

Wpłynęło dnia: 08.05.2018 r.  
Zarejestrowano pod numerem:

074/13 Kutyra

prof. dr hab. MARIA IWONA ŻMIJEWSKA  
ul. Kościuszki 44 m 24  
81-702 Sopot

Tel.: +48 606 465 515  
ocemiz@univ.gda.pl

Sopot, dnia 27 kwietnia 2018 r.

## Ocena

rozprawy habilitacyjnej pt. „*Wpływ ocieplenia klimatu na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu w Arktyce Europejskiej*”, dorobku naukowego, organizacyjnego oraz dydaktycznego Pani **dr Agaty Weydmann**, adiunkta w Zakładzie Badań Planktonu Morskiego (Instytut Oceanografii, Wydz. Oceanografii i Geografii) Uniwersytetu Gdańskiego, w związku ze wszczęciem postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk o Ziemi w zakresie oceanologii.

Ocena wykonana została na wniosek Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów *via* Dyrektor Instytutu Oceanografii UG dr hab. Prof. UG Mariusz Sapota - pismo z dnia 01 marca 2018 r.

### 1. Charakterystyka sylwetki Habilitantki

Pani dr Agata Weydmann, z pochodzenia Warszawianka, należy niewątpliwie do bardzo dobrze wykształconych przedstawicieli nowego pokolenia naukowców. Już w Liceum Ogólnokształcącym skryształizowały się Jej zainteresowania związane z morzem, czego dowodem tego był Jej udział w programie TVP *Jeśli nie Oxford, to co?* Została laureatem tego konkursu i zdobyła indeks - wybrała kierunek *Oceanografia* na UG. Naukę ukończyła w 2004 r., a w rok później także na Międzyuczelnianym Wydziale Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego i Akademii Medycznej w Gdańsku – jest zatem magistrem oceanografii oraz biotechnologii. Tematyka naukowa, począwszy od czasu realizacji pracy magisterskiej, dotyczy planktonu morskiego, a w szczególności dominujących Copepoda.

Tuż po studiach została słuchaczem Studiów Doktoranckich w Instytucie Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie. W efekcie kilkuletniej nauki w 2010 r. uzyskała tytuł

**doktora nauk o Ziemi** w zakresie Oceanologii. Rozprawa doktorska pt.: “*Diversity of the copepods of Svalbard fjords as a response to environmental factors*” realizowana była pod kierunkiem prof. dr hab. Jana Marcina Węsławskiego (IO PAN) oraz o prof. Jørgena Berge z University Centre in Svalbard w Norwegii.

Pani A. Weydmann, jeszcze jako doktorantka (2008-2010), a później - adiunkt (2010-2012) została zatrudniona w IO PAN dla realizacji projektu naukowego w ramach 7. Programu Ramowego EU, no. FP7- 226248. Jej udział w tym projekcie, a później w kilku innych, ważnych z naukowego punktu widzenia, o zasięgu międzynarodowym jest dowodem dużego zaufania przełożonych, ale przede wszystkim Jej wiedzy i umiejętności.

Dalsza Jej kariera naukowa, praktycznie do 2014 roku związana była z IO PAN, gdzie realizowała projekty dotyczące wpływu globalnego ocieplenia na ekosystemy polarne. Zadaniem p. Doktor była ocena zmian środowiskowych na zachowanie masowo występujących skorupiaków polarnych, głównie z rodz. *Calanus*.

W październiku 2014 roku, z bardzo dobrymi rekomendacjami, została zaangażowana na Uniwersytecie Gdańskim jako adiunkt (etat naukowo - dydaktyczny) w Zakładzie Badań Planktonu Morskiego (Wydział Oceanografii i Geografii), którego pracownikiem jest obecnie.

## **2. Uwagi wstępne, zasadność wyboru tematu habilitacji**

Naukowe zainteresowania Pani dr Agaty Weydmann, od zarania Jej kariery naukowej dotyczą rozlicznych aspektów ekologii masowo występujących skorupiaków morskich, należących do Copepoda. Jej rozprawa habilitacyjna pt.: „*Wpływ ocieplenia na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu w Arktyce Europejskiej*” stanowi pogłębione studium oceny kierunków i dynamiki przebudowy ekosystemów pelagialu Arktyki i ich wpływu na funkcjonowanie życia, na przykładzie morskich rejonów Spitsbergenu, w związku z postępującymi zmianami środowiskowymi.

Dlaczego ta tematyka jest ważna i dlaczego widłonogi?

Copepoda pełnią kluczową rolę w ekosystemach morskich jak również wód słodkich, stanowiąc istotne ogniwo w przepływie energii w bardziej lub mniej złożonych łańcuchach

pokarmowych. Skorupiaki te skolonizowały całą ziemską hydrosferę, występują w najgłębszych rowach oceanicznych, jak również w sezonowych jeziorkach Antarktydy czy najwyższego pasma górskiego – Himalajów. Wśród Copepoda są gatunki wolnożyjące jak i pasożytnicze, te ostatnie bytują, praktycznie na reprezentantach wszystkich znanych typów zwierząt, począwszy od najbardziej prymitywnych, jak gąbki, a kończąc na dużych rybach i ssakach.

Z kolei, masowo występujące gatunki wolnożyjących Copepoda zajmują najlepiej prześwietloną, górną warstwę toni wodnej, określaną zwykle w oceanach epipelagialem, w wodach słodkich zaś epilimnionem. Z równym powodzeniem zasiedlają one także muliste dno zbiorników wodnych morskich i lądowych, a także najmniej stabilne środowisko wodne – rejonu pływowe. Najczęściej, podstawą ich diety jest fitoplankton, materia organiczna wyprodukowana po najniższych kosztach (fotosynteza). Same z kolei, stanowią wysokokaloryczny pokarm dla konsumentów drugiego i wyższych rzędów piramidy troficznej ekosystemów wodnych. Wysoka wartość energetyczna ekskrementów (*faecal pellets*) widłonogów stanowi poważny udział w odżywianiu detrytusożerców, jaki i najdrobniejszych reprezentantów życia toni wodnej.

