

Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk

dr Katarzyna Anna Grzelak

Załącznik 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk
ściślych i przyrodniczych

Autoreferat

Meiofauna jako narzędzie badań środowiska morskiego

Sopot 2023

1. Imię i nazwisko

Katarzyna Anna Grzelak

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

2015 **Instytut Oceanologii, Polskiej Akademii Nauk**

Zakład Ekologii Morza

stopień doktora w dziedzinie Nauk o Ziemi

Praca doktorska pt: „Structural and functional diversity of Nematoda at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN (Fram Strait)”

wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Jana Marcina Węsławskiego

2007 **Uniwersytet Gdański**

Wydział Biologii, Geografii i Oceanologii

dyplom magistra w zakresie Oceanografii fizycznej

Praca magisterska pt: „Charakterystyka ekologiczna zgrupowań meiofauny na plażach Zachodniego Spitsbergenu”

wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Jana Marcina Węsławskiego

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

2015- obecnie adiunkt, Instytut Oceanologii PAN, Zakład Ekologii Morza, Sopot

2020-2021 postdoc, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen, Kopenhaga

2016-2019 postdoc, Uniwersytet Łódzki, Zakład Biologii Polarnej i Oceanobiologii, Łódź

2013-2015 asystent naukowy, Instytut Oceanologii PAN, Zakład Ekologii Morza, Sopot

2011-2013 oceanograf, Instytut Oceanologii PAN, Zakład Ekologii Morza, Sopot

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

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Meiofauna jako narzędzie badań środowiska morskiego

4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

O1) **Grzelak K.**, Kotwicki L. 2016. *Halomonhystera disjuncta*- a young-carrying nematode first observed for the Baltic Sea in deep basins within chemical munitions disposal sites. *Deep-Sea Research II* 128, 131-135, DOI: 10.1016/j.dsr2.2014.12.007

O2) **Grzelak K.**, Gluchowska M., Gregorczyk K., Winogradow A., Weslawski J.M. 2016. Nematode biomass and morphometric attributes as biological indicators of local environmental conditions in Arctic fjords. *Ecological Indicators* 69, 368-380, DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.04.036

O3) **Grzelak K.**, Tamborski J., Kotwicki L., Bokuniewicz H. 2018. Ecostructuring of marine nematode communities by submarine groundwater discharge. *Marine Environmental Research* 136, 106-119, DOI: 10.1016/j.marenvres.2018.01.013

O4) **Grzelak K.**, Sørensen MV. 2019. Diversity and community structure of kinorhynchs around Svalbard: First insight into spatial patterns and environmental drivers. *Zoologischer Anzeiger* 282, 31-43, DOI: 10.1016/j.jcz.2019.05.009

O5) **Grzelak K.**, Gluchowska M., Kędra M., Błazewicz M. 2020. Nematode responses to an Arctic sea-ice regime: morphometrics characteristics and biomass size spectra. *Marine Environmental Research* 162, 105181, DOI: 10.1016/j.marenvres.2020.105181

O6) **Grzelak K.**, Zeppilli D., Shimabukuro M., Sørensen MV. 2021. Hadal mud dragons: First insight into the diversity of Kinorhynchs from the Atacama Trench. *Frontiers in Marine Science* 8, 670735; DOI: 10.3389/fmars.2021.670735

O7) **Grzelak K.**, Sørensen M. 2022. *Echinoderes* (Kinorhyncha: Cyclorhagida) from the Hikurangi Margin, New Zealand. *European Journal of Taxonomy* 844, 1-108; DOI:10.5852/ejt.2022.844.1949

Określenie wkładu autorskiego w powstanie publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne

O1) Wkład autorski Wnioskodawcy: współudział w koncepcji badań, analiza materiału biologicznego, analizy statystyczne, interpretacja wyników, przygotowanie rycin, przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O2) Wkład autorski Wnioskodawcy: współudział w koncepcji badań, postawienie hipotez badawczych, zbiór materiału do analiz, analiza materiału biologicznego, współudział w analizach statystycznych, interpretacja wyników, współprzygotowanie rycin, przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O3) Wkład autorski Wnioskodawcy: koncepcja i plan badań, pozyskanie finansowania (Kościuszko Foundation Fellowship KF/2016/Grzelak), postawienie hipotez badawczych, prace terenowe, analiza materiału biologicznego, analiza statystyczna, współprzygotowanie rycin, interpretacja wyników i przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O4) Wkład autorski Wnioskodawcy: pomysł i koncepcja badań, postawienie hipotez, pozyskanie finansowania (SYNTHESSYS grants DK-TAF-6523; DK-TAF-5319), zebranie materiału do analiz biologicznych, analiza taksonomiczna, analiza statystyczna wyników, przygotowanie rycin, interpretacja wyników oraz przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O5) Wkład autorski Wnioskodawcy: pomysł i koncepcja badań, postawienie hipotez, pozyskanie finansowania (FUGA NCN 2016/20/S/NZ8/00432), wybór metodyki badań, analiza materiału biologicznego, znaczący wkład w analizę statystyczną wyników, przygotowanie rycin, interpretacja wyników oraz przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O6) Wkład autorski Wnioskodawcy: pozyskanie finansowania (stypendium im. Bekkera NAWA PPN/BEK/2019/1/00160/00001), wybór metodyki badań, analiza taksonomiczna, weryfikacja i opis nowych gatunków, przygotowanie rycin, interpretacja wyników oraz przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

O7) Wkład autorski Wnioskodawcy: pozyskanie finansowania (stypendium im. Bekkera NAWA PPN/BEK/2019/1/00160/00001), wybór metodyki badań, analiza taksonomiczna, weryfikacja i opis nowych gatunków, przygotowanie rycin, interpretacja wyników oraz przygotowanie manuskryptu i korekta pracy przed złożeniem do druku

Tabela 1 Lista opublikowanych prac składających się na osiągnięcie habilitacyjne wraz z liczbą cytowań na dzień 27.07.2023 wg. bazy Scopus, punktami MNiSW na rok 2023 i realnym Impact Factor.

	Autor	Czasopismo	Rok wydania	Liczba cytowań	Punkty MNiSW	IF
O1	Grzelak & Kotwicki	<i>Deep-Sea Research II</i>	2016	9	70	2.887
O2	Grzelak et al.	<i>Ecological Indicators</i>	2016	25	200	6.263
O3	Grzelak et al.	<i>Marine Environmental Research</i>	2018	11	100	3.737
O4	Grzelak & Sørensen	<i>Zoologischer Anzeiger</i>	2019	8	70	1.581
O5	Grzelak et al.	<i>Marine Environmental Research</i>	2020	2	100	3.737
O6	Grzelak et al.	<i>Frontiers in Marine Science</i>	2021	7	140	5.247
O7	Grzelak & Sørensen	<i>European Journal of Taxonomy</i>	2022	3	70	1.398
				Σ65	Σ750	Σ24.85

4.3. Omówienie celu naukowego oraz wyników prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne

Podstawą niniejszej rozprawy habilitacyjnej jest cykl siedmiu artykułów opublikowanych w uznanych czasopismach międzynarodowych, które zostały zestawione w punkcie 4.2 oraz Tabeli 1. Prowadzone badania miały na celu scharakteryzowanie środowisk podlegających różnej skali i rodzajom zaburzeń, zarówno naturalnych jak i antropogenicznych, przy wykorzystaniu organizmów meiofauny, ze szczególnym uwzględnieniem wolnożyjących morskich nicieni (Nematoda) i ryjkogłowych (Kinorhyncha), jako naturalnych wskaźników biologicznych. Prowadzone prace odpowiadają na pytanie, czy stan i kondycja rejonów będących pod presją zaburzeń naturalnych lub antropogenicznych jest odzwierciedlana w strukturze zgrupowań żyjących w danym środowisku organizmów i w konsekwencji, czy organizmy te mogą być narzędziem w ocenie stanu środowiska morskiego. Zakres badanych środowisk i zjawisk obejmował:

- i) antropopresję w głębokowodnej strefie Morza Bałtyckiego (O1) i w strefie ekonomicznej Nowej Zelandii (O7)
- ii) zjawiska związane z postępującymi zmianami klimatu w Arktyce, w tym wycofywaniem się lodowców w fiordach, wzmożonym napływem wód atlantyckich

- do Oceanu Arktycznego i zmniejszaniem zasięgu pokrywy lodowej w głębokowodnym rejonie Arktyki Europejskiej (O2,O4,O5)
- iii) naturalne zaburzenie środowiska wynikające z wypływów wód gruntowych do strefy brzegowej (O3)
 - iv) ekstremalne środowisko głębokowodne, którego przykładem jest Rów Atakama (O6).

Rozpiętość stref klimatycznych, zakres głębokości i rodzaje typów osadów uwzględnione w pracach wskazują na niezwykle uniwersalny charakter zastosowania meiofauny w badaniach środowiskowych.

Istotnym elementem, stanowiącym o wysokiej różnorodności biologicznej ekosystemów morskich i istotną składową biomasy bentosu rejonów głębokowodnych, są organizmy, żyjące na powierzchni osadu lub w przestrzeniach interstycjalnych. Spośród organizmów wielokomórkowych najliczniejszą grupę głębokowodnego bentosu stanowi meiofauna, grupa definiowana na podstawie wielkości ciała, o niezwykle zróżnicowaniu taksonomicznym, w której skład wchodzi organizmy przechodzące przez sito o średnicy oczka 500 μm , a zatrzymujące się na sicie o średnicy oczka 32 μm . Dominacja meiofauny (obok organizmów bakteryjnych) w najgłębszych osadach morskich (Wei i in., 2010) odzwierciedla systematyczne zmniejszanie ilości materii organicznej docierającej do dna wraz ze wzrostem głębokości. Z wyjątkiem ekosystemów o charakterze chemotroficznym, jak kominy hydrotermalne czy zimne wysięki, przyjąć można, że im głębiej, tym strumień węgla organicznego docierającego do dna ze strefy eufotycznej jest słabszy. Zmniejszanie się dostępności pokarmu znacznie silniej oddziałuje na organizmy większe (mega- i makrofauna) niż na organizmy mikroskopijnych rozmiarów (meiofauna). Dodatkowo, szybszy metabolizm meiofauny i krótsze cykle życiowe sprawiają, że ich reakcja na zachodzące w środowisku zmiany jest stosunkowo szybka (Kennedy i Jacoby, 1999). Z tego względu przedstawiciele meiofauny uważani są za potencjalnie doskonałe organizmy wskaźnikowe zachodzących zmian w ekosystemach morskich (Danovaro i in., 2008). Przedstawiciele meiofauny zamieszkują wszystkie typy osadów dennych, we wszystkich strefach klimatycznych i rejonach geograficznych. Jednak ze względu na niewielkie rozmiary ciała ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów była przez szereg lat niedoceniana i pomijana, a również obecnie uwaga badaczy skupiona jest zazwyczaj na większych organizmach, tj. makro- i megafaunie (Soltwedel i in., 2009; Bergmann i in., 2011; Bluhm i in., 2011). Tym samym, meiofauna stanowi wyzwanie badawcze i umożliwia podjęcie badań na wielu płaszczyznach związanych z ich ekologią i taksonomią. Ich poznanie i zrozumienie jest niezbędne do pełnej oceny różnorodności

biologicznej i oceny zmian zachodzących w ekosystemach morskich na skutek różnego rodzaju zaburzeń, ponieważ jako element ekosystemu łączący świat mikroorganizmów z wyższymi poziomami troficznymi, efekty obserwowanych zmian (bez względu na ich naturę) w zgrupowaniach meiofauny, będą miały znaczenie i wpływ na funkcjonowanie pozostałych ogniów ekosystemu.

