


Tomasz Kuczyński  0000-0001-6242-2549

Piotr Pieckiel  0000-0001-5021-0872

Anna Barańska

Michał Olenycz

INSTYTUT MORSKI UNIWERSYTETU MORSKIEGO W GDYNI

adres e-mail do korespondencji: kuczynski@im.umg.edu.pl

DOI: 10.26408/FindFISH-02

2. ANALIZA STANU EKOLOGICZNEGO ZATOKI GDAŃSKIEJ NA PODSTAWIE STANU ICHTIOFAUNY

WPROWADZENIE

Ryby Zatoki Gdańskiej stanowią bardzo ważny element całego ekosystemu Bałtyku. W skład taksonomiczny ichtiofauny badanego obszaru wchodzi gatunki słodkowodne, morskie, brakiczne, jak również wędrownie. Każda z tych grup organizmów ma swoje specyficzne preferencje dotyczące warunków środowiskowych. Zatoka Gdańska nie ma charakteru ani typowo morskiego, ani słodkowodnego, a większość gatunków ryb występujących w tych wodach wykazuje szeroki zakres tolerancji na panujące tu warunki. Rozmieszczenie przestrzenne określonych zespołów ryb w Zatoce Gdańskiej jest też związane z obecnością typowych habitatów, tworzonych przez elementy zarówno abiotyczne, jak i biotyczne. Czynniki abiotycznymi są między innymi: temperatura, zasolenie, natlenienie, nieożywione elementy siedlisk. Kolejnym ważnym elementem pojawiania się określonych gatunków jest baza pokarmowa. Ryby mają określone preferencje pokarmowe i grupują się w miejscach występowania pokarmu o odpowiedniej jakości i w odpowiedniej ilości, znajdującego się zarówno w toni wodnej (zooplankton), jak i na dnie morskim (zoobentos). Oprócz naturalnych czynników na ichtiofaunę Zatoki Gdańskiej wpływają także czynniki antropogeniczne, będące konsekwencją działalności człowieka. Jednym z głównym czynników tego rodzaju jest rybołówstwo, które bezpośrednio ingeruje w zasoby ryb użytkowych i pośrednio wpływa na pozostałe składniki ekosystemu za sprawą oddziaływania na łańcuch troficzny. Inne czynniki antropogeniczne są związane z dostarczaniem do wód morskich różnego typu substancji powodujących negatywne zmiany związane z ogólną trofią wód – eutrofizacją.

2.1. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ICHTIOFAUNĘ ZATOKI GDAŃSKIEJ

2.1.1. Temperatura

Temperatura wód Zatoki Gdańskiej podlega silnym zmianom sezonowym i zależy w głównej mierze od zmian temperatury powietrza i nasłonecznienia. W dużym stopniu jest ona również kształtowana przez procesy konwekcji wód i mieszania, wywołane działaniem wiatrów. W zmianach temperatury wody Zatoki silnie zaznacza się także dopływ wód z Wisły, które podwyższają temperaturę wody w okresie wiosenno-letnim i obniżają ją jesienią. Wpływ wód wnoszonych przez Wisłę jest najbardziej widoczny w okresie obfitego spływu wód rzecznych i wysokich różnic wartości temperatur wód rzecznych i zatokowych. Maksymalny zasięg oddziaływania wód Wisły występuje w sezonie wiosenno-letnim. Najniższe wartości temperatury wód powierzchniowych występują w styczniu w rejonie ujścia Wisły i wynoszą około $0,1^{\circ}\text{C}$. Z kolei najniższe średnie wartości temperatury wody powierzchniowej w całym akwenu odnotowuje się w lutym. W tym miesiącu wody powierzchniowe całego akwenu cechują się zbliżoną temperaturą, a różnice nie przekraczają $2,5^{\circ}\text{C}$. W kolejnych miesiącach temperatura wód powierzchniowych wzrasta, najszybciej w strefie przybrzeżnej. Najwyższe zróżnicowanie przestrzenne obserwowane jest w maju i czerwcu (różnice wynoszące do około 7°C), kiedy znaczna część Zatoki pozostaje pod wpływem wód z Wisły. Wysokie zróżnicowanie przestrzenne nie dotyczy wód głębokowodnych nad Głębią Gdańską, gdzie wynosi ono około $0,5^{\circ}\text{C}$. Najwyższe średnie temperatury wód powierzchniowych występują w sierpniu. W tym miesiącu zróżnicowanie temperatury jest najniższe w całym roku – około $2,3^{\circ}\text{C}$. Specyficzną częścią Zatoki Gdańskiej jest Zalew Pucki – akwen o niewielkiej głębokości (średnio około $3,1\text{ m}$), w którym wymiana wód jest ograniczona Rybitwią Mielizną i Cyplem Rewskim, odcinającymi ten akwen od zewnętrznej części Zatoki Puckiej. Warunki morfologiczne i hydrologiczne tego akwenu sprawiają, że jego wody cechują się nieco innymi średnimi wartościami temperatury w stosunku do pozostałej części Zatoki Gdańskiej. W miesiącach od sierpnia do grudnia są one wyższe niż w pozostałej części Zatoki, a od stycznia do lipca nieco niższe.

W rozkładzie pionowym temperatury wody występują również wyraźne różnice sezonowe, z wyjątkiem Zalewu Puckiego, gdzie ze względu na niewielkie głębokości cały akwen ma charakter izotermiczny. W pozostałej części Zatoki Gdańskiej w miesiącach zimowych do głębokości około $40\text{--}60\text{ m}$ temperatura wody odpowiada zazwyczaj wartościom notowanym w warstwie powierzchniowej. Poniżej tego poziomu następuje wzrost temperatury o około $1,0^{\circ}\text{C}$ na 10 m głębokości, aż do izobaty około 80 m , poniżej której temperatura wody nie przekracza 6°C . Od kwietnia do sierpnia ma miejsce postępujący wzrost temperatury

wody powierzchniowej. Tuż pod powierzchnią zarysowuje się warstwa termokliny, pod którą zalega warstwa minimalnej temperatury, odpowiadająca wartościom z miesięcy zimowych. W kwietniu i maju termoklina stanowi cienką warstwę z niewielkimi gradientami temperatury. Z czasem następuje jej rozwój – zwiększa się głębokość jej zalegania, wzrasta jej miąższość i rośnie temperatura w jej obrębie, ma też miejsce wzrost bezwzględnych gradientów. Najbardziej rozwiniętą termoklinę obserwuje się w sierpniu, kiedy występują także najwyższe wartości temperatury wody powierzchniowej. Poza strefą brzegową zalega ona na głębokości 20–50 m. W strefie płytkowodnej, gdzie nie występuje tak wyraźnie zarysowana stratyfikacja letnia, termoklina pojawia się w czerwcu i lipcu, jednak jest szybko rozpraszana przez procesy dynamiczne wody. W takich rejonach Zatoki temperatura wody spada liniowo do dna. W rejonie Głębi Gdańskiej termoklina rozciąga się pomiędzy izobatami 20 m i 40 m, a gradienty w jej obrębie osiągają wartość $0,9^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Warstwa minimalnej temperatury zmniejsza się w kolejnych miesiącach i temperatura termokliny rośnie. We wrześniu występuje ona już tylko w rejonie Głębi Gdańskiej na głębokości 60–70 m i utrzymuje się do grudnia. Temperatura wody w jej obszarze wynosi około 5°C . Wraz z początkiem jesieni spada temperatura wód powierzchniowych, co skutkuje stopniowym zanikiem stratyfikacji letniej. Procesy konwekcyjne i mieszanie wiatrowe wód stopniowo wyrównują temperaturę wody w kolumnie w okresie jesieni i zimy. Całkowity zanik termokliny w strefie płytkowodnej ma miejsce w październiku, a w części głębokowodnej w listopadzie. W Głębi Gdańskiej w listopadzie termoklina utrzymuje się zazwyczaj na głębokości 30–40 m, najgłębiej natomiast (50–60 m) jest zlokalizowana w rejonie Półwyspu Helskiego. W sezonie zimowym, kiedy temperatura wód powierzchniowych jest najniższa, obserwuje się liniowy spadek temperatury wody w głąb kolumny. Poniżej głębokości 80 m występuje sytuacja odwrotna, tzn. temperatura wzrasta w kierunku dna i osiąga najwyższe wartości (około $5\text{--}6^{\circ}\text{C}$) w najgłębszych częściach Zatoki. Temperatura wód na dnie głębi w Zatoce Gdańskiej utrzymuje się na stałym poziomie przez niemal cały rok i nie wykazuje wahań sezonowych. Najważniejszym czynnikiem kształtującym jej wartości jest nieregularny dopływ wód wlewowych pochodzących z Morza Północnego, przemieszczających się przez Rynną Słupską.

