



Poznań, 02.07.2026 r.

dr hab. Krzysztof Zawierucha
Zakład Taksonomii i Ekologii Zwierząt
Wydział Biologii UAM
Uniwersytetu Poznańskiego 6
61-614 Poznań

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR. KAJETANA DEI
PT. „MEGAFAUNA BENTOSOWA, ZAPIS JEJ AKTYWNOŚCI (LEBENSPPUREN) I
PROCESY PELAGICZNO-BENTOSOWE W EKOSYSTEMACH FIORDÓW SVALBARDU”

Recenzja została przygotowana na wniosek *Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk* w postępowaniu o nadanie stopnia doktora dla mgr. Kajetana Dei (*pismo DS/125/26 z dnia 30.03.2026*). Rozprawę doktorską przygotowano pod kierunkiem prof. dr. hab. Jana Marcina Węśławskiego.

W pracy badawczej pod tytułem *Mega fauna bentosowa, zapis jej aktywności (lebensspuren) i procesy pelagiczno-bentosowe w ekosystemach fiordów Svalbardu*, mgr Kajetan Deja skupił się na szacowaniu różnorodności, liczebności oraz rozmieszczeniu makrofauny w fiordach archipelagu Svalbard. W swojej pracy wykorzystał zarówno klasyczne próbkowanie dennych zgrupowań fauny, jak i obrazowanie dna przy użyciu systemów kamer podwodnych i systemów rejestracji pokłatkowej.

Zapoznanie się z rozprawą doktorską, w szczególności z wynikami badań mgr. Kajetana Dei, sprawiło mi dużą przyjemność. Była to dla mnie podróż do niepoznanego świata organizmów zasiedlających dno morskie, którą to mgr Kajetan Deja umilił mi fotografiami, rysunkami, a przede wszystkim nowymi obserwacjami przyrodniczymi. Trud włożony w prace terenowe, identyfikację fauny w oparciu o klasyczne, bazujące na morfologii metody, analizę danych z wielu sezonów oraz, wisienkę na torcie, wykorzystanie kamer w badaniach dna morskiego zaowocował ciekawą rozprawą doktorską.

Na rozprawę składa się cykl pięciu publikacji naukowych. Początek pracy to streszczenia w języku polskim oraz języku angielskim, które częściowo pełnią rolę brakującego wstępu. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu. Magister Kajetan Deja w czterech artykułach jest pierwszym i korespondencyjnym autorem, z dominującym wkładem w prace, zarówno konceptualnym, terenowym, jak i analitycznym. W jednym z artykułów jest on jedynym autorem. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że jest to artykuł w prestiżowym czasopiśmie *Marine Ecology Progress Series*. Artykuły zostały opublikowane w latach 2016-2025, wszystkie czasopisma posiadają współczynnik IF oraz punktację MNiSW, prace są już cytowane w międzynarodowej literaturze naukowej.

Streszczenie opisuje w pigułce istotne z punktu widzenia pracy tło badawcze tj. sprzężenie pelagiczno-bentosowe, zróżnicowanie czynników wpływających na ekosystemy morskie Arktyki, programy badawcze badające dno, metody badań oraz wyniki każdego rozdziału. Nie jestem przekonany do prezentowanej w streszczeniu hipotezy mówiącej, że w warunkach niskich temperatur megafauna zmiennocieplna odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów morskich, sama hipoteza nie została szczegółowo przetestowana, a główne jej założenie nie przedstawia nowatorskiego ujęcia. Nie zmienia to faktu, że autor dostarczył w swoich badaniach imponującą ilość danych, a także nowe obserwacje, które są istotnym i niezbędnym elementem do poznania ekosystemów fiordowych na tle zmian klimatu i cofania się lodowców pływających. Styl, w jakim napisano streszczenia, jest bardzo klarowny, jednak muszę zwrócić uwagę, że w całym tekście zacytowano tylko jedną pozycję literaturową, tj. Boero i in. (2008).

