

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Maciej Mateusz Telesiński
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.
 - Studia podyplomowe w zakresie: Programowanie i bazy danych, Politechnika Gdańska, 18.10.2019
Tytuł pracy dyplomowej: „PaleoLab – aplikacja integrująca bazy danych Pracowni Paleoceanografii IOPAN”
 - Doktor nauk przyrodniczych, Uniwersytet Chrystiana Albrechta w Kilonii, Niemcy, 18.12.2014 r.
Tytuł rozprawy doktorskiej: „Lateglacial and Holocene paleoceanography of the central Nordic Seas”
Promotor: Prof. dr Martin Frank, promotor pomocniczy: dr Robert F. Spielhagen
 - Magister, kierunek geologia, Uniwersytet w Aarhus, Dania, 17.09.2010 r.
Tytuł pracy magisterskiej: „Palaeoceanographic and climatic Changes through MIS 3 to early MIS 2 (Weichselian) off North Iceland based on Foraminifera, stable Isotopes and Sediments”
Promotor: Prof. Karen Luise Knudsen
 - Licencjat, kierunek geologia, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 02.07.2008 r.
Tytuł pracy licencjackiej: „Izotopy węgla i tlenu – zastosowanie w geologii”
Promotor: Prof. dr hab. Zdzisław Bełka
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.
 - Od 2018: adiunkt w Zakładzie Paleoceanografii, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie
 - 2016-2018: oceanograf, Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie
 - 2014-2016: Postdoctoral Researcher, Akademia Nauk i Literatury w Moguncji, Niemcy
 - 2010-2014: EU-Forscher, Centrum Badań Oceanicznych im. Helmholtza GEOMAR w Kilonii, Niemcy

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Tytuł osiągnięcia naukowego:

Rozwój cyrkulacji termohalinowej w Morzach Nordyckich od maksimum ostatniego zlodowacenia

Lista publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe:

[1] **Telesiński, M.M.**, Spielhagen, R.F., Bauch, H.A., 2014. Water mass evolution of the Greenland Sea since late glacial times. *Climate of the Past* 10, 123–136. doi:10.5194/cp-10-123-2014

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: opracowanie koncepcji badań, wykonanie analiz laboratoryjnych (mikropaleontologicznych i sedymentologicznych), opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

[2] **Telesiński, M.M.**, Bauch, H.A., Spielhagen, R.F., Kandiano, E.S., 2015. Evolution of the central Nordic Seas over the last 20 thousand years. *Quaternary Science Reviews* 121, 98–109. doi:10.1016/j.quascirev.2015.05.013

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: opracowanie koncepcji badań, wykonanie analiz laboratoryjnych (mikropaleontologicznych i sedymentologicznych), opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

[3] **Telesiński, M.M.**, Ezat, M.M., Muschitiello, F., Bauch, H.A., Spielhagen, R.F., 2021. Ventilation History of the Nordic Seas Deduced from Pelagic-Benthic Radiocarbon Age Offsets. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 22, e2020GC009132. doi:doi.org/10.1029/2020GC009132

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: opracowanie koncepcji badań, przygotowanie prób do analiz laboratoryjnych, opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

[4] **Telesiński, M.M.**, Łacka, M., Kujawa, A., Zajączkowski, M., 2022. The significance of Atlantic Water routing in the Nordic Seas: The Holocene perspective. The Holocene 32, 1104–1116. doi:10.1177/09596836221106974

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: opracowanie koncepcji badań, opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

[5] **Telesiński, M.M.**, Kucharska, M., Łacka, M., Zajączkowski, M., 2024. A late response of the sea-ice cover to Neoglacial cooling in the western Barents Sea. The Holocene 34, 1088–1096. doi:10.1177/09596836241247305

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: współopracowanie koncepcji badań, opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

[6] **Telesiński, M.M.**, Liu, W., Xianglin, R., Zajączkowski, M., 2024. Worldwide consequences of a mid-Holocene cold event in the Nordic Seas. Quaternary Science Reviews 344, 109002. doi:https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2024.109002

Mój wkład w powstanie pracy obejmował: opracowanie koncepcji badań, opracowanie i interpretacja danych, przegląd i wybór literatury, przygotowanie rycin i tabel, przygotowanie i edytowanie manuskryptu publikacji, konsultacje ze współautorami.

Dane bibliometryczne publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne:

Numer publikacji	Czasopismo	Rok publikacji	IF*	Liczba punktów MNiSW**	Liczba cytowań***
1	Climate of the Past	2014	3.64	100	33
2	Quaternary Science Reviews	2015	4.833	140	27
3	Geochemistry, Geophysics, Geosystems	2021	4.167	140	5
4	The Holocene	2022	2.586	140	4
5	The Holocene	2024	1.6	140	0
6	Quaternary Science Reviews	2024	3.2	140	1
Σ20.026				Σ800	Σ70

*IF w roku publikacji
 **według załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 5 stycznia 2024
 ***według bazy Scopus na dzień 21.08.2025

Wstęp

Paleoceanografia jest dyscypliną naukową zajmującą się badaniem środowiska morskiego w geologicznej przeszłości, a więc w okresie sięgającym wcześniej, niż bezpośrednie pomiary i obserwacje. Poznanie przeszłych zmian prądów oceanicznych,

warunków fizyko-chemicznych czy życia biologicznego pozwala lepiej zrozumieć naturalne mechanizmy rządzące oceanami. Oceany są i zawsze były silnie powiązane z klimatem i warunkami panującymi na lądach. Wszystko to sprawia, że badania paleoceanograficzne pozwalają nam lepiej zrozumieć zmiany środowiska obserwowane współcześnie, odróżnić procesy naturalne od tych wywołanych działalnością człowieka, a także dają podstawy do prognozowania zmian warunków panujących na naszej planecie w przyszłości.

Znaczenie Arktyki i Mórz Nordyckich dla badań paleoceanograficznych

Arktyka jest obszarem szczególnie istotnym dla badań paleoceanograficznych. Ze względu na obecność lodu morskiego oraz lodowców i lądolodu grenlandzkiego (a w przeszłości również innych lądolodów), obszar ten pełni istotną rolę w regulowaniu klimatu na Ziemi. Wysokie albedo śniegu i lodu sprawia, że duża część promieniowania słonecznego docierającego w te obszary, jest odbijana od powierzchni morza i lądu. Natomiast prądy morskie i masy powietrza docierające do Arktyki ulegają ochłodzeniu zanim powrócą w niższe szerokości geograficzne. Z drugiej jednak strony, środowisko arktyczne jest wysoce wrażliwe na wszelkie zmiany. W obliczu globalnego ocieplenia klimatu na Ziemi, okolice Arktyki ogrzewają się znacznie szybciej niż reszta świata, co określa się mianem arktycznego wzmocnienia (ang. *Arctic amplification*)¹. Jest ono efektem dodatniego sprzężenia zwrotnego łączącego zasięg lodu morskiego z temperaturą. W miarę wzrostu średniej temperatury wody i powietrza, zasięg lodu morskiego w Arktyce zmniejsza się², odsłaniając wody Oceanu Arktycznego. Oznacza to zastąpienie mającej wysokie albedo powierzchni lodu pokrytego śniegiem, powierzchnią płynnej wody o niższym albedo. W rezultacie rośnie ilość energii słonecznej pochłanianej przez powierzchnię Ziemi w tym rejonie świata, a więc i średnia temperatura. W efekcie, wszelkie zmiany środowiska zachodzące zarówno obecnie, jak i w geologicznej przeszłości są wyraźniej widoczne w rdzeniach osadów morskich pochodzących z Arktyki, niż tych z innych rejonów świata.

Morza Nordyckie (tym zbiorczym terminem określa się wspólnie morza Norweskie i Grenlandzkie) to basen oceaniczny ograniczony od zachodu wybrzeżami Grenlandii, od północnego wschodu archipelagiem Svalbard, od południowego wschodu Półwyspem Skandynawskim, a od południowego zachodu Islandią. Od północy Morza Nordyckie łączą się przez Cieśninę Fram z Oceanem Arktycznym, od wschodu z płytkim szelfem Morza Barentsa, a od południa z północnym Atlantykiem.

Morza Nordyckie stanowią jeden z kluczowych rejonów wszechoceanu. Nazywane są oceaniczną „pompą ciepła”³, gdyż stanowią główne dla wód powierzchniowych, a jedyne dla wód głębinowych połączenie pomiędzy oceanami Atlantyckim i Arktycznym. Ciepła woda atlantycka dociera tu z obszarów tropikalnych. Płynąc na północ, wzdłuż krawędzi szelfu kontynentalnego Skandynawii i Morza Barentsa, stopniowo ochładza się, ogrzewając jednocześnie otaczające ją wody, atmosferę i lądy, a także dostarcza wilgoci potrzebnej do wzrostu lodowców. Przez wschodnią Cieśninę Fram woda ta dociera do Oceanu Arktycznego. Natomiast w zachodniej części tej cieśniny zimna woda polarna płynie na południe, wzdłuż krawędzi szelfu kontynentalnego Grenlandii, niosąc ze sobą lód morski oraz góry lodowe, by przez Cieśninę Duńską dotrzeć do północnego Atlantyku. Morza Nordyckie są również nazywane „płucami głębokiego oceanu”³, gdyż są jednym z zaledwie kilku rejonów na świecie, w których zachodzi zjawisko głębokiej konwekcji. Zachodnia odnoga norweskiego prądu atlantyckiego tworzy wir w środkowej części Morza Grenlandzkiego. Woda atlantycka o wysokim zasoleniu, w zetknięciu z zimnymi wodami polarnymi oraz przy udziale lodu morskiego i zimnych wiatrów katabatycznych znad lądolodu grenlandzkiego ochładza się. Zwiększa ona przy tym swoją gęstość na tyle, że może opaść na dno oceanu, zasilając wody głębinowe w składniki odżywcze i tlen. Wody te przepływają następnie na południe, do głębokich rejonów północnego Atlantyku, stanowiąc jeden z kluczowych motorów napędowych globalnej cyrkulacji termohalinowej.

