



INSTYTUT RYBACTWA  
ŚRÓDLĄDOWEGO  
IM. STANISŁAWA SAKOWICZA  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

NATIONAL INLAND  
FISHERIES  
RESEARCH INSTITUTE

## PROJEKT

*„Zarybienia oparte na wiedzy - opracowanie procedur zarybieniowych w oparciu o badania molekularne poprzez utworzenie zaplecza laboratoryjnego, przeprowadzenie analiz molekularnych na potrzeby budowy baz genetycznych populacji troci wędrowniej i lososi, ocena obecności migrantów i badanie efektywności zarybień na podstawie analizy rodzinowej”*

## PROCEDURY ZARYBIENIOWE

*Strategia zarybiania trocią wędrowną i lososiem atlantyckim w Polsce*



RYBACTWO  
I MORZE

Unia Europejska  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



OLSZTYN 2023

**Operacja pn. „Zarybienia oparte na wiedzy - opracowanie procedur zarybieniowych w oparciu o badania molekularne poprzez utworzenie zaplecza laboratoryjnego, przeprowadzenie analiz molekularnych na potrzeby budowy baz genetycznych populacji troci wędrowniej i łososi, ocena obecności migrantów i badanie efektywności zarybień na podstawie analizy rodzinowej”**

**została sfinansowana ze środków Programu Operacyjnego „Rybnactwo i Morze” na lata 2014-2020 w ramach Priorytetu 2. Wspieranie akwakultury zrównoważonej środowiskowo, zasobooszczędnej, innowacyjnej, konkurencyjnej i opartej na wiedzy.**

**Autorzy opracowania:**

Dr hab. inż. Rafał Bernaś

Dr hab. inż. Dariusz Kaczmarczyk

Dr hab. inż. Agnieszka Napiórkowska-Krzebietke, prof. IRS-PIB

## Spis treści

1. Wprowadzenie .....	5
2. Cel i zakres .....	7
3. Baza danych genotypów .....	8
4. Strategia zarybiania .....	8
4.1. Troć wędrowna .....	8
4.2. Łosoś .....	10
5. PODSUMOWANIE.....	13

## 1. Wprowadzenie

W Polsce występują dwa gatunki ryb z rodzaju *Salmo*, łosoś atlantycki *Salmo salar* L. i troć *Salmo trutta* L. Występowanie i ewolucja obu gatunków w zlewni Morza Bałtyckiego, jest ściśle związana z jego polodowcową historią i unikalnością jako siedliska. Ta unikalność bałtyckich populacji ma swoje genetyczne odzwierciedlenie. Populacje łososia i troci ze zlewni Bałtyku zdecydowanie różnią się genetycznie od form atlantyckich. Oba gatunki mają zbliżone cykle życiowe, w których rozród i początkowy wzrost odbywa się w wodzie słodkiej by po transformacji (smoltyfikacji) spłynąć do morza gdzie odbywa się główny okres żerowania i wzrostu. Następnie dojrzewające ryby obu gatunków powracają do swoich macierzystych rzek na tarło. W przypadku łososia jest to najczęściej występująca strategia życiowa, natomiast w przypadku troci dotyczy to anadromicznej formy gatunku czyli troci wędrownej. Osiadła forma troci w Polsce nazywana jest pstrągiem potokowym, którego cały cykl życiowy odbywa się w wodzie słodkiej.

Niestety w wyniku czynników antropogenicznych, takich jak nadmierna eksploatacja, zabudowa hydrotechniczna rzek, zanieczyszczenia, w ciągu ostatnich stu lat wiele populacji z obszaru zlewni Morza Bałtyckiego wymarło a stan pozostałych uległ pogorszeniu. W przypadku łososia, z 90 dzikich populacji bałtyckich do dnia dzisiejszego przetrwało jedynie około 30. Liczba dzikich bałtyckich populacji troci jest znacznie większa i według najnowszych danych jest ich ponad 500. W Polsce, historycznie łosoś atlantycki występował w zlewni Wisły i Odry oraz w większych rzekach pomorskich. Wszystkie nasze rodzime populacje łososia wymarły. Stało się to mniej więcej w tym samym okresie, w latach sześćdziesiątych XX wieku w zlewni Wisły i rzekach Pomorza a ostatnia populacja występująca w Drawie w zlewni Odry wyginęła w latach osiemdziesiątych XX wieku. W przypadku troci, w Polsce mamy obecnie około dwudziestu pięciu rzek trociowych, czyli takich, w których odbywa się naturalne tarło tego gatunku, głównie na terenie Pomorza, ale także w dorzeczu Wisły i Odry. Historycznie zasięg występowania gatunku był znacznie większy, a największe tarliska zlokalizowane były w karpackich dopływach Wisły, które zostały jednak odcięte na skutek powstania szeregu barier migracyjnych. Forma osiadła troci ma znacznie większy zasięg występowania, który pokrywa się w większości z historycznym występowaniem formy wędrownej, poszerzony o nowe lokalizacje będące efektem zarybień.