Jak podaje Sir Alister Hardy (1970) Copepoda, to zwierzęta zasiedlające praktycznie wszystkie zbiorniki wodne, a biorąc pod uwagę udział w biomase jedynie ich morskich przedstawicieli, liczebnością nie ustępują nawet owadom (Insekta) czy nicieniom (Nematoda).

Copepoda to niezwykle wymagający obiekt badawczy zarówno ze względu na ogromne różnicowanie gatunkowe (ponad 2000 gatunków, a może i dużo więcej) jak również wysoki ich udział w biomase (50-95%). Szczególnie dużo trudności początkującym badaczom, a także i stosunkowo zaawansowanym, przysparza poznanie zawłości ich budowy morfologicznej, w szczególności aparatu gębowego oraz odnóży pływnych. Trudności te pogłębiają się z uwagi na złożoność rozwoju osobniczego (12 stadiów rozwojowych).

Te, praktycznie mikroskopijnej wielkości zwierzęta, wyróżniają się szerokimi zdolnościami adaptacyjnymi i niezwykle behawiorem, zajmując najmniej sprzyjające biotopy. Cechy te sprawiają, że w świecie naukowym niewielu jest specjalistów *copepologów*.

Trzeba też podkreślić fakt, że temat, jaki obrała sobie dr A. Weydmann to zakres badań wymagających nie tylko ugruntowanej wiedzy sprawnego taksonoma.

Z jednej strony - czysto praktycznej oceny metod realizacji celu badań Habilitantki, trzeba podkreślić zakres i złożoność działań o charakterze czysto logistycznym. Z drugiej strony - wykorzystanie obszernego i różnorodnego materiału badawczego zmusiła p. Doktor do stosowania różnorodnych metod badawczych, począwszy od zaplanowania prac terenowych, przeprowadzenie pracochłonnych analiz biologicznych, genetycznych czy czynników środowiskowych, do uporządkowania otrzymanych wyników poprzez zastosowanie wysoko zaawansowanych metod statystycznych.

Praca ta, co prawda dotyczy planktonu skorupiakowego, ale jest wielowątkowa i ma wyraźnie interdyscyplinarny charakter. Bez znajomości uwarunkowań środowiskowych żaden ekolog nie będzie zdolny do oceny stany życia biologicznego, niezależnie czy to na lądzie czy w morzu.

W ciągu ostatnich 50 lat w Arktyce temperatura systematycznie wzrasta, w sezonie zimowym nawet do 3-4 °C, co wskazuje na wyraźny trend ocieplenia klimatu. Podobne procesy się również w atmosferze, czego przejawem jest wzrost opadów, w minionych stu latach do 8% - głównie w formie deszczu. Prognozuje się, że w końcu bieżącego stulecia temperatury nad lądem w Arktyce wzrosną o 4-7°C, nad oceanem do 7-10°C, zaś opady o 20%. Skutki globalnego ocieplenia wywołują stałe zmniejszania się powłoki lodowej, jej grubości, powierzchni i skrócenie czasu pokrycia Oceanu Lodowego. Z końcem wieku średnia powierzchnia oceanu pokrytego lodem zmniejszy się o ponad 50%, a na lądzie udział śniegu zmniejszy się na 10-20%. Z uwagi na to, że procesy klimatyczne nie zmieniają się liniowo, należy też uwzględnić scenariusz prawdopodobnych zmian w przeciwnym kierunku tj. oziębianie się klimatu, na co wskazują badania lądolodu na Grenlandii, gdzie odnotowano spadek temperatury bliski 5° C w okresie zaledwie kilku lat. Dramatycznie może zmienić się ekosystem Arktyki w wyniku ocieplenia, w którym lód morski odgrywa bardzo ważną rolę. Z powodu jego braku można spodziewać się obniżenia produkcji pierwotnej w wodach Arktyki wywołanej działaniem UV-b docierającego w głąb morza do 20m głębokości, jako konsekwencji istnienia dziury ozonowej również w tym obszarze. Procesy tego rodzaju obserwuje się również na drugim biegunie – w Antarktyce.

Bardzo niepokojące są np. wyniki dotyczące fitoplanktonu w Antarktyce (Zat. Admiralicji), uzyskane przez dr hab. E. Koczyńską. Badania monitoringowe (2003-05) pokazały zmniejszony udział procentowy (< 5 %) komórek okrzemek w zespołach fitoplanktonu. W latach poprzednich, 1996-98, okrzemki stanowiły 10-27 % liczebności.

Również największe ilości okrzemek zaobserwowane w ciągu ostatnich lat (szczyt kwitnienia przy brzegu w lutym 2004:  $1.8 \times 10^5$  komórek/litr) były 5-krotnie mniejsze niż największe koncentracje komórek okrzemek przy brzegu w listopadzie 1998 ( $9.8 \times 10^5$  komórek/litr). W niektórych miesiącach antarktycznego lata, np. w listopadzie 2005, próby pobrane przy brzegu i w centrum zatoki, były całkowicie pozbawione okrzemek.

Dla niektórych mieszkańców Arktyki lód stanowi podstawę egzystencji i tak dla niedźwiedzia jedynie takie środowisko daje możliwość szybkiego przemieszania się, rozrodu i polowania na fokę, które w podobnym stopniu uzależnione są od tego substratu. Zmniejszenie się powierzchni obszarów zalodzonych polarnej Arktyki zmieni rozmieszczenie tych grup zwierząt, które w ekosystemie odgrywają kluczową rolę. Zmiany klimatu w rejonie Arktyki mają następstwa nie tylko lokalne, jak np. w ilości dostępnego pokarmu, miejsc występowania czy rozmnażania, lecz również oddziałują na zespoły czy gatunki występujące dalej na południu, które do rejonów wyższych szerokości geograficznych migrują latem na żerowiska i dla rozrodu.

