kolejnych wersji pracy

c) **Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. l pkt. 2 Ustawy**

Wprowadzenie

Moje zainteresowania przyrodą sięgają najmłodszych lat. Na przełomie szkoły średniej i studiów licencjackich rozpocząłem pierwsze obserwacje terenowe, które dotyczyły płazów [**4**]. W tym czasie nawiązałem współpracę z ówcześnie emerytowanym prof. Leszkiem Bergerem (1925-2012), który nie tylko otoczył mnie opieką naukową i zaszczepił we mnie fascynację płazami, ale przede wszystkim nauczył szacunku do przyrody i zwrócił moją uwagę na zagrożenia z jakimi się na co dzień zmaga. Wszędobylskie śmieci – butelki, puszki, jednorazowe worki, ale i opony czy zużyty sprzęt AGD i RTV, były nieodłącznym elementem stawu, na którym prowadziłem obserwacje płazów. Skłoniło mnie to do zainicjowania akcji uprzątnięcia śmieci z brzegów stawu i jego okolicy, która przerodziła się najpierw w kilkuletni projekt czynnej ochrony siedlisk płazów [**24**], a następnie w ścieżkę badawczą prowadzoną równolegle z badaniami nad herpetofauną.

Zaśmiecanie środowiska jest współcześnie jednym z największych wyzwań środowiskowych w skali globalnej (Thomson i in. 2009). Według Kazy i in. (2018) obecnie na świecie produkuje się ok. 2 mld. ton odpadów rocznie, a do 2050 roku prognozy wskazują na wzrost o 70%. Przynajmniej 33% odpadów nie jest prawidłowo składowana i trafia m.in. bezpośrednio do środowiska naturalnego, gdzie stanowią

poważne zagrożenie zarówno dla flory, jak i fauny. Brak zabezpieczenia podłoża w takich miejscach powoduje przedostawanie się toksycznych substancji do gleby i dalej wód gruntowych. Ponadto, procesy chemiczne zachodzące w miejscach nagromadzenia śmieci skutkują powstawaniem kwasów (np. azotowych, siarkowych czy fosforowych), które przenikając do gleby zakwaszają ją. Powoduje to zubożenie gleby o pierwiastki niezbędne do życia i ostatecznie obumieranie gatunków roślin nieprzystosowanych do takich trudnych warunków życia (Brach i Wiśniewski 2012). Większe skupiska odpadów mogą wręcz doprowadzić do całkowitego obumarcia roślinności dookoła nich i tym samym zaburzyć funkcjonowanie lokalnych ekosystemów (Danthurebandara i in. 2012). W takich niekontrolowanych miejscach wysokie jest również ryzyko pożarowe, np. poprzez samozapłon spowodowany wydobywającymi się biogazami.

Obecnie jednym z najbardziej problematycznych zanieczyszczeń środowiska jest plastik, zwłaszcza jego najmniejsze frakcje, tj. mikro- (<0,05 mm) i nanoplastik (<0,001 mm). Powstają one w wyniki rozpadu większych fragmentów takich jak np. sieci rybackich, toreb foliowych, butelek oraz na skutek mechanicznego zużywania materiałów, np. w trakcie ścierania opon czy prania tekstyliów (mikroplastik wtórny). Plastikowe mikrocząstki mogą być też bezpośrednio dodawane do produktów takich jak kosmetyki (mikroplastik pierwotny). Obecnie mikroplastik znajdywany jest praktycznie na całej kuli ziemskiej, w tym na szczytach wysokich masywów górskich (Bergmann i in. 2019; Napper i in. 2020). Dowiedziono również, że potrafi przenikać przez błony komórkowe (Järvenpää i in. 2022) i obecny jest w ludzkiej krwi (Leslie i in. 2022), a jego negatywny wpływ na organizmy żywe został wielokrotnie potwierdzony (np. Shen i in. 2022).

Równie niebezpieczne są większe cząstki odpadów (tzw. makrośmieci), które na wiele sposobów bezpośrednio zagrażają zwierzętom (Bletter i Mitchell 2021). Mogą się one dostawać do układu pokarmowego zwierząt bezpośrednio (np. wskutek pomylenia ofiary z kawałkiem folii) lub pośrednio (tj. połykając ofiarę, która sama zawiera odpadki). Problem ten odnotowano zarówno wśród zwierząt morskich jak i lądowych (Peris 2003; Mrosovsky i in. 2009). Po spożyciu, śmieci nie mogą zostać strawione i zalegając w żołądkach prowadzą do uszkodzeń mechanicznych układu pokarmowego lub wywołują sztuczne uczucie sytości, a w konsekwencji śmierć z powodu nie przyjmowania pokarmu (np. Michalicha i Pitucha 2019). Ptaki wykorzystują też plastikowe odpady, w tym sznurki polipropylenowe do budowy gniazd. Również

i w tym przypadku stanowią one zagrożenie, gdyż ptaki regularnie się w nie zaplątują co prowadzi do okaleczenia i często śmierci (Jagiello i in. 2019). Ponadto, odnotowano przypadki kopulowania chrząszczy *Julodimorpha bakewelli* z butelkami po piwie czy wysiadywania szklanych butelek przez łabędzie *Cygnus atratus* (Gwynne i Rentz 1983; Guay i in. 2006). Takie sytuacje generują dodatkowe koszty energetyczne oraz prowadzą do zmniejszenia sukcesu rozrodczego, a nawet śmierci (Gwynne i Rentz 1983; Guay i in. 2006).

Negatywny wpływ zaśmiecana środowiska został jak dotąd wielokrotnie udokumentowany w literaturze naukowej o czym stanowią powyższe przykłady. Jednakże, niewiele miejsca poświęcono bezpośredniemu wpływowi pojemników po jedzeniu i napojach, zwłaszcza butelek i puszek, które stanowią jedne z najczęściej spotykanych makrośmieci (Roman i in. 2020). Do 2021 roku opublikowano niespełna 50 artykułów naukowych poświęconych temu problemowi, z czego większość to prace opublikowane w lokalnych czasopismach, które nie spotykały się z większym zainteresowaniem świata nauki (Szymków 2022). Dla porównania, w samym 2021 roku opublikowano ponad 2000 artykułów poświęconych zanieczyszczeniu środowiska mikroplastikiem (Szymków 2022, na podstawie bazy Web of Science).

Pierwsze doniesienia o śmiertelności małych zwierząt w wyrzuconych do środowiska butelkach po napojach pochodzą już z początku drugiej połowy XX w. (Morris i Harper 1965), tj. z okresu, w którym rozpoczęto masową produkcję plastikowych butelek i aluminiowych puszek (Bellis 2019). Dotychczasowe prace skupiały się przede wszystkim na małych ssakach (gryzoniach Rodentia i ryjówkowatych Sorcidae), choć z nielicznych doniesień wynikało, że to bezkręgowce, ze względu na swoje powszechne występowanie w dużych zagęszczeniach, są najczęstszymi i najliczniejszymi ofiarami pojemników (np. Skłodowski i Podściański 2004). Ze względu na powszechność odpadów w środowisku należało też przypuszczać, że omawiane zagadnienie jest najpewniej problemem globalnym.

Cel badań

W swoich badaniach założyłem, że wyrzucone do środowiska pojemniki po napojach stanowią pułapkę ekologiczną dla zwierząt. To rodzaj pułapki ewolucyjnej, który dotyczy wyboru siedliska o niższej wartości przystosowawczej pomimo dostępności siedlisk o wyższej jakości (Schlaepfer i in. 2002; Battin 2004; Robertson i in. 2013). W tym wypadku pojawiające się w środowisku butelki i puszki stają się

nowym mikrosiedliskiem. Zwierzęta, podczas wyboru habitatu (miejsca rozrodu, pożywienia itd.), kierują się pewnymi, dotychczas utartymi, wskazówkami, które jednak nie przewidują negatywnych konsekwencji wyboru nowego i nieznanego siedliska.

W konsekwencji zwierzęta wchodzą do pojemników, ale z różnych przyczyn (omówione poniżej) nie są w stanie się z nich wydostać. Taka sytuacja prowadzi do zmniejszenia się sukcesu rozrodczego niektórych gatunków lub ich śmierci.

Głównym celem moich badań było określenie różnorodności na poziomie taksonomicznym i ekologicznym zwierząt korzystających z wyrzuconych do środowiska pojemników po napojach i żywności. Skupiłem się ponadto na określeniu wpływu cech pojemników na liczebność i skład zwierząt, które w nich giną oraz na analizie przyczyn wykorzystania pojemników z uwzględnieniem interakcji jakie zachodzą między poszczególnymi grupami zwierząt.

Opis uzyskanych wyników

H1. **Kolenda K**.*, Kuśmierek N., Kujawa K., Smolis A., Wiśniewski K., Salata S., Maltz T.K., Stachowiak M., Kadej M. 2022. Bottled & canned – Anthropogenic debris as an understudied ecological trap for small animals. Science of the Total Environment 837: 155616

Pierwsza praca dotyczy ogólnej różnorodności taksonomicznej i ekologicznej zwierząt korzystających z wyrzuconych do środowiska pojemników, a także wpływu poszczególnych cech pojemników na liczebność i skład zwierząt, które w nich zginęły oraz opisu przyczyn zajmowania przez zwierzęta pojemników wraz z uwzględnieniem interakcji jakie zachodzą pomiędzy poszczególnymi taksonami.

Badania przeprowadziłem wraz z zespołem na terenie miasta Wrocławia. Materiał do badań stanowiły otwarte (tj. niezakapslowane) pojemniki po napojach (butelki, puszki) zebrane w 10 lasach na terenie miasta. Pojemniki te były zbierane wzdłuż leśnych ścieżek (bufor 10 m), ich otwór został zabezpieczony przez wylaniem się zawartości, a następnie zostały przewiezione do laboratorium. Zawartość pojemników została wysypana na plastikowe tacki. W trakcie tej czynności notowałem: a) obecność żywych zwierząt (brak lub obecne, a tylko w przypadku najliczniejszych grup zbierałem je do szczegółowej identyfikacji), b) obecność martwych zwierząt

(zebrano wszystkie szczątki zwierząt), c) a także inne znaleziska świadczące o korzystaniu przez zwierzęta z pojemników (wylinki, kokony, osłonki poczwarkowe, nasiona itd.). Zwierzęta były oznaczane do najniższego możliwego poziomu taksonomicznego przy użyciu dostępnych kluczy. Bezkręgowce ponadto sklasyfikowałem wg grup funkcjonalnych (gildii) zaproponowanych przez González-Céspeda i in. (2021). Notowałem również następujące cechy pojemników: pojemność, średnicę otworu, materiał wykonania, obecność szyjki, kolor oraz pierwotną zawartość. Wyjątkowo, pojemniki, w których były gniazda mrówek, po uprzednim zebraniu kilku okazów robotnic oraz odnotowaniu cech pojemników, pozostawiłem w miejscu znalezienia (szczegóły – opis pracy **H4**).

Łącznie zebrałem 939 pojemników. W 37,1% (N=348) odnotowałem żywe zwierzęta, głównie pająki Araneae (szczegóły – opis pracy **H2**), mrówki Formicidae (szczegóły – opis pracy **H4**), oraz larwy muchówek Diptera. W 56,2% pojemników (N=528) stwierdziłem 10162 martwych zwierząt (w tym 10139 bezkręgowców i 23 kręgowce). Martwe zwierzęta reprezentowały 12 gromad z czterech typów: pierścienic Annelida, stawonogów Arthropoda, mięczaków Mollusca i strunowców Chordata. Większość, bo 96,5% osobników zostało sklasyfikowanych przynajmniej do poziomu rzędu. Łącznie odnotowałem 29 rzędów i 99 rodzin podczas gdy oczekiwana liczba wg estymatora Chao2 wyniosła kolejno 33 (95%CI: 30–55) i 155 (95%CI: 120–246). Stwierdziłem istotną, pozytywną korelację między odnotowaną liczbą rzędów reprezentującą poszczególne gromady, a rzeczywistą liczbą rzędów tych gromad występującą w Polsce (r=0,9023, p=0,0001). Proporcjonalna różnorodność zwierząt ginących w pojemnikach do ogólnego ich zróżnicowania w kraju wskazuje, że jest to uniwersalne zagrożenie dla zwierząt. Do najliczniejszych taksonów (przynajmniej 100 martwych osobników stwierdzonych w 3% pojemników) zaliczyłem trzy rzędy wśród owadów Insecta: chrząszcze Coleoptera, muchówki Diptera i mrówkowate Formicidae, dwa rzędy wśród pajęczaków Arachnida: kosarze Opiliones i roztocza Sarcoptiformes, jeden rząd równonogów Isopoda: pancerzowce Malacostraca i jeden rząd mięczaków: trzonkooczne Stylommatophora. Wśród znalezionych zwierząt 3,7% jest w Polsce objętych ochroną, a 6,9% znajduje się na Czerwonej liście zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce (Głowaciński red. 2002). Zebrane bezkręgowce sklasyfikowałem do ośmiu grup funkcjonalnych wśród których saprofagi, fitofagi i drapieżniki zdecydowanie dominowały nad pozostałymi (parazytoidy, mykofagi, zapylacze, saproksyle i filtratorzy) stanowiąc 97,8% osobników.

Na podstawie zebranego materiału, ale i w oparciu o dane z literatury naukowej opisałem przyczyny wchodzenia zwierząt do pojemników oraz interakcje jakie między nimi zachodzą po wejściu do pojemników. Przede wszystkim wydzieliłem „bezpośrednie" i „pośrednie" wykorzystanie pojemników.

Bezpośrednie oznacza sytuację w której: a) zwierzę korzysta z samego pojemnika, np. gryzonie magazynują w nim nasiona, mrówki zakładają gniazdo, pająki wykorzystują miejsce w butelce do rozrodu (obserwacja kokonów pająków z rodzaju *Ero* przyczepionych do ścianek butelek) lub jako miejsce bezpiecznego schronienia, w którym mogą zrzucić wylinkę, b) zwierzę korzysta z pierwotnej zawartości pojemników, np. muchówki spijają resztki słodkiego napoju, a niektóre gatunki np. z rodziny wodarkowatych Ephydridae składają jaja do resztek wody, w której potem rozwijały się larwy.

Pośrednie wykorzystanie pojemników dotyczy sytuacji, w które zwierzę jest zwabione do pojemnika przez inne zwierzę lub jego szczątki, np. niektóre chrząszcze omarlicowate Silphidae żerują na padlinie, w tym ryjówkach i gryzoniach, które zginęły w pojemnikach. U innych Silphidae (np. licznych grabarzy *Nicrophorus* spp.) padlina jest gwarantem sukcesu reprodukcyjnego, gdyż odżywiają się nią larwy. Pająki budują natomiast w pojemnikach sieci i polują na ofiary, które do nich wchodzą (szczegóły – opis pracy **H2**). W mieszaninie płynów, ziemi i rozkładających się szczątków roślin i zwierząt dogodne miejsce do rozrodu znalazły też liczne muchówki np. z rodziny ćmiankowatych Psychodidae. Niektóre gatunki mrówek np. z rodzaju *Temnothorax* zakładały gniazda w muszlach ślimaków, które uprzednio zginęły w butelce (szczegóły – opis pracy **H4**). Należy również założyć, że niektóre zwierzęta wchodzą do pojemników zupełnie przypadkowo.

