

Prof. dr hab. Adam Krężel
Instytut Morski
Uniwersytet Morski w Gdyni

Gdańsk, 30 stycznia 2025

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Katarzyny Fudali

pt. **"Remote sensing imagery as a tool for monitoring the abundance of selected marine animal species within the Antarctic Specially Protected, Managed and Important Bird and Biodiversity Areas**

(Teledetekcja obrazowa jako narzędzie do monitorowania wielkości populacji wybranych gatunków zwierząt morskich w obrębie Antarktycznych Obszarów Szczególnie Chronionych i Zarządzanych oraz Ostoi Ptaków)"

Recenzja została przygotowana na podstawie Umowy o dzieło nr 3692/2024/IOOiG sporządzenia recenzji rozprawy doktorskiej zawartej w dniu 02 grudnia 2024 r., podpisanej przez panią dziekan Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego dr. hab. Katarzynę Smolarz, prof. UG,

Struktura, problematyka i cele badawcze

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr. hab. Roberta Józefa Bialika, prof. Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN. Jej podstawową część stanowi zbiór czterech artykułów w języku angielskim zawierających wyniki przeprowadzonych badań opublikowanych w latach 2022-2024 w czasopismach: *Global Ecology and Conservation* (IF 3.97, 100 pkt. MNiSW), *Remote Sensing Applications: Society and Environment* (IF 3.8, 100 pkt. MNiSW), *Drones* (IF 4.4, 40 pkt. MNiSW) oraz *Ecological Informatics* (IF 5.9, 100 pkt. MNiSW). Rozprawa o tytule „Teledetekcja obrazowa jako narzędzie do monitorowania wielkości populacji wybranych gatunków zwierząt morskich w obrębie Antarktycznych Obszarów Szczególnie Chronionych¹ i Zarządzanych² oraz Ostoi Ptaków³” składa się z 4 elementów: 1) Rozszerzonego streszczenia w wersji polskiej i 2) angielskiej, 3) oświadczeń doktorantki i współautorów publikacji o ich wkładzie oraz 4) załączników w postaci pełnych wersji publikacji. Całość pracy liczy łącznie 151 stron a jej układ, moim zdaniem, jest typowy dla tego typu, przeważających ostatnio sposobów przygotowania, doktoratów w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych. Lektura „Rozszerzonego streszczenia pracy” pozostawia dobre wrażenie starannie przemyślanego

¹ ang. Antarctic Specially Protected Areas (ASPAs)

² ang. Antarctic Specially Managed Areas (ASMAs)

³ obszary kluczowe dla populacji ptaków oraz zachowania bioróżnorodności (ang. Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs)),

sposobu przedstawienia jej rezultatów. Streszczenie to zawiera pełną informację o motywacji i przyczynach jej podjęcia, charakterystykę obszaru przeprowadzonych badań, opis i uzasadnienie zastosowanych metod oraz jej wyniki w formie kolejnych podrozdziałów zawierających syntetyczne podsumowania ich rezultatów przedstawionych w kolejnych publikacjach.

Biorąc pod uwagę, że praca ma charakter multidyscyplinarny (dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych oraz nauk inżynieryjno-technicznych), moim zdaniem w rozprawie brakuje załącznika z wykazem najważniejszych akronimów, symboli i skrótów w niej używanych.

Na podstawie analizy elementu pracy „Oświadczenia o wkładzie autorskim/Author contribution statements” można stwierdzić, że doktorantka miała istotny wkład w podstawowe etapy wszystkich stanowiących ją opracowań w postaci wieloautorskich publikacji, tj. w:

1. sformułowaniu koncepcji pracy,
2. przygotowaniu danych i ich analizie,
3. interpretacji wyników,
4. pisaniu manuskryptów i ich poprawianiu po recenzjach.

Pewną wątpliwość może jednak budzić brak deklaracji o chyba oczekiwanej jej dominacji jako jedynej autorki pracy doktorskiej, której sedno te publikacje stanowią. Zwłaszcza dotyczy to pierwszych 3 publikacji. Oczekiwałbym od doktorantki odniesienia się do tej uwagi.