Co do zmian na lądzie, to przewiduje się, że strefa lasów tajgi przesunie się w rejony tundry, a tundra w rejony polarnych pustyń, o ile granicą nie będzie brzeg morza. Nastąpi więc zagęszczenie rozmieszczenia szeregu gatunków roślin i zwierząt. Znikną dotychczasowe a powstaną nowe ekosystemy i zespoły, dziś trudna do oceny ich rola i konsekwencje.

W perspektywie niedalekiej przyszłości zmiany klimatu Arktyki generować będą, nie tylko daleko idące konsekwencje ekologiczne, wynikające z faktu szybkiego topnienia lodowców, których brak otworzy tanią i szybką morską drogę transportu z Dalekiego Wschodu do Europy i dalej do Ameryki płn. Coraz częstsza obecność człowieka w Arktyce i jego wpływ na środowisko sprzyjać będzie kształtowaniu się nowych zespołów życia w morzu i na lądzie i np. na pozwoli introdukcję gatunków zgoła obcych w nowo formujące się środowisko polarne. Jaskrawym przykładem działań o charakterze komercyjnym, powodujących katastrofalne zmiany ekologiczne było, kilka dekad temu, przeniesienie kraba *Paralithodes camtschaticus* do Morza Barentsa z północnego Pacyfiku. Innym przykładem wpływu ocieplenia klimatu będzie obniżanie poziomu wiecznej zmarzliny. Proces ten spowoduje zasiedlenie nowych obszarów, a rosnąca aktywność człowieka doprowadzi do początkowo- uwalniania metanu, a później- CO<sub>2</sub>, czyli poza parą wodną, gazów odpowiedzialnych za efekt cieplarniany.

W Arktyce w wyniku deglacji, odkrywają się obszary dotychczas niedostępne dla rybołówstwa, eksploatacji innych zasobów żywych: krabów, krewetek, glonów czy kalmarów. Przewiduje się migracje morskich krabów, głowonogów ryb szczególnie w rejonie Morza Beringa, Morza Ochockiego i wybrzeży Alaski, co będzie miało ogromny wpływ na rybołówstwo, w tych wysoce produktywnych obszarach łowisk Rosji i Stanów Zjednoczonych.

W świetle powyższych informacji wręcz koniecznym i pilnym jest badanie zmian zachodzących w ekosystemach polarnych, gdzie te procesy następują szczególnie szybko i intensywnie, a w Arktyce w szczególności, z uwagi na bezpośredni wpływ antropopresji, w odróżnieniu od lepiej izolowanej Antarktyki.

### 3. Charakterystyka rozprawy habilitacyjnej

Przedstawiona do oceny rozprawa habilitacyjna p. dr A. Weydmann pt: „*Wpływ ocieplenia klimatu na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu Arktyki Europejskiej*” składa się z 6. artykułów, opublikowanych w wysoce specjalistycznych czasopismach, tj.:

1. **Weydmann A.**, Carstensen J., Goszczko I., Dmoch K., Olszewska A., Kwaśniewski S. (2014) Shift towards the dominance of boreal species in the Arctic: inter-annual and spatial zooplankton variability in the West Spitsbergen Current. *Marine Ecology Progress Series* 501: 41–52.
2. **Weydmann A.**, Walczowski W., Carstensen J., Kwaśniewski S. (2017a) Warming of Subarctic waters accelerates development of a key marine zooplankton *Calanus* *Global Change Biology*. DOI: 10.1111/gcb.13864
3. **Weydmann A.**, Zwolicki A., Muś K., Kwaśniewski S. (2015) The effect of temperature on egg development rate and hatching success in *Calanus glacialis* and *C. finmarchicus*. *Polar Research* 34, 23947, <http://dx.doi.org/10.3402/polar.v34.23947>
4. Arbakke O.N.S., Fevolden S.V., **Weydmann A.** (2017) Relative summer abundances and distribution of *Pseudocalanus* spp. (Copepoda: Calanoida) adults in relation to environmental variables in the Nordic Seas and Svalbard fjords. *Polar Biology*, 40: 51-59.

5. **Weydmann A.**, Przyłucka A., Lubośny M., Walczyńska K., Serrão E.A., Pearson G.A., Burzyński A. (2017b) Postglacial expansion of the Arctic keystone copepod *Calanus glacialis*. *Marine Biodiversity* DOI: 10.1007/s12526-017-0774-4
6. **Weydmann A.**, Coelho N.C., Serrão E.A., Burzyński A., Pearson G.A. (2016) Pan-Arctic population of the keystone copepod *Calanus glacialis*. *Polar Biology*, 39: 2311–2318.

Wartość naukowa wszystkich 6. składowych habilitacji jest bezdyskusyjna, *summa summarum* to 195 punktów MNiSzW i 18,393 IF. Na szczególne wyróżnienie zasługuje publikacja w renomowanym czasopiśmie *Global Change Biology* (8,503 IF).

Godnym podkreślenia jest fakt wysokiego udziału własnego p. Doktor w poszczególnych publikacjach; od 50-60 % (dwie pozycje) do 75-80 % (4 pozycje), a zakres prac bardzo szeroki; począwszy od przygotowania rejonu badań, udziale w poborze próbek planktonowych, przeprowadzeniu analiz biologicznych, genetycznych, interpretacji wyników, opracowaniu statystycznym, przygotowaniu i poprawkach manuskryptu po recenzjach wraz z wykonaniem rycin oraz końcowej edycji tekstu.