Dokładna sekwencja kolonizacji pojemników jest trudna do opisania, jednak na podstawie powyższych przykładów można wyróżnić pewne ogólne wzorce. Poza organizmami, które przypadkowo wpadają do pojemników, jednymi z pierwszych są te zwabione zapachem wydobywających się resztek napojów, np. fitofagi. Ponadto, mały otwór i często ciemne wnętrze przypominają norę (kryjówkę), z której skorzystają np. ryjówki Sorcidae. Śliskie i wilgotne ścianki pojemników są dla wielu organizmów przeszkodą nie do pokonania. Poza tym z moich obserwacji wynika, że część pojemników regularnie zmienia swoje położenie (na skutek wiatru czy trącania przez większe drapieżniki: lisy czy kuny). Nagła zmiana położenia, np. na miejsce silnie nasłonecznione może spowodować szybką śmierć uwięzionych osobników. Jak

wspomniałem wcześniej, pierwsze martwe zwierzęta zaczynają przywabiać kolejne np. gatunki saprofagiczne. Ponadto, uwięzione zwierzęta, które próbują się wydostać mogą wydzielać kairomony, które przywabią drapieżniki, np. ryjówki, pająki, chrząszcze z rodziny biegaczowatych Carabidae. Wydaje się, że to właśnie te taksony są szczytowymi drapieżnikami w tych mikroekosystemach. Obserwacja intensywnie rozłożonych szczątków zwierząt oraz świeżych trucheł w poszczególnych pojemnikach świadczy o tym, że funkcjonują one przez długi czas jako pułapki, a różne czynniki, takie jak cechy pojemników, warunki mikrosiedliskowe czy zgrupowania zwierząt żyjących w otoczeniu będą wpływały na ich kolonizację i interakcje zachodzące w ich wnętrzu.

Na podstawie ogólnych modeli liniowych wykazaliśmy, że liczba martwych zwierząt jest pozytywnie skorelowana z pojemnością pojemnika. Obecność szyjki (np. w butelkach po piwie czy winie) wpływa ograniczająco na śmiertelność zwierząt (prawdopodobnie utrudnia możliwość wejścia do pojemnika). Więcej zwierząt ginie również butelkach niż puszkach. Zbieżne z powyższymi uzyskaliśmy wyniki dla analizy liczby rodzin w pojemniku. Również liczba martwych osobników poszczególnych grup funkcjonalnych (drapieżniki, fitofagi, saprofagi) była pozytywnie skorelowana z wielkością pojemników. Kolor (bezbarwny i zielony) był natomiast istotnym predyktorem dla liczby fitofagów i saprofagów.

Niniejsza praca jest pierwszą tak szeroko opisującą śmiertelność małych zwierząt w wyrzucanych do środowiska pojemników, a także wykazującą, że pojemniki stanowią mikroekosystemy, w których zachodzą skomplikowane zależności między grupami zwierząt je zasiedlającymi. Potwierdziłem, że badane odpady, mimo pozornych korzyści, stanowią pułapkę ekologiczną dla zwierząt, co stanowi interesujący punkt wyjścia do dyskusji nad negatywnym wpływem zaśmiecania na środowisko oraz do dalszych badań uwzględniających inne ekosystemy (np. tereny otwarte) czy typy odpadów (np. słoiki, worki jednorazowe itd.). Jednocześnie uzyskane wyniki są mocnym argumentem za koniecznością wprowadzenia działań na poziomie lokalnym (np. akcje sprzątania miejsc cennych przyrodniczo) ale i krajowym (np. wprowadzenie systemu kaucyjnego), które ograniczą liczbę śmieci w środowisku.

H2. **Kolenda K.**, Wiśniewski K., Kujawa K., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2021. Living in discarded containers: spiders explore a new niche created by littering in urban woodlands. Biodiversity and Conservation 30: 1637–1654

Druga praca jest pogłębieniem stanu wiedzy na temat wykorzystania pojemników przez niektóre grupy zwierząt i skupia się na pająkach Araneae. Założyłem, że podobnie jak w przypadku budowania sieci w pobliżu źródeł sztucznego światła, które wabi owady (Mammola i in. 2018), uwięzienie potencjalnych ofiar będzie przyciągało pająki do zakładania sieci wewnątrz pojemników. Tym samym to pająki sieciowe, a nie np. aktywni łowcy, będą głównymi drapieżnikami w tych mikroekosystemach. Jednakże ze względu na cechy biologiczne pająków, np. umiejętność poruszania się po stromych powierzchniach oraz wykorzystanie napięcia powierzchniowego do przemieszczania się po wodzie, pojemniki nie będą stanowiły dla nich większego zagrożenia.

Materiał do badań stanowił ten sam zbiór pojemników, który został opisany w pracy **H1**. Dowody na obecność pająków znalazłem w 33,5% pojemników (N=315). Były to sieci, żywe lub martwe pająki, wylinki oraz kokony. Sieci pajęcze odnotowałem w 30,9% (N=290) pojemników z czego 40,7% (N=118) było zasiedlonych przez pająki. Ogólnie znalazłem 182 pająki w 15,5% (N=146) pojemników, z czego jedynie 19 było martwych (w 1,9% pojemników). Sklasyfikowane zostały do 13 rodzin. Najliczniejsze były osnuwikowate Linyphiidae i omatnikowate Theridiidae (kolejno 113 i 43 osobniki). Pająki, wylinki i kokony sklasyfikowane zostały również do 6 gildii wg Cardoso i in. (2011). Najliczniejsze były pająki sieciowe („space web” i „sheet web”), które stanowiły 84% całego zbioru. W przypadku większości pająków udało się oznaczyć ich płeć oraz stadium rozwoju. Osobniki juwenilne dominowały nad dorosłymi. Wśród dorosłych samice były liczniejsze od samców, ale różnica ta nie była istotna statystycznie. Niewielki udział samców na sieciach jest prawdopodobnie spowodowany ich aktywną eksploracją terenu w celu poszukiwania partnera do rozrodu (Burgess 1978). W większości pojemników odnotowałem po jednym osobniku, jednakże w czterech były dwa lub więcej osobników tego samego gatunku, a w kolejnych 15 przynajmniej dwa osobniki należące do różnych gatunków.

Pająki występowały istotnie częściej w szklanych butelkach bezbarwnych i zielonych w porównaniu do brązowych. Częściej też wybierały pojemniki po napojach

słodkich niż po piwie i alkoholach wysokoprocentowych. Istotnym czynnikiem była też obecność szyjki w butelkach, która pozytywnie wpływała na obecność pająków. Należy jednak podkreślić, że pająki są generalistami, które eksplorują każde możliwe mikrosiedlisko, a większość wykrytych zależności charakteryzowała się niską wartością predykcyjną analizowanych modeli. Trudno też wyjaśnić preferencję w kierunku koloru czy pierwotnej zawartości pojemników. Wynik ten należy traktować raczej jako przyczynek do dalszych badań nt. wykorzystania pojemników przez pająki.

Przeprowadzone badania wykazały, że pająki powszechnie zasiedlają zostawione w lasach pojemniki, a ich śmiertelność jest niewielka. Zaobserwowałem, że pojemniki wykorzystywane są przynajmniej do trzech celów. Stanowią one bezpieczne miejsce schronienia, w którym możliwe jest zrzucenie wylinki. Ponadto, rozmnażają się w nim niektóre gatunki, np. pająki z rodzaju *Ero*, których kokony przytwierdzone były do ścianek pojemników. Najczęściej jednak pająki wykorzystywały pojemniki jako miejsca polowania. Świadczy o tym fakt, że w 1/3 pojemników występowały sieci, a na wielu z nich były także szczątki ofiar.

Niniejsze badania nie stanowią jednak bezpośredniego dowodu na to, że pojemniki są dogodnym siedliskiem dla pająków, zwłaszcza gatunków sieciowych. Należy podkreślić, że ponad połowa pojemników z sieciami nie zawierała żywych osobników. Niewykluczone więc, że pojemniki zostały opuszczone z powodu niskiego sukcesu łowieckiego. Badania porównujące sukces łowiecki pająków zasiedlających pojemniki oraz tych żyjących w ich okolicy, oraz ich liczebność i bogactwo gatunkowe mogłyby wyjaśnić czy pojemniki faktycznie stanowią odpowiednie siedlisko dla przynajmniej wybranych grup ekologicznych tych pajęczaków, czy jednak jest to dla nich pułapka ekologiczna. Dalszych badań wymaga też kwestia tego jak na pająki wpływają międzygatunkowe interakcje w tak małych mikrosiedliskach. Dotychczasowe obserwacje wykazują, że wśród pająków powszechnym jest drapieżnictwo i wypieranie z sieci mniejszych gatunków, a nawet całkowite unikanie zajmowania sieci przez małe pająki w przypadku wykrycia sygnałów chemicznych gatunków większych (Persons i Rypstra 2001; Eichenberger i in. 2009). Niewykluczona jest również całoroczna aktywność pająków w pojemnikach w obliczu łagodnych zim (Korenko i in. 2010), a także wyższy niż stwierdzony udział pająków polujących aktywnie np. pogończowatych Lycosidae, których niektóre gatunki aktywne są jedynie w nocy. Otwarte kwestie wymagające dalszych badań podkreślają nowatorki charakter zaprezentowanej pracy, która zdecydowanie poszerzyła stan wiedzy na temat zdolności

pająków do dostosowywania się do zmian zachodzących w środowisku podlegającemu intensywnemu wpływowi człowieka.

H4. **Kolenda K**., Salata S., Kujawa K., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2020. Deadly trap or sweet home? The case of discarded containers as novelty microhabitats for ants. Global Ecology and Conservation 23: e01064

Trzecia praca jest także rozszerzeniem wyników uzyskanych w ramach publikacji **H1** i dotyczy kolejnej grupy bezkręgowców, która wykazuje się znaczną plastycznością i wybiera tereny zaśmiecone jako miejsca do zakładania gniazd (Michlewicz i Tryjanowski 2017). W niniejszej pracy zweryfikowałem hipotezę, mówiącą że pojemniki mogą oddziaływać na mrówki Formicidae na dwa sposoby: jako alternatywne miejsca gniazdowania i śmiertelne pułapki. W ramach badań określiłem więc bogactwo gatunkowe mrówek gniazdujących w pojemnikach oraz preferencje wobec pojemników, wybieranych na gniazda. Ponadto, opisałem bogactwo gatunkowe i stopień śmiertelności robotnic mrówek, zwabionych do pojemników oraz zbadałem, które cechy pojemników stanowią dla nich największe zagrożenie.

Materiał do badań stanowił ten sam zbiór pojemników, który został opisany w pracy **H1** i **H2**. Gniazda mrówek znalazłem w 4,4% (N=41) zebranych pojemników (N=939). W 40 przypadkach były to gniazda założone bezpośrednio w pojemniku przez trzy gatunki mrówek: wścieklicę zwyczajną *Myrmica rubra* (26 gniazd), wścieklicę podobną *M. ruginodis* (7) i hurtnicę pospolitą *Lasius niger* (7). Jedno gniazdo należące do *Temnothorax crassispinus* założone zostało w muszli wstężyka gajowego *Cepaea nemoralis*, który uprzednio zginął w butelce. Analiza wpływu cech pojemników na zakładanie gniazd w ich wnętrzu wykazała, że istotnym czynnikiem był kolor. Mrówki zdecydowanie częściej zakładały gniazda w brązowych pojemnikach, natomiast unikały zielonych. Być może jest to związane z tym, że brązowe szkło pochłania większość promieniowania UV, ograniczając jego negatywne oddziaływanie, natomiast zielone i białe szkło całkowicie przepuszcza promienie UV (Lennersten 1995). Ponadto, wraz ze wzrostem średnicy otworu pojemnika malała szansa na jego wykorzystanie jako gniazda. Co więcej, zaobserwowałem, że wejście do większości gniazd-pojemników było zabudowane ziemią z pozostawionym niewielkim otworem, który umożliwiał wejście mrówkom.

Pomimo wykorzystania pojemników do miejsca gniazdowania, odpady te stanowiły też spore zagrożenie dla mrówek. Martwe robotnice stwierdziłem w 10,3% (N=97) pojemników. Łącznie zginęło 698 osobników, należących do przynajmniej 11 gatunków, w tym dwóch (nadrzewnica czteroplamka, *Dolichoderus quadripunctatus* i mrówka rudnica *Formica rufa*) z Czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce (Głowaciński red. 2002). Mimo marginalnie istotnych cech pojemników wpływających na liczbę martwych mrówek (np. większa liczba w bezbarwnych butelkach), zasadnym wydaje się, że głównym czynnikiem może być behawior tej grupy owadów: uwięzione osobniki wydzielają feromony alarmujące, które zwabiają inne robotnice z kolonii (Kleineidam i in. 2017). Ponieważ pojemniki częściej stanowiły śmiertelne zagrożenie niż miejsce gniazdowania, należy założyć, że negatywny efekt dominuje nad korzyściami z zasiedlenia nowego mikrosiedliska.

Nieznany pozostaje wciąż sukces rozrodczy mrówek zaśmieconych siedliskach. W przeciwieństwie do gniazd zakładanych np. pod ziemią, pojemniki narażone są na szereg czynników mogących zakłócać funkcjonowanie kolonii (np. poprzez potrząsanie/turlanie przez drapieżnika, zmianę miejsca położenia itd.). Co istotne, nie zaobserwowałem jednak martwych całych kolonii, co świadczyłoby o tym, że mrówki nie były w stanie opuścić pojemnika w reakcji na nagłe zagrożenie. Poznanie fenologii kolonii gniazdujących w antropogenicznych odpadach i zweryfikowanie czy po okresie zimowym wracają do tych samych gniazd pozwoli też lepiej planować akcje porządkowania zaśmieconych miejsc.

Niniejsze badania są jednymi z nielicznych, które potwierdziły możliwość eksploracji nowych antropogenicznych mikrosiedlisk przez mrówki i pierwszym, które wykazało, zakładanie gniazd w takich miejscach przez cztery gatunki mrówek. Uzyskane wyniki przyczyniają się do lepszego zrozumienia wpływu postępującej degradacji środowiska naturalnego na owady i podkreślają plastyczność ekologiczną niektórych gatunków.

H3. **Kolenda K**., Pawlik M., Kuśmierek N., Smolis A., Kadej M.* 2021. Online media reveals a global problem of discarded containers as deadly traps for animals. Scientific Reports 11: 267

Wyniki dotychczas zaprezentowanych badań (**H1**, **H2**, **H4**) oraz te przeanalizowane w zgromadzone literaturze naukowej, skupiają się głównie na

siedliskach leśnych (np. Benedict i Billeter 2004; Hamed i Laughlin 2015) i nadmorskich (plaże, wydmy; np. Poeta i in. 2015; Lavers i in. 2020) oraz wąskiej różnorodności pojemników, tj. na butelkach i puszkach po napojach (np. Benedict i Billeter 2004; Lavers i in. 2020). Jednakże, do środowiska częstokroć trafiają też inne opakowania po napojach i żywności np. słoiki, jednorazowe kubki czy puszki po konserwach. Śmieci znajdywane są też w wielu innych typach siedlisk (pustynie, pola uprawne, obszary silnie zurbanizowane itd.), w tym na obszarach chronionych (np. Jakiel i in. 2019).

W dobie powszechnego dostępu do technologii cyfrowych i dynamicznego przyrostu danych generowanych przez użytkowników Internetu, naukowcy coraz częściej korzystają z tego źródła informacji. Umożliwia ono uzupełnienie istniejącego stanu wiedzy w oparciu o duże ilości, różnorodnych danych zebranych z całego świata (Di Minin i in. 2015). Z takiego właśnie źródła skorzystałem w kolejnej pracy, w celu lepszego zrozumienia wpływu zaśmiecania na zwierzęta. Celem badań było określenie w oparciu o dane udostępniane przez społeczeństwo w mediach internetowych: a) różnorodności zwierząt, które są podatne na uwięzienie w wyrzuconych pojemnikach, b) rodzaju pojemników, który stanowi najczęstszą pułapkę dla zwierząt.