Populacje troci i łososia mają duże znaczenie gospodarcze. Odgrywają znaczącą rolę w turystyce i rekreacji, zwłaszcza wędkarskiej w Polsce i wielu krajach europejskich. Presja wywierana na te gatunki skutkuje obniżeniem się liczebności naturalnych populacji, a to z kolei doprowadziło do rozpowszechnienia się sztucznej hodowli i zarybiania.

W odpowiedzi na utratę naszych rodzimych populacji łososia, Polska rozpoczęła program restytucji tego gatunku w naszych wodach. Jako źródłową populację wybrano łotewską populację z rzeki Dźwiny (Daugava), która w tamtym okresie była najbliższą geograficznie dostępną populacją. Program restytucji prowadzony jest do dzisiaj. Początkowe efekty zarybień były obiecujące. Obserwowano wstępujące na tarło łososie oraz ich gniazda w Drawie a od 1997 roku poławiano wstępujące łososie w kilku rzekach, zwłaszcza w Wieprzy. Niestety w kolejnych latach ilości odławianych w rzekach łososi malały i co istotne, nie udało się potwierdzić skutecznej reprodukcji poprzez odłów narybku. Wyjątek stanowiła rzeka Słupia, gdzie od 2000 roku w połowach stwierdzano obecność narybku łososia a od 2009 roku prowadzone są coroczne odłowy monitoringowe, w których jak do tej pory zawsze występował narybek z naturalnego tarła. Obecnie niewielkie populacje łososia występują także (i są monitorowane) w Parsęcie, Łupawie i Drawie.

W Polsce zarybiania rzek trocią zarówno formą osiadłą, jak i wędrowną i łososiem rozpoczęto na niewielką skalę już w drugiej połowie XIX wieku, próbując w ten sposób zrekompensować nadmierną eksploatację i pogarszające się warunki środowiskowe. Jednak masowe zarybiania sięgające setek tysięcy osobników można datować dopiero od końca lat sześćdziesiątych-siedemdziesiątych XX wieku. Obecnie zarybiania pochodzą z dwóch źródeł. Pierwsze realizowane są w ramach zobowiązań wynikających z operatów użytkowników rybackich rzek. W ramach nich użytkownicy realizują zarybiania w trzyletnich cyklach rozliczeniowych w ilościach przewidzianych w umowie. Te zarybiania dotyczą zarówno pstrąga potokowego, jak i troci wędrownej oraz łososia. Drugim źródłem są zarybiania realizowane w ramach programu Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Zarybianie Polskich Obszarów Morskich” i dotyczą tylko troci wędrownej i łososia. Zarybiania pstrągiem potokowym (osiadłą formą troci) są mniejsze, ale też sięgają w północnej Polsce kilkuset tysięcy sztuk narybku rocznie. W przypadku troci wędrownej w większości krajów bałtyckich zarybiania oparte są na produkcji materiału zarybieniowego od osobników odłowionych w macierzystych rzekach w trakcie migracji tarłowej. Natomiast w Polsce z taką sytuacją mamy do czynienia w przypadku populacji z rzek pomorskich. Istotny jest fakt, że od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku nie miesza się już populacji między rzekami, co

wcześniej było powszechne, zwłaszcza na środkowym Pomorzu a co skutkowało homogenizacją populacji i utratą zmienności.

## 2. Cel i zakres

Celem było opracowanie procedur zarybieniowych ukierunkowanych na zwiększenie różnorodności genetycznej ryb wykorzystywanych w zarybieniach.

