

Załącznik 4

Autoreferat

dr Szymon Jerzy Smoliński
Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Zasobów Rybackich
ul. Kołłątaja 1, 81-322 Gdynia

Gdynia, 2023 r.

1. Imię i nazwisko

Szymon Jerzy Smoliński

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

- 2018 Stopień doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie Oceanologia,
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie,
tytuł rozprawy doktorskiej: *Reakcja ichtiofauny na zmienność warunków środowiskowych w południowym Bałtyku*,
promotor: prof. dr hab. Magdalena Podolska,
Na wniosek recenzentów praca uzyskała wyróżnienie.
- 2013 Tytuł zawodowy magistra Ochrony środowiska, specjalność: hydrobiologia i ochrona wód,
Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu,
tytuł pracy magisterskiej: *Wybiórczość pokarmowa i tempo wzrostu lipieni (Thymallus thymallus) z wybranych rzek Pomorza*,
promotor: dr hab. Adam Głazaczow, prof. UAM.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- 2018-obecnie adiunkt, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zasobów Rybackich
- 2018-2021 *postdoctoral fellow*, Instytut Badań Morskich w Bergen (Norwegia), Grupa Badawcza Ryb Demersalnych
- 2016-2018 asystent naukowy, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zasobów Rybackich
- 2015-2016 specjalista, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Zasobów Rybackich
- 2013-2015 specjalista, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Logistyki i Monitoringu

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.).

Jako osiągnięcie stanowiące znaczny wkład w rozwój wskazanej we wniosku dyscypliny nauki oraz będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wskazuję cykl powiązanych tematycznie jedenastu artykułów opublikowanych w uznanych międzynarodowych czasopismach naukowych pod wspólnym tytułem: ***Badania ekologiczne ryb na podstawie analizy otolitów***. Przedkładam również informacje na temat dodatkowych osiągnięć naukowych, tj. wyników badań przedstawionych w innych publikacjach niewłączonych do wyżej wymienionego cyklu.

a. Lista publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych

- **A1: Smoliński, S.,** Mirny Z., 2017, *Otolith biochronology as an indicator of marine fish responses to hydroclimatic conditions and ecosystem regime shifts*, Ecological Indicators, 79, 286–294, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.028>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, metodykę, formalną analizę, pisanie oryginalnego szkicu, przegląd i redagowanie maszynopisu.

- **A2: Smoliński, S.,** 2019, *Sclerochronological approach for the identification of herring growth drivers in the Baltic Sea*, Ecological Indicators, 101, 420–431, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.050>

Wkład autorski: byłem jedynym autorem tej pracy, odpowiedzialnym za stworzenie koncepcji badań, metodykę, formalną analizę, pisanie oryginalnego szkicu, przegląd i redagowanie maszynopisu.

- **A3: Smoliński, S.,** Schade, F. M., Berg, F., 2020, *Assessing the performance of statistical classifiers to discriminate fish stocks using Fourier analysis of otolith shape*, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 77, 674–683, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0251>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, metodykę, formalną analizę, pisanie oryginalnego szkicu, przegląd i redagowanie maszynopisu.

- **A4:** Denechaud, C., **Smoliński, S.**, Geffen, A. J., Godiksen, J. A., 2020, *Long-term temporal stability of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) otolith morphology*, ICES Journal of Marine Science, 77(3), 1043–1054, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz259>

Wkład autorski: byłem drugim autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, projektu badania, analizę danych, interpretację, przegląd i redagowanie maszynopisu.

- **A5: Smoliński, S.**, Morrongiello, J., van der Sleen, P., Black, B. A., Campana, S. E., 2020, *Potential sources of bias in the climate sensitivities of fish otolith biochronologies*, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 77, 1552–1563, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0450>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w zaprojektowanie badania, analizę i interpretację danych oraz kierowałem pisaniem maszynopisu.

- **A6:** Denechaud, C., **Smoliński, S.**, Geffen, A. J., Godiksen, J. A., Campana, S. E., 2020, *A century of fish growth in relation to climate change, population dynamics and exploitation*, Global Change Biology, 26, 5661–5678. <https://doi.org/10.1111/gcb.15298>

Wkład autorski: byłem drugim autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, projekt badań, analizę i interpretację statystyczną oraz redagowanie maszynopisu.

- **A7: Smoliński, S.**, Deplanque-Lasserre, J., Hjörleifsson, E., Geffen, A. J., Godiksen, J. A., Campana, S. E., 2020, *Century-long cod otolith biochronology reveals individual growth plasticity in response to temperature*, Scientific Reports, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73652-6>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w opracowanie i zaprojektowanie badania, przeanalizowałem dane i kierowałem pisaniem maszynopisu.

- **A8: Smoliński, S.**, Denechaud, C., von Leesen, G., Godiksen, J. A., Geffen, A. J., Grønkjær, P., Campana, S. E., 2021, *Differences in metabolic rate between two Atlantic cod (*Gadus morhua*) populations estimated with carbon isotopic composition in otoliths*, PLoS ONE, 16(4), e0248711, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248711>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, analizę formalną, napisanie wersji roboczej, przegląd i edycję maszynopisu.

- **A9:** Denechaud, C., Geffen, A. J., **Smoliński, S.**, Godiksen, J. A., 2021, *Otolith “spawning zones” across multiple Atlantic cod populations: Do they accurately record maturity and spawning?*, PLoS ONE, 16(9), e0257218, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257218>

Wkład autorski: byłem trzecim autorem i przyczyniłem się do stworzenia koncepcji badań, przeglądu i edycji maszynopisu.

- **A10:** **Smoliński, S.**, Berg, F., 2022, *Varying relationships between fish and scale size under changing environmental conditions - multidecadal perspective in Atlantic herring*, Ecological Indicators, 134, 108494, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108494>

Wkład autorski: byłem wiodącym autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, stworzenie metodyki, formalną analizę, pisanie oryginalnego szkicu, przegląd i redagowanie maszynopisu.

- **A11:** Campana, S. E., **Smoliński, S.**, Black, B. A., Morrongiello, J. R., Alexandroff, S. J., Andersson, C., Bogstad, B., Butler, P. G., Denechaud, C., Frank, D.C., Geffen, A. J., Godiksen, J. A., Grønkjær, P., Hjörleifsson, E., Jónsdóttir, I. G., Meekan, M., Mette, M., Tanner, S. E., van der Sleen, P., von Leesen, G., 2022, *Growth portfolios buffer climate-linked environmental change in marine systems*, Ecology, e3918, <https://doi.org/10.1002/ecy.3918>

Wkład autorski: byłem drugim autorem i miałem znaczący wkład w stworzenie koncepcji badań, stworzenie projektu badań i metodyki, analizę i interpretację danych, stworzenie szkicu, przegląd i redagowanie maszynopisu.

Zgodnie z rekomendacją Rady Doskonałości Naukowej, w **załącznikach 8a-k** dołączonych do wniosku przedstawiono w języku angielskim oświadczenia współautorów o moim wkładzie merytorycznym (a nie procentowym). Zgodnie z zaleceniami, w przypadku, gdy publikacja wieloautorska miała więcej niż 5 współautorów, przedłożono oświadczenia co najmniej 4 współautorów. Potwierdzenie mojego wkładu autorskiego zostało również udokumentowane w opublikowanych wersjach artykułów [**A4, A6, A7, A8, A9 i A10**] w sekcji *Author contributions* lub *CRedit authorship contribution statement*. Informacje opublikowane w tych sekcjach są tożsame z informacjami przedstawionymi w oświadczeniach współautorów.

Kopie publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe zostały zamieszczone w **załącznikach 9a-k** dołączonych do wniosku.

Dane bibliometryczne dotyczące publikacji włączonych do cyklu (grupa **A**) zostały zaprezentowane w poniższej **tabeli 1**. Szczegółowe informacje i wskaźniki bibliometryczne dotyczące wszystkich moich publikacji (grupa **A, B i C**) znajdują się w **załącznikach 6 i 7** dołączonych do wniosku (odpowiednio w języku polskim i angielskim).

Tabela 1. Podsumowanie bibliometryczne publikacji włączonych do cyklu przedstawionego jako osiągnięcie naukowe.

| Identyfikator publikacji | Czasopismo | Rok publikacji | IF ¹ | Punkty MEiN ² | Liczba cytowań ³ | |
|---|--|----------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|------------|
| | | | | | WoS | GS |
| A1 | Ecological Indicators | 2017 | 3.983 | 200 | 24 | 32 |
| A2 | Ecological Indicators | 2019 | 4.229 | 200 | 16 | 18 |
| A3 | Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences | 2020 | 2.595 | 100 | 18 | 23 |
| A4 | ICES Journal of Marine Science | 2020 | 3.593 | 140 | 9 | 12 |
| A5 | Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences | 2020 | 2.595 | 100 | 15 | 17 |
| A6 | Global Change Biology | 2020 | 10.863 | 200 | 27 | 45 |
| A7 | Scientific Reports | 2020 | 4.379 | 140 | 14 | 18 |
| A8 | PloS ONE | 2021 | 3.752 | 140 | 2 | 4 |
| A9 | PloS ONE | 2021 | 3.752 | 140 | 1 | 3 |
| A10 | Ecological Indicators | 2022 | 6.9 | 200 | 4 | 8 |
| A11 | Ecology | 2022 | 4.8 | 200 | 1 | 2 |
| Suma IF, punktów MEiN i liczby cytowań | | | 51.441 | 1760 | 131 | 182 |

¹ *Impact Factor* na podstawie *Journal Citation Reports* publikowanych przez Thomson Reuters lub Clarivate Analytics dla roku publikacji artykułu

² punkty podane zgodnie z wykazem załączonym do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych

³ liczba cytowań według bazy *Web of Science* (WoS) i *Google Scholar* (GS).

b. omówienie osiągnięcia naukowego

Wprowadzenie

Ryby stanowią różnorodną grupę organizmów, reprezentowaną przez ponad 35 tysięcy gatunków (Froese i Pauly, 2023). Mają one wysokie znaczenie ekologiczne, odgrywając ważną rolę w ekosystemach wodnych (Holmlund i Hammer, 1999; Ormerod, 2003). Niewątpliwie, stanowią one również cenne zasoby naturalne, zapewniające źródło wysokojakościowej żywności dla znacznej części światowej populacji ludzkiej (Barange i in., 2014). W wielu rejonach oceanicznych obserwuje się spadek liczebności i biomasy ryb (Worm i in., 2009; Hilborn i in., 2020) połączone z obniżeniem ogólnej różnorodności biologicznej tej grupy (Moyle i Leidy, 1992) wynikające m.in. z presji połowowej i innej działalności człowieka (Agardy, 2000; Coll i in., 2016). Ponadto globalne zmiany klimatu skutkują zauważalnymi przekształceniami warunków w morzach i oceanach (IPCC, 2019), mając istotny wpływ na życie ryb i innych organizmów tam bytujących (Lotze i in., 2019).

W obliczu tych przemian środowiska i wynikających z nich zagrożeń, kluczowe staje się kompleksowe zrozumienie różnych aspektów ekologii ryb. Wiedza ta jest niezbędna w doskonaleniu istniejących metod oceny stanu tych zasobów, predykcji odpowiedzi ryb na prognozowane zmiany warunków środowiska oraz opracowaniu skutecznych strategii ochrony tych cennych komponentów ekosystemu i promowaniu zrównoważonego zarządzania rybołówstwem.

Analizy zwapniałych struktur znajdujących się w ciele ryby, takich jak otolity, mogą dostarczyć wiedzy na temat historii życia osobników i ich odpowiedzi na czynniki środowiskowe, pomagając stworzyć naukowe podstawy do osiągnięcia wyżej wymienionych celów (Morrongiello i in., 2012). Otolity to „kamyczki błędnikowe” zbudowane głównie z węglanu wapnia, które zlokalizowane są w uchu środkowym ryb kostnoszkieletowych (Campana i Thorrold, 2001). U ryb występują trzy pary otolitów, zwanych strzałkami (*sagittae*), kamyczkami (*lapilli*) i gwiazdkami (*asterisci*), jednak najczęściej badane są strzałki będące zwykle największymi spośród trzech wymienionych rodzajów (Campana i Neilson, 1985). Otolity, oprócz swojej ważnej funkcji w procesach słyszenia i utrzymywania równowagi (Schulz-Mirbach i in., 2013), cechują się szeregiem właściwości, które umożliwiają ich skuteczne wykorzystanie w badaniach ekologii ryb (GrønkJær, 2016).

U większości gatunków ryb, w wyniku okresowych różnic w tempie ich wzrostu, obserwuje się odkładanie na otolicie warstw kryształów węglanu wapnia o odmiennych właściwościach fizycznych i chemicznych, różnicujących te warstwy w zakresie stopnia przezroczystości (Fablet i in., 2011; Jolivet i in., 2013). Z tego powodu na otolicie tworzą się przyrosty złożone z dwóch stref (obserwując w świetle przechodzącym, strefy jaśniejszej i strefy ciemniejszej) odpowiadających okresom charakteryzującym się różnym tempem wzrostu danego osobnika (Hüssy i Mosegaard, 2004). Liczba tych przyrostów stanowi podstawę do szacowania wieku ryb (Campana i Thorrold, 2001). Począwszy od obserwacji Reibischa (1899), który opisał występowanie przyrostów rocznych na powierzchni otolitów gładzicy (*Plueronectes platessa*), zainteresowanie ich zastosowaniem do oceny wieku ryb

sukcesywnie wzrastało (Jackson, 2007). Obecnie otolity używane są rutynowo jako wskaźniki wieku tych organizmów (Panfili i in., 2002). Informacje na temat wieku poszczególnych osobników i struktury wiekowej całych populacji ryb są niezbędne podczas przeprowadzania szeregu analiz biologicznych oraz w ocenach stanu zasobów gatunków poławianych komercyjnie (Campana, 2001; Lee i Punt, 2018).