Cel pracy

W związku z tym, że wskazany w tytule i przyjęty do badań obszar, jest częścią Antarktyki spełniającą określone warunki zarówno te związane z właściwościami środowiska przyrodniczego jak i stanu polityczno-prawnego, pierwszy podrozdział wstępu „Rozszerzonego streszczenia pracy” zawiera obszerny i szczegółowy omówienie tych problemów z punktu widzenia ochrony przyrody, obowiązującego prawa międzynarodowego, podejmowanych inicjatyw w celu ograniczenia wpływu człowieka na negatywne zmiany środowiska etc. Oceniając pozytywnie ten „obszerny” opis mam trochę wątpliwości odnośnie znaczenia i jednoznaczności niektórych sformułowań takich jak np.: „siedliska człowieka”, „podobszar 48.1”, „materialna obecność człowieka”, „globalne ocieplenie spowodowane działalnością człowieka”, „szybki lód morski”, „klimat powierzchniowy”. Nieco mojego zdziwienia budzi też duża ilość miejsca poświęcona wielorybom.

Jednym z wniosków wynikających z analizy tej informacji jest wskazanie, że podejmowanie ważnych decyzji dotyczących środowiska przyrodniczego m.in. „wymaga ciągłego monitorowania elementów ożywionych i nieożywionych przyrody danego obszaru, co jest przedsięwzięciem odpowiedzialnym i kosztownym” i co nie jest ani łatwe, ani tanie

w specyficznym regionie jakim na pewno jest Antarktyka. Zakładając wiarygodność tego stwierdzenia oraz przyjmując istotność szeregu argumentów przedstawionych we wstępie do zaplanowanej pracy, doktorantka sformułowała jej podstawowy cel jako **opracowanie „procedur monitorowania wybranych gatunków zwierząt antarktycznych z wykorzystaniem bezzałogowych systemów powietrznych (BSP), potocznie zwanych dronami, oraz wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych”**. Jest on na tyle ogólny, że biorąc pod uwagę przyjęte założenia oraz możliwości, środki i potencjał zespołu badawczego realizacja tego zadania została podzielona na 4 zadania szczegółowe:

- (1) zaproponowanie procedury monitoringu populacji petrelca olbrzymiego (*Macronectes giganteus*) z zastosowaniem bezzałogowych systemów powietrznych (BSP);
- (2) ocena przydatności zdjęć satelitarnych World-View-3 o rozdzielczości 31 cm do przeprowadzania monitoringu populacji rozrodczej mirung południowych (*Mirounga leonina*);
- (3) rozważenie potencjału zastosowania BSP do przeprowadzania inwentaryzacji ostoi ptaków;
- (4) zastosowanie modelu uczenia maszynowego YOLO do automatycznej detekcji i liczenia gniazd kormoranów antarktycznych (*Leucocarbo bransfieldensis*) na poddanych georeferencjonowaniu mozaikach lotniczych.

Realizacja pracy

Realizacji tych celów polegająca na zaplanowaniu i wykonaniu badań terenowych, zgromadzeniu, przetworzeniu i analizie uzyskanych danych oraz wynikających z niej wniosków została szczegółowo opisana we wspomnianych już czterech kolejnych publikacjach. Wszystkie konieczne badania terenowe wykonane zostały w kolejnych sezonach letnich (2019/20, 2020/21, 2021/22 i 2022/23) w rejonie Wyspy Króla Jerzego ze szczególnym uwzględnieniem obszarów ASMA (Antarktyczny Obszar Szczególnie Zarządzany) i ASPA (Antarktyczny Obszar Szczególnie Chroniony).

Publikacja nr 1

Fudala K., Bialik R.J. (2022). *The use of drone-based aerial photogrammetry in population monitoring of Southern Giant Petrels in ASMA 1, King George Island, maritime Antarctica*. Global Ecology and Conservation 33, e01990, DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01990.

W publikacji nr 1 opisano badania przeprowadzone w dwóch sezonach letnich (2019/20 i 2020/21) w rejonie Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego. Obiektem badań były petrelce olbrzymie (*Macronectes giganteus*) dalej pod skrótem SGP⁴. Wynikiem miało być opracowanie metody ich inwentaryzacji przy wykorzystaniu bezzałogowych systemów

⁴ Southern Giant Petrels

powietrznych (BSP) popularnie zwanych dronami. Pierwszy sezon został poświęcony weryfikacji lokalizacji kolonii lęgowych SGP znanych na podstawie danych literaturowych, wg których m.in. jest on ptakiem, który ma tendencję do bycia podatnym na zakłócenia ze strony człowieka. Możliwość wykorzystania BSP do przeprowadzania spisów oraz pozyskiwania informacji na temat rozmieszczenia i przeżywalności piskląt i dorosłych osobników tych ptaków, może dostarczać znacznie bardziej wiarygodnej wiedzy w tej dziedzinie. Wspomniana weryfikacja wykonana została przy wykorzystaniu dronów określonych w pracy jako 3D UAS z wysokości 200 m oraz przez obserwatora z zastosowaniem metod badań naziemnych oraz od strony morza przy użyciu łodzi i sprzętu optycznego w okresie zanim samica zacznie znosić jaja.

