

## AUTOREFERAT W JĘZYKU POLSKIM

### 1. Imię i Nazwisko

**Adrian Zwolicki**

### 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

08.12.2006 – **stopień doktora nauk biologicznych w zakresie Biologii** na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii, Uniwersytet Gdański; Rozprawa doktorska pt. „*Ekologia żerowania bobra europejskiego *Castor fiber* L. w Borach Tucholskich*”; promotor w przewodzie doktorskim: prof. dr hab. Lech Stempniewicz

29.06.2001 – **stopień magistra biologii** na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego

### 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

15.10.2012 – obecnie: **adiunkt**; Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański

01.07.2007 – 30.06.2012: **adiunkt**; Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański

28.02.2005 – 30.06.2007: **samodzielny referent techniczny**, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców, Wydział Biologii, Uniwersytet Gdański

### 4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki:

#### a) tytuł osiągnięcia naukowego

*Wpływ kolonijnych ptaków morskich na zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych w lądowych ekosystemach polarnych*

Osiągnięcie naukowe stanowi jednotematyczny cykl pięciu publikacji, opublikowanych w latach 2009–2016.

**b) autorzy, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

Lp.	Publikacja	Punktacja MNiSW 2013-2016	Impact Factor (IF) *
1.	<b>Zwolicki, A.</b> , Zmudczyńska-Skarbek, K. M., Iliszko, L., & Stempniewicz, L. (2013) Guano deposition and nutrient enrichment in the vicinity of planktivorous and piscivorous seabird colonies in Spitsbergen. <i>Polar Biology</i> 36: 363-372. <i>Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, udziale w poborze prób, przeglądzie i wyborze literatury, przeprowadzeniu wszystkich analiz statystycznych, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu i przygotowaniu rycin, oraz ostatecznej edycji tekstu.</i> <i>Mój udział procentowy szacuję na 75%.</i>	30	2,071
2.	<b>Zwolicki, A.</b> , Zmudczyńska-Skarbek, K., Matuła, J., Wojtuń, B., Stempniewicz, L. (2016a) Differential responses of Arctic vegetation to nutrient enrichment by plankton-and fish-eating colonial seabirds in Spitsbergen. <i>Frontiers in Plant Science</i> , 7, 1959. DOI: <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01959">https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01959</a> <i>Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, udziale w poborze prób, przeglądzie i wyborze literatury, przeprowadzeniu wszystkich analiz statystycznych, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rycin, oraz końcowej edycji tekstu.</i> <i>Mój udział procentowy szacuję na 75%.</i>	40	4,291
3.	<b>Zwolicki, A.</b> , Barcikowski, M., Barcikowski, A., Cymerski, M., Stempniewicz, L., Convey, P. (2015) Seabird colony effects on soil properties and vegetation zonation patterns on King George Island, Maritime Antarctic. <i>Polar Biology</i> 38: 1645-1655. <i>Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, udziale w poborze prób, przeglądzie i wyborze literatury, przeprowadzeniu wszystkich analiz statystycznych, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rysunków oraz końcowej edycji tekstu.</i> <i>Mój udział procentowy szacuję na 60%.</i>	30	1,711
4.	<b>Zwolicki, A.</b> , Zmudczyńska-Skarbek, K., Richard, P., & Stempniewicz, L. (2016b) Importance of marine-derived nutrients supplied by planktivorous seabirds to High Arctic tundra plant communities. <i>PloS One</i> , 11(5), e0154950. <i>Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, udziale w poborze prób, przeglądzie i wyborze literatury, przeprowadzeniu wszystkich analiz statystycznych, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rycin, oraz końcowej edycji tekstu.</i> <i>Mój udział procentowy szacuję na 75%.</i>	40	2,806
5.	Zmudczyńska, K., <b>Zwolicki, A.</b> , Barcikowski, M., Barcikowski, A., Stempniewicz, L. (2009) Spectral characteristics of the Arctic ornithogenic tundra vegetation in Hornsund area, SW Spitsbergen. <i>Polish Polar Research</i> 30: 249-262.	20	0,767**

<i>Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współudziale w: zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, pracach terenowych, przeprowadzeniu analiz statystycznych, interpretacji wyników badań oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy szacuję na 40%.</i>		
<b>Suma</b>	<b>160</b>	<b>11,646</b>

\*W roku wydania publikacji

\*\* W roku 2010

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

#### **Wstęp i hipotezy**

Surowy klimat lądowych obszarów polarnych wymusza powstawanie ekosystemów o względnie prostej strukturze, charakteryzujących się niską produkcją pierwotną oraz ubóstwem gatunkowym. Funkcjonują one najczęściej w pasie przymorskim na pozbawionych lodu obszarach, odznaczających się permanentnym deficytem substancji biogenicznych, przy jednoczesnej sezonowo bardzo wysokiej produkcji morskiej w sąsiadującej strefie szelfu kontynentalnego. W odróżnieniu od ogólnego ubóstwa tundry polarnej, w pobliżu wielkich kolonii ptaków morskich obserwować można bogate w gatunki i produktywne zespoły tundry ornitogennej, których funkcjonowanie jest zależne od materii pochodzącej z zewnątrz. Są one dobrym przykładem tzw. ekosystemów subwencionowanych.

Ptaki morskie to grupa długowiecznych gatunków na stałe związanych z oceanem, późno przystępujących do rozrodu i wychowujących mało, często pojedyncze pisklą. Ze środowiskiem lądowym związane są wyłącznie w okresie rozrodczym. W obszarach polarnych ptaki morskie dominują zarówno pod względem liczby gatunków, jak i liczebności. Jedynymi z najpospolitszych są alki Alcidae, a wśród nich alczyk *Alle alle*, najliczniejszy ptak morski Palearktyki z populacją szacowaną na 35 milionów par. Bardzo liczne są również nurzyki: polarny *Uria lomvia* (ok. 15 milionów par) i nurzyk zwyczajny *Uria aalge* (7 milionów par), a także mewa trójpalczasta *Rissa tridactyla*, której liczebność szacuje się na 9 milionów par (del Hoyo et al. 1996).

W Antarktyce natomiast dominują pingwiny Sphenisciformes. Do najliczniejszych tworzących wielomilionowe populacje należą: pingwin złotoczuby *Eudyptes chrysolophus*, pingwin maskowy *Pygoscelis antarctica*, pingwin białobrewy *P. papua* i białobrewy *P. adeliae* (Ellis et al. 1998). Pospolite i bogate w gatunki są również ptaki rurkonose Procellariiformes, w tym należący do petreli oceanik żółtopłetwy *Oceanites oceanicus*, którego populacja oceniana jest na 4-10 milionów par (del Hoyo et al. 1996).

