

Monika Kędra
Instytut Oceanologii
Polskiej Akademii Nauk
w Sopocie

Autoreferat w języku polskim i angielskim
Załącznik 2 do wniosku
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Funkcjonowanie zespołów fauny bentosowej w arktycznych ekosystemach morskich

Sopot, 2015

Autoreferat w języku polskim:

1. Imię i Nazwisko:
Monika Kędra

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:
Magister – Oceanografia, ze specjalizacją biologia morza, Uniwersytet Gdański, 2003
Doktor – Oceanologia, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie: Inter-annual changes in the biodiversity of the Arctic soft bottom macrobenthos in Kongsfjorden, Spitsbergen, 2008

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych:
2007 - 2008 – oceanograf, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, Zakład Ekologii Morza
2008 – 2011 – adiunkt, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, Zakład Ekologii Morza
2011 - 2013 – post- doc w Chesapeake Biological Laboratory University of Maryland Center for Environmental Science, USA
2013 – obecnie - adiunkt, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie, Zakład Ekologii Morza

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

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Funkcjonowanie zespołów fauny bentosowej w arktycznych ekosystemach morskich

b) autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa,

1. **Kędra M.**, Legeżyńska J., Walkusz W., 2011, Shallow winter and summer macrofauna in high Arctic fjord (79°N, Spitsbergen), Marine Biodiversity, 41: 425 – 439.

(IF – 1.104*; pkt MNiSW – 0) *IF nadany w 2015

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu koncepcji badań oraz zapewnieniu funduszy na badania (kierownik projektu), zaplanowaniu i zorganizowaniu badań (kierownik wyprawy), udziale w poborze prób, przygotowaniu i obróbce części materiału (oznaczenia taksonomiczne: wieloszczety, mięczaki, inne grupy taksonomiczne z wyjątkiem skorupiaków), przeprowadzeniu analiz statystycznych, przeglądzie i wyborze literatury, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rysunków oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 70%.

2. **Kędra M.**, Kuliński K., Walkusz W., Legeżyńska J., 2012, The shallow benthic food web structure in the high Arctic does not follow seasonal changes in the surrounding environment, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 114: 183 – 191.
(IF – 2.253/2.80*; pkt MNiSW – 35)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu koncepcji badań oraz zapewnieniu funduszy na badania (kierownik projektu), zaplanowaniu i zorganizowaniu badań (kierownik wyprawy), udziale w poborze prób, przygotowaniu i obróbce części materiału (oznaczenia taksonomiczne: wieloszczety, mięczaki, inne grupy taksonomiczne z wyjątkiem skorupiaków), przeprowadzeniu analiz statystycznych, przeglądzie i wyborze literatury, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rysunków oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 65%.

3. **Kędra M.**, Renaud P.E., Andrade H., Goszczko I., Ambrose Jr. W.G., 2013, Benthic community structure, diversity and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank), *Marine Biology*, 160 (4): 805 – 819.
(IF – 2.393/2.49*; pkt MNiSW – 35)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na współplanowaniu koncepcji badań, zaplanowaniu i zorganizowaniu badań (kierownik rejsu), przygotowaniu i obróbce materiału, przeprowadzeniu analiz statystycznych, przeglądzie i wyborze literatury, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rysunków oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 70%.

4. **Kędra M.**, Pabis K., Gromisz S., Węśławski J.M., 2013, Distribution patterns of polychaete fauna in an Arctic fjord (Hornsund, Spitsbergen), *Polar Biology*, 36 (10): 1463 – 1472.
(IF – 2.071/1.91*; pkt MNiSW – 30)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu i obróbce materiału, przeprowadzeniu części analiz statystycznych, przeglądzie i wyborze literatury, interpretacji wyników badań, napisaniu manuskryptu wraz z przygotowaniem rysunków oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 78 %.

5. Shields M., **Kędra M.**, 2009, A deep burrowing sipunculan of ecological and geochemical importance, *Deep Sea Research I*, 56: 2057 – 2064.
(IF – 2.593/3.198*; pkt MNiSW - 35)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na przygotowaniu i obróbce części materiału (oznaczenia i pomiary taksonomiczne), udziale w interpretacji wyników badań, napisaniu fragmentów manuskryptu oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 40%.

6. **Kędra M.**, Moritz C., Choy E.S., David C., Degen R., Duerksen S., Ellingsen I., Górka B., Grebmeier J.M., Kirievskaya D., van Oevelen D., Pivosz K., Samuelsen A., Węśławski J.M., 2015, Status and trends in the structure of Arctic benthic food webs, *Polar Research*, 34, 23775, <http://dx.doi.org/10.3402/polar.v34.23775>
(IF – 1.141**/1.69*; pkt MNiSW – 25), ** - za rok 2014; IF za 2015 niedostępny

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zainicjowaniu i moderowaniu dyskusji, w wyniku której powstała podstawowa koncepcja manuskryptu, przygotowaniu i zaplanowaniu koncepcji manuskryptu, wyborze literatury, napisaniu manuskryptu oraz końcowej edycji tekstu. Mój udział procentowy to 58%.

*Sumaryczny Impact Factor wymienionych powyżej publikacji wynosi : 12.1/13.192**
*Na podstawie dostępnych IF z roku publikacji oraz * na podstawie dostępnych IF za okresy 5*
letnie obejmujące rok wydania publikacji.
Sumaryczna liczba punktów MNiSW (wg listy z 2014 r.) wymienionych publikacji wynosi:
160.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Ponad 70% powierzchni Ziemi zajmuje dno morskie, zamieszkiwane przez faunę denną. Wiele organizmów bentosowych, szczególnie w zimnych wodach polarnych, charakteryzuje się długim, wieloletnim okresem życia oraz niską mobilnością. Uznaje się, że fauna denna odzwierciedla procesy zachodzące w kolumnie wody w dłuższym okresie czasu i uznawana jest za repozytorium materiału docierającego do dna, zarówno tego pochodzenia lądowego, jak i z produkcji morskiej. Te cechy sprawiają, że jest ona idealnym obiektem do badań zmienności środowiska, szczególnie w morzach arktycznych, gdzie procesy zachodzące w kolumnie wody oraz te zachodzące na dnie są silnie ze sobą powiązane. Dlatego też pogłębianie wiedzy o funkcjonowaniu fauny bentosowej, jak również monitorowanie bioróżnorodności, biomasy i produkcji bentosu, są elementami niezbędnymi do zrozumienia zasad funkcjonowania ekosystemów morskich, zwłaszcza we wrażliwych rejonach polarnych. Jest to niezwykle istotne w kontekście obserwowanej zmiany klimatu, której konsekwencje są szczególnie widoczne w Arktyce. Mimo zwiększonego w ostatnim czasie zainteresowania tymi procesami, skala i zasięg tych zmian pozostaje nieznana, mimo że ich rozpoznanie jest niezbędne dla zrozumienia funkcjonowania ekosystemów arktycznych. Dlatego konieczne jest poszerzanie naszej wiedzy na temat bioróżnorodności, rozmieszczenia, funkcjonowania zespołów bentosowych, zarówno w krótkiej (sezonowej) jak i w dłuższej skali czasowej. Stąd moje zainteresowanie funkcjonowaniem zespołów fauny bentosowej w arktycznych ekosystemach. Moją pracę habilitacyjną tworzy cykl publikacji w uznanych czasopismach międzynarodowych. Głównym jej celem było zbadanie funkcjonowania, w tym bioróżnorodności, produktywności i relacji troficznych zespołów fauny bentosowej w arktycznych ekosystemach oraz ich zależności od warunków środowiskowych. Praca opiera się na materiałach bentosowych zebranych z szelfu oraz głębokich rejonów Mórz Nordyckich.

Poniżej przedstawiono w zarysie najważniejsze wyniki badań udokumentowanych w przedłożonym cyklu publikacji, składającym się na moją rozprawę habilitacyjną. Pierwsze trzy publikacje dotyczą funkcjonowania całych zespołów fauny bentosowej, w dwóch kolejnych skupiam się na znaczeniu i roli wybranych grup fauny bentosowej w funkcjonowaniu wybranych arktycznych ekosystemów morskich. Ostatnia publikacja jest publikacją przeglądową i podsumowuje stan wiedzy na temat arktycznych bentosowych sieci troficznych, oraz przedstawia analizę możliwych zmian w funkcjonowaniu fauny bentosowej w zmieniającej się pod wpływem ocieplenia klimatu Arktyce.

Publikacja nr 1 (*Shallow winter and summer macrofauna in high Arctic fjord (79°N, Spitsbergen*)) jest efektem projektu WinAmp, którego byłam kierownikiem w latach 2009 – 2010. W tej publikacji porównano strukturę zespołów bentosowych w okresie zimy i lata. Warunki środowiskowe panujące w Arktyce zimą i latem różnią się drastycznie. Niskie

temperatury, obecność lodu morskiego, brak światła słonecznego oraz dostaw świeżej materii organicznej sprawiają, że przetrwanie zimą jest dużym wyzwaniem dla wielu organizmów morskich. Nadal jednak niewiele wiadomo na temat strategiiach życiowych i przetrwania organizmów bentosowych w okresie zimy w rejonach polarnych. Tego typu badania są niezwykle ważne, szczególnie, że większość badań arktycznych, ze względów logistycznych, skupia się na okresie letnim, rzadziej wiosennym, lub jesiennym. Do tej pory badań zimowych było niewiele, a opublikowane przeze mnie dane były pierwszymi dla fauny dennej, zebranymi w czasie zimy, w płytkich rejonach niewielkiego arktycznego fiordu, Kongsfjorden, położonego w zachodniej części Spitsbergenu, z aktywnym lodowcem w wewnętrznej części.