Zasadniczym celem rozprawy habilitacyjnej p. dr A. Weydmann jest prześledzenie, na przykładzie masowo występujących widłonogów, zmian zachodzących w epipelagialu Zachodniej Arktyki (Archipelag Svalbard) w wyniku ocieplenia. W tej części Arktyki od wielu lat obserwuje się silną modyfikację układu prądów morskich. Systematycznie wzrasta znaczenie Prądu Zachodniospitsbergeńskiego, wynoszącego coraz bardziej na północ cieplejsze wody pochodzenia atlantyckiego. Proces ten, powoduje przesuwanie się w głąb Arktyki skrajnych zasięgów występowania gatunków arktycznych, jak i atlantyckich, a także napływ gatunków nowych, wcześniej nie notowanych. Specyficznym pod względem hydrologicznym jest rejon Spitsbergenu, gdzie wody pochodzenia atlantyckiego spotykają zimne, arktyczne wody Prądu Południowego Przyładka, tworząc Front Polarny. Odzwierciedleniem tego układu prądów jest odmienny skład flory i fauny - pochodzenia atlantyckiego bądź polarnego. Akwen ten stanowi niezwykle interesujące miejsce do badania wpływu zmian klimatu na ekosystemy Arktyki i właśnie z tego powodu od wielu lat jest poligonem badawczym IO PAN.

Habilitantka, analizując specyfikę mas wodnych tego rejonu i postępujący proces ocieplenia założyła hipotetycznie, że w rejonie Spitsbergenu „atlantyfikacja” wpłynie

na przebudowę zespołu zooplanktonu w kierunku zwiększonego udziału gatunków borealnych i że sam wzrost temperatury wody przyspieszy rozwój i zmodyfikuje strukturę populacji dominujących przedstawicieli planktonu.

Dla realizacji wyznaczonego celu dr A. Weydmann dokonała analiz długookresowej zmienności czasowo-przestrzennej zooplanktonu z wód otwartych, będących pod wpływem Prądu Zachodniospitsbergeńskiego, jak i z fiordów Spitsbergenu. Przeprowadziła też badania uzupełniające: eksperymentalne oraz genetyczne w odniesieniu do typowych dla tych wód przedstawicieli widłonogów. Trzeba podkreślić fakt, że prace te miały charakter interdyscyplinarny (ekologia, genetyka, wielowymiarowe analizy statystyczne). Badania przeprowadzone były w ramach międzynarodowych projektów badawczych: *Arctic Tipping Points* (finansowany w ramach 7. Programu Ramowego EU (dr A. Weydmann -wykonawca) oraz *OPUS Struktura przestrzenno-czasowa populacji kluczowych widłonogów arktycznych w okresie ekstremalnych zmian środowiskowych* (finansowany przez Narodowe Centrum Nauki), którego Habilitantka była kierownikiem.

W pierwszej ze złożonych, jako rozprawa habilitacyjna prac: *“Shift towards the dominance of boreal species in the Arctic: inter-annual and spatial zooplankton variability in the West Spitsbergen Current”* (Weydmann et al. 2014), Autorka, na podstawie analiz próbek z okresu 2001-2009 wykazała, że struktura zespołu zooplanktonu w rejonie oddziaływania Prądu Zachodniospitsbergeńskiego była zależna od położenia geograficznego i specyfiki mas wodnych. Wyodrębniła cztery główne typy zespołów zooplanktonu, związane z rejonem pochodzenia mas wodnych.

Nowatorskie, bez dyskusji było zastosowanie przez dr A. Weydmann w kanonicznej analizie redundancji (ang. *Redundancy Analysis*, RDA) metody analizy przestrzennej *Principal Coordinates of Neighbour Matrices* (PCNM), a następnie podziału wariancji pomiędzy grupy zmiennych niezależnych. Tymi działaniami statystycznymi udowodniła, że za zmienność zooplanktonu w obszarze badań odpowiada wiele czynników środowiskowych, ale najważniejszym czynnikiem jest temperatura wody, wpływająca na skład gatunkowy oraz strukturę populacji badanych gatunków.

Bardzo ciekawym wynikiem tych, blisko 10. letnich badań było stwierdzenie, że w składzie zooplanktonu nastąpiła zmiana dominantów; gatunki typowe, określone przez Habilitantkę jak jako boreo-arktyczne, jak *Oithona similis* zostały zastąpione, wraz



ze wzrostem temperatury przez atlantycki *Calanus finmarchicus*. I tu bym polemizowała, czy rzeczywiście *O. similis* jest dobrym przykładem gatunku boreo- arktycznego, czy też ma on raczej charakter kosmopolityczny?

W drugiej, z wymienionych, jako rozprawa habilitacyjna publikacji, Habilitantka sprawdza hipotezę, że temperatura może mieć wpływ nie tylko na zmienność strukturalną zooplanktonu, ale także na tempo rozwoju osobniczego widłonogów (*Warming of Subarctic waters accelerates development of a key marine zooplankton Calanus finmarchicus*, Weydmann et al. 2017a). Jako obiekt analiz Autorka wybrała kluczowy dla płn. Atlantyku gatunek *C. finmarchicus*. W rejonie badań widłonóg ten pojawia się wraz z Prądem Zachodniospitsbergeńskim i jak wiemy, spełnia on ważną troficzną funkcję - służy jako pokarm dla ryb planktonożernych czy licznie gniazdujących alczyków. Wiemy też, że ryby, żerując na bogatych w tłuszcze starszych stadiach rozwojowych tego skorupiaka (copepodit IV, V) synchronizują czas przystąpienia do letnich wędrówek z okresem rozrodu *C. finmarchicus*, który ma miejsce po wiosennym zakwicie fitoplanktonu.