Ze względu na wagę gospodarczą dokonywanych corocznie zarybień łososiem i trocią, gatunki te zostały wybrane jako pierwsze do takiego opracowania. Następnie, jeśli opracowane procedury będą sprzyjać osiągnięciu pożądanego efektu biologicznego, podobne prace będą kontynuowane dla innych gatunków.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje opracowanie strategii zarybieniowej dla troci i łososia powinno opierać się o wyniki analiz genetycznych, tak by z jednej strony zachować genetyczną integralność i zmienność naszych rodzimych populacji troci a w przypadku łososia na prowadzenie restytucji i takie zarządzanie niewielkimi populacjami, które powstały w ramach jej prowadzenia by zachować kontrolę nad pochodzeniem genetycznym i zmiennością.

W tym celu w ramach prac prowadzonych w IRS-PIB w latach 2021-2023 przeanalizowano (we współpracy z Morskim Instytutem Rybackim - PIB) z wykorzystaniem panelu 13 loci mikrosatelitarnych wszystkie populacje troci wędrowniej z większych rzek oraz ze wszystkich trzech stad hodowlanych troci wiślanej. Były to reprezentatywne liczbowo próby pochodzące od dorosłych osobników ze stad wiślanej troci z Rutek, Aquamaru i Dąbia oraz populacje troci z rzek: Wisły, Redy, Łeby, Łupawy, Słupi, Wieprzy, Parsęty, Regi i Iny. W sumie było to 550 osobników. Dzięki temu rozpoznano ich aktualne wzajemne relacje i poznano wartości parametrów zmienności genetycznej oraz strukturę genetyczną. W przypadku łososia wykonano podobną analizę, w której uwzględniono stada hodowlane z Rutek, Aquamaru i Żelkówka oraz dwie próby od osobników z rzek: Słupi i Parsęty. W sumie było to 250 osobników.

Przygotowano bazę danych genotypów, na podstawie której uzyskano informację o genotypach poszczególnych populacji oraz wskazano istnienie zmienności genetycznej stad w obrębie populacji dwóch badanych gatunków.

### 3. Baza danych genotypów

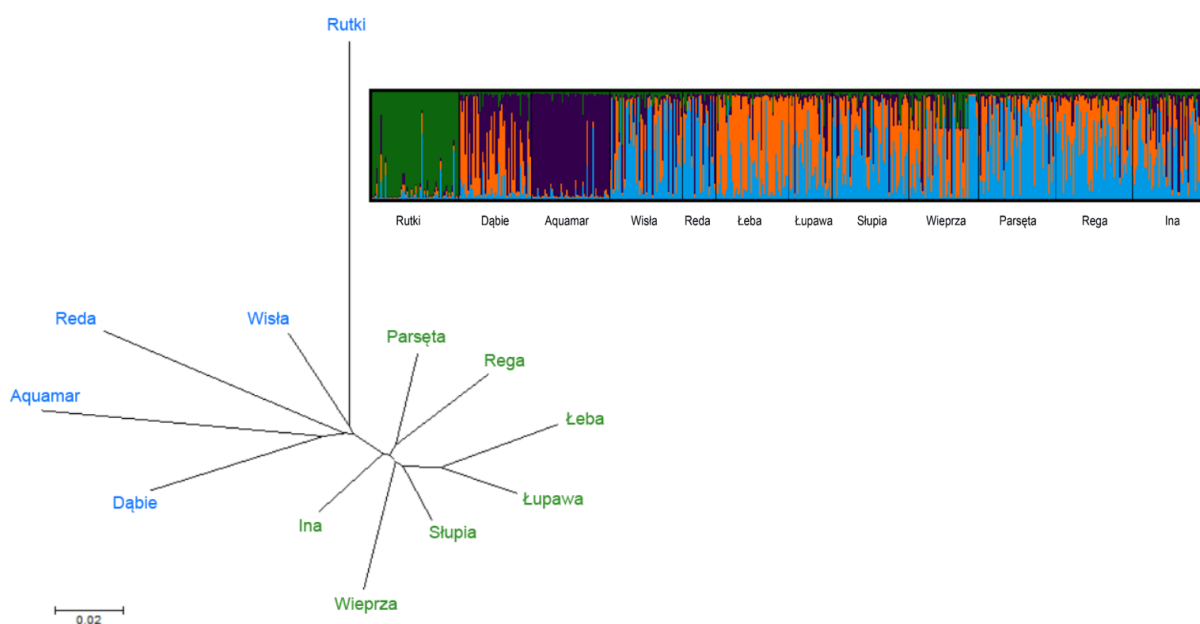
Baza genetyczna w swojej najprostszej formie jest zbiorem profili genetycznych grupy osobników. W skład każdego profilu genetycznego wchodzi wykaz alleli przebadanych markerów genetycznych wykrytych u osobników pochodzących z danego stada lub populacji. Baza genetyczna może zawierać profile genetyczne tarlaków, selektów lub materiału zarybieniowego uzupełnione o informacje dodatkowe umożliwiające ich identyfikację.

