

Załącznik nr 2

(dot.: wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego)

AUTOREFERAT

Informacje o dorobku i osiągnięciach naukowych

Zastosowanie analizy mikrostruktury otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb

dr Dariusz P. Fey

Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza
ul. Kołłątaja 1
81-332 Gdynia

Gdynia, maj 2012 r.

1. Imię i nazwisko

Dariusz Piotr Fey

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

Tytuł zawodowy magistra

1993; Wydział Biologii Geografii i Oceanologii, Uniwersytet Gdański (specjalizacja: Oceanografia biologiczna).

Stopień doktora

2002; Morski Instytut Rybacki w Gdyni (doktor nauk rolniczych w zakresie rybactwa; specjalność: ekologia wczesnych stadiów rozwojowych ryb). Tytuł pracy: „Analiza dobowych przyrostów na otolitach wczesnych stadiów rozwojowych śledzi (*Clupea harengus* L.) na Zalewie Wiślanym, jako narzędzie do poznania mechanizmów rekrutacji”; Promotor: prof. nadzw. dr hab. Tomasz Linkowski. Na wniosek recenzentów praca uzyskała wyróżnienie.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu

2003 - obecnie

**Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza**
81-332 Gdynia, ul. Kołłątaja 1
Adiunkt

2002 - 2003

NOAA National Ocean Service, Beaufort Laboratory
28-516 Beaufort, NC 101 Pivers Island Road, USA
Post-doc (National Research Council)

1996 - 2002

Morski Instytut Rybacki, Zakłada Oceanografii
81-332 Gdynia, ul. Kołłątaja 1
Asystent

1994 - 1996

School of Ocean and Earth Sciences and Technology, University of Hawaii
96-822 Honolulu, HI 1680 East West Road, USA
Visiting scientist

1992 - 1994

Morski Instytut Rybacki, Zakłada Oceanografii
81-332 Gdynia, ul. Kołłątaja 1
Oceanograf

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Cykl publikacji z lat 2002-2010, pod wspólnym tytułem „Zastosowanie analizy mikrostruktury otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb”.

4.2. Lista publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

4.2.1. Hüseyin, K., Hinrichsen, H.-H., Fey, D. P., Walther, Y., Velasco, A. (2010). The use of otolith microstructure to estimate age in adult Eastern Baltic cod (*Gadus morhua* L.). Journal of Fish Biology 76: 1640–1654. (IF=1,33; cyt.: 1; 27 pkt)

Wkład D.Fey: 30%; współudział w przygotowaniu koncepcji pracy; opracowanie techniczne znacznej części materiałów; współudział w opracowaniu danych, współudział w redagowaniu tekstu.

4.2.2. Fey, D. P., Hare J. A., (2008). Fluctuating asymmetry in the otoliths of a larval Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) - a condition indicator? Journal of Fish Biology 72: 121-130. (IF=1,25; cyt.: 4; 27 pkt)

Wkład D.Fey: 80%; pomysł i koncepcja pracy; opracowanie techniczne materiałów dostarczonych przez J.Hare; opracowanie danych, ich analiza statystyczna oraz przygotowanie wykresów/tabel; napisanie całości tekstu, przeprowadzenie manuskryptu przez korektę po recenzjach.

- 4.2.3. **Fey, D. P.**, Linkowski, T. B., (2006). Age prediction from otolith size measurements for juvenile Baltic cod (*Gadus morhua*). ICES Journal of Marine Science 63: 1045-1052. (IF=1,47; cyt.: 2; 32 pkt)

Wkład D.Fey: 70%; współudział w przygotowaniu koncepcji pracy; współudział w opracowaniu technicznym materiałów zebranych przez T. Linkowskiego; opracowanie danych, ich analiza statystyczna oraz przygotowanie wykresów/tabel; napisanie całości tekstu, przeprowadzenie manuskryptu przez korektę po recenzjach.

- 4.2.4. **Fey, D. P.**, (2006). The effect of temperature and somatic growth on otolith growth: the discrepancy between two species from a similar environment. Journal of Fish Biology 69: 794-806. (IF=1,39; cyt.: 13; 27 pkt)

- 4.2.5. **Fey, D. P.**, Bath Martin, G., Morris, J. A., Hare J. A., (2005). Effect of otolith type and preparation technique on age estimation of larval and juvenile spot (*Leiostomus xanthurus*). Fishery Bulletin 103:544-552. (IF=1,58; cyt.: 1; 32 pkt)

Wkład D.Fey: 80%; pomysł i koncepcja pracy; opracowanie techniczne materiałów dostarczonych przez G.Bath-Martin oraz J.Morris; opracowanie danych, ich analiza statystyczna oraz przygotowanie wykresów/tabel; napisanie całości tekstu, przeprowadzenie manuskryptu przez korektę po recenzjach.

- 4.2.6. **Fey, D.P.** (2002) Formation of daily increments in otoliths of larval and juvenile herring (*Clupea harengus* L.) and early juvenile smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in low food conditions. Archive of Fishery and Marine Research 49(3): 189-197. (IF=0,38; cyt.: 5; 13 pkt)

4.3. Omówienie celu naukowego wymienionych prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.3.1. Wstęp

Procesy zachodzące we wczesnym, szczególnie larwalnym okresie życia ryb, mogą decydować o urodzajności poszczególnych roczników. Nawet, gdy wielkość stada rozrodczego jest bardzo duża, masowa śmiertelność larw może skutkować słabym pokoleniem ryb dorosłych. Stąd, okres larwalny jest często określany jako „okres krytyczny” (ang.: „critical period”). Badania, pozwalające na określenie mechanizmów przeżywalności wczesnych stadiów rozwojowych ryb są więc niezwykle istotne, wymagają jednak zastosowania odpowiednich narzędzi, pozwalających na uzyskanie niezbędnych do badań informacji. Jednym z takich narzędzi jest analiza mikrostruktury otolitów (fot. 1-4).

Występowanie na otolitach ryb przyrostów, mogących być strukturami powstającymi z dobową częstotliwością, zostało opisane po raz pierwszy w roku 1971. Określenie przyrost (pierścień dobowy) dotyczy struktury, na którą składają się dwie strefy - pierwsza obserwowana pod mikroskopem w świetle przechodzącym, w postaci wąskiego, ciemnego obszaru - strefa nieciągłości oraz druga w postaci obszaru szerokiego i jasnego - strefa wzrostowa. Różnice w przenikalności światła w poszczególnych obszarach, wynikają z wzajemnych proporcji w zawartości węglanu wapnia oraz substancji białkowej w strukturze otolitu, co z kolei jest związane z cykliczną, dobową zmiennością aktywności metabolicznej danego osobnika. Badania ekologii larw ryb prowadzone w warunkach terenowych, do czasu wykazania istnienia przyrostów dobowych na otolitach, nie wykraczały znacząco poza opis rozmieszczenia i liczebności larw w analizowanym akwenu. Wykorzystanie informacji „zapamiętanych” w mikrostrukturze otolitu, umożliwia uzyskanie informacji dot. m.in.: wieku, dat wylęgu, tempa wzrostu, kondycji, śmiertelności, czy też wędrówek. Co istotne, informacje te uzyskujemy nie tylko dla populacji, ale również dla poszczególnych osobników.

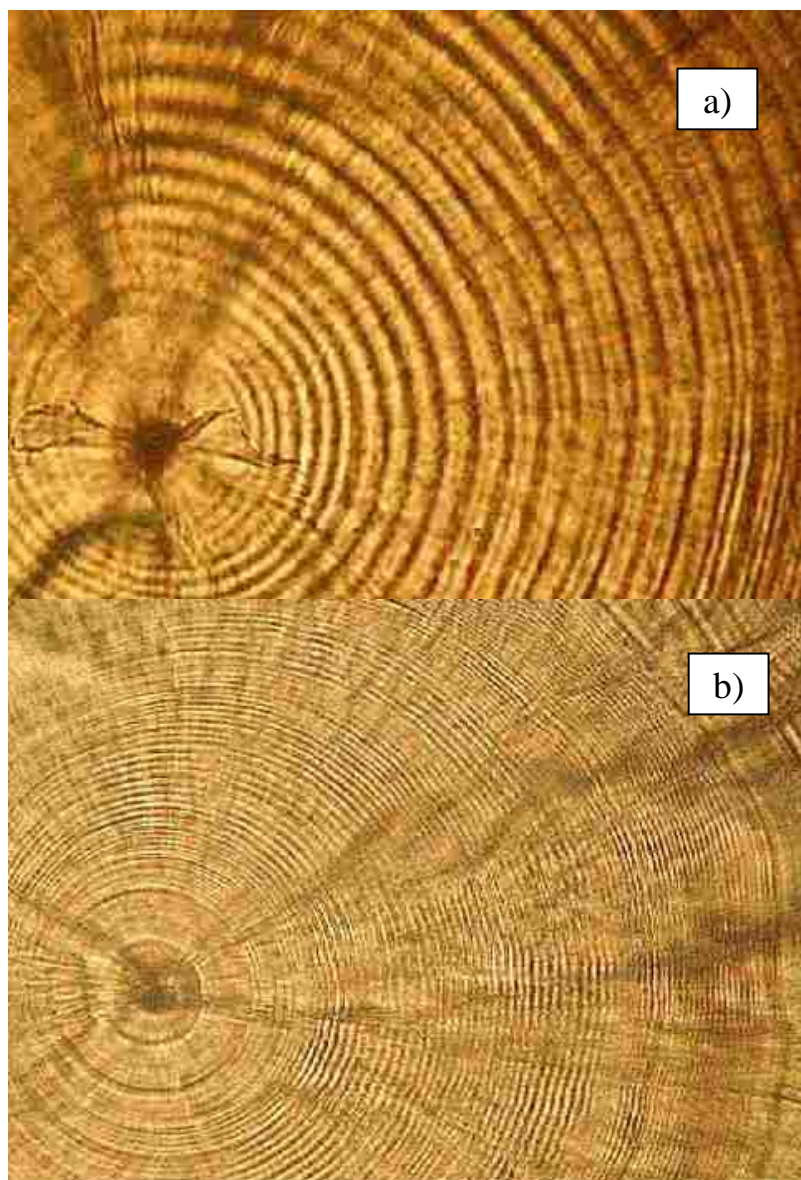


Fot. 1. Otolity u kilkunastodniowej larwy śledzia (8 mm SL) (fot. K. Horbowa).