Cele naukowe cyklu publikacji

Jak wykazano powyżej, Morza Nordyckie są niezwykle istotnym rejonem badań paleoceanograficznych. Jednak pomimo wieloletnich wysiłków zespołów naukowych z całego świata, wiele pytań pozostaje wciąż bez odpowiedzi. Wyraźna jest zwłaszcza znaczna dysproporcja w ilości badań pomiędzy wschodnią, a centralną i zachodnią częścią Mórz Nordyckich. Wynika ona po pierwsze z utrudnionej dostępności tej ich części. Podczas gdy do wschodniej części Mórz Nordyckich można stosunkowo łatwo dotrzeć ze Skandynawii czy Svalbardu, badania dalej na zachód wymagają długich ekspedycji w rejony pokryte lodem morskim. Po drugie zaś, rdzenie osadów pozyskiwanych z zachodniej części Mórz Nordyckich charakteryzują się generalnie niższą rozdzielczością czasową, co ogranicza możliwości badawcze. We wschodniej części stosunkowo łatwo jest znaleźć sekwencje osadów o rozdzielczości nawet rzędu dekad, podczas gdy dalej na zachód bardzo niewiele rdzeni osiąga rozdzielczość wyższą, niż rzędu tysiącleci.

Dysproporcja ta skierowała moje zainteresowania naukowe w ten słabiej poznany rejon. W efekcie, cykl publikacji, zgłoszony jako osiągnięcie naukowe, poświęcony jest następującym celom:

- zmniejszenie dysproporcji w poznaniu paleoceanograficznego rozwoju pomiędzy wschodnią, a centralną i zachodnią częścią Mórz Nordyckich,
- rozpoznanie wielkoskalowych zmian cyrkulacji termohalinowej w okresie deglacjacji,
- rozpoznanie zmian cyrkulacji wody atlantyckiej w holocenie, ze szczególnym uwzględnieniem jej przestrzennego zróżnicowania,
- rozpoznanie krótkotrwałych zaburzeń cyrkulacji termohalinowej, ich przyczyn oraz skutków,
- lepsze poznanie zależności pomiędzy cyrkulacją termohalinową, a zmianami klimatycznymi, zasięgiem lodu morskiego, i lądolodami.

Zakres badań i uzyskane wyniki

W okresie od maksimum ostatniego zlodowacenia (ang. *Last Glacial Maximum*, LGM; ~26.5-19 tys. lat temu) po czasy współczesne rejon Mórz Nordyckich przeszedł transformację od warunków glacialnych do w pełni interglacialnych. Przemiany te nie zachodziły jednak liniowo, lecz naznaczone były szeregiem wahań o różnej skali czasowej rzędu od tysiącleci, po dekady.

W czasie LGM globalny poziom morza był o ok. 130 m niższy, niż obecnie^{4,5}, a wszystkie lądy i szelfy kontynentalne otaczające Morza Nordyckie pokryte były lądolodami^{6,7}. Cyrkulacja termohalinowa w Morzach Nordyckich była aktywna, choć słaba⁸. Wentylacja wód podpowierzchniowych w środkowej i południowej części Mórz Nordyckich była niewiele słabsza niż współcześnie, a jedynie wody głębinowe były wyraźnie słabiej wentylowane, co wykazałem na podstawie analizy radiowęglowego wieku wentylacji w rdzeniach z tego rejonu (Publikacja [3]). Woda atlantycka docierała daleko na północ, stanowiąc źródło wilgoci dla rozrastających się lądolodów. W Morzu Grenlandzkim przeważały jednak zimne wody powierzchniowe o gęstej pokrywie lodowej, liczne góry lodowe oraz niska produktywność, na co wskazuje rekonstrukcja warunków paleoceanograficznych na podstawie rdzeni z tego rejonu (Publikacja [1]).

Deglacjacja rejonu Mórz Nordyckich rozpoczęła się ok. 19 tys. lat temu. Pierwszym aktem tego procesu w zapisie paleoceanograficznym był krótkotrwały i niewielki pod względem amplitudy, ale wyraźnie widoczny w wielu rdzeniach osadów z tego rejonu spadek wartości stosunku izotopów stabilnych tlenu ($\delta^{18}\text{O}$) mierzonego w skorupkach otwornic

planktonicznych, który wskazuje na napływ wód roztopowych z otaczających lądolodów. Jak wskazałem w Publikacji [2], zdarzenie to, będące prekursorem głównego etapu deglacjacji, mogło mieć wiele źródeł, ale wspólny mechanizm wyzwalający. Mógł nim być pierwszy, nieznaczny wzrost globalnego poziomu morza, będący skutkiem wzrastającego nasłonecznienia na półkuli północnej⁹, który zdestabilizował lodowce szelfowe. Cyrkulacja termohalinowa jest wrażliwa nawet na niewielkie zaburzenia wywołane obecnością wód roztopowych^{10,11}. Ta niewielka destabilizacja lądolodów mogła więc doprowadzić do osłabienia Atlantycznej Południkowej Cyrkulacji Termohalinowej (ang. *Atlantic Meridional Overturning Circulation*, AMOC). W konsekwencji, doszło do nagromadzenia się ciepłych wód podpowierzchniowych w północnym Atlantyku, które ok. 1.2 tys. lat później doprowadziło do potężnej destabilizacji lodowców szelfowych, a w konsekwencji strumieni lodowych płynących z głębi lądolodów i dostarczenia do Oceanu Atlantycznego ogromnych ilości gór lodowych oraz wód roztopowych, szeregu procesów znanych jako zdarzenie Heinricha 1 (ang. *Heinrich event 1*). Publikacja [2] podkreśla znaczenie Mórz Nordyckich w inicjacji tego zdarzenia o globalnych konsekwencjach. Natomiast Publikacja [3] pokazuje istotny wpływ zdarzenia Heinricha 1 na wentylację wód podpowierzchniowych i głębinowych w Morzach Nordyckich.

Główny etap deglacjacji zaznaczył się wyraźnie w zapisach osadowych z Mórz Nordyckich, przede wszystkim jako niskie wartości $\delta^{18}\text{O}$ w skorupkach otwornic planktonicznych. W przeciwieństwie jednak do północnego Atlantyku, gdzie największe znaczenie miała woda roztopowa z dryfujących gór lodowych, w Morzach Nordyckich większe znaczenie miały bezpośrednie wypływy wód roztopowych z otaczających lądolodów. Świadczy o tym niska zawartość IRD (ang. *ice-rafted debris*, czyli okruchy skalne transportowane przez lód) w osadach z tego okresu (Publikacje [1] i [2]). Ogromna ilość wody o stosunkowo niskim zasoleniu, która pokryła powierzchnię Mórz Nordyckich i północnego Atlantyku, doprowadziła do załamania się AMOC¹². Jest to wyraźnie widoczne w Morzach Nordyckich, gdzie czas wentylacji (radiowęglowy wiek wentylacji) wód podpowierzchniowych wzrósł do ok. 2000 lat, a wód głębinowych nawet do ok. 2500 lat (Publikacja [3]).

Dopiero ok. 14.7 tys. lat temu nastąpiło wznowienie cyrkulacji termohalinowej w północnym Atlantyku, związane z ciepłym interstadialem Bølling–Allerød¹². W tym okresie woda atlantycka zaczęła stopniowo docierać na szelf Svalbardu¹³. Jednak dane ze środkowej części Mórz Nordyckich wskazują, że choć wpływ wód roztopowych znacząco się zmniejszył

(Publikacja [2]), to cyrkulacja termohalinowa w tym rejonie była wciąż mocno ograniczona (Publikacja [3]).

Ok. 12.9 tys. lat temu nastąpiło ponowne gwałtowne ochłodzenie klimatu na półkuli północnej, znane jako młodszy dryas¹⁴. Dane z rdzenia osadowego ze środkowego Morza Grenlandzkiego przedstawione w Publikacji [2] wskazują, że wody roztopowe dotarły w tym czasie do Mórz Nordyckich z Oceanu Arktycznego. Wnioski te potwierdzają wcześniejsze badania sugerujące, że jedynie wypływ wód roztopowych z lądolodu laurentyńskiego do Oceanu Arktycznego i dalej przez Cieśninę Fram do Mórz Nordyckich mógł dotrzeć do rejonów głębokiej konwekcji w morzach Grenlandzkim i Labradorским^{15,16} i spowodować załamanie się AMOC obserwowane w tym okresie¹². W Publikacji [2] wykazałem również, że zasięg wód roztopowych w czasie młodszego dryasu sięgał aż do środkowej części Morza Norweskiego. Dane ze środkowej i południowej części Mórz Nordyckich (Publikacja [3]) potwierdzają zaburzenie cyrkulacji termohalinowej w czasie młodszego dryasu, choć wentylacja wód powierzchniowych poprawiła się, co mogło być wynikiem zwiększenia produkcji lodu morskiego i solanek (ang. *brines*) ze stosunkowo słabo zasolonych wód powierzchniowych.