Spośród wielu organizmów mających swoich reprezentantów w meiobentosie, wolnożyjące nicienie (Nematoda) są grupą dominującą. Ze względu na szereg morfologicznych i metabolicznych przystosowań, z dużym sukcesem kolonizują one nawet najbardziej ekstremalne środowiska. Pod względem liczebności i biomasy stanowią one nawet do 90-95% całej meiofauny, co odzwierciedla się też w największym zainteresowaniu badaczy tą grupą organizmów. Do dzisiaj opisano ponad 7,000 wolnożyjących morskich gatunków Nematoda, należących do ponad 800 rodzajów, ale szacuje się, że całkowita liczba gatunków może sięgać nawet 50,000 (Appeltans i in., 2012). Ryjkołowe (Kinorhyncha) są z kolei grupą mało liczną, mimo to pozostają jedną z najsłabiej poznanych spośród meiofauny. Bardzo mała liczba ekspertów w dziedzinie taksonomii Kinorhyncha przekłada się na niezwykle fragmentaryczną wiedzę na temat ich bioróżnorodności. Pomimo faktu, że ryjkołowe są stałym elementem zgrupowań meiofauny, zamieszkując wszystkie typy osadów, we wszystkich strefach klimatycznych, rejonach geograficznych czy głębokościach (m.in. Carey & Montagna 1982; Kotwicki et al. 2004; Grzelak & Kotwicki 2012; Górka et al. 2014), praktycznie nie są one identyfikowane do poziomu rodzaju czy gatunku. Aktualnie opisanych jest zaledwie 350 gatunków, przy czym większość tych danych opiera się na incydentalnym, jednorazowym poborze materiału. W związku z tym, informacje na temat tych organizmów ograniczone są w przeważającej większości wyłącznie do opracowań taksonomicznych, a rozmieszczenie zgrupowań Kinorhyncha w gradiencie różnych czynników środowiskowych, czy ich zróżnicowanie genetyczne nie stanowiło dotąd praktycznie w ogóle przedmiotu badań naukowych.

Oba taksony (Nematoda i Kinorhyncha) są obecne we wszystkich znanych ekosystemach morskich, mają jednak ograniczone zdolności dyspersyjne, tj. charakteryzują się małą mobilnością i brakiem planktonowej larwy, dlatego też są uważane za taksony bardzo pomocne w ocenie różnorodności zbiorowisk bentosowych, a także wydają się być istotnymi indykatorami warunków środowiskowych, w tym tych będących pod presją zaburzeń naturalnych lub antropogenicznych. Przykładem negatywnego oddziaływania na środowisko i jego antropogenicznego zaburzenia jest proces utylizacji broni chemicznej w rejonie Morza Bałtyckiego. Bardzo duże ilości chemicznych środków bojowych (chemical warfare agents –

CWA) zostały zdeponowane w różnych rejonach Morza Bałtyckiego przez siły alianckie i radzieckie po II Wojnie Światowej. Potencjalne zagrożenia dla środowiska morskiego związane z długotrwałym składowaniem amunicji i broni chemicznej w osadach dennych były ignorowane przez wiele lat. Brak świadomości w tej kwestii spowodował, że wiedza na temat ewentualnego uwalniania CWA, ich toksyczności oraz wpływu na ryby i organizmy bentosowe pozostaje niewielka. W związku z tym w 2011 roku zainicjowano projekt Chemical Munitions Search & Assessment (CHEMSEA), w ramach którego podjęto się oceny ryzyka ekologicznego na obszarze składowisk CWA w głębokowodnych basenach Morza Bałtyckiego (Głębia Bornholm, Gotlandzka i Gdańska). W pracy Kotwicki i in., 2016 [24] wykazano, że w rejonach zatopień praktycznie jedyną grupą organizmów zasiedlającą osady były Nematoda, które wykazują szerokie możliwości adaptacyjne, pozwalające przetrwać okresy deficytów tlenowych lub innych zaburzeń środowiska, dzięki czemu z sukcesem funkcjonują w stosunkowo niekorzystnych warunkach. Zasiedlenie przez Nematoda tak niekorzystnego pod względem warunków środowiskowych habitatu (ze względu na obecność metali ciężkich i związków rozkładu substancji chemicznych) możliwe jest dzięki umiejętności fakultatywnego przystosowania się niektórych gatunków Nematoda do funkcjonowania i rozrodu w takich specyficznych warunkach. Przykładem takiego organizmu jest *Halomonhystera disjuncta* (Bastian, 1865), jeden z dominujących w badanych rejonach, a jednocześnie bardzo rzadki, gatunek Nematoda, który został zaobserwowany po raz pierwszy w Morzu Bałtyckim, w rejonie zatopień broni chemicznej i opisany w pracy Grzelak i Kotwicki, 2016 [O1]. *Halomonhystera disjuncta* posiada mechanizm obronny pozwalający zmieniać sposób rozmnażania, z jajorodnego na jajożyworodny, w zależności od panujących warunków środowiska. Ta niezwykle rzadka dla wolnożyjących morskich Nematoda strategia rozrodcza zaobserwowana u osobników *H. disjuncta* pochodzących z rejonów zatopień CWA w Morzu Bałtyckim wskazuje, że osady tych rejonów charakteryzują się wysoce niekorzystnymi warunkami do życia dla innych organizmów. Obecność *H. disjuncta*, aktywnego kolonizatora wysoce odpornego na panujące w środowisku zaburzenia, w toku dalszych prac prowadzonych w rejonach zatopień broni chemicznej, była wykorzystywana jako naturalny indykator zaburzeń związanych z deficytem tlenowym oraz podwyższonymi stężeniami siarkowodoru i metali ciężkich w osadach. Potencjał meiofauny i nicieni do efektywnego wykorzystania siedliska pozostającego niedostępnym dla innych elementów fauny bentosowej jest szczególnie istotny w kontekście krążenia materii, gdyż nicienie istotnie stymulują aktywność bakterii, co w konsekwencji zwiększa tempo rozkładu materii organicznej. Szczególnie w strefie głębokowodnej, gdzie liczebność mega- i makrobentosu jest nieporównywalnie mniejsza w

stosunku do szelfu (<200 m), meiofauna stanowi ważny element biomasy całkowitej bentosu i odgrywa szczególną rolę w funkcjonowaniu głębokowodnych systemów.

Rejony głębokowodne są pod coraz większą presją związaną z działalnością antropogeniczną, między innymi ze względu na postęp technologiczny, który sprawia, że siedliska te coraz bardziej dostępne są dla rybołówstwa przemysłowego, czy górnictwa głębokowodnego. Przykładem takiego obszaru jest wyłączna strefa ekonomiczna Nowej Zelandii. Ten zróżnicowany topograficznie rejon, w którym w bliskiej odległości występuje kilka typów głębokowodnych siedlisk dna morskiego (m.in. kaniony, podwodne góry, zimne wysięki), jest jednocześnie obszarem charakteryzującym się wysoką intensywnością połowów i trawień dennych (Rosli et al., 2016). Jednak bardzo trudno ocenić ich wpływ oraz przewidzieć kierunek i efekt ewentualnych przyszłych zaburzeń antropogenicznych na zespoły meiobentosu tego obszaru (i innych głębokowodnych obszarów będących pod tego rodzaju presją antropogeniczną). Wynika to głównie z faktu, iż wiedza na temat różnorodności, wzorców występowania meiofauny, zmienności w różnej skali przestrzennej (od mikro- do makroskali), czy czynników środowiskowych, które w największym stopniu wpływają na tę zmienność jest nieporównywalnie mniejsza w porównaniu z obszarami płytszymi. W związku z tym w artykule Grzelak i Sørensen, 2022 [O7] przedstawiono wyniki pierwszej kompleksowej oceny bioróżnorodności przedstawicieli rodzaju *Echinoderes* (Kinorhyncha) z głębokowodnego rejonu Nowej Zelandii. Próbkę do analiz pochodziły z 20 stacji zlokalizowanych w różnych typach habitatów: na skłonie kontynentalnym, w kanionach oraz rejonach podwodnych gór, co pozwoliło jednocześnie (wstępnie) porównać wpływ rodzaju siedliska na zbiorowiska ryjkogłowych. Uwagę skupiono na rodzaju *Echinoderes*, który był dominantem, stanowiąc ponad 95% w zgrupowaniach fauny ryjkogłowych tego rejonu. Analiza taksonomiczna wykazała występowanie piętnastu gatunków *Echinoderes*. Spośród nich, dziesięć opisano jako gatunki nowe dla nauki: *E. aragorni* sp. nov., *E. blazeji* sp. nov., *E. dalzottoi* sp. nov., *E. frodoi* sp. nov., *E. galadrietae* sp. nov., *E. gandalfi* sp. nov., *E. landersi* sp. nov., *E. leduci* sp. nov., *E. legolasi* sp. nov. i *E. samwisei* sp. nov. Ponadto w próbach zanotowano występowanie znanych z innych rejonów gatunków, tj. *Echinoderes juliae*, *Echinoderes* sp. aff. *E. balerioni*, *Echinoderes* sp. aff. *E. galadrietae/beringiensis*, *Echinoderes* sp. aff. *E. lupherorum* i *Echinoderes* sp. aff. *E. unispinosus*. Najliczniejszym spośród wszystkich gatunków był *E. gandalfi*, ale obszar jego występowania ograniczony był tylko do kanionów, siedlisk związanych z wymagającymi warunkami hydrodynamicznymi, intensywnym transportem osadów i wysokimi wskaźnikami akumulacji osadów. Fakt ten może wskazywać na oportunistyczny charakter *E. gandalfi*, zdolność tego gatunku do adaptacji oraz

tolerowania trudnych warunków środowiskowych. Innym gatunkiem charakterystycznym dla tego siedliska był *E. blazeji*, który (ze względu na cechy morfologiczne) należy do grupy gatunków znanych do tej pory z występowania tylko w płytkowodnym środowisku brakicznym. Jego obecność w głębokowodnym kanionie świadczy najprawdopodobniej o obecności słodkich (lub słonawych) wsięków wód, co czyni ten gatunek bardzo dobrym indykatorem istotnego dla każdego środowiska morskiego procesu SGD (Submarine Groundwater Discharge). Co ciekawe, drugim pod względem liczebności gatunkiem był *E. juliae*, który został znaleziony na kilku stacjach w kanionach, na szczycie góry i na stoku kontynentalnym. Gatunek ten klasyfikowany jest jako głębokowodny, pierwotnie stwierdzony na równinie abisalnej u wybrzeży Oregonu i wzdłuż wzniesienia kontynentalnego u wybrzeży Kalifornii, w północno-wschodnim Pacyfiku (Sørensen i in., 2018), a ostatnio znaleziony także na równinie abisalnej u wybrzeży Chile, na wschód od Rowu Atakama (Grzelak i in., 2021) [O6]. Obecność tego gatunku, a także osobników zbliżonych morfologicznie do *E. lupherorum* i *E. unispinosus* znanych z występowania w różnych rejonach półkuli północnej wskazują, że pomimo niskich zdolności dyspersyjnych, Kinorhyncha, podobnie jak inne gatunki meiofauny, mogą wykazywać szerszy wzorzec dystrybucji niż wcześniej zakładano. Stwierdzono także, że istotna część zanotowanych gatunków nie była ograniczona w swoim występowaniu pod względem typu siedliska, co odróżnia je od wielu innych taksonów. Bardzo duża liczba opisanych nowych gatunków potwierdza przypuszczenie o niedoszacowaniu różnorodności biologicznej meiofauny Nowej Zelandii oraz wielu innych obszarów, co niezwykle utrudnia ocenę możliwych konsekwencji związanych z zaburzeniami naturalnymi i antropogenicznymi środowiska morskiego.