Głównym celem tej pracy było zbadanie w jaki sposób zmienia się bioróżnorodność i struktura zbiorowisk fauny dennej wzdłuż gradientu głębokości oraz odległości od lodowca. Próby zostały pobrane wzdłuż czterech transektów głębokości (5m-15m-25m-35m) położonych wzdłuż wybrzeża, od wewnętrznej części fiordu, w pobliżu lodowca Kongsbreen, do środkowej części fiordu, w pobliżu miejscowości Ny-Ålesund, w marcu 2009. W tym czasie fiord był zamrożony, z pokrywą lodową sięgającą 47 cm grubości. Na najpłytszych stacjach w pobliżu lodowca również osad był przemarznięty. W tym czasie nie obserwowano zakwitów, dzięki czemu wiadomo, iż próbkowana fauna nie miała dostępu do źródeł świeżego pożywienia od początku zimy. Uzyskane wyniki zostały porównane z wynikami uzyskanymi na podstawie prób pobranych w dwóch referencyjnych miejscach w pobliżu lodowca i Ny-Ålesund, w okresie lata (sierpień 2008).

W obu sezonach w faunie dennej dominowały wieloszczety (85%) i mięczaki (11.5%), oraz gatunki pochodzenia arktycznego (26%) lub arktyczno-borealnego (52%). Zimą stwierdzono obecność 120 taksonów, i kolejnych 26 latem. Zimą zaobserwowano nieznaczny wzrost ilości gatunków drapieżnych i oportunistycznych w porównaniu do okresu letniego. Zimą średnie liczebności fauny dennej wynosiły 3,680 ind. m⁻², z wartością minimalną 329 ind. m⁻² na 5m przy lodowcu (przemarznięty osad) oraz maksymalną 11,800 ind. m⁻² w pobliżu Ny-Ålesund na 15m. Natomiast latem wartości te sięgały odpowiednio 2,795 ind. m⁻² przy lodowcu i 17,564 ind. m⁻² w pobliżu Ny-Ålesund na głębokości 15m. Biomasa wynosiła średnio 43.00 gm⁻² zimą i 58.7 g*m⁻² w pobliżu lodowca oraz 69.8 g*m⁻² przy Ny-Ålesund latem. Stwierdzono, że liczebność, biomasa, bogactwo gatunkowe oraz bioróżnorodność fauny dennej była pozytywnie skorelowana z odległością od lodowca oraz negatywnie z rodzajem osadu (zawartość łu). Odległość od lodowca, rodzaj osadu oraz głębokość były głównymi czynnikami kształtującymi zbiorowiska fauny dennej. Istotne różnice pomiędzy próbami zebranymi latem i zimą występowały jedynie dla bogactwa gatunkowego i bioróżnorodności na stacji Ny-Ålesund. Nie było żadnych statystycznie istotnych różnic pomiędzy bogactwem gatunkowym i bioróżnorodnością dla stacji w pobliżu lodowca. Nie stwierdzono również żadnych istotnych różnic dla biomasy i liczebności bez względu na miejsce poboru prób.

Podsumowując, w tej publikacji wykazano, że zbiorowiska fauny dennej w płytkich wodach pozostają **relatywnie stabilne w ciągu roku** i że **zmiany** pomiędzy tak drastycznie **różnymi porami roku** w rejonach arktycznych jak lato i zima, **są niewielkie**.

Publikacja nr 2 (*The shallow benthic food web structure in the high Arctic does not follow seasonal changes in the surrounding environment*) jest kontynuacją badań opisanych

powyżej i jest również efektem projektu WinAmp. W publikacji tej porównano strukturę i organizację bentosowych sieci troficznych w okresie zimowym i letnim. Struktura sieci troficznych nie tylko opisuje zależności troficzne pomiędzy organizmami, ale również jest odzwierciedleniem bioróżnorodności, interakcji między gatunkami oraz struktury, stabilności i funkcjonowania ekosystemu. Okres zimowy w rejonach polarnych charakteryzuje się brakiem produkcji pierwotnej i stąd oczekuje się, że w tym okresie następuje zmiana relacji troficznych między gatunkami jak również zmiana zachowań troficznych poszczególnych gatunków. Badania sieci troficznych w Arktyce nie tylko pozwalają na lepsze poznanie funkcjonowania ekosystemów morskich, ale również są niezwykle istotne w kontekście zachodzącej zmiany klimatu, której konsekwencją będzie najprawdopodobniej zmiana jakości i sezonowości produkcji pierwotnej, a co za tym idzie, relacji troficznych. Jednak wiedza na temat struktury bentosowych sieci troficznych, szczególnie w okresie zimowym, jest bardzo niewielka. Stąd badanie relacji troficznych organizmów bentosowych, w szczególności w ujęciu sezonowym, jest niezwykle ważnym zagadnieniem badawczym.

Głównym celem tej publikacji było zbadanie i porównanie ewentualnych zmian w strukturze bentosowych sieci troficznych pomiędzy latem (sierpień 2008) i zimą (marzec 2009), w płytkich wodach sublitoralu arktycznego fiordu, Kongsfjorden. Było to pierwsze tego typu badanie – do tej pory nie prowadzono badań bentosowych sieci troficznych w okresie zimowym, w płytkich wodach fiordowych. Próby zimowe pobrano w marcu, po długim okresie bez dostaw świeżej materii organicznej do dna, natomiast próby letnie pobrano w sierpniu, kiedy dostęp do materii organicznej nie jest utrudniony. Do zbadania struktury sieci troficznej zastosowano metodę analizy z użyciem stabilnych izotopów węgla ($\delta^{13}\text{C}$) i azotu ($\delta^{15}\text{N}$). Dzięki tej metodzie możliwe jest rozpoznanie źródeł pożywienia i diety organizmów w skali tygodni do miesiący. Wraz ze wzrostem poziomu troficznego tkanka konsumenta jest wzbogacona w cięższe izotopy węgla i azotu w porównaniu do tkanki ofiary. $\delta^{15}\text{N}$ najlepiej oddaje poziom troficzny organizmów, podczas gdy $\delta^{13}\text{C}$ najlepiej obrazuje źródła pożywienia.

W sumie zostało przeanalizowanych 51 bezkręgowców w obu sezonach, z czego 24 zostało pobranych w zimie i 33 latem; jest to około 40% wszystkich stwierdzonych w tym czasie gatunków w faunie dennej tego rejonu (publikacja nr 1). W obu sezonach stwierdzono obecność czterech poziomów troficznych, choć jedynie nieliczne organizmy zostały sklasyfikowane na poziomie czwartym. Zakres wartości $\delta^{15}\text{N}$ był podobny w obu sezonach, natomiast zakres wartości $\delta^{13}\text{C}$ był większy w okresie zimowym. Większość gatunków filtrujących i odżywiających się na dnie zajmowała poziom troficzny drugi, natomiast drapieżcy umieszcili się na poziomach trzecim i czwartym. Mimo iż wartości $\delta^{15}\text{N}$ były znacząco wyższe dla kolejno każdej z tych grupy, nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy tymi wartościami między zimą i latem. Jedynie nieliczne gatunki zmieniły swój poziom troficzny pomiędzy sezonami. Organizmy bentosowe w płytkich wodach fiordu są zależne głównie od materii organicznej pochodzenia morskiego, przede wszystkim przetworzonej materii organicznej, ale również od materii organicznej pochodzenia lądowego. Stwierdzono **brak istotnych różnic w strukturze bentosowej sieci troficznej pomiędzy latem i zimą**. Wykazano, że wiele z gatunków bentosowych w sublitoralu jest wszystkożerna i może odżywiać się na wielu poziomach troficznych, co sprawia, że wykazuje się dużą odpornością na zmiany w środowisku zachodzące na skutek zmian pór roku. Arktyczne organizmy

bentosowe wydają się mieć duże możliwości adaptacyjne do zmieniających się sezonowo warunków środowiska, stąd ich odpowiedź na zachodzącą zmianę klimatu może nie być natychmiastowa i raczej nie silnie negatywna.

Publikacja nr 3 (*Benthic community structure, diversity and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank)*) powstała w ramach projektu norwesko-polskiego Bankmod; próby zostały pobrane w czasie rejsu r/v Oceania na Morze Barentsa, którego byłam kierownikiem naukowym. Morze Barentsa jest jednym z najbardziej produktywnych mórz w Oceanie Światowym, a jego płytkie rejony zwane ławicami charakteryzują się szczególnie wysoką produkcją pierwotną sięgającą 300 g C m^{-2} na rok (Sakshaug et al. 2009). Stąd badania fauny bentosowej ławic są szczególnie ważne dla zrozumienia funkcjonowania ekosystemu całego Morza Barentsa. Próby zostały pobrane na ławic Morza Barentsa o najwyższej produktywności, Svalbard Bank, szczególnie ważnym miejscu żerowania wielu gatunków ryb i wielorybów. Głównym celem było zbadanie w jaki sposób zmienia się struktura zespołów bentosowych oraz produkcja wtórna fauny bentosowej wraz z gradientem środowiskowym oraz ocena zmian w czasie. Uzyskane wyniki zostały porównane z wynikami uzyskanymi 85 lat wcześniej przez Idelsona (1930).