Rozdział I pt. „*Recent distribution of Echinodermata species in Spitsbergen coastal waters*” to artykuł opublikowany w czasopiśmie *Polish Polar Research*. Praca ma charakter faunistyczny i stanowi inwentaryzację szkarłupni w wodach Spitsbergenu. Do opisu różnorodności i rozmieszczenia Echinodermata wykorzystano różne techniki poboru materiału, w tym także obrazowanie kamerami. Miejsca zbioru materiału osiągały głównie głębokość 100 metrów, z dwoma wyjątkami sięgającymi głębokości 400 metrów. Materiał zebrano na przestrzeni ośmiu lat. Z ponad 1000 zebranych prób, w 460 stwierdzono obecność szkarłupni. Magister Deja podjął się analizy ponad 19 000 okazów, które zidentyfikował do 32 gatunków. Dodatkowo scharakteryzował ich rolę w sieciach troficznych. Dwa gatunki wężowideł oraz jeden gatunek jeżowca dominowały w próbach i stanowiły ponad 15000 okazów. Siedem znalezionych gatunków było stwierdzonych tylko raz. Autor dodatkowo obliczył podstawowe wskaźniki biocenotyczne jak dominacja, frekwencja, wykorzystał estymator różnorodności tj. Chao 2, oraz zaprezentował krzywą akumulacji w celu poznania oczekiwanej liczby gatunków. Otrzymane wyniki nie wskazują na duże rozbieżności pomiędzy tym, co zidentyfikował autor oraz szacunkami. Mimo, że w tym regionie Arktyki badania szkarłupni prowadzi się od wielu lat, w pracy mgr Deja wykazał cztery nowe gatunki dla regionu. Podsumowując, uważam, że praca stanowi solidne tło do dalszych badań i dobry przykład obszernej pracy faunistycznej opartej o szeroki zbiór prób i lokalizacji. Po przeczytaniu pracy chciałbym zapytać, czy biorąc pod uwagę różne techniki poboru próbek, możemy porównywać różnorodność między lokalizacjami?

W rozdziale II pt. „*Plankton or benthos: where krill belongs in Spitsbergen fjords? (Svalbard Archipelago, Arctic)*” opublikowanym w czasopiśmie *Polar Biology*, mgr Kajetan Deja testował hipotezę dotyczącą rozmieszczenia arktycznego kryla tj. *Thysanoessa inermis*, *T. longicaudata* oraz *T. rashii*. W postawionej hipotezie autor założył, że najwyższa liczebność oraz biomasa kryla występują blisko dna. Badania prowadzono w dwóch fiordach Spitsbergenu tj. południowym Hornsundzie i zlokalizowanym bardziej na północy Isfjorden. Łącznie wyznaczono 107 stacji badawczych, w których pobierano materiał z kolumny wody przy użyciu sieci Tuckera oraz obrazowano dno za pomocą kamer. Analiza zebranego materiału wykazała, że zagęszczenia kryla mogą osiągać ponad 750 osobników/m². Na 10 stacjach stwierdzono zagęszczenia sięgające ponad 100 osobników/m², a w 46 stacjach nie stwierdzono kryla. Łącznie zidentyfikowano trzy gatunki, z czego *T. inermis* był dominującym i stanowił ponad 90% obserwowanych okazów. Szacowana biomasa kryla była wyższa w Hornsundzie niż w Kongsfjorden, co autor tłumaczy wyższą liczebnością dorszyka polarnego w wodach Kongsfjordu. Nie znaleziono istotnego związku między agregacją kryla, a napływem wód atlantyckich, aczkolwiek znaleziono trzy okazy *Megancythipanes norvegica*, związanego z napływem cieplejszych wód. Autorowi nie udało się jednoznacznie wykazać większych zagęszczeń kryla przy dnie, jednak agregacje takie stanowią nawet 41% biomasy kryla w Kongsfjorden. Bardzo podoba mi się dyskusja, w której autor opisuje zarówno rolę agregacji kryla jako źródła pokarmu, wpływ orzęsków na śmiertelność kryla oraz znaczenie lokalizacji związanych z lodowcami pływającymi w rozmieszczeniu tych zwierząt.