Jednym z najbardziej ekstremalnych i najmniej poznanych habitatów morskich, są oceaniczne rowy głębokowodne, dlatego w pracy Grzelak i in., 2021 [O6] podjęto się badań nad strukturą zgrupowań Kinorhyncha tego ekosystemu. Celem projektu było przeprowadzenie pierwszego przeglądu i porównanie różnorodności i liczebności Kinorhyncha w Rowie Atakama i przyległej równinie abisalnej oraz na szelfie kontynentalnym u wybrzeży Chile. Badania oparte o klasyczne metody taksonomiczne (cechy morfologiczne), miały na celu poznanie różnorodności gatunkowej ryjkogłowych z Rowu Atakamskiego i przetestowanie paradygmatu mówiącego o wysokiej liczebności, ale małym gatunkowym zróżnicowaniu fauny rowów oceanicznych. Rowy oceaniczne (<6000 m) są najgłębszymi i najmniej dostępnymi regionami oceanu. Tradycyjnie uważa się je za systemy o niskiej energii, jednak badania wykazują, że dostępność żywności jest porównywalna lub nawet wyższa w najgłębszej części rowu niż w innych rejonach hadalnych, co związane jest z topografią rowów, powodującą

koncentrację materii organicznej wzdłuż osi rowu (Glud i in., 2013). Dostępność żywności może się jednak znacznie różnić, zarówno między rowami, jak i w obrębie rowów (Zeppilli i in., 2018). Na tle innych rowów oceanicznych Rów Atakamski charakteryzuje się bardzo wysokim strumieniem cząsteczkowego węgla organicznego (POC) i uważany jest za prawdziwy głębokowodny ‘hot spot’ pod względem liczebności i biomasy meiofauny (Danovaro i in. 2002, 2003; Shimabukuro i in. 2022). Choć nasze badania nie potwierdziły tych obserwacji, gdyż liczebność Kinorhyncha w rejonie Rowu była stosunkowo niska i porównywalna do innych głębokowodnych obszarów, to zaobserwowano wyraźny wzrost liczebności ryjkogłowych wraz z głębokością wody. Najwyższa liczebność zanotowana na najgłębszej stacji zlokalizowanej w osi rowu (> 8000 m) jest zgodna z obserwacjami dotyczącymi innych grup meiofauny dla innych rowów (Schmidt i Martínez Arbizu, 2015; Leduc i in., 2016) i potwierdza założenie, że strome zbocza rowów powodują grawitacyjny transport osadu w dół, a tym samym zwiększoną depozycję materii organicznej i zintensyfikowany metabolizm mikroorganizmów, wspierając tym samym zasoby fauny na największych głębokościach rowów oceanicznych. Nasze badania wykazały występowanie sześciu gatunków należących do rodzaju *Echinoderes* w rejonie Rowu Atakama. Spośród nich, *Echinoderes mamaqucha* sp. nov. opisany został jako nowy gatunek dla wiedzy. Uzyskano również dane morfologiczne dla trzech innych, potencjalnie nowych gatunków. Jednak ze względu na małą liczbę dostępnych okazów, gatunki te nie zostały formalnie opisane. W analizowanym materiale stwierdzono także obecność dwóch znanych wcześniej gatunków, tj. *E. juliae* i *E. pterus*. *Echinoderes juliae* opisany został z głębokowodnego rejonu u wybrzeży Oregonu i Kalifornii (Sørensen i in. 2018). *Echinoderes pterus* znany jest natomiast z rejonu północnego Spitsbergenu, północnego Atlantyku i Morza Śródziemnego (Yamasaki i in., 2018) [19]. Oprócz znaczącego zasięgu geograficznego, *E. pterus* znany jest również z występowania w szerokim gradiencie batymetrycznym, od 675 m do 4400 m. *Echinoderes mamaqucha* sp. nov. był gatunkiem dominującym na stacjach zlokalizowanych wzdłuż Rowu Atakama, a najwyższą liczebność osiągnął na najgłębszej stacji, na głębokości 8085 m. Pozostałe gatunki zostały znalezione tylko na stacjach abisalnych i na stoku kontynentalnym. Może to sugerować, że *Echinoderes mamaqucha* reprezentuje endemiczną formę dla Rowu Atakama. Należy także podkreślić fakt, że nowo opisany gatunek, jak również pozostałe trzy potencjalne nowe gatunki wykazują bardzo bliskie podobieństwo morfologiczne do innych głębokowodnych gatunków *Echinoderes*, w tym do gatunku *E. ultraabyssalis*, opisanego z najgłębszej depresji Rowu Kurylsko-Kamczackiego (> 9000m; Adrianov i Maiorova, 2019), który jednocześnie był jedynym znanym do tej pory gatunkiem Kinorhyncha opisanym z głębokości hadalnych. Mimo

że każdy rów i otaczające go równiny abisalne wydają się charakteryzować unikalną fauną na poziomie gatunkowym, nadal istnieje ścisły związek filogenetyczny między gatunkami na tych ekstremalnych głębokościach. Sugeruje to albo pewien przepływ genów między tymi głębokowodnymi siedliskami, bądź też ewentualność zasiedlenia tych ekosystemów przez kilka tych samych gatunków, które następnie uległy dalszej specjacji. Drugi scenariusz potwierdzałby, stawiane wcześniej dla systemów rowów oceanicznych, hipotezy mówiące o ich geograficznej izolacji i stosunkowo niewielkiej łączności z innymi siedliskami, czego wyrazem jest niska różnorodność fauny zamieszkującej osady, zwłaszcza w najgłębszych częściach rowu. Uzyskane wyniki stanowią nie tylko istotny wkład do wiedzy na temat różnorodności i schematów rozmieszczenia Kinorhyncha, ale potwierdzają także, że grupa ta jest dobrym obiektem modelowym i może być wykorzystywana do testowania teorii ekologicznych i/lub ewolucyjnych.

Zachodzące zmiany klimatyczne stanowią jedno z głównych w skali świata zagrożeń dla morskiej różnorodności biologicznej. Rejonem wyjątkowo narażonym na zmiany klimatyczne jest Arktyka, gdzie dynamika zmian związanych z klimatem jest dwukrotnie szybsza niż w innych rejonach świata (ACIA, 2004). Wyznacznikiem wspomnianych zmian jest tempo zmniejszania się pokrywy lodowej, które jest znacznie szybsze niż ilustrują to modele (Wang i Overland, 2009; Meier i in., 2014) oraz zwiększenie transportu ciepłych wód atlantyckich w rejon Arktyki. Szczególnie narażone na niekorzystne konsekwencje zachodzących zmian są zespoły bentosowe, bezpośrednio sprzężone z systemem pelagicznym i bezpośrednio zależne od produkcji pierwotnej (PP) i sedymentującej materii organicznej (POM), w tym meiofauna. Odpowiedź meiofauny na zachodzące w ostatnich latach zmiany klimatyczne może być obserwowana zarówno na poziomie strukturalnym, jak wykazano w pracach Grzelak i Kotwicki, 2012; Soltwedel i in. 2016; Grzelak i in. 2017; Soltwedel i in., 2020 [34, 23, 21, 12] oraz Grzelak & Sørensen, 2019 (O4), jak i na poziomie funkcjonalnym, co było głównym tematem badawczym podjętym w artykułach Grzelak i in., 2016 oraz Grzelak i in., 2020 (O2 i O5). W przypadku organizmów interstycjalnych, takich jak Nematoda, wielkość ciała jest efektem bezpośredniej adaptacji do życia w osadach o określonej wielkości cząstek, ale inne czynniki środowiskowe jak np. dostępność czy jakość pożywienia bezpośrednio lub pośrednio kształtują morfologię tych organizmów. Dlatego w obu pracach [O2, O5] wykorzystano analizę morfometryczną i przeanalizowano strukturę wielkościową Nematoda w rejonie zachodnich fiordów Spitsbergenu oraz głębokowodnego obszaru zlokalizowanego na północ od Archipelagu Svalbard, w celu scharakteryzowania odpowiedzi zgrupowań nicieni na panujące w tym rejonie warunki środowiskowe. W pracy Grzelak i in.