W okresie polarnego lata, podczas kilku miesięcy funkcjonowania kolonii lęgowych, ptaki żerujące w morzu, a rozradzające się na lądzie, deponują znaczne ilości materii pochodzenia morskiego, głównie w postaci guana, ale także resztek pokarmu, skorup jaj, piór i martwych osobników (Bokhorst et al. 2007, Smith & Froneman 2008). W przypadku gatunków gniazdujących pojedynczo strefa ich oddziaływania jest ograniczona do bezpośredniego otoczenia gniazda, co w przypadku ubogich w biogeny siedlisk może być lokalnie istotne. Zazwyczaj jednak skala oddziaływania ptaków jest znacznie większa, ponieważ dziewięćdziesiąt procent gatunków ptaków morskich gniazduje kolonijnie, tworząc najliczniejsze skupiska ptaków na świecie. Dlatego znaczenie wielkich kolonii ptaków morskich jest nie do przecenienia w generalnie ubogich obszarach polarnych. Sąsiedztwo kolonii, intensywnie nawożone przez cały sezon lęgowy, sprzyja bujnemu rozwojowi tundry, która stanowi atrakcyjne siedlisko dla organizmów z pozostałych poziomów troficznych (np. Zmudczyńska et al. 2012).

Chociaż metodyczne badania ekosystemów lądowych zależnych od kolonijnych ptaków zaczęły się już na początku ubiegłego wieku i zaowocowały m.in. opisem specyficznych zbiorowisk roślinnych i zespołów bezkręgowców oraz propozycją jednej z pierwszych sieci troficznych, przedstawionej dla Wyspy Niedźwiedziej (Summerhayes & Elton 1923), to do tej pory wciąż brakowało ilościowej weryfikacji hipotez dotyczących zarówno znaczenia wpływu ptaków, jak i poznania przyczyn zmienności zbiorowisk roślinnych i siedlisk tworzonych przez ptaki w wyniku subwencji allochtonicznej materii pochodzenia morskiego.

Podstawą niniejszej rozprawy habilitacyjnej jest cykl pięciu publikacji w wysoko punktowanych międzynarodowych czasopismach (Tabela w punkcie 4.b), których głównym celem było określenie znaczenia materii pochodzenia morskiego transportowanej przez kolonijne ptaki morskie, dla funkcjonowania lądowych ekosystemów polarnych, a w szczególności kształtowania się siedlisk i formowania zbiorowisk roślinnych.

Sformułowano następujące hipotezy badawcze:

1. Głównym czynnikiem ekologicznym wyjaśniającym zmienność kompozycji gatunkowej zbiorowisk roślinnych tundry ornitogennej są biogeny pochodzenia morskiego, przenoszone na ląd przez kolonijne ptaki morskie.
2. Struktura zbiorowisk roślinnych jest zależna od warunków siedliskowych modyfikowanych przez ptaki. Udział i rozmieszczenie roślin będzie się zmieniało w gradiencie wielkości depozycji guana.

3. Kolonie ptaków morskich o odmiennej diecie tworzą siedliska różniące się właściwościami fizykochemicznymi, co sprzyja rozwojowi specyficznych zbiorowisk roślinnych o kompozycji gatunkowej zależnej od gatunku ptaka tworzącego kolonię i jego diety.

## **Wyniki**

1. **Zwolicki, A.**, Zmudczyńska-Skarbek, K. M., Iliszko, L., & Stempniewicz, L. (2013). Guano deposition and nutrient enrichment in the vicinity of planktivorous and piscivorous seabird colonies in Spitsbergen. *Polar Biology*, 36, 363-372.

Hutchison (1950) uważał, że silny wpływ na siedlisko jaki wywierają ptaki związany jest z ich kolonijnym rozrodem skutkującym dużym zagęszczeniem gniazd, używaniem odchodów jako materiału do budowy gniazd i deponowaniem dużej części produkowanego guana w bezpośrednim sąsiedztwie miejsc lęgowych. W pierwszej z przedstawionych w ramach osiągnięcia habilitacyjnego prac (Zwolicki et al. 2013) zweryfikowano hipotezę o odmiennym wpływie nawożenia dwóch najważniejszych typów kolonii ptaków morskich w Arktyce, różniących się dietą, na fizyczne i chemiczne właściwości gleb.

Badania przeprowadzono w pobliżu dwóch wielkich kolonii ptaków morskich, planktonożernych alczyków oraz głównie rybożernych nurzyków polarnych i mew trójpalczastych, we fiordzie Hornsund położonym w południowo-zachodniej części Spitsbergenu, największej wyspy archipelagu Svalbard. Zbiór materiału oparty był o metodykę transektową, z liniowym rozmieszczeniem kwadratów badawczych. Pod każdą z kolonii wyznaczono transekt właściwy oraz transekty kontrolne względem nich.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że wielkość depozycji odchodów pod koloniami ptaków była znacząco wyższa w stosunku do powierzchni kontrolnych, pozbawionych wpływu ptaków. W obydwu typach kolonii intensywność nawożenia istotnie malała w gradiencie odległości od miejsca gniazdowania, jednakże w przypadku nurzyków polarnych i mew trójpalczastych przebieg ten był bardziej gwałtowny. Różnica w przestrzennej dystrybucji odchodów opisana została przy pomocy regresji segmentowej, która pokazała, że w przypadku rybożerców zasięg głównej depozycji odchodów nie przekraczał odległości 50 m od kolonii, podczas gdy u planktonożerców sięgał przeszło 300 m. Różnice te związane były z odmiennym sposobem gniazdowania i wielkością tzw. strefy krążenia ptaków wokół kolonii.

Nurzyki i mewy gniazdują na klifach skalnych w bezpośrednim sąsiedztwie morza, natomiast alczyki w rumoszu skalnym stożków nasypowych, z reguły oddalonych od brzegu morskiego.

W sąsiedztwie obu badanych kolonii depozycja odchodów powodowała istotny wzrost stężenia azotanów ( $\text{NO}_3^-$ ) i amoniaku ( $\text{NH}_4^+$ ), fosforanów ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) oraz wyższe wartości konduktywności ( $\mu\text{S/m}$ ), przy jednoczesnym spadku odczynu roztworu glebowego (pH) względem wartości uzyskanych na powierzchniach kontrolnych. Siła oddziaływania ptasiego nawożenia została zweryfikowana przy pomocy analizy redundancji z testem permutacji Monte Carlo (RDA). Depozycja odchodów była dominującym czynnikiem wpływającym na zmienność parametrów siedliskowych w obszarze oddziaływania obu kolonii ptaków i wyjaśniała 84% ich całkowitej zmienności w przypadku rybożerców i 67% w przypadku oddziaływania planktonożerców. Te wyjątkowo wysokie wartości wyjaśnionej wariancji świadczą o dominującej roli ptaków w kształtowaniu siedlisk w pobliżu ich kolonii, zwłaszcza na odcinku dzielącym kolonię od brzegu morskiego.