Wykorzystanie otolitów nie ogranicza się jednak wyłącznie do szacowania wieku ryb. Ponieważ szerokość przyrostów obserwowanych na otolicie silnie skorelowana jest ze wzrostem somatycznym (Harvey i in., 2000), na podstawie pomiarów szerokości przyrostów – znając również długość osobnika w momencie złowienia – możliwa jest rekonstrukcja jego wielkości w wybranych momentach życia (Casselman, 1990; Smoliński i Berg, 2022). Ponadto poprzez analizę sygnałów zawartych w składzie chemicznym otolitów, możliwe jest uzyskanie informacji o warunkach środowiska, w którym przebywały badane osobniki, jak np. temperatura, zasolenie czy stężenie jonów wodorowych w wodzie (Sturrock i in., 2012; Reis-Santos i in., 2022). Możliwy jest również pomiar zawartości izotopów węgla w poszczególnych warstwach przyrostów otolitów w celu oszacowania stopnia aktywności metabolicznej ryb (Chung i in., 2019; Martino i in., 2020). Co istotne, z uwagi na ciągły przyrost otolitów w trakcie życia ryby, wszystkie „sygnały” pochodzące z otolitów mogą zostać uporządkowane chronologicznie i przypisane do konkretnego etapu ontogenezy (Campana i in., 1997). Informacje te mogą dalej służyć wnioskowaniu na temat pochodzenia osobnika i jego przynależności do populacji (Sturrock i in., 2015). Podobnie, badania kształtu otolitów pozwalają na identyfikację gatunków (Sadighzadeh i in., 2012), a nawet odrębnych populacji ryb i zaklasyfikowanie osobników do poszczególnych grup (Campana i Casselman, 1993; Begg i in., 1999; Cadrin i in., 2014). Wymienione powyżej przykłady nie wyczerpują całego spektrum potencjalnych zastosowań otolitów. Jednak warto zauważyć, że ich potencjał polega na dostarczaniu kilku rodzajów komplementarnych informacji związanych z warunkami środowiska, których ryby doświadczyły w trakcie życia, odpowiedzią na tę zmienność środowiskową w zakresie wybranych procesów fizjologicznych, a także dodatkowej wiedzy na temat pochodzenia czy też historii wzrostu, dojrzewania i aktywności reprodukcyjnej osobników (Begg i in., 2005; Fablet i in., 2011; Denechaud i in., 2021). Z tego powodu otolity postrzegane są często jako „czarne skrzynki” historii życia ryb, które znacząco przyczyniają się do pogłębienia naszej wiedzy na temat ich biologii (Grønkvær, 2016).

Otolity charakteryzują się stosunkowo wysoką trwałością, przez co możliwa jest ich długotrwała archiwizacja (Geffen i Morales-Nin, 2013). Szacuje się, że rocznie na całym świecie zbiera się ponad milion otolitów, z których wiele deponowanych jest w archiwach należących do instytutów badawczych i innych instytucji naukowych (Campana i Thorrold, 2001; Geffen i Morales-Nin, 2013). Z tego powodu możliwe są nie tylko badania materiału pobranego od osobników złowionych współcześnie, ale również analizy oparte o archiwalne otolity, które pozwalają na rozwój długich serii czasowych opisujących wybrane parametry biologiczne ryb na przestrzeni dziesięcioleci lub nawet stuleci (Morrongiello i in., 2012). To właśnie możliwość badania archiwalnych otolitów w celu pozyskania historycznych informacji o życiu ryb w dłuższych okresach była jedną z najważniejszych motywacji w moich badaniach. Ocena związków pomiędzy parametrami biologicznymi ryb a warunkami środowiskowymi w dłuższej perspektywie czasowej, jest jednym z kluczowych zadań współczesnych badań

ekologii ryb (Thorson i in., 2015). Takie długoterminowe zestawy danych są stosunkowo powszechne w przypadku taksonów i środowisk lądowych, ale nadal rzadkie w przypadku ekosystemów wodnych (Richardson i Poloczanska, 2008). Są one szczególnie cenne w omawianym kontekście, ponieważ umożliwiają ilościowe określenie zintegrowanych reakcji biologicznych uwzględniających wiele czynników naturalnych i antropogenicznych w skalach czasowych, które nie są możliwe do uwzględnienia przy wykorzystaniu innych metod (Morrongiello i in., 2012).

Wiele aspektów badań opartych o analizy otolitów podlega dalszemu rozwojowi, a zainteresowanie wybranymi zagadnieniami wzrasta wraz z upowszechnieniem nowoczesnych technik badawczych (Campana, 2005). W swojej dotychczasowej pracy naukowej wykorzystywałem unikalne możliwości, jakie daje analiza tych struktur celem odkrywania wiedzy na temat ekologii wybranych gatunków ryb. Włączyłem się również w rozwój i ulepszenie obecnie dostępnych metod oraz zaproponowałem wykorzystanie otolitów do identyfikacji wybranych procesów ekologicznych, takich jak zmiany reżimu ekosystemu czy badania osobniczej plastyczności fenotypowej wzrostu. Zastosowania te pomagają lepiej zrozumieć biologię i ekologię tych organizmów oraz ogólne funkcjonowanie ekosystemu. Jednak pomimo szerokiego zastosowania otolitów w badaniach ryb od ponad wieku i obserwowanego wyraźnego postępu, nauka nadal napotyka na trudności w interpretacji informacji uzyskanych z otolitów (Panfili i in., 2002). Z tego powodu podjąłem się również rewizji i walidacji wybranych założeń metodycznych leżących u podstaw stosowanych technik opartych o analizy otolitów i innych zwapniałych struktur.

Cele i zakres przedstawionych badań

Mając na uwadze obecne presje wywierane na ekosystemy morskie, rośnie potrzeba rozpoznania i oceny wpływu zmian środowiska i działalności człowieka na te ekosystemy, włączając w to oddziaływania na populacje ryb. Stąd, wspólnym celem przedstawionego cyklu publikacji było wykorzystanie otolitów jako wskaźników, które mogą dostarczyć informacji wspomagających tworzenie planów ochrony zasobów ryb i zarządzania ich eksploatacją. Poszczególne prace wchodzące w skład cyklu publikacji miały na celu weryfikację hipotez dotyczących ekologii wybranych gatunków ryb, ich odpowiedzi na zmienność środowiska, a także dostarczenie informacji o strukturze populacyjnej oraz oszacowanie wybranych parametrów biologicznych z wykorzystaniem analizy otolitów. Dodatkowo celem tych prac było przetestowanie i ulepszenie stosowanych wcześniej metod badań otolitów. Wspólną cechą większości prac była analiza długoterminowych danych opartych na pomiarach archiwalnych otolitów.

Do celów szczegółowych badania zaprezentowanego w publikacji [A1] należało opracowanie długoterminowej biochronologii otolitów reprezentującej zmiany we wzroście storni europejskiej (*Platichthys flesus*) w Bałtyku, a następnie zbadanie zależności między tempem wzrostu tego gatunku a wybranymi czynnikami hydroklimatycznymi. Ponadto celem tej pracy było wykazanie możliwości wykorzystania uzyskanej serii czasowej (biochronologii) do wykrywania nieciągłości w stanach ekosystemów (tzw. zmian reżimu), które mogą skutkować nagłymi zmianami we wzroście ryb. Podobnie, w pracy [A2] celem było opracowanie wielodekadowej biochronologii otolitów śledzia atlantyckiego (*Clupea*

harengus) w Bałtyku i zbadanie zależności między czasowymi zmianami w średnim wzroście tych ryb a wybranymi czynnikami środowiskowymi, rozpatrując istotne interakcje międzygatunkowe i ogólne warunki hydroklimatyczne.

Przyporządkowanie poszczególnych ryb do stad lub populacji, z których pochodzą, a czasem nawet rozróżnienie gatunków (np. gatunków kryptycznych), jest ważne dla rzetelnej oceny zasobów i zarządzania rybołówstwem. Jak wspomniano we wprowadzeniu, kształt otolitu jest powszechnie używany jako wskaźnik w badaniach nad identyfikacją odrębnych grup. Procedura polegająca na przygotowaniu zdjęć mikroskopowych i matematycznym opisie kształtu obrysu otolitów jest w nauce dobrze opracowana i częściowo ustandaryzowana. Jednak moje wstępne spostrzeżenia przed rozpoczęciem projektu [A3] dotyczyły tego, że po wyodrębnieniu współczynników opisujących kształt otolitów (np. współczynników Fouriera) w badaniach zwraca się niewiele uwagi na zastosowanie i porównanie wyników alternatywnych technik statystycznych, służących do klasyfikacji osobników ryb do znanych grup (stad, populacji, lub gatunków) na podstawie tych zmiennych. Z tego powodu jednym z celów pracy [A3] było przeprowadzenie systematycznego przeglądu dostępnej literatury naukowej, koncentrując się na statystycznych klasyfikatorach związanych z analizą kształtu otolitu stosowaną do celów dyskryminacji. Jednak głównym celem tej pracy było zbadanie zmienności kształtu otolitów wybranych stad dorsza i śledzia, stosując eliptyczną analizę Fouriera oraz ocenienie działania tradycyjnych i nowoczesnych klasyfikatorów uczenia maszynowego służących do przypisania osobników ryb do grup ich pochodzenia na podstawie kształtu otolitów.

Wyniki pracy [A3] opierały się na próbkach pobranych w krótkim okresie i zaledwie kilku wybranych latach, co ograniczało wpływ różnych roczników (kohort) ryb i długoterminowych oddziaływań środowiskowych na kształt otolitów. Z tego powodu, w dyskusji tej publikacji zasugerowaliśmy wspólnie ze współautorami, że przyszła operacjonalizacja rozwijających się metod identyfikacji stad i klasyfikacji osobników w połowach mieszanych na podstawie kształtu otolitów wymaga dogłębnej analizy poziomu zmienności czasowej i różnic wewnątrz- i międzygrupowych. Nie było nam znane żadne badanie mające na celu określenie czasowej stabilności morfologii otolitu w obrębie stada w odniesieniu do zmian w środowisku i warunków bytowania osobników. Potwierdzenie stabilnego w czasie charakteru kształtu otolitów ryb dla poszczególnych stad jest istotne, ponieważ daje podstawy do klasyfikacji nowo pozyskanych otolitów na podstawie starych wzorców, które zachowują reprezentatywność w kontekście kształtu otolitów należących do danej grupy ryb. Innymi słowy, ewentualne różnice czasowe w średnim kształcie otolitu osobników pochodzących z danej grupy ograniczałyby lub zupełnie wykluczałyby używanie tych samych wzorców do klasyfikacji nowych próbek. Wyrazem tych planów było badanie przedstawione w publikacji [A4]. Celem tej analizy było zbadanie czasowej stabilności kształtu otolitu dorsza atlantyckiego (*Gadus morhua*) zamieszkującego Morze Barentsa oraz przetestowanie hipotezy zakładającej, że morfologia otolitów zmieniła się w ciągu ostatniego stulecia w odpowiedzi na zmieniające się warunki środowiska.

Jak wspomniano w części wprowadzającej, archiwa otolitów mają olbrzymi, choć nadal nie w pełni wykorzystany, potencjał jako źródło materiału do badań biologii ryb. Niedawny

postęp w technikach analitycznych zaowocował rosnącą liczbą badań skupiających się na czynnikach środowiskowych zmienności wzrostu ryb i wykorzystujących historyczne otolity. Badania podobne do [A1 i A2] mają generalnie za zadanie wyodrębnić szacunki czasowej zmienności wzrostu dla całej populacji na podstawie pomiarów dostępnej kolekcji otolitów, a następnie powiązanie ich ze zmiennością w środowisku. Decyzje dotyczące wielkości próby i doboru poszczególnych otolitów wpływają na ogólną rzetelność analizy. Zakładano, że niska dokładność i precyzja szacunków wieku mogą ostatecznie prowadzić do błędnych wniosków dotyczących podatności gatunku na zmiany środowiskowe. Jednak wpływ tych aspektów na niepewności statystyczne biochronologii nie była wcześniej poznana. Z tego powodu w pracy [A5] mieliśmy na celu ocenienie w drodze symulacji jakości statystycznych oszacowań relacji między warunkami środowiskowymi a wzrostem ryb uzyskanych na podstawie biochronologii otolitów, uwzględniając realistyczne błędy w szacunkach wieku osobników i realistyczne wielkości próbek (zgromadzonych do badań otolitów).