2016 [O2] badania prowadzono w fiordzie Hornsund i Kongsfjorden, które pomimo wielu podobieństw (porównywalne głębokości, homogeniczność osadów), charakteryzują się odmiennymi warunkami hydrologicznymi i w związku z tym w różnym stopniu podlegają efektom obserwowanego ocieplenia klimatu. Pierwszy z fiordów – Hornsund, będący pod bezpośrednim wpływem wód arktycznych docierających przybrzeżnym prądem Sørkapp z Morza Barentsa, uważany jest za fiord o arktycznym charakterze. Drugi, Kongsfjorden, pozostaje przede wszystkim pod wpływem relatywnie ciepłych wód atlantyckich niesionych przez Prąd Zachodniospitsbergeński, których silna adwekcja obserwowana jest szczególnie w ostatnich latach. Ma to swoje konsekwencje w odniesieniu do ilości i jakości materii organicznej zawartej w osadach, który to parametr scharakteryzowano jako kluczowy czynnik środowiskowy, kształtujący obraz zespołów meiofauny i nicieni zarazem. Osady Kongsfjorden cechowała lepsza jakość materii organicznej (wyrażona zarówno jako zawartości chlorofilu a w osadzie jak i wartościami $\delta^{13}\text{C}_{\text{Org}}$, czy stosunkiem C/N) w porównaniu z osadami fiordu Hornsund, co miało statystycznie istotne znaczenie dla biomasy meiofauny, która była wyższa w Kongsfiordzie oraz odzwierciedliło się w odmiennym schemacie rozmieszczenia organizmów meiofaunowych w profilu pionowym osadu. W fiordzie Hornsund większość organizmów zamieszkiwała powierzchniowy centymetr osadu, natomiast w Kongsfjordzie schemat rozmieszczenia charakteryzował się miarowym spadkiem liczebności nicieni wraz ze wzrostem głębokości osadu. Podobny schemat pionowego rozmieszczenia nematofauny odnosił się również do biomasy badanych zgrupowań. Osady Kongsfjordu zasiedlone były przez zgrupowania nicieni charakteryzujące się większą biomasą i różnorodnością morfologiczną. Właściwości biochemiczne osadu i dostępność pokarmu znacząco wpływały na wielkość nicieni wyrażoną poprzez długość (L) i szerokość (W) ciała oraz znalazły odzwierciedlenie w spektrach wielkościowych ciała nicieni. W Kongsfjorden zanotowano liczne występowanie organizmów o krępej budowie ciała (krótkich i bardzo szerokich), praktycznie nieobecnych w fiordzie Hornsund. Obecność organizmów o takich parametrach morfometrycznych wskazuje na dobrze natlenione, bogate w łatwo przyswajalny pokarm osady. Jako, że osady obu fiordów cechowało stosunkowo duże podobieństwo cech granulometrycznych osadu, stwierdzono, że morfologiczny obraz zgrupowań nicieni nie jest kształtowany bezpośrednio przez parametry fizyczne osadu (jak sugerowały niektóre wcześniej prowadzone badania), a związany jest przede wszystkim z biogeochemicznymi parametrami osadów. W Hornsundzie, gdzie źródłem materii organicznej jest w dużej mierze spływ lądowy, pula jakościowo 'lepszego' tj. łatwiej przyswajalnego węgla organicznego jest mniejsza, co odzwierciedla się nie tylko w liczniej występujących osobnikach o niskiej biomacie

jednostkowej, ale także mniejszej różnorodności taksonomicznej Nematoda. Uzyskane wyniki wskazują, że zespoły nicieni w Hornsundzie zdominowane są przez przedstawicieli oportunistycznych rodzajów jak *Thalassomonhystera*, *Halalaimus*, *Terschellingia* czy *Sabatieria*. Rodzaje te charakteryzują się szerokim spektrum ekologicznym, co daje im przewagę w środowiskach zaburzonych lub tych, o mniej korzystnych warunkach środowiskowych.

Aspekt różnorodności funkcjonalnej zespołów Nematoda był kontynuowany i rozwijany w kolejnej pracy, tj. Grzelak i in. 2020 [O5], gdzie przeanalizowano nie tylko biomasa nicieni, typy kształtów ciała, czy cechy morfometryczne w odniesieniu do całego zgrupowania, ale także w kontekście konkretnych grup troficznych, stadiów rozwojowych i płci, oraz dominujących na badanych stacjach rodzajów Nematoda. Badania prowadzone były na północ od Archipelagu Svalbard: w rejonie Yermak Plateau, rejonie wód otwartych Basenu Nansena i rejonie szelfu Spitsbergenu. Badane stacje istotnie różniły się długością zalegania pokrywy lodowej w ciągu roku, a także rodzajem i intensywnością zakwitu wód powierzchniowych. Odmienne warunki środowiskowe w toni wodnej odzwierciedlane były przez zgrupowania Nematoda na dnie morskim. Wykazano, że różnice w liczebności nicieni, biomasy całkowitej, średniej biomasy indywidualnej oraz cechach morfometrycznych odzwierciedlają różnice w przepływie materii organicznej do dna morskiego (związaną z produktywnością pelagiczną) oraz we właściwościach biogeochemicznych osadów. Na stacjach zlokalizowanych w rejonie Yermak Plateau, a zatem obszaru, który przez większość części roku pozostaje w zasięgu pokrywy lodowej, obserwowano znacząco większą liczebność Nematoda o istotnie mniejszych rozmiarach ciała. Natomiast, przesuując się w kierunku rejonu pozostającego najkrócej pod wpływem pokrywy lodowej, tj. w stronę szelfu, gdzie zakwity są dłuższe i bardziej intensywne, spektra wielkościowe organizmów konsekwentnie osiągały większe wartości. Wyraźna dominacja biomasy w niższych klasach wagowych oraz znacznie niższa liczebność nicieni o długim i grubym morfotypie obserwowana na płaskowyżu Yermak kontrastowała z zespołem obserwowanym na szelfie, gdzie korzystniejsze warunki środowiskowe wpłynęły na obecność innych morfotypów – organizmów istotnie dłuższych i szerszych, o większej biomasy indywidualnej. Taka charakterystyka zgrupowań ma istotne znaczenie dla funkcjonowania całego ekosystemu bentosowego (szczególnie w miejscach, gdzie udział makrofauny jest stosunkowo niewielki), gdyż większa indywidualna biomasa osobnika oznacza większy potencjał bioturbacyjny, co wpływa na transport tlenu w głębsze warstwy osadu oraz zintensyfikowanie procesu remineralizacji materii organicznej. Przeprowadzone badania dostarczyły wcześniej niedostępnych danych na temat morfometrii

nicieni w tym regionie Arktyki podczas ekologicznie ważnego okresu- przełomu wiosny i lata, potwierdzając tym samym, że zachodzące w Arktyce zmiany środowiskowe, w tym związane ze zmniejszaniem się zasięgu lodu morskiego oraz intensywnością produkcji pierwotnej będą miały istotne znaczenie dla funkcjonowania fauny bentosowej. W przypadku zgrupowań Nematoda zmiany te mają wpływ na cechy morfometryczne, a w następstwie na produkcję wtórną meiobentosu. Analiza cech morfometrycznych nicieni może być bardzo istotnym narzędziem w ocenie warunków środowiskach i z sukcesem stosowana może być w badaniach monitoringowych czy porównawczych, mających na celu ocenę reakcji ekosystemu na zaburzenie lub zachodzące sukcesywnie zmiany środowiskowe.

Ponieważ większość prac dotyczących ekologii meiofauny opiera się na badaniach prowadzonych na wolnożyjących Nematoda, w konsekwencji niewiele wiadomo o składzie taksonomicznym oraz ekologii pozostałych grup organizmów zaliczanych do meiofauny, szczególnie w rejonach polarnych. W pracy Grzelak i Sørensen, 2019b [O4] skupiono się na bioróżnorodności innej grupy meiofauny tj. Kinorhyncha i ocenie wpływu zmiennych środowiskowych na jej różnorodność i strukturę. Było to możliwe dzięki wcześniej prowadzonym przeze mnie pracom nad taksonomią Kinorhyncha w rejonie Spitsbergenu, podczas których dodatkowo zidentyfikowano i opisano pięć nowych dla wiedzy gatunków z rodzaju *Echinoderes* (Grzelak i Sørensen, 2018, 2019a; Yamasaki i in., 2018), oraz cztery nowe dla nauki gatunki należące do rodziny Pycnophyidae (Sørensen i Grzelak, 2018) [14,17,18,19]. W badaniach przeanalizowano materiał pochodzący z 25 stacji, zlokalizowanych w rejonie Archipelagu Svalbard w szerokim gradiencie środowiskowym, w którym znaleziono ponad 4000 osobników Kinorhyncha. W toku analizy wyodrębniono trzy zgrupowania Kinorhyncha: „zgrupowanie fiordowe” charakteryzujące się największą liczebnością, różnorodnością oraz dominacją gatunku *Echinoderes eximus*; „zgrupowanie wód otwartych” zdominowane przez *E. arlis*, oraz „zgrupowanie rejonów północnych” charakteryzujące się najmniejszą liczebnością i różnorodnością a jednocześnie występowaniem gatunków rzadkich jak *E. balerioni* czy *E. pterus*. Wykazano, że typ osadu i stopień jego heterogeniczności stanowią najistotniejszy z czynników środowiskowych wpływających na charakterystykę fauny Kinorhyncha, i w przeciwieństwie do Nematoda, ilość i jakość dostępnej materii organicznej nie jest czynnikiem limitującym występowanie tej grupy organizmów. Bez rozpoznania różnorodności i schematów występowania poszczególnych grup meiofauny jak Nematoda czy Kinorhyncha, preferencji środowiskowych dominujących gatunków czy powiązań populacyjnych, niemożliwe jest poznanie i zrozumienie funkcjonowania całej meiofauny, co niezbędne jest do pełnej oceny

różnorodności biologicznej i oceny zmian zachodzących w ekosystemach morskich, szczególnie w szybko zmieniającym się obszarze Arktyki.

Kolejnym przykładem naturalnego zaburzenia środowiska morskiego są podmorskie wypływy wód gruntowych (Submarine Groundwater Discharge - SGD), które zmieniają chemizm wody, będąc istotnym źródłem biogenów, węgla i niektórych metali, mogące stanowić znaczące źródło dopływu wody słodkiej do ekosystemu morskiego. Wpływ wysięków wód gruntowych na skład, różnorodność i funkcjonowanie ekosystemów bentosowych jest wciąż bardzo słabo poznany. Dlatego temat ten podjęto w badaniach prowadzonych w rejonie Long Island (NY, USA), których wyniki przedstawiono w publikacji Grzelak i in. 2018 [O3]. Badania wykazały, że wysięki wód podziemnych mają istotny wpływ na lokalną bioróżnorodność fauny, a zbiorowiska meiofauny znacząco różnią się między rejonami wysiękowymi w porównaniu z obszarem referencyjnym. Różnorodność nicieni w miejscach dotkniętych SGD była niska, a struktura zgrupowania zdominowana została przez kilka oportunistycznych rodzajów. Dodatkowo, zaobserwowano tam obecność reprezentantów typowych słodkowodnych rodzajów nicieni jak *Tripyla* czy *Eudorylaimus*. Ich obecność w morskiej strefie przybrzeżnej jest bardzo nietypowa i potwierdza, jak ważną rolę odgrywa proces SGD w kontekście lokalnej bioróżnorodności. Zidentyfikowane rodzaje słodkowodnych Nematoda lokalnie mogą być wykorzystywane jako wskaźniki wód wysiękowych, co może być bardzo pomocne w trakcie badań monitoringowych i śledzenia wpływu wód gruntowych na ekosystem strefy brzegowej.