Pomimo podobnej wielkości depozycji odchodów, wpływ dwóch badanych typów kolonii na fizyko-chemiczne właściwości gleby był znacząco odmienny. Stwierdzono, że zarówno stężenie jonów amonowych ( $\text{NH}_4^+$ ) i fosforanowych ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), jak i odczyn roztworu glebowego (pH) były istotnie wyższe w sąsiedztwie kolonii rybożerców niż planktonożerców. Wyniki te ilustrują, jak silny wpływ nawożenia przez ptaki dodatkowo modyfikowany jest przez różnice jakościowe między koloniami związane z gatunkiem ptaków, ich dietą i składem deponowanego na tundrze guana. Odchody ptaków odżywiających się planktonem, rybami czy małżami różnią się proporcją ilościową składników organicznych i nieorganicznych, w tym poszczególnych związków mineralnych (Bedard et al. 1980). W konsekwencji, różnić się mogą zespoły mikroorganizmów rozwijające się na odchodach, procesy biochemiczne zachodzące w wyniku ich działalności oraz ilość, skład i proporcje produktów tych reakcji, w tym soli biogennych dostępnych dla roślin.

2. **Zwolicki, A.**, Zmudczyńska-Skarbek, K., Matuła, J., Wojtuń, B., & Stempniewicz, L. (2016a). Differential responses of Arctic vegetation to nutrient enrichment by plankton- and fish-eating colonial seabirds in Spitsbergen. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1959.

Najważniejszymi czynnikami wpływającym na dynamikę zbiorowisk roślinnych w warunkach polarnych są: temperatura, wilgotność gleby, wiek siedliska, odczyn gleby, dopływ biogenów i naturalne zakłócenia homeostazy (m.in. Raup 1969, Rannie 1986, Gould & Walker

1999, Körner 2003). Wpływ ptaków może bezpośrednio modyfikować ostatnie trzy z wyżej wymienionych czynników. Wcześniejsze prace dotyczące zbiorowisk roślinnych na Spitsbergenie wskazywały, że grupa ornitokoprofilnych zbiorowisk roślinnych tj. zależnych od nawożenia przez ptaki, była niejednorodna i reprezentowana przez różne zespoły (Eurola & Hakala 1977, Elvebakk 1994). Przyczyny tej zmienności nie zostały do tej pory zbadane, dlatego też w drugiej z przedstawionych w niniejszym osiągnięciu habilitacyjnym prac (Zwolicki et al. 2016a) zweryfikowano hipotezę, o tym, że kolonie ptaków planktonożernych i rybożernych, tworząc typowe dla siebie siedliska, w konsekwencji sprzyjają utworzeniu specyficznych dla nich zbiorowisk roślinnych.

Praca ta opierała się na danych zebranych na tych samych powierzchniach badawczych, co pierwsza z prezentowanych prac (Zwolicki et al. 2013). Dodatkowo uwzględniono w niej dane dotyczące udziału mszaków i roślin naczyniowych, porostów i glonów oraz poziomów izotopów trwałych węgla i azotu, zarówno w glebie jak i tkankach roślin. Zrezygnowano w niej z porównania trasektów na rzecz analizy wyodrębniającej zbiorowiska roślinne. Dzięki zastosowaniu wielowymiarowych niemetrycznych drzew regresyjnych (LINKTREE) przeprowadzono szereg dychotomicznych podziałów zbioru danych, w wyniku czego wyróżniono pięć homogennych zbiorowisk roślinnych, uszeregowanych w gradiencie malejącego oddziaływania ptaków. Analiza LINKTREE, korzystając jednocześnie ze zbioru danych opisujących kompozycję roślinną jak i właściwości fizykochemicznych gleby, wskazała wartości zmiennych siedliskowych, które były odpowiedzialne za podziały zbiorowisk. Różnice między zbiorowiskami roślinnymi formującymi się pod różnymi typami kolonii, zostały dodatkowo potwierdzone przy pomocy analizy profilu podobieństwa SIMPROOF.

Badane dwa typy kolonii ptasich sprzyjały tworzeniu się tzw. zbiorowisk ornitokoprofilnych, zupełnie odmiennych pod względem kompozycji gatunkowej. W najbliższym sąsiedztwie kolonii planktonożernych alczyków opisano zbiorowisko *Deschampsia alpina*–*Cerastium arcticum*, natomiast pod kolonią rybożernych mew trójpalczastych i nurzyków polarnych - zbiorowisko *Cochlearia groenlandica*–*Poa alpina*. Różnice te stwierdzono pomimo zbliżonej liczebności ptaków w koloniach oraz podobnej wielkości depozycji odchodów, a były one związane głównie z wyższą zawartością fosforanów w glebie (stężenie  $PO_4^{3-} > 395 \text{ mg } 1000g^{-1}$ ) w sąsiedztwie kolonii rybożerców. Biorąc pod uwagę całkowitą zmienność roślinności, udział fosforanów miał największą wydajność statystyczną, tłumacząc 38.9% zmienności. Pozostałymi czynnikami separującymi zbiorowiska roślinne były stężenie jonów azotanowych i, w mniejszym stopniu, konduktywność roztworu

glebowego. Różnice między wyróżnionymi zbiorowiskami roślinnymi pokrywały się z poziomami izotopów trwałych węgla ( $\delta^{13}\text{C}$ ) i azotu ( $\delta^{15}\text{N}$ ), wskazując, że gleba i rośliny z badanych zbiorowisk korzystały z materii pochodzącej z różnych poziomów troficznych, co było wynikiem różnej diety ptaków z obu badanych typów kolonii.

Poza weryfikacją hipotez ekologicznych, przedstawiono również materiał opisowy charakteryzujący pięć zbiorowisk roślinnych tj. udział procentowy gatunków roślin naczyniowych i mszaków, obecność gatunków porostów i glonów, różnorodność gatunkową, średnie wewnętrzne podobieństwo, jak i różnice w średnich wartościach parametrów siedliskowych. Ponadto, za pomocą ogólnych modeli liniowych (GLM), pokazano odpowiedź gatunków na poziom nawożenia dla każdej z kolonii niezależnie.

Wyniki przedstawione w tej pracy dowodzą, że ptaki morskie mogą kształtować siedliska i w efekcie wpływać na zmienność zbiorowisk ornitokoprofilnych w znacznie bardziej złożony sposób niż wcześniej sądzono. Nie tylko zmieniają kompozycję roślinną względem obszarów nie będących pod wpływem ptaków, ale sprzyjają powstaniu specyficznych zbiorowisk roślinnych w sąsiedztwie różnych typów kolonii, w czym kluczową rolę odgrywa dieta gatunków ptaków gniazdujących w kolonii.

3. **Zwolicki, A.**, Barcikowski, M., Barcikowski, A., Cymerski, M., Stempniewicz, L., & Convey, P. (2015). Seabird colony effects on soil properties and vegetation zonation patterns on King George Island, Maritime Antarctic. *Polar Biology*, 38(10), 1645-1655.

Łądowe ekosystemy Antarktyki, podobnie jak w Arktyce, mogą rozwijać się jedynie na przybrzeżnych terenach pozbawionych lodu (Convey & Smith 2006). Są one również poddane wpływowi kolonijnych ptaków morskich, jednakże w odróżnieniu od Arktyki obserwuje się tu wieloletnią akumulację guana, zwłaszcza na płaskich przybrzeżnych terasach gdzie zwykle usytuowane są kolonie pingwinów. Sprzyja temu mała ilość opadów i niskie temperatury (Tatur 1989).