Początek holocenu w Morzach Nordyckich (11.7 tys. lat temu) związany był z silnym nasłonecznieniem w wysokich szerokościach geograficznych północnych (wynikającym z cykli orbitalnych) oraz gwałtowną, nadmierną (ang. *overshoot*) aktywacją cyrkulacji termohalinowej¹⁷. Maksimum napływu wody atlantyckiej przypadło na ok. 10 tys. lat temu, jednak objęło ono swoim zasięgiem jedynie wschodnią część Mórz Nordyckich, wzdłuż krawędzi skłonu kontynentalnego Skandynawii i Morza Barentsa. Ze względu na wciąż duże ilości wód roztopowych spływających z Oceanu Arktycznego do Morza Grenlandzkiego, woda atlantycka nie mogła rozprzestrzeniać się dalej na zachód (Publikacje [1], [2] i [4]). Duża jej część docierała prądem zachodniospitsbergeńskim przez wschodnią Cieśninę Fram do Oceanu Arktycznego. Pozostała część, za pośrednictwem powrotnego prądu atlantyckiego, kierowała się wprawdzie na zachód w Cieśninie Fram, jednak nie płynęła dalej jako prąd powierzchniowy, a zanurzała się pod grubą warstwę zimnych wód polarnych o niskim zasoleniu. Warunki takie uniemożliwiały rozwinięcie się głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim. Cyrkulacja wody atlantyckiej w Morzach Nordyckich przypominała bardziej współczesną cyrkulację w Oceanie Arktycznym, gdzie woda atlantycka płynie wzdłuż skłonu kontynentalnego, powoli ochładzając się i schodząc na większe głębokości (Publikacja [4]).

Pomimo silnego nasłonecznienia w wysokich szerokościach geograficznych północnych, wczesny holocen naznaczony był kilkoma krótkotrwałymi ochłodzeniami. Należy do nich oscylacja preborealna ok. 11.4 tys. lat temu^{13,18,19}, będąca efektem oscylacji klimatycznych zapoczątkowanych w młodszym dryasie²⁰ oraz chłodny epizod 9.3 tys. lat temu²¹. Ok. 8.2 tys. lat temu miało miejsce kolejne krótkotrwałe ochłodzenie, znane jako chłodny epizod 8.2 tys. lat temu (ang. *8.2 ka BP event*), będące najbardziej znaczącym zaburzeniem klimatycznym w okresie holocenu i ostatnim gwałtownym aktem okresu deglacialnego²². Jak wykazałem w Publikacjach [2] oraz [6], epizod ten zaznaczył się dużo wyraźniej w Morzu Norweskim, niż w Cieśninie Fram czy Morzu Grenlandzkim. Jest to zgodne z powszechnie obecnie uznawanym mechanizmem powstania tego ochłodzenia, według którego było ono związane z ostatnim znaczącym wypływem wód roztopowych do Morza Labradorskiego i zmniejszeniem eksportu wody atlantyckiej do Mórz Nordyckich^{23,24}.

Chłodny epizod 8.2 tys. lat temu był na tyle istotnym zdarzeniem, że stanowi granicę pomiędzy wczesnym a środkowym holocenem²⁵. Dopiero po tym zdarzeniu ilość wód roztopowych w Morzu Grenlandzkim zmalała w wyniku wycofania się czoła lądolodu grenlandzkiego poza linię brzegową^{26,27}. Dzięki temu woda atlantycka mogła rozprzestrzenić się na zachód w powierzchniowej warstwie wody. W Publikacji [4] zasugerowałem, że sam epizod 8.2 tys. lat temu, w czasie którego znaczna część Mórz Nordyckich została pokryta warstwą wód roztopowych, mógł odegrać istotną rolę w zmianie kierunku rozprzestrzeniania się wody atlantyckiej. Warstwa wód o niskim zasoleniu na powierzchni wody w pewien sposób bowiem „zresetowała” cyrkulację powierzchniową w tym regionie. Pozwoliło to na przesunięcie głównego kierunku przepływu wody atlantyckiej z północnego, ograniczonego do wschodniej części Mórz Nordyckich, do bardziej zachodniego, obejmującego również ich środkową część. Dzięki temu, w okresie od 8 do 5.5 tys. lat temu wody powierzchniowe w Morzu Grenlandzkim mogły osiągnąć najwyższe temperatury w całym holocenie (Publikacja [1]). Umożliwiło to również inicjację głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim, co jeszcze bardziej wzmocniło zachodni kierunek rozprzestrzeniania się wody atlantyckiej (Publikacje [2] i [4]).

Środkowy holocen uważany jest powszechnie za najcieplejszą i najbardziej stabilną pod względem warunków środowiskowych część obecnego interglacjału²⁸. Większość plejstocénskich lądolodów przestała już istnieć, a nasłonecznienie na półkuli północnej było wciąż stosunkowo wysokie. Mimo to, nawet ten ciepły okres naznaczony był krótkotrwałymi ochłodzeniami. Jeden z takich chłodnych epizodów został przeze mnie zidentyfikowany i

opisany w Publikacji [6]. Analiza zapisów osadowych z wschodniej i północnej części Mórza Nordyckich wykazała, że ok. 6.8 tys. lat temu nastąpiło synchroniczne (w granicach niepewności dostępnych metod datowania) ochłodzenie wód podpowierzchniowych, które w tych zapisach widoczne jest jako wzrost procentowego udziału polarnego gatunku otwornic planktonicznych *Neogloboquadrina pachyderma*. Zastosowanie funkcji transferowej w celu przeliczenia składu fauny otwornicowej na temperatury bezwzględne wykazało, że letnie temperatury wody na głębokości 100 m spadły w tym czasie we wszystkich badanych lokalizacjach o ok. 1°C. Przy tym amplituda tego ochłodzenia była dużo bardziej wyraźna (na tle zmienności temperatur w całym holocenie) w Cieśninie Fram, niż dalej na południe, w Morzu Norweskim. W Publikacji [6] zaproponowany został następujący mechanizm powstania tego ochłodzenia: w wyniku opisywanych wcześniej przemian, po chłodnym epizodzie 8.2 tys. lat temu główny strumień wody atlantyckiej skierował się bardziej na zachód, w kierunku Morza Grenlandzkiego. Umożliwiło to intensywniejszy napływ lodu morskiego z Morza Barentsa do wschodniej Cieśniny Fram. Zwiększona pokrywa lodowa wzmocniła i pogłębiła haloklinę, co spowodowało zagłębienie się wody atlantyckiej pod wody powierzchniowe o małym zasoleniu i osłabienie jej napływu. W konsekwencji, cyrkulacja termohalinowa we wschodniej części Mórza Nordyckich została zredukowana, co skutkowało przejściowym ochłodzeniem wód podpowierzchniowych. Ta rekonstrukcja oparta na analizie wskaźników paleośrodowiskowych została potwierdzona przez wyniki symulacji (TraCE-21ka – *Transient simulations of Climate Evolution of the last 21,000 years*) przeprowadzonych przy użyciu modeli komputerowych (CCSM3 – Community Climate System Model Version 3).

Zaburzenie cyrkulacji termohalinowej w regionie tak istotnym dla cyrkulacji oceanicznej, jak Morza Nordyckie miało daleko idące konsekwencje. W Publikacji [6] przedstawiłem szereg opisanych w literaturze zmian środowiska, które zaszły po 6.8 tys. lat temu w różnych regionach świata i które wykazują nie tylko zbieżność czasową z opisywanym ochłodzeniem, ale też prawdopodobny związek przyczynowo skutkowy, również potwierdzony wynikami symulacji TraCE-21ka. Należą do nich: (a) słabnący wpływ północnoatlantyckich wód głębinowych w stosunku do wód Oceanu Południowego w północnowschodnim Atlantyku, który rozpoczął się ok. 6.5 tys. lat temu i osiągnął szczyt ok. 5 tys. lat temu²⁹, (b) wyjątkowo mroźne warunki meteorologiczne nad środkową Grenlandią 6.1-5.0 tys. lat temu³⁰, (c) duży udział zimnych wód powierzchniowych i lodu morskiego docierający do północnowschodniego Atlantyku z rejonu na północ od Islandii (zdarzenie Bonda 4; ang. *Bond event 4*)³¹, (d) negatywne anomalie temperatur powietrza w rejonie północnego Atlantyku,

wewnętrznej części Ameryki Północnej i na półkuli północnej 6.5-5.9 tys. lat temu³² oraz (e) słabszy monsun w południowo-wschodniej Azji 6.7-6.3 tys. lat temu³³. Dlatego też w Publikacji [6] zasugerowałem, że ochłodzenie sprzed 6,8 tys. lat w Morzach Nordyckich było impulsem, który wywołał powszechne ochłodzenie klimatu.

Zdarzenie sprzed 6.8 tys. lat w Morzach Nordyckich i jego szerokie konsekwencje pokazują, że nawet w stosunkowo ciepłym okresie może wystąpić lokalne ochłodzenie, a wynikająca z niego sekwencja zmian środowiskowych może rozprzestrzenić się na cały świat. Publikacja [6] podkreśla, że zrozumienie mechanizmów stojących za chłodnymi epizodami występującymi w generalnie ciepłym okresie, jest nieocenione dla przyszłych prognoz klimatycznych.

Ok. 5 tys. lat temu globalny poziom morza zbliżył się do współczesnego, co spowodowało zalanie rozległych obszarów szelfu na północy Syberii, zwłaszcza w Morzu Łaptiewów³⁴. W rezultacie, produkcja lodu morskiego w Arktyce, która zachodzi głównie w płytkich obszarach szelfowych, osiągnęła współczesną wielkość³⁵, a na Oceanie Arktycznym uformowała się wieloletnia pokrywa lodowa³⁶. Procesy te zbiegły się w czasie ze zwiększeniem ilości wód dopływających do oceanu syberyjskimi rzekami, co spowodowało przesunięcie dryfu transpolarnego, czyli prądu oceanicznego płynącego od wybrzeży Syberii ku Cieśninie Fram, w kierunku wschodnim³⁷. W konsekwencji wzrósł eksport lodu morskiego z Oceanu Arktycznego przez Cieśninę Fram do Mórz Nordyckich^{35,38}, prowadząc do ochłodzenia wód powierzchniowych^{39,40} i podpowierzchniowych, co szczególnie wyraźnie widoczne jest w rdzeniu ze środkowej części Morza Grenlandzkiego, gdzie w tym czasie wyraźnie i dość gwałtownie zakończył się najcieplejszy okres holocenu trwający przez ok. 3 tys. lat (Publikacja [2]). Lód morski odgrywa istotną rolę w procesie głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim⁴¹. W Publikacji [4] wykazałem, że wzrost napływu lodu morskiego do Morza Grenlandzkiego przyspieszył schładzanie docierającej tu wody atlantyckiej i spowodował wzmocnienie głębokiej konwekcji. Intensyfikacja tego procesu jeszcze bardziej przesunęła kierunek głównego przepływu wody atlantyckiej w kierunku Morza Grenlandzkiego, co zmniejszyło jej dopływ na zachodni szelf Svalbardu¹³ i do Oceanu Arktycznego⁴², skutkując największym gradientem termicznym pomiędzy północno-wschodnią, a południowo-wschodnią częścią Mórz Nordyckich⁴³. Intensywność głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim osiągnęła maksimum prawdopodobnie ok. 3 tys. lat temu (Publikacja [4]).