Na podstawie analizy danych z lat 2001-2011 Autorka stwierdziła, że temperatura ma bezpośredni wpływ na rozwój badanego widłonoga. W latach ciepłych wyższa była jego liczebności i dalej zawansowany rozwój osobniczy (dominacja starszych copepodit) natomiast w zimnych – niższa, z przewagą nauplii oraz młodszych copepodit, co czyniło taki pokarm mniej kaloryczny dla planktonożerców.

Z przeprowadzonych badań p. Doktor wysunęła jeszcze inny bardzo ciekawy wniosek, że populacja *C. finmarchicus* na stacjach, na których temperatura wód wynosiła powyżej 6°C, już w lipcu była zdominowana przez najstarsze copepodit (CV). Właśnie taki obraz populacji może sugerować pojawienie się w latach ciepłych w południowym rejonie badań dwóch pokoleń tego gatunku, co może mieć poważne konsekwencje w postaci reorganizacji struktury sieci troficznej.

W kolejnej publikacji dr. A. Weydmann, na podstawie serii eksperymentów dokonała weryfikacji otrzymanych wcześniej wyników, zadając sobie pytanie: czy sugerowany wpływ wzrostu temperatury na przebudowę struktury populacji *C. finmarchicus* ma miejsce już na wczesnym etapie rozwoju osobniczego (Weydmann et al. 2015, *The effect of temperature on egg development rate and hatching success in Calanus glacialis and C. finmarchicus*).

Założeniem badań było, że temperatura ma wpływ na rozwój jaj i w konsekwencji decyduje o sukcesie rozrodczym dwóch typowych dla rejonu badań Copepoda tj. arktycznego *Calanus glacialis* oraz atlantyckiego *C. finmarchicus*. Eksperyment prowadzony w kilku zakresach temperatur pokazał przyspieszony rozwój jaj widłonogów w wyższych temperaturach, natomiast nie wykazał istotnego wpływu wzrostu temperatury na liczbę wyklutych z jaj pływików (*nauplii*). Ponadto, Autorka stwierdziła, że temperatura około 2°C jest graniczną wartością, powyżej której rozwój jaj atlantyckiego *C. finmarchicus* następował znacząco szybciej niż arktycznego *C. glacialis*. Tym samym, wraz z postępującym ociepleniem, szybciej ustępującym lodem i wcześniejszym zakwittem fitoplanktonu atlantycki imigrant powinien odnieść większy sukces rozrodczy.

W zooplanktonie Europejskiej Arktyki, obok omawianych widłonogów z rodzaju *Calanus* liczne skupienia tworzy pokrewny rodzaj *Pseudocalanus*, reprezentowany przez cztery gatunki, które z uwagi na odmienne wymagania środowiskowe określane są indykatorami mas wodnych. Skorupiaki z tego rodzaju są pokarmem dla ryb i mogą być odzwierciedleniem zmian środowiskowych. Czy tak jest? Na to pytanie znaleźć można odpowiedź w następnej, z serii habilitacyjnej publikacji pt.: *Relative summer abundances and distribution of Pseudocalanus spp. (Copepoda: Calanoida) adults in relation to environmental variables in the Nordic Seas and Svalbard fjords.* (Aarbakke et al. 2017).

Z uwagi na to, że wszystkie gatunki z rodzaju *Pseudocalanus* są trudne do oznaczenia, tradycyjne metody taksonomiczne w oparciu o cechy morfologiczne, w niniejszej publikacji uzupełnione zostały metodami molekularnymi. Badania przeprowadzane były w latach 2003-2009 w rejonie M. Norweskiego oraz fiordach zach. Spitsbergenu. Habilitantka na podstawie analizy redundancji RDA przedstawiła ekologiczną ich odmienność tj.: *P. moultoni* jest najbardziej eurytermiczny i ma najszerszy zakres występowania, *P. elongatus* i *P. minutus* wykazują podobne preferencje i związane są z wyższymi temperaturami, z kolei nerytyczny *P. acuspes* wyraźnie preferuje zimniejsze i mniej zasolone masy wodne pochodzenia arktycznego.

Z badań p. Doktor wynika że, wraz z postępującym ociepleniem z czterech badanych gatunków z rodz. *Pseudocalanus* najmniejsze szanse na rozprzestrzenienie i chociażby *constans* liczebności ma zimnolubny, związany z lodem - *P. acuspes*.

Omówione dotychczas wyniki badań dr A. Weydmann wyraźnie sugerują, że wraz z ociepleniem będzie postępował regres gatunków pochodzenia polarnego, w tym *C. glacialis* o dużym znaczeniu troficznym i z tego powodu Habilitantka podjęła próbę oszacowania jego czasowo-przestrzennej różnorodności genetycznej (*Postglacial expansion of the Arctic keystone copepod Calanus glacialis*. Weydmann et al. 2017b).

Habilitantka na podstawie mitochondrialnego markera opartego o fragment genu kodującego podjednostkę dehydrogenazy NADH (*ND5*), wykazała brak zmian w strukturze populacji tego gatunku w całym okresie badań (2003-2012), jak również pomiędzy dwoma fiordami zachodniego Spitsbergenu (Hornsund i Kongsfjorden), o wyraźnie odmiennym reżimie hydrologicznym. Co interesujące, p. Doktor wykazała znaczny wzrost liczebności tego gatunku około 10 000 lat temu, czyli w okresie tuż po ostatnim zlodowaceniu w Europie.