Około 50 tysięcy par pingwinów z rodzaju *Pygoscelis*, gnieźdzących się na zachodnim brzegu Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego), deponuje przeszło 6 ton odchodów dziennie, co daje 10 kg suchych odchodów na metr kwadratowy w ciągu jednego sezonu rozrodczego (Tatur 2002). Ta imponująca ilość biogenów pochodzenia morskiego sprzyja tworzeniu relatywnie bujnych zbiorowisk roślinnych, które w miarę oddalania się od kolonii pingwinów tworzą charakterystyczną strefowość roślinności (Smith 1984, Olech 2002). Smykla wraz ze



współpracownikami (2007) wyróżnili pięć stref roślinnych, tworzących się przy kolonii pingwinów białobrewych *Pygoscelis papua*. W kolejnej pracy przedstawionej w osiągnięciu habilitacyjnym podjęto próbę zbadania czy strefowość zbiorowisk roślinnych była zależna od gatunku ptaków tworzących kolonię i składu fizyko-chemicznego gleby. Badania przeprowadzono w sąsiedztwie kolonii pingwinów białookich *Pygoscelis adeliae*, białobrewych *P. papua* i petrelców olbrzymich *Macronectes giganteus*.

Przy użyciu klasyfikacji dzielącej (TWINSPAN), spośród 568 poletek badawczych wyróżniono pięć odrębnych stref roślinnych, występujących w gradiencie oddziaływania trzech kolonii ptaków. Ich odrębność przetestowano i potwierdzono przy pomocy wielowymiarowej analizy podobieństwa ANOSIM. Stwierdzono, że w bezpośrednim sąsiedztwie wszystkich trzech kolonii występuje strefa z dominacją nitrofilnego glonu *Prasiola crispa*, w kolejnych dwóch strefach dominuje trawa *Deschampsia antarctica*. Następnie obserwować można dwie strefy z dominacją mchów, gdzie w ostatniej wyraźnie zaznacza się udział porostów krzaczkowatych z rodzaju *Usnea* oraz obecność *Colobanthus quitensis*. Za tę strefowość odpowiadał silny gradient środowiskowy, wynikający ze słabnącego wpływu kolonii, związanego głównie z nawożeniem. W każdej ze stref panowały odmienne warunki siedliskowe, co potwierdzono przy pomocy wielowymiarowych analiz ANOSIM oraz szczegółowych porównań każdego parametru siedliskowego z wykorzystaniem analizy wariancji. Stwierdzono, że udział biogenów, w tym jonów amonowych, azotanowych, azotynowych, fosforanowych oraz potasowych w glebie, malał sukcesywnie w każdej kolejnej strefie wraz oddalaniem się od kolonii ptaków.

Zaskakujący był nieprzypadkowy i jednakowy układ stref pod każdą z trzech badanych kolonii, który był wynikiem kształtowania się podobnych warunków siedliskowych. Różnice w roślinności bezpośredniego otoczenia kolonii badanych trzech gatunków ptaków miały jedynie charakter ilościowy i polegały np. na dominacji kwadratów z glonem *Prasiola crispa* (z pierwszej strefy) w pobliżu kolonii pingwinów białookich, które dominowały pod względem liczebności nad pozostałymi. Oznacza to, że różnice, zarówno ilościowe (wielkość kolonii), jak i jakościowe (wynikające z odmiennej diety ptaków) nie miały wpływu na tworzenie się sekwencji stref roślinnych. Jednakowy sposób formowania się stref roślinnych w pobliżu różnych kolonii ptaków różni ekosystem Antarktyki od arktycznego, dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że formacja tundry antarktycznej ma skrajnie ograniczoną liczbę gatunków (w przypadku roślin naczyniowych do dwóch) i w konsekwencji bardzo niewiele

możliwości rozwoju odmiennych stabilnych fitocenoz w sąsiedztwie różnych kolonii ptaków morskich.

4. **Zwolicki, A.,** Zmudczyńska-Skarbek, K., Richard, P., & Stempniewicz, L. (2016b). Importance of marine-derived nutrients supplied by planktivorous seabirds to High Arctic tundra plant communities. *PLoS One*, 11(5), e0154950.

Głównym czynnikiem odpowiedzialnym za zmienność zbiorowisk roślin lądowych wysokiej Arktyki jest temperatura powietrza, która gwałtownie zmienia się wraz szerokością geograficzną, tworząc wyraźne strefy bioklimatyczne (Walker et al. 2017, Zwolicki et al. 2019b). W kolejnej pracy przedstawionej w niniejszym osiągnięciu habilitacyjnym (Zwolicki et al. 2016b) dokonano porównania istotności wpływu czynnika opisującego rozmieszczenie geograficzne kolonii względem wielkości dostarczanej przez ptaki materii pochodzenia morskiego na kształtowanie się zbiorowisk roślinnych wysokiej Arktyki.

Praca opierała się o zbiór materiału z pięciu kolonii alczyków rozmieszczonych w obrębie arktycznego archipelagu Svalbard: od Wyspy Niedźwiedziej na południu, poprzez fiord Hornsund w rejonie południowo-zachodniego Spitsbergenu, centralnie położony Isfjord, po Aasefjelet i fiord Magdaleny na północno-zachodnim Spitsbergenie. Miejsca te wyraźnie różnią się reżymem oceanograficznym i klimatycznym.

W pierwszej części praca ma charakter metodyczny i dowodzi pozytywnej zależności między wielkością depozycji odchodów alczyków a poziomem  $\delta^{15}\text{N}$  (stosunek  $\delta^{15}\text{N}/\delta^{14}\text{N}$ ) w glebie. Wykazano również, że zawartość azotu całkowitego (N) wzrastała wraz z poziomem izotopu  $\delta^{15}\text{N}$  w glebie. Oznacza to, że poziom izotopu trwałego azotu  $\delta^{15}\text{N}$  był dobrym wskaźnikiem materii morskiej w ekosystemie lądowym. Ponadto, poziom  $\delta^{15}\text{N}$  w tkankach roślin naczyniowych i mszaków był liniowo związany z jego poziomem w glebie. Oznacza to, że poziom żyzności gleby zależał od nawożenia przez ptaki, jak również, że rośliny swobodnie wbudowywały w swoje tkanki materię pochodzenia morskiego przez nie dostarczaną.

Znaczenie subwencji ptasiej przetestowano przy użyciu wielowymiarowego podziału wariancji (Variation Partitioning) dla wielu modeli kanonicznej analizy zgodności (CCA). Zastosowano układ konkurencyjnych hipotez, gdzie parametry siedliskowe gleby (w tym udział materii pochodzenia morskiego przenoszonej przez ptaki) przeciwstawiono czynnikowi opisującemu rozmieszczenie geograficzne kolonii alczyków. Osiągnięto bardzo wysoką wydajność modelu (92%), co oznacza, że wzięto pod uwagę wszystkie najważniejsze czynniki

środowiskowe. Czynniki geograficzne wyjaśniły największą zmienność (39.8%) kompozycji zbiorowisk roślinnych, co jest zgodne z wiedzą na temat roli szerokości geograficznej w kształtowaniu zbiorowisk roślinnych i w konsekwencji stref bioklimatycznych. Drugim co do ważności czynnikiem, oddziałującym na kompozycję gatunkową roślin naczyniowych, ale najważniejszym w skali lokalnej, był udział azotu przeniesionego przez ptaki ( $\delta^{15}\text{N}$ , 32.4%).