Uzyskaną w ten sposób wiedzę wykorzystano w kolejnym sezonie letnim 2020/21. Analiza „zdjęć” uzyskanych przez quadkoptera DJI Inspire 2, po ich przetworzeniu do postaci ortofotomap była dokonywana niezależnie i dwukrotnie, przez oboje autorów publikacji. Łącznie wykonano 23 misje fotogrametryczne nad dwiema koloniami (19 dla Llano Point/Rescuers Hills i 4 dla Cape Vaureal), a loty we wszystkich koloniach objęły cały cykl lęgowy SGP: przed złożeniem jaj, inkubacją, wysiadywaniem, stróżowaniem i pilnowaniem. Ogólnie rzecz biorąc określone zostały parametry jakie muszą spełniać urządzenia wykorzystywane do zbierania odpowiednich danych, warunki w jakich są w stanie rejestrować te dane, aby móc uzyskać wskazane, istotne z punktu widzenia badań, parametry badanych ptaków.

Eksperyment, który został przeprowadzony 20 lutego 2021 roku „kiedy pisklęta osiągnęły już homeotermię i znajdowały się w fazie ochrony, gdy co najmniej jeden rodzic był jeszcze obecny, zwykle obok gniazda, wykonano aby wykazać wpływ obecności drona na różnych wysokościach nad dorosłymi osobnikami i pisklętami. Wykonano pięć misji w kolejności zmniejszania się wysokości nad formacją lęgową, poczynawszy od 130 m do 30 m nad wybraną grupą lęgową zlokalizowaną na formacji skalnej Llano Point”. Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu określono minimalną wysokość lotu, na której nie odnotowano istotnej statystycznie reakcji behawioralnej petrelców.

Przedstawiona w publikacji 1 ze szczegółami procedura badań od ich zaplanowania do analizy uzyskanych wyników z uwzględnieniem dotychczasowej wiedzy pozwala zgodzić się z autorami, że zaproponowali oni wiarygodną metodologię inwentaryzacji kolonii petrelców olbrzymich z użyciem BSP, która już została zaakceptowana jako znacznie lepszy i tańszy na to sposób od dotychczasowego. Od sezonu letniego 2020/21 monitoring tego gatunku jest prowadzony w obrębie szerszego kontekstu obszarowego ASMA nr 1 i odbywa się wyłącznie z użyciem bezzałogowych systemów powietrznych, z wykorzystaniem metodyki opisanej w publikacji.

- Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu określono minimalną wysokość lotu, na której nie odnotowano istotnej statystycznie reakcji behawioralnej petrelców.

- Na podstawie inwentaryzacji przeprowadzonych z użyciem drona określono lokalizacje wszystkich obszarów lęgowych petrelców w obrębie ASMA nr 1 i potwierdzono obecność 3 kolonii: Llano Point/Rescuers Hills, Vaureal i Petrel Hill.
- Inwentaryzacja pozwoliła oszacować rozmieszczenie i liczbę aktywnych gniazd i piskląt na całym obszarze ASMA nr 1 w sezonie 2020/21 (508 aktywnych gniazd i 380 piskląt).

Pytania:

W pracy korzysta się z kilku określeń (np. RPAS - Remotely Piloted Aircraft Systems, BSP – bezałogowy system powietrzny, UAS – unoccupied aircraft system) często zastępowanych skrótem „dron”. Czy mógłbym uzyskać wyjaśnienie czym one się różnią?

Dlaczego raz użyto określenia 3D UAS („3D UAS missions were conducted...” – jeśli 3D oznacza wymiar przestrzenny to czy możliwe są takie badania np. w 2D?

Publikacja nr 2

Fudala K., Bialik R.J. (2022). *Seals from outer space-Population census of southern elephant seals using VHR satellite imagery*. Remote Sensing Applications: Society and Environment 28, 100836, DOI: 10.1016/j.rsase.2022.100836.