Późny holocen (od 4.2 tys. lat temu) to okres niskiego nasłonecznienia północnej półkuli, który ze względu na ochłodzenie i transgresję lodowców nazywany jest neoglacjałem⁴⁴.

Ok. 2.7 tys. lat temu na ten długotrwały proces nałożyło się najsilniejsze w holocenie minimum irradiancji słonecznej (ang. *total solar irradiance*, TSI)⁴⁵. W Publikacji [4] (bazując również na wynikach z Publikacji [1] i [2]) wykazałem, że nałożenie się na siebie tych dwóch czynników doprowadziło do jednej z ważniejszych przemian środowiskowych, jaka zaszła w Morzach Nordyckich w holocenie. Symulacje komputerowe sugerują, że ujemne anomalie TSI mogły wywołać w Morzach Nordyckich ekspansję lodu morskiego, prowadząc w konsekwencji do przemieszczenia rejonu występowania głębokiej konwekcji⁴⁶. W Publikacjach [4] oraz [2] zaobserwowałem zmniejszenie intensywności wentylacji wód przydennych w Morzu Grenlandzkim, co mogło być skutkiem takiego przemieszczenia się centrum głębokiej konwekcji w kierunku południowo-wschodnim i jej osłabienia. Jednak anomalia TSI sprzed 2.7 tys. lat mogła mieć dużo dalej idące skutki, gdyż zbiega się ona w czasie z tzw. zdarzeniem 2.7 tys. lat temu, najbardziej rozpowszechnioną perturbacją cyrkulacji oceanicznej w holocenie i okresem pogorszenia klimatu o prawdopodobnie globalnym zasięgu^{32,47,48}. Ze względu na rozbieżności chronologiczne pomiędzy zapisami z rdzeni lodowych i osadowych trudno jest ustalić czy zdarzenie 2.7 tys. lat temu zostało wywołane, czy jedynie wzmocnione przez anomalię TSI. Niemniej jednak mogła ona spowodować przemieszczenie się centrum głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim i zmniejszenie jej intensywności (Publikacje [4] i [2]). Anomalia TSI spowodowała również ekspansję lodu morskiego we wschodniej Cieśninie Fram³⁸ i na południe od Svalbardu⁴⁹ oraz ochłodzenie wód powierzchniowych w Morzu Norweskim³⁹ i podpowierzchniowych w Morzu Grenlandzkim (Publikacja [1]). Zaburzenie procesów konwekcyjnych w Morzu Grenlandzkim mogło spowodować ponowne przesunięcie głównego strumienia wody atlantyckiej w kierunku północnym, na co wskazują wzrastające temperatury wody w północno-wschodnich Morzach Nordyckich⁴³.

W szerszym kontekście, osłabienie konwekcji w Morzu Grenlandzkim mogło mieć wpływ na całą AMOC, przyczyniając się do co najmniej regionalnego, a być może nawet globalnego pogorszenia warunków klimatycznych^{32,47,48,50}. Mimo tego, że zmiana warunków atmosferycznych ok. 2.7 tys. lat temu, tak w regionalnej, jak i w globalnej skali, była stosunkowo krótka³², to cyrkulacja termohalinowa w Morzach Nordyckich nie powróciła już do swojego poprzedniego stanu (Publikacja [4]).

Jak wspomniano wcześniej, późny holocen był okresem neogłacialnego ochłodzenia, którego początek można datować nawet na 4-5 tys. lat temu⁵¹. Jak jednak wykazałem w Publikacji [5], nawet w rejonie Mózr Nordyckich przemiany te nie zachodziły równocześnie. W publikacji tej do rekonstrukcji paleośrodowiska morskiego wykorzystałem kopalne

zbiorowiska cyst bruzdnic oraz inne wskaźniki z rdzenia z północno-zachodniego Morza Barentsa, na południe od Svalbardu. Na podstawie tych danych wykazałem, że 2.3 tys. lat temu rejon północno-zachodniego Morza Barentsa przeżywał okres zwiększonej produktywności biologicznej. Było to wywołane przez dwa czynniki: dominację ciepłej wody atlantyckiej na powierzchni oraz bliskość strefy marginalnej lodu morskiego (ang. *marginal ice zone*). Dopiero po 2.3-2.1 tys. lat temu zimowy lód dryfujący zaczął pokrywać rejon naszych badań. Wskazuje na to pojawienie się w zapisie z badanego rdzenia gatunku cysty *Echinidinium karaense*, który został przeze mnie uprzednio zidentyfikowany jako gatunek wskaźnikowy dla tego rodzaju pokrywy lodowej⁵². Spowodowało to pokrycie ciepłych wód atlantyckich przez warstwę zimnych wód arktycznych, w wyniku czego nastąpił spadek temperatury wód powierzchniowych oraz produktywności. Odkrycia te mają istotne implikacje dla obecnych i przyszłych zmian środowiska. Przedstawiona w Publikacji [5] rekonstrukcja paleośrodowiska pokazuje, że odbudowa pokrywy lodowej w Morzu Barentsa to powolny proces. Nawet jeśli zachodzące obecnie na globalną skalę ocieplenie i zanik pokrywy lodowej udałoby się zatrzymać lub nawet odwrócić w przyszłości, odtworzenie się lodu morskiego w Morzu Barentsa może być niezwykle długotrwałym procesem.

Zupełnie odmienny obraz późnoholoceńskich przemian środowiska wyłania się natomiast z analiz rdzenia ze środkowej części Morza Grenlandzkiego. Jak wspomniałem wcześniej, po ok. 2.7 tys. lat temu zmniejszyła się intensywność głębokiej konwekcji w tym rejonie (Publikacja [4]), co doprowadziło do silniejszej stratyfikacji kolumny wody (Publikacje [1] i [2]). Natomiast ok. 2 tys. lat temu nastąpiła istotna zmiana cyrkulacji atmosferycznej analogicznej do współczesnej oscylacji północnoatlantyckiej (ang. *North Atlantic Oscillation*)⁵³. Zmiana ta spowodowała wzmocnienie wiatrów zachodnich w rejonie północnego Atlantyku⁵⁴, co w rezultacie wzmocniło napływ ciepłej wody atlantyckiej do Mórz Nordyckich. Spowodowało to podniesienie temperatury wód podpowierzchniowych w niemal całym basenie, a w niektórych jego rejonach (np. w środkowej części mórz Grenlandzkiego i Norweskiego) wzrost ten był porównywalny do najcieplejszych okresów wczesnego i środkowego holocenu (Publikacja [2]).

Podsumowanie i wnioski

Przedstawiona powyżej rekonstrukcja zmian środowiska morskiego w Morzach Nordyckich ze szczególnym uwzględnieniem cyrkulacji termohalinowej jest efektem prowadzonych przeze mnie badań przedstawionych w publikacjach stanowiących osiągnięcie

naukowe. Pokazuje ona, że ewolucja paleoceanograficzna Mórz Nordyckich była znacznie bardziej złożona niż do tej pory sądzono, a zapisy z rdzeni pochodzących z ich wschodniej części, nawet te o najwyższej rozdzielczości czasowej, nie są reprezentatywne dla całego regionu.

Nasłonecznienie półkuli północnej było głównym czynnikiem wpływającym na ewolucję środowiska w skali ponadregionalnej na przestrzeni tysiącleci. Jednak w mniejszej skali geograficznej i czasowej inne czynniki odgrywały równie istotną rolę. Należały do nich intensywność i kierunek napływu wody atlantyckiej (Publikacje [4] i [6]), procesy związane z lodem morskim (Publikacje [5] i [6]), intensywność głębokiej konwekcji (Publikacje [3] i [4]) oraz – głównie w czasie deglacji – gwałtowne wypływy wód roztopowych z kurczących się lądolodów (Publikacje [1] i [2]). Interakcje pomiędzy tymi procesami tworzyły i nadal tworzą skomplikowany system kształtujący środowisko Mórz Nordyckich.

Moje badania podkreślają również istotne znaczenie Mórz Nordyckich dla globalnego systemu klimatyczno-oceanicznego. Region ten stanowi główne połączenie pomiędzy Oceanem Atlantyckim i Arktycznym oraz jest jednym z zaledwie kilku miejsc na świecie, w których zachodzi głęboka konwekcja. Dlatego też stanowi on kluczowy element globalnej cyrkulacji termohalinowej. Dzięki temu Morza Nordyckie miały kluczowy udział w inicjacji epizodów takich jak zdarzenie Heinricha 1 (Publikacja [2]), którego ślady znaleźć można w zapisach kopalnych niemal z całego świata. Innym przykładem jest ochłodzenie, które miało miejsce 6.8 tys. lat temu we wschodniej i północnej części Mórz Nordyckich, a którego skutki również objęły swym zasięgiem rejony na obydwu półkulach (Publikacja [6]). Morza Nordyckie odegrały również istotną rolę w zdarzeniu sprzed 2.7 tys. lat. Anomalia TSI, która miała wtedy miejsce, spowodowała rozrost pokrywy lodu morskiego w Morzu Grenlandzkim, co w efekcie doprowadziło do przemieszczenia centrum głębokiej konwekcji i jej osłabienia. Nawet jeśli ta sekwencja zdarzeń nie była główną przyczyną globalnej perturbacji klimatycznej, jaka miała miejsce w tym czasie, to z pewnością przyczyniła się ona istotnie do jej wzmocnienia (Publikacja [4]).

