

# **Autoreferat**

## **Bioróżnorodność, taksonomia i ekologia stułbiopławów (Hydrozoa, Cnidaria)**

**Dr Marta Ronowicz**

**Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk**

**ul. Powstańców Warszawy 55**

**81-712 Sopot**

**Sopot, 2023**

**1. Imię i nazwisko**

Marta Ronowicz

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

- 18.06.2004 – uzyskanie tytułu magistra Oceanografii w zakresie Biologii Morza; Wydział Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego
- 24.11.2010 – uzyskanie tytułu doktora nauk o Ziemi w zakresie Oceanologii; Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie (IO PAN); tytuł rozprawy doktorskiej: „Biodiversity and ecology of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Svalbard waters” („Bioróżnorodność i ekologia słuźbiopławów (Cnidaria, Hydrozoa) z wód Svalbardu”), promotor: prof. dr hab. Maria Włodarska-Kowalczyk

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

01.11.2012 – 31.12.2012 – IO PAN, Zakład Ekologii Morza – oceanograf (pół etatu)

01.01.2013 – 31.08.2015 – IO PAN, Zakład Ekologii Morza – adiunkt (pół etatu)

11.12.2014 – 31.05.2015 – Instytut Geofizyki PAN w Warszawie – dydaktyk (1/4 etatu) w ramach projektu „Podnoszenie kompetencji uczniowskich w dziedzinie nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych z wykorzystaniem innowacyjnych metod i technologii” – EDUSCIENCE (UDA-POKL.03.03.04-00-118/10-00)

01.09.2015 – teraz – IO PAN, Zakład Ekologii Morza – adiunkt (etat)

1.11. 2019 – 31.12.2020 – IO PAN, Zakład Ekologii Morza – pełniąca obowiązki kierownika Pracowni Funkcjonowania Ekosystemów

#### 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.

Tytuł osiągnięcia naukowego:

##### **Bioróżnorodność, taksonomia i ekologia stulbiopławów (Hydrozoa, Cnidaria)**

W skład niniejszego osiągnięcia naukowego wchodzi cykl 6 publikacji naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR) po uzyskaniu przeze mnie stopnia doktora. Ich sumaryczny impact factor z 2022 roku wynosi 16.7, suma punktów MEiN (według Komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023) - 620, a liczba cytowań tychże publikacji w sierpniu 2023 wynosiła 80 (według bazy Web of Science). We wszystkich publikacjach jestem pierwszym autorem.

1. **Ronowicz M.**, Boissin E., Postaire B., Bourmaud C.A.-F., Gravier-Bonnet N., Schuchert P. 2017. Modern alongside traditional taxonomy - integrative systematics of the genera *Gymnangium* Hincks, 1874 and *Taxella* Allman, 1874 (Hydrozoa, Aglaopheniidae). PLoS ONE 12(4), e0174244  
IF<sub>2022</sub>= 3.7; IF<sub>5years</sub>=3.3; MEiN =140; Liczba cytowań=13
2. **Ronowicz M.**, Włodarska-Kowalczyk M., Kukliński P. 2013. Depth and substrate related patterns of species richness and distribution of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) in Arctic coastal waters (Svalbard). Marine Ecology – An Evolutionary Perspectives 34, 165-176  
IF<sub>2022</sub>= 1.1; IF<sub>5years</sub>=1.7; MEiN =70; Liczba cytowań=14
3. **Ronowicz M.**, Włodarska-Kowalczyk M., Kukliński P. 2013. Hydroid epifaunal communities in Arctic coastal waters (Svalbard): effects of substrate characteristics. Polar Biology 36, 705-718  
IF<sub>2022</sub>= 2.2; IF<sub>5years</sub>=2.1; MEiN =70; Liczba cytowań=12
4. **Ronowicz M.**, Kukliński P., Włodarska-Kowalczyk M. 2018. Diversity of kelp holdfast- associated fauna in an Arctic fjord - inconsistent responses to glacial mineral sedimentation across different taxa. Estuarine, Coastal & Shelf Science 205, 100-109

IF<sub>2022</sub>= 3.2; IF<sub>5years</sub>=2.9; MEiN =100; Liczba cytowań=8

5. **Ronowicz M.**, Kukliński P., Mapstone G.M. 2015. Trends in the diversity, distribution and life history strategy of Arctic Hydrozoa (Cnidaria). PLoS ONE 10(3), e0120204  
IF<sub>2022</sub>= 3.7; IF<sub>5years</sub>=3.3; MEiN =140; Liczba cytowań=23
  
6. **Ronowicz M.**, Pena Cantero A.L., Mercado Casares B., Kukliński P., Soto Ángel J.J. 2019. Assessing patterns of diversity, bathymetry and distribution at the poles using Hydrozoa (Cnidaria) as a model group. Hydrobiologia 833, 25–51  
IF<sub>2022</sub>= 2.8; IF<sub>5years</sub>=2.5; MEiN =100; Liczba cytowań=10

## Wstęp

Tematem przewodnim osiągnięcia habilitacyjnego są stułbiopławy (Hydrozoa), zwierzęta bezkręgowce stanowiące klasę w obrębie typu parzydełkowców (Cnidaria). Przedstawiony cykl publikacji porusza zagadnienia dotyczące bioróżnorodności, współczesnych i tradycyjnych metod taksonomii oraz wpływu czynników środowiskowych kształtujących rozmieszczenie i bogactwo gatunkowe Hydrozoa. Praca ta poszerza zakres badań przeprowadzonych w ramach doktoratu o badania taksonomiczne największej rodziny Aglaopheniidae, opis dwóch nowych dla nauki gatunków, zwiększa obszar badań o oba rejony polarne oraz wyspy na Oceanie Indyjskim, a także, w przypadku dwóch publikacji, dotyczy zarówno stadiów bentosowych (hydropolipów), jak i pelagicznych (hydromeduz).

Stułbiopławy to niezwykle różnorodna grupa obejmująca ponad 3700 gatunków (Bouillon et al. 2006). Większość z nich to organizmy morskie o skomplikowanym cyklu życiowym. Przyjęło się, że typowy cykl życiowy Hydrozoa składa się z naprzemiennie występujących stadiów: wolno żyjącej pelagicznej meduzy, która rozmnaża się płciowo, w wyniku zapłodnienia wykształca się larwa planula, z której rozwija się rozmnażający się bezpłciowo, osiadły polip. Jednakże u około 70% gatunków meduza nie występuje lub przybiera postać zredukowaną (Leclère et al. 2009). W tym przypadku organizmy produkują gonofory przyłączone do hydropolipa w formie sporosaków (sporosacks), z których uwalniane są gamety i które biorą udział w rozmnażaniu płciowym. Larwa planula żyje od kilku godzin do 20 dni (Cornelius 1992), jest lecytotroficzna, co oznacza, że nie pobiera pokarmu lecz

korzysta z materiałów zapasowych, a jej możliwości dyspersyjne są znacznie ograniczone (Jackson & Coates 1986).

Hydrozoa są organizmami niepozornymi, zwykle niewielkich rozmiarów, pomijanymi często w standardowych badaniach monitoringowych, czy ekologicznych. Ich prawidłowa identyfikacja jest trudna i wymaga treningu taksonomicznego (Bouillon et al. 2004), a dodatkowe komplikacje powoduje podwójna systematyka dla wielu rodzin, w których występuje zarówno postać osiadłego polipa, jak i wolno pływającej meduzy, a pełny cykl życiowy wielu gatunków nie jest znany. Przy użyciu metod molekularnych oznaczania gatunków lub dzięki przeprowadzonym obserwacjom pełnego cyklu życiowego w warunkach laboratoryjnych często okazuje się, że istnieje rozbieżność w nazewnictwie i systematyce meduz i polipów. Dzieje się tak dlatego, że stadia te opisywane są oddzielnie. To powoduje, że wciąż jest to grupa słabo poznana. W wydawałoby się dobrze zbadanym Morzu Śródziemnym liczba zanotowanych gatunków Hydrozoa wciąż rośnie, co związane jest z napływem gatunków obcych oraz zmianami w nazewnictwie i systematyce tej grupy oraz faktem, że część epibiotycznych gatunków jest wciąż przeoczanych (Boero et al. 1997).