Wykorzystanie informacji pozyskiwanej z poziomu satelitarnego wydaje się mieć ogromny potencjał w uzyskiwaniu naszej wiedzy o zwierzętach obecnych w rejonie Antarktyki ze względu m.in. na brak trudności jakie stwarza próba/chęć dostępu człowieka do ich siedlisk, czy wręcz brak wiedzy o ich istnieniu. Z innej strony, przy pozyskiwaniu tej informacji, tym razem pozytywny brak jakiegokolwiek ingerencji w ich zachowanie się. Realizacja drugiego ze wskazanych celów szczegółowych tego doktoratu została przedstawiona w Publikacji 2. Zawiera ona przegląd dotychczasowych osiągnięć w tym zakresie oraz analizę możliwości jakie stwarzają aktualnie dostępne dane satelitarne. Korzystając z wcześniejszej analizy możliwości wykorzystania danych satelitarnych do badań, wybrano gatunek *Mirounga leonina* (potocznie Słoń morski). Polegało ono na porównaniu informacji uzyskanej z panchromatycznych obrazów VHR (o rozdzielczości przestrzennej 31 cm) uzyskanych przez satelitę WorldView-3 25 października 2019 o godz. 10:59:43 czasu lokalnego z ortofotomapami z drona (quadkopter DJI Inspire 2, o rozdzielczości 1,39 cm) uzyskanych 15 godz. i 4 min. wcześniej. Uzyskane rezultaty to wskazanie, że wiele problemów oceny wielkości agregacji mirung południowych na obrazach satelitarnych można rozwiązać za pomocą obrazów o rozdzielczości 31 cm co nie było możliwe w przypadku dostępnej wcześniej rozdzielczości 50 cm oraz że uzyskanie szacunkowej liczby osobników dorosłych obu płci w agregacjach jest również możliwe z użyciem tej metody. Obok stwierdzenia, że użyteczność wykorzystania zdjęć satelitarnych do identyfikacji lokalizacji kolonii mirungi południowej nie ulega wątpliwości, to trochę brak jest oceny w jakim stopniu

aktualne możliwości teledetekcji satelitarnej polepszyłyby/umożliwiłyby uzyskanie z takiego źródła informacji o stanie tego gatunku na całej Antarktyce.

Pytania:

Jaki i czy był udział doktorantki w grupie 11 osób analizujących zdjęcia przy wykorzystaniu programu Q-GIS?

Jak dużo czasu może zająć zaproponowana analiza jednego zdjęcia satelitarnego?

Zakładając wiarygodność zaproponowanej metody uzyskania informacji o liczebności stoni morskich południowych w podziale na samice i samce czy można ocenić w jakim stopniu w ten sposób można uzyskać informację o całej Antarktyce?

Co powinno zostać spełnione, aby „uczenie maszynowe” mogło być stosowane do identyfikacji zwierząt antarktycznych na „zdjęciach” satelitarnych?

Publikacja nr 3

Fudala K., Bialik R.J. (2023). *Identifying important bird and biodiversity areas in Antarctica using RPAS surveys—A case study of Cape Melville, King George Island, Antarctica*. Drones 7(8), 538, DOI: 10.3390/drones7080538.

Wskazany cel to „rozważenie potencjału zastosowania BSP do przeprowadzania inwentaryzacji ostoi ptaków”.

Celem badań terenowych było przeprowadzenie inwentaryzacji rejonu Cape Melville oraz większości obszarów offshore i inshore Zatoki Destrukcji (Destruction Bay) przy użyciu zdalnie sterowanych systemów powietrznych (RPAS).