W przypadku epifauny wyraźne zmiany w składzie gatunkowym, zagęszczeniu, biomasi oraz produkcji (wartości węgla) były zależne od głębokości, jak również od cech środowiskowych poszczególnych siedlisk, w tym prądów, tempa sedymentacji oraz różnic we właściwościach mas wodnych zalegających ponad dnem. W przypadku infauny podobne zmiany zaobserwowano jedynie dla biomasy, która była najwyższa na wschodnim stoku ławicy – pozostałe charakterystyki zbiorowiska nie zmieniały się wraz z głębokością. Produkcja epifauny sięgała 33.4 g C m^{-2} na rok (najpłytszy punkt ławicy), a średnio wynosiła 21.8 g C m^{-2} na rok. Natomiast produkcja infauny była znacznie niższa, i wynosiła między 1.1 a 4.3 g C m^{-2} na rok na stokach ławicy. **Wysoka produkcja wtórna** w rejonie Svalbard Bank jest bardzo **ważna dla funkcjonowania** całego ekosystemu Morza Barentsa i może stanowić **ważne źródło węgla** dla populacji ryb, z których wiele ma wartość komercyjną.

Otrzymane wyniki nie różniły się znacząco od wyników otrzymanych 85 lat wcześniej, i to pomimo prowadzonych w latach 1980tych i 90tych intensywnych połowów trałowych przegrzebka (*Chlamys islandica*) oraz znacznego ocieplenia północnego Atlantyku w latach dwudziestych i trzydziestych XX wieku, które to było przyczyną istotnych zmian w ekosystemie Morza Barentsa. Mimo, że intensywne połowy w okresie od 1987 do 1992 doprowadziły do tak znacznego uszczuplenia zasobów przegrzebka, iż konieczne było zaprzestanie połowów, wydaje się, że obecnie zasoby tego małża, dwadzieścia lat po zaprzestaniu połowów, zdołały się odbudować. To, jak również niewiele zmian w strukturze fauny dennej w porównaniu do badań Idelsona (1930) z lat dwudziestych, wskazuje na **silną odporność i elastyczność** tego ekosystemu.

Publikacja nr 4 (*Distribution patterns of polychaete fauna in an Arctic fjord (Hornsund, Spitsbergen)*) powstała w ramach projektu dotyczącego wieloszczetów fiordów zachodniego Spitsbergenu, którego byłam kierownikiem. Wieloszczety (Polychaeta) są jedną z najważniejszych grup organizmów bentosowych w morskich ekosystemach. Pełnią wiele istotnych i różnorodnych funkcji w ekosystemach morskich nie tylko ze względu na fakt, że dominują pod względem liczebności w zbiorowiskach bentosowych zasiedlających dno miękkie, ale również ze względu na ogromne bogactwo gatunkowe oraz funkcyjne,

obejmujące różne sposoby odżywiania, mobilności i reprodukcji. Wieloszczety są uważane za dobre indykatory całkowitej bioróżnorodności zbiorowisk, struktur zbiorowisk oraz kondycji ekosystemów.

Głównym celem było zbadanie w jaki sposób wieloszczety, a w szczególności ich liczebność, biomasa, bioróżnorodność, struktura zbiorowisk oraz funkcje zmieniają się w arktycznym fiordzie (Hornsund, zachodni Spitsbergen) w relacji do zmieniających się, wraz z odległością od lodowca, warunków środowiskowych. Hornsund należy do sieci obszarów *All Taxa Biodiversity Inventory* (ATBI) ustanowionych w ramach programu Unii Europejskiej *Marine Biodiversity Research in Europe* (BIOMARE). Hornsund jest również ważnym obszarem z punktu widzenia monitoringu zmian klimatycznych i ich wpływu na faunę morską. W tej publikacji wykazano, że Hornsund posiada niezwykle bogatą faunę wieloszczetową, zarówno pod względem różnorodności gatunkowej, liczebności i biomasy. Poszczególne charakterystyki fauny zmieniały się wraz z odległością od lodowca i zależały od warunków środowiskowych, charakterystycznych dla poszczególnych części fiordu. Fauna wieloszczetowa w zatoce lodowcowej, w wewnętrznej części fiordu, Brepollen, była wyraźnie różna od tej zamieszkującej środkową i zewnętrzną część fiordu. W sumie, wzdłuż linii fiordu, można wyróżnić trzy różne zgrupowania wieloszczetów, które charakteryzowały się stale rosnącymi, wraz ze zwiększającą się odległością od zatoki lodowcowej, wartościami liczebności, biomasy i bioróżnorodności. Rejony w pobliżu lodowca były zdominowane przez gatunki drapieżne i mobilne, odżywiające się na powierzchni osadu, podczas gdy fauna w zewnętrznej części fiordu była zdominowana przez drapieżców oraz organizmy osiadłe; ponadto miała dużo bardziej skomplikowaną troficzną strukturę i składała się z wielu różnych grup funkcjonalnych. Struktura zespołów była **istotnie skorelowana z temperaturą** przy dnie oraz **typem osadu**. **Nie stwierdzono** istotnych zależności pomiędzy charakterystykami zespołów wieloszczetów a **głębokością** oraz **zawartością węgla organicznego** w osadzie.

Wiadomo, że zmiany zachodzące w arktycznych ekosystemach morskich w odpowiedzi na ocieplający się klimat zależą od typu środowiska i są różne w różnych rejonach Arktyki (Węsławski i in. 2011). Stąd badania nad bioróżnorodnością gatunków oraz ich rozmieszczeniem są niezwykle istotne dla pełnego zrozumienia zależności pomiędzy warunkami środowiska a fauną bentosową, oraz zmian zachodzących na skutek zmiany klimatu. Badania opisane w tej publikacji dokładnie opisują stan fauny wieloszczetowej w Hornsundzie, w relacji do warunków środowiskowych, i mogą w przyszłości stanowić **istotny zbiór danych podstawowych** do badań zmian zachodzących na skutek zmiany klimatu, a w szczególności konsekwencji cofania się lodowców oraz zmian w tempie sedimentacji.

W publikacji nr 5 (*A deep burrowing sipunculan of ecological and geochemical importance*) opisano funkcjonowanie i znaczenie fauny sikwiaków (Sipuncula) w głębokich rejonach Mórz Nordyckich, oraz na północ od Spitsbergenu. Mimo że sikwiaki są niewielką pod względem gatunkowym grupą zwierząt, w arktycznych ekosystemach mogą pełnić bardzo ważne role: często są dominantami pod względem biomasy i/lub liczebności, stanowią istotne źródło pożywienia dla wyższych poziomów troficznych oraz pełnią istotną rolę jako bioturbatory osadu. W tej publikacji opisano znaczenie fauny sikwiaków dla funkcjonowania ekosystemów głębokich rejonów mórz arktycznych. Już pod koniec lat 1980tych, Graf (1989; 1992) opisał zjawisko gwałtownego transportu materii organicznej z powierzchni w głąb osadu, w tempie sięgającym powyżej 1 cm na dzień, w rejonie Vøring Plateau, w Morzach

Nordyckich. W tym rejonie Graf opisał również występowanie sieci głębokich kanalików w osadzie, zamieszkałych przez przedstawicieli sikwiaków. Zjawisko to Graf połączył z sikwiakiem z rodzaju *Nephasoma*, nie umiał jednak zidentyfikować jaki gatunek był odpowiedzialny za to zjawisko. Badania nad sieciami kanalików w rejonie Vøring Plateau były kontynuowane przez Romero-Wetzel (1987). Opisywał on kanaliki o średnicy około 1mm, sięgające w głąb osadu na głębokość do 50 cm. Pojedyncze kanaliki na głębokości około 9 cm łączyły się i przechodziły w pojedynczy kanalik tworząc w ten sposób sieć kanalików. Głębokość 9 cm odpowiada głębokości subdukcji materii organicznej opisywanej przez Grafa (1989). W rejonie Vøring Plateau stwierdzono obecność do 11,000 jamek na m² oraz do 500 osobników z rodzaju *Nephasoma* na m² (Romero-Wetzel 1987).

Wśród głównych celii opisanych w publikacji badań było zidentyfikowanie gatunku odpowiedzialnego za tworzenie sieci kanalików w osadzie oraz transport materii organicznej w głąb osadu, ocena geograficznego rozmieszczenia poszczególnych gatunków sikwiaków z rodzaju *Nephasoma* w Morzach Nordyckich, oraz ocena rozmieszczenia systemu kanalików tworzonych przez sikwiaki w głębokich rejonach Mórz Nordyckich. System kanalików ma potencjalnie ogromne znaczenie dla geochemii osadów oraz ekologii i funkcjonowania głębokich rejonów Mórz Nordyckich. Gatunki z rodzaju *Nephasoma* to detrytusożercy odżywiający się na powierzchni osadu, a ich długość to maksymalnie kilkanaście mm. Przy długości introwertu około 6 mm, i przy założeniu, że jeden osobnik zamieszkuje sieć około 20 jamek, rodzaj ten jest w stanie w okresie odżywiania się objąć całą powierzchnię osadu i całkowitą dostępną w danym momencie materię organiczną. W tym celu przeanalizowano dużą kolekcję zwierząt (ponad 460 osobników) zebranych w rejonach: Vøring Plateau, Basenu Lofotów, obrzeża Wyspy Niedźwiedziej i Svalbardu, Yermak Plateau oraz rejon Hausgarten. Zidentyfikowano również osobniki pochodzące z oryginalnych prac Romero-Wetzel (1987) i Grafa (1989).