Baza danych genotypów została zawarta w załączniku nr 1. do procedur zarybieniowych.

### 4. Strategia zarybiania

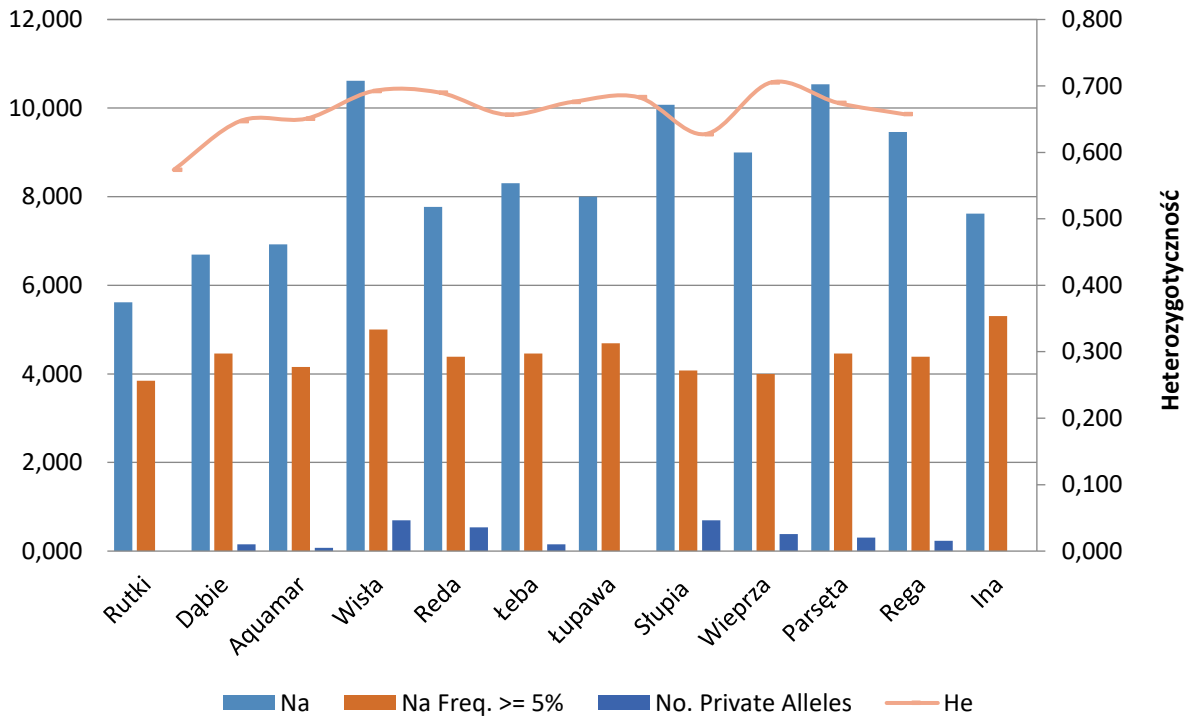
#### 4.1. Troć wędrowną

W kwestii zarybiania trocią wędrowną powinniśmy kierować się logiką wynikającą z rozdziału i zmienności poszczególnych populacji. Wyniki jasno wskazują na wyraźny podział na populacje pomorskie i populację wiślaną (Rysunek 1). Jednocześnie analiza parametrów zmienności genetycznej wskazuje, że trocie ze wszystkich stad hodowlanych charakteryzują się niższą zmiennością niż populacje rzeczne (Rysunek 2). Populacja z rzeki Redy grupuje się z populacjami/stadami wiślanymi wynika to z faktu, że jest zarybiana od co najmniej lat 70-tych ubiegłego wieku trocią wiślaną.





Rysunek 1. Wyniki bayesowskiej analizy struktury genetycznej i drzewo relacji genetycznych NJ dla 12 polskich stad/populacji troci wędrownej.