Mechanizm odkładania przyrostów w rzeczywistości nie jest jednak tak prosty, jak mogłoby się wydawać. Poznanie i w miarę możliwości wyjaśnienie licznych, szczegółowych problemów związanych z wykorzystaniem otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb, było celem znacznej części prac badawczych, które prowadziłem po doktoracie.

Publikacje, które zakwalifikowałem jako stanowiące główne osiągnięcie naukowe po doktoracie, odnoszą się do lat 2002-2010. Natomiast, początek mojej działalności naukowej przypada na rok 1993, a zwłaszcza rozpoczynające się rok później, dwuletnie stypendium na Uniwersytecie Hawajskim. Pracując w laboratorium prof. Richarda Radtke (jednego z pionierów badań otolitów larw ryb), zajmowałem się takimi zagadnieniami jak: 1) weryfikacja częstotliwości odkładania dobowych przyrostów na otolitach larw pali alpejskiej (*Salvelinus alpinus*), z uwzględnieniem wpływu warunków termicznych i pokarmowych na liczbę mikroprzyrostów oraz ich szerokość (praca eksperymentalna); 2) porównanie, na podstawie informacji uzyskanych przez analizę mikrostruktury otolitów, dwóch populacji lipienia arktycznego (*Salvelinus malma*), pod kątem okresu rozrodu, tempa wzrostu i długości trwania poszczególnych stadiów rozwojowych; 3) badania historii wędrówek ryb dwuśrodowiskowych na przykładzie pali alpejskiej (*Salvelinus alpinus*), z wykorzystaniem analizy składu chemicznego (Sr/Ca) otolitów; 4) badania ekologii (wędrówki, wzrost) larw babki hawajskiej (*Lentipes concolor*) na podstawie analizy mikrostruktury oraz składu chemicznego otolitów; 5) określenie

wpływu temperatury na zawartość takich elementów jak Mg, Zn, Sr, Ca w przekrojach promieni płetw, hodowanego w laboratorium w różnych temperaturach, juvenilnego dorsza atlantyckiego (*Gadus morhua* L.) (projekt na zaliczenie mojego udziału w półrocznych zajęciach na Uniwersytecie Hawajskim: „X-ray analytical methods in geology: electron microprobe and XRF theory and use”).

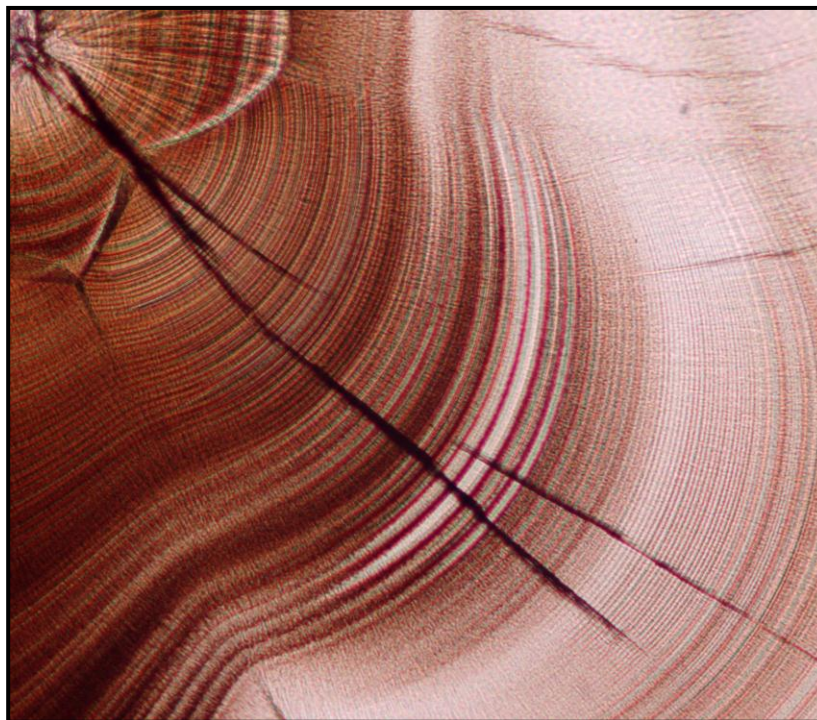


Fot. 2. Mikrostruktura otolitów (sagitta) larw śledzia urodzonych: a) wiosną oraz b) jesienią. Różnice w szerokości przyrostów odzwierciedlają różnice w tempie wzrostu larw, wynikające z odmiennych warunków termicznych i pokarmowych w pierwszych tygodniach po wylęgu.

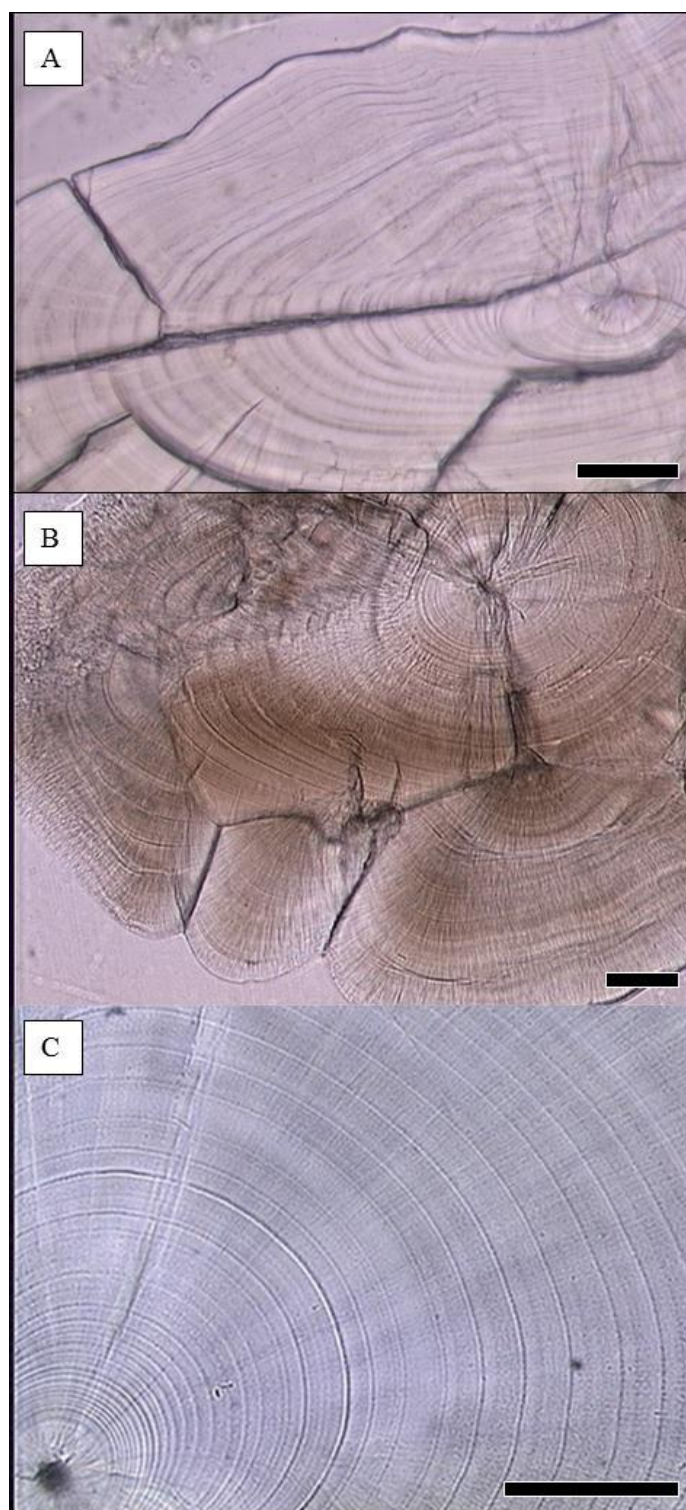
Po powrocie do kraju (rok 1996), kontynuowałem rozpoczętą na ostatnim roku studiów, pracę w Morskim Instytucie Rybackim. Po kilku latach, w roku 2002, miała miejsce obrona mojej dysertacji, w której przedstawiłem charakterystykę wczesnych stadiów rozwojowych śledzia, obejmującą m.in.: czas wylęgu, wpływ czynników środowiska takich jak temperatura i dostępność pokarmu na tempo wzrostu larw, jak również wpływ środowiska na zmiany w liczebności larw w trakcie pojedynczego sezonu oraz pomiędzy latami (trzyletni okres badań). Tego typu informacje, dotyczące śledzia z Morza Bałtyckiego są trudno dostępne, a dla obszaru Zalewu Wiślanego, wręcz jedyne. W okresie przygotowywania doktoratu, zajmowałem się również weryfikacją skuteczności klasyfikowania osobników dorosłych śledzia do grupy tarła wiosennego lub jesiennego oraz określeniem stopnia mieszania się tych dwóch grup (poprzez analizę udziału śledzi urodzonych wiosną w rozrodzie odbywającym się jesienią).