Stułbiopławy pełnią bardzo ważną rolę w transferze materii pomiędzy bentosem a pelagiałem (Gili et al. 1998). Stanowią ważne ogniwo w łańcuchu troficznym zarówno jako pokarm dla innych zwierząt (m.in. dla ślimaków, skorupiaków, ryb) oraz jako konsumenci żywiąc się mikroalgami, zooplanktonem, materią organiczną oraz peletami fekalnymi (Orejas et al. 2013). Należą do organizmów pionierskich, czyli takich, które jako pierwsze kolonizują dostępny substrat (Hughes et al. 1991). Ponadto ich trójwymiarowe kolonie służą jako substrat dla innych organizmów, miejsce przyczepu dla jaj innych gatunków, schronienie dla drobnych organizmów mobilnych (Bradshaw et al. 2003) znacząco zwiększając lokalną bioróżnorodność (Di Camillo et al. 2017). Znane są również jako komponent zbiorowisk poroślowych (Martell et al. 2018). Stułbiopławy stanowią doskonałe organizmy modelowe, ponieważ wykazują szerokie zasięgi biogeograficzne, są bogate w gatunki, reprezentują różnorodne strategie życiowe. Nadają się do testowania hipotez o rozprzestrzenianiu się organizmów (Stepanjants et al. 2006), kolonizacji nowych rejonów (Cornelius 1992), ewolucji (Schuchert 2014), a także o wpływie zmian klimatycznych na organizmy bentosowe (Rossi et al. 2019). Meduzy mogą być wykorzystane do śledzenia zmian w cyrkulacji prądów oceanicznych (Mańko et al. 2022), natomiast bentosowe hydropolipy poprzez swój osiadły tryb życia narażone są na zmieniające się warunki środowiskowe i mogą służyć w monitoringu zanieczyszczeń (Murphy & Quinn 2018).

Pogłębianie wiedzy na temat stułbiopławów, ważnego komponentu biotycznego, poprzez badania ich bioróżnorodności oraz wpływu warunków środowiskowych na funkcjonowanie populacji jest niezbędnym elementem nauki prowadzącym do lepszego zrozumienia powiązań w ekosystemach morskich. Jest to szczególnie istotne w dobie postępujących zmian w środowisku związanych z globalnym ociepleniem, najwyraźniej widocznych w rejonach polarnych (IPCC 2022). Prezentowany cykl publikacji, składających się na osiągnięcie habilitacyjne ma na celu wypełnić lukę w wiedzy poprzez dostarczenie danych podstawowych na temat bioróżnorodności, występowania i funkcjonowania fauny Hydrozoa.

### **Artykuł 1: Modern alongside traditional taxonomy - integrative systematics of the genera *Gymnangium* Hincks, 1874 and *Taxella* Allman, 1874 (Hydrozoa, Aglaopheniidae)**

Publikacja dostarcza nowej wiedzy na temat bioróżnorodności największej rodziny Hydrozoa (Aglaopheniidae). Opisałam dwa nowe dla nauki gatunki z Madagaskaru: *Taxella elfica* Ronowicz, 2017 i *Gymnangium millardi* Ronowicz, 2017 oraz dokonałam rewizji opisu siedmiu rzadkich i słabo poznanych gatunków z Oceanu Indyjskiego. Praca wpisuje się w ważną obecnie dyskusję dotyczącą taksonomii integratywnej, czyli opartej na uzupełniających się metodach: tradycyjnej taksonomii klasycznej, bazującej na analizie morfologicznej osobników, oraz nowoczesnych metodach molekularnych wykorzystujących sekwencjonowanie DNA. Dopiero takie kompleksowe podejście daje możliwość prawidłowego opisu gatunków, co jest podstawowym narzędziem wyjściowym dalszych badań.

Aglaopheniidae jest jedną z najliczniejszych rodzin pod względem liczby gatunków. Zawiera około 250 bentosowych gatunków o typowym wyglądzie kolonii przypominającym pióra. Mogą osiągać znaczne rozmiary (30 cm do 1 m) i biomasę (Di Camillo et al. 2013). Niektóre gatunki uważane są za priorytetowe ze względu na ich istotną rolę w tworzeniu siedlisk (Di Camillo et al. 2017). Morfologiczna prostota, a jednocześnie duża wewnątrzgatunkowa plastyczność powodują, że identyfikacja, systematyka i relacje filogenetyczne wielu rodzajów w obrębie rodziny są wątpliwe. Bazując na bogatym materiale zebrany z wód Oceanu Indyjskiego i wykorzystując zintegrowane metody klasycznej taksonomii i analizy molekularne wykazano, że rodzaj *Gymnangium* jest polifiletyczny, czyli jest taksonem sztucznym. Gatunki w obrębie tego rodzaju nie pochodzą od wspólnego przodka, ale wykazują podobieństwa budowy ciała. Zarówno w wyniku analizy filogenetycznej, jak i analizy głównych składowych (PCA) na danych morfologicznych i morfometrycznych wyraźnie oddzieliły się dwie grupy, co

pozwoili na rozdzielenie *Gymnangium* na dwa rodzaje: *Gymnangium* oraz *Taxella* i ustanowienie morfologicznej cechy diagnostycznej. Wyniki uzyskane przy użyciu obu metod nie zawsze prowadzą do jednoznacznych wniosków. Cechy morfologiczne używane w tradycyjnej taksonomii jako cechy diagnostyczne do rozróżniania gatunków niekoniecznie reprezentują grupy monofiletyczne. Różnice międzygatunkowe w przypadku plastycznych Hydrozoa bardzo często są niejasne (tak jak w przypadku *Taxella gracilicaulis* (Jäderholm, 1903) i *T. eximia* Allman, 1874). Te dwa gatunki rozróżnialne morfologicznie na podstawie kształtu hydroteki i pokroju kolonii, w analizie filogenetycznej grupują się razem na jednej gałęzi drzewa i nie tworzą wydzielonych linii. Kilka możliwych przyczyn jest szerzej dyskutowanych w publikacji: 1. Oba gatunki mogą w istocie być konspecyficzne; 2. Dwa gatunki hybrydują ze sobą; 3. Specjacja gatunkowa zaszła niedawno, a gatunki wciąż wykazują polimorfizm ich wspólnych przodków. Publikacja ta powstała we współpracy z zespołem zagranicznym z Francji i Szwajcarii w ramach kierowanego przeze mnie projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (konkurs Harmonia). Część koncepcyjna prac odbyła się podczas wizyty stażowej na Uniwersytecie La Reunion w 2015 r.

## **Artykuł 2: Depth and substrate related patterns of species richness and distribution of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) in Arctic coastal waters (Svalbard)**

Rodzaj podłoża i głębokość należą do głównych czynników kształtujących rozmieszczenie organizmów bentosowych, ich strukturę i różnorodność gatunkową (Calder 1991, Kukliński et al. 2006). Podstawowym czynnikiem warunkującym występowanie hydropolipów jest obecność odpowiedniego podłoża. Zaledwie kilka gatunków stułbiopławów żyje na dnie miękkim. Dotychczas informacje na temat rodzaju preferowanego podłoża przez poszczególne gatunki dostępne były w licznej, rozproszonej literaturze taksonomicznej przy opisie gatunków. Jednakże nie podjęto się dotychczas analizy występowania hydropolipów w Arktyce w zależności od rodzaju substratu i głębokości. Głównym celem prezentowanej publikacji było wypełnienie tej luki i zanalizowanie rozmieszczenia i bogactwa gatunkowego stułbiopławów w zależności od rodzaju substratu oraz głębokości w wodach wokół Svalbardu. Materiał pobrano z głębokości od 5 do 320 m podczas wielu rejsów badawczych wokół Svalbardu na statkach *Oceania*, *Jan Mayen*, *Lance*, a także dwóch wypraw nurkowych do fiordu Hornsund. Uzyskane dane wskazują na znaczną rolę rodzaju substratu na kształtowanie się zbiorowiska Hydrozoa, w mniejszym stopniu czynniki związane z głębokością. Najwyższe bogactwo gatunkowe zanotowano na glonach i podłożu kamiennym oraz na niewielkich głębokościach.