Rysunek 2. Wzorce alleliczne dla 12 stad/populacji troci wędrownej. Na-liczba alleli, Na freq-liczba alleli występujących z częstotliwością >5%, No. Private-liczba alleli prywatnych, He-heterozygotyczność oczekiwana.

Biorąc pod uwagę powyższe, **PROCEDURA ZARYBIANIA TROCIA WEDROWNA** opiera się na poniższych zasadach.

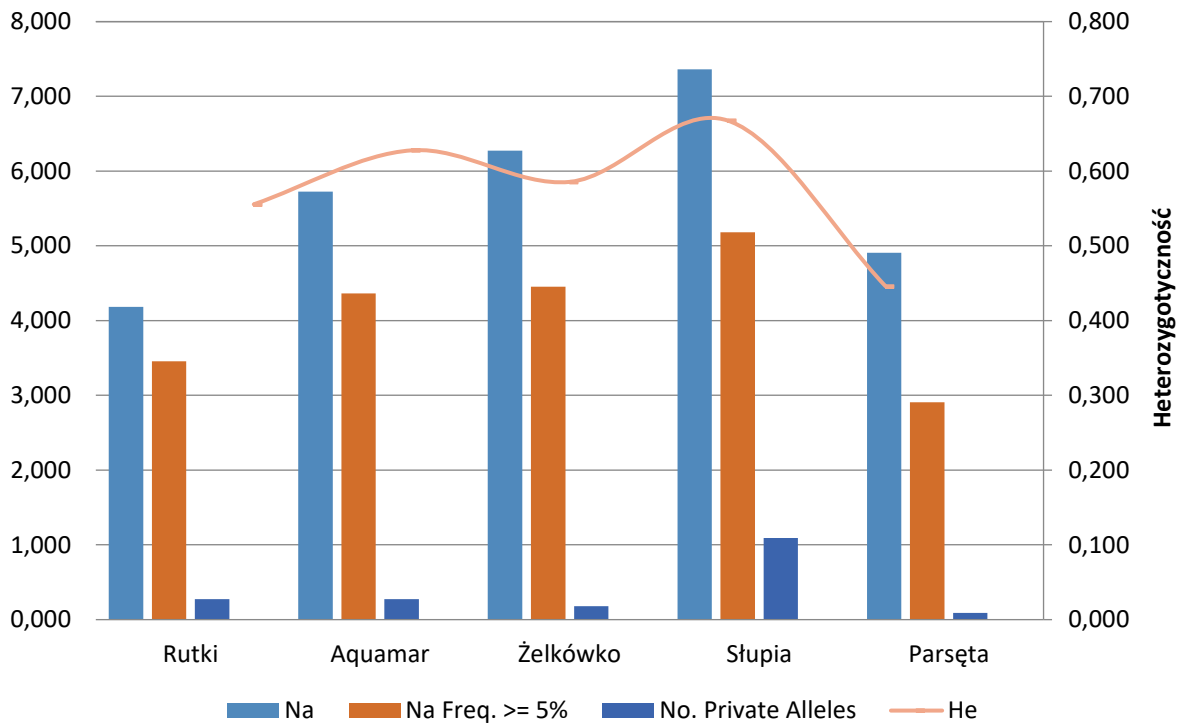
1. Pozyskiwanie materiału zarybieniowego powinno być oparte na dzikich tarłakach, odławianych w poszczególnych rzekach w trakcie migracji tarłowych i takie postępowanie powinno być uznane za priorytetowe.
2. Powinniśmy utrzymywać zasadę nie mieszania populacji pomorskich z wiślaną a także populacji z poszczególnych rzek pomorskich pomiędzy sobą.
3. Stada hodowlane troci wiślanej powinny być w miarę możliwości odnawiane o osobniki pozyskane z Wisły co zapewni odpowiednią zmienność i będzie minimalizować dystans genetyczny pomiędzy stadami hodowlanymi a populacją rzeczną.

4. W przypadku Wisły należałoby wrócić do pozyskiwania tarlaków bezpośrednio z rzeki a stada hodowlane wykorzystywać jako dodatkowe źródło materiału zarybieniowego oraz jako cenny i dotowany rezerwuar genetyczny.
5. W rzekach gdzie prowadzi się zarybienia pstrągiem potokowym, a które są jednocześnie rzekami trociowymi, ze względu na przepływ genów pomiędzy formami powinniśmy wykorzystywać lokalne linie genetyczne formy osiadłej.
6. W samej technice sztucznego tarła powinniśmy wykorzystywać do zapłodnienia jak największą liczbę samców co zwiększy parametry zmienności genetycznej i efektywne wielkości populacji.