Uzyskawszy stopnia doktora, przygotowałem wniosek o stypendium podoktoranckie do National Research Council (NRC) w USA. Jest to stypendium uważane w stanach za bardzo prestiżowe i umożliwia odbycie stażu w jednym z Amerykańskich ośrodków rządowych. W przypadku badań z zakresu biologii i ekologii morza są to Laboratoria NOAA. Podstawą do uzyskania tego stypendium jest wcześniej przygotowany przez kandydata obszerny i szczegółowy projekt badań. Istotą mojego projektu była weryfikacja, na przykładzie wieloletnich danych dla menhadena atlantyckiego (*Brevoortia tyrannus*), teorii zakładającej, że larwy większe i szybciej rosnące charakteryzują się lepszą przeżywalnością niż osobniki o wolniejszym tempie wzrostu (ang.: „growth-mortality hypothesis”). Ma to wynikać przede wszystkim z większej skuteczności larw szybciej rosnących i relatywnie większych w zdobywaniu pokarmu oraz unikania drapieżców. Wykazałem brak występowania takiej zależności w przypadku larw menhadena. Pobyt w NOAA Beaufort Laboratory i współpraca z ówczesnym kierownikiem tamtejszego zakładu ekologii larw, dr. Jonathanem Hare, umożliwiły mi zebranie dodatkowych materiałów, które po powrocie do Polski starałem się stopniowo opracowywać i publikować uzyskane wyniki. Do tej pory ukazały się trzy publikacje w pismach recenzowanych i jedna w nierecenzowanym. Trzy kolejne prace są w przygotowaniu.

Po powrocie ze stypendium w Beaufort Laboratory (rok 2004), oprócz opracowywania zebranych tam materiałów, rozpocząłem szereg nowych projektów, odnoszących się do następujących obszarów tematycznych: 1) Biologia i ekologia larw śledzia i stynki na obszarze Zalewu Wiślanego (2005-obecnie); 2) Biologia i ekologia larw śledzia na Zatoce Pomorskiej (2005-obecnie); 3) Skład taksonomiczny i liczebność zooplanktonu w Zatoce Pomorskiej oraz Zalewie Wiślanym (2005-obecnie); 4) Biologia i ekologia larw gatunków występujących w Morzu Bałtyckim (dorsz, szprot, dennik) (2005-obecnie); 5) Weryfikacja częstości odkładania przyrostów na otolitach larw i młodzieży turbotu z Morza Czarnego (2007-obecnie), 6) Biologia i ekologia larw dobijaka na obszarze zachodniego Atlantyku (2010-obecnie); 7) Mapowanie miejsc rozrodu ryb na Zalewie Wiślanym (2010-2012), 8) Biologia babki byczej z Zatoki Gdańskiej (2009-2011); 9) Określanie wieku dorosłych dorszy bałtyckich (2007-2010). Prace te były lub wciąż są realizowane w ramach czterech tematów statutowych, pięciu grantów MNiSW oraz pięciu grantów EU. W większości z tych projektów jestem kierownikiem lub kierownikiem części realizowanej przez stronę polską (granty EU).



Fot. 3. Dobbwe przyrosty na otolicie juwenilnego dorsza. Ich szerokość waha się od ok. 1 do 9 μm . Preparat przygotowany przez cięcie i dwustronne szlifowanie.



Fot. 4. Mikrostruktura otolitów *Leiostomus xanthurus*: a) strzałka - wycięty skrawek szlifowany z obu stron; b) strzałka – cały otolit szlifowany z obu stron; c) kamyczek, szlifowany z jednej strony.

Znaczna część wymienionych w powyższym akapicie, prowadzonych po doktoracie badań jest kontynuowana i ich wyniki nie zostały jeszcze opublikowane. Natomiast, prace już opublikowane i zakwalifikowane przeze mnie jako główne osiągnięcie naukowe, zostały streszczone w porządku chronologicznym w następnym podrozdziale (4.3.2). Ich wspólnym celem jest weryfikacja poprawności założeń oraz dostarczenie narzędzi niezbędnych do skutecznego korzystania z możliwości, jakie daje analiza otolitów ryb. Potencjalnie, jesteśmy w stanie odtworzyć historię życia pojedynczego osobnika, poczynając od określenia dokładnej daty urodzenia, poprzez analizę tempa wzrostu oraz kondycji, a kończąc na historii wędrówek. Niestety, nawet najdokładniejsze analizy, oparte na bogatym, wieloletnim materiale, nie będą miały wartości, jeśli będą oparte na błędnych założeniach. I tak na przykład: możemy określić liczbę przyrostów na otolicie, ale czy rzeczywiście ich liczba odzwierciedla wiek? Możemy wyznaczyć krzywą wzrostu danego osobnika na podstawie szerokości przyrostów, ale czy rzeczywiście szerokość przyrostów jest skorelowana z tempem wzrostu ryby? Możemy wykonać analizy korzystając ze strzałki (jeden z trzech rodzajów otolitów), ale czy nie uzyskamy dokładniejszych wyników korzystając z kamyczków? Możemy przygotować otolity do analizy przez szlifowanie, ale czy nie uzyskamy dokładniejszych wyników po wykonaniu poprzecznego cięcia (ang.: *transverse section*)? Możemy z pewną dokładnością określić wiek ryb bez konieczności czasochłonnego przygotowania otolitów poprzez cięcie i szlifowanie, korzystając z modelu predykcji wieku, ale jakie parametry powinniśmy wykorzystać w takim równaniu? Czy analiza asymetrii (ang.: *fluctuating asymmetry*), dobrze sprawdzająca się jako wskaźnik kondycji ryb w przypadku porównań wielkości różnych części ciała, będzie równie dobrze sprawdzała się podczas porównania wielkości lewego i prawego otolitu? Odpowiedzi na te i inne pytania, dotyczące podstaw metodycznych zastosowania analizy wielkości i mikrostruktury otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb przedstawiłem w cyklu streszczonych poniżej publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe. Prace te jednak nie tylko weryfikują założenia metodyczne i dostarczają narzędzi, ale również zawierają konkretne informacje z zakresu biologii i ekologii różnych gatunków ryb, co znacząco podnosi ich wartość naukową.

4.3.2. Streszczenie wyników uzyskanych w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe (kolejność chronologiczna)

Odkładanie dobowych przyrostów na otolitach larw śledzia (*Clupea harengus* L.) oraz stynki (*Osmerus eperlanus* L.) w niekorzystnych warunkach pokarmowych

[Fey, D.P. (2002) Formation of daily increments in otoliths of larval and juvenile herring (*Clupea harengus* L.) and early juvenile smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in low food conditions. Archive of Fishery and Marine Research 49(3): 189-197.]

Celem pracy była weryfikacja częstotliwości odkładania przyrostów (pierścieni) na otolitach larw i osobników juvenilnych za pomocą: 1) metody analizy przyrostów marginalnych ryb poławianych w cyklu dobowym (stynka i śledź); oraz 2) analizy znakowanych tetracykliną otolitów w warunkach laboratoryjnych (stynka). Prace były prowadzone w warunkach małej dostępności pokarmu, zarówno w laboratorium, jak i w terenie (okres występowania na Zalewie Wiślanym tzw. „dziury pokarmowej”). Wyniki przeprowadzonych eksperymentów, pozwoliły nie tylko na potwierdzenie dobowego cyklu formowania przyrostów, zarówno dla stynki, jak i śledzia, pomimo doświadczanych przez nie niekorzystnych warunków pokarmowych, ale również na określenie godzin, w których są formowane dwa składniki przyrostu dobowego - obserwowane w świetle przechodzącym, jako ciemny i jasny pierścień (ang.: Continuous i discontinuous zones). Co ciekawe, okazało się, że przyrost nocny jest formowany w cyklu dobowym przez czas zbliżony do czasu odkładania przyrostu dziennego, pomimo około 10-krotnie mniejszej szerokości. Potwierdzenie częstotliwości odkładania dobowych przyrostów na otolitach jest podstawowym warunkiem wykorzystania analizy mikrostruktury otolitów do badań wieku, dat wylęgu, tempa wzrostu, czy też wędrówek. Była to pierwsza praca, dokonująca takiej weryfikacji dla stynki i jedna z nielicznych dla śledzia.