Kolejne badania [A6], podobnie jak te opisane w pracach [A1] i [A2], odpowiadały na zasadniczą potrzebę oceny relacji między wzrostem ważnego dla rybołówstwa gatunku na zmienność środowiska i działalność człowieka – głównie presję połowową. Na tym etapie wniosłem swój istotny wkład, korzystając z wcześniejszego doświadczenia badawczego wypracowanego w trakcie zrealizowanych projektów [A1, A2, A5]. Celem pracy [A6] było opracowanie blisko stuletniej biochronologii dorsza atlantyckiego z Morza Barentsa i powiązanie zaobserwowanej zmienności wzrostu z wybranymi czynnikami klimatycznymi, demograficznymi i presją ze strony rybołówstwa, a także analiza bezpośredniego i pośredniego wpływu badanych zmiennych środowiskowych na wzrost dorsza wykorzystując zaawansowane modelowanie statystyczne.

Praca [A7] dotyczyła innego stada dorsza atlantyckiego, bytującego w wodach Islandii. Celem szczegółowym tej pracy było stworzenie ponad stuletniej biochronologii opartej na otolitach i ocena indywidualnej plastyczności termicznej wzrostu dorsza w wodach Islandii, a także weryfikacja serii hipotez dotyczących tych procesów. Przede wszystkim przetestowano hipotezę zakładającą, że zmiany wzrostu na poziomie populacji są związane zarówno z efektami wewnątrzosobniczymi (indywidualna plastyczność fenotypowa), jak i efektami międzyosobniczymi. Ponadto przetestowano hipotezy, że jednostki mogą różnić się plastycznością termiczną wzrostu i że zmienność tej plastyczności wzrostu na poziomie indywidualnym może zmieniać się między kohortami pod wpływem naturalnych zmian środowiskowych i presji połowowej wywołanej przez człowieka.

Badania, których wyniki zaprezentowano w publikacji [A8] opierały się o zastosowanie analizy izotopów węgla w otolitach celem dostarczenia nowej wiedzy na temat aktywności metabolicznej ryb. Badania tego typu nadal są nieliczne, a w literaturze przedmiotu dostępne jest niewiele informacji na ten temat. Ponadto w tego typu analizach wciąż napotykanym jest szereg trudności metodycznych. Celem pracy [A8] było ocenienie środowiskowych i fizjologicznych źródeł zmienności składu izotopowego węgla nieorganicznego w otolitach dorsza atlantyckiego z Morza Barentsa i wód Islandii, zbadanie związku między tym składem a wzrostem ryb, oszacowanie udziału węgla o pochodzeniu metabolicznym w otolitach i użycie tego parametru jako wskaźnika ogólnej aktywności metabolicznej ryb.

Celem pracy [A9] było ustalenie, czy specyficzne cechy otolitów nazywane „strefami tarła”, czyli widoczne zmiany makrostruktury związane z aktywnością reprodukcyjną obserwowane głównie u dorsza atlantyckiego bytującego w Morzu Barentsa, można uznać jako ogólną cechę gatunkową, niezależnie od typu historii życia osobników i ich pochodzenia. Ponadto praca miała na celu wykorzystanie archiwalnej kolekcji otolitów dorsza, aby zbadać czasowe zmiany w występowaniu „stref tarła” oraz sprawdzić korelacje między parametrami populacyjnymi dotyczącymi dojrzenia, które oszacowaliśmy na podstawie analizy „stref tarła” otolitów a standardowymi parametrami oszacowanymi na podstawie makroskopowej analizy stopnia rozwoju gonad.

Szacunki nieznanego wieku ryb w chwili połowu lub wsteczne obliczenia długości opierają się na założeniu proporcjonalnego wzrostu ryb i przyrostu ich otolitów lub innych analizowanych struktur. Ponadto, zakłada się, że te relacje nie zmieniają się wraz ze zmianą tempa wzrostu i że parametry regresji można dokładnie oszacować na podstawie losowych próbek populacji. Co istotne, obecnie w rekonstrukcjach historycznego wzrostu (np. na podstawie materiału archeologicznego) często zakłada się, że relacje te są stałe w czasie. Postanowiliśmy przyjrzeć się bliżej temu założeniu. W pracy [A10] naszym celem było przetestowanie, na przykładzie śledzia atlantyckiego w Morzu Norweskim, hipotez zakładających, że zależność między długością ryb a wielkością łusek nie jest stała w czasie i że na tę relację mogą wpływać warunki środowiskowe. Celem pracy była także weryfikacja hipotezy, że wpływ środowiska na zależność między długością ryby a wielkością łuski jest różny dla grup ryb rosnących w różnym tempie. Choć badanie to przeprowadziliśmy na łuskach, zaprezentowane odkrycia mają ogólne znaczenie w analizach zwapniałych struktur, włączając w to otolity. Z tego powodu praca [A10] pozostaje ściśle związana z całym cyklem prac zaprezentowanym jako osiągnięcie naukowe i dotyczącym badań ekologicznych na podstawie analizy otolitów.

Ostatnia praca [A11] przedstawianego cyklu publikacji stanowi syntezę, w której uwzględniono m.in. dane uzyskane w kilku poprzednich badaniach, m.in. [A6] i [A7]. Praca ta odnosiła się do wcześniej niezbadanych aspektów synchronizacji wzrostu między osobnikami w populacjach. Nasza hipoteza rozszerzała standardową interpretację tzw. efektu portfela (ang. *portfolio effect*), zgodnie z którą wraz ze wzrostem synchronizacji odpowiedzi osobników „portfolio” reakcji populacji może się zmniejszyć, co z kolei zmniejsza jej odporność na silne perturbacje. Zaproponowaliśmy, że osobniki mogą synchronizować swój wzrost w latach szybkiego wzrostu (aby wykorzystać sprzyjające warunki) i obniżać synchronizację swojego wzrostu w latach wolnego wzrostu (co skutkuje zróżnicowaniem), osiągając pozytywny długoterminowy efekt w formie podwyższonej stabilności całej populacji. Celem pracy [A11] było zatem wykorzystanie długoterminowych historii wzrostu osobników opracowanych na podstawie pomiarów otolitów wybranych gatunków ryb morskich (dorsza atlantyckiego, gładzicy *Pleuronectes platessa*, ostroboka pospolitego *Trachurus trachurus*, morszczuka zwyczajnego *Merluccius merluccius*, a także głębokowodnych *Helicolenus dactylopterus* i *Pontinus kuhlii*), aby empirycznie przetestować, w jaki sposób lokalna demografia i wielkoskalowe zjawiska klimatyczne wpływają na ekspresję synchronizacji wzrostu między poszczególnymi osobnikami w rejonie północno-wschodniego Atlantyku.

Omówienie wyników badań wskazanych jako osiągnięcie naukowe

Pierwsza praca [A1] demonstruje opracowaną przez nas 74-letnią biochronologię, która odzwierciedla międzyroczne wahania tempa wzrostu storni europejskiej. Tę serię czasową opracowaliśmy na podstawie próbek otolitów pobranych od ryb złowionych w latach 1957–2016 w południowej części Morza Bałtyckiego. Analizując szerokości przyrostów otolitów, zidentyfikowaliśmy czynniki środowiskowe wpływające na wzrost ryb. Korzystając z liniowych modeli efektów mieszanych i technik biochronologicznych, wykorzystaliśmy metodę identyfikacji optymalnego okna czasowego dla czynników klimatycznych i wykazaliśmy, że najbardziej znaczący wpływ warunków hydroklimatycznych (mierzonych w naszym badaniu za pośrednictwem wartości wskaźnika nazywanego *Baltic Sea Index*) występuje w okresie od sierpnia do grudnia. Z kolei wpływ średniej temperatury powierzchni morza był najbardziej znaczący w okresie od kwietnia do czerwca. Analiza opracowanej serii czasowej (biochronologii) wykazała, że w latach 1988, 1992 i 2006 zaszły duże zmiany we wzroście storni. Wynik ten był zgodny z opublikowanymi badaniami dotyczącymi zmian reżimów w ekosystemie Morza Bałtyckiego. Nasze wyniki wskazały w ten sposób na potencjał zastosowania technik biochronologicznych do identyfikowania szybkich zmian reżimu w ekosystemach morskich.

W wyniku prac zaprezentowanych w drugiej publikacji [A2] zgromadziłem archiwalne otolity pobrane z połowów komercyjnych oraz podczas rejsów naukowych w latach 1951–2017 w polskiej strefie południowego Bałtyku. W modelowaniu uwzględniłem metody identyfikacji optymalnego okna czasowego dla czynników środowiskowych, zastosowane już wcześniej przeze mnie w pracy [A1]. Opracowana biochronologia oparta na otolithach wykazała, że wzrost śledzia bałtyckiego znajduje się pod silnym wpływem międzygatunkowej konkurencji między śledziem a szprotem. Moje wyniki wskazały również na wysoką korelację wzrostu z intensywnością opadów atmosferycznych w obszarze zlewni i ogólnymi warunkami hydrologicznymi w Morzu Bałtyckim. Szczegółowe badanie, w którym zastosowałem analizę koherencji falkowej, wykazało z kolei, że relacje między wzrostem śledzia a warunkami abiotycznymi lub biomasą szprota mogą zmieniać się w czasie. W wyniku tych prac wykazałem złożoność skutków ekologicznych zmian obserwowanych w środowisku dla wzrostu śledzia, dając podstawę do twierdzenia, że zrównoważone zarządzanie eksploatacją tych zasobów wymaga zastosowania holistycznych podejść ekosystemowych. Ponadto, pewnym sukcesem tej publikacji było rozpropagowanie metod identyfikacji optymalnego okna czasowego dla czynników środowiskowych, które stosowane były później wielokrotnie przez innych badaczy w kontekście analiz ekologicznych opartych o pomiary otolitów oraz innych badaniach fauny morskiej (np. Jianzhong i in., 2022; Reis-Santos i in., 2021; Tanner i in., 2020).

Nasze wyniki przeglądu literatury zaprezentowane w pierwszej części publikacji [A3] wykazały, że zastosowanie i porównanie alternatywnych klasyfikatorów statystycznych do rozróżniania stad ryb na podstawie kształtu otolitu było niezwykle rzadkie w poprzednich badaniach. Dlatego porównaliśmy wydajność dwóch tradycyjnych technik statystycznych i czterech klasyfikatorów uczenia maszynowego opartych na analizie kształtu otolitu. Do tego porównania wybraliśmy dwa stada dorsza atlantyckiego występujące w południowym Bałtyku

i cztery stada śledzia atlantyckiego obejmujące swoim zasięgiem Morze Norweskie, cieśninę Skagerrak, a także zachodni i południowy Bałtyk. Nasze wyniki pokazały, że stada te można z powodzeniem rozróżnić na podstawie kształtu ich otolitów. Zaobserwowaliśmy znaczne różnice w dokładności uzyskiwanej przez testowane klasyfikatory. W przypadku obu gatunków maszyny wektorów nośnych (*support vector machines* - SVM) dały najwyższą dokładność klasyfikacji. Nasze wyniki zasugerowały, że nowoczesne algorytmy uczenia maszynowego, takie jak SVM, mogą pomóc poprawić dokładność systemów rozróżniania stad ryb w oparciu o kształt ich otolitów.

Wyniki pracy [A4] prezentowały zmienność kształtu otolitów dorsza z Morza Barentsa w długim okresie lat 1933–2015, używając eliptycznych deskryptorów Fouriera. W tym badaniu opracowaliśmy serię hierarchicznych modeli wielowymiarowych, aby powiązać kształt z wybranymi czynnikami środowiskowymi. Różnice między latami stanowiły <3% obserwowanej zmienności i nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi kształtami poszczególnych kohort. Nasze modele nie tylko potwierdziły, że wzrost ryb był najsilniejszym czynnikiem wpływającym na różnice w kształcie, ale także zidentyfikowały wpływ zmiennych związanych z temperaturą i biomasą na różnych etapach życia. Odkryliśmy, że czynniki zewnętrzne opisują tylko niewielką część obserwowanej wariancji, co wskazuje, że zmienność kształtu otolitów związana ze zmianami środowiskowymi w czasie prawdopodobnie stanowi mniejszą pulę zmienności niż ta związana z naturalnymi różnicami międzyosobniczymi. Wyniki te sugerują, że ogólny kształt otolitów dorsza w badanym rejonie pozostaje stosunkowo stabilny w czasie, co dodatkowo przyczyniło się do lepszego zrozumienia i biologicznej interpretacji różnic w kształcie otolitów.

W wyniku badania symulacyjnego [A5] stwierdziliśmy, że rozwój solidnej biochronologii i jakość szacunków relacji pomiędzy warunkami środowiska a wzrostem ryb może być poważnie utrudniona przez niewystarczającą wielkość próby. Ponadto zademonstrowaliśmy jak wprowadzenie do danych nawet umiarkowanego błędu w szacunkach wieku, może spowodować znaczne niedoszacowanie środowiskowych źródeł zmienności wzrostu. To niedoszacowanie zmniejszyło w symulacji naszą zdolność do prawidłowego ilościowego określenia znanej zależności między warunkami środowiskowymi a wzrostem, a bardziej ogólnie doprowadziło do niewłaściwych wniosków dotyczących odpowiedzi osobników (w zakresie wzrostu) na zmiany środowiskowe. Wykazaliśmy, że staranny projekt badania, redukcja błędów związanych z szacunkami wieku i duża liczba próbek to kluczowe warunki wstępne w badaniach biochronologicznych. Omówiliśmy wiele niuansów dotyczących optymalnej strategii próbkowania. Oprócz ogólnej wartości w zakresie rozwoju stosowanej metodyki nasze rekomendacje przedstawione w pracy [A5] stały się ważną wskazówką dla badaczy przygotowujących przyszłe projekty naukowe.