Średnie wartości temperatury wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej i Zalewu Puckiego wskazano w tabeli 2.1.

Tabela 2.1

Średnie wartości temperatury wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej i Zalewu Puckiego

Akwen	Styczeń [°C]	Luty [°C]	Marzec [°C]	Kwiecień [°C]	Maj [°C]	Czerwiec [°C]	Lipiec [°C]	Sierpień [°C]	Wrzesień [°C]	Październik [°C]	Listopad [°C]	Grudzień [°C]
Zatoka Gdańska	2,0	1,1	1,9	5,5	10,4	14,7	17,6	18,4	16,1	11,3	6,5	3,7
Zalew Pucki	1,8	1,3	1,5	4,5	9,5	12,4	16,7	18,6	17,2	13,0	7,9	5,2

Źródło: na podstawie danych z lat 1980–1993 (Nowacki, 1981–1985, 1986–1993).

2.1.2. Zasolenie

Zasolenie Zatoki Gdańskiej jest parametrem, którego wartości nie zmieniają się znacząco w skali roku i wielolecia. W wodach otwartych Zatoki zasolenie wód powierzchniowych zależy od morfometrii akwenu. Najwyższe różnice obserwuje się w płytkim obszarze przybrzeżnym i strefie głębokowodnej, gdzie występuje typowe dla Bałtyku uwarstwienie wód. Strefa przybrzeżna poddana jest oddziaływaniu wód słodkich wnoszonych przez Wisłę, które obniżają jej zasolenie do wartości poniżej 7 PSU. Wpływ ten jest zauważalny również w warstwie powierzchniowej strefy głębokowodnej, głównie w okresie wiosennym, kiedy dopływ wód słodkich jest największy. W pobliżu ujścia Wisły w maju zasolenie wód powierzchniowych może wynosić około 4,5 PSU. W środkowej części Zatoki Gdańskiej wartości te wynoszą około 7,0 PSU, natomiast w rejonie Głębi Gdańskiej około 7,5 PSU. Duży wpływ na zasolenie wód w płytkowodnej strefie przybrzeżnej mają silne wiatry odlądowe, które powodują odpływ wód na powierzchni i dopływ wód przy dnie z głębszych warstw Zatoki. Może to doprowadzić do wzrostu zasolenia nawet o 2 PSU w ciągu kilku godzin w rejonach znajdujących się w pobliżu ujścia Wisły. Poniżej warstwy oddziaływania wód słodkich występuje warstwa izohalinowa o zasoleniu 7–8 PSU. Przy samym dnie strefy płytkowodnej zasolenie może być wyższe, osiągając wartości do 9,5 PSU. Zasięg warstwy izohalinowej kończy się, w zależności od rejonu Zatoki, na głębokościach 40–60 m. W ciągu roku jest największy wiosną i latem, a najmniejszy jesienią i zimą, kiedy następuje dopływ ku powierzchni wód głębinowych. Poniżej warstwy izohalinowej zalega haloklina, w której zasolenie wzrasta średnio od 8 PSU do 11 PSU. W rejonach płytkich haloklina znajduje się przy dnie, natomiast w strefie głębokowodnej na głębokościach 60–80 m (w Głębi Gdańskiej nawet do 90 m). Średnie maksymalne gradienty wzrostu zasolenia w tej

warstwie wynoszą 0,15–0,20 PSU/m. W Głębi Gdańskiej maksymalne gradienty dochodzą do 0,35 PSU/m, a w strefie płytkowodnej do 0,3 PSU/m. W warstwie przydennej poniżej 80 m zasolenie stopniowo wzrasta do maksymalnych wielkości przy dnie. Wartość zasolenia w tej warstwie zależy od wlewów wód słonych z Morza Północnego. Wartości zasolenia przy dnie Głębi Gdańskiej wynoszą średnio 12,5 PSU, zwiększając się do 13–14 PSU w czasie wlewów i spadając do około 10 PSU w okresach długotrwałej stagnacji.

Średnie wartości zasolenia wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej i Zalewu Puckiego wskazano w tabeli 2.2.

Tabela 2.2

Średnie wartości zasolenia wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej i Zalewu Puckiego

Akwen	Styczeń [PSU]	Luty [PSU]	Marzec [PSU]	Kwiecień [PSU]	Maj [PSU]	Czerwiec [PSU]	Lipiec [PSU]	Sierpień [PSU]	Wrzesień [PSU]	Pazdziernik [PSU]	Listopad [PSU]	Grudzień [PSU]
Zatoka Gdańska	7,7	7,8	7,1	7,6	7,0	7,2	7,4	7,1	7,5	7,5	7,5	7,6
Zalew Pucki	8,0	7,8	7,6	8,3	7,2	7,8	7,3	7,2	7,3	7,2	7,2	7,2

Źródło: na podstawie danych z lat 1980–1993 (Nowacki, 1981–1985, 1986–1993).

2.1.3. Natlenienie

Struktura przestrzenna zawartości tlenu w wodzie Zatoki Gdańskiej jest wyraźnie związana z głębokością akwenu, w której wyróżnić można trzy warstwy: górna warstwa o miąższości kilkudziesięciu metrów, kilkunastometrowa warstwa pośrednia oraz warstwa przydennej znajdująca się na głębokościach poniżej 80 m. W górnej warstwie wody występują zazwyczaj dobre warunki tlenowe dzięki wymianie gazów z atmosferą i procesowi fotosyntezy. Wartości natlenienia wody w tej warstwie podlegają zmianom sezonowym, które wynikają z produkcji pierwotnej i zmian temperatury wody. Najwyższe wartości natlenienia, wynoszące około 10 cm³/dm³, obserwowane są w tej warstwie w okresie zimowym, kiedy następuje wychłodzenie wód i zachodzi konwekcja termiczna. W okresie wiosennym, kiedy ma miejsce zakwit fitoplanktonu, pojawiają się krótkotrwałe stany przesylenia tlenem. Wzrost temperatury wód powierzchniowych i spadek produkcji pierwotnej powodują sukcesywny spadek natlenienia wody do wartości około 6–7 cm³/dm³ w sierpniu i wrześniu. W efekcie zachodzącego od początku

jesieni ochłodzenia wód następuje ponowny wzrost natlenienia wody. W styczniu i lutym zawartość tlenu w górnej warstwie wody do głębokości 60–70 m wynosi około $9 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ – w rejonie ujścia Wisły te wartości są niższe i wynoszą około $6 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W marcu w tym obszarze natlenienie wody osiąga wartość około $9 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W kwietniu natlenienie wód wciąż wzrasta i wynosi ponad $9 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, a lokalnie ponad $10 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W maju i czerwcu obserwuje się spadek natlenienia do wartości około $8\text{--}9 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, a w kolejnych miesiącach jego wartości na rozległych obszarach Zatoki wynoszą poniżej $7 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W październiku wartość natlenienia wzrasta, w grudniu osiągając wartość około $9 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W przybrzeżnej strefie płytkowodnej natlenienie wód jest o około $0,5 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ niższe niż w pozostałej części akwenu, co wiąże się z dopływem materii organicznej z łądu i wraz z wodami wnoszonymi przez Wisłę – część tlenu rozpuszczonego w wodzie zużywana jest w procesie mineralizacji.