Wpływ wyboru rodzaju otolitu oraz sposobu jego przygotowania, na wyniki analizy wieku larw i osobników juvenilnych *Leiostomus xanthurus*

[Fey, D. P., Bath Martin, G., Morris, J. A., Hare J. A., (2005). Effect of otolith type and preparation technique on age estimation of larval and juvenile spot (*Leiostomus xanthurus*). Fishery Bulletin 103:544-552.]

Celem pracy była weryfikacja częstotliwości odkładania przyrostów na otolitach larw kulbińca (*Leiostomus xanthurus*) na drodze eksperymentalnej, a następnie określenie zalet oraz wad, poszczególnych sposobów przygotowania otolitów do odczytu wieku oraz dalszej analizy mikrostruktury. Uzyskane wyniki wskazują, że funkcjonujące do tej pory, dla tego gatunku, założenie o odkładaniu pierwszego przyrostu na strzałce (sagitta), podczas pierwszego odżywiania (tj. ok. 8 dnia po wylęgu), jest błędne. Założenie to bazuje na eksperymentalnej pracy, której autorzy określali liczebność przyrostów na otolitach larw o znanym wieku, bez zastosowania odpowiedniego, polegającego na szlifowaniu i polerowaniu, przygotowania otolitu i w ten sposób najprawdopodobniej zaniżyli rzeczywistą liczbę przyrostów. Wyniki przeprowadzonych przeze mnie analiz wskazują, że pierwszy przyrost u larw *Leiostomus xanthurus* jest odkładany od razu po urodzeniu. Jest to informacja kluczowa dla poprawnego odczytu wieku larw. Jednocześnie przedstawiłem możliwość wykonania odczytu wieku larw *Leiostomus xanthurus* na podstawie analizy kamyczków (lapilli) – było to pierwsze doniesienie o zastosowaniu kamyczków do określania wieku larw tego gatunku. Porównałem, również dokładność i wiarygodność odczytów wieku oraz pomiarów szerokości przyrostów z obu typów otolitów. Stwierdzając, że jeżeli w badaniach zależy nam na przeprowadzeniu odczytu wieku, lepiej skorzystać z analizy strzałki, jeżeli natomiast interesuje nas wykonanie wstecznych odczytów tempa wzrostu, lepiej wykorzystać kamyczek. Wybór typu otolitu to jedno, drugie, równie istotne, to kwestia wyboru odpowiedniego sposobu jego przygotowania – możemy wykonać szlifowanie całego otolitu lub tylko wyciętego skrawka, szlifowanie to można przeprowadzić z jednej strony lub z obu. W pracy dokonałem porównania wspomnianych metod, z punktu widzenia jakości uzyskanych wyników oraz efektywności prac. Przygotowany przeze mnie poster, prezentujący wstępne wyniki

tych badań, zdobył nagrodę Best Poster Award podczas Larval Fish Conferency w Santa Cruz (USA). Kryterium oceny posterów była zarówno strona techniczna prezentacji wyników, jak również wartość naukowa prezentowanych informacji.

Wpływ temperatury i wzrostu somatycznego larw ryb na przyrost wielkości otolitów – różnice gatunkowe w tym samym środowisku

[Fey, D. P., (2006). The effect of temperature and somatic growth on otolith growth: the discrepancy between two species from a similar environment. *Journal of Fish Biology* 69: 794-806.]

Generalnie, zakładamy, że tempo wzrostu otolitu jest proporcjonalne do tempa wzrostu larw, dzięki czemu możliwe jest wykonanie odczytów wstecznych tempa wzrostu larw na podstawie pomiarów szerokości odkładanych przyrostów (ta sama zasada obowiązuje w przypadku ryb dorosłych). Otrzymujemy w ten sposób krzywą przedstawiającą wzrost danego osobnika od narodzin do czasu złowienia. Reakcja otolitu na zmiany tempa wzrostu larw, okazuje się jednak zależna od warunków środowiskowych oraz gatunku ryby. Wysoka, często ponad optymalna temperatura, może powodować wzrost otolitu nieproporcjonalny do tempa wzrostu larwy – taka sytuacja miała miejsce w przypadku śledzia (co zostało wykazane, również w opublikowanej rok wcześniej pracy, dotyczącej analizy przyrostów marginalnych). Ale już w przypadku stynki (*Osmerus eperlanus* L.), o tempie wzrostu otolitów i szerokości odkładanych przyrostów decydowało tempo wzrostu larw, a nie wpływ temperatury. Tak więc, analiza wzrostu larw na podstawie zmian szerokości przyrostów na otolitach jest możliwa w przypadku stynki, ale nie w przypadku śledzia. Wyniki tej pracy są cytowane, jako jedyne, uwzględniające różnice międzygatunkowe dla larw, przebywających w tym samym środowisku, i co istotne, w warunkach naturalnych. Uzyskane wyniki dostarczają dobrego przykładu na to, że pewne mechanizmy, uważane przez długi czas za proste i oczywiste (np. szybsze tempo wzrostu larwy = szersze przyrosty na otolicie), są w rzeczywistości dużo bardziej złożone i wymagają odpowiedniej weryfikacji.

Predykcja wieku juvenilnych dorszy bałtyckich (*Gadus morhua* L.) na podstawie pomiarów wielkości otolitów

[Fey, D. P., Linkowski, T. B., (2006). Age prediction from otolith size measurements for juvenile Baltic cod (*Gadus morhua*). ICES Journal of Marine Science 63: 1045-1052.]

Przygotowanie otolitów do odczytu wieku, poprzez analizę dobowych przyrostów na otolitach, jest zajęciem pracochłonnym, a przez to również kosztownym. Szczególnie w przypadkach, gdy konieczne jest cięcie, szlifowanie i polerowanie otolitów. Wiek juvenilnego dorsza można określić przez analizę liczby mikroprzyrostów na otolitach, nawet w przypadku osobników rocznych (dla wielu gatunków, możliwość wiarygodnego odczytu wieku na poziomie dziennym, kończy się już w drugim-trzecim miesiącu życia). Wymaga to jednak ogromu pracy, a i tak, tylko około 20% poddanych analizie otolitów dostarcza informacji o wieku (otolity ulegają zniszczeniu podczas szlifowania lub ich mikrostruktura jest zbyt mało czytelna). Sposobem zastąpienia bardzo czasochłonnej i niestety, mało wydajnej w przypadku młodzieży dorsza, metodyki analizy mikroprzyrostów na otolitach, może być zastosowanie odpowiedniego modelu predykcji wieku. Te, wyznaczone w omawianej publikacji, bazują na szeregu zmiennych - długości i masie ryb, wielkości otolitów (długość, średnica, powierzchnia i obwód), czasie połowu (dzień roku) oraz obszarze połowu. Materiał do pracy stanowiły juvenilne dorsze, pochodzące z połowów realizowanych w okresie sześciu lat (ponad dwa tysiące osobników). Spośród kilku przanalizowanych modeli, został wybrany jeden, zapewniający największą dokładność i przy jego zastosowaniu, dokonano predykcji wieku dorszy, pochodzących z roczników, dla których nie wyznaczono wcześniej wieku metodą tradycyjną. Chociaż predykcja wieku była tematem przewodnim, uzyskałem również informacje na temat: 1) okresu wylęgu larw oraz rozrodu ryb dorosłych w poszczególnych latach (w odniesieniu do danych historycznych, zaobserwowano przesunięcie okresu rozrodu na drugą połowę roku); 2) różnic w tempie wzrostu larw w poszczególnych latach; 3) tzw. „uncouplingu”, zjawiska polegającego na tym, że osobniki wolniej rosnące, posiadają stosunkowo większe otolity. Skutkować to może istotnymi błędami w

wynikach wstecznych odczytów tempa wzrostu, co narzuca konieczność uwzględnienia odpowiedniej parametryzacji w modelach stosowanych do odczytów wstecznych. Przedstawione w tej pracy modele predykcji wieku dorsza są jedynymi dostępnymi dla tego gatunku. Również pozostałe przedstawione w pracy informacje, o tempie wzrostu oraz datach wylęgu, a więc również datach rozrodu ryb dorosłych, są jedynymi z nielicznych dostępnych w literaturze.

“Fluctuating asymmetry” otolitów jako wskaźnik kondycji larw menhadena (*Brevoortia tyrannus* Latrobe)

[Fey, D. P., Hare J. A., (2008). Fluctuating asymmetry in the otoliths of a larval Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) - a condition indicator? *Journal of Fish Biology* 72: 121-130.]