Używając wybranych słów kluczowych przetłumaczonych na dziewięć języków przeszukałem wyszukiwarkę Google Grafika oraz media społecznościowe (Facebook, Instagram, Twitter i YouTube) pod kątem doniesień o zwierzętach, które utknęły w pojemnikach zalegających w środowisku. W analizie uwzględniłem pięć podstawowych rodzajów pojemników: butelki i puszki po napojach, puszki po żywności, słoiki, jednorazowe kubki oraz dodatkowo inne, większe pojemniki np. kanki na mleko. Łącznie odnalazłem 491 doniesień (184 filmy i 307 zdjęć) o 503 pojemnikach, w których utknęły zwierzęta. Obejmują one okres od 1999 do 2019 roku i pochodzą z 51 krajów zlokalizowanych na 6 kontynentach. Pojemniki stanowiły zagrożenie dla zwierząt zarówno na terenach zurbanizowanych, jak i takich o ograniczonej ingerencji ludzkiej (np. pustynie), w tym objętych ochroną (parki narodowe, rezerwaty). Najwięcej przypadków dotyczyło ssaków (78,5%) oraz gadów (15,3%.). Pozostałe ok. 6% to pojedyncze doniesienia o bezkręgowcach, ptakach, rybach i płazach. Odnotowałem zaskakująco duży udział średnich i dużych zwierząt, w tym niedźwiedzi, wilków, saren, jenotów, borsuków, waranów itp., czyli grupy zwierząt, która dotąd była zupełnie pomijana w tego typu badaniach. Moje dalsze badania dotyczące jaszczurek z rodziny waranowatych Varanidae potwierdziły, że

należą one do częstych ofiar pojemników [**48**]. Warto podkreślić, że w przypadku większych zwierząt najczęściej nie wpadają one całe do pojemników, tylko częściowo, np. klinuje się w nich ich głowa lub większa część ciała. Prawdopodobną przyczyną takiej interakcji jest próba wydobycia resztek pożywienia lub napoju z pojemnika albo próba upolowania zwierzęcia, które wcześniej weszło do pojemnika. Aż 81,2% odnotowanych historii skończyło się próbą uratowania zwierzęcia przez obserwatora, jednakże uratowane zwierzęta miały obrzęki, problemy z oddychaniem, były odwodnione, posiadały otwarte rany i często wymagały opieki weterynaryjnej. Ponad 12% gatunków kręgowców to zwierzęta zagrożone wyginięciem wg IUCN (kategorie VU, EN, CR). Najczęstszym zagrożeniem dla zwierząt były plastikowe lub szklane słoiki (32,4%), następnie puszki po napojach (16,5%), puszki po żywności (16,3%), jednorazowe kubki (11,5%) i butelki (11,4%). Pozostałe pojemniki (11,9%) nie mieściły się w powyższych kategoriach i zostały zaklasyfikowane do kategorii „inne". Słoiki i puszki po żywności stanowiły zagrożenie głównie dla średniej wielkości ssaków (1-100 kg), np. listów, czy kojotów. W puszkach po napojach utknęło najwięcej gadów, tj., jaszczurki i węże, natomiast w jednorazowych kubkach oraz butelkach małe i średnie ssaki. W tych ostatnich pojemnikach znajdywano także stosunkowo dużo bezkręgowców i jaszczurek. W „innych" pojemnikach utknęły niemal wyłącznie średnie i duże ssaki (>100 kg).

Niniejsza praca potwierdziła jak ważnym źródłem informacji naukowej mogą być zasoby Internetu. Dzięki nim uzupełniłem listę rodzajów pojemników, które zagrażają zwierzętom i tym samym uzyskałem pełniejszy obraz zróżnicowania taksonomicznego zwierząt narażonych ma śmierć w wyrzucanych do środowiska pojemnikach. Co warte podkreślenia, po raz pierwszy udowodniłem, że zaśmiecanie stanowi bezpośrednie zagrożenie dla dużych zwierząt (dużych gatunków kopytnych, waranów, niedźwiedzi itp.). Ponadto, analizowane śmieci oddziaływały na zwierzęta nie tylko w siedliskach poddanych silnej antropopresji (miasta, lasy miejskie itd.) ale też miejsc oddalonych od siedzib ludzkich. Tym samym potwierdziłem globalną skalę zaśmiecania i jego negatywny wpływ na bioróżnorodność. Jest to kolejny ważny argument za potrzebą natychmiastowych działań redukujących liczbę śmieci w środowisku. Do takich zaliczyć należy wspomniane wcześniej (opis pracy **H1**) akcje sprzątania organizowane przez społeczeństwo. Niedawno opublikowane badania wykazały, że regularne sprzątanie miejsc cennych przyrodniczo skutkuje nie tylko zmniejszeniem ilości śmieci ale też zwiększeniem świadomości pro-przyrodniczej

lokalnej społeczności (Haarr i in. 2020). Wraz z działaniami oddolnymi powinny zostać wdrożone systemy kaucyjne na poziomie krajowym, które również powodują ograniczenie zaśmiecania odpadami szczególnie niebezpiecznymi dla zwierząt (Schuyler i in. 2018).

H5. **Kolenda K**.*, Przybył M., Piłacińska B., Rychlik L. 2018. Survey of discarded bottles as an effective method in detection of small mammal diversity. Polish Journal of Ecology 66: 57–63

Powszechność śmieci w środowisku powodujących globalne zagrożenie dla zwierząt i często masową ich śmiertelność (prace **H1** i **H3**) stawiają otwarte pytanie nad możliwością wykorzystania tego zjawiska w badaniach faunistycznych. Celem niniejszej pracy była próba odpowiedzenia na pytanie czy przeszukiwanie pojemników może być skuteczną metodą oceny składu gatunkowego wybranych grup zwierząt żyjących na danym terenie. Badania przeprowadziłem na małych ssakach, które należą do częstych ofiar pojemników (Benedict i Billeter 2004), a zarazem metody inwentaryzacji tej grupy kręgowców są powszechnie znane. Przeprowadzone badania polegały na porównaniu składu gatunkowego ssaków znalezionych w pojemnikach zebranych w środowisku oraz odłowionych przy użyciu pułapek żywołownych.

Badania przeprowadziłem w południowej Wielkopolsce, na dwóch pięciohektarowych powierzchniach badawczych różniących się typem siedlisk. Pierwsze obejmowało ok. 70 letni las mieszany z małym stawem oraz niewielkim ciekiem. Drugie stanowisko zlokalizowane było w krajobrazie rolniczym i stanowiło mieszankę pól uprawnych, łąk, osiedla domków jednorodzinnych i śródpolnych oczek wodnych. Z obu stanowisk zebrałem 288 pojemników, a ich zabezpieczenie i dalsze prace w laboratorium były analogiczne do tych opisanych w pracach **H1**, **H2** i **H4**. Ssaki zostały oznaczone na podstawie czaszek i żuchw przy pomocy klucza Pucka (1981). Badania ssaków przy pomocy pułapek żywołownych przeprowadziłem w dwóch okresach (jesiennym i wiosennym) uwzględniając ich największą aktywność. Pułapki rozstawione były za każdym razem przez trzy dni na każdym ze stanowisk (łącznie 4560 pułapkogodzin).

Martwe ssaki znalazłem w 13 butelkach (4,85% wszystkich pojemników). Łącznie było to 58 osobników należących do 10 gatunków, w tym siedmiu gryzoni Rodentia i trzech ryjówkowatych Sorcidae. Wśród nich najliczniej reprezentowane

były: mysz polna *Apodemus agrarius* i ryjówka aksamitna *Sorex araneus*. W pułapki żywołowne schwytano natomiast 87 osobników należących do 6 gatunków, w tym trzy gatunki gryzoni i trzy ryjówkowatych. Najliczniejsze były: mysz polna i mysz leśna *A. flavicolis*. Pięć gatunków było wspólnych dla obu metod. Na uwagę zasługuje odnotowany obiema metodami częściowo chroniony w Polsce zębiełek karliczek *Crocidura suaveolens*, który jest stosunkowo rzadki na badanym terenie. Współczynniki Shannona-Wienera i Simpsona wykazały wyższą różnorodność gatunkową zbioru przy użyciu metody przeglądania pojemników niż odłowów w żywołapki i wyniosły kolejno 1,82 i 0,82 oraz 1,18 i 0,59.

Dodatkowo przeprowadziłem analizę wpływu cech pojemników na śmiertelność małych ssaków. Wykazała ona preferencje w kierunku pojemników wykonanych z kolorowego szkła. Pojemność i średnica otworu również były istotnymi czynnikami: małe ssaki nie ginęły w pojemnikach o pojemności do 0,5 l i średnicy poniżej 16 mm. Prawdopodobnie to średnica otworu była czynnikiem limitującym możliwość wejścia do takiego pojemnika.

Niniejsze badania stanowią znaczący wkład w rozwój badań nad rozmieszczeniem małych ssaków. Wykazały, że przeszukiwanie pojemników jest skuteczną metodą, która pozwala wykryć dużą liczbę gatunków zasiedlającą badany obszar. Interpretując wyniki należy jednak wziąć pod uwagę, że nieznany jest czas zalegania pojemników w środowisku, tak więc stwierdzony skład gatunkowy może obejmować też gatunki, które występowały na danym terenie w przeszłości albo wręcz takie, które jedynie przez niego migrowały. Podobne badania porównawcze prowadzone przez innych badaczy wykazują spore zróżnicowanie uzyskanych wyników, jednak ze względu na różną metodykę (np. jedynie okazjonalne zbieranie pojemników w długim przedziale czasu) są one trudne do bezpośredniego porównania. Zazwyczaj jednak skład gatunkowy ssaków jest do siebie zbliżony (Gerard i Feldhamer 1990; Taulman i in. 1992; Torre i in. 2019). Metoda przeszukiwania pojemników chociaż nie zastąpi tradycyjnych metod badawczych, może być jednak wykorzystywana jako pomocnicza zwłaszcza w miejscach intensywnie zaśmieconych (np. w miejskich i podmiejskich lasach). Stanowi więc kolejną po analizie wypluwek, czy odchodów drapieżników, metodę uzupełniającą, dzięki której otrzymamy informacje o gatunkach niewykrytych metodami tradycyjnymi (niniejsze badania, Torre i in. 2019). Wykazanie, że pojemniki stanową śmiertelną pułapkę dla małych ssaków, w tym gatunków rzadkich

jest też również podstawą do uwzględnienia sprzątania miejsc ich występowania w ramach działań ochronnych.

Podsumowanie najważniejszych osiągnięć i zastosowanie uzyskanych wyników

W ramach przeprowadzonych badań, znacząco poszerzyłem stan wiedzy na temat wpływu zaśmiecania na zwierzęta. Do najważniejszych osiągnieć należy zaliczyć:

1. Wykazanie, że zalegające w środowisku pojemniki stanowią pułapkę ekologiczną dla zwierząt. W tych mikroekosystemach zachodzą ścisłe interakcje między organizmami je zasiedlającymi.
2. Przedstawienie zróżnicowania na poziomie taksonomicznym i ekologicznym zwierząt, które narażone są na śmierć w pojemnikach po napojach i żywności wyrzucanych do środowiska. Na szczególną uwagę zasługuje wykazanie wielu taksonów dotychczas pomijanych w podobnych badaniach, zwłaszcza gatunków średnich i dużych zwierząt.
3. Szczegółowe omówienie cech pojemników, które zwiększają ryzyko śmierci zwierząt w ich środku. Chociaż martwe osobniki odnajdywałem we wszystkich badanych typach pojemników to należy podkreślić, że szczególnie często ginęły w butelkach (w porównaniu do puszek), a ich liczba rosła wraz ze wzrostem pojemności pojemnika. Obecność szyjki natomiast utrudnia możliwość wejścia do pojemnika.
4. Wykazanie, że niektóre grupy zwierząt, żyjąc pod stałą antropopresją, próbują dostosować się do zachodzących w środowisku zmian i przynajmniej przez jakiś czas z powodzeniem zasiedlają pojemniki. Dotyczy to m.in. mrówek Formicidae, których przynajmniej cztery gatunki bezpośrednio lub pośrednio gniazdują w butelkach i puszkach, oraz pająków Araneae, zwłaszcza gatunków sieciowych, dla których odpady stały się m.in. miejscem polowania.
5. Zaprezentowanie możliwości wykorzystania metody przeszukiwania pojemników znalezionych w środowisku w badaniach faunistycznych. W porównaniu do krótkotrwałych badań w oparciu o pułapki żywołowne metoda ta wykazała wyższe zróżnicowanie gatunkowe małych ssaków. Ze względu na metodyczne ograniczenia może być ona jednak wykorzystywana przede wszystkim miejscach zaśmieconych (np. miejskich i podmiejskich lasach, wzdłuż dróg itd.).

6. Ważnym aspektem jest też inne wykorzystanie zaprezentowanych wyników. Po pierwsze wykazanie masowej śmierci zwierząt w pojemnikach stanowi ważny argument za pilną koniecznością zredukowania śmieci w środowisku. Do takich działań należy zaliczyć dopracowanie programów recyklingowych i przede wszystkim wprowadzenie w Polsce systemu kaucyjnego. Niniejsze wyniki spotkały się z szerokim zainteresowaniem o czym świadczą liczne wywiady, których udzieliłem w ostatnich latach (szczegóły w p. 6 niniejszego Autoreferatu), a zatem przejawiam ogromną nadzieję, że przyczyniło się to też do zwiększenia świadomości społeczeństwa w zakresie gospodarki odpadami. Po drugie, uzyskane wyniki można wykorzystać w nauce obywatelskiej (z ang. citizen science). Mianowicie, organizując różnorodne projekty edukacyjne, w tym akcje sprzątania siedlisk przyrodniczych można do nich włączyć działanie dotyczące przeglądania zebranych odpadów. Następnie ze znalezionych szczątków zwierząt można przygotować gabloty edukacyjne przedstawiające lokalną bioróżnorodność (posłużą np. na lekcjach biologii w szkołach), a dzięki współpracy ze specjalistami (często lokalnymi przyrodnikami-amatorami) można oznaczyć znalezione zwierzęta co przyczyni się do zwiększenia danych o faunie wybranego terenu. Takie projekty zostały już przeprowadzone, m.in. w Ostrowie Wielkopolskim [**28**] i Słubicach[1], a także w Stanach Zjednoczonych (Brannon i in. 2017). W końcu też wyniki niniejszych badań są argumentem za uwzględnieniem sprzątania siedlisk gatunków chronionych w projektach ich ochrony.

Plany badawcze

Moje najbliższe plany naukowe obejmują dwie ścieżki badawcze. Pierwsza związana jest z kontynuacją zaprezentowanych powyżej badań. Dotyczy aktualnie prowadzonych prac na temat zróżnicowania taksonomicznego i ekologicznego chrząszczy z rodziny biegaczowatych Carabidae ginących w pojemnikach. Wyniki te zostaną zestawione ze składem gatunkowym chrząszczy odłowionym na tym samym obszarze tradycyjnymi metodami, tzw. przy użyciu pułapek Barbera a także dziennymi i nocnymi (przy użyciu latarki) seriami odłowów metodą na upatrzonego. Dzięki temu będzie można dokładnie przeanalizować, które gatunki są szczególnie narażone na zaśmiecanie, a które potrafią unikać napotkane zagrożenie. Ponadto, planuję skupić się

[1] https://www.slubice24.pl/wiadomosci/aktualnosci/17932-nabici-w-butelke-wielkie-sprzatanie-parku-przy-al-niepodleglosci; data dostępu: 14.02.2023.

na poznaniu fenologii kolonii mrówek budujących gniazda w śmieciach i tym samym opisać, jak antropopresja wpływa na ich biologię.

Druga ścieżka badawcza dotyczy zagadnień związanych z herpetofauną. Przede wszystkim, planuję dokończyć badania dotyczące stabilności systemów genetycznych żab zielonych, które realizuję w ramach grantu Preludium (NCN). Obejmują one analizę zróżnicowania genetycznego żab zielonych zamieszkujących Dolinę Baryczy i długofalowych zmian w ich populacjach oraz wpływu powodzi na stabilność systemu opartego wyłącznie o osobniki mieszańcowe. Zamierzam również udać się na staż badawczy do laboratorium dra Vojtěcha Baláža z University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno w Czechach, gdzie dokończę badania nt. możliwości wykorzystania płazów ginących na drogach w monitoringu chorób zakaźnych tej grupy kręgowców oraz wpływu patogenów z rodzaju *Batrachochytrium* na populacje płazów z Azji Centralnej. Od października rozpoczynam również badania dotyczące handlu egzotycznymi płazami w Polsce, a wyniki porównam z badaniami prowadzonymi przed 10 laty [**40**].

Drugie osiągnięcie naukowe

Zgodnie z art. 219 ust. l pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668) poniżej charakteryzuję moje drugie osiągnięcie naukowe, które dotyczy rozważań nad pochodzeniem i statusem prawnym wybranych gatunków polskiej herpetofauny.