W wyniku badania [A6] opracowaliśmy blisko stuletnią biochronologię (1924–2014) opartą na pomiarach przyrostów otolitów, która ujawniła znaczne różnice we wzroście dorsza w ciągu tego okresu. Wykazaliśmy, że wzrost dorsza był ujemnie skorelowany z wielkością populacji dorsza i pozytywnie skorelowany z wielkością populacji gromadnika (*Mallotus villosus*), jednego z najważniejszych elementów diety dorsza w tych rejonach oceanicznych. Nasze wyniki sugerowały, że efekty zależne od zagęszczenia osobników są głównym źródłem

zmienności wzrostu. Najbardziej prawdopodobnymi mechanizmami była rywalizacja o zasoby pokarmowe oraz kanibalizm, który stanowi ważny element ekologii tego stada. Wzrost ryb był również dodatnio skorelowany z temperaturą wody, ale ujemnie skorelowany z atlantycką oscylacją wielodekadową, sugerując kontrastujący wpływ czynników klimatycznych w różnych skalach przestrzennych. Presja połowowa miała istotny statystycznie, ale słaby, negatywny wpływ na wzrost. W drodze przeprowadzonej analizy wykorzystującej modele równań strukturalnych wykazaliśmy, że oddziaływania wybranych czynników wzrostu były ze sobą powiązane. Biomasa gromadnika wykazywała pozytywną korelację z temperaturą morza, ale negatywną korelację z biomasą śledzia, podczas gdy spadki biomasy dorsza były głównie powiązane ze śmiertelnością połowową. Wyniki zaprezentowane w [A6] pozwoliły nam lepiej zrozumieć, w jaki sposób wiele oddziałujących na siebie czynników kształtowało wzrost dorsza na przestrzeni ostatniego stulecia, zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio.

W artykule [A7] przedstawiliśmy wyniki odnoszące się do indywidualnej plastyczności termicznej wzrostu dorsza atlantyckiego opracowane na podstawie ponad stuletniej biochronologii otolitów (1908–2014). Wykazaliśmy międzyroczne i specyficzne dla kohorty zmiany we wzroście dorsza islandzkiego w ciągu ostatniego stulecia, które były głównie spowodowane zmianami temperatury. Wzrost wykazywał odmienne relacje z temperaturą – dodatnie dla ryb najmłodszych i ujemne dla najstarszych. Wykorzystując uogólnione modele efektów mieszanych rozróżniliśmy odrębne efekty wewnątrzosobnicze i międzyosobnicze, które wpływały na relacje pomiędzy wzrostem a temperaturą zidentyfikowane na poziomie całej populacji. Ponadto wykryliśmy znaczące indywidualne zróżnicowanie termicznej plastyczności wzrostu. Wariancja indywidualnej plastyczności różniła się w poszczególnych kohortach i jak wykazaliśmy, może być związana ze średnimi warunkami środowiskowymi doświadczanymi przez poszczególne grupy ryb. Nasze wyniki podkreśliły złożoność relacji między warunkami klimatycznymi a wzrostem ryb zarówno na poziomie populacji, jak i osobników oraz zwróciły uwagę środowiska naukowego na potrzebę rozróżnienia między średnimi reakcjami populacji a plastycznością wzrostu osobników w celu dokładnych prognoz wzrostu.

W wyniku prac zaprezentowanych w publikacji [A8] oceniliśmy środowiskowe i fizjologiczne źródła zmienności składu izotopowego węgla nieorganicznego w otolithach u dorsza islandzkiego i dorsza bytującego w Morzu Barentsa w latach 1914–2013. Korzystając z jednowymiarowych i wielowymiarowych modeli efektów mieszanych, oszacowaliśmy warunkowe korelacje między składem izotopowym węgla a wzrostem ryb na różnych poziomach (w obrębie osobników, między osobnikami i między latami), kontrolując wewnętrzne i zewnętrzne efekty wpływające na obie zmienne. Nasze wyniki pokazały, że skład izotopowy węgla nieorganicznego w otolithach był skorelowany ze wzrostem w obrębie osobników i między latami, co przypisaliśmy efektom wewnętrznym (wiek ryb lub ich całkowita długość). Jednak nie zidentyfikowaliśmy istotnej korelacji między składem izotopowym węgla a wzrostem między osobnikami, co sugeruje, że należy zachować ostrożność przy interpretacji tych sygnałów izotopowych na tym poziomie. Odkryliśmy znaczny spadek stosunku węgla ^{13}C do węgla ^{12}C w otolithach w ciągu ostatniego stulecia, co zostało wyjaśnione przez oceaniczny efekt Suessa – wzrastającą w czasie domieszkę izotopowo lekkiego węgla z paliw kopalnych. Obliczyliśmy udział węgla o pochodzeniu

metabolicznym w węglenie wapnia budującym otolity na podstawie składu izotopów węgla w diecie i rozpuszczonego węgla nieorganicznego w wodzie morskiej. Takie podejście pozwoliło nam skorygować wartości dla każdego stada w odniesieniu do środowiskowych wartości bazowych. Udział węgla o pochodzeniu metabolicznym wynosił średnio 0,275 w otolitach dorsza islandzkiego i 0,295 w otolitach dorsza z Morza Barentsa. Nasze wyniki dały wgląd w fizjologiczne podstawy różnic w charakterystyce wzrostu między tymi dwoma stadami dorsza oraz w to, jak mogą się one zmieniać w czasie. Badanie [A8] poszerzyło wiedzę uzyskaną we wcześniejszych pracach [A6] i [A7] przeprowadzonych na tym samym materiale biologicznym i wykorzystało wciąż rzadko spotykaną metodę opartą o pomiary składu izotopowego węgla w otolitach w celu szacowania aktywności metabolicznej ryb w ich naturalnym środowisku.

Wyniki badań [A9] wykazały, że „strefy tarła” widoczne w strukturze otolitów są prawdopodobnie uniwersalną cechą dorsza atlantyckiego i nie ograniczają się do ryb bytujących w pewnych środowiskach lub wykazujących określone zachowania migracyjne, jak wcześniej proponowano. Zidentyfikowaliśmy je, oprócz znanego wcześniej przypadku dorsza z rejonów Morza Barentsa i Lofotów, także u dorsza poławianego w Morzu Północnym, Zatoce Świętego Wawrzyńca (wody kanadyjskie), fiordach zachodniej Grenlandii, w wodach Islandii, czy wśród populacji dorsza bytującego w przybrzeżnych wodach fiordów norweskich. Co ciekawe, nasze oszacowania odsetka dojrzałych płciowo ryb w grupie wieku pochodzące z analizy „stref tarła” wykazały tendencje zgodne z tymi obserwowanymi na podstawie tradycyjnych badań makroskopowych gonad. Odkryliśmy, że „strefy tarła” tworzą się z rocznym lub dwuletnim opóźnieniem w stosunku do osiągnięcia dojrzałości płciowej, co prawdopodobnie odzwierciedla stabilizację podziału energii osobników po pierwszych aktywnościach tarłowych. Nasze wyniki zilustrowały potencjał wykorzystania „stref tarła” na przykład dla gatunków lub populacji o ograniczonych danych historycznych dotyczących dojrzałości. W badaniu tym podkreśliliśmy również potrzebę bardziej dokładnego zajęcia się procesami fizjologicznymi stojącymi za powstawaniem „stref tarła” w otolitach ryb.

W pracy [A10] wykazaliśmy, że u śledzia w Morzu Norweskim zależność pomiędzy długością ryby a wielkością łusek zmieniała się w czasie i między kohortami, czyli osobnikami z tego samego rocznika. Część tej wariacji przypisaliśmy zmieniającym się warunkom środowiskowym. Zidentyfikowaliśmy negatywną relację całkowitej biomasy stada i pozytywną relację temperatury z długością ryb przy zadanej wielkości łuski. Wpływ całkowitej biomasy stada był bardzo zróżnicowany, ale wpływ temperatury był podobny u ryb o różnym tempie wzrostu. Nasze wyniki mają duże znaczenie dla badań nad długoterminowymi zmianami wzrostu ryb, podkreślając potencjalne systematyczne błędy związane z wpływem warunków środowiskowych i różnicami w tempie wzrostu osobników. Wykazaliśmy, że te systematyczne błędy należy uwzględnić w rekonstrukcjach historii wzrostu ryb z wykorzystaniem zwapniałych struktur, takich jak otolity, czy łuski.

Publikacja [A11] poszerzała naszą wiedzę na temat wielkoskalowej synchronizacji produktywności populacji ryb spowodowanej zmianami klimatu. Argumentowaliśmy w niej, że „koszt” i „korzyści” wynikające z synchronizacji cech, takich jak wzrost, zależą od kontekstu. Wbrew panującym poglądom, synchronizacja między jednostkami może faktycznie

być korzystna dla populacji, jeśli synchronizacja wzrostu jest wyższa w sprzyjających warunkach, a następnie spada w złych warunkach, kiedy przydatny może być szerszy zakres odpowiedzi (tzw. efekt portfela). Na podstawie pomiarów rocznych przyrostów w otolithach wykryliśmy rosnącą synchronię wzrostu w obrębie pięciu północnoatlantyckich populacji dorsza w odpowiedzi na sprzyjające warunki wzrostu i wielodekadową zmienność klimatu, podobną do wzorca wschodnioatlantyckiego (ang. *eastern Atlantic pattern*). Synchronizacja wewnątrz populacji różniła się od synchronizacji między populacjami, powszechnie zgłaszanej w przypadku wielkoskalowych czynników środowiskowych. Zidentyfikowaliśmy związaną z klimatem synchronizację wzrostu między poszczególnymi osobnikami również u innych gatunków ryb pelagicznych, ryb głębinowych i mały z północno-wschodniego Atlantyku. W wyniku tych analiz postawiliśmy hipotezę, że synchronizacja wzrostu w dobrych latach i asynchronia wzrostu w gorszych latach odzwierciedlają odpowiednio optymalizację cech adaptacyjnych i zabezpieczające zróżnicowanie cech, co może mieć nieoczekiwany, ale wszechobecny i stabilizujący wpływ na produktywność populacji fauny morskiej w odpowiedzi na wielkoskalowe zmiany środowiskowe.

Podsumowanie

Przedstawiona seria publikacji prezentuje wyniki oryginalnych badań ekologicznych ryb, w których zastosowane zostały metody integrujące różne techniki analizy otolithów. W badaniach tych zweryfikowany został cały szereg nowatorskich hipotez dotyczących ważnych aspektów ekologii ryb. Przedstawiona seria publikacji została zrealizowana zwykle w międzynarodowych grupach badawczych i opublikowana w renomowanych czasopismach naukowych. W przypadku sześciu publikacji wieloautorskich obejmowałem rolę autora wiodącego, w czterech publikacjach miałem znaczący wkład w ich powstanie, będąc drugim lub trzecim autorem, zaś w jednym przypadku byłem jedynym autorem artykułu. Mój wkład obejmował m.in. przygotowanie koncepcji badań, stworzenie metodyk, analizę i interpretację danych, przygotowanie pierwszych wersji maszynopisów i dalszą ich edycję.

Jak wykazano, część prac dostarcza informacji o zjawiskach ekologicznych, związanych ze wzrostem ryb, włączając w to wiedzę na temat skutków przeszłych zmian środowiskowych. Wśród prezentowanych prac są również takie, które tworzą podstawy do dalszego rozwoju i udoskonalania metod szacowania parametrów biologicznych ryb. W cyklu znalazły się również badania o charakterze ściśle metodycznym, będąc krytyczną oceną stosowanych obecnie procedur i założeń. Zatem prowadzone przeze mnie prace naukowe miały różnorodny charakter i obejmowały badania podstawowe, badania ukierunkowane aplikacyjnie, jak również badania skoncentrowane na aspektach metodycznych. Miały one jednak ten sam ogólny cel, dostarczając wiedzy naukowej koniecznej do precyzyjnego i dokładnego szacowania wybranych parametrów biologicznych i relacji ekologicznych, które stanowią podstawę do rzetelnej oceny stanu i dynamiki zasobów ryb oraz efektywnego zarządzania rybołówstwem.