W rozdziale III pt. „*New strategies for the new environment in Spitsbergen fjords (Arctic). Scattering of the feather star *Heliometra glacialis* (Echinodermata, unstalked crinoid) clinging to a crab*” opublikowanym w czasopiśmie *Polar biology*, mgr Deja poświęca swoją uwagę zjawisku wykorzystania kraba jako mobilnego substratu przez liliowca *Heliometria glacialis*. Obserwacji dokonano przypadkowo przy monitorowaniu rozkładu dorszyka polarnego. Analiza dodatkowego materiału z 202 lokalizacji w fiordach Spitsbergenu wykazała dwie dodatkowe obserwacje tego typu, wskazując na obecność liliowców, w obszarach silnie modyfikowanych przez lodowce. Wykorzystanie krabów jako mobilnego substratu nie jest nową obserwacją, jednak wykorzystanie ich przez liliowce, w obszarach o silnym wpływie lodowców, miękkim dnie i dużej mętności wody jest już zjawiskiem nowym. Bardzo podoba mi się interpretacja tego zjawiska, jako nowej strategii *H. glacialis* w korzystaniu z pozytywnego wpływu działalności lodowca. Pragnę w tym miejscu zapytać, czy na podstawie tak skromnych obserwacji, można wyciągać tak poważne wnioski? Czy te obserwacje mogą stanowić po prostu przypadkową „przejażdżkę” liliowca na innym gatunku zasiedlającym dno morskie?

Rozdział IV „*Observation of discarded appendicularian houses in the benthic and pelagic zones of Spitsbergen fjords using drop-camera imagery*” został opublikowany w czasopiśmie *Marine Ecology Progress Series*. W tym artykule mgr Kajetan Deja jest jedynym autorem. Według mnie jest to najciekawszy artykuł w cyklu, dotyczący procesów ekologicznych zachodzących w arktycznych fiordach. Tak samo jak w poprzednich artykułach autor skupił się na obrazowaniu morskiego środowiska podwodnego regionu Spitsbergenu przy wykorzystaniu kamer. W pracy autor nie testuje żadnej hipotezy, za to opisuje interesujące zjawisko, które ma istotny wpływ na funkcjonowanie ekosystemu. Podczas badań przy użyciu kamer w latach 2015-2021, w ostatnim roku zaobserwowano masowe agregacje domków ogonicy *Oikopleura vanhoeffeni*, które osiągały zagęszczenia $973/\text{m}^2$, co wg obliczeń autora mogło stanowić $58 \text{ mg węgla}/\text{m}^2$. Takie domki zawierają wcześniej przefiltrowane bakterie, pierwotniaki czy glony, w związku z czym mogą być częścią śniegu morskiego, transportować węgiel do bentosu i stanowić element pokarmu. Biorąc pod uwagę, że podobne zjawisko zostało opisane przez D'Angelo i in. (2024) w oparciu o dane zebrane 10 lat wcześniej, chciałbym zapytać autora czy można doszukiwać się w tym zjawisku analogii do lat nasiennych w ekosystemach lądowych? Gatunki drzew są zwykle zsynchronizowane i wspólnie „podejmują decyzję” o reprodukcji, wydarzenia takie stanowią pulsacyjne dostawy pokarmu, które kształtują sieć troficzną. Czy w przypadku tak dużej dostawy domków do ekosystemu w 10. letnich odstępach możemy spekulować o morskiej „synchronizacji” *Oikopleura*? Czy taka dostawa kształtuje ekosystemy bentosowe w kolejnych latach?