Użyto 2 modele dronów: DJI Phantom 4 Pro V 2.0 i DJI Inspire 2. W grudniu 2022 wykonano 7 lotów (4 i 12 grudnia) w rejonie Zatoki Destrukcji dokonując obrazowania miejsc gniazdowania pingwinów maskowych (*Pygoscelis antarcticus*) i kormoranów antarktycznych (*Leucocarbo bransfieldensis*) z wysokości nie mniejszej niż 45 m. Oprócz wykonania obserwacji z wykorzystaniem dronów przeprowadzona została również inspekcja terenu w celu potwierdzenia prawidłowości identyfikacji gatunków ptaków na analizowanych ortofotomapach. Opisując rezultaty analiz tych ortofotomap, oprócz szczegółów dotyczących badanych dwóch gatunków takich jak liczba gniazd czy zakres zajętego obszaru, wymieniono jeszcze szereg, możliwych do identyfikacji, innych gatunków takich jak petrel przylądkowy (*Daption capense*), petrel burzowy Wilsona (*Oceanites oceanicus*), śnieżnodziób (*Chionis albus*), wydrzyki brązowe i polarne (*Stercorarius antarcticus* i *Stercorarius maccormicki*) oraz mewa południowa (*Larus dominicanus*). Ponieważ stwierdzono, że np. śnieżnodzioby „nie są gatunkami gniazdującymi powierzchniowo, ich wykrycie na ortofotomapach nie jest możliwe” to rodzi się pytanie skąd została zaczerpnięta ta informacja (we found more than 50 snow sheathbill individuals foraging in this area (possible

breeders) and at least one pair of brown skua foraging there.⁵ Co w tym zdaniu oznacza określenie „possible breeders”?

W wyniku inwentaryzacji ornitologicznej obszaru wskazanego w tytule w Publikacji 3 autorzy wskazują następujące wyniki przeprowadzonych badań:

- przedstawione zostały wyniki inwentaryzacji ornitologicznej obszaru Przylądka Melville oraz przybrzeżnej strefy Zatoki Destrukcji z użyciem BSP, wykonanej w dwóch terminach sezonu 2022/23,
- szacunki wielkości globalnej populacji kormorana antarktycznego wykonane na podstawie badań w ramach realizacji doktoratu pozwoliły na zwiększenie liczby par z 11 684 do 12 191.
- opierając postulat na obecności 458 gniazd kormorana antarktycznego, udokumentowanych na ortomozajce z dnia 4.12.2022, w odniesieniu do kryterium B3a, zaproponowano przywrócenie Przylądkowi Melville statusu ostoi ptaków, wraz z podaniem sugerowanego przebiegu jej nowych granic. Wniosek zgłoszony do Birdlife International został pozytywnie rozpatrzony
- wykonana w ramach niniejszej pracy inwentaryzacja Przylądka Melville oraz przyległego fragmentu Zatoki Destrukcji była pierwszą aktualizacją danych na temat objętego kontrolą obszaru od 1987 roku.

Pytania:

Brak informacji co to jest „criterion A4i, A4iii”, Ant 063, regional IBA criterion B3a, B3b⁶

Loty dronów odbywały się w czasie rzeczywistym – jaka jest alternatywa?

Publikacja nr 4

Cusick A., Fudala K., Storożenko P.P., Świeżewski J., Kaleta J., Oosthuizen W. Ch., Pfeifer C., Bialik R.J. (2024). *Using machine learning to count Antarctic shag (Leucocarbo bransfieldensis) nests on images captured by Remotely Piloted Aircraft Systems*. Ecological Informatics 82, 102707, DOI: 10.1016/j.ecoinf.2024.102707.

Wyniki badań przedstawione w pierwszych 3 publikacjach zdecydowanie wskazują na bardzo duży potencjał jaki mają możliwości zdalnego uzyskiwania informacji o stanie środowiska przyrodniczego trudno dostępnego rejonu jakim jest Antarktyka, ze szczególnym uwzględnieniem niektórych zwierząt. Biorąc pod uwagę zawarty w nich m.in. opis w jaki

⁵ Znaleźliśmy ponad 50 osobników śnieżnodziobych żerujących na tym obszarze (możliwi hodowcy?) i co najmniej jedną parę wydryków brunatnych żerujących tam.

⁶ Sztuczna inteligencja podpowiada, że kryterium B3a w kontekście środowiska przyrodniczego odnosi się do oceny projektów związanych z ochroną zasobów bio- i georóżnorodności oraz krajobrazu. W szczególności dotyczy ono zgodności projektów z założeniami polityki ochrony środowiska, ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków, a także spełnienia wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz zgodności działań realizowanych na obszarach NATURA 2000.