Stułbiopławy porastały szerokie spektrum dostępnego podłoża, zarówno abiotyczne (kamienie) oraz biotyczne (muszle ślimaków, małży, pąkle, muszle ślimaka *Buccinum* sp. zamieszkałe przez kraby pustelniki, pancerze krabów, domki wieloszczetów, mszywioly, zachwy, gąbki, koralowce, 14 taksonów makroglonów oraz inne gatunki Hydrozoa). Mszywioly oraz glony stanowiły podłoże dla największej liczby gatunków. Zaobserwowano również istotną pozytywną korelację pomiędzy dostępnością substratów, a liczbą gatunków stułbiopławów, co świadczy o tym, że im bardziej heterogeniczne podłoże, tym większa bioróżnorodność fauny osiadłej. Co ciekawe, większość z występujących w obszarze badań stułbiopławów należy do oportunistów pod względem wybieranego substratu, co znaczy, że dany gatunek może osiąść i żyć na różnego rodzaju podłożach. Można zauważyć tendencję do kolonizowania substratów giętkich i elastycznych, takich jak glony i krzaczkowate mszywioly przez stułbiopławy o płożącym typie morfologii kolonii (np. *Calycella syringa* (Linnaeus, 1767), *Campanularia* spp.), natomiast bardziej stabilne podłoże jak kamienie, ryzoidy brunatnic - przez większe gatunki o typie kolonii krzaczkowatym (np. *Halecium* spp., Sertulariidae spp.). Bogactwo gatunkowe Hydrozoa zmniejsza się wraz z głębokością. Może to być spowodowane większą dostępnością do różnorodnego typu podłoża w płytkich wodach przybrzeżnych, włączając w to makroglony występujące do głębokości 30 m. Natomiast dno głębszego sublitoralu w fiordach arktycznych pokryte jest miękkim osadem (Svendsen et al. 2002), niekorzystnym jako miejsce do życia dla większości stułbiopławów.

### **Artykuł 3: Hydroid epifaunal communities in Arctic coastal waters (Svalbard): effects of substrate characteristics**

Trzecia publikacja podejmuje po raz pierwszy próbę zbadania związku pomiędzy charakterystyką substratu i zbiorowiskiem osiadłych stułbiopławów i ma na celu szczegółową analizę wzorców rozmieszczenia na czterech różnych typach substratów (kamienie, makroglony, mszywioly, stułbiopławy) w rejonie Svalbardu oraz określenie wpływu charakterystyki substratu na bogactwo i skład gatunkowy.

Stwierdzono występowanie 25 gatunków Hydrozoa na kamieniach o różnej powierzchni zebranych na różnej głębokości (od 5 do 329 m). Model regresji logistycznej wykazał, że zarówno wielkość kamienia oraz głębokość miały wpływ na występowanie stułbiopławów; kamienie o większej powierzchni i zebrane na płytszych wodach były najczęściej porośnięte. Jednakże bogactwo gatunkowe oraz struktura gatunkowa stułbiopławów nie zależały od wielkości kamienia. Kamienie większych rozmiarów stanowią bardziej stabilne podłoże.



Mniejsze kamienie są bardziej podatne na obracanie i ścieranie pod wpływem falowania i prądów (Osman 1977), stąd rzadziej można zaobserwować faunę porastającą. Z kolei brak związku między liczbą gatunków, a wielkością kamienia można wytłumaczyć wzrastającą konkurencją międzygatunkową na kamieniach o największej powierzchni, na których Hydrozoa na ogół przegrywają ‘walkę’ o przestrzeń z silniejszymi konkurentami (np. mszywiolami) (Barnes & Kuklinski 2004).

Zaobserwowano zbliżoną różnorodność gatunkową Hydrozoa na makroglonach należących do brunatnic (Chromista, Phaeophyceae) i krasnorostów (Plantae, Rhodophyta). Natomiast widoczne były preferencje większych form o koloniach krzaczkowatych (*Halecium arcticum* Ronowicz & Schuchert, 2007, *Halecium curvicaule* Lorenz, 1886 i *Symplectoscyphus tricuspoidatus* (Alder, 1856)) do porastania brunatnic, a mniejszych form płożących (*Campanularia volubilis* (Linnaeus, 1758), *Orthopyxis integra* (MacGillivray, 1842) i *C. syringa*) do występowania na delikatniejszych krasnorostach (głównie *Phycodrys rubens* (Linnaeus) Batters, 1902).

Zanotowano 23 gatunki Hydrozoa porastające mszywioly, co ukazuje jak ważnym są substratem dla porastających stułbiopławów. Zwłaszcza gatunki z rzędu Cheilostomatida, charakteryzujące się większymi i krzaczkowatymi koloniami, stanowią korzystne siedlisko dla filtratorów. Ich pionowe struktury wynoszą epibionty w kolumnie wody, gdzie panuje intensywniejszy przepływ wody i lepsze warunki do odżywiania. Najczęściej stułbiopławy występowały na dwóch gatunkach mszywiolów: *Eucratea loricata* (Linnaeus, 1758) i *Tricellaria ternata* (Ellis & Solander, 1786).

Ważnym odkryciem było stwierdzenie istotnej roli samych stułbiopławów jako substratu. Aż 15 gatunków służyło jako miejsce przyczepu dla 18 porastających stułbiopławów. Kolonie *S. tricuspoidatus* stanowiły ‘hot spot’ różnorodności ze względu na największą całkowitą liczbę gatunków stowarzyszonych (8). Pośród epibiontów dominowały gatunki płożące i niewielkich rozmiarów, należące do rodzin Campanuliniidae i Campanulariidae.

#### **Artykuł 4: Diversity of kelp holdfast-associated fauna in an Arctic fjord - inconsistent responses to glacial mineral sedimentation across different taxa**

Z powodu postępującego globalnego ocieplenia rejony polarne narażone są na wzrost temperatury powietrza, który w Arktyce przebiega dużo szybciej niż w pozostałych częściach globu (IPCC 2022; Rantanen et al. 2022). Obserwuje się zjawisko topnienia lodowców, którego efektem jest intensywniejsze cilenie się i wytapianie czół lodowców. Celem publikacji było

zbadanie wpływu zaburzeń w środowisku morskim spowodowanych zwiększonym dopływem lodowcowych wód wytopiskowych niosących wysokie koncentracje zawieszonych materii nieorganicznej na bioróżnorodność i skład gatunkowy makrofauny stowarzyszonej z ryzoidami brunatnic, a zwłaszcza sesylnych filtratorów. Sesylni filtratorzy stanowią idealne organizmy modelowe: ze względu na osiadły tryb życia nie są w stanie uniknąć niekorzystnych warunków, a ich przetrwanie - jako filtratorów - zależy od jakości wody i cząstek w niej zawieszonych. Próbkę pobrano w fiordzie Hornsund (Spitsbergen) na trzech stacjach położonych w różnej odległości od lodowca (jedna stacja bez wpływu oddziaływania lodowca i dwie stacje położone w sąsiedztwie aktywnych lodowców). Analizy ukazały różnice w odpowiedzi dwóch dominujących taksonów sesylnych filtratorów (stulbiopławów oraz mszywiół) na zaburzenia w środowisku spowodowane zwiększonym tempem sedymentacji oraz wzrostem koncentracji zawieszonych cząstek nieorganicznych. Bogactwo gatunkowe oraz taksonomiczne zróżnicowanie (miara różnorodności taksonomicznej) stulbiopławów były najwyższe na stacji 'czystej', podczas gdy największa liczba gatunków oraz taksonomiczne zróżnicowanie mszywiół wystąpiły na stacjach będących pod wpływem lodowca. Uzyskane wyniki sugerują, że mszywióły i stulbiopławy odznaczają się zróżnicowaną tolerancją na podwyższoną koncentrację cząstek zawieszonych. Nietolerancja Hydrozoa może być spowodowana zatykaniem się aparatu filtrującego lub mechanicznym ścieraniem delikatnych kolonii przez osad. Oba taksony, mimo wielu podobieństw, wykazują różne strategie pokarmowe. Hydrozoa to pasywne filtratory (Gili et al. 1998) i oportunistyczni konsumenci korzystający z dostępnego pokarmu (Orejas et al. 2013). Podczas gdy mszywióły aktywnie filtrują wodę, wywołując prąd wody przy udziale czułków zwanych lofoforami. Ponadto mają zdolność wybiórczego odżywiania (Wood 2015), a ich kolonie są bardziej wytrzymałe na ścieranie (Fletcher & Day 1983). Praca ta wykazała również zróżnicowanie w składzie gatunkowym pomiędzy stacjami, na które największy wpływ miało występowanie stulbiopławów na stacji nie będącej pod wpływem oddziaływania lodowca oraz mszywiółów i pąkli na stacjach lodowcowych. Duży ładunek zawieszonych materii nieorganicznej dostarczanej wraz z wodą wytopiskową z lodowców nie powoduje zubożenia fauny stowarzyszonej z ryzoidami brunatnic, jednakże wywołuje zmiany w składzie gatunkowym i przesunięcie pomiędzy dominującymi taksonami. Stulbiopławy okazały się organizmami najbardziej podatnymi na niekorzystne warunki podwyższonej koncentracji materii nieorganicznej w toni wodnej, co było odzwierciedlone w spadku różnorodności i zróżnicowania taksonomicznego. Wraz z postępującym ociepleniem klimatu zaburzenia w morskim ekosystemie Arktyki będą

coraz bardziej dotkliwe dla organizmów tam bytujących i mogą powodować eliminację taksonów najbardziej wrażliwych (m.in. stułbiopławów).