Publikacja ta dotyczy jednego ze sposobów określania kondycji/tempa wzrostu larw i młodzieży ryb. Informacje o tym, jak szybko dany osobnik rósł oraz w jakiej był kondycji, można uzyskać na kilka sposobów, na przykład na podstawie pomiaru długości/masy ciała, analizy zawartości lipidów w ciele, analizy RNA/DNA, czy też analizy mikrostruktury otolitów. Każda z tych metod ma oczywiście swoją specyfikę, zalety i wady. Kolejnym, nie wymienionym powyżej, sposobem badania kondycji organizmów zwierzęcych (również ryb) jest analiza asymetrii różnych części ciała, np. asymetria wielkości otolitów. Taka sugestia do dziś nie została wcześniej jednoznacznie zweryfikowana. Postanowiłem więc podjąć próbę potwierdzenia tej teorii, korzystając z bogatego materiału uzyskanego podczas pobytu na stażu podoktoranckim w Beaufort Laboratory, USA. Spośród kilku tysięcy larw menhadena, charakteryzujących się bardzo zróżnicowanymi wartościami tempa wzrostu, a przez to również średnimi życiowej kondycji (wielkość ryby w danym wieku), wyselekcjonowałem osobniki o najwyższej i najniższej kondycji, a następnie przeprowadziłem analizę stopnia asymetrii ich otolitów. Pomimo skrajnie różnej wartości tempa wzrostu dla dwóch porównywanych grup, nie udało mi się wykazać istnienia istotnych statystycznie różnic w asymetrii otolitów. Tym samym, hipoteza o użyteczności analizy asymetrii otolitów w badaniach ekologii larw ryb, nie

uzyskała potwierdzenia. O ile publikacje odnoszące się do analizy asymetrii budowy ciała, również ryb, są stosunkowo liczne, prac weryfikujących skuteczność tej metody do analizy kondycji larw na podstawie wielkości otolitów jest dostępnych w chwili obecnej w literaturze zaledwie kilka. Jest to jednocześnie jedyna praca analizująca FA otolitów u larw menhadena.

Wykorzystanie analizy mikrostruktury otolitów do badań wieku dorsza bałtyckiego (*Gadus morhua* L.)

[Hüssy, K., Hinrichsen, H.-H., Fey, D. P., Walther, Y., Velasco, A. (2010). The use of otolith microstructure to estimate age in adult Eastern Baltic cod (*Gadus morhua* L.). *Journal of Fish Biology* 76: 1640–1654.]

Stosowane są obecnie dwie szkoły określania wieku dorsza bałtyckiego, tzw. szkoła wschodnia i zachodnia. Obie szkoły bazują na określaniu wieku poprzez liczenie rocznych przyrostów na otolitach. Różnią się jednak interpretacją przyrostów, zwłaszcza w pierwszych latach życia ryby, co powoduje, że odczyty wieku dorosłego dorsza z otolitów, charakteryzują się znaczną niedokładnością. Celem projektu w ramach, którego powstała praca, było wypracowanie nowej metody określania wieku poszczególnych osobników oraz struktury wiekowej poszczególnych populacji dorsza bałtyckiego. Przeprowadzone badania wykazały, że odczyt wieku z otolitów dorosłego dorsza na podstawie tzw. rocznych przyrostów jest mało wiarygodny, ponieważ występowanie stref szybkiego i wolnego wzrostu otolitu jest związane w większym stopniu z doświadczaną temperaturą, niż wiekiem (analiza szerokości odkładanych przyrostów w powiązaniu z danymi hydrologicznymi). Satysfakcjonujące rezultaty można natomiast osiągnąć, określając wiek dorszy na podstawie liczby mikroprzyrostów. Uzyskane wyniki wskazują na ich dobową częstotliwość powstawania, nawet u kilkuletnich dorszy. W połączeniu z regularnymi zmianami szerokości przyrostów w cyklu rocznym, analiza mikrostruktury otolitów dorsza umożliwia określenie wieku nawet 5-6 letnich ryb. Jest to wprawdzie metoda zbyt pracochłonna, aby mogła być zastosowana do rutynowych analiz wieku, umożliwia jednak weryfikację oznaczeń

wieku metodą tradycyjną i może stanowić bardzo użyteczne narzędzie do weryfikacji różnic w interpretacji struktury otolitów, pojawiających się podczas stosowania nieco odmiennych zasad odczytu wieku tzw. szkoły wschodniej i zachodniej. Jest to obecnie jedyna praca przedstawiająca analizę wieku kilkuletnich dorszy bałtyckich na podstawie analizy mikrostruktury otolitów.

4.3.3. Podsumowanie - dla cyklu publikacji stanowiących główne osiągnięcie naukowo-badawcze

W zdecydowanej większości opisanych projektów, byłem nie tylko pomysłodawcą badań, autorem przeprowadzonych analiz oraz autorem tekstów publikacji, ale brałem również udział w poborze prób oraz opracowaniu technicznym materiałów (szczegółowe informacje na temat wyrażonego procentowo, mojego udziału w poszczególnych pracach wieloautorskich, przedstawione zostały w rozdziale 4.2). Myślę, że ta „wszechstronność”, będąca w swoim czasie dużym obciążeniem, pozwoliła mi na zyskanie równie wszechstronnego doświadczenia. Zwłaszcza, że były to badania odnoszące się do różnych gatunków ryb i różnych obszarów geograficznych, prowadzone z zastosowaniem nowoczesnych technik badawczych.

Zrealizowane prace oraz powstałe na podstawie uzyskanych wyników publikacje, można zakwalifikować, w ramach podsumowania, do kilku kategorii tematycznych, składających się na zestaw zagadnień stanowiących wspólnie podstawę metodyczną dla badań bazujących na analizie mikrostruktury otolitów. Są to zagadnienia niezwykle ważne z punktu widzenia poprawności informacji uzyskiwanych w trakcie badań biologii i ekologii ryb – zwłaszcza, że kilkakrotnie udało mi się wykazać błędność funkcjonujących założeń, czy też dostarczyć informacji wcześniej niedostępnych w literaturze. Warto jednocześnie podkreślić, że prowadzone przeze mnie badania na temat zastosowania mikrostruktury otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb są unikatowe w skali kraju. W Polsce do tej pory

powstały jedynie publikacje dotyczące mikrostruktury otolitów ryb z rodziny myctophidae autorstwa dr hab. Tomasza Linkowskiego, prof. nadzw. Niestety, badania oparte na analizie mikrostruktury otolitów nie tylko wymagają odpowiedniego doświadczenia, ale są też bardzo pracochłonne i czasochłonne. W przypadku pięciu, spośród sześciu, prac stanowiących osiągnięcie naukowe, samo zebranie materiałów i ich techniczne opracowanie wymagało od trzech do siedmiu lat.

Poniżej przedstawiłem w punktach podsumowanie zagadnień podejmowanych w publikacjach zakwalifikowanych do osiągnięcia naukowego – mają one wspólny cel, stworzenie podstaw metodycznych i dostarczenie narzędzi umożliwiających wykorzystania mikrostruktury otolitów w badaniach biologii i ekologii ryb.

1) Strategia wyboru rodzaju otolitu oraz sposobu przygotowania w zależności od celu badań.

Kluczowy element badań, mający wpływ zarówno na jakość uzyskiwanych wyników, jak i czasochłonność, a więc również koszty prowadzonych prac.

- ✓ Przedstawiłem strategię wyboru rodzaju otolitu (strzałka, kamyczek) oraz metody przygotowania (cięcie, szlifowanie) do odczytu wieku na przykładzie *Leiostomus xanthurus*.

2) Weryfikacja częstotliwości odkładania mikroprzyrostów na otolitach larw, młodzieży oraz ryb dorosłych.

Założenie o dobowej częstotliwości odkładania przyrostów na otolitach, nie zawsze jest spełnione, stąd konieczność weryfikacji dla osobników różnych gatunków, w różnych stadiach rozwoju.

- ✓ Potwierdziłem dobową częstotliwość odkładania mikroprzyrostów na otolitach larw *Leiostomus xanthurus*, juvenilnych i dorosłych dorszy, oraz larw śledzia i juvenilnych stynek.

3) Określenie wpływu tempa wzrostu larw oraz temperatury wody na tempo wzrostu otolitu oraz zależności wielkość ryby-wielkość otolitu.

Weryfikacja podstawowych założeń, dotyczących tempa wzrostu otolitów jest konieczna dla uzyskania prawidłowych wyników przy użyciu kilku metod analizy tempa wzrostu larw (np. wsteczne odczyty).

- ✓ Zweryfikowałem wpływ temperatury wody i wzrostu somatycznego na tempo wzrostu otolitu oraz przebieg zależności wielkość ryby - wielkość otolitu, dla larw stynki, śledzia oraz częściowo również dorsza, wykazując międzygatunkowe różnice.

4) Zastosowanie modelu do predykcji wieku wczesnych stadiów rozwojowych ryb.

Obliczenie wieku z zastosowaniem odpowiedniego modelu, bazującego na szeregu zmiennych, pozwala na bardzo znaczące zmniejszenie czasu oraz kosztów niezbędnych do uzyskania wyników.

- ✓ Wyzaczyłem model predykcji wieku dla juwenilnego dorsza i zastosowałem go w praktyce.

5) Wykorzystanie analizy asymetrii otolitów (ang.: *Fluctuating Asymmetry*) jako jednego ze sposobów określania kondycji larw.

Nowatorskie metody, mogą znacząco ułatwiać zdobywanie ważnych informacji z życia larw ryb, ich zastosowanie wymaga jednak wcześniejszej weryfikacji.

- ✓ Wykazałem nieskuteczność analizy FA w badaniach tempa wzrostu oraz kondycji larw i młodzieży na przykładzie menhadena Atlantyckiego.