Stwierdzono istotną statystycznie odpowiedź dziewięciu spośród 36 gatunków roślin naczyniowych na zmianę poziomu nawożenia przez ptaki. Obecność i udział procentowy pięciu z nich (*Ranunculus pygmaeus*, *Oxyria digyna*, *Poa alpina*, *Cerastium arcticum*, *Cochlearia groenlandica*) był pozytywnie skorelowany z zawartością  $\delta^{15}\text{N}$ , natomiast dla czterech gatunków stwierdzono jego istotnie negatywny wpływ (*Saxifraga oppositifolia*, *Festuca rubra*, *Salix polaris* and *Equisetum boreale*). Wyniki te wskazują, że wpływ ptaków promuje gatunki roślin krótko żyjące i o wysokim tempie wzrostu, ale o niskiej efektywności wykorzystania składników odżywczych. Ogranicza natomiast wzrost gatunków o powolnym rozwoju, posiadających długowieczne liście, bardzo wydajny sposób wykorzystania zasobów i wysoką podporność na stres środowiskowy. Wspomniane wyżej rodzaje gatunków reprezentujących różne strategie i formy życiowe zachodził na poziomie zawartości ok. 8‰  $\delta^{15}\text{N}$  w glebie. Jest to taka sama wartość jaką stwierdzono dla odchodów alczyka (Skrzypek et al. 2015).

Wyniki powyższej pracy wskazują, że nawożenie przez ptaki morskie było kluczowym czynnikiem ekologicznym dla funkcjonowania lądowego ekosystemu arktycznego w sąsiedztwie kolonii. Ponadto, ponieważ alczyki są najliczniejszym gatunkiem polarnych ptaków morskich półkuli północnej, a zatem są głównym dostarczycielem materii pochodzenia morskiego, to jakiegokolwiek zmiany w liczebności populacji, bądź zasięgu tego gatunku będą miały zasadniczy wpływ na funkcjonowanie lądowych ekosystemów arktycznych.

5. Zmudczyńska, K., **Zwolicki, A.**, Barcikowski, M., Barcikowski, A., & Stempniewicz, L. (2009). Spectral characteristics of the Arctic ornithogenic tundra vegetation in Hornsund area, SW Spitsbergen. *Polish Polar Research*, 30, 249-262.

Ostatnia spośród przedstawionych w osiągnięciu habilitacyjnym prac (Zmudczyńska et al. 2009) ma głównie charakter metodyczny, pozwalający w przyszłości na prowadzenie badań nad identyfikacją tundry ornitogennej w dużej skali geograficznej, np. w oparciu o pomiary satelitarne lub lotnicze, w sytuacji, gdy bezpośrednia wizualna ocena kompozycji gatunkowej zbiorowisk roślinnych nie jest możliwa logistycznie. W pracy tej prześledzono charakterystyki

spektralne tundry ornitogennej w pobliżu mieszanej kolonii nurzyków polarnych i mew trójpalczastych we fiordzie Hornsund. Wykazano, że główny gradient zmienności zbiorowisk roślinnych korelował istotnie z głównym gradientem zmienności danych radiometrycznych, co potwierdziło przydatność danych spektralnych do opisu zmienności zbiorowisk tundry, a w przypadku zbiorowisk ornitokopofilnych stanowiło nowość. Ponadto wykazano, że zbiorowiska roślinne będące w strefie oddziaływania ptaków istotnie różniły się od tych będących poza ich wpływem, a więc potencjalnie podlegają łatwej identyfikacji w wielkoskalowych pomiarach spektralnych. W sensie ekologicznym użycie cech spektralnych zbiorowisk roślinnych pozwala również na śledzenie elementów funkcjonalnych zbiorowisk roślinnych, np. zmian uwodnienia tkanek, zawartości chlorofilu, czy też udziału biomasy.

### **Podsumowanie**

W pracach składających się na osiągnięcie habilitacyjne wykazano istotny wpływ wielkich kolonii ptaków morskich na kształtowanie się zbiorowisk roślinnych w Arktyce i Antarktyce. Warunki siedliskowe i struktura roślinności tundry zmieniały się w gradiencie nawożenia przez ptaki. Siedliska będące pod wpływem kolonijnych ptaków morskich charakteryzowały się generalnie wyższą zawartością biogenów i niższym odczynem roztworu glebowego względem obszarów nie będących pod bezpośrednim wpływem ptaków. Ponadto, materia pochodzenia morskiego przenoszona na ląd przez kolonijne ptaki morskie była lokalnie najważniejszym czynnikiem ekologicznym kształtującym dynamikę zbiorowisk roślinnych. W Arktyce zgrupowania ptaków różniących się dietą sprzyjały powstawaniu zbiorowisk roślinnych specyficznych dla kolonii rybożerców i planktonożerców. W Antarktyce natomiast, obserwowany układ stref roślinnych był stały bez względu na typ kolonii.

Zmiany klimatu w rejonach polarnych prowadzą do zmian w układzie prądów morskich i reżymie hydrologicznym (Hurrell 2000). Wzrost napływu ciepłych wód atlantyckich do Oceanu Arktycznego determinuje rozmieszczenie, zagęszczenie i strukturę zespołów zooplanktonu w rejonach mórz znajdujących się dotychczas pod wpływem arktycznych mas wodnych. Zmiany w ugrupowaniach zooplanktonu wpływać będą na transfer energii w pelagicznej sieci pokarmowej i mogą być krytyczne dla gatunków z wyższych poziomów troficznych, takich jak planktonożerne ptaki morskie.

Wielkość populacji ptaków morskich, a w efekcie ich znaczenie ekologiczne, jest odbiciem zasobów pokarmowych i warunków fizycznych w morzu (Węsławski et al. 1999). Ocieplenie klimatu może spowodować poważne konsekwencje dla struktury i funkcjonowania

lądowej części ekosystemu, między innymi poprzez zmiany w arktycznej i antarktycznej awifaunie.

W Arktyce dominacja dużych widłonogów w zooplanktonie arktycznych mas wodnych faworyzuje planktonożerne ptaki morskie, takie jak alczyk, podczas gdy dominacja małych form charakterystycznych dla wód atlantyckich przekierunkowuje łańcuch pokarmowy do planktonożernych ryb, a następnie do rybożernych ptaków (np. nurzyków). Tak więc, planktonożerne ptaki powinny przeważać w awifaunie w okresach chłodnych i wycofywać się w okresach cieplejszych, kiedy to dominować powinni rybożery (Stempniewicz et al. 2007).