### **Artykuł 5: Trends in the diversity, distribution and life history strategy of Arctic Hydrozoa (Cnidaria)**

Piąta publikacja cyklu ma charakter przeglądowy. Pierwszą część pracy stanowiło całościowe zebranie dostępnej, aczkolwiek rozproszonej, wiedzy na temat występowania i rozmieszczenia Hydrozoa w Arktyce z uwzględnieniem poszczególnych ekoregionów (zarówno stadiów bentosowych – polipów, jak i holo- i meroplanktonowych meduz, a także słabo poznanych rurkopławów). Na bazie skompilowanych danych literaturowych utworzono aktualną listę gatunków Hydrozoa wraz z odnośnikami do synonimów używanych w literaturze, z zasięgami geograficznymi i strategiami cyklu rozwojowego. Następnie dane wykorzystano do przeprowadzenia analiz wzorców rozmieszczenia i różnorodności w Arktyce oraz do zbadania wpływu możliwości dyspersyjnych na rozmieszczenie stułbiopławów. Ze względu na różne strategie życiowe w obrębie klasy, stułbiopławy mogą służyć jako organizmy modelowe do testowania hipotez na temat rozprzestrzeniania się i kolonizacji nowych regionów.

Historia ewolucji Oceanu Arktycznego wynosi około 4 miliony lat (Piepenburg 2005). Dodatkowo następujące po sobie cykle glacialne i interglacialne wpływały na ciągle zmieniające się warunki termiczne i powiązane z nimi zmiany pokrywy lodowej i poziomu morza, co prowadziło do destrukcji życia w dużej części arktycznych mórz szelfowych (Dunton 1992). W skali geologicznej rekolonizacja Arktyki rozpoczęła się stosunkowo niedawno, bo około 13-12 tysięcy lat temu.

Wyniki wcześniejszych badań wskazują, że wiele stułbiopławów o globalnym rozmieszczeniu nie posiada w swoim rozwoju meduzy (Schuchert 2014). Stąd w omawianej publikacji postawiono hipotezę, że obecność pelagicznego stadium w cyklu życiowym Hydrozoa nie była konieczna do rekolonizacji Arktyki po Ostatnim Maksimum Lodowcowym.

Prezentowana praca wykazała 268 gatunków Hydrozoa zanotowanych w rejonie Arktyki. Najliczniejszą pod względem liczby gatunków rodziną są Sertulariidae. Większość gatunków posiada arktyczno-borealny zasięg występowania, a endemizm jest słabo reprezentowany, co jest cechą charakterystyczną dla arktycznej fauny (Dunton 1992). Jest to spowodowane krótkim wiekiem geologicznym Oceanu Arktycznego oraz faktem, że nie jest on geograficznie izolowanym rejonem (Piepenburg 2005).

Wśród Hydrozoa gatunki bentosowe dominują nad gatunkami planktonowymi w całym rejonie Arktyki i stanowią 64%. Te wyniki pozwoliły na przyjęcie postawionej hipotezy i świadczą o tym, że stadium pelagiczne nie było niezbędne do rekolonizacji Oceanu Arktycznego. Innym sposobem rozprzestrzeniania się mogło być dryfowanie hydropolipów przyczepionych do unoszonych prądami substratów (np. drewna ryftowego, plastikowych przedmiotów, innych organizmów) lub do kadłubów statków (Thiel & Gutow 2005).

Praca powstała przy współudziale prof. Piotra Kuklińskiego (IO PAN) oraz dr Gillian Mapstone z Brytyjskiego Muzeum Historii Naturalnej w Londynie. Wstępne badania prowadzone były w ramach wizyty w tymże muzeum w 2011 r., podczas której nawiązałam współpracę z dr Mapstone, taksonomen specjalizującym się w słabo poznanym rzędzie Hydrozoa - rurkopławach.

### **Artykuł 6: Assessing patterns of diversity, bathymetry and distribution at the poles using Hydrozoa (Cnidaria) as a model group**

Ostatni artykuł cyklu habilitacyjnego ma na celu porównanie dwóch rejonów polarnych pod względem fauny stułbiopławów należących do dwóch głównych rzędów: Leptothecata i Anthoathecata. Arktykę i Antarktykę łączy geograficzne położenie na biegunach globu, niskie temperatury, obecność pokrywy lodowej i ekstremalna sezonowość oświetlenia. Jednak pod wieloma względami rejony te znacznie się różnią. Ocean Południowy jest ponad dwukrotnie większy, otacza kontynent Antarktydy i poprzez istnienie silnego frontu polarnego jest obszarem izolowanym na przestrzeni czasu geologicznego (Clarke & Crame 1989). Natomiast Ocean Arktyczny jest basenem śródlądowym otoczonym przez kontynenty, o zdecydowanie krótszej i bardziej dynamicznej historii ewolucji (Clarke & Crame 2010). Dodatkowo szelf kontynentalny Arktyki jest szeroki i płytki (ok. 200 m), podczas gdy szelf antarktyczny jest głęboki (450 - 500 m) i wąski. Przeprowadzone badania pozwoliły odpowiedzieć na wiele zagadnień badawczych. Jednym z nich było pytanie, czy różnice w geomorfologii szelfów polarnych mają odzwierciedlenie w rozmieszczeniu batymetrycznym fauny? Dowiedziono, że największe bogactwo gatunkowe w obu rejonach występuje na szelfie. Jednakże ze względu na charakterystykę geomorfologiczną w Arktyce maksimum różnorodności występuje na głębokości pomiędzy 30 a 200 m, a w Antarktyce jest przesunięte w kierunku większych głębokości (200 - 500 m). Kolejne zagadnienie dotyczy różnic w strategiach życiowych Hydrozoa pomiędzy rejonami. Polarne stułbiopławy charakteryzują się przewagą gatunków bentosowych nad gatunkami posiadającymi stadium meduzy. W obu rejonach, gatunki

pelagiczne mają szerszy zasięg występowania, co świadczy o istotnej roli meduz w ekspansji terytorialnej. Arktyka i Antarktyka różnią się w poziomie endemizmu. Typowo arktyczne gatunki stanowią 20% fauny Hydrozoa, podczas gdy aż 58% gatunków w Oceanie Południowym jest charakterystycznych wyłącznie dla tego regionu. Jest to związane z całkowitą izolacją Antarktyki od czasu Oligocenu z jednej strony i połączeniem Oceanu Arktycznego z Atlantykiem i Pacyfikiem z drugiej. Dostępne dane wskazują, że nie istnieje żaden typowo bipolarny gatunek wśród badanej grupy Hydrozoa. Stwierdzono występowanie 16 gatunków w obu rejonach polarnych, jednakże większość z nich zanotowano również w płytkich wodach strefy tropikalnej, a to wyklucza ich bipolarność. Dodatkowo wiele gatunków wymaga potwierdzenia występowania, ponieważ do tej pory znalezione były pojedyncze okazy. Natomiast znane są bipolarne rodzaje, jak na przykład *Bouillonia* z dwoma gatunkami ograniczonymi do rejonów polarnych, po jednym gatunku w każdym z nich (Svoboda et al. 2006). Ostatnia publikacja powstała w wyniku współpracy z naukowcami z Hiszpanii (Uniwersytet w Walencji) i prof. Piotrem Kuklińskim. Główna część prac nad publikacją prowadzona była w ramach stażu podoktorskiego dr Joana Soto Ángel w IO PAN, którego byłam opiekunem.