Ostatnia z prac wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej ma również charakter genetyczny (*Pan-Arctic population of the keystone copepod Calanus glacialis*. Weydmann et al. 2016). Autorka, głównie w oparciu o specjalnie zaprojektowane polimorficzne markery bazujące na mikrosatelitarnym DNA, wykazała brak istotnych różnic pomiędzy populacjami *C. glacialis* pochodzącymi z oddalonych geograficznie i różnych pod względem hydrologii miejsc Arktyki: kilku fiordów Svalbardu, Morza Białego oraz Zatoki Amundsena w Morzu Beauforta.

Niewątpliwie, badania genetyczne przeprowadzone przez dr A. Weydmann stanowią wysoką wartość naukową i wytyczają nowe szlaki badawcze w zakresie badań fauny pelagicznej. Wnioski są niepokojące bowiem jednoznacznie wskazują, że kluczowy gatunek Arktyki *C. glacialis* cechujący się stosunkowo niską różnorodnością genetyczną i potencjalnie mniejszymi zdolnościami adaptacyjnymi do wzrostu temperatury, co w konsekwencji spowoduje zmniejszenia jego znaczenia w łańcuchu pokarmowym i prowadzić może do nieuniknionych zmian w funkcjonowaniu życia w epipelagialu Arktyki Europejskiej.

#### **4. Ocena charakteru i wartości dorobku naukowego oraz organizacyjnego**

Dr A. Weydmann do przedstawionej do oceny rozprawy habilitacyjnej pt. „*Wpływ ocieplenia klimatu na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu w Arktyce Europejskiej*” dołączyła obszerną dokumentację wraz z wykazem publikacji

(bezpośrednio związanych z ekologią morską oraz pośrednio – lądową), wystąpien na konferencjach naukowych, udziału w ekspedycjach morskich i terenowych, odbytych stażach specjalistycznych, uzyskanych nagrodach i wyróżnieniach itd. Przedstawiony materiał dokumentacyjny jest różnorodny, sama działalność naukowa ma charakter interdyscyplinarny i bardzo wartościowy, a biorąc pod uwagę wiek Habilitantki - wyróżniający.

Dotychczasowy dorobek naukowy Habilitantki, z wyłączeniem 6. artykułów, stanowiących rozprawę habilitacyjną składa się z 15 publikacji, z czego dwie powstały w okresie poprzedzającym uzyskanie stopnia naukowego doktora. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach indeksowanych przez Filadelfijski Instytut Informacji Naukowej. W załączonym wykazie znajduje się też współredagowana książka, wydana przez Springer'a z serii GeoPlanet.

A tak na marginesie, warto zauważyć, że p. Doktor ma też osiągnięcia z zakresu ekologii lądowej - 14 raportów i ekspertyz, dotyczących wydry europejskiej (*Lutra lutra*) i bobra europejskiego (*Castor fiber*), stanowiących wynik współpracy z Wydz. Biologii UG.

Generalnie, zainteresowania dr. A. Weydmann dotyczą badań ekologii morskich widłonogów, w aspekcie ich znaczenia dla oceny skutków globalnego ocieplenia. Niewątpliwie, godnym podkreślenia jest fakt dwutorowości jej badań tj. wsparcie tradycyjnych metod identyfikacji skorupiaków metodami genetycznymi. Już na etapie realizacji pracy magisterskiej opracowała klucz molekularny do oznaczania widłonogów z rodz. *Calanus*, oparty na analizie restrykcyjnej fragmentów genów jądrowych.

Innym cennym i oryginalnym wkładem w rozwój wiedzy o roli Copepoda w zmieniającym się środowisku morskim Arktyki jest zastosowanie np. wielowymiarowych analiz statystycznych. Dla osiągnięcia biegłości w posługiwaniu się takim warsztatem p. Doktor ukończyła kilka specjalistycznych kursów, jak np. statystyka PRIMER, analiz wielowymiarowych i obsługi programu CANOCO, a w 2016 roku w Nowej Zelandii programu PERMANOVA.

Zakres i tematyka prowadzonych przez p. Doktor badań ewaluowała i wyróżniała się niezwykle dynamiką i konsekwencją, co zapewne wynika z jej kreatywności i umiejętności nawiązania współpracy z renomowanymi instytutami naukowymi i liderami tych zespołów. Jeszcze jako doktorantka była wykonawcą w norweskim projekcie *Climate effects*

on planktonic food quality and trophic transfer in Arctic Marginal Ice Zones (CLEOPATRA), finansowanym przez Norwegian Research Council.

W tym czasie wygrała staż badawczy w Centre d'Océanologie de Marseille (Francja) oraz dwukrotnie w laboratorium Marine Ecology and Evolution w CCMAR, prowadzonym przez prof. Ester A. Serrão w Portugalii. Wynikiem tej współpracy były publikacje, podobnie jak we współpracy z zespołem prof. Jacoba Carstensa z Aarhus University, a sama rozprawa doktorska przygotowywana była pod opieką dwóch uczonych tj. prof. dr hab. M. Węsławskiego z IO PAN oraz prof. Jørgena Berge z Norwegii.

Dowodem uznania naukowych dokonań p. Doktor było, tuż po uzyskaniu stopnia dr nauk, zatrudnienie jej na 3. letni okres w poważnym międzynarodowym projekcie *Arctic Tipping Points*, finansowanym w ramach 7. Programu Ramowego EU, jako tzw. *Large-Scale Integrating Project*. W ramach współpracy w pakiecie WP3 powstała seria 3. publikacji dotyczących zooplanktonu z rejonów oddziaływania Prądu Zachodniospitsbergeńskiego.

Z kolei, w pakiecie WP4 brała udział w przeprowadzeniu dwóch serii eksperymentów laboratoryjnych dotyczących wpływu temperatury na rozwój jaj widłonogów z rodzaju *Calanus*, kluczowych przedstawicieli arktycznego zooplanktonu. Wyniki tych prac zostały przedstawione, jako jedno z osiągnięć habilitacyjnych.