Związane z ociepleniem zmiany w awifaunie mogą istotnie zmodyfikować zespoły roślin i zwierząt tundry arktycznej. Usytuowanie kolonii rybożerców na pionowych ścianach skalnych schodzących bezpośrednio do morza, lub oddalonych od niego w niewielkim stopniu, drastycznie ogranicza powierzchnię, na której może rozwijać się tundra ornitogenna. Ponadto, różnice we właściwościach fizyczno-chemicznych odchodów obu grup ptaków, wynikające z odmiennej diety, mogą powodować dominację tylko jednego typu tundry, co będzie miało wpływ na przedstawicieli wyższych poziomów troficznych, a co za tym idzie na funkcjonowanie polarnych ekosystemów lądowych.

W Antarktyce morskiej związane z ociepleniem klimatycznymi zmiany liczebności populacji pingwinów np. lokalny spadek liczebności pingwinów białookich i wzrost liczebności pingwinów białobrewych (Korczak et al. 2013), mogą skutkować zmianami ilościowymi i przestrzennymi w dostawie materii pochodzenia morskiego, co w odróżnieniu od ekosystemów arktycznych, pociągnie za sobą przekształcenia zbiorowisk roślinnych bardziej o charakterze ilościowym, wpływając na ich rozmieszczenie, niż jakościowym, związanym ze zmianą składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych.

### **Literatura**

- Bedard, J., Therriault, J. C., Berube, J. (1980). Assessment of the importance of nutrient recycling by seabirds in the St. Lawrence Estuary. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 583-588.
- Bokhorst, S., Huiskes, A., Convey, P., Aerts, R. (2007). External nutrient inputs into terrestrial ecosystems of the Falkland Islands and the Maritime Antarctic region. *Polar Biology*, 30, 1315-1321.
- Convey, P., & Smith, R. L. (2006). Responses of terrestrial Antarctic ecosystems to climate change. In *Plants and Climate Change* (pp. 1-12). Springer, Dordrecht.
- Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J. (1996). Hoatzin to auks. *Handbook of the Birds of the World*, 3.

- Ellis, S., Croxall, J. P., Cooper, J. (1998). Penguin Conservation Assessment and Management Plan. Report from the Workshop, Cape Town, September 1996. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group.
- Elvebakk, A. (1994). A survey of plant associations and alliances from Svalbard. *Journal of Vegetation Science*, 5(6), 791-802.
- Eurola, S., Hakala, A. V. K. (1977). The bird cliff vegetation of Svalbard. *Aquilo Ser. Bot*, 15, 1-18.
- Gould, W.A. Walker, M.D. (1999). Plant communities and landscape diversity along a Canadian Arctic river. *Journal of Vegetation Science* 10, 537-548.
- Hurrell, J.W., Brown, S.J., Trenberth, K.E., Christy, J.R. (2000). Comparison of tropospheric temperatures from radiosondes and satellites: 1979–98. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81, 2165-2178.
- Hutchison, G.E. (1950). Survey of contemporary knowledge of biochemistry. 3. The biochemistry of vertebrate excretion. *Bull American Museum of Natural History* 96, 1–554.
- Korczak, M., Węgrzyn, M., Angiel, P. J., Lisowska, M. (2013). Pygoscelid penguins breeding distribution and population trends at Lions Rump rookery, King George Island. *Polish Polar Research*, 34, 87-99.
- Körner, C. (2003). *Alpine plant Life*. Springer, Berlin.
- Olech, M. (2002) Plant communities on King George Island. In *Geocology of Antarctic Ice-Free Coastal Landscapes* (pp 215-231). Springer Berlin Heidelberg.
- Rannie, W. F. (1986). Summer air temperature and number of vascular species in arctic Canada. *Arctic* 39, 133-137.
- Raup, H.M. (1969). The relation of the vascular flora to some factors of site in the Mester Vig district, northeast Greenland. *Meddelelser om Grønland*, 176: 180.
- Skrzypek, G., Wojtuń, B., Richter, D., Jakubas, D., Wojczulanis-Jakubas, K., Samecka-Cymerman, A. (2015). Diversification of nitrogen sources in various tundra vegetation types in the High Arctic. *PLoS One*, 10, e0136536.
- Smith, V.R., Froneman, P.W. (2008). Nutrient dynamics in the vicinity of the Prince Edward Islands. In: Chown SL, Froneman PW (eds) *The prince Edward Islands. Land-sea interactions in a changing ecosystem*. SUN Press, Stellenbosch, pp 165–179.
- Smith, L. (1984). *Antarctic ecology*.
- Smykla, J., Wołek, J., Barcikowski, A. (2007). Zonation of vegetation related to penguin rookeries on King George Island, Maritime Antarctic. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 39, 143-151.
- Stempniewicz L., Błachowiak-Samołyk K., Węśławski J.M. (2007). Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations and arctic terrestrial ecosystem – A scenario. *Deep-Sea Research II* 54, 2934-2945.
- Summerhayes, V.S., Elton, C.S. (1923). *Contributions to the ecology of Spitsbergen and Bear Island*. University Press.
- Tatur, A. (1989). Ornithogenic soils of the maritime Antarctic. *Polish Polar Research*, 10, 481-532.
- Tatur, A. (2002) Ornithogenic Ecosystems in the Maritime Antarctic — Formation, Development and Disintegration. In: Beyer L., Bølter M. (eds) *Geocology of Antarctic Ice-Free Coastal Landscapes. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, vol 154. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Walker, D. A., Daniëls, F. J., Matveyeva, N. V., Šibík, J., Walker, M. D., Breen, A. L., Breen, A. L., Druckenmiller, L. A., Reynolds, M. K., Bültmann, H., Hennekens, S., Buchhorn, M., Epstein, H. E., Ermokhina, K., Fosaa, A. M., Heidmarsson, S., Heim, B., Jónsdóttir, I. S., Koroleva, N., Lévesque, E., MacKenzie, W. H., Henry, G. H. R., Nilsen, L., Peet, R., Razzhivin, V., Talbot, S. S., Telyatnikov, M., Thannheiser, D., Webber, P. J., Wirth, L. M. and Buchhorn, M. (2017). Circumpolar Arctic Vegetation Classification. *Phytocoenologia* 48, 181 – 201.
- Węśławski, J. M., Stempniewicz, L., Mehlum, F., & Kwaśniewski, S. (1999). Summer feeding strategy of the little auk (*Alle alle*) from Bjørnøya, Barents Sea. *Polar Biology*, 21(3), 129-134.
- Zmudczyńska, K., Olejniczak, I., Zwolicki, A., Iliszko, L., Convey, P., and Stempniewicz L. (2012). Influence of allochthonous nutrients delivered by colonial seabirds on soil collembolan communities on Spitsbergen. *Polar Biology* 35, 1233–1245.

## **5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych (artystycznych)**

### **Pozostałe osiągnięcia naukowe**

Począwszy od studiów magisterskich na kierunku Biologia na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego w latach 1996-2001, moje zainteresowania naukowe koncentrowały się wokół zagadnień ekologicznych, a szczególnie interakcji między zwierzętami a roślinami przy wykorzystaniu analiz wielowymiarowych i ordynacyjnych do weryfikacji złożonych hipotez ekologicznych.