6) Bezpośrednie wykorzystanie analizy otolitów w badaniach biologicznych

- ✓ Prowadząc badania, mające na celu weryfikację poszczególnych hipotez i założeń metodycznych, prezentowałem również w przedstawionych pracach wyniki z zakresu biologii i ekologii ryb, dotyczące takich zagadnień jak: struktura wiekowa, daty wylęgu, okres rozrodu, tempo wzrostu oraz wpływ warunków środowiska na poszczególne cechy biologiczne.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

(zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego)

5.1. Prace opublikowane po doktoracie, w czasopismach recenzowanych, (nieuwzględnione w rozdziale 4.2 omawiającym osiągnięcie naukowe)

- 5.1.1. Fey, D. P. (2012). Length adjustment of larval and early-juvenile cod (*Gadus morhua*) after up to three years of preservation in ethanol. Journal of Applied Ichthyology 28: 665-666 (IF=0,95; cyt.: 0; 20 pkt)
- 5.1.2. Sokołowska E. and Fey, D. P.* (2011). Age and growth of the round goby, *Neogobius melanostomus*, in the Gulf of Gdańsk several years after invasion: Is the Baltic Sea a new Promised Land? Journal of Fish Biology 78: 1993-2009. *corresponding author (IF=1,33; cyt.: 3; 27 pkt)
- 5.1.3. Hernandez, F. J. Jr., Hare, J. A., Fey, D. P. (2009). Evaluating diel, ontogenetic and environmental effects on larval fish vertical distribution using generalized additive models for location, scale and shape (GAMLSS). Fisheries Oceanography 18, 4, 224-236. (IF=2,43; cyt.: 2; 32 pkt)
- 5.1.4. Fey, D. P. (2005). Is the marginal otolith increment width a reliable recent growth index for larval and juvenile herring? Journal of Fish Biology 66:1692-1703. (IF=1,29; cyt.: 8; 27 pkt)
- 5.1.5. Fey, D. P., Hare, J. A. (2005). Length correction of larval and early-juvenile Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) after preservation in alcohol. Fishery Bulletin 103:725-727. (IF=1,58; cyt.: 7; 32 pkt)
- 5.1.6. Opaliński, K., Maciejewska, K., Krajewska-Sołtys, A. and Fey, D.P. (2004). Production and oxygen consumption in the early life stages of herring and smelt in the Vistula Lagoon (Baltic Sea). Bulletin of the Sea Fisheries Institute 2(162): 13-22. (5 pkt)
- 5.1.7. Fey, D. P. (2002). Length correction of larval and early-juvenile herring (*Clupea harengus* L.) and smelt (*Osmerus eperlanus* L.) after preservation in formalin and alcohol. Bulletin of the Sea Fisheries Institute 1(155): 47-51. (5 pkt)

5.2. Streszczenie wyników uzyskanych w ww. publikacjach (kolejność chronologiczna)

Korekta zmian długości larw śledzia i stynki, wynikających z konserwacji prób w alkoholu i formalinie

[Fey, D. P. (2002). Length correction of larval and early-juvenile herring (*Clupea harengus* L.) and smelt (*Osmerus eperlanus* L.) after preservation in formalin and alcohol. Bulletin of the Sea Fisheries Institute 1(155): 47-51.]

Jednym z podstawowych pomiarów wykorzystywanych podczas opracowania danych, dotyczących ekologii wczesnych stadiów rozwojowych ryb, jest długość ciała poszczególnych osobników. Dokładność tego pomiaru, zarówno w znaczeniu precyzji, jak również dokładności odwzorowania rzeczywistej wartości, jest decydująca dla dalszych obliczeń, np. tempa wzrostu poszczególnych osobników. W przypadku materiałów pochodzących z prac terenowych, pomiaru długości larw dokonuje się najczęściej po jakimś czasie od połowu, na materiale konserwowanym. Niestety, przechowywanie materiałów biologicznych w płynach konserwujących może powodować ich kurczliwość. W przypadku małych larw ryb jest to zjawisko szczególnie znaczące. Celem pracy była analiza kurczliwości larw stynki i śledzia pod wpływem konserwacji w alkoholu i formalinie. W pracy został przedstawiony wzór matematyczny, pozwalający na obliczenie długości rzeczywistej larw.

Wzrost somatyczny oraz konsumpcja tlenu przez wczesne stadia rozwojowe śledzia i stynki w Zalewie Wiślanym

[Opaliński, K., Maciejewska, K., Krajewska-Sołtys, A. and Fey, D.P. (2004). Production and oxygen consumption in the early life stages of herring and smelt in the Vistula Lagoon (Baltic Sea). Bulletin of the Sea Fisheries Institute 2(162): 13-22.]

Celem pracy było określenie i porównanie w warunkach eksperymentalnych, tempa wzrostu (produkcji) oraz wydatku energetycznego (zużycie rozpuszczonego w wodzie tlenu) larw dwóch gatunków ryb współwystępujących w środowisku Zalewu Wiślanego, śledzia i stynki. Uzyskane wyniki wykazały, że przy zbliżonym

tempie produkcji dla obu gatunków, larwy stynki charakteryzują się dwukrotnie mniejszym zużyciem tlenu, niż larwy śledzia. A to oznacza, że produkcja masy ciała odbywa się u stynek dużo bardziej efektywnie, niż u śledzia. Wyniki te mają istotne znaczenie dla analizy i interpretacji potencjalnej konkurencji pokarmowej, wynikającej z występowania wczesnych stadiów rozwojowych badanych gatunków w tym samym czasie, w tym samym środowisku Zalewu Wiślanego.

Korekta pomiarów długości larw menhadena Atlantyckiego (*Brevoortia tyrannus*) konserwowanych w alkoholu

[Fey, D. P., Hare, J. A. (2005). Length correction of larval and early-juvenile Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) after preservation in alcohol. Fishery Bulletin 103:725-727.]

Celem pracy było określenie stopnia kurczliwości larw menhadena konserwowanych w alkoholu. Znaczenie wykonania takiej weryfikacji, zostało wcześniej opisane w odniesieniu do publikacji z roku 2002, dotyczącej larw śledzia i stynki. Również dla menhadena została wyznaczona funkcja, pozwalająca na obliczenie rzeczywistej długości sprzed konserwacji. Jest to jedyna praca, odnosząca się do tego zagadnienia w stosunku do menhadena.

Weryfikacja skuteczności analizy przyrostów marginalnych jako wskaźnika chwilowego tempa wzrostu, na przykładzie śledzia (*Clupea harengus* L.)

[Fey, D. P. (2005). Is the marginal otolith increment width a reliable recent growth index for larval and juvenile herring? Journal of Fish Biology 66:1692-1703.]

Wybór rodzaju otolitu oraz metody jego przygotowania, a następnie zastosowanie wiedzy na temat czasu odkładania pierwszego przyrostu (wiek = liczba przyrostów plus liczba dni do uformowania pierwszego pierścienia), są pierwszym krokiem do dalszej analizy, w trakcie której możemy uzyskać szereg informacji, na przykład na podstawie analizy szerokości przyrostów. I tak, pomiar szerokość przyrostów od centrum do krawędzi, umożliwia wykonanie wstecznych

odczytów tempa wzrostu, a więc odtworzenie historii wzrostu danego osobnika. Szerokość przyrostów marginalnych (metoda, do której odnosi się bieżąca praca) pozwala natomiast na określenie chwilowej kondycji/tempa wzrostu danego osobnika w okresie przed złowieniem. W obu powyższych przykładach analiz, uzyskujemy bardzo cenne informacje, jednak ich rzeczywista wartość zależy m.in. od tego, czy są spełnione pewne założenia. Najważniejszym założeniem jest to, mówiące o istnieniu silnego związku pomiędzy tempem wzrostu ryby (larwy) a tempem wzrostu jej otolitu. Tylko w takim przypadku, zmiany w tempie wzrostu larw przekładają się na szerokość odkładanych przyrostów na otolitach. To założenie obowiązuje od lat, jednak wyniki zaprezentowane między innymi w tej pracy, dotyczącej śledzia, wykazały, że w pewnych warunkach może ono być niespełnione, co z kolei może prowadzić do istotnej niedokładności wyników uzyskiwanych podczas analizy tempa wzrostu. Otóż, szerokość przyrostów marginalnych uformowanych na otolitach larwy śledzia, pochodzących z trzech lat, w ciągu których doświadczyły różnych warunków pokarmowych i termicznych, była powiązana przede wszystkim z temperaturą. Warunki pokarmowe oraz wzrost somatyczny larw nie odgrywały tak istotnej roli.