Przedstawiony zbiór 7 artykułów łączy próba lepszego poznania i zrozumienia różnorodności strukturalnej i funkcjonalnej meiofauny, wzorców jej występowania w różnych środowiskach morskich oraz możliwość wykorzystania meiofauny i jej dwóch kluczowych grup taksonomicznych, tj. Nematoda i Kinorhyncha, jako narzędzi w ocenie stanu środowiska morskiego. Wszystkie opisane badania wykazały, że meiofauna jest grupą organizmów posiadająca własną, charakterystyczną strukturę funkcjonalną w środowisku i jest bardzo istotnym narzędziem w ekologicznej ocenie skrajnie zaburzonych, czy ekstremalnych środowisk. Opublikowane prace przedstawiają rolę i użyteczność meiofauny w kontekście różnych rodzajów zaburzeń naturalnych i antropogenicznych w szerokim gradiencie środowiskowym.

Literatura

ACIA, 2004. Arctic climate impact assessment. Impact of a warming Arctic: Arctic climate impact assessment. Cambridge University Press, Cambridge, UK. **Adrianov i Maiorova, 2019.** Progress in Oceanography 178:102142. doi:10.1016/j.pocean.2019.102142. **Appeltans i in., 2012.** Current Biology

22:2189–2202. doi:10.1016/j.cub.2012.09.036. **Bergmann i in., 2011.** Deep-Sea Research I 58, 711–722. doi:10.1016/j.dsr.2016.12.011. **Bluhm i in., 2011.** Marine Biodiversity 41, 87–107. doi:10.1007/s12526-010-0078-4. **Carey & Montagna, 1982.** Marine Ecology Progress Series 8:1–8. doi:10.3354/meps008001. **Danovaro i in., 2002.** Deep Sea Research I 49, 843–857. doi:10.1016/s0967-0637(01)00084-x. **Danovaro i in., 2003.** Deep Sea Research I 50, 1411–1420. doi:10.1016/j.dsr.2003.07.001. **Danovaro i in., 2008.** Current Biology 18, 1-18. **Glud i in., 2013.** Nature Geoscience 6, 284–288. doi:10.1038/ngeo1773. **Górska i in., 2014.** Deep Sea Research I 91, 36–49. doi:10.1016/j.dsr.2014.05.010. **Kennedy i Jacoby, 1999.** Environmental Monitoring Assessment 54, 47–68. doi:10.1023/A:1005854731889. **Leduc i in., 2016.** Deep-Sea Research I 116, 264–275. doi:10.1016/j.dsr.2015.11.003. **Meier i in., 2014.** Reviews of Geophysics 52(3), 185-217. **Rosli i in., 2016.** PeerJ 4: e2154. doi:10.7717/peerj.2154. **Schmidt i Martínez Arbizu, 2015.** Deep-Sea Research II 111, 60–75. doi:10.1016/j.dsr.2014.08.019. **Shimabukuro i in., 2022.** Scientific Reports 12, 4338. doi:10.1038/s41598-022-08088-1. **Soltwedel i in., 2009.** Sea Research I 56, 2856-1872.. **Sørensen i in., 2018.** European Journal of Taxonomy 456: 1–75. doi:10.5852/ejt.2018.456. **Wang i Overland, 2009.** Geophysical Research Letters 36: L07502. doi:10.1029/2009GL037820;. **Wei i in., 2010.** PLoS ONE 5(12):e15323. doi:10.1371/journal.pone.0015323. **Zeppilli i in., 2018.** Marine Biodiversity 48, 35–71. doi:10.1007/s12526-017-0815-z

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

Szczegółowa lista moich osiągnięć naukowych została przedstawiona w załączniku „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” w pkt 4. Poniżej, w Tabeli 2 prezentuję uproszczoną listę wszystkich opublikowanych prac, z zaznaczeniem (wytluszczony druk) publikacji wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego. W skład mojego dorobku wchodzi 36 publikacji z bazy JCR, w tym 14 pierwszo-autorskich. 10 artykułów zostało opublikowanych przed obroną doktoratu, a 26 po uzyskaniu stopnia doktora. Jestem autorem 4 rozdziałów w monografiach naukowych (dwa rozdziały są w trakcie publikacji) oraz dwóch publikacji popularno-naukowych. Mój indeks Hirscha H' wynosi 12, a według bazy Scopus publikacje, których jestem autorem i współautorem cytowane były 542 razy (włączając monografie) (27.07.2023).

Tabela 2 Lista wszystkich opublikowanych prac wraz z liczbą cytowań na dzień 26.06.2023 wg. bazy Scopus, punktami MNiSW na rok 2023 i realnym Impact Factor.

N	Autor	Czasopismo	Rok wydania	Liczba cytowań	Punkty MNiSW	IF
1	Sørensen et al.	<i>European Journal of Taxonomy</i>	2023	-	70	1.398
2	Oleszczuk et al.	<i>Ecological Indicators</i>	2023	-	200	6.263
3	González-Casarrubios et al.	<i>Zoologischer Anzeiger</i>	2023	1	70	1.581
4	Grzelak et al.	<i>Zoologischer Anzeiger</i>	2023	-	70	1.581
5	Grzelak & Sørensen	<i>European Journal of Taxonomy</i>	2022	3	70	1.398
6	Sørensen et al.	<i>Zoologischer Anzeiger</i>	2022	1	70	1.581
7	Boscaro et al..	<i>Nature Microbiology</i>	2022	6	200	14.300
8	Chełchowski et al.	<i>Antarctic Science</i>	2022	2	70	2.104
9	Grzelak et al.	<i>Frontiers in Marine Science</i>	2021	7	140	5.247
10	Oleszczuk et al.	<i>Deep-Sea Research Part I</i>	2021	5	100	3.101
11	Grzelak et al.	<i>Marine Environmental Research</i>	2020	2	100	3.737
12	Soltwedel et al.	<i>Diversity</i>	2020	4	70	2.047
13	Grzelak & Sørensen	<i>Zoologischer Anzeiger</i>	2019	8	70	1.581
14	Grzelak & Sørensen	<i>Marine Biodiversity</i>	2019	17	70	1.815
15	Grzelak et al.	<i>Marine Environmental Research</i>	2018	11	100	3.737
16	Kotwicki et al.	<i>Oceanologia</i>	2018	6	100	2.526
17	Grzelak & Sørensen	<i>Marine Biology Research</i>	2018	28	40	1.609
18	Sørensen & Grzelak	<i>PeerJ</i>	2018	7	100	3.060
19	Yamasaki et al.	<i>ZooKeys</i>	2018	21	70	1.492
20	Węśławski et al.	<i>Oceanologia</i>	2017	4	100	2.526
21	Grzelak et al.	<i>Journal of Marine Systems</i>	2017	7	100	3.010
22	Grzelak et al.	<i>Ecological Indicators</i>	2016	25	200	6.263
23	Soltwedel et al.	<i>Ecological Indicators</i>	2016	93	200	6.263
24	Kotwicki et al.	<i>Deep-Sea Research Part II</i>	2016	13	70	2.887
25	Beldowski et al.	<i>Deep-Sea Research Part II</i>	2016	65	70	2.887
26	Grzelak & Kotwicki	<i>Deep-Sea Research Part II</i>	2016	9	70	2.887
27	Zawierucha et al.	<i>Marine Biology Research</i>	2015	12	40	1.609
28	Grabowska et al.	<i>Journal of Sea Research</i>	2015	4	70	2.287
29	Kotwicki et al.	<i>Estuarine, Coastal and Shelf Science</i>	2014	10	100	3.229
30	Kolicka et al.	<i>Zootaxa</i>	2014	9	70	1.091
31	Górska et al.	<i>Deep-Sea Research Part I</i>	2014	24	100	3.101
32	Kotwicki et al.	<i>Journal of Marine Systems</i>	2014	41	100	3.010
33	Zawierucha et al.	<i>Pakistan Journal of Zoology</i>	2013	6	40	0.687
34	Grzelak & Kotwicki	<i>Polar Biology</i>	2012	29	70	2.198
35	Grzelak & Kuklinski	<i>J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom</i>	2010	26	70	1.559
36	Grzelak et al.	<i>Polish J. of Environmental Studies</i>	2009	21	40	1.871
suma				Σ527	Σ3290	107.523
Z wyłączeniem publ. hab				Σ462	Σ2540	82.673

Moja droga naukowa od początku opierała się na ścisłej współpracy naukowej z bardziej doświadczonymi naukowcami zarówno z polskich jednostek naukowych, jak i placówek zagranicznych. Wielkim zwolennikiem nawiązywania kontaktów, w szczególności tych zagranicznych, był mój promotor pracy magisterskiej i pracy doktorskiej, ówczesny kierownik Zakładu Ekologii, a obecnie Dyrektor Instytutu Oceanologii PAN prof. dr hab. Jan Marcin Węśławski. Dzięki Jego wsparciu miałam możliwość zdobywać doświadczenia naukowe za granicą, brać udział w licznych szkoleniach zawodowych i uczestniczyć w szeregu konferencji naukowych.

Na mojej ścieżce naukowej miałam okazję poznać i współpracować z wieloma znakomitymi naukowcami, ale poszczególne etapy tej drogi były szczególnie związane z kilkoma osobami i instytucjami. Okres 'przed doktoratem' związany jest przede wszystkim z Marine Biology Research Group Ghent University, gdzie pod okiem dr Jana Vanaverbeke zdobywałam umiejętności w zakresie oznaczeń taksonomicznych Nematoda, podczas kilkutygodniowych wizyt w ramach wymiany bilateralnej w 2008 i 2012 roku. Możliwość nauki u boku dr Vanaverbeke, którego poznałam w 2007 roku podczas jednego z moich pierwszych odbytych kursów, wyznaczyła moją późniejszą drogę i zainteresowania naukowe dominującą grupą meiofauny, jaką są Nematoda. Ośrodek w Belgii odwiedzałam jeszcze kilkakrotnie (krótsze, kilkudniowe wizyty) mając okazję weryfikować wykonywane przez mnie oznaczenia taksonomiczne Nematoda i korzystać z wiedzy i doświadczenia dr Vanaverbeke oraz całego zespołu Marine Biology Research Group. Dr Vanaverbeke był też osobą, która rekomendowała mnie kierownikowi sekcji Deep-Sea Ecology and Technology w Alfred Wegener Institute (AWI) dr Thomasowi Soltwedelowi do pracy w kierowanym przez niego projekcie LTER (Long-Term Ecological Research) Observatory HAUSGARTEN. HAUSGARTEN to głębokowodny arktyczny poligon badawczy zlokalizowany w centralnej części Cieśniny Fram, w obrębie którego znajduje się prawie 20 stacji pomiarowych, gdzie od 1999 roku nieprzerwanie prowadzone są multidyscyplinarne badania naukowe. Dzięki tej współpracy otrzymałam unikatowe głębokowodne próbki osadów dennych, na których pracowałam w ramach mojego doktoratu. Ośrodki w Niemczech, zarówno AWI jak i Senckenberg Research Institute odwiedzałam kilkakrotnie, w ramach wymiany bilateralnej oraz zdobytego przeze mnie finansowanie w ramach środków EU programu SYNTHESYS w latach 2009, 2015-2016. Efektem tej współpracy była nie tylko moja praca doktorska, w której przedstawiono wyniki najdłuższych w historii badań głębokowodnej meiofauny (10 lat) i prób zebranych w bardzo szerokim zakresie batymetrycznym (1200-5500 m), ale także wspólne

publikacje [12,21,23] oraz szereg wystąpień konferencyjnych [załącznik 4 pkt.7: 35,38,39,46,47,49].