Wydawać by się mogło, że na terenie tak dobrze poznanym przyrodniczo jak Polska, skład gatunkowy kręgowców jakimi są płazy i gady jest dobrze poznany. Jednakże szereg czynników powoduje, że wiedza ta wymaga stałej aktualizacji. Zalicza się do nich upowszechnienie badań molekularnych, które nie raz wywróciły do góry nogami systematykę zwierząt (Wiens 2008). Ponadto, zmiany klimatu powodują, że wiele gatunków poszerza swoje zasięgi występowania (Araújo i in. 2006). Wreszcie ekspansja organizmów odbywa się za sprawą człowieka, który celowo (intencjonalne introdukcje) lub przypadkowo (np. zawlekanie zwierząt z transportem warzyw i owoców) doprowadził do zmian zasięgu ich występowania (np. Santos i in. 2019). Często więc ustalenie czy dany gatunek jest rodzimy dla danego terenu, czy też obcy, przysparza wielu trudności. W ostatnich latach pojawiły się doniesienia o występowaniu na terenie kraju nowych gatunków płazów i gadów. Jednakże doniesieniom tym często towarzyszyła dezinformacja na temat pochodzenia i tym samym statusu gatunku

(rodzimy vs. obcy). Z tego powodu, w oparciu o przegląd literatury, ale i badania własne wraz zespołem usystematyzowałem aktualny stan wiedzy nt. krajowej herpetofauny.

Moim osiągnięciem w omawianym temacie jest opisanie występowania żaby bałkańskiej *P. kurtmuelleri* w Dolinie Baryczy [**8**]. Udało się tego dokonać wykorzystując markery molekularne: intron-1 surowicy albuminy i cytochrom b. Badania przeprowadziłem w oparciu o materiał zgromadzony przeze mnie w Dolinie Baryczyi porównawczy zebrany przez współautorów na półwyspie Bałkańskim, oraz sekwencje dostępne w bazie GenBank. Trzy hipotezy mogą wyjaśnić pojawienie się obcego taksonu z kompleksu żab zielonych w Polsce: (i) celowe wypuszczenie lub przypadkowa introdukcja *P. kurtmuelleri* podczas zarybiania stawów rybami pochodzącymi z Bałkanów (i dalsze krzyżowanie się obcych żab z rodzimymi gatunkami); (ii) *P. kurtmuelleri* i rodzima żaba śmieszka *P. ridibundus* są gatunkami kryptycznymi, a prawdziwy zasięg występowania *P. kurtmuelleri* rozciąga się od południowych Bałkanów aż do Polski; (iii) *P. kurtmuelleri* może być niedawno oddzieloną linią filogeograficzną w obrębie szeroko rozpowszechnionego i polimorficznego gatunku jakim jest *P. ridibundus*. Za ostatnią hipotezą przemawia fakt, że choć *P. ridibundus* i *P. kurtmuelleri* są grupami siostrzanymi w mtDNA to występuje między nimi płytka dywergencja (Lymberakis i in. 2007). Identyczny haplotyp mitochondrialnego DNA stwierdzony w Polsce oraz na granicy Grecji, Albanii i Macedonii sugeruje, że ten region może być źródłem *P. kurtmuelleri* znalezionych w Dolinie Baryczy. Występowanie *P. kurtmuelleri* w Polsce sugeruje możliwość występowania nieznanych dotąd form mieszańcowych wśród żab zielonych.

W ramach badań nad krajową herpetofauną, przyjrzałem się również statusowi jaszczurek z rodzaju *Podarcis*. To grupa niewielkich jaszczurek, które wielokrotnie były introdukowane w różnych krajach europejskich i w niektórych przypadkach okazały się inwazyjne, skutecznie konkurując z rodzimą herpetofauną (Michaelides i in. 2015). W latach 2011–2014 odkryto trzy populacje murówek zwyczajnych *P. muralis* w kamieniołomach na Wzgórzach Strzelińskich (Wirga i Majtyka 2015). Ze względu na ich izolowany charakter uważano je za introdukowane, jednakże jak dotąd nie prowadzono szczegółowych badań na temat ich pochodzenia. Niedawne badania przeprowadzone na trzech czeskich populacjach (Jablonski i in. 2019) sugerują, że mogą być one reliktami, a nie wynikiem introdukcji. Ponieważ są najbliższe geograficznie populacjom z Dolnego Śląska, tym ważniejsze było poznanie statusu polskich murówek. W 2019 roku prowadziłem badania mające na celu ustalenie

pochodzenia oraz poznanie biologii murówek zwyczajnych ze Wzgórz Strzelińskich [**18**]. Analiza genetyczna w oparciu o cytochrom b wykazała, że wszystkie trzy populacje należą do haplogrupy I (*sensu* Jablonski i in. 2019) i do najpowszechniejszego haplotypu obejmującego Czechy i Słowację. Oznaczać to może, że albo są one reliktem holoceńskiego optimum klimatycznego, albo zostały introdukowane z najbliższych geograficznie stanowisk. Ze względu na brak możliwości jednoznacznego ustalenia pochodzenia polskich populacji zasugerowaliśmy zmianę statusu z obcego na kryptogeniczny (i tak też obecnie przyjęto w bazie gatunków obcych prowadzonych przez IOP PAN). W ramach niniejszych badań opisałem też szczegółowo biologię polskich populacji jaszczurek, w tym ich morfometrię, wzory barwne, strukturę wieku oraz fenologię. Jest to ważny wkład w zrozumienie funkcjonowania populacji gadów poza granicą ich północno-wschodniego zasięgu występowania. Pod względem morfologii i wieku porównywalne są one z populacjami z Europy kontynentalnej. Natomiast co zaskakujące, brak żółtego ubarwienia odróżnia je od czeskich i słowackich populacji. Z tego też powodu planuję dalsze bardziej szczegółowe analizy genetyczne, które pozwolą określić pochodzenie polskich populacji.

W ramach kontynuacji badań nad występowaniem murówek w Polsce w latach 2020-2021: a) poszukiwałem wraz z zespołem kolejnych ich stanowisk na Wzgórzach Strzelińskich oraz b) na podstawie przeglądu mediów internetowych i literatury, starałem się ustalić przypadki przypadkowych bądź celowych introdukcji jaszczurek z rodzaju *Podarcis* do Polski. Mimo, wytypowania 44 potencjalnych miejsc ich występowania nie udało się potwierdzić nowych populacji na Wzgórzach Strzelińskich. Potwierdziłem natomiast, że w okresie od połowy XX wieku dokonano w Polsce przynajmniej ośmiu introdukcji dwóch gatunków murówek (*P. muralis* i *P. siculus*). W przypadku dwóch introdukcji jaszczurki utworzyły populacje utrzymujące się przynajmniej kilka lat. Przeprowadzone badania genetyczne, pozwoliły określić dokładną ich przynależność taksonomiczną oraz pochodzenie. Co ważne były to jaszczurki pochodzące m.in. z południa Europy, co potwierdza ich duże możliwości adaptacyjne względem zajmowanych siedlisk. Wyniki tych badań były dotychczas zaprezentowanie jedynie w formie doniesień konferencyjnych (zał. 4, pkt. IIG, poz.32, 33), a obecnie przygotowuję na ten temat publikację.

W ramach omawianego osiągnięcia opublikowałem również pracę przeglądową, której, opisałem pozycję systematyczną i status „nowych" gatunków stwierdzonych w Polsce [**43**]. Dotyczyło to m.in. rzekotki wschodniej *Hyla orientalis* czy padalca

kolchidzkiego *Anguis colchica*, które zostały wyodrębnione w wyniku analiz genetycznych. Innymi przykładami były żaba bałkańska *Pelophylax kurtmuelleri*, murówka zwyczajna *Podarcis muralis*, czy zaskroniec rybołów *Natrix tesselata*, które w ostatnich latach zostały wykazane w naszm kraju. Wyniki niniejszego przeglądu przesłałem wraz ze współautorami dnia 24 czerwca 2019 roku do Ministerstwa Środowiska z prośbą o ich uwzględnienie w przypadku aktualizacji Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. Prośba ta (podobnie jak uwagi w trakcie konsultacji społecznych do Rozporządzenia z 2016 r.) została jednak odrzucona jako bezzasadna (odpowiedź z dnia 8 sierpnia 2019 r.).

Druga opublikowana praca przeglądowa dotyczyła statusu jaszczurki zielonej *Lacerta viridis* [**44**]. W pracy tej omówiłem wraz z zespołem historyczne oraz najnowsze dane na temat występowania jaszczurki zielonej na terenie kraju, podkreślając, że nie ma ani jednego potwierdzonego przypadku naturalnego występowania tego gatunku w obecnych granicach Polski aktualnie ani w niedalekiej przeszłości, jednakże nie można całkowicie wykluczyć dotąd nieodkrytych reliktowych populacji.

d) omówienie pozostałych osiągnięć

Hybrydogeneza u żab zielonych

Trzon moich zainteresowań badawczych stanowi hybrydogeneza i utrzymywanie się mieszanych populacji żab zielonych. Jest to pokłosie współpracy z prof. Leszkiem Bergerem, który odkrył ten typ dziedziczenia u żab zielonych. Rozwijanie tych zainteresowań było możliwe dzięki wstąpieniu do zespołu prof. Marii Ogielskiej, który kontynuuje prace prof. Bergera.

Badania prowadzone w II połowie XX. wieku wykazały, że najpospolitsza żaba Europy – żaba wodna *Pelophylax esculentus* (RL), nie jest gatunkiem, tylko hybrydogenetycznym mieszańcem pomiędzy żabą jeziorkową *P. lessoane* (LL) i żabą śmieszką *P. ridibundus* (RR) (Berger 1973). Gatunki rodzicielskie są izolowane ekologicznie, a forma hybrydowa występuje w mieszanych populacjach z jednym z nich tworząc odrębne systemy genetyczne. Istotą hybrydogenezy jest odtwarzanie się mieszańca na drodze krzyżówek wstecznych z współwystępującym gatunkiem rodzicielskim. W trakcie gametogenezy u hybrydogenetycznego mieszańca dochodzi do odrzucenia z linii płciowej (przed utworzeniem gamet) zestawu chromosomów

należących najczęściej do gatunku, z którym występuje w populacji (Berger 1973). Przez lata nieznany jednak pozostawał dokładny mechanizm eliminacji genomu przez mieszańca. Brakowało również wiedzy na temat dynamiki struktury mieszanych populacji żab zielonych. Aby dokładnie zrozumieć istotę procesu hybrydogenezy prowadzimy badania w sposób holistyczny, tzn. zarówno na poziomie komórki jak i populacyjnym.

Badania na poziomie komórki skupiają się wokół samego procesu tworzenia gamet i mechanizmu eliminacji genomu. Ogielska (1994) zasugerowała, że chromosomy jednego z gatunków zostają wyeliminowane na drodze tworzenia mikrojąder. Kontynuacja tych badań przyniosła przełomowe odkrycia, które pozwoliły zrozumieć w jaki sposób przebiega powstawanie mikrojąder i jaki jest ich związek z procesem eliminacji genomu. Materiał do naszych badań stanowiły gonady kijanek i juwenilnych żab, które pochodziły z przeprowadzonych przez nas sztucznych krzyżówek oraz bezpośrednio ze środowiska naturalnego.

Stosując immunofluorescencję, cytochemię i badanie przy użyciu transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM) wraz z zespołem odkryliśmy, że w gonocytach obu płci żab wodnych, w trakcie interfazy mikrojądra powstają na drodze odpączkowania i zawierają chromatynę jednego z gatunków rodzicielskich. Ich degradacja natomiast następuje przez autofagię. Tworzenie mikrojąder nie prowadzi do apoptotycznej śmierci komórki, co sugeruje, że eliminacja genomu jest procesem fizjologicznym [**10**]. Podobne wnioski przyniosło zastosowanie techniki 3D-FISH. Mikrojądra były obserwowane u mieszańców di- i triploidalnych. Ponadto, badania naszego zespołu potwierdziły stopniową eliminację genomu, tzn. poprzez usuwanie pojedynczych chromosomów w mikrojądrach [**16**].

Następnie przy użyciu technik histologicznych, immunofluorescencyjnych, a także genomowej hybrydyzacji in situ (GISH) oraz porównawczej hybrydyzacji genomowej (CGH) połączonej z fluorescencją in situ (FISH) prześledziliśmy wraz z zespołem proces hybrydogenezy w oparciu o skład chromosomowy męskich komórek płciowych w okresie larwalnym i przy aktywnej spermatogenezie oraz powiązaliśmy budowę i morfologię jąder z eliminacją i endoreplikacją genomu. Badania te potwierdziły zakładaną hipotezę tzn., że eliminacja genomu u mieszańców zachodzi jednorazowo (tzn. raz na całe życie) w gonocytach na wczesnym etapie spermatogenezy (w tzw. prespermatogenezie). Ponadto, proces ten okazał się mało precyzyjny i prowadził do powstania komórek aneuploidalnych oraz do degeneracji na każdym

etapie spermatogenezy w jądrach osobników larwalnych jak i dojrzałych. Okazało się, że różne składy chromosomowe gonocytów mogą prowadzić do powstania więcej niż jednego typu gamet u osobników dojrzałych, jednakże tylko około 20% z nich jest prawidłowych i w przyszłości skutkuje powstaniem funkcjonalnych plemników (haploidalnych i diploidalnych) [**23**].

Do najmniej poznanych pod względem utrzymania się w środowisku należą populacje żab zielonych, składające się wyłącznie z mieszańców *P. esculentus* o diploidalnym (RL) i triploidalnym (LLR i/lub RRL) zestawie chromosomów. Takie populacje uniezależniły się całkowicie od gatunków rodzicielskich. Wykorzystując analizę cytogenetyczną potomstwa (kijanki) z kontrolowanych krzyżówek rodziców di- i triploidalnych odkryłem wraz z zespołem, że zarówno samce jak i samice diploidalne produkują gamety haploidalne z genomem R, mieszankę gamet R lub L, lub diploidalne gamety RL. Rodzice triploidalni wytwarzali natomiast haploidalne gamety R i L. Pomimo, tak dużego zróżnicowania nie wszystkie produkowane gamety były w stanie utworzyć żywotne potomstwo. Przykładowo, w przypadku krzyżowania mieszańcowych samic dających jaja L z samcem *P. lessonae* dochodziło do 100% śmiertelności potomstwa o genotypie LL. Natomiast po skrzyżowaniu takiej samicy z samcem *P. ridibundus* powstawało żywotne potomstwo RL. Wskazuje to prawdopodobnie na istnienie barier postzygotycznych, które warunkują przeżywanie potomstwa i tym samym utrzymują wyłączny udział osobników mieszańcowych w tych populacjach [**22**].

Badania populacyjne prowadzone są pod moim kierownictwem w ramach grantu Preludium otrzymanego z Narodowego Centrum Nauki. Ponieważ są one na etapie finalizacji (tj. na etapie recenzji lub przygotowywania manuskryptu), a dotychczas zostały zaprezentowane jedynie na konferencjach naukowych zostaną tu omówione skrótowo. Głównym celem projektu jest prześledzenie zmian w systemach genetycznych żab zielonych na wybranych stanowiskach w Polsce, które zaszły na przestrzeni kilku dekad. Uzyskane wyniki pozwolą lepiej zrozumieć zmiany zachodzące w populacjach żab zielonych tworzących unikalne systemy genetyczne i wypracować skuteczne metody ich ochrony.