Wśród przedstawicieli rodzaju *Nephasoma* zidentyfikowano cztery gatunki: *Nephasoma abyssorum abyssorum*, *N. diaphanes diaphanes*, *N. diaphanes corrugatum* oraz *N. lilljeborgi*. Stwierdzono, że gatunkiem odpowiedzialnym za opisywane powyżej procesy była *Nephasoma lilljeborgi* (Koren and Danielssen, 1880). Jest to niewielki gatunek pochodzenia arktycznego, o wielkości zazwyczaj mniejszej niż 15mm i jedynie rzadko osiągającym wielkość do 60 mm. Występował we wszystkich badanych rejonach z wyjątkiem Basenu Lofotów i rejonów Hausgarten głębszych niż 2,600 m. Kanaliki w osadzie występowały w rejonie Vøring Plateau, na obrzeżach Wyspy Niedźwiedziej i Svalbardu oraz Yermak Plateau. W samych kanalikach stwierdzono obecność tylko *N. lilljeborgi*, również gatunek znaleziony przez Romero-Wetzel i Grafa okazał się *N. lilljeborgi*. Jedynie ten gatunek występował w kanalikach na głębokościach większych niż 10 cm (maksymalnie do głębokości 20-25 cm), podczas gdy inne gatunki z rodzaju *Nephasoma* albo występowały jedynie na powierzchni lub nie głębiej niż pierwsze 2 cm osadu lub na powierzchni osadów, w skorupkach otwornic, co uniemożliwia aktywne wiercenie w osadzie. Sikwiaki występowały na głębokości od 880 do 2600m, i, co ciekawe, nie występowały w próbach pobranych z głębokości większych niż 2600 m. *N. lilljeborgi* występuje jedynie w głębokich wodach północnego Atlantyku, stąd z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że budowane przez ten gatunek struktury kanalików występują jedynie w rejonie Mórz

Nordyckich. Do tej pory nie stwierdzono obecności podobnych struktur w zachodniej części północnego Atlantyku.

Aktywność tego niewielkiego sikwiaka może mieć ogromne znaczenie dla funkcjonowania fauny w głębokich rejonach Mórz Nordyckich, a także dla funkcjonowania całego ekosystemu. Sprawna i efektywna redystrybucja materii organicznej przez *N. lilljeborgi* ma najprawdopodobniej znaczny wpływ na funkcjonowanie meiofauny ograniczając jej dostęp do pożywienia. Co ciekawe, sikwiaki reagują jedynie na świeżą dostawę materii organicznej, składającej się głównie z pelet fekalnych widłonogów, docierających w dużych ilościach do dna w sposób pulsowy, wczesną wiosną (Graf 1989). Sikwiaki nie reagują na dostawę opadającego późnym latem fitodetrytus, co z kolei wydaje się być istotnym źródłem pożywienia meiofauny (Graf 1989). Budowa kanalików, a następnie przemieszczanie się wewnątrz nich może powodować bioirygację, transport cząsteczek i związków w głąb osadu oraz zmieniać przestrzenne właściwości osadów. W ten sposób *N. lilljeborgi* może zmieniać geochemię osadów i może być uznana za pełniącą niezwykle ważną rolę jako **modyfikator ekosystemu** w funkcjonowaniu głębokich ekosystemów Mórz Nordyckich. Ze względu na tak istotną rolę jaką sikwiak ten pełni w ekosystemie, jest szczególnie ważne, aby w badaniach naukowych nad fauną bentosową oznaczać tą niewielką, lecz liczącą w tym rejonie sześć gatunków z rodzaju *Nephasoma*, grupę do gatunku. Jedynie to pozwoli na prawidłową interpretację ekologicznej i geochemicznej roli jaką pełni znaleziony osobnik w ekosystemie.

Publikacja nr 6 (*Status and trends in the structure of Arctic benthic food webs*) jest publikacją przeglądową i podsumowuje stan wiedzy na temat fauny bentosowej oraz bentosowych sieci troficznych w różnych rejonach Arktyki, jak również analizuje scenariusze potencjalnych zmian w funkcjonowaniu zespołów bentosowych w zmieniającej się Arktyce. Publikacja powstała w wyniku inicjatywy ART (Arctic in Rapid Transition), której jestem wice-przewodniczącą oraz zorganizowanego przez ART naukowego workshopu, którego byłam współorganizatorem.

Ocean Arktyczny poddany jest obecnie silnej presji związanej z ociepleniem klimatu. Wzrost temperatury w tym rejonie sięgają około trzykrotności globalnej średniej, i jest znacznie większy w okresie zimowym niż latem. Lód morski, najbardziej charakterystyczna cecha Oceanu Arktycznego, jest obecny przez cały rok w wyższych szerokościach geograficznych, w niższych jedynie sezonowo. Wyższe temperatury powodują topnienie lodu morskiego: w ciągu ostatniej dekady letni zasięg lodu morskiego zmniejszył się w Arktyce o prawie 50%, i w wielu rejonach arktycznych, w których był obecny wieloletni lód, obecnie występuje albo tylko lód sezonowy, albo/i lód o znacznie zmniejszonej grubości (Comiso i in. 2012). Niektóre prognozy sugerują, że Ocean Arktyczny może być pozbawiony lodu morskiego (w okresie letnim) już w 2040 roku (Polyakov i in. 2010). Zmiany w typie, zasięgu i grubości pokrywy lodowej będą miały znaczące konsekwencje dla funkcjonowania arktycznych ekosystemów morskich, szczególnie na poziomie sieci troficznych. Zmiana typu produkcji pierwotnej, z produkcji lodowej na produkcję fitoplanktonu, w kolumnie wody, spowoduje kaskadowe zmiany w sieciach troficznych, ich strukturze, stabilności i wydajności. Głównym celem tej publikacji było udokumentowanie obecnego stanu wiedzy na temat różnych arktycznych bentosowych sieci troficznych oraz ich odpowiedzi na zachodzącą zmianę klimatu, w szczególności na zanik pokrywy lodowej. Ponadto, w publikacji

zidentyfikowano i opisano najważniejsze czynniki powodujące zmiany w morskich ekosystemach arktycznych, tj. zanik pokrywy lodowej, wzrost temperatury, zmiany w stratyfikacji, jak również ich konsekwencje dla ważnych funkcji ekosystemu, takich jak regeneracja biogenów, produkcja pierwotna i wtórna, siła powiązań pomiędzy pelagialem a bentalem, strukturą sieci troficznych oraz konsekwencji tych zmian dla wyższych poziomów troficznych. Dodatkowo w publikacji zaprezentowano różne scenariusze zmian jakim będą podlegać zbiorowiska fauny bentosowej, i co za tym idzie, funkcjonowanie bentosowych sieci troficznych. Cel ten osiągnięto poprzez studium trzech różnych przypadków: sezonowo wolnych od lodu morskich Mórz Barentsa i Czukockiego, rejonów frontu polarnego i strefy marginalnej lodu oraz stale pokrytej lodem Arktyki w wysokich szerokościach geograficznych. W ostatniej części publikacji zidentyfikowane zostały braki w stanie wiedzy na temat arktycznych morskich sieci troficznych, jak również sugestie w jaki sposób braki te powinny być uzupełnione oraz rekomendacje co do kierunku przyszłych badań. Ta publikacja była pierwszą, która podsumowuje potencjalne zmiany w strukturze sieci troficznych oraz ich wydajności, jak również interakcji między gatunkami. Do tej pory brakowało również publikacji podsumowujących stan sieci troficznych w całym Oceanie Arktycznym.

Pierwszy z przeanalizowanych scenariuszy dotyczył Morza Barentsa i Morza Czukockiego. Oba te rejony charakteryzują się niezwykle wysoką produktywnością, zarówno pod względem wysokiej produkcji pierwotnej, jak i wtórnej, szczególnie fauny bentosowej. W obu tych rejonach występują krótkie połączenia pomiędzy produkcją w kolumnie wody a dnem, i tak w Morzu Barentsa około 44-67% produkcji pierwotnej, w zależności od pory roku, opada bezpośrednio na dno zasilając faunę bentosową (Wassmann i in. 2006), podczas gdy w Morzu Czukockim jest to około 70% (Walsh i in. 1989). Wraz z narastającym ustępowaniem lodu morskiego w niedalekiej przyszłości te rejony mogą być wolne od lodu latem. Ustępowanie lodu, wzrost temperatury, a także zwiększona adwekcja relatywnie ciepłych wód atlantyckich lub pacyficznych spowoduje wzrost produkcji pierwotnej, przede wszystkim produkcji fitoplanktonu, jak również zmianę w sezonowości zakwitów. Spadnie lub zaniknie produkcja glonów lodowych, ważnego źródła pokarmu docierającego w szybkim tempie do dna. Zmieni się również pora zakwitów. Ponieważ większość zwierząt bentosowych w swoim rozwoju i aktywności jest dostosowana do czasów depozycji materii organicznej z kolumny wody, zmiany w dotychczasowych terminie zakwitów spowodują rozregulowanie transferu energii i materii organicznej do dna. W rezultacie oba te rejony mogą przeobrazić się z ekosystemów, gdzie dominuje fauna bentosowa, w ekosystemy o silnej dominacji produkcji pelagicznej. Zarówno biomasa i produkcja organizmów bentosowych, jak i wydajność bentosowych sieci troficznych spadnie. Będzie to miało wpływ na wyższe poziomy troficzne: wiele ptaków morskich i ssaków żywiących się organizmami dennymi zostanie wyparta przez gatunki żerujące w kolumnie wody i na rybach. Takie zmiany znane są z przeszłości z Morza Beringa, z lat 1970 i 1980tych (Grebmeier i in. 2006).