sposób można zamienić zarejestrowany zdalnie „obraz” powierzchni Ziemi na informację o rodzaju, liczbie, stadium rozwoju etc. możliwych do identyfikacji na nich stworzeń, wydaje się oczywiste, że wymaga on dużej liczby specjalistów i ilości czasu. Ogromny, dzięki opisanym już metodom teledetekcji, wzrost ilości danych związanych z problemami będącymi tematem tej pracy spowodował, że oczywistym stała się próba znalezienia sposobu na automatyzację ich przetwarzania. Niewątpliwie duży potencjał ma tutaj szybki rozwój metod uczenia maszynowego co zostało zauważone przez doktorantkę także w studiowanej literaturze. Nawiązanie współpracy „z zespołem specjalistów z zakresu uczenia maszynowego (Appsilon sp. Z o.o.) oraz dwoma zespołami naukowymi wykonującymi inwentaryzację populacji kormoranów antarktycznych z użyciem BSP” umożliwiło realizację celu sformułowanego jako zastosowanie modelu uczenia maszynowego do automatycznej detekcji i liczenia gniazd tych kormoranów (*Leucocarbo bransfieldensis*) na poddanych georeferencjonowaniu mozaikach lotniczych. Wydaje mi się, że podstawowy udział doktorantki w realizacji zadania określony jako w szczególności „odpowiedzialność za zbieranie danych” ale też „zaangażowanie w wizualizację, walidację, zasoby, analizę formalną, konceptualizację idei badawczej i pisanie oryginalnego tekstu” polegał na dostarczeniu i przygotowaniu ortomozaik (51) z 11 miejsc wokół Wyspy Króla Jerzego i Wyspy Nelsona na Szetlandach Południowych. Zostały one przygotowane na podstawie danych zebranych przez 3 zespoły badawcze w latach 2016, 2018-2022. Wszystkie gniazda kormoranów w każdej ortomozaice zostały wizualnie zidentyfikowane przez doświadczonego obserwatora za pomocą oprogramowania Q-Gis. W przypadku Przylądka Melville'a dwa zdjęcia wykonane w grudniu 2022 r. wykorzystano do treningu, a zdjęcie wykonane w listopadzie 2023 r. wykorzystano do testów. Dzięki tej selekcji zestaw danych treningowych obejmował 2,5 roku i zawierał obrazy gniazd kormoranów na różnych etapach rocznego cyklu rozrodczego.

Do uczenia automatycznej detekcji liczenia gniazd kormoranów, po sprawdzeniu kilku możliwości, w pracy wykorzystano przynoszący najlepsze wyniki, spośród kilku testowanych, model oparty na architekturze YOLO („You Only Look Once”). W Publikacji 4 zawarty jest szczegółowy opis postępowania i testowania wyników z podkreśleniem ich bardzo pozytywnych rezultatów (na podstawie stosowanego w takich analizach wskaźnika F1).

Prosty opis i możliwość łatwego zapoznania się z rezultatami tej pracy można znaleźć w internecie pod adresem <https://www.appsilon.com/post/yolo-counting-nests-antarctic-birds#introduction> i tytułem opracowania „Counting Nests of Shags With YOLO To Assess the Wellbeing of the Antarctic Ecosystem”, którego współautorem obok kierownika zespołu Appsilon jest Katarzyna Fudala.

Ostatecznie chyba mogę się zgodzić z autorami Publikacji 4, że wykorzystanie bezzatłogowego systemu powietrznego BSP do inwentaryzacji kolonii kormoranów antarktycznych, w połączeniu z algorytmami uczenia maszynowego, może zapewnić wiarygodne i szybkie szacunki liczby gniazd kormoranów (wynik automatycznej detekcji na poziomie $F1 > 0,95$).

Pytania:

Czy doktorantka mogłaby przybliżyć swój konkretny udział w realizacji tej publikacji?

Podsumowanie

Podsumowując, pomimo pewnych mankamentów wskazanych w mojej recenzji, w mojej ocenie rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Fudali spełnia wymagania stawiane tego typu pracom. Stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazuje na bardzo dobre opanowanie metod badawczych, a także umiejętność prezentowania wyników w postaci artykułów naukowych. Ponadto uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w poszerzenie możliwości pozyskiwania wiedzy o stanie środowiska w tak trudno dostępnym regionie jakim na pewno jest Antarktyka co niewątpliwie obok osiągnięcia naukowego ma też, już wykorzystane, ważne znaczenie praktyczne.

Recenzowana praca spełnia zatem wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. wraz z późniejszymi zmianami oraz w oparciu o Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 września 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571; Akt obowiązujący, wersja od 1.01.2025 do 18.03.2025). Tym samym wnioskuję do Rady Naukowej o dopuszczenie pani magister Katarzyny Fudali do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Prof. dr hab. Adam Krężel