W warstwie pośredniej natlenienie jest mniejsze o około $4 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. Pod nią znajduje się najslabiej natleniona warstwa dolna, w której zachodzi spadek zawartości tlenu w kierunku dna. Warunki natlenienia są w tej strefie determinowane głównie przez dopływ dobrze natlenionych wód z Morza Północnego. Lepsze warunki tlenowe obserwowane są po wlewach, a gorsze w okresach stagnacji. Średnia wartość natlenienia w obszarach o głębokości większej niż 80 m wynosi około $2\text{--}3 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. W najgłębszych partiach Głębi Gdańskiej występują okresowe braki tlenu, pojawiające się nieregularnie, zazwyczaj na początku roku i pod koniec lata, które mogą się utrzymywać nawet przez kilka miesięcy.

2.1.4. Baza pokarmowa ryb

Zooplankton

W skład zooplanktonu Zatoki Gdańskiej wchodzi głównie drobne skorupiaki pelagiczne – widłonogi i wioślarki, a także wrotki, stadia larwalne ryb oraz organizmy czasowo przebywające w toni wodnej, tj. stadia larwalne wieloszczetów, wyższych skorupiaków i mięczaków. Skład taksonomiczny zooplanktonu Zatoki Gdańskiej jest ubogi – zazwyczaj notuje się kilkanaście gatunków, co wynika z niewielkiego zasolenia, wynoszącego w tej części Bałtyku około 7,0 PSU (Wiktor, 1990). Większość biomasy zooplanktonu stanowią euryhalinowe gatunki morskie, jak widłonogi oraz wioślarki. W okresie wiosennym i letnim, kiedy zasoby fitoplanktonu się zwiększają, wzrastają również liczebność i biomasa żerujących na nim przedstawicieli zooplanktonu. Sezonowe zmiany składu taksonomicznego i ilościowego zooplanktonu Zatoki Gdańskiej są najwyraźniejsze w jej strefie płytkowodnej – powyżej termokliny, gdzie wahania temperatury są największe. Skład zooplanktonu uzależniony jest także od uwarunkowań lokalnych i zdarzeń epizodycznych. Pierwszy z tych czynników obejmuje dopływ wód słodkich

wnoszonych przez rzeki i lokalny spadek zasolenia wód morskich, którego wynikiem jest obecność w wodach morskich gatunków słodkowodnych. Drugi czynnik to wlewy słonych wód z Morza Północnego przez Cieśniny Duńskie. Ich zasięg w Zatoce Gdańskiej może się objawiać okresowym występowaniem w polskich obszarach morskich gatunków słonowodnych (*Ocena stanu środowiska...*, 2017).

Zoobentos

Czynniki, które decydują o zasiedlaniu dna przez faunę oraz o strukturze jakościowej i ilościowej zoobentosu, to przede wszystkim: zasolenie, temperatura, dynamika wód, rodzaj osadów dennych oraz czynniki biotyczne, takie jak: zależności międzygatunkowe (przejawiające się stopniem dominacji populacji wybranego gatunku w danym zbiorowisku), potencjał biotyczny gatunku, rozumiany jako jego zdolność do przetrwania pomimo niesprzyjających warunków środowiskowych (tzw. zakres tolerancji gatunku), oraz dostępność pokarmu. Podstawowym czynnikiem ograniczającym występowanie zoobentosu są również warunki tlenowe w przydennej warstwie wody i w powierzchniowej warstwie osadu. Zróżnicowanie pokarmu na dnie morza spowodowało wykształcenie różnych sposobów odżywiania się wśród bytującej tam fauny, w związku z czym wyróżnia się następujące grupy troficzne: filtratorzy, detrytożercy, nekrofagi, roślinożercy, drapieżniki oraz wszystkożercy (*Morze Bałtyckie...*, 1998).

W skład bezkręgowców dennych wchodzi organizmy żyjące zarówno na powierzchni osadów (epifauna), jak i w osadach dennych (infauna). Zoobentos tworzy liczną, zróżnicowaną taksonomicznie grupę organizmów bezkręgowych, zasiedlającą niemal wszystkie ekosystemy wodne. W większości są to gatunki osiadłe o długim (przynajmniej rocznym) cyklu życiowym. Podstawowymi grupami wchodzącymi w skład makrozoobentosu są małże, skorupiaki, wieloszczety, skąposzczety i ślimaki. W rejonie Zatoki Gdańskiej występuje ponad 100 gatunków makrozoobentosu, w skład których wchodzi gatunki morskie, słonawowodne oraz słodkowodne.

Należy również wspomnieć o organizmach nektonowych, których cechą specyficzną jest możliwość swobodnego pływania, dzięki czemu mogą się przemieszczać i odbywać wędrówki niezależnie od prądów wodnych. Do grupy tej należą ryby i ssaki morskie, a wśród mniejszych organizmów do nektonu zaliczyć można również skorupiaki, które stanowią pośrednią grupę łączącą cechy typowego zoobentosu i zooplanktonu.

2.1.5. Siedliska

Siedlisko ryb można zdefiniować jako środowisko, otoczenie niezbędne do przeżycia w każdym stadium cyklu życiowego, przy czym większość gatunków ryb wykorzystuje różne typy habitatów w danym okresie ich cyklu życia (Sundblad i in., 2014). W związku z tym siedliska można podzielić według następujących kategorii:

- obszary tarła;
- obszary wychowu narybku (larwy i osobniki młodociane);
- obszary żerowiskowe dorosłych osobników;
- korytarze migracyjne;
- możliwe specyficzne obszary, z którymi dany gatunek może być ściśle związany.

Poszczególne gatunki ryb wykazują ogromną różnorodność pod względem strategii życiowych i wymagań siedliskowych. W związku z tym ryby można podzielić m.in. na występujące w wodach otwartych (pelagiczne) lub w strefie przydennej (demersalne). Najwcześniejsze stadia ryb, takie jak jaja i larwy, mogą być zdefiniowane podobnie, w zależności od tego, gdzie powszechnie bytują. Gatunki demersalne oraz stadia rozwojowe, jako organizmy mniej mobilne, wykazują silny związek z określonymi typami siedlisk. Wybór siedliska w dużej mierze zależy od warunków środowiskowych, takich jak: temperatura, głębokość wody, podłoże i kompleksowość siedliska.

W Zatoce Gdańskiej można wyróżnić różne typy siedlisk w zależności od głębokości czy rodzaju podłoża, wraz z zamieszkującymi je zespołami roślin czy zwierząt. Każdy rodzaj osadu zasiedla typowy dla niego zespół makrobezkręgowców bentosowych, natomiast występowanie makrofitów limituje odpowiednia ilość światła. Rośliny naczyniowe występują w zatokach i zalewach, tj. w rejonach płytkich i zacisznych na dnie piaszczystym. Makroglony – zielenice, brunatnice, krasnorosty – przytwierdzają się do twardej powierzchni, np. kamieni.