Jeszcze w trakcie pracy nad doktoratem zaangażowana byłam w realizację międzynarodowego projektu AMBER BONUS+, którym ze strony polskiej kierował prof. IOPAN dr hab. Lech Kotwicki. Projekt skupiony był na niezwykle istotnym, choć stosunkowo rzadko podejmowanym w badaniach procesie, jakim jest wypływ wód gruntowych bezpośrednio do morza. W trakcie realizacji badań oceniono nie tylko tempo i wielkość wypływu wód gruntowych do Zatoki Gdańskiej, ale także po raz pierwszy dla polskiej strefy brzegowej zwrócono uwagę na efekt tego procesu na zbiorowiska meiofauny [32]. Wyniki tego projektu pokazano na kilku konferencjach [załącznik 4 pkt.7: 45,48,51], w tym na konferencji Gordon Research Conference we Francji w 2012 [załącznik 4 pkt.7: 40]. Na tej ostatniej miałam przyjemność poznać prof. Henry'ego Bokuniewicza z Long Island Groundwater Research Institute (LIGRI) z USA, który szczególnie zainteresował się pokazowanymi przeze mnie wynikami dotyczącymi efektu wypływów wód gruntowych na faunę. Profesor Bokuniewicz jest światowej sławy specjalistą zaangażowanym w programy monitorowania plaż, związanymi ze zmianami ich linii brzegowej, dynamiki plaż, ale przede wszystkim problemów wynikających z wypływami wód gruntowych bezpośrednio do morza. Jednak, pomimo wielu lat doświadczenia i wieloaspektowych badań nad tym procesem, okazało się, że konsekwencje ekologiczne wypływów wód gruntowych są bardzo słabo zbadane, nawet na tak dobrze zbadanym obszarze wypływu wód gruntowych, jakim jest wybrzeże Long Island, NY. Inspirująca dyskusja na ten temat wzbudziła obopólną chęć nawiązania współpracy, którą udało się urzeczywistnić w 2016 roku, wkrótce po obronie doktoratu. Dzięki Kościuszko Foundation Fellowship pozyskałam środki na odbycie 3-miesięcznego stażu na Stony Brook University, Long Island Groundwater Research Institute, podczas którego realizowałam projekt badawczy pt. „Submarine groundwaters- hidden habitat for interstitial organisms”. Szczegółowa analiza taksonomiczna Nematoda pozwoliła scharakteryzować rodzaje nicieni, które lokalnie mogą być wykorzystywane jako wskaźniki wód wsięgowych, co w połączeniu z badaniami fizyko-chemicznymi wód może być bardzo pomocne w trakcie badań monitoringowych i śledzenia wpływu wód gruntowych na ekosystem strefy brzegowej. Szczegółowe wyniki tych badań zostały opisane w publikacji [15] (tj. O3) i prezentowane podczas VIII International Sandy Beach Symposium w Grecji [załącznik 4 pkt.7: 18].

Badania związane z ekologią zbiorowisk Nematoda realizowałam także w ramach innych projektów, w których brałam udział jeszcze przed obroną doktoratu, takich jak międzynarodowy projekt CHEMSEA: Chemical Munitions, Search and Assessment,

kierowany przez prof. dr hab. Jacka Bełdowskiego z IOPAN czy projekt “ Face2Face: From benthos-dominated to zooplankton dominated-mode: two faces of the Arctic fjords” finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, którego kierownikiem był prof. dr hab. Jan Marcin Węśławski. Pierwszy z wymienionych projektów miał na celu środowiskową ocenę wpływu zatopionej w M. Bałtyckim poniemieckiej broni chemicznej z czasów II Wojny Światowej. Organizmy meiofauny, żyjące w przestrzeniach pomiędzy ziarnami osadu są bezpośrednio narażane na potencjalne zanieczyszczenia metalami ciężkimi i związkami rozkładu substancji chemicznych składowanej na dnie Bałtyku broni, dlatego zostały wybrane jako narzędzie do oceny antropogenicznego oddziaływania i zaburzeń środowiska. W wyniku realizacji tego projektu ustalono, że w rejonach zatopień praktycznie jedyną grupą organizmów zasiedlającą osady były Nematoda, które wykazują szerokie możliwości adaptacyjne, pozwalające przetrwać okresy deficytów tlenowych lub innych zaburzeń środowiska, dzięki czemu z sukcesem funkcjonują w stosunkowo niekorzystnych warunkach [24, 26 tj. O1]. Oprócz wymienionych wyżej publikacji [24,26] wyniki projektu opisane były również w publikacji [25] oraz prezentowane podczas kilku konferencji międzynarodowych [załącznik 4 pkt.7: 22,34,43].

Drugi wspomniany projekt “Face2Face: From benthos-dominated to zooplankton dominated-mode: two faces of the Arctic fjords” podejmował próbę oceny zależności między strukturą zespołów planktonowych i bentosowych w odpowiedzi na zachodzące zmiany środowiskowe w fiordach Spitsbergenu. W trakcie prac skupiłam się nie tylko na aspekcie strukturalnym zgrupowań meiofauny i Nematoda, ale przede wszystkim analizowałam nicienie pod kątem ich różnorodności funkcjonalnej, wyrażonej przez parametry morfometryczne tych organizmów oraz ich biomasę, udowadniając, że morfologiczny obraz zgrupowań nicieni nie jest kształtowany bezpośrednio przez parametry fizyczne osadu (jak sugerowały niektóre wcześniej prowadzone badania), a związany jest przede wszystkim z biogeochemicznymi parametrami osadów [22] (tj. O2) [załącznik 4 pkt.7: 24-30,36].

Dodatkowo, w trakcie prac laboratoryjnych okazało się, że Kinorhyncha (ryjkogłowe) stanowią bardzo liczny i różnorodny element zgrupowań meiofauny w rejonie fiordów Spitsbergenu, co potwierdzało moje wcześniejsze obserwacje [34]. Postanowiłam wtedy poszerzyć swoją wiedzę i warsztat metodyczny i rozpoczęłam naukę z zakresu taksonomii Kinorhyncha pod okiem światowego eksperta w tej dziedzinie dr Martina V. Sørensen z Muzeum Historii Naturalnej w Kopenhadze. Dr Sørenseną poznałam w 2013 roku we Francji podczas Meiofauna International Conference and Workshop. To spotkanie było niezwykle istotne dla rozwoju mojej drogi naukowej po obronie doktoratu i ma swoje bardzo wymierne konsekwencje do

dzisiaj. Kinorhyncha to niezwykle ciekawa i ważna grupa morskich bezkręgowców, jednak na świecie jest tylko kilka osób zajmujących się tą unikalną i trudną taksonomicznie grupą. W Polsce, do tej pory nikt nie koncentrował się na tych organizmach w swoich badaniach, dlatego umiejętności zdobyte dzięki współpracy z dr Sørensenem umożliwiły mi podjęcie wielu nowych naukowych wyzwań. Do dzisiaj pozostaję jedyną osobą w Polsce mającą wiedzę i doświadczenie w pracy z tą grupą zwierząt. Naukę pod okiem dr Sørensenem rozpoczęłam w 2016 roku, podczas miesięcznego pobytu w Muzeum Historii Naturalnej w Kopenhadze w ramach zdobytego stypendium ze środków EU programu SYNTHESYS. W tym czasie pracowaliśmy na bardzo dużym materiale zebranym na Spitsbergenie, co zaowocowało opisem 3 nowych dla nauki gatunków Kinorhyncha [17]. Prace nad tym materiałem kontynuowaliśmy w kolejnych dwóch latach, a ja odwiedzałam muzeum w Kopenhadze jeszcze kilkakrotnie, w tym także w ramach kolejnego finansowania z programu SYNTHESYS zdobytego w 2017 roku. Efektem tych wizyt i ścisłej współpracy z dr Sørensenem był opis kolejnych 6 nowych dla nauki gatunków Kinorhyncha z rejonu Svalbardu. Dodatkowo, w toku prowadzonych analiz zebrałam szczegółowe informacje morfologiczne, pozwalające uzupełnić opisy gatunkowe kilku kolejnych przedstawicieli Kinorhyncha z rodzaju *Echinoderes*. Analiza prób pochodzących w sumie z 25 stacji, zlokalizowanych w szerokim gradiencie batymetrycznym, w których znaleziono ponad 4000 osobników Kinorhyncha pozwoliła także na scharakteryzowanie różnorodności i struktury zgrupowań ryjkogłowych w skali przestrzennej i na tle panujących warunków środowiskowych Svalbardu. Wyniki te stanowiły trzon kilku publikacji [13 tj. O4] oraz [14,17,18,19] i prezentowane były na kilku konferencjach międzynarodowych [załącznik 4 pkt.7: 9,10,13,23]. Ta seria publikacji dostarczyła jak dotąd najbardziej wyczerpujących informacji o arktycznych ryjkogłowych.

Prowadzenie prac nad Kinorhyncha nie oznaczało zaprzestania badań nad ekologią Nematoda. Te kontynuowałam i poszerzałam o nowe aspekty podczas realizacji 2-letniego stażu podoktorskiego (2016-2019), który odbyłam na Uniwersytecie Łódzkim, w Zakładzie Biologii Polarnej i Oceanobiologii, pod opieką prof. dr hab. Magdaleny Błażewicz. Dzięki zdobytemu finansowaniu z Narodowego Centrum Nauki realizowałam projekt pt. "Nematodes in different sea ice regime in the Arctic Ocean- structural, functional and genetic aspects", w którym podjęłam próbę oceny oddziaływania zachodzących zmian klimatycznych na funkcjonowanie meiofauny, ze szczególnym uwzględnieniem nicieni, w Arktyce Europejskiej. Opracowałam serię prób meiofauny pobranych w trzech obszarach Arktyki, znajdujących się pod wpływem odmiennych reżimów lodowych. Ocenie poddałam różnorodność i strukturę zespołów meiofauny oraz potencjalne źródła pokarmu Nematoda i Harpacticoida (kolejny z

dominujących taksonów meiofauny) wykorzystując analizę izotopów stabilnych, a wyniki interpretowałam w kontekście czynników środowiskowych. Były to pierwsze wyniki analiz izotopów stabilnych dla meiofauny tego rejonu. Nicienie podzielono na grupy wielkościowe, co dodatkowo pozwoliło wnioskować o relacji między wielkością ciała organizmu a jego potencjalnym źródłem pokarmu. Podjęłam także próbę scharakteryzowania różnorodności rodziny Desmoscolecidae (będącej stałym elementem zgrupowań Nematoda) na poziomie genetycznym. Odbycie tego stażu i realizacja projektu w istotny sposób przyczyniły się do rozwoju mojej kariery naukowej, przyniosło wymierne efekty w postaci publikacji naukowych [2,10,11 tj. O5], czy wystąpień konferencyjnych [załącznik 4 pkt.7: 11,12,14-17,20,21], ale także zostało docenione przez niezależnych ekspertów. Realizowany projekt został wybrany przez NCN, jako jeden z wyróżniających się projektów konkursu FUGA. Ponadto, w czasie odbywania stażu zostałam stypendystką Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (stypendium dla wybitnych młodych naukowców). Uzyskałam także prestiżowe stypendium Polsko-Amerykańskiej Komisji Fulbrighta na realizację projektu badawczego w USA na rok akademicki 2019-2020. Możliwość pracy w zespole badawczym prof. dr hab. Magdaleny Błażewicz ugruntowała we mnie decyzję o rozwijaniu naukowych zainteresowań z dziedziny taksonomii mikrobezkęgowców, technik mikroskopowania (SEM, CLSM), oraz poszerzania umiejętności praktycznych w zakresie taksonomii integratywnej i te właśnie aspekty pracy naukowej kontynuowałam w projekcie realizowanym w jednym z najświetniejszych na świecie Muzeum Historii Naturalnej Instytutu Smithsonian (NMNH) w Waszyngtonie.