Badania te są możliwe dzięki unikatowemu materiałowi zebranemu przez prof. Leszka Bergera (np. Berger 1988; Berger i Berger 1992) i prof. Marię Ogielską (dane niepublikowane). Badania porównawcze, które przeprowadziłem w zachodniej Wielkopolsce, wykazały, drastyczny spadek udziału żaby jeziorkowej w systemach

genetycznych z 89% do 2,7% w krajobrazie miejskim i z 68% do 1,7% w krajobrazie rolniczym na przestrzeni ostatnich 50 lat. Jednocześnie wzrósł udział żaby śmieszki z 2,2% do 40% i z 0,03% do 28,5%, oraz żaby wodnej z 8,7% do 57,3% i z 31,9% do 69,7%, odpowiednio w obszarze miejskim i rolniczym (Kolenda i in. w recenzji). Zaobserwowane zmiany są spójne z trendami populacyjnymi poszczególnych taksonów żab zielonych znanymi z Europy Zachodniej. Przyczynami zmian są m.in. znaczna degradacja i spadek liczby miejsc rozrodu żab jeziorkowych, tj. małych zbiorników wodnych na badanym terenie, pojawienie się chorób zakaźnych, czy zmiany klimatyczne, które pozwoliły przełamać barierę ekologiczną żabie śmieszce i zasiedlić małe zbiorniki, z których wypiera żabę jeziorkową (Kolenda i in. w recenzji).

Nowe światło na funkcjonowanie populacji z udziałem żaby jeziorkowej i żaby wodnej przyniosły badania prowadzone od 2006 roku na Dolnym Śląsku (Skierska i in. w recenzji). By poznać mechanizmy odpowiadające za funkcjonowanie takiej populacji wraz z zespołem prześledziłem jej skład na przestrzeni 10 lat oraz zbadałem dobór w pary i produkcję gamet w naturalnie tworzonych parach. System genetyczny nie zmienił się w badanym okresie, a za jego stabilność odpowiadał specyficzny dobór w pary z dominacją par homotypowych *P. lessonae* i heterotypowych ♀*P. esculentus* x ♂*P. lessonae* (oba typy stanowiły prawie 90% wszystkich par). Po raz pierwszy udało się zaobserwować konkurencję między samcami przejawiającą się wyłączeniem najmłodszych osobników (przed trzecią hibernacją) z udziału w godach (mimo ich gotowości do rozrodu). Analiza genomu transmitowanego do gamet wykazała wysoki udział (u ponad 30% samic i 80% samców) genomu L transmitowanego do gamet przez mieszańce, co stanowi znaczne odstępstwo od modelu hybrydogenezy. Taki wynik zapewnia jednak odtwarzanie zarówno gatunku rodzicielskiego jak i mieszańców, a tym samym stabilność systemu L-E.

Choroby zakaźne płazów w Polsce

Płazy są najszybciej wymierającą grupą zwierząt na świecie. Jedną z przyczyn zanikania ich populacji są choroby zakaźne, zazwyczaj wywołane przez grzyby *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) i *B. salamandrivorans* (Bsal) oraz ranavirusy (Rv) (Scheele i in. 2019). Patogeny te są szeroko rozprzestrzenione na całym świecie, głównie w wyniku działalności człowieka. Dotychczas w Polsce zaobserwowano wymieranie wielu lokalnych populacji płazów, jednak za główną przyczynę tego zjawiska uważa się zanik i degradację ich siedlisk (Pabijan i Ogielska 2019). Brakowało

jednak szczegółowych danych dotyczących obecności i rozmieszczenia chorobotwórczych patogenów płazów.

By wypełnić tę lukę w zainicjowałem przy współpracy z międzynarodowym zespołem badania na występowaniem Bd w Polsce. Pierwsze wyniki wykazały obecność tego patogenu w południowo-zachodniej części kraju u trzech gatunków: kumaka górskiego *Bombina variegata*, żaby jeziorkowej *Pelophylax lessonae* i żaby wodnej *Pelophylax esculentus* [**7**]. W zlokalizowanej pod Wrocławiem populacji żab zielonych zainfekowane żaby charakteryzowały się m. in. osłabieniem, wychudzeniem, obrzękiem tułowia i kończyn, otwartymi ranami na skórze i krwawieniem z wielu części ciała, a we wcześniejszych latach obserwowano na tym stanowisku martwe osobniki. Wyniki tych badań sugerowały, że za spadek liczebności lokalnych populacji niektórych gatunków płazów w Polsce mogą być odpowiedzialne choroby zakaźne, jednakże wymagane były dalsze badania na znacznie większym obszarze.

Kolejna praca w tym temacie dotyczyła próby wykrycia Bsal, patogenu infekującego przede wszystkim płazy ogoniaste. Jest on odpowiedzialny za zanik 99% populacji salamandry plamistej *Salamandra salamandra* w Holandii (Spitzen-van der Sluijs i in. 2016), a także wyginięcie wielu lokalnych populacji w Niemczech (Dalbeck i in. 2018). Celem badań było określenie zasięgu występowania Bsal w Europie poprzez przebadanie ponad 1100 próbek pochodzących od 10 gatunków płazów ogoniastych z 6 krajów Europy. W Polsce przebadałem 13 populacji salamander plamistych pochodzących z całego zasięgu jej występowania w kraju i w żadnej nie wykryłem tego patogenu. Obecność Bsal została jednak potwierdzona u traszki helwedzkiej *Lissotriton helveticus* w czterech stanowiskach w północnej Hiszpanii [**13**].

Bardziej szczegółowe badania dotyczące informacji o występowaniu *B. dendrobatidis* (Bd), *B. salamandrivorans* (Bsal) i ranawirusów (Rv) w Polsce przeprowadziłem wraz z zespołem w latach 2018-2019 [**20**]. Objęły one niespełna 1000 osobników należących do 12 gatunków ze 115 lokalizacji oraz 170 płazów utrzymywanych w niewoli (w ogrodach zoologicznych i u prywatnych hodowców). Wyniki badań potwierdziły występowanie Bd i ranavirusów na terenie całego kraju, odnotowane kolejno na w 40% i 12% badanych stanowisk i brak obecności Bsal. Wykazały również, że wyższa średnia roczna temperatura ogranicza infekcję Bd, natomiast krajobraz bogaty w liczne zbiorniki wodne zwiększa ryzyko występowania patogenu. Ponadto, Bd zostało potwierdzone u 8 okazów *Ambystoma mexicanum* utrzymywanych w niewoli. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują na powszechne

występowanie Bd i Rv w Polsce, co wpisuje się w dotychczasowe dane na temat rozmieszczenia tych patogenów w Europie. Są one też podstawą do przygotowania dobrych praktyk w zakresie prewalencji i zwalczania patogenów płazów w Polsce co obecnie wraz z zespołem z Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie i Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu opracowujemy.

Obrót płazami egzotycznymi w Polsce

Inną z przyczyn zanikania populacji płazów jest nadmierna eksploatacja ich dziko występujących populacji (Jensen i Camp 2003). Odławiane co roku płazy wykorzystywane są jako organizmy laboratoryjne, lub konsumowane zarówno przez lokalne społeczności jak i stanowią egzotyczne przysmaki. Według niektórych źródeł tylko do celów kulinarnych odławia się rocznie od 500 mln do miliarda osobników (Warkentin i in. 2009). Osobną pulę stanowią płazy, które utrzymywane są jako zwierzęta domowe. Pomimo tego, że wiele gatunków rozmnażanych jest w niewoli, wciąż znaczny odsetek oferowanych osobników stanowią te odłowione w środowisku naturalnym. Obecność naszego kraju w strefie Schengen ułatwia nabycie płazów bezpośrednio od zagranicznych hodowców i handlarzy, np. w trakcie giełd zoologicznych odbywających się regularnie w Czechach (Praga, Ostrawa) czy w Niemczech (Hamm). Handel płazami, poza skutkami w postaci przetrzebienia lokalnych populacji, ma też kluczowe znaczenie dla rodzimych płazów. Osobniki, które uciekły z hodowli lub zostały celowo wypuszczone przez hodowców mogą konkurować z rodzimymi gatunkami i nie raz stają się inwazyjne (Pasmans i in. 2018). Ponadto, są one nosicielami wielu niebezpiecznych patogenów. Właśnie przez międzynarodowy handel płazami, wspomniany wcześniej Bsal dostał się do Europy i zdziesiątkował populacje salamander plamistych (Martel i in. 2014).

Badania, w których brałem udział miały scharakteryzować krajowy rynek handlu płazami oraz wykazać potencjalny wpływ tego handlu na rodzime gatunki. Badania prowadzone były w latach 2013-2014, czyli w momencie, gdy nowe prawo zabroniło oferowania zwierząt kręgowych w trakcie giełd zoologicznych, a handel płazami przeniósł się do Internetu (sklepy internetowe, portale terrarystyczne itd.). Dzięki temu przeglądając oferty na stronach zoologicznych, portalach aukcyjnych i portalach terrarystycznych można było dokładnie określić skalę handlu gatunkami nierodzimymi. W ciągu 12 miesięcy udało się odnotować 486 ofert 112 gatunków płazów [**40**]. Spośród nich 12% stanowią gatunki globalnie zagrożone wg IUCN. Na

podstawie kwerendy literaturowej oszacowałem, że ponad 50% oferowanych gatunków jest potencjalnym wektorem Bd. Na podstawie zebranych danych nie można było jednak oszacować udziału osobników pochodzących ze środowiska naturalnego. Niniejsze badania wykazały, że handel płazami w Polsce jest zjawiskiem powszechnym. Oferowane gatunki nierzadko należą do tych globalnie zagrożonych a także mogą być potencjalnym wektorem patogenów zagrażających lokalnej faunie. Jednocześnie świadomość osób utrzymujących płazy w niewoli na temat potencjalnych zagrożeń dla rodzimej fauny pozostaje niewielka. Uzyskane wyniki były przyczynkiem do uwzględnienia płazów utrzymywanych w niewoli w monitoringu patogenów w Polsce [**20**], a obecnie na podstawie wyników obu prac przygotowuję wraz z zespołem zbiór dobrych praktyk zakresie prewalencji i zwalczania patogenów płazów w Polsce, w tym rekomendacje dotyczące obrotu płazami w naszym kraju.

Mikroplastik w kijankach płazów

Ściśle związany z tematem mojego osiągnięcia habilitacyjnego jest problem innego zanieczyszczenia środowiska, mianowicie mikroplastiku. Obecnie uważa się go za jedno z głównych zagrożeń ekosystemów wodnych (Lambert i Wagner 2018). Mimo, że płazy stanowią ważną gałąź w łańcuchu troficznym ekosystemów słodkowodnych do roku 2020 niewiele prac poświęcono możliwościom akumulowania przez nie cząsteczek plastiku. Celem niniejszych badań było określenie stopnia występowania mikroplastiku w kijankach płazów bezogonowych zasiedlających małe zbiorniki wodne. Badania przeprowadziłem na 201 kijankach należących do 5 gatunków płazów, które zostały odłowione w 8 zbiornikach wodnych w zachodniej Polsce [**9**]. Cząstki mikroplastiku były obecne we wszystkich badanych stanowiskach a ich prewalencja wyniosła 26%. Jednocześnie stosunkowo mała liczba cząstek przypadająca na osobnika sugeruje, niewielki wpływ na rozwój kijanek. Zastosowanie spektroskopii ATR-IR (spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni) pozwoliła potwierdzić, że wszystkie znalezione w przewodzie pokarmowym kijanek cząstki były pochodzenia antropogenicznego. W dwóch zbiornikach znajdujących się w pobliżu intensywnie uczęszczanych dróg znaleźliśmy cząstki poliizoprenu i polibutadienu, które są stosowane do produkcji opon, co sugeruje, że ich ścieranie może być jednym ze źródeł zanieczyszczeń środowiska mikroplastikiem.

Śmiertelność płazów na drogach i wykorzystanie martwych osobników w badaniach populacyjnych

Powyższy temat był przedmiotem mojej rozprawy doktorskiej, która stanowiła cykl trzech powiązanych ze sobą prac [**6**, **11**, **14**]. W ramach tego zagadnienia skupiłem się na ropusze szarej *Bufo bufo*, która jest najliczniej ginącym płazem na drogach Europy, w tym Polski (Elzanowski i in. 2009). W ramach badań określiłem czy: a) zebrane z jezdni ropuchy mogą być wykorzystane do badań nad strukturą płci i wieku, b) ropuchy giną na drogach niezależnie od wieku osobniczego, c) nieprawidłowa struktura tkanki kostnej ropuch jest związana ze stopniem urbanizacji i zanieczyszczenia środowiska, d) wbrew powszechnemu przekonaniu, migrujące ropuchy żerują zaraz po wybudzeniu z odrętwienia zimowego, a jeśli tak, to jaki jest skład ich diety. Badania prowadziłem na wybranych stanowiskach w zachodniej Polsce w latach 2015-2018. Materiał zbierałem wczesną wiosną w okresie migracji ropuch szarych do miejsc rozrodu. Wyniki badań wykazały, że niemal wszystkie zebrane martwe ropuchy nadają się do oceny płci i wieku [**6**]. Nie stwierdziłem różnic istotnych statystycznie w strukturze wieku pomiędzy populacjami żyjącymi w miejscach o różnym stopniu antropopresji, natomiast takie różnice wystąpiły w przypadku struktury płci: zaburzony (wyższy) stosunek samic do samców wystąpił w populacji miejskiej. Anomalie tkanki kostnej (m.in. rozdęte komórki kostne oraz nieprawidłowo ułożona substancja międzykomórkowa) występowały istotnie statystycznie częściej u osobników żyjących w środowisku zurbanizowanym niż w siedlisku podmiejskim i wiejskim [**6**]. Rozkład wieku martwych ropuch, które zginęły na drogach, nie różnił się od rozkładu wieku ropuch, które przeszły drogę i utworzyły populację rozrodczą [**11**]. Wyniki badań nad ekologią żerowania i składem diety płazów wykazały, że ponad 70% migrujących osobników, żerowało w trakcie wiosennych migracji [**14**]. Nie stwierdziłem różnic istotnych statystycznie pomiędzy liczbą samców i samic z lub bez pokarmu na obu stanowiskach oraz pomiędzy badanymi populacjami. Najliczniejszą grupą ofiar ropuch były mrówki Formicidae, chrząszcze Coleoptera oraz pająki Araneae. Średnia liczba zjadanych ofiar nie różniła się istotnie statystycznie między płciami na obu stanowiskach.

Wyniki badań potwierdziły, że ropuchy szare ginące na drogach stanowią wartościowy materiał do nieinwazyjnych badań nad wybranymi aspektami biologii gatunku. Przede wszystkim w oparciu o martwe osobniki można badać strukturę wieku i płci, a także deformacje tkanki kostnej, które okazały się jednocześnie wskaźnikiem

stanu środowiska. Ponadto, potwierdzenie założenia, że znaczna część populacji żeruje w czasie wiosennych migracji, ma ważne znaczenie w planowaniu badań nad kondycją oraz możliwościami reprodukcyjnymi gatunków o eksplozywnych godach.

Opis histologiczny kości długich płazów

Badania nad strukturą wieku ropuch szarych i deformacjami w tkance kostnej płazów uświadomiły mi, że w literaturze naukowej niewiele miejsca poświęcono szczegółowemu opisowi przekrojów poprzecznych paliczków płazów, które zazwyczaj wykorzystywane są jedynie do analizy skeletochronologicznej, czyli oznaczania wieku płazów na podstawie rocznych przyrostów (Sinsch 2015). Szczegółowy opis przeprowadziłem wraz zespołem dla dziewięciu gatunków płazów reprezentujących kilka głównych kladów współczesnych płazów i reprezentujących różne sposoby lokomocji (i ogólnie tryb życia) [**9**]. Najważniejszym osiągnieciem tej pracy było jednak opisanie po praz pierwszy w paliczkach współcześnie żyjących płazów (Lissamphibia) włókien Sharpeya. Są to włókna kolagenowe, które przenikają z okostnej i wtapiają się w kość pomagając przytwierdzić do niej np. mięśnie czy ścięgna. Włókna te okazały się być bardziej rozbudowane u gatunków prowadzących głównie lądowy tryb życia (np. ropuchy i salamandry) w porównaniu do prowadzących wodny tryb życia np. kumaków, co sugeruje, że może to być związane z większymi siłami działającymi na kończyny podczas ruchu lądowego.

Faunistyka i ochrona lokalnych populacji herpetofauny

Ważną część mojej działalności naukowej stanowią badania faunistyczne, w tym te poświęcone zidentyfikowaniu zagrożeń lokalnych populacji płazów i gadów oraz dotyczące ich ochrony. Wyniki tych badań, choć często publikowane w krajowych czasopismach, nierzadko wykorzystywane były przez jednostki samorządu terytorialnego, w celu zabezpieczenia siedlisk lokalnych populacji.