Wraz z ocieplaniem klimatu marginalna strefa lodu będzie się najprawdopodobniej zwiększać i ulegać stałemu przesuwaniu się w kierunku północnym. Oznacza to również przesuwanie się na północ produkcji glonów lodowych, która przez to będzie coraz mniej dostępna dla organizmów bentosowych w bardziej południowych rejonach. Organizmy bentosowe, często przynajmniej częściowo zależne od produkcji lodowej, będą musiały również przesuwać swój zasięg występowania na północ, ale będzie to możliwe jedynie pod

warunkiem, że będą w stanie zasiedlić również głębokie rejony Oceanu Arktycznego. Jeżeli to będzie niemożliwe, wiele gatunków może wymrzeć (lokalnie). Strefa marginalna lodu charakteryzuje się wysoką produkcją pierwotną, która najprawdopodobniej będzie się zwiększać, jednak niekoniecznie oznacza to większą dostawę materii organicznej do dna. Zarówno wzrost produkcji pierwotnej jak i skala eksportu do dna będzie różna w rejonie szelfów i w rejonie głębokiego morza. Szczególnie w głębszych rejonach wzrost produkcji będzie niewielki, przede wszystkim ze względu na niskie stężenia biogenów limitujących produkcję pierwotną w wodach powierzchniowych. Eksport zostanie również pomniejszony o intensywne wyżeranie w kolumnie wody oraz mniejszą produkcję pelet fekalnych przez drobny zooplankton, który będzie dominował w cieplejszej Arktyce. Jednak w rejonie szelfów produkcja pierwotna i eksport materii organicznej do dna powinien się zwiększać, a w sumie obszary o bardzo niskiej produkcji najprawdopodobniej będą się zmniejszać. Nieliczne badania nad rejonami frontów polarnych wskazują, że te charakteryzujące się wysoką produktywnością obszary również będą przesunąć się na północ wraz z postępującym wzrostem temperatury (w Morzu Barentsa) i że zmiana ich występowania może silnie wpłynąć na produktywność danego ekosystemu.

Rejony wysokiej Arktyki, do tej pory stale pokryte warstwą wieloletniego lodu, są nadal mało zbadane i niewiele wiadomo o produkcji i sieciach troficznych w tym rejonie. Wraz z topnieniem lodu do kolumny wody będzie docierać więcej światła, co może powodować wzrost produkcji pierwotnej. Jednak niewielkie ilości dostępnych biogenów oraz wzrost temperatury zwiększający stratyfikację wody i ograniczającą mieszanie oraz transport biogenów z głębszych rejonów będą silnie limitować wzrost produkcji pierwotnej. Wraz ze zwiększonym napływem wód atlantyckich i pacyficznych zwiększy się ilość drobnego zooplanktonu, a przez to stopień wyżerania w kolumnie wody. To z kolei spowoduje spadek eksportu węgla organicznego, szczególnie pochodzenia lodowego, do dna. Fauna bentosowa, którą w większości stanowią organizmy detrytosożerne, w głębokich rejonach już jest silnie limitowana ze względu na niewielką dostępność pożywienia, stąd dalsze ograniczenie eksportu materii organicznej do dna będzie wpływać jeszcze bardziej limitująco na organizmy denne. Nieliczne badania wskazują, że ewentualne zmiany będą zachodzić powoli (van Oevelen i in. 2011). Należy jednak zwrócić uwagę na ostatnie doniesienia dotyczące błyskawicznej odpowiedzi epifauny bentosowej na zakwit *Melosira* sp. (Boetius et al. 2013). Zakwit *Melosira* bardzo szybko opada na dno, dostarczając wysokiej jakości świeżej materii organicznej dla organizmów dennych. W ocieplającej się Arktyce, w wysokich szerokościach geograficznych, wraz ze zmniejszającą się pokrywą lodową takie zakwity mogą być coraz częstsze i wspierać bentosowe sieci troficzne. Mimo wszystko bardzo mała ilość dostępnych badań z tego rejonu sprawia, że wiarygodne prognozowanie zmian staje się prawie niemożliwe.

W ocieplającej się Arktyce **zwiększać się będą populacje zwierząt borealnych**, które będą rozszerzać zasięg swojego występowania na północ, jednocześnie limitując występowanie zwierząt o pochodzeniu arktycznym. **Zwiększać się** będzie zarówno liczebność jak i biomasa **gatunków pelagicznych**, głównie zooplanktonowych, a co za tym idzie liczebność ptaków, ssaków i ryb żywiących się w pelagialu. Biomasa **organizmów bentosowych** będzie **spadać** wraz ze zwiększającym się stopniem wyżerania w kolumnie wody i, co za tym idzie, zmniejszającą się dostawą materii organicznej do dna. Mniejsza

produkcja bentosowa oznacza również zmniejszenie się liczebności ssaków i ptaków żerujących na dnie. **Długość łańcucha pokarmowego** będzie się **wydłużać**, szczególnie na niższych poziomach troficznych, **obniżając wydajność sieci troficznych** jak również ilość energii docierającej do szczytowych drapieżców. Również **stabilność sieci troficznych** będzie się **zmniejszać**, szczególnie w rejonach, gdzie występuje wiele gatunków zależnych od lodu lub/i produkcji glonów lodowych. Pełne zrozumienie funkcjonowania morskich ekosystemów arktycznych, a przede wszystkim sieci troficznych, wymaga multidyscyplinarnej współpracy naukowej, jak również dużych, wieloletnich programów badawczych.

Podsumowując, w cyklu publikacji wchodzącym w skład osiągnięcia naukowego zaprezentowano rozmaite **aspekty funkcjonowania arktycznej fauny bentosowej** oraz wykazano, że jest ona istotnym elementem funkcjonowania arktycznych ekosystemów morskich. Tym samym cykl publikacji stanowi **szczegółowe źródło informacji** niezbędnych do dalszych badań funkcjonowania fauny bentosowej w zmieniającej się Arktyce. W mojej rozprawie habilitacyjnej wykazuję, że, w przeciwieństwie do głębokich obszarów Oceanu Arktycznego, w płytkich rejonach fauna bentosowa charakteryzuje się wysoką bioróżnorodnością, biomasą i produktywnością, a charakterystyki zbiorowisk fauny dennej są ściśle powiązane z panującymi w danym rejonie warunkami środowiskowymi. Fauna bentosowa charakteryzuje się **dużą elastycznością** – obecność lodowca, okres zimowy, intensywne połowy, niewielka ilość dostępnego pożywienia w głębokim oceanie, **nie wpływają negatywnie** na większość charakterystyk i funkcji bentosu, w tym na strukturę sieci troficznych. Jednak w ocieplającej się Arktyce, biomasa i produkcja fauny bentosowej, oraz wydajność jej sieci troficznych najprawdopodobniej zostanie **zubożona** kosztem produkcji w kolumnie wody.

Literatura:

- Boetius A., Albrecht S., Bakker K., Bienhold C., Felden J., Fernandez-Mendez M., Hendricks S., Katlein C., Lalande C., Krumpen T., Nicolaus M., Peeken I., Rabe B., Rogacheva A., Rybakova E., Somavilla R., Wenzhofer F., 2013, Export of algal biomass from the melting Arctic sea ice. *Science*, 339: 1430 - 1432.
- Comiso J.C., 2012, Large decadal decline of the Arctic multiyear ice cover. *Journal of Climate*, 25: 1176 - 1193.
- Graf G., 1989, Benthic–pelagic coupling in a deep-sea benthic community. *Nature*, 341: 437–439.
- Graf G., 1992, Benthic–pelagic coupling: a benthic view. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 30: 149–190.
- Grebmeier J.M., Overland J., Moore S.E., Farley E.V., Carmack E.C., Cooper L.W., Frey K.E., Helle J.H., McLaughlin F.A., McNutt S.L., 2006, A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science*, 311: 1461 - 1464.
- Idelson M.S., 1930, A preliminary quantitative evaluation of the bottom fauna of the Spitzbergen bank. *Berichte des Wissenschaftlichen Meeresinstituts*, 4: 27 – 46.
- Polyakov I.V., Timokhov L.A., Alexeev V.A., Bacon S., Dimitrenko I.A., Fortier L., Frolov I.E., Gascard J.C., Hansen E., Ivanov V.V., Laxon S., Mauritzen C., Perovich D.,

- Shimada K., Simmons H.L., Sokolov V.T., Steele M., Toole J., 2010, Arctic Ocean warming contributes to reduced polar cap. *Journal of Physical Oceanography*, 40: 2743 - 2756.
- Romero-Wetzel M.B., 1987, Sipunculans as inhabitants of very deep, narrow burrows in deep-sea sediments. *Marine Biology*, 96: 87 – 91.
- Sakshaug E., Johnsen G., Kristiansen S., von Quillfeldt C., Rey F., Slagstad D., Thingstad F., 2009, Phytoplankton and primary production. W: Sakshaug E., Johnsen G., Kovacs K. (ed) *Ecosystem Barents Sea*. Tapir Academic Press, Trondheim
- Van Oevelen D., Bergmann M., Soetaert K., Bauerfeind E., Hasemann C., Klages M., Schewe I., Soltwedel T., Budaeva N. 2011. Carbon flows in the benthic food web at the deepsea observatory HAUSGARTEN (Fram Strait). *Deep-Sea Research Part I*, 58: 1069 - 1083.
- Walsh J.J., McRoy C.P., Coachman L.K., Goering J.J., Nihoul J.J., Whitley T.E., Blackburn T.H., Parker P.L., Wirick C.D., Shuert P.G., Grebmeier J.M., Springer A.M., Tripp R.D., Hansell D.A., Djenidi S., Deleersnijder E., Henriksen K., Lund B.A., Andersen P., Muller-Karger F.E., Dean K., 1989, Carbon and nitrogen cycling within the Bering/Chukchi seas: source regions of organic matter affecting AOU demands of the Arctic ocean. *Progress in Oceanography*, 22: 279 - 361.
- Wassmann P., Reigstad M., Haug T., Rudels B., Carroll M.L., Hop H., Gabrielsen G.W., Falk-Petersen S., Denisenko S.G., Arashkevich E., Slagstad D., Pavlova O., 2006, Food webs and carbon flux in the Barents Sea. *Progress in Oceanography*, 71: 232 - 287.
- Węśławski J.M., Kendall M.A., Włodarska-Kowalczyk M., Iken K., Kędra M., Legeżyńska J., Sejr M.K., 2011, Climate change effects on Arctic fjord and coastal macrobenthic diversity-observations and predictions. *Marine Biodiversity* 41: 71 – 85.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych (artystycznych)

Osiągnięcia naukowe

Kompletna lista moich osiągnięć naukowych została zamieszczona w Załączniku 3. Poniżej prezentuję jedynie przegląd mojej działalności naukowej.