Na stypendium Fulbrighta trwające 10 miesięcy wyjechałam zaraz po zakończeniu stażu podoktorskiego w Łodzi, w 2019 roku. Projekt pt. „Shedding light on pan-Arctic diversity of the mud dragons (Kinorhyncha)” był kontynuacją wcześniejszych badań prowadzonych nad arktycznymi ryjkogłowymi. Muzeum Smithsonian w Waszyngtonie posiada największą na świecie kolekcję arktycznych Kinorhyncha. Oprócz materiałów referencyjnych, kolekcja zawiera także liczne próbki nieoznaczonych okazów zebranych na przestrzeni lat 60-90tych XX wieku pochodzących z często niedostępnych i odległych rejonów Arktyki na Alasce, w Kanadzie, czy Arktyki Europejskiej (M. Beringa, M. Beauforta, M. Czukockie, M. Białe). Ten materiał stanowi niezwykle cenne źródło informacji, ale musi oczywiście być najpierw dokładnie zweryfikowany i oznaczony, co było moim głównym celem i zadaniem. Pomimo faktu, że wybuch pandemii COVID-19 znacząco wpłynął na realizację zaplanowanych badań, czas spędzony w NMNH pozwolił na zebranie bardzo dużej liczby informacji o różnorodności taksonomicznej i występowaniu gatunków z rodziny Echinoderidae, na przygotowanie bazy z danymi morfometrycznymi dla poszczególnych gatunków oraz zebranie informacji

umożliwiających przeprowadzenie redeskrpcji i opisu nowych dla nauki gatunków. Dodatkowo, zaobserwowałam, że gatunki dotychczas uważane za wyłącznie arktyczne jak np. *Echinoderes eximus* czy *E. tubilak*, mają o wiele większy zasięg występowania i obecne są w materiałach pochodzących z północno-wschodniej części Atlantyku i M. Ochockiego [4]. Pozostaje pytanie, w jaki sposób organizmy z bardzo ograniczonymi możliwościami dyspersyjnymi, mogą rozprzestrzeniać się na tysiące kilometrów i zasiedlać tak różne środowiska i, co najważniejsze, czy rzeczywiście reprezentują ten sam, szeroko rozpowszechniony gatunek, czy może morfologicznie identyczne, są genetycznie różne i tym samym reprezentują gatunki kryptyczne. Ten problem będę próbowała rozwiązać w obecnie kierowanym przeze mnie grantie finansowanym w ramach konkursu OPUS przez NCN pt. „DRAGONnest- exploring mud dragon biodiversity patterns in the Arctic”. Dotychczas nie badano struktury genetycznej Kinorhyncha zamieszkujących rejonu arktyczne. Zastosowanie technik molekularnych, które stały się powszechnym narzędziem w analizach taksonomicznych, oraz ułatwiających identyfikację gatunków kryptycznych, prawdopodobnie rzuci nowe światło na bioróżnorodność arktycznych Kinorhyncha i pozwoli zweryfikować wcześniejsze przypuszczenia o szerokim zasięgu występowaniu poszczególnych gatunków lub ich potencjalnej kryptycznej specjacji. Projekt ten realizuję we współpracy z duńskimi specjalistami z University of Copenhagen dr Martinem V. Sørensenem i dr Marią Herranz, co jest naturalną kontynuacją dotychczasowej bardzo owocnej kolaboracji między nami i podejmowanych w jej ramach tematów badawczych.

Współpraca z dr Sørensenem trwa nieprzerwanie od 2016 roku. Oprócz krótkoterminowych staży i wizyt naukowych w ramach programu SYNTHESYS, w Muzeum Historii Naturalnej w Kopenhadze na przełomie 2020 i 2021 roku odbyłam także 6-cio miesięczny staż podoktorski i prowadziłam badania naukowe pod opieką dr Sørensenem. W ramach stypendium im. Bekkera Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej realizowałam projekt pt. „Dragons of the Deep - gaining insight into the diversity of hadal mud dragons (Kinorhyncha)”. Dzięki współpracy z Muzeum Historii Naturalnej w Kopenhadze oraz instytutem IFREMER w Breście udało się pozyskać materiały do badań z rejonu głębokowodnego Rowu Atakama. Motywacją do podjęcia tej tematyki była niezwykle ograniczona wiedza na temat Kinorhyncha z rowów oceanicznych. Spośród aktualnie znanych prawie 350 gatunków ryjkogłowych tylko jeden opisany został ze strefy hadalu (> 6000 m), tj. *E. ultraabyssalis* znaleziony w Rowie Kurylsko-Kamczacki (Adrianov i Maiorova, 2019). Badania fauny Kinorhyncha z Rowu Atakama pozwoliły po raz pierwszy ocenić i porównać różnorodność oraz liczebność smoków błotnych w Rowie Atakama, przyległej równinie

abysalnej i na stoku kontynentalnym u wybrzeży Chile [9 tj. O6]. W trakcie pobytu na stażu rozpoczęłam także prace nad materiałami uzyskanymi z National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) w Auckland. Dane dotyczące fauny Kinorhyncha z półkuli południowej są bardzo ograniczone i do tej pory znanych było zaledwie 6 gatunków z Nowej Zelandii. Z tego względu materiał przekazany przez dr Daniela Leduc z NIWA z rejonu Hikurangi Margin z 20 stacji zlokalizowanych w różnych typach habitatów, tj. skłonie kontynentalnym, kanionach oraz podwodnych górach był niezwykle cenny w kontekście oceny bioróżnorodności Kinorhyncha tego obszaru i naszej wiedzy o różnorodności Kinorhyncha w ogóle. Badania wykazały piętnaście gatunków z rodzaju *Echinoderes*, z czego dziesięć opisano jako gatunki nowe dla nauki [5 tj. O7] [załącznik 4 pkt.7: 1,5]. Prace nad materiałem z Nowej Zelandii są kontynuowane. Znacząca liczba stacji badawczych, z których zebrano próbki oraz stosunkowo wysoka liczebność Kinorhyncha w materiale z Hikurangi Margin umożliwiła także przyjrzenie się wzorcom rozmieszczenia przestrzennego zgrupowań ryjkołowych. Różne siedliska zwykle charakteryzują się odrębnymi, pod kątem różnorodności strukturalnej, zgrupowaniami, co przyczynia się do ogólnej wysokiej różnorodności obszarów głębokowodnych. Jednak wiele z zanotowanych w rejonie Hikurangi Margin gatunków Kinorhyncha nie było ograniczonych w swoim rozmieszczeniu typem siedliska czy batymetrią. Jestem też w posiadaniu próbek z kolejnego rejonu tj. Bay of Plenty, a także głębokowodnego Rowu Kermadec.

W trakcie prac nad Kinorhyncha z Hikurangi Margin okazało się, że materiał zawiera także kilka osobników bardzo rzadko spotykanego taksonu tj. Loricifera. Loricifera, czyli kolczugowce, po raz pierwszy zanotowano w latach 70-tych XX u wybrzeży Danii i na wschodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych, a formalnie opisano w 1983 roku (Kristensen, 1983), co oznacza, że są jednym z najmłodszych odkrytych typów zwierząt. Profesor Reinhardt M. Kristensen to światowej sławy ekspert w dziedzinie taksonomii mikrobezkęgowców, który odkrył i opisał jeszcze dwa inne typy zwierząt: Micrognathozoa (Kristensen i Funch, 2000) i Cyclophora (Funch i Kristensen, 1995), do dnia dzisiejszego jest aktywny zawodowo i pracuje w Muzeum Historii Naturalnej w Kopenhadze. Praca w jednym zespole z prof. Kristensenem była dla mnie nie tylko ogromnym przywilejem, ale także możliwością zdobycia wiedzy taksonomicznej od najlepszego z ekspertów o kolejnej grupie organizmów należących do meiofauny. Tym samym postanowiliśmy się bliżej przyjrzeć osobnikom Loricifera z Nowej Zelandii, co doprowadziło do opisu nowego gatunku, a także nowego rodzaju kolczugowców [6] [załącznik 4 pkt.7: 6], będąc jednocześnie pierwszym doniesieniem zawierającym informacje na poziomie gatunkowym o Loricifera z tego rejonu.

Wszystkie dostępne aktualnie informacje o obydwu taksonach, tj. Kinorhyncha i Loricifera, z Nowej Zelandii znalazły się w rozdziałach książki „The Marine Biota of Aotearoa” [M1,M2], do napisania których zaprosił mnie i dr Sørensen dr Leduc z NIWA.

Aktualnie trwają dalsze prace taksonomiczne nad Loricifera we współpracy z dr Sørensenem i prof. Kristensenem. W materiałach z Rowu Atakama, nad którymi pracowałam w trakcie stażu podoktorskiego, znaleźliśmy 4 nowe dla nauki gatunki [1], a kolejnych spodziewamy się odkryć w materiałach ze Spitsbergenu, nad którymi rozpoczęły się niedawno prace. Ten nowy kierunek badań nad różnorodnością Loricifera jest niezwykle istotny, jako że nawet 40 lat po odkryciu tych fascynujących organizmów, nasza wiedza o nich jest wciąż niezwykle ograniczona, praktycznie pod każdym względem, m.in. ich bioróżnorodności (opisanych jest zaledwie 46 gatunków), rozmieszczenia geograficznego, czy pełnego zrozumienia ich niezwykle skomplikowanego cyklu życiowego.