Strefa głębokiego, miękkiego dna poniżej 40 m głębokości

Z uwagi na brak roślin – podstawowej grupy autotrofów – obszaru głębokiego, miękkiego dna nie można uznać za samodzielnie funkcjonującą jednostkę strukturalną. Na głębokościach, na których wzrasta udział koncentracji materii organicznej w osadach, dominują gatunki preferujące dno piaszczysto-muliste. Obszarem najbardziej ubogim jest rejon Głębi Gdańskiej, gdzie muliste dno najczęściej pozbawione jest życia makroskopowego ze względu na niedostatek lub brak tlenu, który jest czynnikiem limitującym występowanie makrozoobentosu. Obszary te, po wlewach z Morza Północnego, okresowo zasiedlane są przez najbardziej oportunistyczne gatunki odporne na okresowy deficyt tlenu w przydennej warstwie wody (Osowiecki, 1995; Osowiecki, 1998).

Strefa przybrzeżna – płytkowodna strefa piaszczystego dna

Strefa z piaszczystym podłożem charakteryzuje się dużą niestabilnością, ponieważ powierzchniowa warstwa osadu podlega ciągłemu przenoszeniu z miejsca na miejsce. Nie sprzyja to rozwojowi roślinności osiadłej i powoduje, że wśród makrozoobentosu przeważają zwierzęta zagrzebujące się w osadzie oraz drobne zwierzęta należące do mejobentosu.

W tym rodzaju osadu najczęściej występują różne gatunki małży, wieloszczetów, skąposzczetów oraz niektórych skorupiaków. Są to przedstawiciele fauny mobilnej, chociaż zdolność poruszania się niektórych spośród nich, przede wszystkim małży, jest ograniczona. Duże małże potrafią się zagrzebać w osadzie na głębokość nawet 20 cm, wysuwając ponad dno syfon, którym pobierają wodę z pokarmem. Bardziej aktywnymi zwierzętami są wieloszczety.

Najpłytsza strefa, do około 2 m głębokości, to tzw. ruchome piaski. Zamieszkuje ją ubogi zespół, w którym przeważają drobne skorupiaki oraz zagrzebujące się w piasku garnele. Wraz ze wzrostem głębokości zwiększają się liczba gatunków oraz biomasa, w której największy udział mają małże, skorupiaki czy wieloszczety (Wenne i Wiktor, 1982; Herra i Wiktor, 1985).

Strefa przybrzeżna – łąki roślin podwodnych i trzciniowiska

Łąki roślinności podwodnej są cennym elementem ekosystemu Zatoki, stanowiącym siedlisko rozwoju i bytowania bezkręgowców wodnych oraz ryb. Bogactwo pokarmu przyciąga ryby na żerowisko, a dla niektórych fitofilnych gatunków jest miejscem tarła ryb i schronienia narybku. Tego typu habitaty zaliczają się do najbogatszych i najbardziej zróżnicowanych siedlisk w Morzu Bałtyckim (*Morze Bałtyckie...*, 1998).

Również trzciniowiska to bardzo ważne miejsce rozrodu zwierząt morskich: w płytkich i ciepłych wodach przybrzeżnych tarło odbywają gatunki ryb zamieszkujące okoliczne wody (Skóra, 1997). Szuwar pełni też funkcję schronienia i miejsca żerowiska narybku oraz stanowi miejsce bytowania drobnych gatunków ryb chronionych: wężyki, igliczni i babek: małej, piaskowej i czarnej. Wśród morskich trzciniowisk żyje wiele organizmów będących ogniwem łańcucha pokarmowego, m.in. skorupiaki – krewetki i garnele, a także lasonogi, drobne kielże i podwoiki. Są tu też ślimaki, małże czy wieloszczety. Trzciniowiska mają jeszcze jedną ważną, szczególnie dla rybołówstwa, zaletę. Nie dopuszczają, aby oderwane sztormem od dna rosnące głębiej rośliny, na których ryby złożyły swoją ikrę, zostały wyrzucone na brzeg. Umożliwia to dalszą inkubację ikry aż do wyklucia larw, zapobiegając ich wysuszeniu na brzegu.

Strefa przybrzeżna – podłoże kamieniste

Cenny pod względem przyrodniczym rejon dna mieszanego, tj. kamienistego i piaszczystego, charakteryzuje się dużym bogactwem gatunkowym flory i fauny. Występują tu typowe dla dna kamienistego krasnorosty oraz zielenice. Pomiędzy gładzami na dnie piaszczystym rozwijają się rośliny okrytonasienne, takie jak trawa morska, tworząc podwodne łąki. Dno kamieniste zasiedlają gatunki trwale przytwierdzone do powierzchni kamieni, jak omulek i pąkla. Gatunki te zaliczane są do grupy tzw. gatunków siedliskotwórczych, które z uwagi na możliwości osiągnięcia wysokich wartości biomasy i porostania dużych powierzchni dna morskiego tworzą miejsce rozwoju, bytowania oraz schronienia dla innych gatunków bezkręgowej fauny dennej i fitofilnej, w skład której wchodzi głównie drobne skorupiaki. Mozaikowy charakter dna sprzyja również występowaniu zespołów fauny dennej typowej dla piaszczystego i piaszczysto-mulistego dna. Podwodne łąki trawy morskiej zasiedlają zespoły makrobezkręgowców fitofilnych, dla których łodygi i liście roślin naczyniowych są naturalnym siedliskiem (Kruk-Dowgiałło i Szaniawska, 2008).

Strefa pelagiczna

Strefę toni wodnej otwartego morza, zwaną pelagiałem, cechuje stosunkowo duża jednorodność warunków fizyczno-chemicznych. Strefa ta obejmuje masę wód na przedłużeniu strefy przybrzeżnej i rozpościera się ponad głębinami, w dół zaś sięga do granicy przepuszczania przez wodę promieni słonecznych. Wody dobrze naświetlone, do około 20 m głębokości, tworzą strefę eufotyczną i są zasiedlone przez fitoplankton – pierwsze ogniwo łańcucha pokarmowego, decydujące o wielkości produkcji pierwotnej Bałtyku. Zooplankton w zależności od wrażliwości na oświetlenie oraz preferencji pokarmowych (roślinożercy trzymają się bliżej powierzchni morza) zasiedla ton wodną do głębokości, na której spełniane są jego wymagania tlenowe. Jakość obszarów pelagicznych jako żerowisk zależy od obfitości dużego zooplanktonu, który jest uwarunkowany rozkładem zasolenia Morza Bałtyckiego (Flinkman i in., 1998).

Ujścia rzek

Ujścia rzek spełniają ważną rolę jako siedliska przejściowe pomiędzy siedliskami słodkowodnymi i morskimi, w których występują zarówno gatunki słodkowodne, jak i morskie. Istotne są ich znaczenie dla gatunków ryb dwuśrodowiskowych (np. łosoś, troć, certa) jako łączników pomiędzy rzeką a morzem i zachowanie możliwości migracji ryb tarłowych w górę rzek (Warzocha, 2004).