Moje badania zmian paleośrodowiskowych mają również istotne znaczenie w obliczu obecnych i przyszłych zmian klimatu. Rekonstrukcja ochłodzenia sprzed 6.8 tys. lat (Publikacja [6]) pokazuje, że nawet w trakcie stosunkowo ciepłego okresu, jakim był środkowy holocen, może dojść do lokalnego, przejściowego ochłodzenia, którego skutki mogą osiągnąć globalny zasięg. Natomiast badania dotyczące opóźnionej reakcji pokrywy lodu morskiego w Morzu Barentsa na neoglacjalne ochłodzenie (Publikacja [5]) sugerują, że nawet jeśli uda się w

przyszłości powstrzymać lub nawet odwrócić obecny trend zmian klimatycznych, to odbudowa pokrywy lodowej będzie niezwykle długotrwałym procesem.

Przedstawione przeze mnie badania pozwalają na poznanie mechanizmów rządzących systemem oceaniczno-klimatycznym. Dzięki temu możliwe jest lepsze zrozumienie zachodzących obecnie przemian środowiska, a także odróżnienie zmian naturalnych od antropogenicznych. Ponadto, uzyskane wyniki mogą posłużyć do ulepszenia modeli klimatycznych, co pozwoli na bardziej precyzyjne przewidywanie przyszłych zmian, skuteczne im zapobieganie lub – jeśli okaże się to niemożliwe – na lepsze przygotowanie się do nich. Ma to ogromne znaczenie nie tylko dla rozwoju nauki, ale przede wszystkim dla całego społeczeństwa.

Spis literatury

1. Serreze, M. C. & Francis, J. A. The Arctic amplification debate. *Clim. Change* **76**, 241–264 (2006).
2. IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2023: Synthesis Report* (2023). doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
3. Weinelt, M. S. Veränderungen der Oberflächenzirkulation im Europäischen Nordmeer während der letzten 60.000 Jahre. *Berichte aus dem Sonderforschungsbereich 313* **41**, 105 (1993).
4. Rohling, E. J. *et al.* Sea-level and deep-sea-temperature variability over the past 5.3 million years. *Nature* **508**, 477–82 (2014).
5. Lambeck, K., Rouby, H., Purcell, A., Sun, Y. & Sambridge, M. Sea level and global ice volumes from the Last Glacial Maximum to the Holocene. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **111**, 15296–15303 (2014).
6. Hughes, A. L. C., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø. S., Mangerud, J. & Svendsen, J. I. The last Eurasian ice sheets - a chronological database and time-slice reconstruction, DATED-1. *Boreas* **45**, 1–45 (2016).
7. Ó Cofaigh, C. *et al.* Shelf-edge glaciation offshore of northeast Greenland during the last glacial maximum and timing of initial ice-sheet retreat. *Quat. Sci. Rev.* **359**, 109326 (2025).
8. Ezat, M. M. *et al.* Ventilation history of Nordic Seas overflows during the last (de)glacial period revealed by species-specific benthic foraminiferal ^{14}C dates. *Paleoceanography* **32**, 172–181 (2017).
9. Carlson, A. E. & Clark, P. U. Ice Sheet Sources of Sea Level Rise and Freshwater Discharge During the Last Deglaciation. *Rev. Geophys.* **50**, 72 (2012).
10. Hall, I. R. *et al.* Accelerated drawdown of meridional overturning in the late-glacial Atlantic triggered by transient pre-H event freshwater perturbation. *Geophys. Res. Lett.* **33**, L16616 (2006).
11. Álvarez-Solas, J. *et al.* Heinrich event 1: an example of dynamical ice-sheet reaction to oceanic changes. *Clim. Past* **7**, 1297–1306 (2011).
12. McManus, J. F., Francois, R., Gherardi, J.-M., Keigwin, L. D. & Brown-Leger, S. Collapse and rapid resumption of Atlantic meridional circulation linked to deglacial climate changes. *Nature* **428**, 834–837 (2004).
13. Telesiński, M. M. *et al.* Palaeoceanographic evolution of the SW Svalbard shelf over the last 14 000 years. *Boreas* **47**, 410–422 (2018).
14. Broecker, W. S. *et al.* Putting the Younger Dryas cold event into context. *Quat. Sci. Rev.* **29**, 1078–1081 (2010).
15. Condon, A. & Winsor, P. Meltwater routing and the Younger Dryas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **109**, 19928–19933 (2012).
16. Tarasov, L. & Peltier, W. R. A calibrated deglacial drainage chronology for the North American continent: evidence of an Arctic trigger for the Younger Dryas. *Quat. Sci. Rev.* **25**, 659–688 (2006).
17. Risebakk, B. *et al.* Early Holocene temperature variability in the Nordic Seas: The role of oceanic heat advection versus changes in orbital forcing. *Paleoceanography* **26**, 2011PA002117 (2011).
18. Björck, S., Rundgren, M., Ingólfsson, Ó. & Funder, S. The Preboreal oscillation around the Nordic Seas: terrestrial and lacustrine responses. *J. Quat. Sci.* **12**, 455–465 (1997).
19. Rasmussen, S. O. *et al.* A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: Refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quat. Sci. Rev.* **106**, 14–28 (2014).
20. Łacka, M. *et al.* Multiproxy paleoceanographic study from the western Barents Sea reveals dramatic Younger Dryas onset followed by oscillatory warming trend. *Sci. Rep.* **10**, 15667 (2020).
21. McDermott, F., Matthey, D. P. & Hawkesworth, C. Centennial-scale Holocene climate variability revealed by a high-resolution speleothem $\delta^{18}\text{O}$ record from SW Ireland. *Science* (80-.). **294**, (2001).
22. Alley, R. B. *et al.* Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology* **25**, 483–486 (1997).
23. Born, A. & Levermann, A. The 8.2 ka event: Abrupt transition of the subpolar gyre toward a modern North Atlantic circulation. *Geochemistry, Geophys. Geosystems* **11**, Q06011 (2010).
24. Matero, I. S. O., Gregoire, L. J., Ivanovic, R. F., Tindall, J. C. & Haywood, A. M. The 8.2 ka cooling event caused by Laurentide ice saddle collapse. *Earth Planet. Sci. Lett.* **473**, 205–214 (2017).
25. Walker, M. J. C. *et al.* Subdividing the Holocene Series/Epoch: formalization of stages/ages and subseries/subepochs, and designation of GSSPs and auxiliary stratotypes. *J. Quat. Sci.* **34**, 173–186 (2019).
26. Blaschek, M. & Renssen, H. The impact of early holocene arctic shelf flooding on climate in an atmosphere-ocean-sea-ice model.