Znaczna część moich prac z tego zakresu dotyczy obszarów zurbanizowanych, gdzie płazy i gady występują w znacząco zmienionym siedlisku. W ramach swoich badań poznałem skład gatunkowy i rozmieszczenie płazów i/lub gadów takich miast jak: Ostrów Wielkopolski [**29**], Raszków [**38**], Polanica-Zdrój [**35**] czy Wrocław [**15**]. Ponadto, opisałem zagrożenia miejskich populacji [**15**, **25**, **29**, **34**, **35**, **38**, **39**, **41**] a czasem przy współpracy z samorządami wdrażałem również działania ochroniarskie [**24**, **29**, **30**, **41**]. Do najważniejszych należy zaliczyć jedną z niewielu w Polsce akcji

ochrony szlaku migracji płazów poprzez tymczasowe zamykanie drogi, która rozpoczęła się w 2015 roku [**30**] i trwa do dziś.

W ramach prac faunistycznych w Kotlinie Kłodzkiej byłem współodkrywcą nowego stanowiska gniewosza plamistego *Coronella austriaca* [**26**], rzadkiego gatunku węża, prowadzącego skryty tryb życia, który objęty jest w Polsce ochroną ścisłą i wymaga ochronny czynnej, w tym tworzenia stref ochronnych (Kolanek i in. 2017). Co ważniejsze jednak, w wyniku wieloletnich obserwacji terenowych, w tym weryfikacji danych historycznych udowodniłem, że na obszarze Dolnego Śląska to Wał Trzebnicki, a nie pasmo Sudetów wraz z przedgórzami stanowią północną granicę zasięgu występowania traszki górskiej *Ichthyosaura alpestris* [**45**]. Łącznie, wraz z zespołem wykazałem 26 stanowisk tego gatunku znajdujących się na Wzgórzach Twardogórskich, Trzebnickich i Dalkowskich. Po raz pierwszy odnotowałem też obecność traszki górskiej w Parku Krajobrazowym Doliny Baryczy, który jest najbardziej na północ wysuniętym stanowiskiem tego gatunku.

Wyniki moich obserwacji terenowych przyniosły też nowe informacje na temat foretycznych interakcji płazów z bezkręgowcami. W pierwszej pracy przedstawiłem pięć przypadków forezji pomiędzy płazami i ślimakami [**32**]. Dotyczyły one ropuchy szarej *Bufo bufo* i rzekotki drzewnej *Hyla arborea*, a mięczakami, które wykorzystywały płazy to transportu były osobniki z rodziny świdrzykowatych Clausiliidae i ślimakowatych Helicidae. Jest to pierwsze doniesienie na temat takiej interakcji między tymi grupami zwierząt. Druga praca dotyczyła interakcji pomiędzy płazami: ropuchą szarą, traszką zwyczajną *Lissotriton vulgaris*, traszką grzebieniastą *Triturus cristatus* i traszką górską, a pijawką *Helobdella stagnalis* [**46**]. Pijawki występowały na niespełna 25% płazów odłowionych w śródleśnym stawie na Pogórzu Śląskim. Brak objawów mogących świadczyć o pasożytowaniu *H. stagnalis* na płazach, pozwolił sklasyfikować tę relację również jako forezję. Przysysanie się do skóry płaza zapewnia pijawkom swobodną dyspersję w zbiorniku, co zwiększa możliwości znalezienia partnera do rozrodu i pozwala dotrzeć do siedlisk bogatych w pokarm, a także migrować pomiędzy zbiornikami wodnymi. Jednocześnie taka strategia chroni osobniki i ich jaja przed atakami drapieżników.

Kolejne ważne obserwacje dotyczą rzadkich anomalii barwnych i rozwojowych płazów i gadów. W przypadku anomalii barwnych opisałem wraz z zespołem m.in. erytryzm u grzebiuszki ziemnej *Pelobates fuscus* czy aksantyzm u ropuchy zielonej

Bufotes viridis, a także depigmentację oczu u ropuchy szarej i żaby trawnej. Niektóre z anomalii odnotowane zostały po raz pierwszy u poszczególnych gatunków [**36**].

W przypadku anomalii rozwojowych, nasz zespół opisał przypadki rozdwojenia ogona czy deformacji kończyn u jaszczurki zwinki i żywordonej [**37**]. Do najciekawszych należą jednak te dotyczące gniewosza plamistego [**21**]. Badania objęły 11 ciężarnych samic pochodzących z zachodniej Polski. W przypadku pięciu z nich jaja były niezapłodnione lub urodziły się martwe zarodki. Trzy noworodki posiadały rzadkie wady rozwojowe, wśród których dwa zasługują na szczególną uwagę. Pierwszy osobnik charakteryzował się brachycefalią, drugi natomiast posiadał dwie głowy. Ponadto, w badanych miejscach znaleźliśmy juwenilnego osobnika z licznymi anomaliami w budowie łusek (w tym występowanie łusek charakterystycznych dla brzusznej strony na grzbiecie ciała). W badaniu wykorzystaliśmy eksperymentalnie zestaw radiografii stomatologicznej, który pozwolił nam w prawidłowy sposób zobrazować radiologicznie deformacje nowonarodzonych, kilkunastocentymetrowych, węży. Jedną z przyczyn stosunkowo wysokiego udziału osobników z deformacjami w zachodniej Polski może być mała zmienność genetyczna w badanych populacjach (Sztencel-Jabłonka i in. 2015).

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

W trakcie swojej dotychczasowej kariery naukowej nawiązałem współpracę z wieloma naukowcami reprezentującymi uczelnie badawcze w Polsce i zagranicą. Zdecydowana większość nawiązanych kontaktów rozpoczęła się jeszcze w czasie moich studiów doktoranckich. Pomimo, że moja aktywność w innych jednostkach naukowych nie miała dotychczas charakteru długoterminowego, co wynikało z przyczyn pandemicznych oraz prywatnych, przyniosła ona jednak wymierne, pozytywne rezultaty naukowe, co charakteryzuję poniżej.

Pionierskie w Polsce badania nad chorobami zakaźnymi krajowych płazów zapoczątkowałem dzięki współpracy z **dr. Vojtěchem Balážem** z **University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences Brno w Czechach**. Odbyłem dwa tygodniowe staże w pracowni dr. Baláža, w trakcie których opanowałem techniki izolacji DNA i metody qPCR, a efektem tej współpracy są dwie prace dotyczące

występowania i rozmieszczenia grzybiczych patogenów z rodzaju *Batrachochytrium* w Polsce [**7**, **13**]. Badania te stanowią ważny punkt na drodze do zrozumienia wpływu patogenów na europejskie populacje płazów. W pierwszej z prac [**7**] po raz pierwszy wykazałem występowanie *B. dendrobatidis* (Bd) w Polsce, ale także przedstawiłem w niej możliwy wpływ tego patogenu na populację żaby jeziorkowej *Pelophylax lessonae*, której spadek populacji w Europie w ostatnich latach był dotychczas tłumaczony zanikiem siedlisk i wpływem obcych gatunków z rodzaju *Pelophylax*. Druga publikacja jako pierwsza potwierdziła występowanie innego patogenu, *B. salamandrivorans* (Bsal) w Hiszpanii, tj. poza rejonem na pograniczu Holandii, Belgii i Niemiec, gdzie dziesiątkuje on populacje salamander plamistych. W badanych populacjach zlokalizowanych w Polsce nie wykryłem Bsal. Wyniki te mają kluczowe znaczenie w planowaniu działań ochronnych, w tym w przygotowaniu strategii na wypadek pojawienia się Bsal w Polsce.

Następnie z dr. Balážem zaplanowaliśmy badania nad wykorzystaniem martwych płazów ginących na drogach w analizie rozmieszczenia patogenów płazów, efektem czego było złożenie przeze mnie wniosku w ramach konkursu Etiuda (NCN) i plan odbycia dłuższego stażu w laboratorium dra Baláža. Finansowania jednak nie otrzymałem, a następnie pandemia COVID-19 uniemożliwiła zrealizowanie naszych badań. Obecnie jednak planujemy zrealizować projekt i starać się o fundusze z innego źródła.

Współpraca z dr. Balážem, zaowocowała też rozpoczęcie kolejnego międzynarodowego projektu. Dotyczy on wpływu ww. patogenów płazów na populacje zamieszkujące Azje Centralną – jeden z najsłabiej zbadanych obszarów na świecie pod tym względem. Badania rozpocząłem w 2018 roku nawiązując współpracę z biologami z **I. Arabaev Kyrgyz State University w Kirgistanie**, gdzie odbyłem krótki staż. W 2019 roku, projekt objął również **Kazachstan**, a mój staż w **Euroasian National University** możliwy był dzięki dofinansowaniu z **Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej** (program PROM). Celem obu wyjazdów było też zapoznanie się biologią tamtejszych płazów oraz specyfiką pracy w krajobrazie stepowym i górskim, a także zebranie materiału badawczego. Ponadto, przeszkoliłem też studentów biologii i ich opiekunów w zakresie pobierania wymazów do badań genetycznych. W czasie pobytu w Kirgistanie pozyskałem również materiał do badań pochodzący z kolekcji **National Academy of Sciences of the Republic of Kyrgyzstan.** Projekt ten jest ważny z punktu widzenia zrozumienia globalnego rozprzestrzeniania się patogenów płazów.

Azja Centralna jest słabo zaludnionym obszarem, jednakże dotychczas potwierdzono, że Bd występuje w pobliżu terenów zabudowanych, m.in. Biszkeku w Kirgistanie. Nasze badania wykażą rozmieszczenie, oraz na podstawie materiału archiwalnego, także tempo rozprzestrzeniania się patogenów w m.in. krajobrazie górskim, i ewentualny wpływ na gatunki, które dotychczas nie miały z nim styczności. Będą też stanowiły przyczynek do wdrożenia odpowiednich działań prewencyjnych na tym obszarze. Projekt ten został spowolniony przez pandemię COVID-19, jednakże w najbliższych sezonach badawczych planujemy jego dokończenie.

W ramach wyżej wspomnianego projektu współpracuję m.in. z dr. **Danielem Jablonskim** z **Comenius University Bratysławie**. Ponadto, współpraca z dr. Jablonskim obejmuje projekt dotyczący rozmieszczenia i pochodzenia murówek zwyczajnych *Podarcis muralis* w Polsce. Podczas mojej dwudniowej wizyty studyjnej w Bratysławie uczyłem się analizy sekwencji mtDNA i tworzenia sieci haplotypów przy użyciu programu TCS, w celu ustalenia pochodzenia jaszczurek zasiedlających Wzgórza Strzelińskie. Efektem tej wizyty jest publikacja, dotycząca biologii i pochodzenia polskich populacji tego gatunku [**18**]. Jest to cenna praca, która opisuje możliwe scenariusze pochodzenia tych jaszczurek w Polsce, w tym kwestionuje jednoznaczne zaklasyfikowanie tego gatunku jako obcego. Jednocześnie pokazuje też ich duże zdolności adaptacyjne do życia poza północno-wschodnią granicą zasięgu występowania tego gatunku, co z kolei jest ważne z punktu widzenia potencjału inwazyjności murówek w wielu introdukowanych stanowiskach.

Ścisłą współpracę prowadzę także z **dr. hab. Maciejem Pabijanem prof. UJ**, z **Zakładu Anatomii Porównawczej im. Henryka Hoyera Uniwersytetu Jagiellońskiego**. Nasze badania dotyczą biologii żab zielonych, w tym występowania w Polsce obcych taksonów z rodzaju *Pelophylax* [**1, 8**]. Dotyczyła tego moja trzydniowa wizyta studyjna w 2016 roku, w trakcie której uczyłem się edycji sekwencji nukleotydów i tworzenia drzew filogenetycznych wykorzystując programy BioEdit, CodonCode Aligner i MEGA. Opisanie występowania *P. kurtmuelleri* w Polsce sugeruje możliwość występowania nieznanych dotąd form mieszańcowych wśród żab zielonych, które być może mogą destabilizować rodzime mieszane populacje. Jest to ważny przyczynek do zrozumienia zarówno statusu taksonomicznego *P. kurtmuelleri* ale także rozmieszczenia żab z rodzaju *Pelophylax* i utrzymywania się ich populacji.

Ponadto, na zaproszenie prof. Pabijana w 2017 r. w ramach seminariów Zakładu Anatomii Porównawczej wygłosiłem wykład o chorobach zakaźnych płazów, co

następnie zaowocowało rozpoczęciem współpracy w tym temacie. Przeprowadziliśmy szeroko zakrojone badania dotyczące występowania wybranych patogenów (grzyby z rodzaju *Batrachochytrium* i wirusy z rodzaju *Ranavirus*) w Polsce oraz wpływu czynników środowiskowych na ich rozmieszczenie [**20**]. Dzięki nim możliwe było wykazanie aktualnego zasięgu występowania patogenów w kraju, ale i tego jak czynniki takie jak temperatura czy charakterystyka terenu wpływają na rozmieszczenie patogenów płazów. Wyniki te mają kluczowe znaczenie dla ochrony płazów i są podstawą do stworzenia aktualnie przygotowywanych dobrych praktyk w zakresie prewalencji i zwalczania patogenów płazów w Polsce.

Badania dotyczące anomalii rozwojowych u gadów prowadziłem we współpracy z **dr. Grzegorzem Sapikowskim** z **Katedry Chorób Wewnętrznych z Kliniką Koni, Psów i Kotów Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu**. Efektem tej współpracy jest publikacja dotycząca deformacji gniewoszy plamistych [**21**]. Ze względu na niewielki obiekt badawczy (kilkunastocentymetrowe węże) w celu uzyskania wysokiej jakości zobrazowania radiologicznego anomalii rozwojowych nowonarodzonych węży, zastosowaliśmy w trakcie mojej jednodniowej wizyty u dr. Sapikowskiego zestaw radiografii stomatologicznej. Rozwiązanie to okazało się skutecznym narzędziem, które pozwoliło prawidło zobrazować i zinterpretować wady wrodzone u niewielkich gadów i dało czytelniejszy obraz niż klasyczny zestaw radiografii cyfrowej. Zaproponowane podejście może być zatem wykorzystywane w diagnostyce radiologicznej niewielkich kręgowców.

Współpraca z **dr inż. Katarzyną Pstrowską** z **Katedry Zaawansowanych Technologii Materiałowych Politechniki Wrocławskiej** obejmuje wpływ wybranych zanieczyszczeń na płazy. Opublikowaliśmy pracę przeglądową dotyczącą wpływu olejów przepracowanych na płazy [**27**], a także wykazaliśmy obecność mikroplastiku w przewodzie pokarmowym kijanek płazów zasiedlających różne typy zbiorników wodnych [**9**]. Moja dwudniowa wizyta studyjna u dr. Pstrowskiej dotyczyła wykorzystania spektroskopii ATR-IR (spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia w podczerwieni) w celu uzyskania widm IR, a następnie przy wykorzystaniu biblioteki HYPER-IR oznaczenia materiału, z którego zbudowane są cząsteczki mikroplastiku stwierdzone w kijankach płazów [**9**]. Badania te były pierwszym doniesieniem z Europy środkowej nt. występowania mikroplastiku w przewodzie pokarmowym płazów i tym samym potwierdziły, że płazy ze względu na swój dwuśrodowiskowy tryb życia mogą być jednym z wektorów mikroplastiku ze środowiska wodnego do lądowego.