2.1.6. Eutrofizacja

Eutrofizacja jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na środowisko naturalne Morza Bałtyckiego na wszystkich poziomach troficznych. Eutrofizacja oddziałuje również w bardzo istotny sposób na długoterminowe zmiany w zespołach ryb, modyfikując ich skład taksonomiczny oraz liczebność i biomasę (Lappalainen, 2002). W latach 70. i 80. XX wieku eutrofizacja została wskazana jako jeden z najistotniejszych czynników kształtujących środowisko Zatoki Puckiej, będącej częścią Zatoki Gdańskiej, gdzie przeważyły zespoły ryb zdominowane głównie przez gatunki słodkowodne, jak okoniowate i karpowate. Okoń, płoć i szczupak stanowiły w tych latach bardzo ważny składnik połowów komercyjnych w tym obszarze (Jackowski, 2002). Dominacja ryb karpowatych w wodach przybrzeżnych Bałtyku nad innymi grupami łączyła się ze zwiększaniem się żyzności wody w różnych obszarach tego morza. Jednym z bardzo negatywnych efektów tej sytuacji jest wycofywanie się wrażliwych na zmiany gatunków ryb, często wykazujących wąski zakres tolerancji na zmienne warunki środowiska. Wraz ze wzrostem eutrofizacji zwiększa się mętność wody, rosną stężenia zawiesiny w wodzie, a tym samym następuje spadek penetracji światła niezbędnego dla roślin, co skutkuje zmianami w zespołach roślinnych, będących bardzo ważnym składnikiem ekosystemu dla ryb fitofilnych. Kolejny efekt, jaki wywołuje eutrofizacja, to zmiany w siedliskach ryb, jak przestrzenie tarliskowe, żerowiskowe czy też do wychowu narybku (Skóra, 1993). Brak odpowiedniego substratu do składania ikry i zmiany parametrów wody związanych z zawiesiną, obniżające przeżywalność ikry i narybku, skutkują zmniejszaniem się przestrzeni życiowej dla wielu gatunków ryb.

2.1.7. Rybołówstwo

Zatoka Gdańska pozostaje pod stałą presją rybołówstwa i notuje się tu największe nakłady połowowe rybołówstwa przybrzeżnego w Polsce, jak również wysoki odsetek rybołówstwa w wodach otwartych. Rybołówstwo przybrzeżne operuje narzędziami biernymi połowu, a rybołówstwo w otwartych wodach – przeważnie narzędziami czynnymi. Lokalne, tradycyjne rybołówstwo przybrzeżne opiera się na stosowaniu stawnych narzędzi połowowych, takich jak sieci skrzelowe, mierze i żaki. Skład gatunkowy oraz ilościowy tych połowów w latach 1960–2000 ulegał znacznym zmianom, trwającym do chwili obecnej. W latach 60. i 70. ubiegłego stulecia zwiększony nakład połowowy obserwowano w wewnętrznej części Zatoki Gdańskiej, gdzie łowiono duże ilości ryb słodkowodnych, takich jak szczupaki i płocie oraz dwuśrodowiskowe węgorze. W połowach komercyjnych deklarowanych przez rybaków znajdujących się w bazie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa w Gdyni w latach 2005–2017 odnotowano 39 gatunków

ryb. Obecnie główne łowiska zlokalizowane są w zewnętrznej części Zatoki Gdańskiej, a połowy szczupaka, płoci i węgorza mają charakter incydentalny. Skład gatunkowy połowów zdominowany jest aktualnie przez gatunki typowo morskie: dorsza, stornię, śledzia, szprota i dwuśrodowiskowe: troć i łososia.

2.2. OCENA STANU ŚRODOWISKA ZATOKI GDAŃSKIEJ POD KĄTEM ICHTIOFAUNY

2.2.1. Ocena trendów dla warunków naturalnych i antropogenicznych

W odniesieniu do wybranych czynników, na podstawie prognozowanych dla nich trendów, określono stan środowiska Zatoki Gdańskiej pod kątem ichtiofauny (tabela 2.3).

Tabela 2.3

Prognozowany trend zmian dla czynników wpływających na ichtiofaunę w Zatoce Gdańskiej

Czynnik	Trend
Naturalny	
Temperatura	Negatywny – temperatura wzrośnie, co wpłynie na sukces rozrodczy niektórych gatunków ryb, umożliwi rozprzestrzenianie się gatunków obcych mogących negatywnie oddziaływać na konkurencję pokarmową i stanowić bezpośrednie zagrożenie dla rodzimej fauny. Zmiany sezonowe spowodują zaburzenie w rozwoju organizmów morskich.
Zasolenie	Neutralny – zasolenie nie będzie się znacząco zmieniać i nie będzie to wpływać negatywnie na ogólny sukces rozrodczy wszystkich gatunków ryb.
Natlenienie	Negatywny – obszary beztlenowe się powiększą, co spowoduje zwiększoną śmiertelność ikry i narybku i będzie prowokować ryby do ucieczki z kluczowych miejsc żerowiskowych.
Baza pokarmowa	Negatywny – baza pokarmowa zmieni się i zmniejszy, będzie niewystarczająca pod względem ilości, a zmiany jakości wywołają zmiany w kondycji ryb.
Siedliska	Negatywny – areał się zmniejszy, a warunki panujące w siedliskach ulegną zmianie i nie będą w stanie zapewnić rozwoju wszystkim gatunkom ryb ani wystarczających zasobów umożliwiających eksploatację.

cd. tabeli 2.3

Antropogeniczny	
Zanieczyszczenia	Neutralny – stężenia substancji zanieczyszczających się zmniejszą, co może spowodować ustępowanie skutków ich wpływu w organizmach ryb, lecz mogą się pojawić nowe niebezpieczne substancje.
Eutrofizacja	Neutralny – nie nasilą się obecnie odczuwalne skutki zwiększonej trofii zbiornika, nie będzie dochodzić do degradacji siedlisk przyrodniczych ichtiofauny.
Rybołówstwo	Negatywny – połowy będą prowadzone na poziomie uniemożliwiającym naturalną rekrutację nowych pokoleń ryb, przytów niewymiarowych osobników różnych gatunków będzie negatywnie wpływał na populacje innych gatunków zwierząt.

Źródło: opracowanie własne.

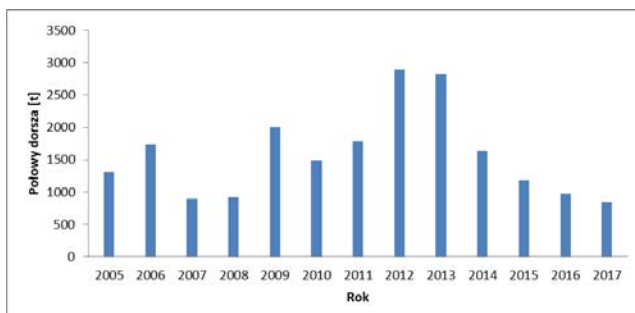
2.2.2. Ocena stanu populacji ryb

Gatunki komercyjne

Na podstawie danych ze statystyk połowowych pochodzących z Centrum Monitoringu Rybołówstwa w Gdyni, które są deklaracjami rybaków dotyczącymi połowach komercyjnych, przeprowadzono analizę oceny populacji gatunków ryb komercyjnych.

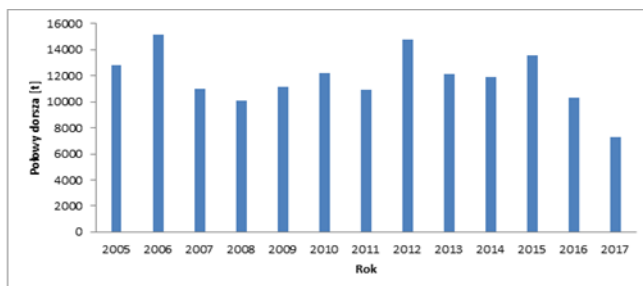
W analizowanym okresie, od 2005 roku, w raportach połowowych na obszarze Zatoki Gdańskiej wskazuje się 39 gatunków ryb. Najczęściej jednak poławiane są: dorsz, stornia, śledź, szprot, belona, ryby łososiowate: troć wędrowną i łosoś, z ryb słodkowodnych: okoń, sandacz. Dodatkowo w połowach regularnie występują również węgorz, turbot, sieja. Jednak pod względem całkowitej masy łowionych ryb podstawowe znaczenie dla rybołówstwa w Zatoce Gdańskiej mają ryby śledziowate, dorsz, stornia oraz troć wędrowną i okoń.