Podsumowując, kompleksowe i szeroko prowadzone badania zaprezentowane w cyklu habilitacyjnym przyczyniły się do zdobycia nowej wiedzy na temat fauny stułbiopławów. Opis nowych gatunków oraz zintegrowane badania taksonomiczne stanowią bazę do poznawania bioróżnorodności i leżą u podstaw dalszych badań biologii, ekologii, funkcjonowania tej wciąż słabo poznanej grupy zwierząt. Przedstawione wyniki ukazują czynniki kształtujące bogactwo gatunkowe i występowanie hydropolipów w wodach wokół Svalbardu (takie jak głębokość, rodzaj i charakterystyka substratu). Przeprowadzone analizy udowadniają negatywny efekt zaburzeń w środowisku spowodowanych globalnym ociepleniem i topnieniem lodowców w Arktyce (m.in. wzrost tempa sedymentacji i koncentracji materii nieorganicznej) na wrażliwe sesylne filtratory, którymi są stułbiopławy. Wskazują także na potencjalną odpowiedź zbiorowiska osiadłego bentosu na zmieniające się warunki środowiskowe, która jest specyficzna dla poszczególnych grup organizmów i może skutkować przebudową całego zbiorowiska w kierunku organizmów bardziej tolerancyjnych. Prace przeglądowe umożliwiły podsumowanie stanu wiedzy na temat arktycznych i antarktycznych Hydrozoa, na śledzenie trendów rozmieszczenia i różnorodności oraz wielkoskalowe porównania przedstawicieli dominujących rzędów (Leptothecata i Antoathecata) dwóch rejonów polarnych.

## Literatura

- Barnes D.K.A., Kukliński P. 2004. Scale-dependent variation in competitive ability among encrusting Arctic species. *Marine Ecology Progress Series* 275, 21–32
- Boero F., Gravili C., Denitto F., Miglietta M.P., Bouillon J. 1997. The rediscovery of *Codonorchis octaëdrus* (Hydroidomedusae, Anthomedusae, Pandeidae), with an update of the Mediterranean hydroidomedusan biodiversity. *Italian Journal of Zoology* 64, 359–365
- Bouillon J., Medel, M.D., Pagès F., Gili J.M., Boero F., Gravili C. 2004. Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina*, 68(SUPPL. 2), 5–438
- Clarke A., Crame J.A. 2010. Evolutionary dynamics at high latitudes: speciation and extinction in polar marine faunas. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 365, 3655–3666
- Clarke A., Crame J.A. 1989. The origin of the Southern Ocean marine fauna. In Crame J.A. (ed.), *Origins and evolution of the Antarctic biota*, Vol. 47. Geological Society London Special Publications, London, 253–268
- Cornelius P.F.S. 1992. The Azores hydroid fauna and its origin, with discussion of rafting and medusa suppression. *Arquipélago* 10, 75–99
- Di Camillo C.G., Bavestrello G., Cerrano C., Gravili C., Piraino S., Puce S., Boero F. 2017. Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa): A neglected component of animal forests. In: *Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*, 397–427
- Di Camillo C.G., Boero F., Gravili C., Previati M., Torsani F., Cerrano C. 2013. Distribution, ecology and morphology of *Lytocarpia myriophyllum* (Cnidaria: Hydrozoa), a Mediterranean Sea habitat former to protect. *Biodiversity and Conservation* 22(3), 773–787
- Dunton K. 1992. Arctic biogeography: the paradox of the marine benthic fauna and flora. *Trends in Ecology and Evolution* 7(6), 183–189
- Fletcher W.J., Day R.W. 1983. The distribution of epifauna on *Ecklonia radiata* (C. Agardh) J. Agardh and the effect of disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 71, 205–220
- Gili J.-M., Alvii V., Coma R., Orejas C., Pages F., Ribes M., Zabala M., Arntz W., Bouillon J., Boero F., Hughes Gili, R. G., Alvih, V., Pages, F., & Hughes, R. G. (1998). The impact of small benthic passive suspension feeders in shallow marine ecosystems: the hydroids as an example. *Zoologische Verhandelingen* 323(31), 99–105.
- Gili J.M., Hughes R.B. 1995. The ecology of marine benthic hydroids. *Oceanography and Marine Biology Review* 33, 351–426
- IPCC 2022: Climate change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report
- Jackson J.B.C., Coates A.G. 1986. Life-cycles and evolution of clonal (modular) animals. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 313, 7–22
- Kuklinski P., Gulliksen B., Lonne O.J., Wesławski J.M. 2006. Substratum as a structuring influence on assemblages of Arctic bryozoans. *Polar Biology* 29, 652–661.
- Leclère L., Schuchert P., Cruaud C., Couloux A., Manuel M. 2009. Molecular phylogenetics of thecata (Hydrozoa, Cnidaria) reveals long-term maintenance of life history traits despite high frequency of recent character changes. *Systematic Biology* 58(5), 509–526
- Mańko M.K., Merchel M., Kwasniewski S., Weydmann-Zwolicka A. 2022. Oceanic fronts shape biodiversity of gelatinous zooplankton in the European Arctic. *Frontiers in Marine Science* 9, 1–12
- Martell L., Bracale R., Carrion S.A., Purcell J.E., Lezzi M., Gravili C., Piraino S., Boero, F. 2018. Successional dynamics of marine fouling hydroids (Cnidaria: Hydrozoa) at a finfish aquaculture facility in the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 13(4), 1–18

- Murphy F., Quinn B. 2018. The effects of microplastic on freshwater *Hydra attenuata* feeding, morphology & reproduction. *Environmental Pollution* 234, 487–494
- Orejas C., Rossi S., Peralba À., García E., Gili J.M., Lippert H. 2013. Feeding ecology and trophic impact of the hydroid *Obelia dichotoma* in the Kongsfjorden (Spitsbergen, Arctic). *Polar Biology* 36(1), 61–72
- Piepenburg D. 2005. Recent research on Arctic benthos: common notions need to be revised. *Polar Biology* 28, 733–755
- Rantanen M., Karpenchko A.Y., Lipponen A., Nordling K., Hyvärinen O., Ruosteenoja K., Vihma T., Laaksonen A. 2022. The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979. *Communications Earth & Environment* 3, 168
- Rossi S., Gravili C., Milisenda G., Bosch-Belmar M., De Vito D., Piraino S. 2019. Effects of global warming on reproduction and potential dispersal of Mediterranean Cnidarians. *European Zoological Journal* 86(1), 255–271
- Schuchert P. 2014. High genetic diversity in the hydroid *Plumularia setacea*: A multitude of cryptic species or extensive population subdivision? *Molecular Phylogenetics and Evolution* 76, 1–9
- Stepanjants S.D., Cortese G., Kruglikova S.B., Bjørklund K.R. 2006. A review of bipolarity concepts: history and examples from Radiolaria and Medusozoa (Cnidaria). *Marine Biology Research* 2, 200–241
- Svendsen H., Beszczynska-Møller A., Hagen J.O., Lefauconnier B., Tverberg V., Gerland S., Ørbæk J.B., Bischof K., Papucci C., Zajaczkowski M., Azzolini R., Bruland O., Wiencke C., Walczowski, W., Piechura, J. 2006. New evidence of warming propagating toward the Arctic Ocean. *Geophysical Research Letters* 33(12), L12601.
- Svoboda A., Stepanjants S.D., Ljubenkova D. 2006. The genus *Bouillonina* (Cnidaria: Hydrozoa: Anthoathecata). Three species from the northern and southern hemispheres, with a discussion of bipolar distribution of this genus. *Zoologische Mededelingen* 80, 185–206
- Thiel M., Gutow L. 2005. The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. *Oceanography and Marine Biology* 43, 279–418
- Wood T.S. 2015. Chapter 16. Phyla Ectoprocta and antoprocta (bryzoans). In: Thorp, J.H., Covich, A. (Eds.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, Vol. I. Amsterdam Boston Elsevier/AP, pp. 327e345

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

Aktywność naukową rozpoczęłam w czasie studiów na kierunku Oceanografia na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego. Byłam czynnym członkiem Koła Naukowego Oceanografów od pierwszego roku studiów. W trakcie rocznego urlopu dziekańskiego spędzonego w Stanach Zjednoczonych w 2002 r., w ramach kursów uniwersyteckich na University of California w Santa Cruz ukończyłam zajęcia „Biologia ssaków morskich”. Latem 2003 r. spędziłam trzy tygodnie na wyprawie badawczej do fiordu Hornsund (Spitsbergen) zbierając materiał do badań. W roku 2004 obroniłam pracę magisterką

na temat makrofauny plaż żwirowych w fiordzie Hornsund pod kierunkiem prof. Jana Marcina Węśławskiego z Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, a wyniki zostały opublikowane w Polish Polar Research (Ronowicz 2005).