Na jeszcze jeden aspekt działalności dr A. Weydmann należy spojrzeć z uznaniem, mianowicie osiągnięte sukcesy w finansowaniu prowadzonych badań, pochodzące ze środków zagranicznych i krajowych (MNiSzW, NCN). W swojej karierze naukowej realizowała lub współrealizowała 9 grantów, znaczących także dla światowej nauki. Dla przykładu przytoczę badania pod jej kierownictwem w ramach **projektu OPUS**. Celem naukowym, którego była ocena wpływu ocieplania się Arktyki na różnorodność genetyczną, strukturę populacji oraz możliwość krzyżowania się z widłonogów z rodzaju *Calanus*. Po raz pierwszy dla polarnego widłonoga zostały przedstawione populacyjne markery genetyczne oparte o mikrosatelitarne DNA (*Conservation Genetics Resources*, Weydmann et al. 2014).

Kontynuacja badań genetycznych finansowana była w ramach programu „**Iuventus Plus**”, wspierającego finansowo badania naukowe prowadzone przez wybitnych młodych naukowców, osiągnięciem zaś - uzyskanie kompletnej sekwencji mitogenomu *C. glacialis*, kluczowego przedstawiciela arktycznego zooplanktonu.

W ostatnim czasie jest współwykonawcą dużego projektu LARVA, w którym wraz z doktorantką bada meroplankton. Równolegle, realizuje własny projekt OPUS, w ramach którego, na podstawie uzyskanego z pułapek sedymentacyjnych, analizuje sezonowe i międzyletnie zmiany w zespołach zooplanktonowych w dwóch, zróżnicowanych hydrologicznie fiordach Svalbard'u.

Należy też podkreślić, że o znaczeniu dokonań naukowych p. Doktor świadczy również fakt, zaproszenia jej do udziału w grupach roboczych (*Working Group*) **Integrated Morphological and Molecular Taxonomy** oraz **Zooplankton Ecology ICES** (*International Council for the Exploration of the Sea*).

Dowodem wysokiej rangi naukowej Habilitantki są powierzane recenzje artykułów naukowych dla wysoce specjalistycznych czasopism międzynarodowych, takich jak, m.in. *Global Change Biology*, *AMBIO*, *Marine Ecology Progress Series* i *Journal of Plankton Research*, czy chilijski projekt badawczy (CONICYT).

Pozycja naukowa dr A. Weydmann doceniana jest również w kraju, jest np. ekspertem Zespołu Zadaniowego ds. Opinii i Rozwoju Biologii Morza Sekcji Biologii Morza, Komitetu Badań Morza PAN czy Zespołu oceanologii oraz ekologii mórz polarnych przy Komitecie Badań Polarnych PAN. Za swoje osiągnięcia naukowe otrzymała 4 nagrody zagraniczne i dwukrotnie uzyskała indywidualną nagrodę naukową Dyrektora IO PAN. Jest członkiem światowej organizacji skupiających copepologów (WAC), badaczy rejonów polarnych (APECS) oraz Sopotkiego Towarzystwa Naukowego.

Aktywność naukowa Habilitantki wyraża się także wielokrotnym uczestnictwem w konferencjach naukowych w kraju i zagranicą (33 wystąpienia), a także w szeroko rozumianej działalności popularyzatorskiej (4 publikacje).

Specyfika warsztatu naukowego Habilitantki wymaga bezwzględnego opanowania złożonej logistyki badań morskich; umiejętności pracy z unikatową aparaturą i narzędziami oraz współpracy z ludźmi różnych dyscyplin na statku. W tym zakresie p. Doktor ma 15-letnie doświadczenie bowiem po raz pierwszy w rejs na Spitsbergen wyruszyła w 2003 roku, dotychczas ma na swoim koncie udział w 4. rejsach i sześciu wyprawach terenowych.

Z kolei, w pracy laboratoryjnej jest niezbędne nie tylko dobre merytoryczne przygotowanie, pełne zaangażowania, ogromna koncentracja, ale i iście benedyktyńska cierpliwość.

Wydawałoby się, że taki charakter pracy wykształci w Niej cechy typowe dla introwertyka. Nic bardziej mylnego, p. dr A. Weydmann jest osobą bardzo otwartą, komunikatywną, odważną, o szerokich zainteresowaniach poza zawodowymi, chętną do współpracy i dzielenia się swoją wiedzą i umiejętnościami z kolegami naukowcami, a w ostatnim czasie z doktorantami i ze studentami.

Dla ostatecznej oceny działalności publikacyjnej p. Doktor posłużę się ogólnie stosowanymi ocenami **Impact Factor**: 625 punktów wg. MNiSzW (lista z 2016 r.), według listy *Journal Citation Reports* (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **50,271**, a z 5-cio letnich okresów obejmujących rok wydania publikacji: **57,734**. Z bazy *Web of Science* wynika, że prace były cytowane 214 razy (bez autocytowań), a tzw. Indeks Hirsh'a wynosi 8.

Taka ocena, a raczej „wycena” wartości naukowej prac p. Doktor świadczy o wysokiej randze i znaczeniu uprawianej tematyki. Wyróżniające cechy: to interdyscyplinarny i nowatorski ich charakter, oryginalność, konsekwencja i wysoka dynamika i ewolucyjny charakter prowadzonych badań, rzetelna wiedza i wyjątkowe zaangażowanie.

Moim zdaniem, dorobek publikacyjny Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora nauk należy ocenić nie tylko jako wystarczający, ale jako wyjątkowy i godny wyróżnienia.