Połowy dorszy w Zatoce Gdańskiej (rys. 2.1) charakteryzują się na przestrzeni lat 2005–2017 dużymi wahaniami w porównaniu z całkowitymi połowami tego gatunku w polskim rybołówstwie (rys. 2.2), przy czym od 2014 roku obserwuje się wyraźny spadek połowów, który wpisuje się w ogólny trend na Morzu Bałtyckim. Nie można tego zjawiska powiązywać bezpośrednio z corocznie zmniejszonymi limitami dla tego gatunku, gdyż w drugiej dekadzie XXI wieku polscy rybacy nie są w stanie wykorzystać przyznanej im kwoty dorsza ze stada wschodniego (rys. 2.3). Zmniejszające się zasoby dorszy są efektem wpływu zarówno czynników abiotycznych związanych z zmiennymi w poszczególnych latach warunkami rekrutacji stada, jak i silnej presji ze strony rybołówstwa, w którym ustalane limity są często znacząco powyżej poziomu rekomendowanego i bezpiecznego dla zasobów.



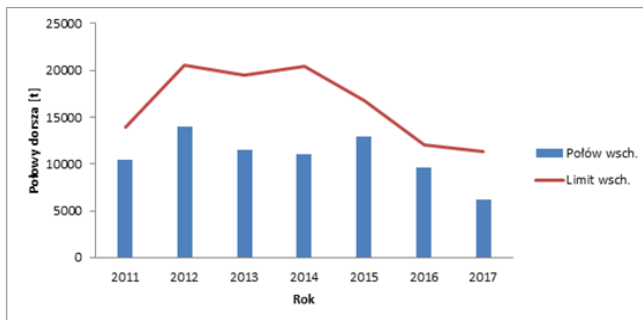
Rys. 2.1. Połowy dorsza w Zatoce Gdańskiej w latach 2005–2017 [t]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.



Rys. 2.2. Całkowite połowy dorsza w polskim rybołówstwie w latach 2005–2017 [t]

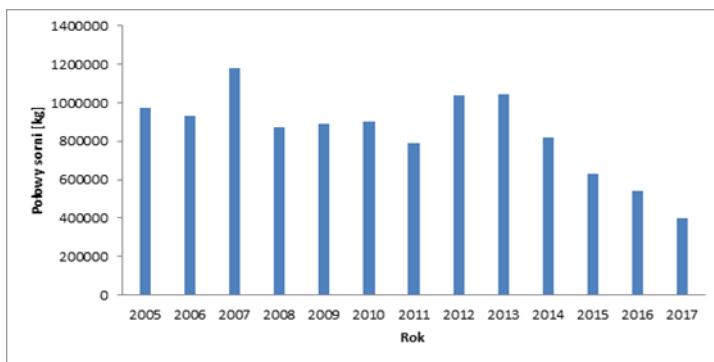
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.



Rys. 2.3. Całkowite połowy dorsza ze stada wschodniego w polskim rybołówstwie względem przyznanego limitu w latach 2011–2017 [t]

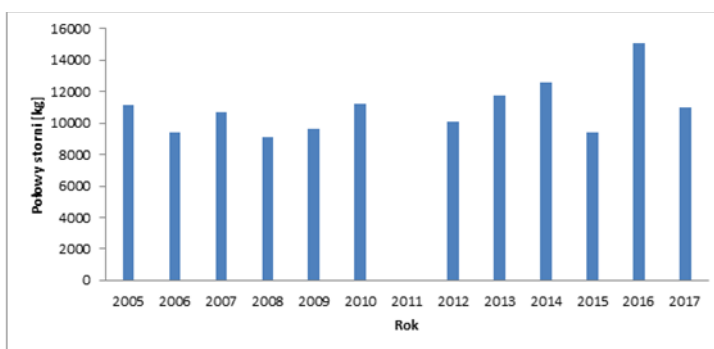
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.

Również w przypadku połowów storni w rejonie Zatoki Gdańskiej (rys. 2.4) widać wyraźny spadek połowów w latach 2013–2017, przy czym nie pokrywa się on jednoznacznie z trendami połowowymi całego polskiego rybołówstwa (rys. 2.5). Należy mieć na uwadze, że wzrost ogólnych połowów tego gatunku w tym samym okresie, dla którego obserwuje się spadki w Zatoce, może wynikać ze zwiększonej presji na ten gatunek ze strony floty ukierunkowanej na połowy paszowe. Zjawisko to ma miejsce w zachodniej części polskiego Wybrzeża. W rejonie Zatoki stornia jest poławiana głównie przez rybołówstwo łodziowe przy użyciu narzędzi stawnych. Przy czym wielkość połowów zależy wyłącznie od ich wydajności i nakładu połowowego, gdyż gatunek ten nie jest objęty limitami. Dlatego spadek wielkości połowów w Zatoce może wynikać ze spadku zasobów tego gatunku w rejonie.



Rys. 2.4. Połowry storni w Zatoce Gdańskiej w latach 2005–2017 [kg]

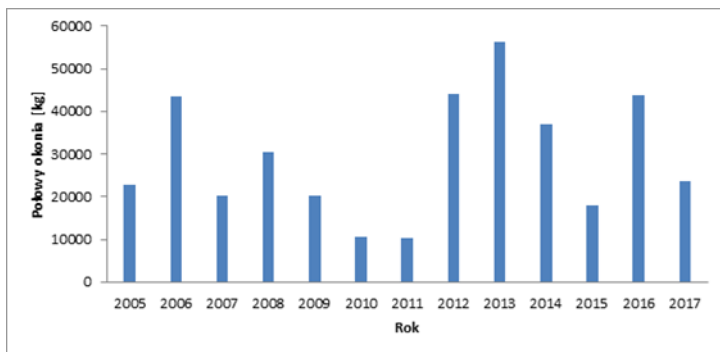
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.



Rys. 2.5. Całkowite połowry storni w polskim rybołówstwie w latach 2005–2017 [t] (2011 – brak danych)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.

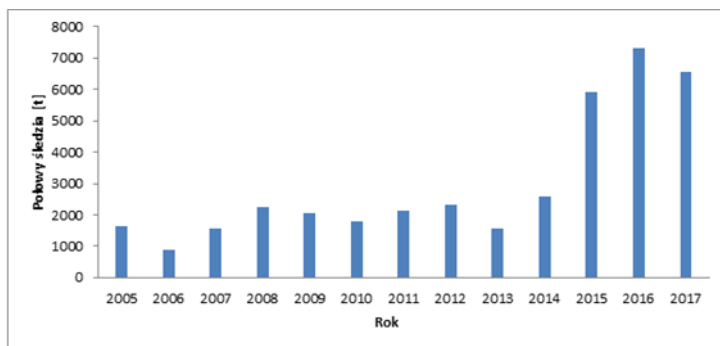
Z ryb słodkowodnych najliczniej poławiany jest okoń, jednak wielkości jego połowów cechują się wyraźnymi wahaniami w poszczególnych latach (rys. 2.6). Wynika to najprawdopodobniej z charakterystyki dostępnych zasobów tego wolno rosnącego gatunku, w której występują okresowe wzrosty i spadki liczebności populacji w odpowiedzi na presję ze strony rybołówstwa.