Za szczególnie cenną uważam wieloletnią, ścisłą współpracę z **dr. inż. Mikołajem Kaczmarskim** z **Katedry Zoologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu**, która rozpoczęła się jeszcze podczas moich studiów licencjackich. Na przestrzeni lat odbyłem do 10 krótkich wizyt, których celem było zebranie materiału, analiza danych i dyskusja nad uzyskanymi wynikami badań prowadzonych w ramach wielu wspólnych projektów. Znaczna część naszej współpracy obejmuje zróżnicowane problemy ochrony krajowej herpetofauny, w tym śmiertelność płazów na drogach, ochronę płazów i gadów na poziomie legislacyjnym, zanikanie i zagrożenia lokalnych populacji (doniesienia konferencyjne w zał. 4A, pkt. IIG, poz. **5, 20, 31, 32, 33, 34)**. Do najważniejszych należy jednak zaliczyć badania nad śmiertelnością ropuch szarych w czasie wiosennych migracji oraz możliwością wykorzystania martwych osobników w badaniach populacyjnych [**6**, **11**]. Równie ważny był projekt dotyczący handlu egzotycznymi płazami w Polsce, który zarazem przedstawił potencjalne zagrożenia dla krajowej herpetofauny wynikające z obrotu gatunkami nierodzimymi [**40**]. Badania w ramach niniejszej współpracy stanowią podstawę do wypracowania skutecznych metod ochrony płazów i gadów oraz możliwości zastosowania nieinwazyjnych metod w badaniach ich populacji.

Ścisłą współpracę prowadzę także z innymi naukowcami, a do najważniejszych zaliczam:

- **dr. Dmitrya Dedukha** z **Saint-Petersburg State University** i **Czech Academy of Sciences.** Zespół Pracowni Biologii Płazów, którego jestem członkiem prowadzi badania z **dr. Dedukhiem** dotyczące mechanizmów eliminacji genomu u hybrydogenetycznego mieszańca *Pelophylax esculentus*. Udało się nam wspólnie udowodnić, że mikrojądra występujące w komórkach linii płciowej zawierają stopniowo eliminowany genom jednego z gatunków rodzicielskich [**10**, **16**, **23**], a także prześledziliśmy w jaki sposób utrzymywane są populacje żab zielonych składające się wyłączeni z osobników mieszańcowych [**22**].

- **prof. Christphe'a Dufresnesa z Nanjing Forestry University (Chiny).** Nasza współpraca obejmuje filogeografię europejskich płazów. Przy wykorzystaniu metod molekularnych prześledziliśmy filogeografię grzebiuszek (*Pelobates* spp.) ze szczególnym uwzględnieniem *P. syriacus*: udało się nam opisać strefy kontaktu między parapatrycznymi i sympatrycznymi liniami filogenetycznymi oraz oszacować czas dywergencji w obrębie *P.s.* complex na 5 mln lat temu [**12**].

- **dr. hab. Bartłomieja Najbara, prof. UZ** z **Katedry Zoologii Uniwersytetu Zielonogórskiego**. Zakres naszej współpracy obejmuje badania nad zagrożeniami krajowej herpetofauny [**11**, **13**] oraz badania faunistyczne, w tym te dotyczące anomalii (barwnych i morfologicznych) u płazów i gadów [**21**, **36**, **37**].

- **dr. hab. inż. Marcina Kadeja, prof. UWr** i **dr. hab. Adriana Smolisa, prof. UWr** z **Zakładu Biologii, Ewolucji i Ochrony Bezkręgowców UWr**, **dr. hab. Sebastiana Salatę** z **Zakładu Zakład Bioróżnorodności i Taksonomii Ewolucyjnej UWr**, **dr Natalię Kuśmierek** z **Zakładu Parazytologii UWr**, **dr. Konrada Wiśniewskiego** z **Akademii Pomorskiej w Słupsku** i **dr. hab. Krzysztofa Kujawę** z **Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu**. Zakres naszej współpracy obejmuje wpływ antropopresji na bioróżnorodność, w tym publikacje wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Osiągnięcia dydaktyczne

Od momentu uzyskania stopnia doktora i zatrudnienia na Wydziale Nauk Biologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego prowadziłem (lub współprowadziłem jako jeden z wykładowców) następujące kursy (w tym jeden autorski) na czterech kierunkach studiów:

Kierunek: **Zarządzanie Środowiskiem Przyrodniczym**:

- Techniki eksperymentalne w ochronie przyrody (pracownia specjalizacyjna)
- Kręgowce Polski – zróżnicowanie i problemy ochrony (wykład i ćwiczenia)
- Programy ochrony fauny Polski (wykład i ćwiczenia terenowe)
- Ochrona różnorodności gatunkowej w Polsce (wykład i ćwiczenia)
- Monitoring przyrodniczy (ćwiczenia terenowe)
- Biologia kręgowców (ćwiczenia terenowe)
- Płazy Świata - biologia, zagrożenia i ochrona (wykład i konwersatorium – kurs autorski)

Kierunek: **Biologia**:

- Techniki badawcze w biologii środowiskowej (pracownia specjalizacyjna)
- Kręgowce Polski (wykład i ćwiczenia)
- Różnorodność zwierząt (ćwiczenia terenowe)

Kierunek: **Ochrona środowiska**:

- Różnorodność biologiczna - fauna Polski (wykład i ćwiczenia)
- Gatunki chronione (wykład i ćwiczenia)
- Płazy Świata - biologia, zagrożenia i ochrona (wykład i konwersatorium – kurs autorski)

Podyplomowe Studia Zarządzanie Środowiskiem Przyrodniczym "Ekoznawca"

- Metody ochrony ekosystemów i sporządzanie planów ochrony (wykład i ćwiczenia)

Mimo mojego krótkiego okresu zatrudnienia, sprawowałem opiekę naukową nad siedmioma studentami, pełniąc funkcję promotora trzech prac magisterskich i czterech prac licencjackich. Obecnie jestem opiekunem jednej pracy licencjackiej. Przed zatrudnieniem na UWr byłem opiekunem pomocniczym jednej pracy licencjackiej, której wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym. Moi studenci czynnie prezentowali wyniki swoich prac dyplomowych zarówno na konferencjach krajowych (Polskie Sympozjum Herpetologiczne, Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Środowisko Polski oczami przyrodników", Ogólnopolska Sesja Studenckich Kół Naukowych) jak i międzynarodowych (World Conference of the Society for Urban Ecology). Na szczególne wyróżnienie zasługuje mgr Monika Pawlik, która prezentowała wyniki badań prowadzonych w moim zespole (nie tylko dotyczących pracy dyplomowej) na dwóch konferencjach krajowych i jednej zagranicznej, dwukrotnie uzyskując I nagrodę lub wyróżnienie za najlepszą prezentację. Jest też współautorką jednego artykułu naukowego i autorką jednego artykułu popularnonaukowego. Za swoją działalność naukową otrzymała w roku akademickim 2021/2022 stypendium Ministra Edukacji i Nauki.

Osiągnięcia organizacyjne

Od marca 2021 roku pełnię funkcję opiekuna naukowego Koła Naukowego Studentów Zarządzania Środowiskiem Przyrodniczym (KNS ZŚP). W czerwcu 2021 roku zostałem opiekunem grantu, który studenci KNS ZŚP otrzymali z Wrocławskiego Centrum Akademickiego w ramach programu START na realizację projektu „Czym śmiecą wrocławianie? Analiza składu morfologicznego makrośmieci - zagrożenia dla miejskiej fauny". Zainicjowałem również cykl „Spotkań z Przyrodnikami", na które to spotkania zapraszani są absolwenci kierunków przyrodniczych, którzy opowiadają o swojej aktualnej pracy w różnych branżach związanych z szeroko rozumianą ochroną środowiska.

Od 2020 roku jestem członkiem dwóch zespołów powołanych przez Dziekana Wydziału Nauk Biologicznych UWr: ds. współpracy WNB z ZOO Wrocław oraz ds. koncepcji stacji badań różnorodności biologicznej w Rudzie Milickiej. Regularnie biorę udział w pracach zespołu WNB w ramach współpracy z Urzędem Miejskim Wrocławia, w tym w spotkaniach roboczych z pracownikami UM, które dotyczą ochrony cennych przyrodniczo terenów miasta. W ramach tej współpracy a) opracowaliśmy z zespołem: „Koncepcję ochrony i zwiększenia bioróżnorodności pól irygacyjnych Wrocławia pt. Wytyczne do objęcia ochroną i zarządzania siedliskami na terenie dawnych pól irygacyjnych Wrocławia"; b) brałem udział w inwentaryzacji przyrodniczej: obszaru położonego w Lesie Prackim we Wrocławiu, obszaru położonego w Lesie Kuźnickim we Wrocławiu, obszaru położonego w Lesie Stabłowickim we Wrocławiu, starorzecza Łacha Farna we Wrocławiu: opracowywałem stan płazów i gadów każdego z tych terenów, a także redagowałem raport dotyczący starorzecza Łacha Farna. Zostałem również powołany do Regionalnej Rady Ochrony Przyrody przy Regionalnym Dyrektorze Ochrony Środowiska. Administruję konto Zakładu Biologii Ewolucyjnej i Ochrony Kręgowców w social mediach oraz jestem administratorem strony internetowej Zakładu.

Popularyzacja nauki

Przed uzyskaniem stopnia doktora

Moja działalność popularyzująca naukę zaczęła się w 2010 roku, czyli w momencie rozpoczęcia studiów licencjackich. Od tego czasu brałem czynny udział w akcjach popularyzujących naukę typu Festiwale Nauki i Noce Biologów oraz prowadzeniu zajęć (prelekcje, warsztaty, zajęcia terenowe) z zakresu biologii i ochrony

przyrody na zaproszenie szkół na wszystkich etapach edukacji. Do dziś przeprowadziłem ponad 100 takich zajęć. W początkowych latach moja aktywność skupiała się wokół II Liceum Ogólnokształcącego im. W. Reymonta w Ostrowie Wielkopolskim, gdzie koordynowałem kilka projektów z zakresu biologii oraz ochrony przyrody, za co w 2014 r. otrzymałem od Stowarzyszenia Absolwentów i Sympatyków II LO w Ostrowie Wlkp. nagrodę „Zasłużony Absolwent".

Prowadziłem szkolenia dla nauczycieli z zakresu biologii i ochrony krajowej herpetofauny: w 2011 roku w Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli w Kaliszu oraz w 2012 roku w Powiatowym Centrum Edukacji i Kultury w Oleśnicy. W 2019 roku brałem również udział w konferencji „Zwierzęta w mieście" na zaproszenie Biura Wrocław Bez Barier.

W tym czasie opublikowałem 16 artykułów popularnonaukowych:

1. **Kolenda K**. 2019. Tradycyjny wypas bydła atrakcyjny także dla płazów. https://www.cenyrolnicze.pl/wiadomosci/agroekosystem-one-health-wspolne-zdrowie/15593-tradycyjny-wypas-bydla-atrakcyjny-takze-dla-plazow.
2. **Kolenda K**., Grochowski P., Łobas Z. 2018. Przyrodnicze osobliwości na Oporowie i Klecinie. Biuletyn Oporowski 112: 6–7.
3. Kulesza M., Kurczaba K., **Kolenda K**. 2017. Nabici w butelkę, czyli jak śmieci wpływają na bioróżnorodność lasów – podsumowanie projektu. Biologia w Szkole 6: 43–45.
4. **Kolenda K**., Kaczmarski M. 2017. Miejskie oazy przyrody pod nadzorem. Przegląd Komunalny 2: 52–54.
5. Ogielska M., **Kolenda K**. 2016. Profesor Leszek Berger we wspomnieniach pierwszego i ostatniego ucznia. W: Szajdak L.W., Śmiełowski J (red.). Wpływ odkryć Profesora Leszka Bergera na rozwój nauk biologicznych. Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk, Poznań, s. 207–216.
6. **Kolenda K**., Kaczmarski M. 2015. Fabulous green frog's professor, Leszek Berger 1925-2012. Alytes 32: 3–5.
7. **Kolenda K**. 2015. Active amphibian habitat protection in the South Wielkopolska Region (Poland). FrogLog 109: 38–40.
8. **Kolenda K**. 2013. Wiosenne podglądanie płazów cz.1. Wieści z Lasu 3(91): 3
9. **Kolenda K**. 2013. Wiosenne podglądanie płazów cz.2. Wieści z Lasu 4(92): 2
10. **Kolenda K**. 2013. Nowe rzekotki i padalce. Wieści z Lasu 7(95): 2
11. **Kolenda K**. 2012. S.O.S. dla płazów cz.1. Wieści z Lasu 3(79): 2

12. **Kolenda K**. 2012. S.O.S. dla płazów cz. 2. Wieści z Lasu 4(80): 3
13. **Kolenda K**. 2012. Płazy jako małe fabryki leków. Wieści z Lasu 5(81): 3
14. **Kolenda K**. 2012. Jeść czy nie jeść, czyli problem konsumpcji żabich udek w dobie globalnego wymierania płazów. Wieści z Lasu 7(83): 2
15. **Kolenda K**., Bonk M. 2012. Łowić czy chronić żaby zielone w stawach karpiowych. Przegląd Rybacki 4(124): 15–18.
16. **Kolenda K**. 2012. Wspomnienie o Profesorze Leszku Bergerze. Rocznik Ostrowskiego Towarzystwa Naukowego 6: 163–175.

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuuję aktywność na polu popularyzacji nauki. Brałem udział w festiwalach nauki (np. Dni Darwina 2020). W latach 2020 i 2021 na zaproszenie Fundacji „Dziupla Inicjatyw Przyrodniczych" prowadziłem warsztaty przyrodnicze dla mieszkańców Słubic i Górzycy. W kwietniu 2023 roku na zaproszenie Dyrektora Biebrzańskiego Parku Narodowego w ramach „Wszechnicy Biebrzańskiej" wygłosiłem prelekcję o krajowych gadach.

Opublikowałem również jeden artykuł popularnonaukowy:

1. **Kolenda K**., Starzecka A. 2023. Wrocławskie pola irygacyjne ważną ostoją płazów. Zielona Planeta 166(1): 22–25.

Regularnie udzielam się w mediach, gdzie popularyzuję m.in. wyniki własnych badań. Poniżej zamieszczam listę ważniejszych wywiadów i podcastów, w których brałem udział:

2020. Jaszczurka murowa. Skąd wzięła się na Dolnym Śląsku? Nauka w Polsce. https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C84766%2Cjaszczurka-murowa-skad-wziela-sie-na-dolnym-slasku.html, data dostępu: 03.02.2023

2021. Śmieci naturalnym środowiskiem życia zwierząt? Audycja OFF Czarek. Tok FM. https://audycje.tokfm.pl/gosc/15529,dr-Krzysztof-Kolenda, data dostępu: 03.02.2023

2021. Uwaga na płazy! Wiosną ginie ich tysiące. Radio Wrocław. https://www.radiowroclaw.pl/articles/view/106853/Uwaga-na-plazy-Wiosna-ginie-ich-tysiace, data dostępu: 03.02.2023

2021. Tysiące zwierząt giną od śmieci rozrzucanych przez ludzi. Radio Wrocław. https://www.radiowroclaw.pl/articles/view/104273/Tysiace-zwierzat-gina-od-smieci-rozrzucanych-przez-ludzi, data dostępu: 03.02.2023

2021. Nie zaśmiecaj przyrody! Chrząszcz kopuluje z butelką aż umrze, niedźwiedź biega z wiadrem na głowie, łabędź wysiaduje butelki. Gazeta Wyborcza. https://wyborcza.pl/7,177851,27102765,10-tysiecy-martwych-zwierzat-w-smiecia.html, data dostępu: 03.02.2023

2022. Śmieci pułapką dla zwierząt. Audycja Animalista. Radio RDC. https://rdc.pl/podcast/animalista_b0foiW9ShNb74hEaKVmO?episode=NR3dVZlH7tRmEvlj8FNA&active_page=1, data dostępu: 03.02.2023.

2022. Naukowcy: wyrzucane przez ludzi puszki i butelki stają się pułapkami dla zwierząt. Nauka w Polsce. https://scienceinpoland.pap.pl/aktualnosci/news%2C92737%2Cnaukowcy-wyrzucane-przez-ludzi-puszki-i-butelki-staja-sie-pulapkami-dla, data dostępu: 03.02.2023.

2022. Śmiertelne pułapki wśród leśnych śmieci. Szukam w lesie. https://www.youtube.com/watch?v=6j7e8IZIkkQ&list=PLlXd72-HH2_OhSB4ZQ5y3voIVD7FIO4Xi&index=5, data dostępu: 03.02.2023.