Rozdział V pt. „*Surface lebensspuren and their tracemakers in Arctic fjords of Spitsbergen: Patterns, diversity, and environmental controls*” opublikowano w czasopiśmie *Polish Polar Research*. W tym rozdziale autor zajął się podwodnym tropieniem zwierząt, a dokładnie wykorzystał ślady pozostawione na dnie do identyfikacji ich właścicieli. Zadanie może wydawać się trywialne, ale tropy to najlepszy dowód na aktywność fauny w danym miejscu. Autor założył, że cechy środowiska ożywionego oraz nieożywionego w fiordach Spitsbergenu umożliwiają zachowanie „lebensspuren”. Miejsca fotografii dna zostały podzielone na trzy kategorie tj. pod wpływem lodowców, pod wpływem rzek lodowcowych lub bez takiego wpływu. Dane do pracy zostały zebrane na przestrzeni siedmiu lat. W ponad połowie spośród 206 stacji badawczych wykryto „lebensspuren”. Ciekawym odkryciem jest opisanie ośmiu nowych, nie notowanych dotychczas śladów aktywności zwierząt. Echinodermata stanowiły aż 55% znalezionych śladów, większość to rozgwiazdy i wężowidła. Poza szkarłupniami znaleziono ślady m.in. krabów, wieloszczetów czy ślimaków. Dla 10 typów śladów można było sklasyfikować zwierzęta do rodzajów oraz rodzin. Dla pozostałych typów nie było to możliwe. Autor wykazał związek między śladami, a pobliskim środowiskiem, przykładowo wężowidła Ophiuridae były częste w sąsiedztwie aktywnych lodowców. Praca stanowi obszerne opracowanie, które z pewnością stanie się punktem odniesienia dla neoichnologów badających współczesną jak i kopalną różnorodność fauny dna morskiego Arktyki i nie tylko. Zastanawia mnie jak długo mogą utrzymywać się takie

ślady, zarówno w skali sezonu jak i wielu lat, np. w skali geologicznej? Rozumiem, że obserwacja śladów jest związana z sedymentacją oraz zaburzeniami dna, ale czy istnieją jakiekolwiek dane literaturowe, lub własne obserwacje autora, które wskazują, jak długo mogą przetrwać ślady bez istotnych zaburzeń? Drugie pytanie dotyczące pracy, związane jest z poprzednim. Czy jest możliwe, że autor obserwował ślady, które zostały pozostawione na długo przed spuszczeniem kamery i sfotografowaniem dna? Jeśli tak, to czy takie „tropy” mogą stanowić realny obraz różnorodności biologicznej dna, w trakcie prac terenowych, a więc stanowić dodatkową metodę w opisie zbiorowisk fauny?

Podsumowując, wszystkie rozdziały, są opatrzone zdjęciami, rysunkami, szczegółowymi tabelami i opisami różnorodności oraz liczebności zwierząt, w pracach zacytowano starszą oraz współczesną literaturę naukową. Prace były recenzowane przez specjalistów oraz wykonane pod czujnym okiem promotora, co nie ułatwia recenzentowi pracy. Jednak ze spraw edytorskich, zwróciłem uwagę na częsty brak autora i roku przy nazwach gatunków. Podawanie pełnych nazw gatunkowych to dobry zwyczaj rekomendowany przez ICZN.

Uzyskany przez autora zbiór danych stanowi istotne źródło informacji referencyjnych dla badaczy ekosystemów morskich w Arktyce, jest też zapisem nieznanego, tego co umyka badaczowi podczas poboru próbki, bez wielogodzinnych obserwacji nagrań. Bez wątpienia mgr Kajetan Deja jest uważnym obserwatorem przyrody, który potrafi wyciągnąć wnioski ze swoich obserwacji, zasugerować znaczenie obserwowanego zjawiska i przelać swoje myśli na papier. Badania prowadzone przez mgr. Deję trwały wiele lat. Moim zdaniem zarówno opłacało się, jak i było warto podjąć ten wysiłek. Zyskiem są ciekawe publikacje naukowe, a wartością zdobyta wiedza.

Praca doktorska mgr. Kajetana Dei wnosi istotny wkład w wiedzę na temat różnorodności, liczebności i rozmieszczenia megafauny fiordów Spitsbergenu, sugeruje istnienie niepoznanych dotąd procesów oraz wzbogaca dotychczasową wiedzę o nowe gatunki dla regionu.

Rozprawa spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 13 ust. 1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2023 r. W związku z powyższym zwracam się do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk z prośbą o dopuszczenie mgr. Kajetana Dei do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z wyrazami szacunku



dr hab. Krzysztof Zawierucha