Przedstawione jako osiągnięcie naukowe wyniki odnoszą się do różnych obszarów światowego oceanu. Badania, w które byłem zaangażowany, obejmują populacje ryb z ekosystemów obejmujących Morze Bałtyckie [A1, A2, A3], Morze Barentsa i rejon Lofotów [A6, A8, A9, A11], Morze Norweskie [A10], wody Islandii [A7, A8, A9, A11], ale także np.

wody wokół Wysp Owczych, fiordy zachodniej Grenlandii [A9, A11], Zatokę Świętego Wawrzyńca [A9], Morze Północne [A3, A9], wybrzeże Portugalii, i obszary Azorów [A11]. Ponadto badania te dotyczyły różnych gatunków ryb, w tym storni europejskiej [A1], śledzia atlantyckiego [A2, A3, A10], dorsza atlantyckiego [A3, A4, A6, A7, A8, A9, A11] i innych (gładzicy, ostroboka pospolitego, morszczuka zwyczajnego, *Helicolenus dactylopterus* i *Pontinus kuhlii*) włączonych w badania nad synchronizacją wzrostu między osobnikami [A11]. W opisywanych badaniach wykorzystywałem różne techniki (m.in. analizę kształtu, pomiary przyrostów, interpretację makrostruktur otolitów, analizy izotopowe), starając się określić różne parametry biologiczne i ekologiczne, np. średni wzrost na poziomie populacyjnym, plastyczność fenotypową wzrostu na poziomie osobniczym, aktywność metaboliczną, czy przynależność osobników do różnych populacji lub stad. Prezentowane prace badawcze miały zwykle charakter empiryczny, ale wykonywałem także badania wykorzystujące metody symulacyjne, a część jednego z projektów poświęcona była systematycznemu przeglądowi literatury. W swojej pracy badawczej wykorzystywałem zaawansowane metody statystyczne, włączając w to uogólnione modele efektów mieszanych i inne modele regresyjne oraz metody analizy korelacji [A1, A2, A5, A6, A7, A8, A9, A11], statystyczne techniki wykrywania zmian reżimu w seriach czasowych [A1, A2, A6], analizę falkową [A2], analizę okien przesuwnych [A1, A2, A4, A10], analizę Fouriera [A3, A4], kwantylowe modele mieszane [A10], techniki redukcji wymiarów i dekompozycji wariancji [A4], metody dyskryminacyjne wraz z nowoczesnymi algorytmami uczenia maszynowego [A3], modele równań strukturalnych [A6], bayesowskie modele mieszania [A8], a także autorskie metody symulacyjne [A5].

Podsumowując, praca w międzynarodowych grupach badawczych oraz różnorodność badanych obszarów i gatunków, mierzonych parametrów i stosowanych technik pozwoliły mi na zdobycie doświadczenia i rozwinięcie umiejętności, które mam zamiar wykorzystać w swoich przyszłych projektach badawczych. Obecnie kontynuuję prace nad wykorzystaniem otolitów ryb jako wskaźników ekologicznych. Znaczna część moich obecnych oraz planowanych badań związana jest z ekologią i stanem zasobów ryb bałtyckich, zwłaszcza gatunków pelagicznych. Zajmuję się również modelowaniem rozmieszczenia przestrzennego ryb.

Cytowana literatura

- Agardy, T. 2000. Effects of fisheries on marine ecosystems: A conservationist's perspective. ICES Journal of Marine Science, 57: 761–765.
- Barange, M., Merino, G., Blanchard, J. L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E. H., Allen, J. I., i in. 2014. Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. Nature Climate Change, 4: 211–216.
- Begg, G. A., Friedland, K. D., Pearce, J. B. 1999. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: An overview. Fisheries Research, 43: 1–8.
- Begg, G. A., Campana, S. E., Fowler, A. J., Suthers, I. M. 2005. Otolith research and application: Current directions in innovation and implementation. Marine and Freshwater Research, 56: 477–483.

- Cadrin, S. X., Kerr, L. A., Mariani, S. 2014. Stock identification methods: Applications in fishery science. Elsevier. 592 pp.
- Campana, S. E., Neilson, J. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42: 1014–1032.
- Campana, S. E., Casselman, J. M. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50: 1062–1083.
- Campana, S. E., Thorrold, S. R., Jones, C. M., Günther, D., Tubrett, M., Longerich, H., Jackson, S., i in. 1997. Comparison of accuracy, precision, and sensitivity in elemental assays of fish otoliths using the electron microprobe, proton-induced X-ray emission, and laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2079: 2068–2079.
- Campana, S. E., Thorrold, S. R. 2001. Otoliths, increments, and elements: keys to a comprehensive understanding of fish populations? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 30–38.
- Campana, S. E. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59: 197–242.
- Campana, S. E. 2005. Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, 56: 485–495.
- Casselman, J. M. 1990. Growth and relative size of calcified structures of fish. *Transactions of the American Fisheries Society*, 119: 673–688.
- Chung, M.-T., Trueman, C. N., Godiksen, J. A., Holmstrup, M. E., Grønkjær, P. 2019. Field metabolic rates of teleost fishes are recorded in otolith carbonate. *Communications Biology*, 2: 24.
- Coll, M., Shannon, L. J., Kleisner, K. M., Juan-Jordá, M. J., Bundy, A., Akoglu, A. G., Banaru, D., i in. 2016. Ecological indicators to capture the effects of fishing on biodiversity and conservation status of marine ecosystems. *Ecological Indicators*, 60: 947–962.
- Denechaud, C., Geffen, A. J., Smoliński, S., Godiksen, J. A. 2021. Otolith “spawning zones” across multiple Atlantic cod populations: Do they accurately record maturity and spawning? *PLoS ONE*, 16: e0257218.
- Fablet, R., Pecquerie, L., de Pontual, H., Høie, H., Millner, R., Mosegaard, H., and Kooijman, S. A. L. M. 2011. Shedding Light on Fish Otolith Biomineralization Using a Bioenergetic Approach. *PLoS ONE*, 6: e27055.
- Froese, R., Pauly, D. 2023. FishBase.org. www.fishbase.org (Accessed 7 July 2023).
- Geffen, A. J., Morales-Nin, B. 2013. Fish otoliths: National treasures that can enrich ICES science. *In ICES Insight*, pp. 30–35. Ed. by K. R. Eriksen.
- Grønkjær, P. 2016. Otoliths as individual indicators: a reappraisal of the link between fish physiology and otolith characteristics. *Marine and Freshwater Research*, 67: 881–888.
- Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. A., Oxman, D. S. 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the Eastern North Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS 150. 36 pp.

- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., De Moor, C. L., i in. 2020. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117: 2218–2224.
- Holmlund, C. M., Hammer, M. 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29: 253–268.
- Hüssy, K., Mosegaard, H. 2004. Atlantic cod (*Gadus morhua*) growth and otolith accretion characteristics modelled in a bioenergetics context. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 1021–1031.
- IPCC. 2019. Special Report: The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.
- Jackson, J. R. 2007. Earliest references to age determination of fishes and their early application to the study of fisheries. *Fisheries*, 32: 321–328.
- Jianzhong, G. U. O., Chi, Z., Jianchao, L. I., Yongjun, T. 2022. Inter-Annual Variabilities of the Body Weights of Two Cephalopod Species in the Yellow Sea Under Different Environmental Conditions. *Journal of Ocean University of China*, 21: 409–420.
- Jolivet, A., Fablet, R., Bardeau, J. F., De Pontual, H. 2013. How do the organic and mineral fractions drive the opacity of fish otoliths? Insights using Raman microspectrometry. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70: 711–719.
- Lee, Q., Punt, A. E. 2018. Extracting a time-varying climate-driven growth index from otoliths for use in stock assessment models. *Fisheries Research*, 200: 93–103.
- Lotze, H. K., Tittensor, D. P., Bryndum-Buchholz, A., Eddy, T. D., Cheung, W. W. L., Galbraith, E. D., Barange, M., i in. 2019. Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116: 12907–12912.
- Martino, J. C., Doubleday, Z. A., Chung, M. T., Gillanders, B. M. 2020. Experimental support towards a metabolic proxy in fish using otolith carbon isotopes. *Journal of Experimental Biology*, 223: jeb217091.
- Morrongiello, J. R., Thresher, R. E., Smith, D. C. 2012. Aquatic biochronologies and climate change. *Nature Climate Change*, 2: 849–857.
- Moyle, P. B., Leidy, R. A. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas. *In Conservation biology: The theory and practice of nature conservation preservation and management*, pp. 127–169. Springer US, Boston, MA.
- Ormerod, S. J. 2003. Current issues with fish and fisheries: Editor’s overview and introduction. *Journal of Applied Ecology*, 40: 204–213.
- Panfili, J., De Pontual, H., Troadec, H., and Wright, P. J. 2002. *Manual of Fish Sclerochronology*. Ifremer-IRD coedition, Brest, France. 464 pp.
- Reibisch, J. 1899. Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland*, 4: 233–248.
- Reis-Santos, P., Condini, M. V., Albuquerque, C. Q., Saint, T. D., Garcia, A. M., Gillanders,

- B. M., Tanner, S. E. 2021. El Niño – Southern Oscillation drives variations in growth and otolith El Ni n chemistry in a top predatory fish. *Ecological Indicators*, 121: 106989.
- Reis-Santos, P., Gillanders, B. M., Sturrock, A. M., Izzo, C., Oxman, D. S., Lueders-Dumont, J. A., Hüsey, K., i in. 2022. Reading the biomineralized book of life: Expanding otolith biogeochemical research and applications for fisheries and ecosystem-based management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33: 411–449.
- Richardson, A. J., Poloczanska, E. S. 2008. Under-Resourced, Under Threat. *Science*, 320: 1294–1295.
- Sadighzadeh, Z., Tuset, V. M., Valinassab, T., Dadpour, M. R., Lombarte, A. 2012. Comparison of different otolith shape descriptors and morphometrics for the identification of closely related species of *Lutjanus* spp. from the Persian Gulf. *Marine Biology Research*, 8: 802–814.
- Schulz-Mirbach, T., Heß, M., Metscher, B. D. 2013. Sensory epithelia of the fish inner ear in 3D: Studied with high-resolution contrast enhanced microCT. *Frontiers in Zoology*, 10: 1–11.
- Smoliński, S., Berg, F. 2022. Varying relationships between fish length and scale size under changing environmental conditions – Multidecadal perspective in Atlantic herring. *Ecological Indicators*, 134: 108494.
- Sturrock, A. M., Trueman, C. N., Darnaude, A. M., Hunter, E. 2012. Can otolith elemental chemistry retrospectively track migrations in fully marine fishes? *Journal of Fish Biology*, 81: 766–795.
- Sturrock, A. M., Hunter, E., Milton, J. A., Johnson, R. C., Waring, C. P., Trueman, C. N. 2015. Quantifying physiological influences on otolith microchemistry. *Methods in Ecology and Evolution*, 6: 806–816.
- Tanner, S. E., Giacomello, E., Menezes, G. M., Mirasole, A., Neves, J., Sequeira, V., Vasconcelos, R. P., i in. 2020. Marine regime shifts impact synchrony of deep-sea fish growth in the Northeast Atlantic. *Oikos*, 129: 1781–1794.
- Thorson, J. T., Cope, J. M., Kleisner, K. M., Samhuri, J. F., Shelton, A. O., Ward, E. J. 2015. Giants’ shoulders 15 years later: Lessons, challenges and guidelines in fisheries meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 16: 342–361.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J. K., Branch, T. A., Collie, J. S., Costello, C., Fogarty, M. J., i in. 2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science*, 325: 578–585.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej

Wykaz moich osiągnięć naukowych został przedstawiony w załącznikach nr 6 i 7 (odpowiednio w języku polskim i angielskim). Poniżej omówiłem najważniejsze aspekty mojej aktywności naukowej.

W trakcie studiów magisterskich na kierunku Ochrona środowiska ze specjalnością hydrobiologia i ochrona wód Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu, wspierałem realizację grantu naukowego pt. *Stracone pokolenie: dynamika populacji Baetis liebenauae (Ephemeroptera) w zmienionych przez zbiorniki zaporowe warunkach termicznych rzeki Gwdy*. Mój udział dotyczył badań nad lipieniem europejskim, który wchodził w interakcje ekologiczne z wymienionym wyżej gatunkiem jętek. W czerwcu 2013 roku obroniłem pracę magisterską pt. *Wybiórczość pokarmowa i tempo wzrostu lipieni (Thymallus thymallus) z wybranych rzek Pomorza*. Opracowane w tym okresie wyniki zostały później opublikowane w artykule naukowym [C2] (uzupełnienie listy moich publikacji i wystąpień konferencyjnych wraz z identyfikatorami znajduje się w końcowej części autoreferatu). Za swoją pracę magisterską otrzymałem w 2014 roku Nagrodę III stopnia w Konkursie im. Profesora Mariana Gieysztorza przyznaną przez Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne.

W listopadzie 2013 roku zostałem zatrudniony na stanowisku specjalisty w Zakładzie Logistyki i Monitoringu Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego (MIR – PIB). W początkowym okresie mojej pracy w MIR – PIB brałem udział w projekcie *ZOSTERA- Restytucja kluczowych elementów ekosystemu Zatoki Puckiej Wewnętrznej*. Byłem również zaangażowany w monitoring ichtiofauny w polskiej strefie ekonomicznej Bałtyku realizowany na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Jednym z rezultatów tych badań była publikacja [B1] opisująca rozwój metodyki oceny stanu ekologicznego polskich wód przejściowych na podstawie zbiorowisk ichtiofauny, a także rozdział monografii pt. *Wskaźniki ichtiofauny w ocenie stanu środowiska morskiego* [E8]. Współtworzyłem *Przewodnik metodyczny do badań terenowych i analiz laboratoryjnych ichtiofauny w wodach przejściowych i przybrzeżnych w ramach monitoringu diagnostycznego ichtiofauny* opublikowany przez Bibliotekę Monitoringu Środowiska w Warszawie [E2]. Ponadto byłem jednym z redaktorów kompleksowej monografii pt. *Ocena stanu środowiska Polskich Obszarów Morskich Bałtyku na podstawie danych monitoringowych z roku 2014 na tle dziesięciolecia 2004-2013* opracowanej wraz z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB oraz Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska i wydanej nakładem Biblioteki Monitoringu Środowiska w Warszawie [E6].