- Clim. Past* **9**, 2651–2667 (2013).
27. Seidenkrantz, M.-S. *et al.* Early Holocene large-scale meltwater discharge from Greenland documented by foraminifera and sediment parameters. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **391**, 71–81 (2012).
 28. Wanner, H. *et al.* Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quat. Sci. Rev.* **27**, 1791–1828 (2008).
 29. Oppo, D. W., McManus, J. F. & Cullen, J. L. Deepwater variability in the Holocene epoch. *Nature* **422**, 277–277 (2003).
 30. O'Brien, S. R. *et al.* Complexity of Holocene Climate as Reconstructed from a Greenland Ice Core. *Science* (80-.). **270**, 1962–1964 (1995).
 31. Bond, G. C. *et al.* Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science* (80-.). **294**, 2130–2136 (2001).
 32. Wanner, H., Solomina, O., Grosjean, M., Ritz, S. P. & Jetel, M. Structure and origin of Holocene cold events. *Quat. Sci. Rev.* **30**, 3109–3123 (2011).
 33. Berkelhammer, M. *et al.* An Abrupt Shift in the Indian Monsoon 4000 Years Ago. in *Geophysical Monograph Series* **198**, 75–88 (2013).
 34. Bauch, H. A. *et al.* Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin. *Glob. Planet. Change* **31**, 125–139 (2001).
 35. Werner, K., Spielhagen, R. F., Bauch, D., Hass, H. C. & Kandiano, E. S. Atlantic Water advection versus sea-ice advances in the eastern Fram Strait during the last 9 ka: Multiproxy evidence for a two-phase Holocene. *Paleoceanography* **28**, 283–295 (2013).
 36. Cronin, T. M. *et al.* Quaternary Sea-ice history in the Arctic Ocean based on a new Ostracode sea-ice proxy. *Quat. Sci. Rev.* **29**, 3415–3429 (2010).
 37. Prange, M. & Lohmann, G. Effects of mid-Holocene river runoff on the Arctic ocean/sea-ice system: a numerical model study. *The Holocene* **13**, 335–342 (2003).
 38. Müller, J. *et al.* Holocene cooling culminates in sea ice oscillations in Fram Strait. *Quat. Sci. Rev.* **47**, 1–14 (2012).
 39. Calvo, E., Grimalt, J. O. & Jansen, E. High resolution U37K sea surface temperature reconstruction in the Norwegian Sea during the Holocene. *Quat. Sci. Rev.* **21**, 1385–1394 (2002).
 40. Łącka, M. *et al.* Postglacial paleoceanography of the western Barents Sea: Implications for alkenone-based sea surface temperatures and primary productivity. *Quat. Sci. Rev.* **224**, 105973 (2019).
 41. Marshall, J. & Schott, F. Open-ocean convection: Observations, theory, and models. *Rev. Geophys.* **37**, 1–64 (1999).
 42. Ślubowska-Woldengen, M. *et al.* Advection of Atlantic Water to the western and northern Svalbard shelf since 17,500 cal yr BP. *Quat. Sci. Rev.* **26**, 463–478 (2007).
 43. Hald, M. *et al.* Variations in temperature and extent of Atlantic Water in the northern North Atlantic during the Holocene. *Quat. Sci. Rev.* **26**, 3423–3440 (2007).
 44. McKay, N. P., Kaufman, D. S., Routson, C. C., Erb, M. P. & Zander, P. D. The Onset and Rate of Holocene Neoglacial Cooling in the Arctic. *Geophys. Res. Lett.* **45**, 12,487–12,496 (2018).
 45. Vonmoos, M., Beer, J. & Muscheler, R. Large variations in Holocene solar activity: Constraints from ¹⁰Be in the Greenland Ice Core Project ice core. *J. Geophys. Res.* **111**, A10105 (2006).
 46. Renssen, H., Goosse, H. & Muscheler, R. Coupled climate model simulation of Holocene cooling events: oceanic feedback amplifies solar forcing. *Clim. Past* **2**, 79–90 (2006).
 47. Hall, I. R., Bianchi, G. G. & Evans, J. R. Centennial to millennial scale Holocene climate-deep water linkage in the North Atlantic. *Quat. Sci. Rev.* **23**, 1529–1536 (2004).
 48. van Geel, B., Heusser, C. J., Renssen, H. & Schuurmans, C. J. E. Climatic change in Chile at around 2700 BP and global evidence for solar forcing: A hypothesis. *The Holocene* **10**, 659–664 (2000).
 49. Knies, J. *et al.* Sea-ice dynamics in an Arctic coastal polynya during the past 6500 years. *Arktos* **3**, 1 (2017).
 50. Thornalley, D. J. R., Elderfield, H. & McCave, I. N. Holocene oscillations in temperature and salinity of the surface subpolar North Atlantic. *Nature* **457**, 711–4 (2009).
 51. Dahl-Jensen, D. *et al.* Past temperatures directly from the Greenland Ice Sheet. *Science* (80-.). **282**, 268–271 (1998).
 52. Telesiński, M. M., Pospelova, V., Mertens, K. N., Kucharska, M. & Zajączkowski, M. Dinoflagellate cysts and benthic foraminifera from surface sediments of Svalbard fjords and shelves as paleoenvironmental indicators. *Oceanologia* **65**, 571–594 (2023).
 53. Olsen, J., Anderson, N. J. & Knudsen, M. F. Variability of the North Atlantic Oscillation over the past 5,200 years. *Nat. Geosci.* **5**, 808–812 (2012).
 54. Hurrell, J. W., Kushnir, Y., Ottersen, G. & Visbeck, M. *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact. Geophysical Monograph Series* **134**, (American Geophysical Union, 2003).

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

Kompletna lista moich osiągnięć naukowych została przedstawiona w załączniku „Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”. Poniżej prezentuję przegląd mojej działalności naukowej.

W 2005 roku rozpocząłem studia licencjackie na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, na kierunku geologia. Moje zainteresowania naukowe rozwijałem m.in. biorąc aktywny udział w działalności Sekcji Speleologii Studenckiego Koła Naukowego

Geografów im. Stanisława Pawłowskiego w Poznaniu. W 2007 roku wziąłem udział w wymianie studenckiej pomiędzy Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, a Uniwersytetem Houston-Downtown w Stanach Zjednoczonych. Do tej wymiany zostałem zakwalifikowany dzięki najlepszej średniej ocen wśród studentów mojego roku. Na Uniwersytecie Houston-Downtown odbyłem miesięczną praktykę terenową i laboratoryjną pod kierunkiem prof. Janusza Grębowicza i dr. Kennetha Johnsona. W jej trakcie miałem okazję poznać w terenie budowę geologiczną Teksasu i Nowego Meksyku, zapoznać się z pracą w laboratorium geochemicznym, a także nawiązać pierwsze międzynarodowe kontakty naukowe.

Pracę licencjacką, zatytułowaną „Izotopy renu i osmu – zastosowanie w geologii”, napisałem pod kierunkiem prof. dr hab. Zdzisława Bełki. Było to pierwsze polskojęzyczne podsumowanie zastosowania tych dwóch pierwiastków i ich izotopów w naukach geologicznych. Praca uzyskała ocenę bardzo dobrą. Studia licencjackie zakończyłem z wynikiem bardzo dobrym, uzyskując w dniu 2. lipca 2008 r. tytuł licencjata.

W 2008 roku rozpocząłem studia magisterskie w języku angielskim na kierunku geologia na Uniwersytecie w Aarhus w Danii. Okres studiów magisterskich to czas, w którym moje zainteresowania naukowe skierowały się w stronę mikropaleontologii oraz paleoceanografii rejonów arktycznych. Między innymi, brałem w tym czasie udział w ćwiczeniach terenowych w Danii (geologia czwartorzędu) i Norwegii (kartowanie geologiczne). Ponadto, realizowałem własny projekt badawczy pod kierunkiem prof. Karen Luise Knudsen. W projekcie tym rekonstruowałem warunki środowiskowe w cieśninie Skagerrak w późnym plejstocenie i holocenie na podstawie fauny otwornicowej. Pracę magisterską, zatytułowaną „*Palaeoceanographic and climatic changes through MIS 3 to early MIS 2 (Weichselian) off North Iceland based on foraminifera, stable isotopes and sediments*” napisałem w języku angielskim pod kierunkiem prof. Karen Luise Knudsen. W pracy tej zrekonstruowałem środowisko morskie u wybrzeży północnej Islandii w czasie zlodowacenia Wisły i umieściłem tę rekonstrukcję w szerszym kontekście paleoceanograficzno-klimatycznym rejonu północnego Atlantyku w tym okresie. Do prowadzonych badań wykorzystałem analizę mikroskopową skorupki otwornic i okruchów skalnych (w tym popiołów wulkanicznych) oraz analizę izotopów stabilnych w próbach z rdzenia osadów morskich. Obrona pracy odbyła się 17. września 2010 roku na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu w Aarhus. Zarówno praca magisterska, jak i obrona pracy zostały ocenione bardzo dobrze. Studia magisterskie ukończyłem, uzyskując w dniu 18. listopada 2010 tytuł magistra (ang. *Master of Science*) w dziedzinie geologii.

W listopadzie 2010 roku rozpocząłem studia doktoranckie w GEOMAR Centrum Badań Oceanicznych im. Helmholtza w Kilonii w Niemczech. Moimi promotorami byli prof. Martin Frank i dr Robert F. Spielhagen. W związku z tym, że GEOMAR jest instytucją badawczą, nieposiadającą uprawnień do nadawania stopni naukowych, studia doktoranckie odbywałem formalnie jako student Uniwersytetu Chrystiana Albrechta w Kilonii. Studia te odbywały się w ramach sieci doktorskiej Marie-Curie Actions Initial Training Network. Sieć doktorska „*Changing Arctic and Subarctic Environments – CASE*” (Grant Agreement no. 238111) obejmowała 6 wiodących instytucji badawczych z Europy: Uniwersytet w Tromsø w Norwegii, Norweską Służbę Geologiczną w Trondheim, GEOMAR w Niemczech, Wolny Uniwersytet w Amsterdamie w Holandii, Uniwersytet w Plymouth w Wielkiej Brytanii oraz Uniwersytet w Bordeaux we Francji. Brali w niej również udział partnerzy prywatni: Avaatech (Holandia), Akvaplan-Niva AS (Norwegia), GeoPublishing AS (Norwegia), Iso-Analytical (Wielka Brytania). Dzięki uczestnictwu w tym prestiżowym programie doktorskim otrzymywałem stypendium finansowane przez 7. Program Ramowy Wspólnoty Europejskiej. W czasie studiów doktoranckich odbyłem następujące kursy specjalistyczne: sedymentologia (Uniwersytet w Bordeaux, luty 2011), popularyzacja nauki (Norweska Służba Geologiczna, Trondheim, kwiecień 2011), planktoniczna fauna otwornicowa (Uniwersytet w Tromsø, lipiec 2011), modelowanie klimatu (Wolny Uniwersytet w Amsterdamie, styczeń 2012), markery biochemiczne oraz trening medialny (Uniwersytet w Plymouth, czerwiec 2012), a także geochemia izotopowa (GEOMAR, kwiecień 2013). Kursy te prowadzone były przez wybitnych specjalistów z różnych dziedzin z całej Europy.

W 2011 roku, w czasie studiów doktoranckich, uczestniczyłem w dwóch morskich ekspedycjach naukowych w Arktyce. Pierwsza z nich, na pokładzie niemieckiego lodołamacza badawczego *RV Polarstern*, miała miejsce w rejonie Cieśniny Fram. Druga ekspedycja, na pokładzie norweskiego statku *RV Helmer Hanssen*, obejmowała obszar Morza Grenlandzkiego i Norweskiego. Ekspedycja ta była częścią kursu dotyczącego geologii morskiej prowadzonego przez Uniwersytet w Tromsø w ramach sieci doktorskiej CASE. W 2012 roku brałem udział w rejsie badawczym na Bałtyku, na pokładzie niemieckiego statku *RV Poseidon*. W trakcie tych ekspedycji miałem możliwość zapoznania się z urządzeniami i technikami używanymi do poboru prób na morzu, a także z charakterystyką pracy w międzynarodowych, multidyscyplinarnych zespołach badawczych.