Rys. 2.6. Połowy okonia w Zatoce Gdańskiej w latach 2005–2017 [kg]

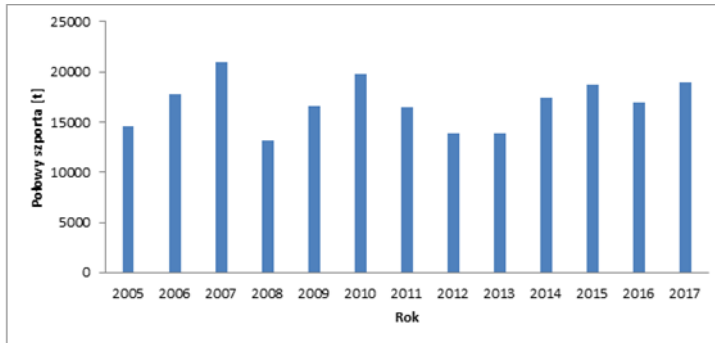
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.

W przypadku najliczniej poławianych w zatoce ryb śledziowatych można zauważyć wyraźny wzrost połowów śledzi w ostatnich trzech latach w stosunku do poprzedzającego je dziesięciolecia (rys. 2.7) oraz stabilną sytuację w zakresie wielkości połowów szprotów, ze stosunkowo niewielkimi wahaniami w poszczególnych latach i tendencją do wzrostu połowów w ostatnich czterech latach (rys. 2.8). Wpisuje się to w ogólny trend na Bałtyku, związany ze wzrostem biomasy ryb pelagicznych i corocznym zwiększaniem dostępnych limitów na połów tych gatunków. Śledź i szprot są w rejonie Zatoki poławiane głównie przez flotę kutrową w części centralnej i południowej.



Rys. 2.7. Połowy śledzia w Zatoce Gdańskiej w latach 2005–2017 [t]

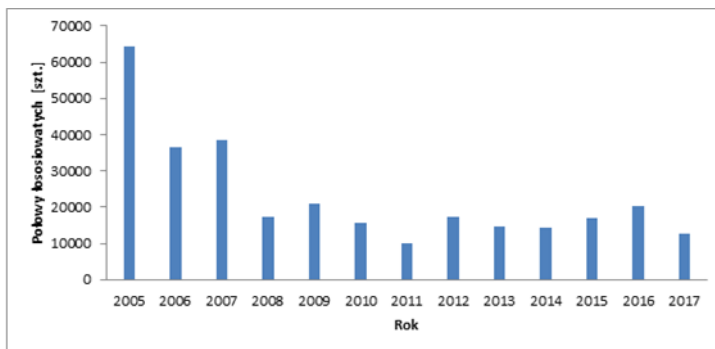
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.



Rys. 2.8. Połowcy szpota w Zatoce Gdańskiej w latach 2005–2017 [t]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.

Połowcy ryb łososiowatych, w szczególności troci wędrownej, po wyraźnym spadku ich wielkości po roku 2007 utrzymują się w ostatnim dziesięcioleciu na zbliżonym poziomie (rys. 2.9). Przy czym zasoby tych ryb, a w konsekwencji ich połowy, są w znacznej mierze uzależnione od wielkości zarybnień realizowanych w ramach programu „Zarybianie Polskich Obszarów Morskich”.



Rys. 2.9. Łączne połowy ryb łososiowatych w Zatoce Gdańskiej w latach 2011–2017 [szt.]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Centrum Monitoringu Rybołówstwa.

Stan populacji gatunków niekomercyjnych

W wodach Zatoki Puckiej, stanowiącej zachodnią część Zatoki Gdańskiej, stwierdzono występowanie 57 gatunków ryb (Skóra, 1993), są jednak wśród nich gatunki uznane za wymarłe lub notowane ostatnio w latach 30. ubiegłego wieku. W badaniach inwentaryzacyjnych zrealizowanych w drugiej dekadzie XXI wieku potwierdzono występowanie w tym akwenie 29 gatunków ryb (*Wyniki inwentaryzacji siedlisk...*, 2012).

Na przestrzeni ostatniego półwiecza doszło do istotnych zmian w strukturze ichtiofauny związanych z antropogeniczną degradacją środowiska Zatoki Gdańskiej, która doprowadziła do załamania się początkowo wyrównanej struktury ichtiofauny na rzecz dominacji gatunków eurytopowych, takich jak ciernik i babka bycza, oraz eliminacji wrażliwych gatunków ryb, jak np. sieja, oraz pogarszającym się stanem tarlisk w Zalewie Puckim. W strukturze liczebności ichtiofauny dominują aktualnie babka krągła (babka bycza), śledź i okoń, natomiast w strefie przybrzeżnej babka krągła i ciernik. Jednym z gatunków, który prawdopodobnie całkowicie zanikł w Zatoce, jest lokalna forma siei – brzona. Obecnie obserwowane osobniki tego gatunku pochodzą z zarybień prowadzonych co roku w ramach programu „Zarybianie Polskich Obszarów Morskich”, realizowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Sieja jest gatunkiem wrażliwym, najwcześniej reagującym spadkiem liczebności populacji na zmiany w środowisku wywołane wzrastającym stężeniem zanieczyszczeń. Zły stan tarlisk w badanym akwenu dotyczy głównie gatunków fitofilnych. Gatunki ryb składające ikrę na podłożu roślinnym stanowią zdecydowaną większość ryb żyjących w wodach Zalewu Puckiego, dlatego uważa się, że spadek liczebności płoci i szczupaka, które stanowiły główny cel połowów komercyjnych w latach 70. ubiegłego wieku, może być wynikiem degradacji tarlisk tych gatunków. Niegdyś tarliska płoci oraz szczupaka zlokalizowane były w zachodniej części Zalewu Puckiego w okolicy Swarzewa i ujścia rzeki Płutnicy. Obecnie liczebność tych gatunków jest bardzo niska.

W wodach Zatoki Gdańskiej występują gatunki objęte ochroną gatunkową (tabela 2.4).

Tabela 2.4

Lista gatunków ryb i minogów występujących w polskich obszarach morskich ze statusem ochronnym: OCH – gatunek objęty całkowitą ochroną*, OCZ – gatunek objęty częściową ochroną*, CL – gatunek wymieniony w *Polskiej czerwonej księdze zwierząt* (2001), DH – gatunek wymieniony w załączniku II Dyrektywy siedliskowej; inne skróty wyjaśnione w tabeli

Lp.	Gatunek	Status ochrony
1	Aloza (<i>Alosa alosa</i>)	OCZ, DH
2	Parposz (<i>Alosa fallax</i>)	OCZ, DH, CL – EN – gatunki bardzo wysokiego ryzyka, silnie zagrożone
3	Taśmiak długi (<i>Lumpenus lampretaeformis</i>)	OCZ
4	Babka czarnoplamka (<i>Gobiusculus flavescens</i>)	OCZ

cd. tabeli 2.4

5	Babka mała (<i>Pomatoschistus minutus</i>)	OCZ
6	Babka piaskowa (<i>Pomatoschistus microps</i>)	OCZ
7	Ciosa (<i>Pelecus cultratus</i>)	OCZ, DH, CL – NT – gatunki niższego ryzyka, ale bliskie zagrożenia
8	Dennik (<i>Liparis liparis</i>)	OCZ, CL – VU – gatunki wysokiego ryzyka, narażone na wyginięcie
9	Iglicznia (<i>Syngnathus typhle</i>)	OCZ, CL – CR – gatunki skrajnie zagrożone
10	Wężynka (<i>Nerophis ophidion</i>)	OCZ
11	Jesiotr ostronosy (bałtycki) (<i>Acipenser oxyrinchus oxyrinchus</i>)	OCH, DH, CL – EXP – gatunki zanikłe lub prawdopodobnie zanikłe w Polsce
12	Kur rogacz (<i>Myoxocephalus quadricornis</i>)	OCZ
13	Pocierniec (<i>Spinachia spinachia</i>)	OCZ
14	Minóg morski (<i>Petromyzon marinus</i>)	OCH, DH, CL – EN – gatunki bardzo wysokiego ryzyka, silnie zagrożone
15	Minóg rzeczny (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	OCZ, DH, CL – VU – gatunki wysokiego ryzyka, narażone na wyginięcie
16	Łosoś (<i>Salmo salar</i>)	CL – CR – gatunki skrajnie zagrożone

Źródło: opracowanie własne.