Uczestniczyłem w pracach Komisji Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku (tzw. Komisji Helsińskiej) w zakresie projektów *Operationalization of HELCOM core indicators (HELCOM CORESET)* oraz *Project for Baltic-wide assessment of coastal fish communities in support of an ecosystem-based management (HELCOM FISH-PRO)* odnoszących się do rozwoju wskaźników stanu środowiska Morza Bałtyckiego na podstawie analizy zbiorowisk ryb. Prace te zaowocowały m.in. podręcznikiem metodycznym *“Guidelines for coastal fish monitoring of*

HELCOM [E5] oraz raportem *Status of coastal fish communities in the Baltic Sea during 2011-2016 – the third thematic assessment* [E12] wydanym przez Komisję w Helsinkach. Kontynuując te prace w międzynarodowym zespole, w 2023 roku złożyliśmy do recenzji w czasopiśmie ICES Journal of Marine Science maszynopis dotyczący rozwoju wskaźników stanu środowiska opartych o dane dotyczące długości osobników w zbiorowisku ryb [D1].

W 2015 roku rozpocząłem pracę w Zakładzie Zasobów Rybackich MIR – PIB, gdzie następnie w 2016 roku objąłem stanowisko asystenta naukowego. W tym okresie uczestniczyłem m.in. w trzech projektach naukowych współfinansowanych ze źródeł europejskich: *Blue growth boundaries in novel Baltic food webs (BONUS BLUEWEBS)*, *Biodiversity changes – causes, consequences and management implications (BONUS BIO-C3)*, a także *Integrating spatial processes into ecosystem models for sustainable utilisation of fish resources (BONUS INSPIRE)*. Wśród rezultatów tych projektów znalazły się artykuły [A2, B2, C1] oraz raporty naukowe [np. E9, E10].

Jednocześnie, w latach 2015-2018 uczestniczyłem w Studium Doktoranckim Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie. Wspomniane artykuły [B1 i B2] oraz kolejna praca [A1] składały się na cykl włączony do mojej dysertacji doktorskiej. W lutym 2018 roku obroniłem z wyróżnieniem rozprawę pt. *Reakcja ichtiofauny na zmienność warunków środowiskowych w południowym Bałtyku*, otrzymując stopień naukowy doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie Oceanologia (załącznik nr 3).

W okresie od listopada 2018 roku do grudnia 2021 roku pracowałem na stanowisku *postdoctoral fellow* w norweskim Instytucie Badań Morskich (IMR) w Bergen. Moim głównym zobowiązaniem w tej instytucji była realizacja projektu *Long-term otolith and bivalve growth chronologies in relation to cod stock dynamics and climate in the Northeast Atlantic* finansowanego przez Islandzki Fundusz Badawczy (*Icelandic Research Fund - RANNIS*). W ramach tego projektu współpracowałem z osobami z wielu instytucji naukowych zlokalizowanych w Norwegii, Islandii, Dani, Portugalii, Holandii, Stanach Zjednoczonych, Australii i Anglii. Moja istotna aktywność naukowa realizowana w tej zagranicznej jednostce naukowej została udokumentowana serią 15 artykułów [A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, C2, C3, C4, C5, C7, C8], w których afiliowałem IMR. W 2020 roku nasz artykuł dotyczący wzrostu dorsza w Morzu Barentsa i rejonie Lofotów [A6] został wyróżniony nagrodą za najlepszą pracę opublikowaną w 2020 roku przez pracowników IMR. Uznaliśmy to za duży sukces, mając na uwadze, że jest to jedna z największych i najbardziej aktywnych instytucji zajmujących się badaniami morza w Europie, zatrudniająca około 1100 pracowników, stąd konkurencja i wartość merytoryczna innych rozpatrywanych prac była bardzo wysoka.

Przebywając w Norwegii, oprócz realizacji podstawowych zadań w Grupie Badawczej Ryb Demersalnych, nawiązałem ścisłą współpracę z Grupą Uczenia Maszynowego, obejmującą pracowników Uniwersytetu w Bergen oraz IMR. Wyniki wspólnych badań, odnoszących się głównie do wykorzystania algorytmów uczenia maszynowego w zadaniach predykcji wieku ryb na podstawie zwapniałych struktur (tj. łusek i otolitów), zostały zaprezentowane w publikacjach [C3 i C5] oraz maszynopisie, który jest aktualnie w recenzji [D2]. Od 2020

roku prowadzę również współpracę z amerykańskimi ośrodkami naukowymi, zwłaszcza pracownikami National Oceanic and Atmospheric Administration. Wspólne badania dotyczą głównie modelowania przestrzennego rozmieszczenia wybranych gatunków ryb w rejonie północno-zachodniego Atlantyku. Wynikiem tych prac były artykuły opublikowane w czasopismach naukowych [C4, C7, C12]. Obecnie realizuję kolejne badania z tymi ośrodkami naukowymi.

W trakcie mojej pracy w Norwegii zostałem awansowany na stanowisko adiunkta w Zakładzie Zasobów Rybackich MIR – PIB. Po powrocie do kraju w grudniu 2020 roku kontynuowałem pracę dla IMR, obejmując część etatu w MIR – PIB i łącząc pracę dla tych dwóch instytucji badawczych. Publikacje w czasopismach naukowych, w których afiliowałem MIR – PIB, obejmują łącznie 21 tytułów [A1, A2, A3, A8, A9, A10, A11, B1, B2, C1, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13]. Za swoją działalność publikacyjną zostałem dotychczas ośmiokrotnie (lata 2016-2023) nagrodzony przez Dyrektora Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego.

Większość współtworzonych przeze mnie artykułów dotyczyła różnych aspektów ekologii ryb, ale w jednym przypadku tematem była ekologia roztoczy *Varroa destructor* pasożytujących na pszczole miodnej *Apis mellifera* [C9]. Badania te zostały wykonane we współpracy z pracownikami Uniwersytetu Adama Mickiewicza i Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wykazaliśmy, że wyższe temperatury wiosną i jesienią nasilają inwazję roztoczy *V. destructor* w rodzinach pszczół. Ponadto stwierdziliśmy, że na inwazję roztoczy wpływają takie czynniki, jak wielkość populacji pszczół i czerwiu, a także łączenie kolonii, wykazując różnice w zależności od pochodzenia pszczół. Podkreśliliśmy znaczącą rolę wpływu klimatu na populacje pszczół i dostępność czerwiu i regulowanie inwazji *V. destructor*. Tematyka pracy [C9] jest zbieżna z dziedziną i dyscypliną nauki, której dotyczy przedłożony wniosek. Artykuł [C9], którego byłem pierwszym i wiodącym autorem uzyskał wyróżnienie przyznane przez Oddział Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku za pracę opublikowaną w 2021 roku w zakresie nauk biologicznych i rolniczych.

Od początku mojej pracy w MIR – PIB aktywnie uczestniczę w realizowanym przez Instytut Narodowym Programie Zbierania Danych Rybackich. Początkowo wiązało się to z uczestnictwem w rejsach na polskich jednostkach rybackich w roli obserwatora, później głównie koordynowaniem i przygotowaniem danych dotyczących śledzia bałtyckiego. Częściowo zbiega się to z działalnością naukową w ramach projektów statutowych MIR – PIB, gdzie pełnię rolę kierownika zadania dotyczącego charakterystyki biologicznej ryb pelagicznych poławianych komercyjnie w ramach tematu statutowego pt. *Dynamika populacji ważnych dla polskiego rybołówstwa gatunków ryb w Bałtyku*. Uczestniczę również w innych badaniach statutowych pt. *Skład populacyjny śledzi z południowego Bałtyku*. Działania te tworzą istotną podstawę stanowiącą wkład Polski do corocznych ocen stanu zasobów ryb realizowanych w ramach Międzynarodowej Rady Badań Morza w Kopenhadze (ICES). Od 2014 roku biorę aktywny udział w pracach Rady, włączając w to pełnienie funkcji zastępcy narodowego członka Komisji Naukowej ICES (*Science Committee - SCICOM*), koordynatora stada śledzia Centralnego Bałtyku [E11, E16] oraz udział w grupie roboczej zajmującej się oceną rybołówstwa bałtyckiego (*Baltic Fisheries Assessment Working Group*)

i przygotowaniem corocznej podstawy doradztwa naukowego w zakresie przyszłych kwot połowowych [E13, E14, E17]. Uczestniczę również w grupie roboczej zajmującej się parametrami biologicznymi ryb (*Working Group on Biological Parameters*) [E7] oraz grupach przygotowujących wstępne doradztwo naukowe w zakresie eksploatacji zasobów ryb Arktyki i Północno-Zachodniego Atlantyku (*Advice Drafting Group for Arctic and North-Western fish stocks*) i ryb dobijakowatych (*Sandeel Advice Drafting Group*). Byłem również jednym z założycieli *Strategic Initiative on Integration of Early Career Scientists* w ICES. Realizując zadania tej ostatniej grupy, byłem wiodącym autorem artykułu przedstawiającego analizę bibliometryczną wkładu młodych naukowców w badania morza [C11].

W trakcie swojej pracy naukowej brałem aktywny udział w szeregu międzynarodowych i krajowych konferencji, gdzie prezentowałem wyniki badań związanych z biologią i ekologią ryb, a kilka moich wystąpień nagrodzonych zostało w konkursach na najlepszy referat lub poster, w tym np. Nagrodą Jury oraz Towarzystwa Ichtiologicznego Tajwanu (*The Ichthyological Society of Taiwan*) za poster naukowy zaprezentowany w trakcie *6th International Otolith Symposium* w Keelung w Tajwanie [F15]. Pełna lista 23 wystąpień naukowych [F1-F23] przedstawianych na konferencjach (z czego 20 prezentowałem osobiście) została zamieszczona w **dalszej części autoreferatu i załącznikach 6 i 7**. Brak mojej aktywności konferencyjnej w latach 2020 i 2021 wynika głównie z obostrzeń nałożonych w związku z pandemią koronawirusa.

Kilkukrotnie (luty 2014, listopad 2015, maj 2017) jako członek ekipy naukowej na pokładzie jednostki RV *Baltica* brałem udział w wielodniowych rejsach badawczych realizowanych w rejonie południowego Bałtyku. We wrześniu 2017 roku oraz wrześniu i październiku 2018 roku pełniłem funkcję kierownika rejsów. Omawiane rejsy były częścią międzynarodowych programów *Baltic International Acoustic Survey* i *Baltic International Trawl Survey* koordynowanych przez ICES. Z kolei w październiku 2019 roku jako członek ekipy naukowej wziąłem udział w norweskim rejsie badawczym w rejonie przybrzeżnym Morza Barentsa (*Barents Sea Coastal Survey*) na pokładzie jednostki RV *Johan Hjort*.

Wykonywałem recenzje artykułów naukowych dla 19 renomowanych międzynarodowych czasopism naukowych znajdujących się w bazie JCR (kompletna lista została przedstawiona w **załącznikach 6 i 7**). Recenzowałem także jeden wniosek grantowy dla The Fram Centre - High North Research Centre for Climate and the Environment w Tromsø (Norwegia) oraz uczestniczyłem w procesie recenzenckim *Western Pacific Stock Assessment Review* wykonanym dla Western Pacific Regional Fishery Management Council w Honolulu (Stany Zjednoczone) [E15]. Ponadto, byłem członkiem komisji egzaminacyjnej i recenzentem pracy zaliczeniowej Clementa Wanga pt. *Identical extrinsic drivers of interannual otolith growth produce varying responses from two tropical snappers across the Indo-Pacific region* na Uniwersytecie Technologicznym Nanyang (Singapur). Byłem również recenzentem pracy magisterskiej Ester Shoopala pt. *Stock separation of the shallow-water hake *Merluccius capensis* in the Benguela using otolith shape analysis and parasite infestation* na Uniwersytecie Namibijskim. W latach 2021-2022 uczestniczyłem w programie stażowym dla nowych redaktorów w ICES Journal of Marine Science – jednego z najbardziej renomowanych międzynarodowych czasopism naukowych w zakresie nauk o morzu, biologii morza

i oceanografii rybackiej. W 2022 roku dołączyłem do Rady Redakcyjnej ICES Journal of Marine Science jako redaktor (ang. *editor*).