Dalszą naukę kontynuowałam w tymże instytucie w Zakładzie Ekologii Morza, gdzie podjęłam studia doktoranckie początkowo pod opieką prof. dr hab. Jana Marcina Węśławskiego, a następnie prof. dr hab. Marii Włodarskiej-Kowalczyk. W tym czasie zainteresowałam się niepozorną i słabo poznaną grupą morskich bezkręgowców – stułbiopławami bentosowymi z rejonu Svalbardu. Ze względu na fakt, że dotychczas nie było w Polsce specjalistów taksonomów tej grupy zwierząt, nawiązałam współpracę z wybitnymi naukowcami z ośrodków zagranicznych i odbyłam szereg wizyt, aby szkolić warsztat taksonomiczny. Spędziłam łącznie 6 tygodni w Muzeum Historii Naturalnej w Genewie (w 2005, 2006 i 2008 r.) ucząc się identyfikacji Hydrozoa pod okiem dr Petera Schucherta. W Instytucie Zoologicznym Rosyjskiej Akademii Nauk w Sankt Petersburgu miałam okazję przez dwa tygodnie (w 2005 r.) pracować z kolekcją Hydrozoa z rosyjskich mórz arktycznych pod kierunkiem prof. Sophii Stepanjants. Natomiast prof. Ferdinando Boero z Uniwersytetu w Lecce zaprosił mnie w 2005 r. do laboratorium we Włoszech, gdzie miałam dostęp do bogatego zbioru bibliograficznego oraz biologicznego z Morza Śródziemnego i gdzie mogłam konsultować swoje oznaczenia stułbiopławów z Arktyki. W roku 2005 zdobyłam swój pierwszy grant pt. „Bioróżnorodność i ekologia stułbiopławów z fiordu Hornsund, Spitsbergen” przyznany przez Komitet Badań Naukowych na badania związane z realizacją rozprawy doktorskiej. Umożliwił mi on zorganizowanie i przeprowadzenie badawczej wyprawy nurkowej do Hornsundu w lipcu 2006 r., podczas której zebrane zostały próbki Hydrozoa z płytkiego dna twardego i lasu brunatnicowego, co niemożliwe było przy użyciu standardowych metod. Następnie w 2006 r. przyznano mi finansowanie stażu zagranicznego w ramach europejskiego programu SYNTHESYS. Staż odbyłam w Muzeum Zoologicznym w Kopenhadze, gdzie realizowałam projekt dotyczący taksonomii stułbiopławów bentosowych z rejonów Oceanu Arktycznego. Owocem wymienionych powyżej projektów oraz współpracy z dr Peterem Schuchertem były trzy publikacje (Ronowicz 2007, Ronowicz & Schuchert 2007, Ronowicz et al. 2008) oraz opis nowego dla nauki gatunku stułbiopława z rodziny Haleciidae *Halecium arcticum* Ronowicz & Schuchert 2007 z fiordu Hornsund.

W roku 2008 projekt grantu promotorskiego zatytułowany „Czynniki kształtujące rozmieszczenie i bioróżnorodność fauny Hydrozoa z wód Svalbardu” (kierownik: prof. dr hab. Maria Włodarska-Kowalczyk) zyskał uznanie i finansowanie Komitetu Badań Naukowych, a w 2010 r. otrzymałam grant z Ministerstwa Nauki zatytułowany „Taksonomia i



bioróżnorodność Hydrozoa z wód Svalbardu”. W ich wyniku powstały cztery publikacje (Włodarska-Kowalczyk et al. 2009, Ronowicz et al. 2011 oraz Ronowicz et al. 2013a, b).

W listopadzie 2011 obroniłam rozprawę doktorską zatytułowaną „Biodiversity and ecology of hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) from Svalbard waters” („Bioróżnorodność i ekologia stułbiopławów (Cnidaria, Hydrozoa) z wód Svalbardu”). Następnie przebywałam na ponad rocznym urlopie macierzyńskim.

Po doktoracie moja działalność naukowa dotyczyła kilku zróżnicowanych tematycznie problemów. Kontynuowałam badania nad stułbiopławami rozszerzając jednak ich zakres o badania taksonomiczne z użyciem zintegrowanych metod taksonomii tradycyjnej i molekularnej, oraz zwiększając obszar badań o całą Arktykę, Antarktydę oraz wyspy na Oceanie Indyjskim. W 2012 r. otrzymałam finansowanie projektu w ramach konkursu Harmonia Narodowego Centrum Nauki na współpracę międzynarodową z dr Nicole Gravier-Bonnet z Uniwersytetu La Reunion (Francja). W 2015 r. odbyłam wizytę stażową w laboratorium ENTROPIE na Uniwersytecie La Reunion (St Denis), gdzie analizowałam próbki Hydrozoa z Komorów (Ocean Indyjski) i gdzie powstał pomysł wspólnej publikacji. Grant umożliwił także wizytę naukową dr Nicole Gravier-Bonnet w laboratorium Zakładu Ekologii Morza IO PAN w Polsce, podczas której kontynuowałyśmy prace nad artykułem (Artykuł 1 osiągnięcia habilitacyjnego). Projekt ten umożliwił zdobycie nowej wiedzy o bioróżnorodności fauny Hydrozoa, rewizję rodziny Aglaopheniidae oraz opis dwóch nowych dla nauki gatunków. W okresie 1.12.2017 - 31.05.2018 byłam opiekunem naukowym stażu podoktorskiego odbywanego w Zakładzie Ekologii Morza IO PAN przez dr Joana Soto Ángel z Uniwersytetu w Walencji. Podczas tej wizyty powstał przeglądowy manuskrypt poświęcony porównaniu różnorodności i wzorców występowania fauny Hydrozoa w obu rejonach polarnych, który ukazał się w 2019 r. w czasopiśmie *Hydrobiologia* (Artykuł 6 osiągnięcia habilitacyjnego). Od roku 2007 jestem członkiem International Hydrozoan Society, stowarzyszenia zrzeszającego naukowców zajmujących się systematyką, taksonomią, filogenezą, biologią i ekologią stułbiopławów. Co cztery lata odbywają się konferencje poświęcone badaniom tej grupy zwierząt, połączone z warsztatami laboratoryjnymi. Do tej pory aktywnie uczestniczyłam w pięciu tego typu spotkaniach, na których prezentowałam najnowsze wyniki prowadzonych przeze mnie projektów. Spotkania te umożliwiły mi nawiązanie współpracy międzynarodowej z badaczami z wielu ośrodków naukowych i udział w projektach zagranicznych, m.in. byłam zaproszona jako ekspert w zakresie taksonomii Hydrozoa w projekcie zajmującym się bioróżnorodnością Hydrozoa z Norwegii przyznany przez Norweskie Centrum Informacji o Bioróżnorodności (kierownik: dr Luis Martell), a obecnie jestem wykonawcą w projekcie

poświęconym badaniom arktycznych Hydrozoa z Norwegii finansowanym przez Artsdatabanken – norweską inicjatywę taksonomiczną (kierownik: dr Joan Soto Ángel). Wielokrotnie zwracano się do mnie, jako specjalisty w dziedzinie, o konsultacje taksonomiczne Hydrozoa z Alaski, Cieśniny Fram, czy Archipelagu Kanadyjskiego.