## 4.2. Łosoś

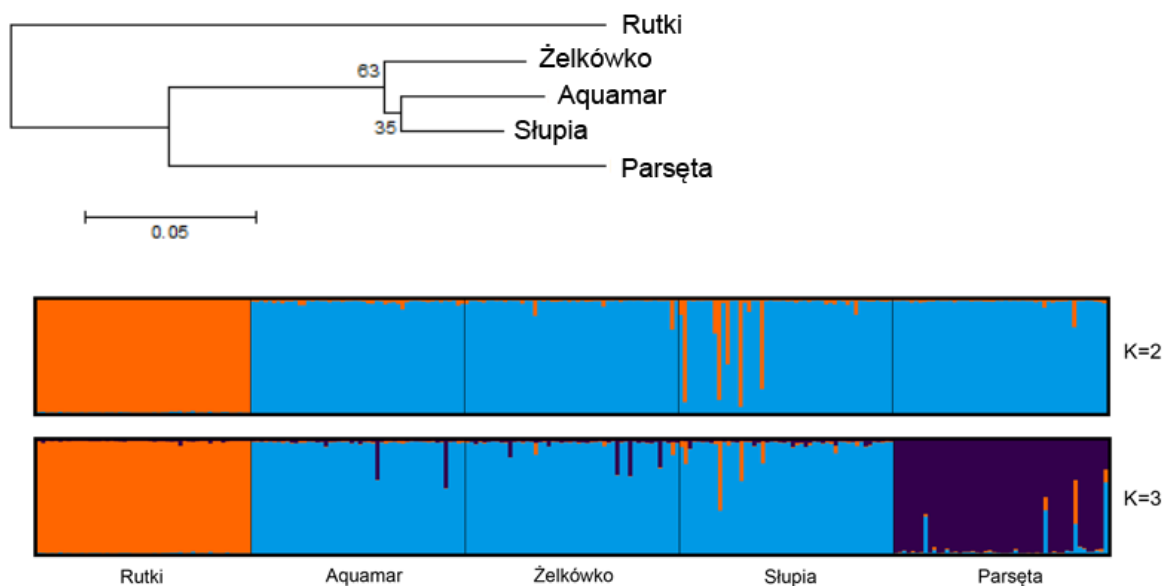
W przypadku zarybiania łososiem, pomimo ogólnie tych samych zasad, sytuacja wygląda nieco inaczej. Wynika to z faktu małej liczebności łososi powracających do naszych rzek i trudności z pozyskaniem materiału zarybieniowego od ryb rzecznych. Obecnie o połowach tarlaków łososa możemy mówić właściwie tylko w przypadku rzek Parsęty i Słupi, a sporadycznie również rzeki Drwęcy. Z kolei w przypadku rzeki Drawy nie prowadzi się żadnych połowów tarlaków. Zatem jedynie w przypadku rzeki Parsęty w ostatnich latach ilości pozyskanej ikry były istotne z punktu widzenia prowadzonej gospodarki. Dlatego też to stada hodowlane stanowią podstawowe źródło materiału zarybieniowego.

W ramach prowadzonych prac przeanalizowaliśmy zmienność genetyczną i wzajemne relacje stad hodowlanych łososa stosowanych do zarybień w ostatnich latach w Polsce oraz dwóch populacji rzecznych ze Słupi i Parsęty. Było to stada z linii litewskiej z Niemna utrzymywane w Rutkach oraz stado linii łotewskiej z Daugavy utrzymywane w gospodarstwie Aquamar. Przeanalizowano także próby pochodzące od łososi linii łotewskiej, które były hodowane w gospodarstwie Żelkówko do 2020 roku. Obecnie w tej hodowli utrzymywana jest tylko linia litewska. Amplifikowano jedenaście loci mikrosatelitarnych, aby ocenić zmienność genetyczną i odległość między populacjami. Całkowita liczba alleli wykrytych we wszystkich loci wahała się od 46 do 81 w zależności od stad. Średnia obserwowana heterozygotyczność we wszystkich badanych loci wyniosła 0,59; średnia oczekiwana heterozygotyczność wyniosła 0,58 (Rysunek 3).