## 5. Ocena działalności dydaktycznej

Pani dr A. Weydmann praktycznie, większość życia zawodowego związała z Instytutem Oceanologii PAN, placówce typowo naukowej i dopiero od czterech lat, ma możliwość bezpośredniego kontaktu z dydaktyką. W 2014 roku, po doskonałych referencjach, została zatrudniona, na Uniwersytecie Gdańskim w Zakładzie Badań Planktonu Morskiego Instytutu Oceanografii na stanowisku pracownika naukowo- dydaktycznego. Należy jednak wspomnieć o wcześniejszych doświadczeniach Habilitantki w zakresie nauczania, jak np. w roli wykładowcy w letniej szkole dla doktorantów w norweskim Tromsø, czy Instytucie Geofizyki PAN w ramach programu EDUscience (wykłady i praktyki *on line* dla

uczniów szkół podstawowych i średnich). Tym nie mniej, zdecydowanie większe wyzwania w zakresie dydaktyki doświadczyła już w pierwszych miesiącach pracy na UG. Jako adiunkt prowadzi wykłady, ćwiczenia i praktyki dla studentów Wydz. Oceanografii i Geografii oraz Wydz. Chemii i Ochrony Środowiska, zarówno na poziomie licencjackim, jak i magisterskim (225 godz./rocznie).

Wymagającym szczególnego zaangażowania i wiedzy p. Doktor było przygotowanie wykładów i ćwiczeń do przedmiotu *Funkcjonowanie ekosystemów polarnych* dla studentów oceanografii II stopnia oraz *Antropogeniczne przekształcanie środowiska morskiego* na kierunku Ochrona Środowiska. Większość ćwiczeń czy praktyk, które zostały jej powierzone dotyczy wielu aspektów biologii i ekologii organizmów morskich, a także metod prowadzenia prac na statku i w terenie. W programach tych zajęć p. Doktor umiejętnie wykorzystuje swoje doświadczenia, umiejętności i wiedzę, co zauważyli i docenili studenci. Pani dr A Weydmann do tej pory wypromowała trzech magistrów, była także opiekunem trzech prac licencjackich – wszystkie uzyskały wysoką ocenę. Bardzo ciekawie i perspektywnie rozwija się jej współpraca z doktorantami z Zakładu Badań Planktonu Morskiego. Do największych osiągnięć należy opieka nad laureatem prestiżowego konkursu MNiSzW - Diamentowy Grant. Dobrze też rokuje współpraca z dwiema doktorantkami, które zaangażowała do swoich projektów badawczych. Wynikiem powyższej współpracy są już 4 publikacje, w tym jedna, typowo taksonomiczna w *Zootaxa* (Mańko et al. 2017).

## 6. Ocena końcowa

W konkluzji wyrażam opinię, że wyniki badań dr A. Weydmann przedstawione w rozprawie habilitacyjnej pt. „*Wpływ ocieplenia klimatu na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu w Arktyce Europejskiej*” świadczą, że założona hipoteza została zweryfikowana, a postawione zadania badawcze w pełni zrealizowane. Za cenne i wiarygodne, uważam daleko idące stwierdzenie, że coraz liczniejsze wśród zooplanktonu Copepoda pochodzenia atlantyckiego (*C. finmarchicus*, *P. elongatus*) poprzez rozszerzenie zasięgów występowania coraz dalej na północ i możliwość wcześniejszego przystąpienia do rozrodu i szybszego rozwoju wyprą gatunki rodzime (*C. glacialis*, *P. asuspes*), pełniące dotychczas kluczową rolę w ekosystemach Arktyki. I, że raz z postępującym procesem ocieplenia zmieniające się proporcje biomasy i stopień kaloryczności dominujących Copepoda



prowadzić będą do zmian jakościowych i ilościowych w sieci troficznej na poziomie typowych planktonożerców; ryb i ptaków. Zachwianie na niekorzyść proporcji gatunków arktycznych, większych i bogatszych w tłuszcz, na rzecz mniejszych, ale szybciej rozwijających się imigrantów z południa w konsekwencji doprowadzić może do przebudowy nie tylko ekosystemów morskich, ale i lądowych.

Cechy wyróżniające osiągnięcia naukowe dr Agaty Weydmann to: światowy poziom badań, interdyscyplinarny ich charakter, oryginalność, aktualność tematyki, zawansowany rozwój merytoryczny, wysoki stopień kreatywności, zdolności organizatorskie, umiejętność współpracy w dużych zespołach, jednoznacznie daleko idąca samodzielność, wysokie zdolności metodyczne w pracy na morzu i w laboratorium, szeroki zakres działalności popularyzatorskiej i dydaktycznej. Wszystkie te przymioty świadczą o jej dojrzałości naukowej i doskonałym przygotowaniu do pełnia funkcji samodzielnego pracownika naukowego.

Jednocześnie stwierdzam, że Habilitantka jest wysokiej rangi specjalistką z zakresu ekologii i biologii morza o szczególnym dorobku i potencjale naukowym. Z pełnym przekonaniem wnioskuję o wyróżnienie jej rozprawy habilitacyjnej za bardzo wysoką wartość naukową, interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań, dynamiczny postęp publikacyjny i niezaprzeczalny wkład w rozwój aktualnej tematyki badań, dotyczących skutków globalnego ocieplenia na życie w ekosystemach morskich wysokich szerokości geograficznych.

Podsumowując niniejszą ocenę rozprawy habilitacyjnej p. dr Agaty Weydmann pt. *„Wpływ ocieplenia klimatu na rozmieszczenie i różnorodność kluczowych gatunków zooplanktonu w Arktyce Europejskiej”* uważam, że przedstawione osiągnięcia naukowe, postęp naukowy, wkład w rozwój uprawianej dziedziny naukowej, zakres działalności organizacyjnej oraz dydaktycznej spełniają wszelkie wymogi stawiane pracownikom naukowym, ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego, tym samym wnioskuję o dopuszczenie Jej przez Radę Naukową Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