Bardzo owocną współpracę naukową prowadziłam także na polu krajowym, z naukowcami dzięki którym poszerzałam swój warsztat naukowy i wiedzę na temat organizmów meiofauny. Oprócz ścisłej współpracy z kolegami i koleżankami z Zakładu Ekologii Morza IOPAN, prowadziłam badania dotyczące m.in. użyteczności meiofauny jako wskaźnika jakości środowiska wykorzystywanego do śledzenia krótko- i długookresowych efektów naturalnych katastrof ekologicznych (na przykładzie zaburzeń wywołanych falami tsunami) wraz z prof. UAM dr hab. Witoldem Szczucińskim [M4,36] [załącznik 4 pkt.7:52], czy z dr Małgorzatą Koliczką i dr hab. Krzysztofem Zawierucha z UAM w Poznaniu, z którymi prowadziłam badania nad Gastrotricha i Tardigrada [27,30,33] [załącznik 4 pkt.7:31-33].

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

Pracując w jednostce naukowej zajmującej się głównie realizacją zadań badawczych, moje doświadczenie dydaktyczne skupia się jedynie na wykładach prowadzonych dla doktorantów Instytutu Oceanologii PAN, Instytutu Oceanografii UG czy Uniwersytetu Śląskiego oraz wykładach/prezentacjach na zaproszenie, w ramach moich wyjazdów i staży zagranicznych.

2023: Wykład pt. „How do we identify marine microinvertebrates? ” dla studentów szkoły doktorskiej KNOW, Sopot

- 2021: Wykład pt. „Challenging marine taxa-taxonomical point of view” dla studentów szkoły doktorskiej KNOW, Sopot
- 2020: Wykład pt. “Meiofauna- niedoceniany element morskich zbiorowisk bentosowych” podczas zebrania plenarnego III Wydziału PAN; wykład na zaproszenie
- 2020: Yamasaki, H., Herranz, M., **Grzelak, K.**, Sørensen, M.V. Wykład pt. “*Revision of echinoderid species*” dla Japanese Society of Systematic Zoology.
- 2020: Wykład pt. “Kinorhynchs in the nutshell” w Smithsonian National Museum of Natural History, Washington D.C.
- 2019: Wykład pt. “Ukryty świat- podróż do krainy morskich smoków, niedźwiedzi i innych mikro-bohaterów” w ramach Festiwalu Nauki Techniki i Sztuki, Uniwersytet Łódzki
- 2019: Wykład pt.” Introduction to free-living marine nematodes – taxonomy, diversity and their importance in the benthic realm” dla studentów biologii Federal University of Parana podczas Meiofauna diversity and taxonomy course, Brazylia
- 2017: Wykład pt.” Taxonomy: yesterday, today, tomorrow” dla studentów szkoły doktorskiej KNOW, Sopot
- 2017: Wykład pt.” Nicienie, jako narzędzie w badaniach głębokiego morza” dla studentów studium doktoranckiego Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk
- 2016: Prowadzenie zajęć w ramach kursu “Marine habitats” dla studentów Stony Brook University, USA
- 2016: Wykład pt. ”Taksonomia: wczoraj, dziś, jutro” dla studentów szkoły doktorskiej KNOW, Sopot

Od czasu ukończenia studiów magisterskich współsprawowałam opiekę nad praktykami studenckimi, które odbywały się w Zakładzie Ekologii Morza, w Pracowni Ekologii Bentosu. W 2011 roku byłam nieformalnym promotorem pomocniczym pracy magisterskiej mgr Barbary Górskiej pt. ”Meiofauna głębokiego Oceanu Arktycznego - zmiany wieloletnie”, a w 2016 roku mgr Klaudii Gregorczyk pt. „Porównanie zbiorowisk meiofauny na miękkim dnie w dwóch różnych fiordach Spitsbergenu”.

W miarę możliwości i pojawiających się okazji, starałam się angażować w działania popularyzujące naukę. Brałam udział m.in. w Sopotkich Piknikach Naukowych, Festiwalu Nauki Techniki i Sztuki w Łodzi, oraz udzielałam wywiadów radiowych/prasowych przybliżając odbiorcom tematykę, którą zajmuję się na co dzień.

- 2022: „Kobięcy obraz morza”- wernisaż wystawy zorganizowanej przez IOPAN wraz z Art Inkubatorem w Sopocie; współpraca między kobiecym środowiskiem naukowym IOPAN a środowiskiem artystycznym. Na wystawie pokazano obraz „Nieznane morskie zwierzęta” będący efektem mojej współpracy z artystką Panią Edytą Kołakowską
- 2021: Ronowicz M., Bałazy P., Chelchowski M., Deja K., **Grzelak K.**, Kędra M., Kotwicki L., Kwaśniewski S., Legeżyńska J., Smoła Z., Wiktor J., Włodarska-Kowalczyk M., Kukliński P. Zasoby informacji o różnorodności morskich Eukaryota w zbiorach naukowych Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk. Kosmos 70, 183-196; artykuł popularno-naukowy
- 2020: wywiad dla Czwórka Polskie Radio, audycja ‘Pasjonaci’ o doświadczeniach związanych z pobytem na stypendium Fulbrighta i ‘procesie’ opisywania nowych gatunków dla nauki
- 2020: kalendarz NCN, w którym przedstawiono moją sylwetkę a także streszczenie realizowanego projektu FUGA „Struktura zgrupowań Nematoda w różnym reżimie lodowym Arktyki Europejskiej – – aspekt strukturalny, funkcjonalny i genetyczny”
- 2019: „Jak radzą sobie najmniejsi- meiofauna Arktyki w obliczu zmian klimatycznych”- prezentacja wyników i opis realizowanego przeze mnie projektu FUGA, jako wyróżniający się projekt finansowanych ze środków NCN, opublikowane na stronie NCN (ncn.gov.pl/przyklady-projektow)
- 2019: wywiad dla Gazety Wyborczej i artykuł prezentujący moją działalność naukową w ramach cyklu „Młoda Polska”
- 2019: rozmowa na antenie radia ‘Afera’, Politechnika Poznańska
- 2019: wywiad dla RMF FM
- 2019: „Women in Science- Experts Is In” wydarzenie organizowane przez National Museum of Natural History and L’Oreal for Women; udział jako specjalista z dziedziny biologii morza, wydarzenie kierowane do młodzieży licealnej i studentek, Washington D.C.
- 2018: informacje na portalach „Nauka w Polsce” i PAP o nowych opisanych przeze mnie gatunkach Kinorhyncha

Ważnym elementem mojej pracy są również rejsy badawcze, w które byłam zaangażowana od 2004. Uczestniczyłam w przygotowaniach oraz byłam członkiem ekipy naukowej pięciu rejsów badawczych r/v *Oceania* na Spitsbergen (M. Barentsa, M. Grenlandzkie, zachodnie fiordy Spitsbergenu). Byłam również członkiem ekipy naukowej na pokładzie niemieckiego r/v

Polarstern, podczas rejsu w ramach programu IPY-HERMES w rejonie Cieśniny Fram w 2007. Dodatkowo uczestniczyłam w letnich ekspedycjach terenowych w Adventfjorden (Spitsbergen).

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

7.1. Udział i rola w projektach

Szczegółowy wykaz udziału w projektach i mojej roli został przedstawiony w załączniku „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” w pkt. 9.

Wykaz ten obejmuje w sumie 13 projektów naukowych, finansowanych zarówno ze środków krajowych (Narodowe Centrum Nauki, Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej), jak i międzynarodowych (m.in. VII Program Ramowych EU, Fundusze Norweskie); 5 projektami kierowałam/kieruje osobiście.

7.2. Udział w konferencjach

Szczegółowy wykaz wystąpień na konferencjach naukowych został przedstawiony w załączniku „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” w pkt. 7.

Wykaz ten obejmuje w sumie 55 wystąpień konferencyjnych, podczas których prezentowane były wyniki prac badawczych, w których brałam udział. Osobiście uczestniczyłam w 20 konferencjach międzynarodowych, będąc pierwszym autorem 25 referatów i posterów. Pozostałe wystąpienia, na 27 konferencjach naukowych to referaty i postery, których jestem współautorem.

7.3. Kursy i działalność ekspercka

Od czasu studiów magisterskich brałam udział w licznych kursach, które pozwoliły mi na doskonalenie umiejętności z zakresu taksonomii meiofauny, zastosowania nowoczesnych metod analitycznych, takich jak metabarcoding, czy analizy statystycznej danych ekologicznych. Lista odbytych kursów znajduje się poniżej.

- 2023: 'Philosophy of Biological Systematics' course · on-line · organizowany przez Natural History Museum of Los Angeles County
- 2018: 'Metabarcoding of Trophic Interactions' course · Innsbruck · Austria
- 2015: 'The Senckenberg Course in Taxonomy and Systematics' · Drezno · Niemcy
- 2013: MeioScool2013: Meiofauna International Workshop · Brest · Francja
- 2012: Summer School organized by Doctoral School of Natural Science and of (Bioscience) Engineering, Ghent University 'Nematodes as Environmental Bio-Indicators' · Gent · Belgia
- 2011: PERMANOVA course · Plymouth · Wielka Brytania
- 2010: 'Numerical methods in ecology' kurs statystyczny · Toruń · Polska
- 2009: STATISTICA and CANOCO kurs statystyczny · Sopot · Polska
- 2009: PRIMER kurs analizy danych · Plymouth · Wielka Brytania
- 2008: 'Experimental design and data analysis for marine biology' · Sven Loven Centre for Marine Science · Tjärnö · Szwecja
- 2008: 'Challenges for oil and gas development in the Arctic' · Tromso & Svolve · Norwegia
- 2008: Young Scientist Forum Workshop for PhD students · Arctic Frontiers · Tromso · Norwegia
- 2007: MANUELA Workshop- Sampling and Laboratory Techniques in Meiobenthology · Wilhelmshaven · Niemcy
- 2006: Summer school on 'Diversity of Coastal Habitats' · Sylt-Helgoland · Niemcy

Wykonałam prawie 40 recenzji artykułów naukowych, dla czasopism takich jak *Deep-Sea Research I*, *Frontiers in Marine Science*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *Scientific Reports*, *Zootaxa*. Pełna lista czasopism, dla których pełniłam rolę recenzenta znajduje się w załączniku „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny” w pkt. 13. Ponadto, byłam zaproszona do recenzowania wniosków naukowych przez Polsko-Amerykańską Komisję Fulbrighta oraz Dutch Research Council. Aktualnie jestem członkiem Zespołu Ekspertów Narodowego Centrum Nauki oceniającym wnioski w ramach konkursu MINIATURA.

7.4. Nagrody i wyróżnienia

- 2019: Nagroda Naukowa Polskiej Akademii Nauk Wydziału III im. Piusa Rudzkiego
- 2019-2020: Fulbright Senior Award
- 2018-2020: Stypendium Naukowe Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla Wybitnego Młodego Naukowca
- 2016: Nagroda Naukowa Fundacji Kościuszkowskiej

2016/2014: Nagroda Dyrektora IOPAN za działalność publikacyjną

2009-2011: Stypendium Dyrektora IOPAN dla najlepszych doktorantów

.....
(podpis wnioskodawcy)