Wpływ czynników środowiska i stadium rozwojowego na rozmieszczenie pionowe larw – zastosowanie modelu GAMLSS

[Hernandez, F. J. Jr., Hare, J. A., Fey, D. P. (2009). Evaluating diel, ontogenetic and environmental effects on larval fish vertical distribution using generalized additive models for location, scale and shape (GAMLSS). *Fisheries Oceanography* 18, 4, 224–236]

W roku 2008 został rozpoczęty w Zakładzie Oceanografii Rybackiej i Ekologii Morza MIR temat badawczy: „Polsko-amerykańska współpraca w dziedzinie badań planktonu – wdrażanie zasad ekosystemowego podejścia do zarządzania rybołówstwem”. Efektem tej współpracy jest opublikowana w 2009 roku praca dotycząca zastosowania modelu GAMLSS (Generalized Additive Models for Location, Scale, and Shape) oraz AIC (Akaike Information Criteria) do analizy pionowego rozmieszczenia larw ryb w cyklu dobowym. Analizie poddano larwy *Urophycis regia*

poławiane w rejonie szelfu zachodniego Atlantyku, w cyklu dobowym przez 108 godzin. Zastosowanie testowanej metody statystycznej, pozwoliło na wykazanie istotnych różnic w dobowej cykliczności w rozmieszczeniu, pomiędzy larwami we wczesnym stadium rozwojowym (ang.: preflexion) oraz i larwami w późnym stadium (ang.: postflexion). Przeanalizowano jednocześnie wpływ szeregu czynników – pora dnia, siła wiatru, prądy, stratyfikacja pionowa kolumny wody - na rozmieszczenie larw. Informacje na temat zmian w rozmieszczeniu pionowym larw są szczególnie istotne ze względu na ich wpływ na transport larw oraz, będące jego konsekwencją, wzrost i śmiertelność ryb we wczesnym okresie życia. Uzyskane w pracy wyniki nie tylko dostarczają konkretnej wiedzy z zakresu ekologii *Urophycis regia*, ale również jednoznacznie wykazują przydatność zastosowania modelu GAMLSS do analiz wpływu czynników środowiskowych na rozmieszczenie pionowe larw ryb.

Wiek i wzrost babki byczej (*Neogobius melanostomus*) w Zatoce Gdańskiej

[Sokołowska E. and Fey, D. P. (2011). Age and growth of the round goby, *Neogobius melanostomus*, in the Gulf of Gdańsk several years after invasion: Is the Baltic Sea a new Promised Land? *Journal of Fish Biology* 78: 1993-2009.]

Babka bycza (*Neogobius melanostomus*) jest gatunkiem inwazyjnym, po raz pierwszy zaobserwowanym w wodach polskich w roku 1991. Zasadniczym celem pracy było przeanalizowanie cech biologicznych (wiek, wielkość, płeć, tempo wzrostu, kondycja), występującej w Zatoce Gdańskiej babki byczej, po piętnastu latach od rozpoczęcia kolonizacji wód Bałtyku. Przedstawione wyniki, dla poławianych raz w miesiącu przez okres jednego roku ryb potwierdzają, że babka bycza napotkała w polskich wodach na bardzo sprzyjające do rozwoju warunki, czego wyrazem są na przykład osiągnięta długość ciała (ponad 23 cm), wiek (do sześciu lat) oraz wysokie tempo wzrostu (12 cm w pierwszych dwóch latach życia). Należy podkreślić, że jest to pierwsze doniesienie o osiągnięciu przez przedstawicieli tego gatunku, szóstego roku życia. Ponadto, zweryfikowaliśmy częstotliwości odkładania przyrostów rocznych na otolithach oraz przeprowadziliśmy analizę

przydatności otolitów babki byczej do odczytu tempa wzrostu metodą odczytów wstecznych, poprzez porównanie tempa wzrostu otolitów z tempem wzrostu ryb (pierwsze takie doniesienie dla tego gatunku). Przedstawiona została również funkcja, pozwalająca obliczyć wielkość babki byczej na podstawie pomiarów wielkości otolitów – możliwość zastosowania np. podczas analizy żołądków ptaków, odżywiających się babką (określenie wielkości konsumowanych osobników, a następnie wybiórczości pokarmowej ptaków drapieżnych, zwłaszcza kormoranów).

Określanie długości larwalnych i juwenilnych dorszy (*Gadus morhua* L.) po trzech latach konserwacji w alkoholu

[Fey, D. P. (2012). Length adjustment of larval and early-juvenile cod (*Gadus morhua* L.) after up to three years of preservation in ethanol. Journal of Applied Ichthyology 1-2.]

Publikacja ta zawiera jedyne dostępne w literaturze informacje na temat zmian długości larw i osobników juwenilnych dorsza (4-40 mm) pod wpływem konserwacji w alkoholu (nie licząc jednej pracy odnoszącej się do bardzo małych, kilkumilimetrowych larw). Ponadto, wpływ konserwacji został określony dla długiego, trzyletniego okresu – w przeciwieństwie do większości prac z tej tematyki, odnoszących się do zmian w ciągu pierwszych kilku tygodni lub miesięcy. To błahe z pozoru zagadnienie, ma istotne znaczenie dla dokładności dalszych analiz oraz prawidłowej interpretacji uzyskanych wyników,

Pozostałe badania po doktoracie

Zamieszczony powyżej opis (rozdz. 4 i 5) dotyczy wyłącznie działalności naukowej, której rezultaty zostały już opublikowane w recenzowanych pismach. Nie uwzględniono natomiast pozostałych, realizowane w latach ubiegłych i obecnie, prac stanowiących podstawę przygotowywania kolejnych manuskryptów, z których część została już złożona do recenzji, a pozostałe zostaną przesłane w 2012 i 2013 roku, np.:

Fey, D. P. Hare J. A. Temperature and somatic growth effects on otolith growth of larval Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*) (złożone do Acta Ichthyologica et Piscatoria).

Fey, D. P. Growth rate of larval and juvenile European smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in relation to temperature and feeding conditions (po recenzjach w Journal of Fish Biology, konieczna korekta).

Fey, D. P. Is the preservation of ichthyoplankton samples in alcohol safe for otolith microstructure examination in larval fish? (złożone do Journal of Fish Biology).

Fey, D. P., Hare J. A. Otolith growth and somatic growth relationship for larval spot (w przygotowaniu do Journal of Fish Biology)

Fey, D. P. Abundance and distribution of larvae of major fish species in the Vistula Lagoon (w przygotowaniu do Acta Ichthyologica et Piscatoria).

Fey, D. P. and Szkudlarek, A. Larval herring abundance and distribution in the Pomeranian Bay in years 1992-98 and 2005-11 (w przygotowaniu do Estuarine, Coastal and Shelf Science).

Horbowa K. i **Fey, D. P.** Atlas wczesnych stadiów rozwojowych ryb (w przygotowaniu do druku w roku 2012).

5.2.1. Schemat podsumowujący zakres prowadzonych prac badawczych (wyłącznie w odniesieniu do prac już opublikowanych w recenzowanych pismach w j. angielskim)



5.3. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Granty MNiSW (wcześniej KBN)

- paź 2010 – kwi 2013; N N304 03 1239, projekt własny, **główny wykonawca**.
Wpływ czynników środowiskowych na liczebność, rozmieszczenie oraz wzrost larw śledzia w Zatoce Pomorskiej w latach 1992-98 oraz 2007-10.
- paź 2009 – maj 2012; N N304 16 1937, projekt własny, **kierownik**.
Wpływ warunków pokarmowych i hydrologicznych na tempo wzrostu larw szprota (*Sprattus sprattus*) w Bałtyku Południowym.
- maj 2008 – gru 2010; N N304 26 5234; MIR, projekt habilitacyjny, **kierownik**.
Analiza mikrostruktury oraz wielkości otolitów w badaniach ekologii larw i młodzieży ryb
- kwi 2006 – lis 2007; 2 P04F 060 30; MIR, projekt własny, **kierownik**.
Określenie mechanizmu warunkującego przeżywalność wczesnych stadiów rozwojowych ryb, na przykładzie stynki (*Osmerus eperlanus* L.).
- lis 2004 – paź 2005; 2 P04F 009 27; MIR, projekt własny, **kierownik**.
Wpływ tempa wzrostu na przeżywalność wczesnych stadiów rozwojowych ryb na przykładzie atlantyckiego menhadena (*Brevoortia tyrannus*) - analiza mikroprzyrostów na otolitach.
- kwi 2001 – mar 2002; 6 P04F 053 20; MIR, projekt promotorski, **główny wykonawca**. Analiza dobowych przyrostów na otolitach wczesnych stadiów rozwojowych śledzi (*Clupea harengus*) na Zalewie Wiślanym jako narzędzie do poznania mechanizmów rekrutacji.

Granty UE

- 2012 – 2014; HERRING, Joint cross-border actions for the sustainable management of a natural resource (**kierownik badań realizowanych przez stronę polską**);
- 2010 – 2015; Euro-BASIN, European Union Basin-scale Analysis, Synthesis and Integration (**wykonawca**);
- 2007 – 2009; DECODE, Improved methodology for cod age estimation (**kierownik badań realizowanych przez stronę polską**);
- 2006 – 2010; UNCOVER, Understanding the Mechanisms of Stock Recovery (**główny wykonawca polskiej części badań**);
- 2006 – 2008; EuroOcean, European network of excellence for ocean ecosystems analysis (**wykonawca**).

Kierowanie projektami realizowanymi ze środków MNiSW przeznaczonych na działalność statutową MIR

- 2012 – obecnie, Problem Badawczy MIR-PIB; Ekologia ekosystemów przybrzeżnych (duży projekt międzyzakładowy, 18 tys. rbg).
- 2007 – obecnie, Temat MIR/0-153; Polsko-amerykańska współpraca w dziedzinie badań planktonu – wdrażanie zasad „ekosystemowego” podejścia do zarządzania rybołówstwem.
- 2006 – obecnie, Temat MIR/0-151; Ekologia wczesnych stadiów rozwojowych śledzia i stynki w Zalewie Wiślanym oraz w Zatoce Pomorskiej.
- 2004 – 2005, Temat MIR/0-145; Wykorzystanie otolitów do badań nad ekologią wczesnych stadiów rozwojowych ryb.