W 2022 roku zostałem powołany przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi do międzynarodowej Naukowej Grupy Koordynacyjnej zajmującej się Porozumieniem o zapobieganiu nieuregulowanemu rybołówstwu pełnomorskiemu na Środkowym Oceanie Arktycznym (*Scientific Coordinating Group of the Agreement to prevent Unregulated High Seas Fisheries in the central Arctic Ocean*). Od 2023 pełnię również rolę członka Komitetu Naukowego do spraw przestrzennych środków ochrony śledzia w Morzu Bałtyckim (*Scientific Committee for the Spatial Measures on Herring in the Baltic Sea*) powołanego przez Szwedzką Agencję do spraw Gospodarki Morskiej i Wodnej (*Swedish Agency for Marine and Water Management*). Jestem również członkiem *Management Committee* w sieci naukowej European Cooperation in Science and Technology (COST) pt. *Unifying approaches to Marine Connectivity for Improved Resource Management for the Seas*.

Oprócz projektów naukowych o charakterze podstawowym i aplikacyjnym byłem zaangażowany w szereg projektów realizowanych na zlecenie podmiotów komercyjnych. Wśród nich znalazły się obszerne badania i analizy dotyczące oceny oddziaływania na środowisko przedsięwzięć realizowanych w obszarach morskich, czy opracowywania uwarunkowań przyrodniczych do planów zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich. Byłem również współautorem wielu ekspertyz i raportów przygotowanych na zlecenie organów administracji państwowej, jak analizy służące ocenie stanu środowiska zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz Ramowej Dyrektywy ds. Strategii Morskiej, czy ocenie stanu zasobów ryb i wpływu presji rybołówstwa na te zasoby.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Moje dotychczasowe zatrudnienie obejmowało wyłącznie stanowiska badawcze (a nie badawczo-dydaktyczne, dawniej naukowo-dydaktyczne) w instytutach badawczych. Prowadząc działalność o takim charakterze w MIR – PIB, w latach 2016 i 2021 pełniłem dodatkowo rolę opiekuna czterech staży w ramach interdyscyplinarnego programu stażowego dla studentów Nauk o Ziemi organizowanego przez Uniwersytet Gdański przy finansowaniu z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. W trakcie mojej pracy w norweskim IMR włączyłem się w działania EAF-Nansen Programme, czyli projektu partnerskiego pomiędzy IMR, norweską agencją Norad i Organizacją Narodów Zjednoczonych mającego na celu wspieranie krajów rozwijających się w ich wysiłkach na rzecz wdrażania podejścia ekosystemowego do zarządzania rybołówstwem. W 2021 roku byłem organizatorem i głównym instruktorem w trakcie trzydniowych warsztatów *Otolith shape analysis training workshop* przeprowadzonych na zlecenie Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*). Warsztaty, w których uczestniczyło kilkudziesięciu badaczy, głównie z krajów afrykańskich

(m.in., Angola, Namibia, Maroko, Tunezja, Algieria, RPA) i innych, planowane były w Kapsztadzie, ale z powodu pandemii koronawirusa odbyły się wirtualnie.

W 2019 roku na Corocznej Konferencji Naukowej ICES w Göteborgu w Szwecji współorganizowałem i prowadziłem sesję tematyczną zatytułowaną *Advances in habitat models to inform ecosystem-based management: From theory to practice*. W 2022 roku byłem członkiem *Scientific Steering Committee* międzynarodowej konferencji *4th ICES/PICES Early Career Scientists Conference*, która odbyła się w St. John's w Kanadzie. W tym samym roku jako członek Komitetu Organizacyjnego zajmowałem się *Konferencją Naukową Polskich Badaczy Morza*, gdzie prowadziłem jedną z sesji tematycznych. Współdziałałem także w ramach Sopockiego Towarzystwa Naukowego, włączając się w organizację międzynarodowej konferencji *International Sopot Youth Conference* w latach 2018, 2021, 2022 i 2023.

W 2023 roku zostałem nominowany do gremium *Baltic Fellows* Fundacji Björna Carlsonsa (dawne *Baltic2020*) stworzonego w celu zwrócenia uwagi na problemy środowiskowe i konieczność działań zmierzających do poprawy stanu ekosystemu Morza Bałtyckiego. Dotychczas w ramach działania tego gremium powstała seria tematycznych materiałów promocyjnych w formie wideo, zaś planowana jest seria artykułów opiniotwórczych. W 2016 roku brałem także udział w spotkaniu popularnonaukowym *PANel Wiedzy* organizowanym przez Radę Samorządu Doktorantów PAN, gdzie prezentowałem referat na temat identyfikacji stad śledzia na podstawie analizy otolitów. Udzielałem również wywiadów o tematyce popularnonaukowej, które zostały opublikowane w formie podcastów *Two bees in a podcast* (kanał prowadzony przez University of Florida's Honey Bee Research and Extension Laboratory), kanału Radia Naukowego oraz Letniej Akademii Młodych Badaczy. Wspieram również MIR – PIB, ICES i redakcję ICES Journal of Marine Science poprzez udział w promocji ich działalności (m.in. filmy promocyjne w serii *Eye on the Experts*, *SmartNet - Sustainability of marine ecosystems through global knowledge networks*).

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

Lista pozostałych (niewłączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe) artykułów naukowych opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora:

- **B1: Smoliński, S.**, Całkiewicz, J., 2015, *A fish-based index for assessing the ecological status of Polish transitional and coastal waters*, *Marine Pollution Bulletin*, 101, 497–506, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.065>
- **B2: Smoliński, S.**, Radtke K., 2017, *Spatial prediction of demersal fish diversity in the Baltic Sea: comparison of machine learning and regression-based techniques*, *ICES Journal of Marine Science*, 74, 102–111, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw136>

Lista pozostałych (niewłączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe) artykułów naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora:

- **C1:** Smoliński, S., 2019, *Incorporation of optimal environmental signals in the prediction of fish recruitment using random forest algorithms*, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 76(1), 15–27, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2017-0554>
- **C2:** Smoliński, S., Glazaczow, A., 2019, *Cascading effects of temperature alterations on trophic ecology of European grayling (*Thymallus thymallus*)*, Scientific Reports, 9:18358, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55000-5>
- **C3:** Myers, S.C., Thorsen, A., Smoliński, S., Godiksen, J. A., Malde, K., Handegard, N.O., 2020, *An efficient protocol and data set for automated otolith image analysis*. Geoscience Data Journal, 7, 80–88. <https://doi.org/10.1002/gdj3.86>
- **C4:** Friedland, K., Bachman, M., Davies, A., Frelat, R., McManus, C., Morse, R., Pickens, B., Smoliński, S., Tanaka, K., 2021, *Machine learning highlights the importance of primary and secondary production in determining habitat for marine fish and macroinvertebrates*, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 31(6), 1482–1498, <https://doi.org/10.1002/aqc.3527>
- **C5:** Vabø, R., Moen, E., Smoliński, S., Husebø, Å., Handegard, N. O., Malde, K., 2021, *Automatic interpretation of salmon scales using deep learning*, Ecological Informatics, 101322, <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101322>
- **C6:** Lejk, A., Smoliński, S., Radtke, G., Martyniak, A., 2021, *Higher growth variability and stronger responses to temperature changes in wild than hatchery-reared sea trout (*Salmo trutta* L.)*, Ecology and Evolution, 11, 10207–10224, <https://doi.org/10.1002/ece3.7827>
- **C7:** Friedland, K., Smoliński, S., Tanaka, K., 2021, *Contrasting patterns in the occurrence and biomass centers of gravity among fish and macroinvertebrates in a continental shelf ecosystem*, Ecology and Evolution, 11, 2050–2063, DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.7150>
- **C8:** Siple, M. C., Koehn, L. E., Johnson, K. F., Punt, A. E., Canales, T. M., Carpi, P., de Moor, C. L., De Oliveira, J. A. A., Gao, J., Jacobsen, N. S., Lam, M. E., Licandeo, R., Lindegren, M., Ma, S., Óskarsson, G. J., Sanchez-Marño, S., Smoliński, S., Surma, S., Tian, Y., Tommasi, D., Gutiérrez T., M., Trenkel, V., Zador, S. G., Zimmermann, F., 2021, *Considerations for management strategy evaluation for small pelagic fishes*, Fish and Fisheries, 22(6), 1167–1186, <https://doi.org/10.1111/faf.12579>
- **C9:** Smoliński, S., Langowska, A., Głazaczow, A., 2021, *Raised seasonal temperatures reinforce autumn Varroa destructor infestation in honey bee colonies*, Scientific Reports 11, 22256, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01369-1>
- **C10:** Behrens, J. W., Ryberg, Maria P., van Deurs, M., Eschbaum, R., Florin, A-B., Grygiel, Q., Herrmann, J. P., Huwer, B., Knospina, E., Nõomaa, K., Oesterwind, D., Polte, P., Smoliński, S., Ustups, D., Ojaveer, H., 2022, *Seasonal depth distribution and thermal experience of the non-indigenous round goby in the Baltic Sea: implications to key trophic relations*, Biological Invasions, 24, 527–541, <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02662-w>

- **C11: Smoliński, S.**, 2022, *Counting stars: contribution of early career scientists to marine and fisheries sciences*, ICES Journal of Marine Science, 79, 2351-2361, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac187>
- **C12:** Friedland, K. D., Tanaka, K. R., **Smoliński, S.**, Wang, Y., Hodgdon, C., Mazur, M., Wiedenmann, J., Goetsch, C., Pendleton, D. E., 2023, *Trends in area of occurrence and biomass of fish and macroinvertebrates on the Northeast US Shelf ecosystem*, Marine and Coastal Fisheries, 15.2, e10235
- **C13:** Olsson, J., Andersson, M. L., Bergström, U., Arlinghaus, R., Audzijonyte, A., Berg, S., Briekmane, L., Dainys, J., Ravn, H. D., Droll, J., Dziemian, Ł., Fey, D. P., van Gemert, R., Greszkiewicz, M., Grochowski, A., Jakubavičiūtė, E. Lozys, L., Lejk, A. M., Mustamäki, N., Naddafi, R., Olin, M., Saks, L., Skov, C., **Smoliński, S.**, Svirgsden, R., Tiainen, J., Östman, Ö., 2023, *A pan-Baltic assessment of temporal trends in coastal pike populations*, Fisheries Research, 260, 106594, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016578362200371X>

Tabela 2. Podsumowanie bibliometryczne publikacji niewłączonych do cyklu przedstawionego jako osiągnięcie naukowe.

| Identyfikator publikacji | Czasopismo | Rok publikacji | IF ⁴ | Punkty MEiN ⁵ | Liczba cytowań ⁶ | |
|--------------------------|--|----------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|----|
| | | | | | WoS | GS |
| B1 | Marine Pollution Bulletin | 2015 | 3.099 | 140 | 5 | 8 |
| B2 | ICES Journal of Marine Science | 2017 | 2.906 | 140 | 38 | 60 |
| C1 | Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences | 2019 | 2.849 | 100 | 11 | 12 |
| C2 | Scientific Reports | 2019 | 3.998 | 140 | 4 | 7 |
| C3 | Geoscience Data Journal | 2020 | 1.778 | 70 | 1 | 1 |
| C4 | Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems | 2021 | 3.254 | 100 | 7 | 8 |
| C5 | Ecological Informatics | 2021 | 4.498 | 100 | 9 | 11 |

⁴ *Impact Factor* na podstawie *Journal Citation Reports* publikowanych przez Thomson Reuters/Clarivate Analytics dla roku publikacji artykułu; w przypadku artykułów opublikowanych w roku 2023 podano IF dla 2022 roku

⁵ punkty podane zgodnie z wykazem załączonym do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych

⁶ liczba cytowań według bazy *Web of Science* (WoS) i *Google Scholar* (GS).

| | | | | | | |
|--|--------------------------------|------|---------------|-------------|------------|------------|
| C6 | Ecology and Evolution | 2021 | 3.167 | 100 | 1 | 1 |
| C7 | Ecology and Evolution | 2021 | 3.167 | 100 | 10 | 15 |
| C8 | Fish and Fisheries | 2021 | 7.401 | 200 | 18 | 22 |
| C9 | Scientific Reports | 2021 | 4.996 | 140 | 7 | 8 |
| C10 | Biological Invasions | 2021 | 3.605 | 100 | 9 | 11 |
| C11 | ICES Journal of Marine Science | 2022 | 3.3 | 140 | 1 | 1 |
| C12 | Marine and Coastal Fisheries | 2023 | 1.7 | 70 | 0 | 1 |
| C13 | Fisheries Research | 2023 | 2.4 | 100 | 8 | 12 |
| Suma IF, punktów MSiSW i liczby cytowań | | | 52.118 | 1740 | 129 | 178 |

Zbiorcza tabela przedstawiająca wskaźniki bibliometryczne dotyczące wszystkich moich publikacji (grupa **A, B i C**) znajduje się w **załącznikach 6 i 7** dołączonych do wniosku (odpowiednio w języku polskim i angielskim).