Kolejnym interesującym mnie tematem badawczym było funkcjonowanie ekosystemu lasu brunatnicowego (ang. kelp forest) w arktycznym fiordzie Hornsund. Hornsund należy do fiordów glacialnych o dużej liczbie aktywnych, uchodzących do morza lodowców. Wzrost temperatury spowodowany globalnym ociepleniem wywołuje zaburzenia w środowisku morskim fiordu; przede wszystkim z powodu topniejących lodowców zwiększona jest dostawa wód wytopiskowych niosących wysoką koncentrację zawiesiny nieorganicznej i ograniczona znacznie przejrzystość wody, a w konsekwencji panują gorsze warunki świetlne dla fotosyntetyzujących organizmów. Jestem pierwszym autorem szeregu publikacji rozpatrujących wpływ zachodzących zmian w środowisku na elementy biotyczne lasu brunatnicowego między innymi na zasoby makroglonów, ich biomasę i zagęszczenie (Ronowicz et al. 2020), na zróżnicowanie morfologiczne i przystosowania dominujących gatunków brunatnic (Ronowicz et al. 2022), różnorodność fauny stowarzyszonej z ryzoidami brunatnic a zwłaszcza sesylnych filtratorów (Ronowicz et al. 2018), występowanie i dynamikę populacji mobilnej epifauny na przykładzie skorupiaka *Caprella septentrionalis* Kröyer, 1838 (Ronowicz et al. 2013c). Prace te wykazały, iż wzrost koncentracji zawiesiny nieorganicznej na stacjach przylodowcowych nie wpływał na biomasę i liczebność makroglonów, ale powodował zmiany w składzie gatunkowym i przesunięcie maksimum biomasy w kierunku płytszej wody. Ponadto, zaobserwowaliśmy, że brunatnice są tętniącym życiem siedliskiem dla ponad 200 gatunków fauny mobilnej oraz osiadłej. Największe bogactwo gatunkowe makrobentosu występowało na ryzoidach makroglonów, które pełnią funkcję przytwierdzenia do podłoża, są wieloletnie i tworzą trójwymiarowe struktury, gdzie drobne organizmy mogą szukać schronienia. Dzięki szczegółowej analizie taksonomicznej fauny wykazaliśmy, że organizmy sesylne, jak mszywiolę czy stułbiopławę dominują pod względem liczby taksonów i nie powinny być pomijane w analizach. Jednak bardzo często ich występowanie jest odnotowane w artykułach na poziomie gromady w przypadku mszywiolów lub klasy w przypadku stułbiopławów, przez co traci się dużą część informacji o bioróżnorodności danego siedliska. Manuskrypt dotyczący sukcesji makrofauny w relacji z wiekiem brunatnicy jest obecnie w przygotowaniu. Najciekawsze wyniki były przeze mnie prezentowane na licznych międzynarodowych konferencjach takich, jak Aquatic Science Meeting ASLO in Palma de Mallorca (2023), European Marine Biology Symposium in Gdańsk (2022), World Conference

on Marine Biodiversity in Montreal (2018). Ponieważ tematyka efektu zmian klimatycznych na inżynierów środowiska, jakimi są makroglony, jest niezwykle istotna w dobie ocieplającej się Arktyki, przygotowałam projekt badawczy mający na celu określenie wpływu zmian zachodzących w środowisku na funkcjonowanie lasów brunatnicowych i fauny stowarzyszonej w ciągu ostatnich 20 lat. Punktem wyjścia będą badania przeprowadzone w 2003 r. w fiordzie Hornsund, które przy pomocy podobnej metodyki zostaną powtórzone po dwóch dekadach. Został on złożony do Narodowego Centrum Nauki w ostatnim konkursie OPUS i jest obecnie w trakcie oceny.

Następny temat moich zainteresowań badawczych koncentrował się wokół sezonowej zmienności meroplanktonu (frakcji planktonu składającej się ze stadiów larwalnych organizmów bentosowych) oraz na powiązaniach pomiędzy obecnością meroplanktonu w kolumnie wody, a procesami kolonizacji i sukcesji fauny dna twardego.

Przy współpracy z prof. Piotrem Kuklińskim i zespołem z Wielkiej Brytanii opisałam wyniki przeprowadzonego podwodnego eksperymentu kolonizacyjnego w morskim rezerwacie przyrody wokół wyspy Skomer (Walia). Płytki kolonizacyjne były wymieniane co miesiąc, co pozwoliło na zbadanie czasowej zmienności osiadania larw i czynników wpływających na tworzenie się zbiorowiska dna twardego (Ronowicz et al. 2014).

W 2015 r. złożony przeze mnie projekt LARVA zatytułowany „Wpływ warunków środowiskowych i zmian sezonowych na reprodukcję i sukcesję zbiorowiska arktycznej epifauny” uzyskał finansowanie Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu OPUS. Dodatkowo tematyką tą udało nam się zainteresować zespół norweski z Uniwersytetu na Svalbardzie, co zaowocowało wspólnym 3-letnim projektem dotyczącym różnorodności i sezonowej dynamiki meroplanktonu w przybrzeżnych ekosystemach wysokich szerokości geograficznych kierowanym przez Janne Søreide „Meroplankton biodiversity, seasonal dynamics and function in high latitude coastal ecosystems” finansowanym przez norweski program Fram Centre Flagship Fjord and Coast. Na potrzeby realizacji obu projektów zorganizowałam pięć naukowych wypraw nurkowych do Isfjordu na Spitsbergenie (w każdym sezonie, poczynając od lata 2016), podczas których przeprowadzony był eksperyment podwodny. Na dwóch stacjach w Isfjordzie na głębokości 6 i 12 m zainstalowano specjalnie zaprojektowane konstrukcje z wymiennymi płytkami kolonizacyjnymi. Pobierano również próbki meroplanktonu przy pomocy wynalezionych przez zespół projektowy narzędzi połowowych: pompy ssącej służącej do pobierania drobnych organizmów z zakamarków przy dnie oraz siatki ciągniętej horyzontalnie przez nurka. Konstrukcja paneli oraz pompa ssąca otrzymały ochrony na wzory użytkowe nadane przez Polski Urząd Patentowy (Nr 72990 z

2020 r. i Nr 70572 z 2017 r.). Wyniki obu projektów są unikatowe, ponieważ dotyczą do dziś bardzo słabo rozpoznanej zmienności sezonowej meroplanktonu oraz fauny dna twardego w logistycznie trudno dostępnej Arktyce. Powstałe dotychczas publikacje opisują sezonową zmienność larw Cirripedia oznaczonych do gatunku przy pomocy technik molekularnych (Walczyńska et al. 2019), sezonową dynamikę meroplanktonu wraz z porównaniem skuteczności użytych narzędzi (Weydmann et al. 2021), oraz metodykę zastosowanych technik eksperymentalnych (Kukliński et al. 2022). Na bazie uzyskanych danych powstała jedna praca magisterska (Sowa 2019), a dwie rozprawy doktorskie są w trakcie realizacji.

Kontynuacją projektu LARVA jest uzyskany przeze mnie w 2020 r. grant Narodowego Centrum Nauki „Wpływ atlantyfikacji na proces sukcesji i komponenty biotyczne płytkiego ekosystemu dna twardego w Arktyce” - ASCOMEA. Projekt jest w trakcie realizacji i wykorzystuje zainstalowane w ramach projektu LARVA konstrukcje eksperymentalne do zbadania 5-letniej sukcesji epifauny w zależności od głębokości i wpływu mas wodnych. Ukazały się dwie publikacje (Sowa et al. 2023 oraz Patuła et al. 2023), których jestem współautorem, a kolejne są w przygotowaniu.

W 2021 r. brałam udział w pracach Zespołu Ekspertów Panelu Narodowego Centrum Nauki, podczas których recenzowałam projekty zgłaszane do konkursu Preludium. Wielokrotnie recenzowałam artykuły naukowe w czołowych czasopismach w dziedzinie ekologii, bioróżnorodności, systematyki, takich jak *Polar Biology*, *Marine Biology*, *Taxonomy*, *Invertebrate Biology*, *Diversity*, *Zootaxa*, *Journal of Marine Science and Engineering*, *Polish Polar Research*, *Oceanologia*, *PLoSOne*, *Marine Ecology Progress Series*.

Należę do International Hydrozoan Society, o którym pisałam już powyżej, oraz jestem koordynatorem Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB) z ramienia IO PAN. KSIB jest obecnie największą w Polsce organizacją gromadzącą dane przyrodnicze zrzeszającą 28 instytucji naukowo-badawczych. Pod egidą tej sieci prowadzone są badania podstawowe w zakresie poznawania i ochrony różnorodności biologicznej Polski. Bardzo ważną działalnością tejże sieci jest udostępnianie i upowszechnianie danych o bioróżnorodności.

Szczegółowy wykaz moich osiągnięć naukowych znajduje się w załączniku nr 4.

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

Działalność dydaktyczną rozpoczęłam w 2014 r. w okresie mojego zatrudnienia na stanowisku dydaktyk przez Instytut Geofizyki PAN w Warszawie w ramach projektu „Podnoszenie kompetencji uczniowskich w dziedzinie nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych z wykorzystaniem innowacyjnych metod i technologii” (EDUSCIENCE). Byłam odpowiedzialna za przygotowanie, prowadzenie lekcji on-line oraz wycieczek edukacyjnych z zakresu oceanografii i biologii morza dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjów i liceów. Ponadto byłam autorem serii artykułów popularnonaukowych w formie ciekawostek, gier, quizów, zamieszczonych na stronie internetowej tego projektu. Prowadziłam wykłady dla Uniwersytetu Trzeciego Wieku poświęcone oceanologii, ekologii i ochronie przyrody oraz cykl lekcji przyrodniczych wraz z zajęciami praktycznymi dla uczniów szkół podstawowych oraz dzieci wieku przedszkolnego zapoznających z różnorodnością organizmów morskich i zaznajamiających z pracą biologa. Brałam udział w licznych piknikach naukowych organizowanych przez IO PAN (np. odbywający się corocznie Sopotki Piknik Naukowy „Ocean Zmian”), których celem było ukazanie pracy badacza, zapoznanie z ogromną różnorodnością życia w morzach i oceanach, a także przedstawienie w przystępny i aktywny sposób wyników prowadzonych projektów.