Inne

- Kierownik rejsów oceanograficznych na r/v Baltica (2005 – obecnie)

5.4. Międzynarodowe oraz krajowe nagrody za działalność naukowo-badawczą

- **Best Poster Award**; 27th Annual Larval Fish Conference, Santa Cruz, USA; 2003r.
- **National Research Council (NRC) Associateship Award** - prestiżowe, roczne stypendium podoktoranckie przyznawane w formie nagrody; Waszyngton, USA; 2002-2003 r.
- **Wyróżnienie pracy doktorskiej** przyznane na wniosek recenzentów przez Radę Naukową Morskiego Instytutu Rybackiego; Gdynia; 2002 r.
- **Nagroda Dyrektora** Morskiego Instytutu Rybackiego za działalność naukową; 1996, 1999, 2001, 2002, 2004, 2005 oraz 2006 r.
- **Roczna premia finansowa** za działalność naukową, przyznawana przez Dyrektora MIR; 2009, 2011 oraz 2012 r.
- **Fundacja na rzecz Nauki Polskiej** - stypendium krajowe dla młodych naukowców; 1999 r.
- **Nagroda Dziekana** dla najlepszych studentów wydziału Biologii, Geografii i Oceanologii, Uniwersytet Gdański; 1992 r.
- **Srebrny Krzyż Zasługi**; 2011 r.

5.5. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych konferencjach

- **Fey, D. P.** (2007). Match-mismatch and bigger-is-better hypothesis evaluation for larval and juvenile smelt (*Osmerus eperlanus* L.): as acquired from otolith microstructure. 31th Annual Larval Fish Conference. St. John's, Canada, 9 - 12 July.
- **Fey, D. P.**, Hare, J. A, Laban, E. (2004). Growth-Mortality Hypothesis Evaluation For Atlantic Menhaden (*Brevoortia tyrannus*) Larvae. Third International Symposium on Fish Otolith Research and Application, Queensland, Australia, 11-16 July 2004.
- **Fey, D. P.**, Hare, J. A, Laban, E. (2004). Growth-Mortality Hypothesis Evaluation For Atlantic Menhaden (*Brevoortia tyrannus*) Larvae. ICES Annual Science Conference. Vigo, Spain. 22-25 September.
- **Fey, D. P.** (2001). Application of otolith analysis to investigate growth, hatching and spawning dates of larval and juvenile spring-spawned herring (*Clupea harengus* L.) collected in the Vistula Lagoon in 1997-1999. 25th Annual Larval Fish Conference. Sandy Hook, New Jersey, USA, 8-13 August 2001.
- **Fey, D. P.** (2001). Effects of temperature and zooplankton abundance on the growth rate, hatching time and otolith microstructure of larval and juvenile smelt (*Osmerus eperlanus*) collected in the Vistula Lagoon, Baltic Sea in 1997-1999. Variability of the Baltic Sea environment and living resources: Responses to climate change and anthropogenic pressure. Gdynia, Poland, 22-23 June 2001.
- **Fey, D. P.** (2000). Age, growth and hatching date of larval and juvenile spring- and autumn-spawned herring (*Clupea harengus* l.) from the Vistula Lagoon (Southern Baltic) based on otolith analysis [results for 1999]. Herring 2000. An International Symposium on Expectations for a New Millenium. Anchorage, Alaska, USA, February 23-26, 2000. Book of abstracts p. 11.
- **Fey, D. P.** (2000). Temperature and growth rate effect on the otolith size – fish size relationship estimated for larval and juvenile Baltic herring from the Vistula Lagoon. ICES CM 2000/Z:02., pp. 10 Brugge, Belgium.

- **Fey, D. P.** (1999). Age, growth and hatching date of larval and juvenile spring- and autumn-spawned herring (*Clupea harengus* L.) from the Vistula Lagoon (Southern Baltic) based on length frequency and otolith analysis [results for 1998]. ICES Young Scientist Conference on Marine Ecosystem Perspectives. Gilleleje, Denmark, November 20-24, 1999. Book of Abstracts p. 15.
- **Fey, D. P.** (1999). Age, growth and hatching date of larval and juvenile spring- and autumn-spawned herring (*Clupea harengus*) from the Vistula Lagoon (Southern Baltic) based on otolith analysis [results for 1998]. International Symposium on Fisheries Ecosystem Research and Assessments. Twenty Fifth Anniversary U.S. – Poland Joint Agreement, Gdynia, Poland, 5-6 July 1999. Book of Abstracts p. 5.
- **Fey, D. P.** (1998). Growth, hatching time and otolith microstructure analysis of larval and juvenile spring-spawned herring (*Clupea harengus* L.), from the Vistula Lagoon, Baltic Sea [results for 1997]. Symposium of Freshwater Fish and the Herring Population in the Baltic Coastal Lagoons - Environment and Fisheries. Gdynia, Poland, 5-6 May 1998. Book of Abstracts p. 6.
- **Fey, D. P.** and Margoński, P. (1998). Age, growth and back-calculated birth dates distribution of larval and juvenile smelt (*Osmerus eperlanus* L.), from the Vistula Lagoon, Baltic Sea [results for 1997]. Symposium of Freshwater Fish and the Herring Population in the Baltic Coastal Lagoons - Environment and Fisheries. Gdynia, Poland, 5-6 May 1998. Book of Abstracts p. 6.

5.6. Udział w międzynarodowych konferencjach ze względu na obowiązki administracyjne (np.: członkostwo w ICES Science Committee, Publication Committee, Award Committee)

-
- 2011 r. - ICES Annual Science Conference. Poland, 23-27 September.
 - 2010 r. - ICES Annual Science Conference. France, 21-25 September.
 - 2009 r. - ICES Annual Science Conference. Berlin, Germany, 21-25 September.
 - 2004 r. - 28th Annual Larval Fish Conference. Clemson, SC, USA, 23-26 May.
 - 2004 r. - 5-th EFARO Workshop: How can otolith research contribute at improving fisheries sciences? Brest, France, 2-4 December.

5.7. Zaprezentowanie posterów na międzynarodowych konferencjach

- Pawełczyk A., **Fey D.P.**, Woźniczka A. (2012). 36th Annual Larval Fish Conference, 2 - 6 July 2012, Osøyro, Norway.
- Pawełczyk A., **Fey D.P.**, Woźniczka A. (2011). ICES Annual Science Conference, 19-23 September 2011, Gdańsk, Poland.
- Pawełczyk A., **Fey D.**, Woźniczka A. (2009). XXI Zjazd Hydrobiologów Polskich, 9-12 września, Lublin.
- **Fey D. P.** (2009). Symposium on Fish Otolith Research and Application. Monterey, USA, 22-30 August.
- **Fey D. P.** (2008). 32nd Annual Larval Fish Conference, 9-12 July 2007, Kiel, Germany
- **Fey, D. P.** (2005). 29th Annual Larval Fish Conference. Barcelona, Spain, 11 - 14 July.
- **Fey, D. P.**, Bath Martin, G, Morris, J. A., Hare, J. A. (2004). Third International Symposium on Fish Otolith Research and Application, Queensland, Australia, 11-16 July 2004.
- Hare, J. A, **Fey, D. P.**, Bath Martin, G., Morris, J. A (2004). Third International Symposium on Fish Otolith Research and Application, Queensland, Australia, 11-16 July 2004.
- **Fey, D. P.**, Bath-Martin, G., Hare, J. A., Morris, J. A. (2003). 27th Annual Larval Fish Conference. Santa Cruz, California, USA, 20-23 August 2003.
- **Fey, D. P.** (1998). Second International Symposium on Fish Otolith Research and Application. Bergen, Norway, 20-25 June 1998. Book of Abstracts p. 124.

5.8. Informacje bibliometryczne

Indeks Hirscha (wg Web of Science)

H = 7

Sumaryczny Impact Factor publikacji (wg JCR, dla roku wydania publikacji)

Osiągnięcie naukowe:	IF = 7,4
Pozostałe prace po doktoracie:	IF = 7,58
Prace przed doktoratem:	IF = 6,96
Razem:	IF = 21,94

Liczba pkt MNiSW (wg list czasopism punktowanych MNiSW z dnia 08.08.2011 r. ; wyłącznie pisma z listy filadelfijskiej)

Osiągnięcie naukowe:	158 pkt
Pozostałe prace po doktoracie:	148 pkt
Prace przed doktoratem:	158 pkt
Razem:	464 pkt

Liczba cytowań publikacji (wg Web of Science oraz Scopus)

	WoS	Scopus
Osiągnięcie naukowe:	26 cyt.	27 cyt.
Pozostałe prace po doktoracie:	20 cyt.	22 cyt.
Prace przed doktoratem:	106 cyt.	116 cyt.
Razem:	152 cyt.	165 cyt.

Cytacje pojawiały się najczęściej w następujących czasopismach (w specjalności reprezentowanej przez habilitanta, są to czasopisma o najwyższych wartościach IF):

- Journal of Fish Biology	(5-year IF=1,52)
- Fisheries Research	(5-year IF=1,76)
- Marine Ecology Progress Series	(5-year IF=2,99)
- Fisheries Oceanography	(5-year IF=2,59)



Dariusz Fey