Lista artykułów w trakcie recenzji:

- **D1:** Östman, Ö., Hommik, K., Bolund, E., Heikinheimo, O., Olin, M., Lejk, A. M., Svirgsden, R., **Smoliński, S.**, Olsson, O., *Size-based indicators for assessments of ecological status of coastal fish communities* (w trakcie recenzji w czasopiśmie *ICES Journal of Marine Science*)
- **D2:** Moen, E., Vabø, R., **Smoliński, S.**, Denechaud, C., Handegard, N. O., Malde, K., *Age interpretation of cod otoliths using deep learning* (w trakcie recenzji w czasopiśmie *Ecological Informatics*)
- **D3:** **Smoliński, S.**, Gutkowska, J., *Otolith biochronology for the long-term reconstruction of growth and stock dynamics of fish* (w trakcie recenzji w czasopiśmie *Reviews in Fish Biology and Fisheries*)

Lista innych wybranych publikacji, raportów i recenzowanych rozdziałów monografii:

- **E1:** ICES, 2014, *Report of the Workshop on Growth-increment Chronologies in Marine Fish: climate-ecosystem interactions in the North Atlantic*, ICES Expert Group reports, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8852>
- **E2:** Psuty I., Wandzel T., Lejk A., Podolska M., Zaporowski R., **Smoliński S.**, Grochowski A., Wodzinowski T., 2014, *Przewodnik metodyczny do badań terenowych i analiz laboratoryjnych ichtiofauny w wodach przejściowych i przybrzeżnych w ramach monitoringu diagnostycznego ichtiofauny*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

- **E3:** Olsson J., Bergström L., Lappalainen A., Heikinheimo O., Ådjers K., Saks L., Svirgsden R., Kruze E., Briekmane L., Lozys L., Dainys, J., Jakubaviciute E., Lejk A., **Smoliński S.**, Winkler H., Schulz N., Stottrup J., 2015, *Abundance of key coastal fish species_HELCOM core indicator 2015*, HELCOM, Helsinki
- **E4:** Olsson J., Bergström L., Lappalainen A., Heikinheimo O., Ådjers K., Saks L., Svirgsden R., Kruze E., Briekmane L., Lozys L., Dainys, J., Jakubaviciute E., Lejk A., **Smoliński S.**, Winkler H., Schulz N., Stottrup J., 2015, *Abundance of coastal fish key functional groups_HELCOM core indicator 2015*, HELCOM, Helsinki
- **E5:** Olsson J., Bergström L., Lappalainen A., Heikinheimo O., Ådjers K., Saks L., Svirgsden R., Kruze E., Lozys L., Lejk A., **Smoliński S.**, Winkler H., Schulz N., Stottrup J. (2015), *Guidelines for Coastal fish Monitoring of HELCOM*, HELCOM, Helsinki
- **E6:** Krzyimiński W., Zalewska T., **Smoliński S.** (red.), 2015, *Ocena środowiska Polskich Obszarów Morskich Bałtyku na podstawie danych monitoringowych z roku 2014 na tle dziesięciolecia 2004-2013*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa
- **E7:** ICES, 2015, *First Interim Report of the Working Group on Working Group on Biological Parameters (WGBIOP), 7-11 September 2015, Malaga, Spain*, ICES CM 2015/SSGIEOM:08, 67 pp, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8635>
- **E8:** **Smoliński S.**, 2016, *Wskaźniki ichtiofauny w ocenie stanu środowiska morskiego, 95-lecie Morskiego Instytutu Rybackiego: aktualne tematy badań naukowych, Tom II: Stan środowiska południowego Bałtyku* (red. Psuty, I.)
- **E9:** Lehtiniemi, M., Bonsdraf, E., Funk, S.C., Herlevi, H., Huwer, B., Jaspers, C., Kotta, J., Kotterba, P., Lesutiene, J., Margonski, P., Mattern, S., Niemax, J., Nurske, K., Oesterwind, D., Ojaveer, H., Puntilla, R., Skabeikis, A., **Smoliński, S.**, Temming, A., Törnroos, A., i in., 2017, *Report assessing the effects of key NIS on ecosystem functioning*, DOI:10.3289/BIO-C3_D2.3
- **E10:** Horbowy, J., Luzeńczyk, A., **Smoliński, S.**, 2017, *Assessments of herring stocks in the Central Baltic Herring area and sprat stock in the whole Baltic by former assessment units (AUs)*, BONUS INSPIRE Project
- **E11:** ICES, 2018, *Report of the workshop on mixing of western and central Baltic herring stocks (WKMixHER)*, 11–13 September 2018, Gdynia, Poland. ICES CM 2018/ ACOM: 63, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.19291127>
- **E12:** Olsson, J., Naddafi, R., Brown, E., Lejk, A., **Smoliński, S.**, Bergström, L., 2018, *Status of coastal fish communities in the Baltic Sea during 2011-2016 – the third thematic assessment*, HELCOM, Helsinki
- **E13:** ICES, 2021, *Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS)*, ICES Scientific Reports, 3:53, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8187>
- **E14:** ICES, 2022, *Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS)*, ICES Scientific Reports, 4:44, <http://doi.org/10.17895/ices.pub.19793014>
- **E15:** **Smoliński, S.**, 2022, *External Independent Peer Review under the Western Pacific Stock Assessment Review framework. Level 1 and Level 2 Essential Fish Habitat Models for the Main Hawaiian Islands Uku (Aprion virescens)*, WPSAR, Honolulu, USA

- **E16:** ICES, 2023, *Benchmark Workshop on Baltic Pelagic stocks (WKBBALTPEL)*, ICES Scientific Reports. 5:47, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23216492>
- **E17:** ICES, 2023, *Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS)*, ICES Scientific Reports, 5:58, <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23123768>

Lista wystąpień na konferencjach naukowych:

- **F1: Smoliński S.**, 2013, *Food selectivity and growth rate of European grayling (*Thymallus thymallus*) in selected rivers of Pomerania.*, II Konferencja Młodych Naukowców z okazji Dnia Wody, Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań, referat ustny
- **F2: Smoliński S.**, 2014, *Analiza kształtu otolitów: narzędzie do poznania struktury populacyjnej śledzi południowego Bałtyku*, XIII Sympozjum Młodych Oceanografów, Instytut Oceanografii UG, Gdynia, referat ustny
- **F3: Smoliński S.**, 2014, *Jak wyśledzić śledzia? Identyfikacja stad ryb na podstawie analizy kształtu otolitów*, IV Konferencja Młodych Naukowców z okazji Dnia Wody, Uniwersytet Adama Mickiewicza, Poznań, referat ustny
- **F4: Smoliński S.**, 2015, *W drodze do automatyzacji- analiza kształtu otolitów w identyfikacji gatunkowej ryb*, VII Sympozjum Ogólnopolskie Sopotckie Forum Młodych, Instytut Oceanologii PAN, Sopot, referat ustny
- **F5: Smoliński S.**, Całkiewicz J., 2015, *Multimetryczny indeks ichtiofauny wód przejściowych i przybrzeżnych*, Krajowa Konferencja Naukowa Bałtyk 2015 pt. Stan, trendy zmian oraz współczesne metody monitorowania środowiska Morza Bałtyckiego, Instytut Oceanologii PAN, Sopot, poster
- **F6: Smoliński S.**, 2016, *Game on! Machine learning in ecological modeling*, International Sopot Youth Conference, Instytut Oceanologii PAN, Sopot, referat ustny
- **F7: Smoliński S.**, Mirny Z., 2016, *Synchrony of climate and fish growth patterns based on multidecadal otolith biochronology of the short-lived European flounder (*Platichthys flesus*)*, ICES Annual Science Conference, Ryga, poster
- **F8: Smoliński S.**, Radtke K., 2016, *Spatial prediction of demersal fish diversity in the Baltic Sea: comparison of machine learners and regression-based techniques*, 51st European Marine Biology Symposium, Rodos, poster
- **F9: Smoliński S.**, Całkiewicz J., 2016, *Current development on multimetric fish index for assessing ecological quality of Polish coastal and transitional waters*, 51st European Marine Biology Symposium, Rodos, referat ustny
- **F10: Smoliński S.**, 2017, *Incorporation of environmental drivers in the prediction of pelagic stocks recruitment in the Baltic Sea using random forest algorithms*, International Symposium: Drivers of dynamics of small pelagic fish resources, Victoria, referat ustny
- **F11: Smoliński S.**, Mirny Z., 2017, *Otolith biochronology as an indicator of marine fish responses to hydroclimatic conditions and ecosystem regime shifts*, International Sopot Youth Conference, Sopot, poster

- **F12:** Horbowy J., Lużeńczyk A., **Smoliński S.**, 2017, *Management of herring and sprat stocks in the Baltic taking into account spatial effects*, BONUS Symposium: Science delivery for sustainable use of the Baltic Sea living resources, Tallinn, referat ustny
- **F13:** **Smoliński S.**, Radtke K., 2017, *Spatial prediction of demersal fish diversity in the Baltic Sea: comparison of machine learners and regression-based techniques*, BONUS Symposium: Science delivery for sustainable use of the Baltic Sea living resources, Tallinn, poster
- **F14:** **Smoliński S.**, 2017, *Effect of non-indigenous round goby (*Neogobius melanostomus*) on the native European flounder (*Platichthys flesus*) biomass density in the southern Baltic Sea*, BONUS Symposium: Science delivery for sustainable use of the Baltic Sea living resources, Tallinn, poster
- **F15:** **Smoliński S.**, 2018, *Comparison of otolith morphology and growth rate of Central Baltic herring populations*, 6th International otolith Symposium, Keelung, poster
- **F16:** **Smoliński S.**, 2018, *Sclerochronological approach for the identification of herring growth drivers in the Baltic Sea*, 6th International otolith Symposium, Keelung, referat ustny
- **F17:** Denechaud C., **Smoliński S.**, Godiksen J.A., Geffen A.J., 2019, *Investigating long term temporal stability of otolith morphometry of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) in the Barents Sea*, 5th International Sclerochronology Conference, Split, referat ustny
- **F18:** **Smoliński S.**, Denechaud C., von Lessen G., Godiksen J.A., Geffen A.J., Grønkjær P., Campana S.E., 2019, *Variation of carbon isotopic composition in otoliths of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*)*, 5th International Sclerochronology Conference, Split, poster
- **F19:** Całkiewicz J., Drgas A., **Smoliński S.**, Tomczak M., Margoński P., Muller-Karulis B., 2019, *Ecopath and Ecosim as tools in foodweb understanding - the Gulf of Gdansk example*, XX Iberian Symposium on Marine Biology Studies, Braga, poster
- **F20:** **Smoliński S.**, Gutkowska J., 2022, *Otolith biochronology for the long-term reconstruction of growth and stock dynamics of fish*, Ocean Past IX Conference, Seattle, referat ustny
- **F21:** **Smoliński S.**, 2022, *Wieloletnie zmiany mas osobniczych ryb pelagicznych w Morzu Bałtyckim*, Konferencja Naukowa Polskich Badaczy Morza, Gdynia, referat ustny
- **F22:** **Smoliński S.**, Gutkowska J., 2022, *Otolith biochronology for the long-term reconstruction of growth and stock dynamics of fish*, 4th ICES PICES Early Career Scientist Conference, St. John's, referat ustny
- **F23:** **Smoliński S.**, Denechaud C., Funk ., Johannesen E., Kratzer I., Lischenko F., Melli V., Morkūnė R., Mussgnug R., Orio A., Outinen O., Phillips G., Schadeberg A., Schmidt J., Šrėbaliėnė G., Hernes Vereide E., Wiczorek A., Zdulska M., 2022, *Counting stars: contribution of Early Career Scientists to marine sciences and fisheries*, 4th ICES PICES Early Career Scientist Conference, St. John's, referat ustny

Nagrody i wyróżnienia:

- Wyróżnienie za wygłoszony referat podczas II Ogólnopolskiej Konferencji Młodych Naukowców z okazji Dnia Wody (2013)
- Nagroda Dziekana Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (2013)
- Nagroda III stopnia w Konkursie im. Profesora Mariana Gieysztora przyznana przez Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne za pracę magisterską pt. *Wybiórczość pokarmowa i tempo wzrostu lipieni *Thymallus thymallus* z wybranych rzek Pomorza* (2014)
- Nagroda II stopnia w konkursie na najlepszy referat podczas IV Konferencji Młodych Naukowców z okazji Dnia Wody (2015)
- Nagroda im. Profesora Stanisława Szymborskiego za najlepszy referat podczas VII Sympozjum Ogólnopolskie Sopockie Forum Młodych (2015)
- Stypendium dla najlepszych doktorantów Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie (rok akademicki 2016/2017)
- Nagroda Jury oraz Towarzystwa Ichtiologicznego Tajwanu (The Ichthyological Society of Taiwan) za najlepszy poster naukowy wśród doktorantów, 6th International Otolith Symposium, Keelung, Tajwan (2018)
- Nagroda za najlepszą publikację 2020 roku opublikowaną przez pracowników Institute of Marine Research, Bergen (Denechaud, C., Smoliński, S., Geffen, A. J., Godiksen, J. A., Campana, S. E., (2020), *A century of fish growth in relation to climate change, population dynamics and exploitation*, *Global Change Biology*, 26, 5661–5678)
- Wyróżnienie przyznane przez Oddział PAN w Gdańsku za pracę opublikowaną w 2021 roku w zakresie nauk biologicznych i rolniczych (Smoliński, S., Langowska, A., Głazaczow, A., (2021), *Raised seasonal temperatures reinforce autumn *Varroa destructor* infestation in honey bee colonies*, *Scientific Reports* 11, 22256)
- Nagroda Dyrektora Morskiego Instytutu Rybackiego – Państwowego Instytutu Badawczego za działalność publikacyjną (w latach 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023).

Szymon Smoliński