Udzieliłem też obszernego wywiadu Stanisławowi Łubieńskiemu, który na tej podstawie w swojej „Książce o śmieciach" poświęcił moim badaniom znaczną część rozdziału „Tajemnica żaby".

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Nagrody i stypendia

Przed uzyskaniem stopnia doktora

2011-2019 – łącznie 9 nagród lub wyróżnień za najlepsze wystąpienia na konferencjach naukowych

2011 – nagroda prorektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu za działalność naukową prowadzoną w studenckim kole naukowym

2012 – nagroda Dziekana Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) za działalność naukową w Kole Naukowym Hydrobiologów

2015 – stypendium dla najlepszych doktorantów w ramach projektu "Rozwój potencjału i oferty edukacyjnej Uniwersytetu Wrocławskiego szansą zwiększenia konkurencyjności Uczelni" realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego

2017-2018 – stypendium im. L. Hirszfelda dla najlepszych doktorantów w dziedzinie biologii i medycyny przyznawanie przez Prezydenta miasta Wrocławia

2019 – stypendium na staż zagraniczny: PROM Programme – International scholarship exchange of PhD students and academics: wyjazd do Kazachstanu (Department of General Biology and Genomics, Euroasian National University)

Po uzyskaniu stopnia doktora

2020 – nagroda Rektora UWr za osiągnięcia naukowe

2022 – nagroda Rektora UWr za działalność organizacyjną

Laureat konkursów w ramach programu „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza":

2020 – obniżka pensum w ramach konkursu „Niższe pensum jako instrument projakościowy"

2021 – dodatek motywacyjny jednorazowy w ramach konkursu „Projakościowy sposób wynagradzania nauczycieli akademickich"

2021 – obniżka pensum w ramach konkursu „Niższe pensum jako instrument projakościowy"

2021 – uzyskanie finansowania kosztów publikacji, w ramach konkursu „Finansowanie kosztów publikacji"

2022 – obniżka pensum w ramach konkursu „Niższe pensum jako instrument projakościowy"

2022 – dodatek motywacyjny jednorazowy w ramach konkursu „Projakościowy sposób wynagradzania nauczycieli akademickich"

2022 – uzyskanie finansowania kosztów otwartego dostępu publikacji, w ramach konkursu „Finansowanie kosztów otwartego dostępu publikacji"

Signed by / Podpisano przez:

Krzysztof Kamil Kolenda
UNIWERSYTET WROCŁAWSKI

Date / Data: 2023-03-20 13:27

…… ……
(wnioskodawcy)

Bibliografia:

[1] – [48] – wybrane prace niestanowiące głównego osiągnięcia habilitacyjnego, wyszczególnione w pkt. II B i D w Załączniku 4 „Wykaz osiągnięć".

Araújo M.B., Thuiller W., Pearson R.G. 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography 33: 1712–1728.

Battin J. 2004. When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. Conservation Biology 18(6): 1482–1491.

Bellis M. 2019. The troubled history of soda pop and carbonated beverages. https://www.thoughtco.com/introduction-to-soda-pop-1992433, data dostepu: 14.02.2023.

Benedict R.A., Billeter M.C. 2004. Discarded bottles as a cause of mortality in small vertebrates. Southeastern Naturalist 3(2): 371–377.

Berger L. 1973. Systematics and hybridization in European green frogs of *Rana esculenta* complex. Journal of Herpetology 7: 1–10.

Berger L. 1988. An all-hybrid water frog population persisting in agrocenoses of central Poland (Amphibia, Salientia, Ranidae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 140: 202–219.

Berger L., Berger W.A. 1992. Progeny of water frog populations in central Poland. Amphibia-Reptilia 13: 135–146.

Bergmann M., Mützel S., Primpke S., Tekman M.B., Trachsel J., Gerdts G. 2019. White and wonderful? Plastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. Science Advances 5(8): eaax1157.

Bletter M.C., Mitchell C. 2021. Dangerous traps: Macroplastic encounters affecting freshwater and terrestrial wildlife. Science of The Total Environment 798: 149317.

Burgess J.W. 1978. Social behavior in group-living spider species. Symposia of the Zoological Society of London 42: 69–78.

Brach M., Wiśniewski M. 2012. Przestrzenne aspekty dzikich wysypisk odpadów komunalnych w lasach na terenie Leśnictwa Stankowizna. Roczniki Geomatyki 5: 37–45.

Brannon M.P., Brannon J.K., Baird R.E. 2017. Educational applications of small mammal skeletal remains found in discarded bottles. Southeastern Naturalist 16: 4–10.

Cardoso P., Pekár S., Jocqué R., Coddington J.A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. PLoS ONE 6: 21710.

Dalbeck L., Düssel-Siebert H., Kerres A., Kirst K. i in. 2018. Die Salamanderpest und ihr Erreger *Batrachochytrium salamandrivorans* (Bsal): aktueller Stand in Deutschland. Zeitschrift für Feldherpetologie 25: 1–22.

Danthurebandara M., Van Passel S., Nelen D., Tielemans Y., Van Acker K. 2012. Environmental and socio-economic impacts of landfills. Linnaeus Eco-Tech: 40–52.

Di Minin, E., Tenkanen, H. Toivonen, T. 2015. Prospects and challenges for social media data in conservation science. Frontiers in Environmental Science 3: 63.

Eichenberger B., Siegenthaler E., Schmidt-Entling M.H. 2009. Body size determines the outcome of competition for webs among alien and native sheetweb spiders (Araneae: Linyphiidae). Ecological Entomology 34: 363–368.

Elzanowski A., Ciesiołkiewicz J., Kaczor M., Radwańska J., Urban R. 2009. Amphibian road mortality in Europe: a meta-analysis with new data from Poland. European Journal of Wildlife Research 55: 33–43.

Gerard A.S., Feldhamer G.A. 1990. A comparison of two survey methods for shrews: Pitfalls and discarded bottles. The American Midland Naturalist 124: 191–194.

Głowaciński Z. (red.) 2002. Red list of threatened animals in Poland. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków, pp. 155.

González-Césped C., Alaniz A.J., Vergara P.M., Chiappa E., Zamorano J., Mandujano V. 2021. Effects of urban environmental conditions and landscape structure on taxonomic and functional groups of insects. Urban Forestry and Urban Greening 58: 126902.

Guay P.J., Gregurke J., Hal C.G. 2006. A Black Swan incubating glass bottles. Australian Field Ornithology 23: 50–52.

Gwynne D.T., Rentz D.C. 1983. Beetles on the bottle: male buprestids mistake stubbies for females (Coleoptera). Australian Journal of Entomology 22(1): 79–80.

Haarr M.L., Pantalos M., Hartviksen M.K. Gressetvold M. 2020. Citizen science data indicate a reduction in beach litter in the Lofoten archipelago in the Norwegian Sea. Marine Pollution Bulletin 153: 111000.

Hamed M.K., Laughlin T.F. 2015. Small-mammal mortality caused by discarded bottles and cans along a US Forest Service road in the Cherokee National Forest. Southeastern Naturalist 14: 506–516.

Jagiello Z., Dylewski Ł., Tobolka M., Aguirre J.I. 2019. Life in a polluted world: A global review of anthropogenic materials in bird nests. Environmental Pollution 251: 717–722.

Jakiel M., Bernatek-Jakiel A., Gajda A., Filiks M., Pufelska M. 2019. Spatial and temporal distribution of illegal dumping sites in the nature protected area: The Ojców National Park, Poland. Journal of Environmental Planning and Management 62: 286–305.

Järvenpää J., Perkkiö M., Laitinen R., Lahtela-Kakkonen M. 2022. PE and PET oligomers' interplay with membrane bilayers. Scientific Reports 12: 1–8.

Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; World Bank. Washington DC: XI-XII.

Kleineidam C.J., Heeb E.L., Neupert S. 2017. Social interactions promote adaptive resource defense in ants. PloS ONE 12: e0183872.

Kolanek A., Bury A., Turniak E., Kurek, K. Bury S. 2017. Wybrane problemy ochrony gniewosza plamistego *Coronella austriaca* w Polsce. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 73(6): 474–483.

Kolenda K., Kaczmarski M., Żurawska J., Ogielska M. (w recenzji). Loss of *Pelophylax lessonae* and replacement by *P. ridibundus* in mixed populations of water frogs over decades. European Zoological Journal.

Korenko S., Pekár S., Honěk A. 2010. Predation activity of two winter-active spider (Araneae: Anyphaenidae, Philodromidae). Journal of Thermal Biolology 35: 112–116.

Jablonski D., Gvoždík V., Choleva L., Jandzik D., Moravec J., Macát Z., Veselý M. 2019. Tracing the maternal origin of the common wall lizard (*Podarcis muralis*) on the northern range margin in central Europe. Mitochondrion 46: 149–157.

Lambert S., Wagner M. 2018. Microplastics are contaminants of emerging concern in freshwater environments: an overview. W: Wagner M., Lambert S. (red.) Freshwater Microplastics. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer, Cham, pp 1–23.

Lavers J.L., Sharp P.B., Stuckenbrock S., Bond A.L. 2020. Entrapment in plastic debris endangers hermit crabs. Journal of Hazardous Materials 387: 121703.

Lennersten M.S. 1995. The Influence of Light and Packaging Materialson Oxidative Deterioration in Foods. A Literature Review. SIK-ReportNo. 620. Chalmers

University of Technology/TheSwedish Institute for Food Research (SIK), Gothenberg.
Jensen J.B., Camp C.D. 2003. Human exploitation of amphibians. W: Semlitsch, R.D. (red.), Amphibian Conservation. Smithsonian Books, Washington.
Leslie H.A., Van Velzen M.J., Brandsma S.H., Vethaak A.D., Garcia-Vallejo J.J., Lamoree M.H. 2022. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. Environment International 163: 107199.
Mammola S., Isaia M., Demonte D., Triolo P., Nervo M. 2018. Artificial lighting triggers the presence of urban spiders and their webs on historical buildings. Landscape and Urban Planning 180: 187–194.
Martel A., Blooi M., Adriaensen C., Van Rooij P. i in. 2014 Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders. Science 346: 630–631.
Michaelides S.N., While G.M., Zajac N., Uller T. 2015. Widespread primary, but geographically restricted secondary, human introductions of wall lizards, *Podarcis muralis*. Molecular Ecology 24: 2702–2714.
Michalicha M., Pitucha G. 2019. Wpływ składowisk odpadów na ptaki. Polish Journal for Sustainable Development 23: 63–72.
Michlewicz M., Tryjanowski P. 2017. Anthropogenic waste products as preferred nest sites for *Myrmica rubra* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). Journal of Hymenoptera Research 57: 103–114.
Morris P.A., Harper J.F. 1965. The occurrence of small mammals in discarded bottles. Proceedings of the Zoological Society of London 145: 148–153.
Mrosovsky N., Ryan G.D., James M.C. 2009. Leatherback turtles, the menace of plastic. Marine Pollution Bulletin 58: 287–289.
Napper I.E., Davies B.F., Clifford H., Elvin S., Koldewey H.J., Mayewski P.A., i in. 2020. Reaching new heights in plastic pollution—preliminary findings of microplastics on Mount Everest. One Earth 3: 621–630.
Ogielska M. 1994. Nucleus-like bodies in gonial cells of *Rana esculenta* [Amphibia, Anura] tadpoles-a putative way of chromosome elimination. Zoologica Poloniae, 39(3-4): 461–474.
Pabijan M., Ogielska M. 2019. Conservation and declines of amphibians in Poland. W: Heatwole H., Wilkinson J.W. (red). Amphibian biology, Vol 11: Status of conservation and decline of amphibians: Eastern Hemisphere, Part 5: Northern Europe. Pelagic Publishing, Exeter, p 26−45.
Pasmans F., Bogaerts S., Braeckman J., Cunningham A.A. in. 2017. Future of keeping pet reptiles and amphibians: towards integrating animal welfare, human health and environmental sustainability. Veterinary Record 181: 1−7.
Peris S.J. 2003. Feeding in urban refuse dumps, ingestion of plastic objects by the White Stork (*Ciconia ciconia*) Ardeola 50(1): 81–84.
Persons M.H., Rypstra A.L. 2001. Wolf spiders show graded antipredator behavior in the presence of chemical cues from different sized predators. Journal of Chemical Ecology 27: 2493–2504.
Poeta G., Romiti F., Battisti C. 2015. Discarded bottles in sandy coastal dunes as threat for macro-invertebrate populations: first evidence of a trap effect. Vie et milieu-life and Environment 65: 125–127.
Pucek Z. 1981. Keys to Vertebrates of Poland. Mammals. PWN, Warsaw.
Roman L., Hardesty B.D., Leonard G.H., Pragnell-Raasch H., Mallos N., Campbell I., Robertson B.A., Rehage J.S., Sih A. 2013. Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. Trends in Ecology & Evolution 28: 552–560.

Santos J.L., Žagar A., Drašler K., Rato C., Ayres C., Harris D. J., Carretero M. A., Salvi D. 2019. Phylogeographic evidence for multiple long-distance introductions of the common wall lizard associated with human trade and transport. Amphibia-Reptilia 40: 121−127.

Scheele B.C., Pasmans F., Skerratt L.F., Berger L. i in. 2019. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. Science 363: 1459−1463.

Schlaepfer M.A., Runge M.C., Sherman P.W. 2002. Ecological and evolutionary traps. Trends in Ecology & Evolution 17: 474–480.

Schuyler Q., Hardesty B. D., Lawson T. J., Opie K. Wilcox C. 2018. Economic incentives reduce plastic inputs to the ocean. Marine Policy 96: 250–255.

Shen R., Yang K., Cheng X., Guo C., Xing X., Sun H., Wang D. 2022. Accumulation of polystyrene microplastics induces liver fibrosis by activating cGAS/STING pathway. Environmental Pollution 300: 118986.

Sinsch U. 2015. Skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. Herpetological Journal 25(1): 5–13.

Skierska K., Lagner A., Rozenblut-Kościsty B., Kosiba P., Kolenda K., Ogielska M. (w recenzji). Population structure, mate choice and genome transmission in naturally formed pairs in *Pelophylax lessonae – Pelophylax esculentus* hybridogenetic system. Behavioral Ecology and Sociobiology.

Skłodowski J., Podściański W. 2004. Zagrożenie mezofauny powodowane zaśmiecaniem środowiska. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 23(2): 271–283.

Spitzen-van der Sluijs A., Martel A., Asselberghs J., Bales E. K. i in. 2016. Expanding distribution of lethal amphibian fungus *Batrachochytrium salamandrivorans* in Europe. Emerging Infectious Diseases 22: 1286−1288.

Sztencel-Jabłonka A., Mazgajski T.D., Bury S., Najbar B., Rybacki M., Bogdanowicz W., Mazgajska J. 2015. Phylogeography of the smooth snake *Coronella austriaca* (Serpentes: Colubridae): evidence for a reduced gene pool and a genetic discontinuity in Central Europe. Biological Journal of the Linnean Society 115: 195–210.

Szymków Z. 2022. Zaśmiecanie środowiska jako zagrożenie dla małych zwierząt. Praca licencjacka. Uniwersytet Wrocławski. Opiekun pracy: dr Krzysztof Kolenda.

Taulman J.F., Thill R.E., Wigley T.B., Melchioris M.A. 1992. A comparison of bottles and snap traps for short-term small mammal sampling. The American Midland Naturalist 127: 208–210.

Thompson R.C., Moore C.J., Vom Saal F.S., Swan S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 364: 2153–2166.

Torre I., Jimenez I., Ribas A., Arrizabalaga A. 2019. The efficiency of discarded drink containers for small mammal detection on a Mediterranean mountain. Mammal Study 44: 243–252.

Warkentin I.G., Bickfor, D., Sodhi N.S., Bradshaw C.J. 2009. Eating frogs to extinction. Conservation Biology 23: 1056−1059.

Wiens J.J. 2008. Systematics and herpetology in the age of genomics. BioScience 58: 297−307.

Wilcox C. 2020. A global assessment of the relationship between anthropogenic debris on land and the seafloor. Environmental Pollution 264: 114663.

Wirga M., Majtyka T. 2015. Herpetofauna of the opencast mines in Lower Silesia. Fragmenta Faunistica 58: 65−70.