W 2003 roku ukończyłam studia magisterskie na kierunku oceanografia, specjalność oceanografia biologiczna, na Wydziale Biologii, Geografii i Oceanologii Uniwersytetu Gdańskiego. Stopień magistra uzyskałam za pracę magisterską na temat biologii i ekologii dwóch gatunków rekinów (żarłacz błękitny i ostronos atlantycki), z wykorzystaniem systemów GIS. Promotorem pracy był prof. dr hab. Bohdan Draganik (Morski Instytut Rybacki, Gdynia).

Po zakończeniu studiów magisterskich rozpoczęłam studia doktoranckie w ramach Studium Doktoranckiego Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk. W tym czasie zainteresowałam się badaniami polarnymi, a w szczególności zagadnieniami dotyczącymi fauny bentosowej. Promotorem mojej pracy doktorskiej był prof. dr hab. Jan Marcin Węśławski. W roku 2007 zostałam zatrudniona w Zakładzie Ekologii Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie na stanowisku oceanograf. W 2008 roku obroniłam pracę doktorską pt. „Inter-annual changes in the biodiversity of the Arctic soft bottom macrobenthos in

Kongsfjorden, Spitsbergen”. Po obronie doktoratu w 2008 roku zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zakładzie Ekologii Morza IOPAN. Pracowałam w zespole kierowanym przez prof. dr hab. Jana Marcina Węślawnego. W latach 2011-2013 przebywałam na dwuletnim stażu zagranicznym typu post-doc, w Chesapeake Biological Laboratory Centre for Environmental Sciences University of Maryland (CBL), USA, pod kierunkiem dr Jacqueline Grebmeier. W 2014/2015 przebywałam na ośmiomiesięcznym urlopie macierzyńskim.

Od początku studium doktoranckiego moje zainteresowania naukowe dotyczyły ekologii i funkcjonowania arktycznej fauny bentosowej, ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki populacji, bioróżnorodności, funkcji oraz produkcji w kontekście zmieniających się warunków środowiska. Stąd, w okresie pierwszych lat mojej pracy naukowej do uzyskania stopnia naukowego doktora (2003-2008) głównym obszarem mojej działalności było prowadzenie badań wieloletnich zmian bioróżnorodności fauny dennej w Kongsfjordzie, Spitsbergen, w kontekście zachodzących zmian klimatycznych, przede wszystkim wzrostu temperatury, zwiększonego napływu wody atlantyckiej do fiordu oraz postępującemu cofaniu się lodowców. W pracy doktorskiej wykazałam, że w fiordzie arktycznym, na przestrzeni dekady, zachodzą istotne zmiany w liczebności, bogactwie gatunkowym i bioróżnorodności fauny dennej, które są zależne od panujących w poszczególnych latach warunków środowiskowych. Wykazałam, że tempo i zakres zmian jest różny w różnych częściach fiordu, a fauna w fiordach typu otwartego jest bardziej wrażliwa na zwiększony napływ wód atlantyckich od fauny zasiedlającej dno miękkie fiordów pół-zamkniętych bądź zamkniętych. Zmiana klimatu, a przede wszystkim temperatura jest w rejonie Kongsfjordu najważniejszym czynnikiem antropologicznym wpływającym na zmienność fauny dennej. Wyniki te zostały w całości bądź częściowo opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym (*Polar Biology*, *Marine Biodiversity*; Kędra i in. 2010, Węślawski i in. 2011) oraz zaprezentowane na licznych międzynarodowych konferencjach. Na zrealizowanie pracy doktorskiej otrzymałam grant promotorski Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, którego byłam głównym wykonawcą w latach 2007-2008.

Moja działalność naukowa po doktoracie dotyczyła kilku zróżnicowanych tematycznie obszarów, ale w całości ukierunkowana była na badania w dziedzinie różnych aspektów funkcjonowania fauny bentosowej. Z jednej strony, dzięki pracy w zespole Zakładu Ekologii Morza miałam możliwość pracowania w europejskim obszarze Arktyki, a przede wszystkim w rejonie Spitsbergenu oraz Morza Barentsa. Z drugiej strony, dzięki nawiązanym przeze mnie kontaktom międzynarodowym mogłam rozszerzać tę działalność na inne rejony Arktyki, w tym głębokiego morza. Praca w CBL oraz współpraca z amerykańskimi partnerami pozwoliła mi na rozpoczęcie działalności naukowej również w rejonie pacyficznej części Arktyki.

Pod koniec doktoratu zaangażowałam się w prace w ramach międzynarodowej sieci MarBEF Network of Excellence ‘Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning’, finansowanej w ramach VI projektu ramowego Komisji Europejskiej. W ramach MarBEF, pracowałam nad projektem ‘responsive mode’ ArctEco, w ramach którego powstała moja praca doktorska, jak również brałam aktywny udział w licznych workshopach i spotkaniach MarBEF, gdzie prezentowałam wyniki swoich badań oraz badań prowadzonych w Zakładzie Ekologii Morza. W ramach MarBEF pracowałam nad zbiorczymi publikacjami, które

powstały dzięki międzynarodowej współpracy i stworzeniu dużych baz danych gromadzących dane na temat fauny bentosowej z mórz europejskich oraz arktycznych, jak również danych dotyczących obserwacji wieloletnich. Współpraca ta zaowocowała serią wieloautorskich artykułów naukowych, których byłam współautorem, w Marine Biology Progress Series oraz Hydrobiology (Grémare i in. 2009, Arvanitidis i in. 2009, Somerfield i in. 2009, Vanden Berghe i in. 2009, Webb i in. 2009, Renaud i in. 2009, Vandepitte i in. 2010). Ponadto, opublikowałam w Polish Polar Research (Kędra i in. 2010) wyniki badań nad fauną bentosową w fiordzie Hornsund, gdzie podsumowuję wiedzy na temat bioróżnorodności fauny bentosowej tego fiordu.

Jeszcze w czasie doktoratu zainteresowałam się taksonomią i ekologią mało znanej grupy sikwiaków (Sipuncula). Obecnie na świecie istnieje jedynie około 10 specjalistów z zakresu tej trudnej dziedziny. Początkowo moim szkoleniem zajęła się prof. Vantsetti Murina, z Biological Institute South Seas, Sewastopol, Ukraina. Po dwutygodniowym szkoleniu, które odbyło się na zaproszenie IOPAN w Sopocie, kontynuowałam szkolenie w licznych muzeach historii naturalnej, w tym Natural History Museum w Leiden, w Holandii, Zoological Museum w Kopenhadze oraz Natural History Museum w Berlinie. Pobyt w wymienionych muzeach finansowany był w ramach europejskich grantów SYNTHESYS, w latach 2005 – 2006, których trzy otrzymałam na badania nad taksonomią, ekologią i bioróżnorodnością początkowo arktycznych, później również antarktycznych sikwiaków. W 2008 roku otrzymałam w ramach Arctic Ocean Diversity mini-grant na badanie bioróżnorodności sikwiaków Svalbardu. Po doktoracie kontynuowałam badania w tej tematyce, jak również współpracę z prof. Vantsetti Murina, z którą pracowałam nad kolekcją w Muzeum Historii Naturalnej w St. Petersburgu. Nawiązałam współpracę z prof. Mary Rice, światowej specjalistce w tej dziedzinie. W wyniku tej współpracy zostałam zaproszona do prowadzenia badań nad kolekcją muzealną w Smithsonian Natural History Museum w Waszyngtonie oraz w stacji badawczej w Fort Pierce na Florydzie. Dostęp do arktycznych kolekcji Sipuncula z rejonu Pacyfiku zapewniła mi współpraca z dr Bodil Bluhm z University of Alaska Fairbanks oraz z dr Jacqueline Grebmeier z Chesapeake Biological Laboratory University of Maryland. Praca nad bogatymi kolekcjami z głębokich Mórz Nordyckich, które udostępniło mi norweskie konsorcjum Det Norske Veritas, zajmujące się monitoringami środowiskowymi, pozwoliła mi na rozpoznanie i opracowanie mało poznanych gatunków głębokiego dna. W późniejszym okresie, nad fauną głębokiego morza pracowałam również z dr Mark Shields, SAMS, Oban, Szkocja. Prace te zostały zwieńczone publikacjami w Polar Research, Polar Biology, Marine Biology Research i jak Deep Sea Research II (Kędra i Murina 2007, Kędra i Włodarska-Kowalczyk 2008, Shields i Kędra 2009, Kędra i Shields 2011), jak również prezentacjami na międzynarodowych konferencjach. W pracach tych dokumentuję stan wiedzy na temat taksonomii arktycznych sikwiaków, dokonuję opisu fauny w rejonie Svalbardu, oraz głębokich Mórz Nordyckich, wraz z opisem gatunków i z kluczami taksonomicznymi, jak również udowadniam, że, choć relatywnie uboga pod względem gatunkowym, ta grupa organizmów pełni bardzo ważne role w funkcjonowaniu wielu arktycznych ekosystemów. Poza istotną rolę jako inżynierowie środowiska, sikwiaki stanowią również ważny element sieci troficznych. Na badania te otrzymałam grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wielokrotnie proszona byłam, jako ekspert z dziedziny, o konsultacje taksonomiczne; prowadziłam również szkolenia taksonomiczne.