W pracy magisterskiej zajmowałem się ekologią żerowania bobra europejskiego, szczególnie wykorzystaniem przez bobry roślin drzewiastych i wodnych, w aspekcie dynamiki czasowej i przestrzennej. W trakcie jej trwania nawiązałem współpracę z Prof. Ryszardem Dzieciółowskim z Wydziału Leśnego Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, który został opiekunem naukowym pracy. Zagadnienie te rozwijałem następnie w trakcie realizacji pracy doktorskiej pt. „*Ekologia żerowania bobra europejskiego Castor fiber L. w Borach Tucholskich*”, której promotorem był prof. dr hab. Lech Stempniewicz z Katedry Ekologii i Zoologii Kręgowców Uniwersytetu Gdańskiego. W ramach studium doktoranckiego na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego (2001-2006), kontynuowałem badania nad wielowymiarowymi modelami logitowymi żerowania bobrów na obiektach pokarmowych oraz nad analizą wpływu selektywnego zgryzania pędów drzew i krzewów na strukturę i różnorodność zbiorowisk leśnych. Ponadto, badania te obejmowały analizę prześwietleń i luk w okapie lasu, powstałych w wyniku żerowania bobrów na dużych drzewach, i ich wpływ na kompozycję roślin runa leśnego. Badania te prowadziłem dzięki zdobyciu grantu promotorskiego pt. „*Ekologia żerowania bobra europejskiego Castor fiber L.*

w *Borach Tucholskich. Rola bobra w kształtowaniu fitocenoz leśnych*” finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. W tym czasie również brałem udział w badania nad wpływem zalewów i prześwietleń w okapie leśnym, powodowanych przez bobry, na aktywność nietoperzy nad wybranymi ciekami w Borach Tucholskich, co zaowocowało powstaniem publikacji w czasopiśmie *European Journal of Wildlife Research*, której byłem współautorem (Ciechanowski et al. 2011).

Ponadto trakcie badań terenowych na obszarze Borów Tucholskich, we współpracy z prof. dr. hab. Martinem Kukwą z Katedry Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody Uniwersytetu Gdańskiego, rozwijałem swoje zainteresowania florystyczne, szczególnie dotyczące rzadkich i chronionych gatunków roślin naczyniowych i grzybów. Zaowocowało to powstaniem trzech prac w czasopiśmie *Acta Botanica Cassubica* których byłem współautorem (Kukwa & Zwolicki 2004a, Kukwa & Zwolicki 2004b, Kukwa & Zwolicki 2005).

W 2005 zostałem zatrudniony jako pracownik techniczny w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców na Uniwersytecie Gdańskim, a następnie po uzyskaniu stopnia doktora w 2006, zostałem zatrudniony w 2007 na stanowisku adiunkta. Również od 2005 rozpocząłem prace naukowe w obszarach polarnych, obejmujące zagadnienia związane z zależnościami pomiędzy ptakami morskimi a różnymi elementami ekosystemu lądowego; siedliskiem, roślinnością i bezkręgowcami glebowymi. Badania te prowadziłem w trakcie pięciu ekspedycji na Spitsbergen, w arktycznym archipelagu Svalbard, i jednej na Wyspie Króla Jerzego w archipelagu Szetlandów południowych w Antarktyce morskiej. Powyższe prace realizowałem jako wykonawca trzech gratów z Narodowego Centrum Nauki, i jednego międzynarodowego projektu ALKEKONGE (*„Reakcja ekosystemu morskiego i lądowego na zmiany klimatyczne w Arktyce – związki między fizycznym środowiskiem, bioróżnorodnością zooplanktonu i populacją morskich ptaków”*, tzw. Grant Norweski), oraz jako kierownik jednego projektu „Młody Badacz” przyznanego na Uniwersytecie Gdańskim zatytułowanego *„Wpływ wielkich kolonii alczyków (Alle alle) na strukturę, różnorodność gatunkową i funkcjonowanie zbiorowisk roślinnych na Spitsbergenie”*. Udział w powyższych projektach umożliwił zespołowi z Katedry Ekologii i Zoologii Kręgowców, w którym pracuję, liczne wystąpienia konferencyjne, wydanie serii publikacji o zasięgu międzynarodowym oraz czterokrotne zdobycie zespołowej nagrody Rektora Uniwersytetu Gdańskiego pierwszego stopnia. Ponadto, w trakcie realizacji tych projektów nawiązałem współpracę międzynarodową z Prof. Peterem Convey’em z British Antarctic Survey (Wielka Brytania), Prof. Stevenem Coulson’em z University Centre in Svalbard (Norwegia) i Dr. Pierre’em Richardem z University la Rochelle (Francja). Współpraca



ta zaowocowała powstaniem pięciu publikacji w wysoko punktowanych czasopismach, które dotyczyły funkcjonowania lądowych ekosystemów polarnych (Zmudczyńska et al. 2012, Zwolicki et al. 2015, Zmudczyńska-Skarbek et al. 2015, Zwolicki et al. 2016b, Zwolicki et al. 2019b).

W 2011 roku zostałem zaproszony przez Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Gdańsku jako ekspert do udziału w pracach związanych z inwentaryzacją szkód i wdrożeniem systemu minimalizującego negatywny wpływ bobrów na konstrukcje hydrotechniczne na Żuławach Wiślanych. Prace te realizowane były dzięki finansowaniu z grantu zamawianego przez Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Gdańsku oraz Regionalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Gdańsku pt. *”Inwentaryzacja populacji bobra europejskiego – Żuławy Wiślane w obszarze województwa pomorskiego z określeniem sposobu minimalizacji szkód”*, którego byłem kierownikiem. Intensywne prace terenowe były realizowane w latach 2012-2013 i zakończyły się stworzeniem trzech raportów, których wynikiem było wskazanie działań minimalizujących szkody gospodarcze powodowane przez bobry, związane z przerywaniem wałów przeciwpowodziowych i powodziami, jak i zabiegów ochroniarskich, związanych z minimalną presją na ten gatunek chroniony. W trakcie tego projektu prowadzone były również badania ekologiczne, dotyczące problemu przestrzennej zmienności wybiórczości siedliskowej bobrów, zakończone publikacją o zasięgu międzynarodowym w prestiżowym czasopiśmie *Ecography* (Zwolicki et al. 2019a).

Współpracowałem również z Instytutem Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, nad zagadnieniami dotyczącymi ekologii arktycznego zooplanktonu, co zaowocowało współautorstwem w dwóch publikacjach w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Pierwsza z nich dotyczyła wpływu temperatury na rozwój jaj kluczowych przedstawicieli arktycznego zooplanktonu – widłonogów z rodzaju *Calanus* i powstała w ramach międzynarodowego projektu *Arctic Tipping Points* (ATP) finansowanego w ramach 7. Programu Ramowego EU (Weydmann et al. 2015). Natomiast druga obejmowała porównanie efektów odłowów planktonu w arktycznym fiordzie, za pomocą dwóch odmiennych typów sieci, w czasie nocy polanej (Błachowiak-Samołyk et al. 2017).