Rysunek 3. Wzorce alleliczne dla stad/populacji łososia atlantyckiego występującego w Polsce. Na-liczba alleli, Na freq-liczba alleli występujących z częstotliwością >5%, No. Private-liczba alleli prywatnych, He-heterozygotyczność oczekiwana.

Populacje pozostawały w równowadze Hardy'ego-Weinberga. Średnia wartość wskaźnika Garzy-Williamsona dla wszystkich populacji była niska, co sugeruje zmniejszenie zmienności genetycznej z powodu efektu założyciela. Dystans genetyczny pomiędzy populacjami był duży pomiędzy stadem litewskim z Rutek i łososiami z Parsęty a grupą łososi pochodzenia łotewskiego (Aquamar, Żelkówko i Słupia) (Rysunek 4). We wszystkich badanych lokalizacjach odnotowano kilka śladów domieszek genetycznych, najmniej w Rutkach. Wartości współczynnika inbredu mieszczą się w zakresie najczęściej obserwowanym u stad hodowlanych. Ogólnie rzecz biorąc, wartości efektywnej wielkości populacji były niskie lub nawet bardzo niskie dla wszystkich badanych populacji.



Rysunek 4. Wyniki bayesowskiej analizy struktury genetycznej i drzewo relacji genetycznych NJ dla 12 polskich stad/populacji troci wędrowej.

Biorąc pod uwagę powyższe, **PROCEDURA ZARYBIANIA ŁOSOSIEM** opiera się na poniższych zasadach.

1. Należy utrzymywać wysoki poziom zmienności w stadach hodowlanych zarówno linii łotewskiej jak i litewskiej.
2. W przypadku największego stada linii łotewskiej „Aquamar” w ostatnich latach dokonano kilku importów łososi z rzeki Daugavy na odnowę stada i to należy uznać za działanie wysoce potrzebne i korzystne.
3. Z racji trudności z uzyskaniem nowych importów z rzeki Niemna do stada w Rutkach i obecnie w Żelkówku należy wymieniać materiał genetyczny pomiędzy tymi stadami.
4. Tam gdzie to możliwe (rzeki: Parsęta i Słupia) pozyskiwanie materiału zarybieniowego powinno być oparte na tarlakach odłowionych całości w rzece, a przynajmniej w jakiejś części i uzupełniane o ryby ze stad hodowlanych odpowiedniej linii genetycznej.
5. Obecnie jedyną rzeką zarybianą linią litewską jest rzeka Drawa (od 2021 roku) i ze względu na limitowane możliwości produkcyjne można utrzymać taką strategię. Za tym przemawia również fakt, że populacja z rzeki Niemna ma adaptację do podejmowania długiej wędrówki tarłowej, co w przypadku rzeki Drawy ma swoje uzasadnienie.

## 5. PODSUMOWANIE

Procedury zarybiana zostały określone dla obydwu gatunków, czyli troci wędrownej i łososa odrębnie. W tym celu przygotowano **BAZĘ DANYCH GENOTYPÓW**, na podstawie której uzyskano informację o genotypach poszczególnych populacji oraz wskazano istnienie zmienności genetycznej stad w obrębie populacji obydwu badanych gatunków.

**W PROCEDURZE ZARYBIANIA TROCIĄ WĘDROWNĄ** powinniśmy kierować się logiką, wynikającą z rozdziału i zmienności poszczególnych populacji. Istnieje wyraźny podział na populacje pomorskie i populację wiślaną. Jednocześnie badania zmienności genetycznej wskazują, że trocie ze wszystkich stad hodowlanych charakteryzują się niższą zmiennością niż populacje rzeczne.

**W PROCEDURZE ZARYBIANIA ŁOSOSIEM**, pomimo ogólnie tych samych zasad jak w przypadku troci wędrownej, występuje konieczność zastosowania dodatkowych zasad. Wynika to z faktu małej liczebności łososi, powracających do naszych rzek oraz trudności z pozyskaniem materiału zarybieniowego od ryb rzecznych. Obecnie, połowy tarlaków łososa mogą odbywać się właściwie tylko w przypadku rzek Parsęty i Słupi, a jedynie sporadycznie z rzeki Drwęcy. Praktycznie w ostatnich latach, jedynie w przypadku rzeki Parsęty ilości pozyskanej ikry były istotne z punktu widzenia prowadzonej gospodarki. Wobec tego, to stada hodowlane stanowią podstawowe źródło materiału zarybieniowego.