Zainteresowanie taksonomią sikwiaków wkrótce przeniosłam również na inną grupę taksonomiczną – wieloszczety. Badania nad tą dużą i dominującą grupą w faunie bentosowej rozpoczęłam w 2009 roku, kiedy otrzymałam grant Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Prace częściowo realizowałam w Muzeum Zoologii w Kopenhadze. W tym czasie nawiązałam również współpracę z dr Krzysztofem Pabisem z Uniwersytetu Łódzkiego, zajmującym się badaniami fauny wieloszczetowej w Antarktyce. W wyniku tej współpracy powstały dwie publikacje – publikacja nr 4 w *Polar Biology* (Kędra i in. 2013) oraz w *Hydrobiologii* (Pabis i in. 2015). W tej ostatniej porównano faunę wieloszczetową w arktycznym (Hornsund) i antarktycznym fiordzie (Ezcurra Inlet) i wykazano, że pomimo dominującego od wielu lat przekonania, że fauna antarktycznych morskich bezkręgowców jest wielokrotnie bardziej różnorodna gatunkowo niż arktyczna, nie dotyczy to wieloszczetów. Przy porównaniu takich samych siedlisk oraz taki sam nakład i sposób próbkowania, okazuje się, że różnorodność gatunkowa wieloszczetów jest bardzo podobna dla obu polarnych obszarów. Bogactwo gatunkowe wieloszczetów z habitatów o podobnych charakterystykach i podobnym poziomie zaburzeń (zewnętrzne części fiordów) było takie same w obu fiordach.

W 2009 roku zorganizowałam i kierowałam zimową wyprawę do Ny-Ålesund, Kongsfjorden, na którą otrzymałam grant finansowany w ramach European Centre for Arctic Environmental Research in Ny-Ålesund (projekt WinAmp), a później kolejny, na opracowanie wyników, finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W ramach tego projektu dotyczącego przede wszystkim zimowych i letnich preferencji pokarmowych skorupiaków obunogich, jak również i całej fauny bentosowej. W wyniku projektu powstały w sumie cztery publikacje w *Marine Biodiversity*, *Estuarine Coastal Shelf Science*, *Hydrobiologia* i *Marine Biology* (w tym publikacje nr 1 i 2, omówione powyżej; Kędra i in. 2011, 2012), wyniki prezentowane były na licznych konferencjach międzynarodowych. Publikacja w *Hydrobiologii* (Legeżyńska i in. 2012), której jestem współautorem, opisuje zachowania pokarmowe skorupiaków obunogich, dzięki zastosowaniu różnych metod analizy – od tradycyjnych analiz zawartości żołądków poprzez nowoczesne analizy stabilnych izotopów węgla i azotu oraz lipidów, jak również podsumowuje różnice i podobieństwa w zimowych oraz letnich relacjach troficznych dla wybranych gatunków. Najważniejszym odkryciem jest, że podobnie jak wiele innych gatunków bentosowych, skorupiaki te wydają się być niezależne w swoich zachowaniach żywieniowych od dostawy świeżego fitodetrytusu, a niewielka ilość tłuszczu gromadzonych przez te organizmy wskazuje na nieprzerwane odżywianie, niezależnie od pory roku. W publikacji w *Marine Biology* (Legeżyńska i in. 2014), której jestem współautorem, podsumowano wyniki dotyczące relacji troficznych i preferencji pokarmowych gatunków bentosowych uzyskane za pomocą metody analizy kwasów tłuszczowych oraz wskazano na konieczność zastosowania zróżnicowanych metod analizy do prawidłowego określenia sposobów odżywiania gatunków arktycznych. Wykazano, że gatunki bentosowe pełnią fundamentalną rolę w transferze i przepływie energii w arktycznych sieciach troficznych, od organizmów planktonowych i bentosowych do wyższych poziomów troficznych.

Dzięki wynikom uzyskanym w ramach projektu WinAmp zainteresowałam się zagadnieniami dotyczącymi pochodzenia węgla organicznego, jako potencjalnego źródła pożywienia dla organizmów bentosowych, w arktycznym fiordzie. W 2011 roku otrzymałam

z Narodowego Centrum Nauki grant na zbadanie pochodzenia i obiegu materii organicznej w Kongsfjordzie. W wyniku przeprowadzanych badań wykazujemy, że głównym źródłem materii organicznej (90-95%) w fiordzie jest morska produkcja in situ, ale, szczególnie w okresie letnim, materia pochodzenia lądowego, transportowane głównie dzięki aktywności lodowca, może stanowić około 5 do 10% zawieszzonego węgla organicznego w fiordzie. Tempo grzebania węgla (burial rate) jest różne w różnych częściach fiordu i wynosi od 9 ± 1 g C_{org} m^{-2} y^{-1} w centralnej części do 13 ± 1 g C_{org} m^{-2} y^{-1} w zewnętrznej części fiordu. Wyniki te zostały opublikowane w Journal of Marine Systems (Kuliński i in. 2014). Poster prezentujący te wyniki został nagrodzony nagrodą za najlepszą prezentację posterową w czasie Arctic Science Summit Week w Krakowie.

W 2009 roku zostałam głównym wykonawcą w projektach polsko-norweskich Bankmod i Enibank. W ramach tych projektów rozwinęła się moja współpraca z norweskimi partnerami, przede wszystkim z dr Paulem Renaud, kontynuowana do dnia dzisiejszego. W ramach tej współpracy zorganizowałam i kierowałam rejsem badawczym na r/v Oceania na Morzu Barentsa. Wyniki badań prowadzonych w rejonie płytkiej ławicy Svalbardbank zostały opublikowane w publikacji nr 3 (Kędra i in. 2013) w Marine Biology, jak również w kolejnej publikacji w Oceanologii (Węśławski i in. 2012). W tej ostatniej opisano istotną cechę ławicy, która ze względu na nietypowy rodzaj osadu (przede wszystkim piaski i żwiry muszlowe) zdolna jest do funkcjonowania jako biokatalityczny filtr o ogromnej przepuszczalności. Przy okazji badań prowadzonych w ramach tego projektu nawiązałam współpracę z dr hab. Adamem Sokołowskim z Uniwersytetu Gdańskiego. Współpraca ta przyniosła dwie publikacje w Estuarine Coastal Shelf Science (Sokołowski i in. 2012) i Polar Biology (Sokołowski i in. 2014). Obie dotyczą badań nad relacjami troficznymi fauny bentosowej, którymi to badaniami zainteresowałam się w ramach projektu WinAmp. Pierwsza publikacja porównuje funkcjonowanie różnych bentosowych sieci troficznych w relacji do bioróżnorodności i funkcjonowania ekosystemów w morzach europejskich i Arktyce i wykazuje, że długość łańcucha pokarmowego wzrasta wraz z bioróżnorodnością – większy stopień skomplikowania struktury zbiorowisk ma pozytywny wpływ na organizację sieci troficznych. Druga publikacja opisuje strukturę troficzną w Hornsundzie, fiordzie zachodniego Spitsbergenu. Fauna bentosowa dna miękkiego, na głębokości 100m, zależna jest przede wszystkim od dostaw zawieszanej materii organicznej z kolumny wody, resuspencji cząstek materii organicznej z dna oraz transportu szczątków makroglonów ze strefy eufotycznej.

W 2011 roku wyjechałam na dwuletni staż podoktorski do Chesapeake Biological Laboratory Centre for Environmental Sciences University of Maryland w Solomons, Maryland, USA. Opiekunem mojego stażu była prof. Jacqueline Grebmeier. W tym czasie moje badania skoncentrowały się na pacyficznej części Arktyki. W północnym Morzu Beringa i Morzu Czukockim obecnie obserwowane są bardzo istotne zmiany zachodzące pod wpływem zmiany klimatu – przede wszystkim zmiany w zasięgu i grubości pokrywy lodowej. Sprawia to, że ten rejon jest niezwykle ciekawy dla badań wpływu zmiany klimatu na funkcjonowanie arktycznych ekosystemów morskich. Ze względu na wysoką produkcję fauny bentosowej i bogactwo życia na wyższych poziomach troficznych (ptaki morskie, morysy, wieloryby) jest też bardzo ważnym obszarem z punktu widzenia lokalnych społeczności oraz gospodarki tego rejonu. Dlatego rozpoczęłam badania wieloletnich zmian bioróżnorodności,

produkcji i funkcjonowania fauny bentosowej w rejonach wysokiej produkcji (tzw. 'hot spots') tych obszarów. Ponadto, badania fauny bentosowej uzupełniałam badaniami nad relacjami troficznymi z wykorzystaniem analiz stabilnych izotopów węgla i azotu w aminokwasach izolowanych z poszczególnych organizmów. Badania te prowadzone są w ramach międzynarodowego projektu, kierowanego przez amerykańskich partnerów, Distributed Biological Obserwatory (DBO), a także, częściowo, w ramach amerykańsko-rosyjskiego projektu Rusalca. Po powrocie do Polski, otrzymałam z Narodowego Centrum Nauki grant na kontynuowanie badań we współpracy z partnerem amerykańskim. Wyniki tych badań zostały częściowo opublikowane (Progress in Oceanography, Arctic Report Card; Grebmeier i in. 2012, 2015), a w większości są w opracowaniu i przygotowaniu do publikacji.