Badania nad bobrami w Borach Tucholskich, które wykonywałem w czasie doktoratu, oraz moja późniejsza działalność naukowa w tym rejonie, były ważne dla lokalnej społeczności, co zaowocowało zaproszeniem mnie do Rady Naukowej Wdeckiego Parku Krajobrazowego, w której pełnię funkcję przewodniczącego. Z kolei badania prowadzone w obszarach polarnych oraz działalność publikacyjna związana z tą tematyką miały wpływ na zaproszenie mnie do

recenzowania artykułów naukowych we wiodących międzynarodowych czasopismach, takich jak m.in. *Polar Biology*, *Arctic*, *Antarctic and Alpine Research*, *Scientific Reports*, *Marine Ecology Progress Series*, czy *Plos One*, dla których wykonałem łącznie 8 recenzji. Recenzowałem także jeden projekt zagraniczny w ramach FONDECYT Regular 2018 grant competition, an initiative of the Chilean National Science and Technology Commission (CONICYT - Chile). Ponadto od 2018 roku jestem także redaktorem z uprawnieniami do decydowania o przyjmowaniu prac do druku (Academic Editor) w czasopiśmie *Plos One*.

### **Osiągnięcia dydaktyczne, popularyzatorskie i organizatorskie**

Zajęcia dydaktyczne na Uniwersytecie Gdańskim prowadzę od 2002 roku, na początku w ramach studium doktoranckiego, a następnie od 2007 na stanowisku adiunkta. Łącznie prowadziłem szesnaście różnych przedmiotów, w tym pięć wykładów, na kierunkach: Biologia i Biologia Medyczna (Wydział Biologii), Bezpieczeństwo jądrowe i Bioinformatyka (Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki) i Ochrona Środowiska (Wydział Chemii), zarówno na poziomie studiów licencjackich, jak i magisterskich. Większość z nich obejmowała swoim zakresem ekologię, w tym ekologię zwierząt i ekologię behawioralną, oraz wykorzystanie statystyki w badaniach ekologicznych. Od 2012 roku prowadzę autorski przedmiot pt. „Zastosowanie metod numerycznych w ekologii”, w trakcie którego studenci mają możliwość poznać i zdobyć umiejętności zastosowania wielowymiarowych technik klasyfikacji i ordynacji, z wykorzystaniem danych ekologicznych oraz specjalistycznego oprogramowania takiego jak Canoco czy język oprogramowania R.

Łącznie byłem opiekunem 16 prac magisterskich i 6 licencjatów oraz obecnie sprawuję opiekę naukową nad dwiema doktorantkami na Uniwersytecie Gdańskim, których badania dotyczą ekologii ssaków ziemnowodnych tj. stresu środowiskowego u wydry europejskiej oraz wykorzystania nisz przestrzennych i pokarmowych bobra europejskiego, wydry europejskiej, wizona amerykańskiego i karczownika ziemnowodnego. Ponadto brałem udział w pracach Rady Programowej przy tworzeniu nowego kierunku studiów na Wydziale Biologii - Ochrona zasobów przyrodniczych.

Od 2008 roku w ramach działalności AZB analiza-oprogramowanie, zajmowałem się koordynowaniem i realizacją projektów dotyczących analiz statystycznych i ekspertyz przyrodniczych. Efektem tych działań jest autorstwo 67 opracowań statystycznych danych naukowych, głównie biologicznych, dla wielu instytucji naukowych takich jak m.in. Morski

Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy, Gdański Uniwersytet Medyczny, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Warszawski, czy Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Byłem także autorem i koordynatorem prac przy tworzeniu 20 opracowań i raportów przyrodniczych, dotyczących głównie ssaków, zwłaszcza chronionych ssaków ziemno-wodnych, takich jak bóbr europejski i wydra europejska, które były wykonywane na zlecenie m.in. Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Gdańsku, Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych Województwa Pomorskiego w Gdańsku, Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków i Regionalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

Moja działalność w zakresie rozpowszechniania wiedzy i popularyzowania nauki obejmuje głównie z tematykę związaną z bobrami, choć mam w swoim dorobku popularyzatorskim również prowadzenie warsztatów z rozpoznawania tropów i śladów zwierząt oraz kursów z zakresu różnych zagadnień statystycznych dla naukowców jak np. warsztaty „Statystyka dla przyrodników” przeprowadzonych dla Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie.

Wziąłem udział w dwóch filmach przyrodniczych zatytułowanych „*Nie taki straszny bóbr*” (2009) i „*Ludzka twarz bobra*” (2010) produkcji Akademickiej Telewizji Edukacyjnej Uniwersytetu Gdańskiego oraz Telewizji Polskiej. W ramach projektu „*Inwentaryzacja populacji bobra europejskiego – Żuławy Wiślane w obszarze województwa pomorskiego z określeniem sposobu minimalizacji szkód*”, zorganizowałem wycieczkę edukacyjną na XI Bałtyckim Festiwalu Nauki oraz byłem koordynatorem cyklu sześciu warsztatów edukacyjnych „*Bóbr na Żuławach*” dla szkół na Żuławach Wiślanych, ponadto jestem współautorem popularnonaukowego artykułu „*Bóbr z Deltę Wisły*”, opublikowanego w Kwartalniku Społeczno-Kulturalnym Dolnego Powiśla i Żuław „*Prowincja*”.

## PODSUMOWANIE

Podsumowując, w skład mojego dorobku naukowego wchodzi **17 oryginalnych prac** opublikowanych w języku angielskim (z czego 16 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora), w czasopismach indeksowanych przez Filadelfijski Instytut Informacji Naukowej (tzw. Lista Filadelfijska) oraz **12** pozycji spoza powyższej Listy. Jestem także współautorem **20 raportów i inwentaryzacji przyrodniczych**, w większości których występowałem jako koordynator

prac, oraz głównym autorem **67 ekspertyz statystycznych**. Mój **indeks Hirsha** wynosi **8**, a według bazy Web of Science moje prace były **cytowane 187** razy (154 bez autocytowań). Sumaryczny **Impact Factor** powyższych publikacji, według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **34,075**, a z 5-cio letnich okresów obejmujących rok wydania publikacji: **38,292**. Sumaryczna liczba punktów zgodnie z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (wg punktacji 2013 - 2016) wymienionych publikacji wynosi: **510**.

Wyniki swoich badań prezentowałem na licznych konferencjach i sympozjach, będąc autorem lub współautorem **37 referatów lub posterów**. Byłem również **kierownikiem 2 projektów naukowych** i wykonawcą w kolejnych sześciu. Za działalność publikacyjną zostałem czterokrotnie wyróżniony zespołową nagrodą pierwszego stopnia Rektora Uniwersytetu Gdańskiego. Byłem także opiekunem naukowym **16 prac magisterskich** i **6 licencjatów** oraz sprawuję opiekę naukową nad dwiema doktorantkami. Jestem również przewodniczącym Rady Naukowej Wdeckiego Parku Krajobrazowego.