W mojej pracy doktorskiej zajmowałem się rekonstrukcją paleośrodowiska morskiego w środkowej części Mórz Nordyckich od LGM do czasów współczesnych. Rejon ten jest

stosunkowo trudnodostępny w porównaniu do części wschodniej. Ponadto, rdzenie osadów ze środkowej części Mórz Nordyckich charakteryzują się dość niską rozdzielczością czasową. Z powyższych względów obszar ten był stosunkowo słabo poznany pod względem paleoceanograficznym. Moje badania bazowały przede wszystkim na dwóch rdzeniach o stosunkowo wysokiej rozdzielczości, a także kilku innych, o niższej rozdzielczości. Do rekonstrukcji używałem takich metod jak analiza mikropaleontologiczna planktonicznej fauny otwornicowej, analiza izotopów stabilnych tlenu i węgla w skorupkach otwornic planktonicznych i bentosowych, analiza sedimentologiczna osadu (w tym analiza IRD) oraz datowania radiowęglowe. W jednym z rdzeni zidentyfikowana została warstwa osadów piroklastycznych (popiołu wulkanicznego). Analiza geochemiczna pozwoliła ustalić, że materiał ten pochodził z erupcji pobliskiego wulkanu Vesterisbanken. Badania te zostały przeprowadzone we współpracy z Evą Lind z Uniwersytetu w Sztokholmie. Dzięki zastosowaniu szerokiego wachlarza metod oraz rdzeni o wysokiej dla tego rejonu rozdzielczości czasowej możliwe było kompleksowe odtworzenie warunków panujących w centralnej części Mórz Nordyckich na przestrzeni ostatnich 20 tysięcy lat.

Najważniejszym wynikiem mojej pracy doktorskiej było odtworzenie historii centralnej części Mórz Nordyckich w czasie od LGM do czasów współczesnych. Była to pierwsza rekonstrukcja paleoceanograficzna tego rejonu w tak wysokiej rozdzielczości czasowej (rzędu setek lat). W mojej pracy odtworzyłem m. in. niezwykle intensywne wypływy wód roztopowych z cofających się w czasie deglacjacji lądolodów otaczających Morza Nordyckie. Wykazałem, że wody roztopowe wpłynęły nie tylko na powierzchniowe warstwy wód, ale nawet na wody przydenne na głębokości ponad 3 tys. m. Ponadto udowodniłem, że holocénskie optimum klimatyczne w centralnej części Mórz Nordyckich było opóźnione o ok. 3 tys. lat w stosunku do wschodniej części tego basenu i trwało tu znacznie dłużej. Na podstawie analizy stabilnych izotopów węgla odtworzyłem rozwój głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim. W 2014 roku obroniłem rozprawę doktorską zatytułowaną „*Lateglacial and Holocene paleoceanography of the central Nordic Seas*”, która została oceniona bardzo dobrze (*magna cum laude*). Tytuł doktora nauk przyrodniczych uzyskałem 18. grudnia 2014 roku na Wydziale Matematyki i Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Chrystiana Albrechta w Kilonii. Wyniki mojej rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym (Telesiński et al., 2014, *Boreas*; Telesiński et al., 2014, *Climate of the Past*; Telesiński et al., 2015, *Quaternary Science Reviews*) oraz zaprezentowane na licznych międzynarodowych konferencjach naukowych w Europie i w Stanach Zjednoczonych (m.in.

European Geosciences Union General Assembly 2012 i 2013, American Geophysical Union Fall Meeting 2012, Arctic Science Summit Week 2013).

Po obronie doktoratu, od września 2014 roku do lutego 2016 roku odbyłem staż podoktorski (*post-doctoral fellowship*) na Akademii Nauk i Literatury w Moguncji w Niemczech. W tym czasie prowadziłem własne badania w ramach projektu “*The Transpolar System of the Arctic Ocean – Transdrift*” finansowanego przez Niemieckie Federalne Ministerstwo Oświaty i Badań Naukowych. Celem moich badań była rekonstrukcja przyczyn, przebiegu i skutków napływu wód roztopowych z syberyjskich jezior proglacjalnych do Oceanu Arktycznego i Mórz Nordyckich w czasie ostatniego zlodowacenia (ok. 80 tys. lat temu). Efektem tych prac był artykuł (Telesiński et al., 2018, *Journal of Quaternary Science*) napisany we współpracy z Henningiem A. Bauchem z Instytutu Alfreda Wegenera, Centrum Badań Polarnych i Morskich im. Helmholtza (AWI, Niemcy) i Robertem F. Spielhagenem z GEOMAR (Niemcy). W trakcie trwania stażu brałem również udział w ekspedycjach badawczych na pokładzie niemieckich statków *RV Polarstern* (Morze Grenlandzkie) oraz *RV Alkor* (Morze Bałtyckie).

W 2016 roku rozpocząłem pracę w Instytucie Oceanologii Polskiej Akademii Nauk (IOPAN) w Sopocie, początkowo na stanowisku oceanografa, a od 2018 roku adiunkta. Od początku mojej pracy w IOPAN brałem czynny udział w działalności naukowej Pracowni Paleoceanografii (obecnie Zakład Paleoceanografii), a także (niemal co roku) w ekspedycjach badawczych na pokładzie *RV Oceania*. Pierwszym obszarem moich badań w IOPAN była paleoceanograficzna ewolucja południowo-zachodniego szelfu Svalbardu na przestrzeni ostatnich 14 tysięcy lat. Efektem tych prac był artykuł (Telesiński et al., 2018, *Boreas*), w którym do współpracy (oprócz naukowców z IOPAN) zaprosiłem dr Beatę Sternal i prof. Witolda Szczucińskiego z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, a także Matthiasa Forwicka z Uniwersytetu w Tromsø (Norwegia).

W roku 2017 zdobyłem i rozpocząłem realizację (jako kierownik) grantu badawczego SONATA finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki: „Rozwój głębokiej konwekcji w Morzu Grenlandzkim od ostatniego zlodowacenia (GreSCo)” (2016/21/D/ST10/00785). W projekcie tym, dzięki moim wcześniejszym doświadczeniom i zainteresowaniom naukowym, rozszerzyłem zakres badań paleoceanograficznych IOPAN na cały obszar Mórz Nordyckich, obejmujący również obszary głębokomorskie. Do tej pory badania paleoceanograficzne w IOPAN skupione były bowiem głównie na fiordach i szelfie Svalbardu. Jednym z efektów realizacji tego grantu była rekonstrukcja wentylacji wód podpowierzchniowych i przydennych

w Morzach Nordyckich od LGM do wczesnego holocenu z wykorzystaniem radiowęglowego wieku wentylacji (Telesiński et al., 2021, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*). Praca ta powstała we współpracy z Mohamedem M. Ezatem (Uniwersytet w Tromsø, Norwegia i Uniwersytetu w Cambridge, Wielka Brytania) oraz Francesco Muschitiello (Uniwersytet w Cambridge, Wielka Brytania i Norweskie Centrum Badawcze NORCE). Przy pracy nad tym artykułem kontynuowałem również współpracę z Henningiem A. Bauchem z AWI (Niemcy) i Robertem F. Spielhagenem z GEOMAR (Niemcy), z którymi współpracowałem wcześniej w czasie doktoratu i stażu podoktorskiego. Dzięki zaproszeniu do współpracy międzynarodowego grona specjalistów, możliwe było wykorzystanie w publikacji danych z trzech dodatkowych rdzeni z rejonu Mórz Nordyckich (co znacząco rozszerzyło geograficzny zakres badań) oraz zaawansowane opracowanie statystyczne danych i ich wizualizacja.

W innej publikacji będącej efektem realizacji grantu GreSCo, wraz ze współpracownikami z IOPAN, udało nam się zrekonstruować cyrkulację termohalinową na obszarze Mórz Nordyckich w holocenie, wykorzystując nowe, jak i opublikowane wcześniej dane paleoceanograficzne (Telesiński et al., 2022, *The Holocene*). Jest to o tyle istotne, iż dotychczasowe badania dotyczyły głównie intensywności napływu wody atlantyckiej do Mórz Nordyckich i dalej do Oceanu Arktycznego. Natomiast w naszej publikacji odtworzyliśmy trasę przemieszczania się mas wody atlantyckiej, w tym zmiany intensywności produkcji wód głębinowych w Morzu Grenlandzkim w czasie obecnego interglacjału.

W 2018 roku rozpocząłem studia podyplomowe na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej na kierunku Programowanie i bazy danych. Na ten cel otrzymałem dofinansowanie w ramach konkursu dla młodych pracowników naukowych ze środków z Dotacji dla Młodych Naukowców IOPAN. Studia te pozwoliły mi rozwinąć moje zainteresowania związane z zastosowaniem technologii informacyjnych w naukach przyrodniczych, a także zdobyć nowe umiejętności przydatne w pracy naukowej. Praca dyplomowa, zatytułowana „PaleoLab – aplikacja integrująca bazy danych Pracowni Paleoceanografii IOPAN” uzyskała ocenę bardzo dobrą. W pracy tej zaprojektowałem i stworzyłem aplikację PaleoLab, będącą odpowiedzią na potrzeby Pracowni Paleoceanografii IOPAN dotyczące przechowywania i dostępu do danych wytwarzanych przez pracowników w toku prowadzonych przez nich badań naukowych. Nadrzędnym celem projektu było ujednolicenie formatu przechowywanych danych oraz ułatwienie pracownikom dostępu i wymiany informacji, które usprawniłoby współpracę naukową. Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych z wynikiem pozytywnym uzyskałem 18. października 2019 roku.