W kwietniu 2022 r. zostałam zaproszona jako wykładowca do współprowadzenia tygodniowego kursu „Diversity, systematics and biology of Hydrozoa” dla międzynarodowego grona studentów i doktorantów na Biologicznej Stacji Morskiej Espregend Uniwersytetu w Bergen (Norwegia).

Po uzyskaniu stopnia doktora wypromowałam jedną pracę magisterską napisaną w języku angielskim pod tytułem „Factors influencing epibionts recruitment on artificial experimental plates in the high Arctic (Isfjorden, Spitsbergen)” w 2019 r. Byłam również promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej Bartosza Witalisa zatytułowanej „Bioróżnorodność i procesy ekologiczne w portach: Gdańsk, Gdynia i Władysławowo” obronionej w 2019 r. Obecnie opiekuję się jedną doktorantką (Międzynarodowa Środowiskowa Szkoła Doktorska) oraz jednym licencjantem (Uniwersytet Gdański). Brałam udział w komisji ewaluacyjnej jako recenzent pracy doktorskiej Joana Soto Ángel „Diversity, ecology and biogeography of Antarctic benthic hydrozoans: the Weddell Sea and the Scotia Arc as study cases” złożonej na Uniwersytecie w Walencji w lipcu 2017 r.

Ponadto recenzowałam pracę licencjacką zatytułowaną „Współczesne zagrożenia niedźwiedzi polarnych *Ursus maritimus*” w 2020 r. oraz magisterską „Zmienność sezonowa pelagicznych Gastropoda z arktycznego fiordu (Isfjorden, Svalbard)” w 2022 r.

Sprawowałam opiekę nad stażystką Emilią Karłowicz z Uniwersytetu Jagiellońskiego w ramach projektu BioGeoStaże, oraz praktykantami z Uniwersytetu Gdańskiego (Przemysław Tuszyński, Łucja Kubiak) i stypendystami zatrudnionymi w ramach kierowanych przeze mnie projektów finansowanych przez NCN: LARVA (Katarzyna Walczyńska) oraz ASCOMEA (Weronika Patuła, Agata Bigaj, Magdalena Dolinkiewicz). Byłam również opiekunem 6-miesięcznego stażu post-doc w IO PAN zagranicznego badacza dr Joana Soto Ángel z Uniwersytetu w Walencji, którego efektem jest publikacja z 2019 r. w czasopiśmie *Hydrobiologia* (Artykuł 6 osiągnięcia naukowego).

Podczas kierowanych przeze mnie projektów zorganizowałam i przeprowadziłam wiele wypraw badawczych na Spitsbergen. Pierwsza z nich była to nurkowa ekspedycja do fiordu Hornsund w lipcu 2006 r. w celu pobrania materiału badawczego do doktoratu. Zdobyłam szereg uprawnień do płetwonurkowania i jestem aktywnym członkiem Zespołu płetwonurków naukowych IO PAN. Nurkowanie swobodne jest często najlepszą metodą poboru próbek z dotychczas słabo eksplorowanego płytkiego dna twardego, gdzie standardowe metody takie jak drągi czy czerpacze zawodzą. Stąd moje zainteresowanie zastosowaniem tej precyzyjniejszej metody w badaniach. Kolejnych pięć wypraw organizowałam w ramach projektu LARVA. Odbywały się one co kwartał począwszy od lipca 2016 r. Każda z nich trwała 3 tygodnie i zaangażowanych w nich było co najmniej trzech nurków (głównie z Zespołu płetwonurków IO PAN). Było to wielkie wyzwanie logistyczne, zwłaszcza w czasie nocy polarnej. Zadania podwodne dotyczyły instalacji i dalszej inspekcji eksperymentu kolonizacyjnego, poboru meroplanktonu przy pomocy różnych narzędzi, a także pomiarów fizyko-chemicznych wody. Wszystkie prace przebiegły pomyślnie i plan został zrealizowany z sukcesem, dostarczając bogatego i unikatowego materiału badawczego.

Jestem współautorem dwóch publikacji popularnonaukowych. Pierwsza z nich ukazała się w czasopiśmie *Kosmos* w 2021 r. Powstała w ramach projektu finansowanego przez Program Operacyjny Polska Cyfrowa zatytułowanego „Integracja i mobilizacja danych o różnorodności biologicznej Eukaryota w zasobach polskich instytucji naukowych” (IMBIO), którego byłam koordynatorem ze strony IO PAN. Prezentowała ona bogate zbiory morskich organizmów, które są w posiadaniu IO PAN oraz niezwykle interesującą historię ich pozyskiwania. Drugi artykuł, którego jestem współautorem został opublikowany w 2021 r. w czasopiśmie *Divers*. Dotyczył on specyfiki pracy Zespołu płetwonurków IO PAN i zapoznawał

z wyzwaniami nurkowania naukowego w rejonach polarnych. Jestem również zaangażowana w prowadzenie bloga na stronie <https://www.facebook.com/IOPANSciDive>, na którym wspólnie z pozostałymi członkami zespołu opisujemy wyprawy nurkowe i udostępniamy fotoreportaże.

Innego rodzaju działalnością organizacyjną i popularyzującą naukę było stworzenie pierwszej w Polsce kolekcji muzealnej stułbiopławów z różnych rejonów świata. W ramach projektu IMBIO koordynowałam również prace digitalizacyjne zasobów biologicznych Zakładu Ekologii Morza IO PAN. Łącznie udostępniliśmy w formie cyfrowej dane dotyczące ponad 77 000 okazów organizmów morskich. Zostały one przekazane na lokalną platformę i dalej zostaną udostępnione poprzez Światowy System Informacji o Bioróżnorodności - GBIF (Global Biodiversity Information Facility) na platformie <https://www.gbif.org>. Jestem również autorem rozdziału Cyfrowego Katalogu o Bioróżnorodności Polski poświęconego typom morskim Cnidaria i Ctenophora (<https://doi.org/10.15468/f64h7y>).

W 2008 r. udzieliłam wywiadu dla Polskiej Agencji Prasowej (PAP) na temat obserwacji ślimaka nagoskrzelnego w Morzu Bałtyckim.

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

W latach 2008-2009 oraz 2011-2012 przebywałam na rocznych urloпах macierzyńskich.

### **Podsumowanie**

W skład mojego dorobku wchodzi 23 artykuły naukowe w języku angielskim (z czego 17 po uzyskaniu stopnia doktora) w czasopismach z tzw. Listy Filadelfijskiej. Mój indeks Hirscha wynosi 9 (według bazy Scopus) i 10 (według bazy Web of Science). Łącznie moje prace były cytowane 252 razy (bez autocytowań 214) według bazy Scopus oraz 242 razy (bez autocytowań 209) według Web of Science. Od momentu uzyskania przeze mnie stopnia doktora jestem autorem 17 publikacji (w tym 10 pierwszoautorskich) z łączną liczbą cytowań 216 (według bazy Scopus). Wyniki swoich badań prezentowałam na licznych konferencjach międzynarodowych, będąc autorem lub współautorem 25 referatów oraz 5 posterów. Kierowałam pięcioma projektami, w tym jednym na współpracę międzynarodową,

oraz byłam wykonawcą w dwóch projektach norweskich, jednym grantie polsko-norweskim oraz koordynatorem z ramienia IO PAN w projekcie POPC składającym się z konsorcjum polskich instytucji naukowych. Obecnie jestem kierownikiem jednego projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki i wykonawcą w jednym międzynarodowym projekcie przyznany przez Artsdatabanken – Norweską Inicjatywę Taksonomiczną. Ponadto jestem współautorem dwóch wzorów użytkowych, które otrzymały ochrony nadane przez Polski Urząd Patentowy.

Marta Ronowicz

.....  
(podpis wnioskodawcy)