W 2011 roku zostałam zaproszona do komitetu wykonawczego 'Executive Committee' Arctic in Rapid Transition (ART), sieci naukowej International Arctic Science Committee IASC (<http://www.iarc.uaf.edu/en/ART>) zrzeszającej młodych naukowców. W ramach sieci powstał Special Issue of Polar Research, w którym w 2015 ukaże się seria publikacji naukowych, podsumowujących stan wiedzy o Oceanie Arktycznym. W ramach tej inicjatywy powstała publikacja nr 6 (Kędra i in. 2015); brałam również udział w przygotowaniu i napisaniu publikacji podsumowującej stan wiedzy dotyczącej procesów obiegu węgla morskiego w Arktyce (Findlay i in. 2015). Również w ramach sieci ART, brałam udział w organizacji wiosennego rejsu badawczego R/V Polarstern, w rejonie na północ od Svalbardu, który odbył się w maju i czerwcu 2015. Byłam jednym z kierowników (PI) w czasie rejsu i odpowiadałam za badania bentosowe. W czasie przygotowań do rejsu oraz samego rejsu nawiązałam współpracę z wieloma naukowcami z Alfred Wegener Institute w Bremerhaven, Niemcy. W najbliższym czasie zebrany, unikalny materiał (dane z Arktyki, powyżej 81°N, z okresu wiosennego) będzie analizowany we współpracy z zagranicznymi partnerami.

W 2014 roku nawiązałam współpracę z dr Nathalie Morata, Lemar, Brest, Francja (obecnie Akvaplan-niva, Norwegia). W ramach współpracy prowadziłyśmy wspólnie badania nad sieciami troficznymi fauny bentosowej Kongsfjordu, w ujęciu sezonowym, również w okresie zimowym. Prace te odbywały się w ramach francuskiego projektu Ecotab, do którego zostałam zaproszona, i który uzyskał dofinansowanie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Kolejny raz, uzyskane przez nas wyniki sugerują brak lub jedynie niewielkie zmiany w sieciach troficznymi fauny bentosowej w głębokich częściach fiordu w kolejnych sezonach. Badania nad sezonowymi zmianami w sieciach troficznymi kontynuuję w ramach polsko-norweskiego projektu Marine Night, którego jestem wykonawcą. We współpracy z dr Nathalie Morata, Jorge Berge i Paul Renaud wykazujemy, że zimą, również w okresie nocy polarnej, aktywność fauny bentosowej pozostaje zaskakująco wysoka, a w porównaniu z innymi sezonami funkcjonowanie fauny niewiele się zmienia. W wyniku obu projektów powstały publikacje, z których pierwsza została przyjęta do druku w Current Biology, a kolejne są obecnie w recenzjach i w opracowaniu.

Ogółem w skład mojego dorobku wchodzi **33 oryginalnych prac** opublikowanych w języku angielskim, w czasopismach indeksowanych przez Filadelfijski Instytut Informacji Naukowej (ISI). Ponadto jestem autorem lub współautorem kolejnych 5 pozycji spoza Listy Filadelfijskiej. Mój **indeks Hirsha** wynosi **9** według bazy Web of Science i Scopus (10 wraz z autocytowaniami), a moje prace były **cytowane 266** razy (**212** bez autocytoowań) według

bazy Web of Science oraz **265** razy (**220** bez autocytowań) według bazy Scopus. Sumaryczny *impact factor* tych publikacji, według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **62.093**, a 5 letnich okresów obejmujących rok wydania publikacji: **73.839**. Sumaryczna liczba punktów MNiSW (wg listy z 2014 r.) wymienionych publikacji wynosi: **935**. Wyniki badań prezentowałam na licznych konferencjach i sympozjach, będąc autorem lub współautorem **37 referatów i posterów**, w tym **5 wystąpień plenarnych**. Byłam bądź jestem kierownikiem **7 projektów naukowych** i głównym wykonawcą w kolejnych czterech. Byłam wielokrotnie zapraszana do **recenzowania projektów międzynarodowych** (m.in. przez NSF i NPRB w USA) oraz **artykułów naukowych** w międzynarodowych czasopiśmie. Jestem również członkiem grupy roboczej **Marine Working Group International Arctic Science Committee IASC**, jako przedstawiciel Polski. Zostałam również zaproszona do **Executive Committee Arctic in Rapid Transition**, sieci naukowej International Arctic Science Committee IASC, gdzie od 2012 roku pełnię funkcję **Vice-Chair**. Moja praca została zauważona i doceniona: otrzymałam **stypendium dla wybitnych młodych naukowców** (2014 – 2017) przyznane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, za wybitne osiągnięcia naukowe, jak również zostałam kilkakrotnie wyróżniona przez Dyrektora IOPAN za działalność publikacyjną.

Osiągnięcia dydaktyczne, popularyzatorskie i organizatorskie

W 2010 roku prowadziłam **wykłady** dla studentów studium doktoranckiego IOPAN dotyczące nowych kierunków badań w ekologii morza. W 2014 roku, wraz z kolegami z Zakładu Ekologii Morza prowadziłam dwa wykłady dla studentów studium doktoranckiego Uniwersytetu Gdańskiego, jak również dla studentów studium doktoranckiego IOPAN. W 2010 roku sprawowałam również opiekę nad praktykami studenckim (2 osoby) oraz wolontariuszami i stażystami. W 2014 roku, po powrocie z dwuletniego pobytu na stażu podoktorskim w Stanach Zjednoczonych, kontynuowałam opiekę nad wolontariuszami i stażystami w Zakładzie Ekologii Morza. W ramach działań popularyzujących naukę udzieliłam wywiadu dla lokalnej telewizji Teletronik na temat workshopu ART oraz badań wpływu zmiany klimatu na Arktykę w 2012 roku, a w 2013 wywiadu dla niemieckiego radia na temat badań wpływu zmiany klimatu na pacyficzną część Arktyki. Wygłosiłam też popularnonaukowy referat dla szerokiej publiczności zorganizowany przez Sopoockie Towarzystwo Naukowe.

Moja działalność organizacyjna rozpoczęła się w 2009, kiedy **zorganizowałam i kierowałam zimową ekspedycją do Ny-Ålesund**, Kongsfjorden (Svalbard). Nabyte w trakcie ekspedycji lądowej doświadczenie pozwoliło mi na zorganizowanie z sukcesem kolejnej wyprawy, na Morze Barentsa, w ramach projektu Bankmod, prowadzonego we współpracy polsko-norweskiej. W 2010 roku, w ramach tego projektu, zostałam **kierownikiem naukowym rejsu** na r/v „Oceania”.

W czasie dwuletniego post-doca w USA byłam odpowiedzialna za **organizację pracy w laboratorium bentosowym** w Chesapeake Biological Laboratory. W 2014 roku pełniłam obowiązki kierownika pracowni Zakładu Ekologii Morza, Pracowni Funkcjonowania Ekosystemów Morskich, w zastępstwie prof. IOPAN dr hab. Piotra Kuklińskiego. W 2011 roku zostałam zaproszona do **komitetu wykonawczego ‘Executive Committee’ Arctic in**

Rapid Transition (ART), sieci naukowej International Arctic Science Committee IASC (<http://www.iarc.uaf.edu/en/ART>) zrzeszającej młodych naukowców. Wkrótce potem zostałam wybrana na stanowisko **vice-chair** organizacji. W ramach ARTu byłam współorganizatorem 1szego Naukowego Workshopu ART: Joint ART-APECS Science Workshop “Overcoming challenges of observation to model integration in marine ecosystem response to sea ice transitions”, który odbył się w 2012 w Sopocie, w IOPAN. Workshop zaprojektowany był przede wszystkim z myślą o młodych naukowcach i studentach. Na organizację workshopu otrzymaliśmy dofinansowanie zarówno z Komitetu Badań Morza jak i IASC i Fundacji Księcia Monako Alberta II – brałam aktywny udział w pisaniu dwóch pierwszych wniosków. Obok sesji tematycznych przeprowadziliśmy serię szkoleń, do prowadzenia których zaprosiliśmy wiodących w swoich dziedzinach naukowców. W ramach workshopu zorganizowaliśmy również panele dyskusyjne, które ostatecznie zaowocowały serią publikacji naukowych, podsumowujących stan wiedzy o Oceanie Arktycznym. Od 2015 pełnię również funkcję **członka grupy roboczej Marine Working Group International Arctic Science Committee IASC**, jako reprezentant Polski.

Moja działalność organizacyjna obejmuje również **organizację i prowadzenie sesji tematycznych** na różnorodnych, **międzynarodowych konferencjach**. W 2012 roku zostałam zaproszona do zorganizowania, prowadzenia i moderacji dyskusji na temat taksonomii Sipuncula i konieczności przeprowadzenia rewizji typu, w czasie 2nd International Symposium on the Biology of the Sipuncula, w Fort Pierce, Florida USA. W 2013 roku byłam organizatorem i prowadzącą sesji tematycznej “Marine Processes and Variability” wraz z profesorami W. Masłowskim (USA) oraz J. Zhao (Chiny), w trakcie Arctic Science Summit Week w Krakowie. W 2014 roku byłam współorganizatorem sesji tematycznej: Arctic in Rapid Transition (ART): Impacts of Climate Change on the Ecology, Biogeochemistry, and Biological Carbon Pump of the Arctic Ocean wraz z dr Ilka Peeken (Niemcy), Stefan Sievert (USA), Timothy Eglinton (Szwajcaria), Susumu Honjo (USA), Jeremy T. Mathis (USA), która odbyła się w czasie Oceans Science Meeting w Honolulu na Hawajach, USA. W 2015 byłam współorganizatorem sesji tematycznej: Arctic in Rapid Transition (ART) - future research directions from the perspective of early career scientists wraz z Carolyn Wegner (Niemcy) i Makoto Sampei (Japonia), która odbyła się w czasie Arctic Science Summit Week w Toyamaie, Japonia. Na tej samej konferencji zostałam również zaproszona przez prof. Dietera Piepenburga do prowadzenia (co-chair) sesji tematycznej: A Pan-Arctic Challenge: Predicting the Future of Marine Biota and Ecosystem Connectivity Through Field Studies and Data Integration.

Monika Kędzia