W 2019 roku, jako wykonawca, rozpocząłem pracę w polsko-norweskim projekcie „Kopalne DNA środowiskowe – nowy wskaźnik do odtwarzania wpływu zmian środowiska na różnorodność biologiczną Mórz Nordyckich (NEEDED)”, który był realizowany we współpracy z zespołem paleogenetyków i paleoceanografów z Norweskiego Centrum Badawczego NORCE. Głównym celem projektu było wykorzystanie kopalnego DNA środowiskowego do rekonstrukcji zmian bioróżnorodności zbiorowisk meio- i mikrofauny w przeszłości. Do moich zadań w ramach tego projektu należały analizy mikropaleontologiczne i sedymentologiczne materiału osadowego oraz interpretacja danych paleoceanograficznych. Efektem tej pracy była publikacja dotycząca paleoceanografii północno-zachodniej części Morza Grenlandzkiego i zwrotnego prądu atlantyckiego w okresie od 35 do 4 tys. lat temu (Devendra et al., 2022, *Global and Planetary Change*), która powstała przy współpracy z Kamilą Szybor z Akvaplan-Niva AS (Norwegia) i Tine L. Rasmussen z Uniwersytetu w Tromsø (Norwegia).

W roku 2021 zdobyłem i jako kierownik rozpocząłem realizację grantu badawczego OPUS finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki: „Recyrkulacja wody atlantyckiej w Cieśninie Fram i jej interakcje z systemem oceaniczno-klimatycznym (reFrame)” (2020/39/B/ST10/01698). Efektem realizacji tego projektu były trzy publikacje. Pierwsza z nich (Telesiński et al., 2023, *Oceanologia*) dotyczyła analizy cyst bruzdnic oraz otwornic bentosowych z osadów powierzchniowych pochodzących z fiordów i szelfu Svalbardu oraz ich zastosowania jako wskaźników paleośrodowiskowych. Publikacja ta powstała we współpracy z Verą Pospelovą z Uniwersytetu Minnesoty (Stany Zjednoczone) i Kennethem N. Mertensem z Francuskiego Instytutu Badań nad Eksploatacją Morza (Ifremer), dwójką czołowych specjalistów w dziedzinie taksonomii i paleoekologii bruzdnic.

Kolejna publikacja zrealizowana w ramach projektu reFrame dotyczyła opóźnionej reakcji pokrywy lodowej w zachodnim Morzu Barentsa na ochłodzenie neogłacialne (Telesiński et al., 2024, *The Holocene*). W publikacji tej, wraz ze współpracownikami z IOPAN, wykorzystaliśmy wskaźnikowe gatunki cyst bruzdnic zidentyfikowane we wcześniejszym badaniu do rekonstrukcji warunków paleoceanograficznych na południe od Svalbardu. Wyniki te mają istotne znaczenie dla współczesnych zmian środowiskowych. Nawet jeśli obecny trend globalnego ocieplenia zostanie w przyszłości odwrócony, obserwowany zanik pokrywy lodowej na Morzu Barentsa może być niezwykle trudny do odwrócenia.

Ostatnim efektem realizacji grantu reFrame był artykuł dotyczący środkowoholocено́skiego ochłodzenia w Morzach Nordyckich i jego globalnych skutków (Telesiński et al., 2024, *Quaternary Science Reviews*). Do współpracy przy tym artykule zaprosiłem Wei Liu i Xianglin Ren z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Riverside (Stany Zjednoczone), światowej klasy specjalistów w dziedzinie modelowania klimatu. Dzięki tej współpracy udało nam się odtworzyć przyczyny i przebieg ochłodzenia wód podpowierzchniowych w Morzach Nordyckich ok. 6.8 tys. lat temu. Ponadto, na podstawie opublikowanych zapisów paleoceanograficznych i paleoklimatycznych z różnych rejonów świata zidentyfikowaliśmy potencjalne skutki tego zdarzenia i porównaliśmy je z wynikami modeli klimatycznych. Zabieg ten pozwolił udowodnić związki przyczynowo-skutkowe pomiędzy tymi zdarzeniami. Współpracę z naukowcami z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Riverside chciałbym kontynuować w kolejnym moim grantie badawczym, który obecnie oczekuje na recenzję w Narodowym Centrum Nauki.

Ogółem na mój dorobek składa się **15** oryginalnych artykułów naukowych napisanych w języku angielskim, z czego w **12** jestem pierwszym autorem. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej. Według bazy *Web of Science*, moje prace były cytowane łącznie **123** razy (**91** bez autocytowań), a mój indeks Hirscha wynosi **6** (stan na 21.08.2025 r.). Sumaryczny Impact Factor tych publikacji, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **47,266**. Łączna liczba punktów MNiSW (zgodnie z listą z 2024 r.) wynosi **1720**. Wyniki moich badań były prezentowane na licznych konferencjach krajowych i międzynarodowych (m.in. EGU General Assembly 2012, 2013, 2018, 2022, 2023, 2024; AGU Fall Meeting 2012, 2014; PAST Gateways 2015; PaleoArc 2019, 2021; FORAMS 2018, 2023). Jestem autorem lub współautorem **30** referatów i posterów. Byłem kierownikiem naukowym **2** projektów badawczych, a wykonawcą w kolejnych **3** projektach. Byłem również zapraszany do recenzowania artykułów naukowych w takich czasopismach jak *Nature Geosciences*, *Science Advances*, *Communications Earth & Environment* czy *Global and Planetary Change*.

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

Od początku mojej pracy w IOPAN w 2016 roku wielokrotnie nadzorowałem praktyki studenckie, które odbywały się w Zakładzie Paleoceanografii. W 2017 roku prowadziłem

wykład dla uczestników Interdyscyplinarnych Studiów Polarnych KNOW, zatytułowany „Modern methods in (Arctic) paleoceanography” (w języku angielskim). W 2018 roku zostałem zaproszony do udziału w VII Seminarium Naukowym „Najnowsze osiągnięcia młodych geologów morza” odbywającym się na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, w ramach którego wygłosiłem referat zatytułowany "Historia Morza Grenlandzkiego (radio)węglem pisana".

Od 2015 roku jestem członkiem Marie Curie Alumni Association (MCAA) – stowarzyszenia zrzeszającego byłych i obecnych beneficjentów programów stypendialnych Marie Skłodowska-Curie Actions. Brałem udział w dorocznych konferencjach i walnych zgromadzeniach MCAA. Od 2016 roku jestem członkiem Polskiego Oddziału tego stowarzyszenia. W 2017 brałem udział w organizacji drugiego spotkania Polskiego Oddziału MCAA, które miało miejsce w Instytucie Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku. Reprezentowałem MCAA na takich wydarzeniach, jak Sopotki Dzień Nauki czy Sopot Youth Conference odbywających się w IOPAN. Ponadto, od 2012 roku jestem członkiem European Geosciences Union i regularnie biorę udział w zgromadzeniach ogólnych tej organizacji, odbywających się co roku w Wiedniu.

Od początku mojej pracy naukowej brałem udział w rejsach badawczych na pokładzie zarówno polskich (*RV Oceania*), jak i zagranicznych statków badawczych (*RV Polarstern*, *RV Helmer Hanssen*, *RV Poseidon*, *RV Alkor*). W sumie brałem udział w **9 ekspedycjach naukowych** w rejonie Arktyki (Svalbard, Cieśnina Fram, Morze Grenlandzkie, Morze Norweskie) oraz **4 rejsach badawczych** na Bałtyku. Poza uczestnictwem w pracach na morzu (pobieranie rdzeni osadów morskich, prób osadów powierzchniowych, prób wody itp.), przygotowywałem również ekspedycje od strony logistycznej (przygotowanie sprzętu do poboru i zabezpieczenia prób). W 2024 roku pełniłem rolę kierownika naukowego jednego z odcinków ekspedycji AREX na pokładzie *RV Oceania* (Bødø-Tromsø, Norwegia).

Z wielką chęcią angażuję się w działalność popularyzującą naukę. Brałem czynny udział w takich wydarzeniach, jak:

- dni otwarte w GEOMAR Centrum Badań Oceanicznych im. Helmholtza w Kilonii,
- Sopotki Dzień Nauki,
- oprowadzanie wycieczek uczniów i studentów w Zakładzie Paleoceanografii IOPAN.

- audycja popularnonaukowa Łukasza Badowskiego „Z innej planety” w Polskim Radio RDC, w której opowiadałem o cyrkulacji oceanicznej oraz o pracy badawczej na morzu.
- odwiedziny w przedszkolach i szkołach podstawowych z prezentacjami multimedialnymi dotyczącymi arktycznej przyrody oraz pracy na statku badawczym.

Od 2023 roku prowadzę na Facebooku stronę „Paleoceanographer” (<https://www.facebook.com/profile.php?id=100094711506468>) poświęconą popularyzacji dziedziny nauki, którą się zajmuję (145 obserwujących na dzień 21.08.2025).

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

Od roku 2019 jestem zaangażowany jako ekspert przy ocenie wniosków grantowych w ramach programu Komisji Europejskiej (EC) Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) Individual Fellowships (IF, do 2020 roku) i Postdoctoral Fellowships (PF, od 2021 roku). W ramach tej działalności przygotowuję raporty indywidualne (Individual Evaluation Reports, IER) oraz biorę udział w dyskusjach i przygotowaniu raportów konsensualnych (Consensus Reports, CR). W roku 2021 oraz 2024 pełniłem rolę wiceprzewodniczącego (Vice-Chair) w procesie oceny wniosków grantowych w programie MSCA PF. Moim zadaniem było nadzorowanie pracy innych ekspertów oraz pośredniczenie pomiędzy nimi, a Europejską Agencją Wykonawczą ds. Badań Naukowych (European Research Executive Agency, REA), która jest organem finansującym upoważnionym przez EC do wspierania polityki UE w zakresie badań i innowacji. W roku 2024 brałem również udział w ocenie wniosków grantowych w programie MSCA Doctoral Networks (sieci doktorskie), gdzie przygotowywałem raporty indywidualne (IER) oraz brałem udział w dyskusjach i przygotowaniu raportów konsensualnych (CR). Dzięki tej aktywności mam realny wpływ na kształt i jakość badań naukowych w Europie.

Maciej M. Telesimski

(podpis wnioskodawcy)