2.2.3. Ocena stanu siedlisk

Ocena żerowiska pelagicznego na podstawie zooplanktonu

Rozmieszczenie zooplanktonu w Zatoce Gdańskiej jest kształtowane dynamicznie przez warunki środowiskowe. Przestrzenny rozkład biomasy zooplanktonu w akwenie jest determinowany przez układ prądów, kierunek i siłę falowania, temperaturę wody, dostępność pokarmu i inne czynniki. Z tego powodu nie ma możliwości określenia, w których miejscach Zatoki Gdańskiej znajdują się żerowiska ryb planktonożernych. Możliwe jest jednak określenie, czy zasoby zooplanktonu Zatoki Gdańskiej są na tyle wysokie, by zapewnić odpowiednio zasobną bazę pokarmową na podstawie wskaźnika MSTS (*zooplankton mean size and total stock*), który jest wykorzystywany w ocenie stanu środowiska Morza Bałtyckiego zgodnie z zaleceniami Dyrektywy ramowej w sprawie strategii morskiej. Wskaźnik ten składa się z dwóch modułów: „średnie rozmiary

zooplanktonu” i „całkowita biomasa zooplanktonu”. Moduł „średnie rozmiary zooplanktonu” wyrażany jest jako wielkość biomasy w przeliczeniu na jednego osobnika. Im wyższa jego wartość, tym więcej w środowisku było taksonów o stosunkowo dużych rozmiarach ciała (dorosłe osobniki widłonogów i wioślarek), stanowiących trzon bazy pokarmowej ryb planktonożernych. W przypadku Zatoki Gdańskiej wartości graniczne dla tego modułu wskaźnika MSTS zostały opracowane na podstawie danych pochodzących z trzech stacji, na których zooplankton badany jest w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (Margoński i Całkiewicz, 2017). Stanowią one wyznacznik jakości zasobów zooplanktonu w kontekście bazy pokarmowej dla ryb planktonożernych. Jeśli wartość obliczona dla danego roku lub innego okresu jest równa lub wyższa od wartości progowej, wskazuje to na dogodne warunki do żerowania dla tych ryb. Analiza zasobów zooplanktonu w kontekście bazy pokarmowej ichtiofauny wykazała, że na każdej z analizowanych stacji zasoby te były dobre i przekroczyły wartość progową dla Zatoki Gdańskiej (tabela 2.5).

Tabela 2.5

Ocena zasobów zooplanktonu w kontekście zasobów bazy pokarmowej dla ryb planktonożernych w latach 2010–2015 (wartości progowe modułu „średnie rozmiary zooplanktonu” za Margoński i Całkiewicz, 2017)

Rok	Stacja			Cały obszar (średnia)
	ZP6	P1	P110	
2010	11,7	24,3	11,6	15,9
2011	13,7	13,0	14,8	13,8
2012	8,1	13,1	10,9	10,7
2013	11,2	10,2	11,6	11,0
2014	13,2	14,1	18,9	15,4
2015	7,9	21,9	19,8	16,5
2010–2015	11,9	13,3	12,2	12,5
Wartość progowa modułu „średnie rozmiary zooplanktonu”	3,5	10,2	11,2	8,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Państwowego Monitoringu Środowiska.

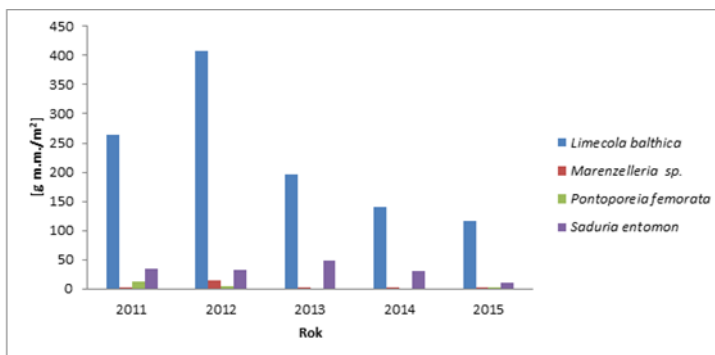
Ocena żerowiska dennego na podstawie zoobentosu

Zasoby fauny dennej można ocenić w odniesieniu do wartości biomasy poszczególnych gatunków będących podstawowym pożywieniem wybranych gatunków ryb. Analiza danych pochodzących z lat 2011–2015 (dane z Państwowego Monitoringu Środowiska) wykazała, że rozkład biomasy, a tym samym zasoby biomasy pokarmowej zależą od głębokości i związanego z nią natlenienia wody naddennej oraz od rodzaju podłoża.

Obszar Głębi Gdańskiej charakteryzuje się wyjątkowo niekorzystnymi warunkami dla bytowania organizmów bentosowych. Ze względu na przeważające warunki beztlenowe lub głębokiego deficytu tlenowego w wodach przydennych występować tam mogą jedynie gatunki oportunistyczne. W ostatnich latach odnotowano tam tylko wieloszczeta *Bylgides sarsi*, którego średnia biomasa osiągnęła maksymalną wartość 2,2 g_{m.m.}/m² (mokrej masy na metr kwadratowy) (w 2014 roku).

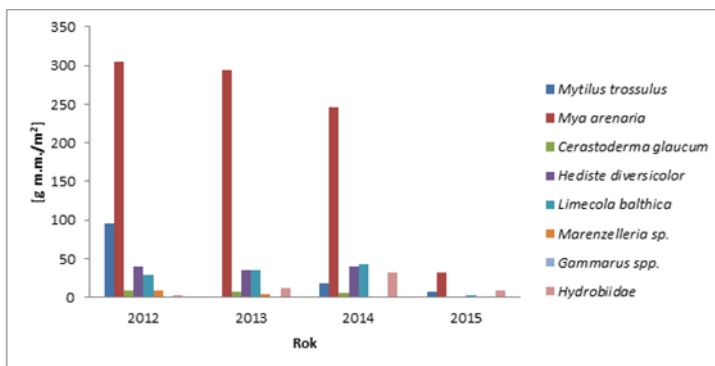
W centralnej części Zatoki Gdańskiej w makrozoobentosie mogącym stanowić bazę pokarmową dla ryb odnotowano jedynie dwa gatunki. Jest to obszar o znacznej głębokości (69 m), charakteryzujący się mulistym substratem oraz niekorzystnymi warunkami tlenowymi w strefie przydennej, co ma bezpośredni wpływ na obecność makrozoobentosu. Obecność preferowanego przez stornie jako pokarm małża rogowca bałtyckiego (*Limecola balthica*) odnotowano jedynie w 2013 roku. W pobliżu zewnętrznej krawędzi cypla Półwyspu Helskiego notuje się występowanie małża rogowca oraz skorupiaka podwoja wielkiego (*Saduria entomon*), stanowiącego pokarm dorsza. Jego średnia biomasa nie przekraczała 20 g_{m.m.}/m².

W okolicach cypla Półwyspu Helskiego, po wewnętrznej stronie Zatoki Gdańskiej, również stwierdza się występowanie rogowca oraz podwoja wielkiego (rys. 2.10). Jednak biomasa tych dwóch gatunków, stanowiących główny składnik diety storni i okazjonalny diety dorsza, jest wyższa w porównaniu z rejonem po zewnętrznej stronie cypla. Zatoka Pucka w bliskim sąsiedztwie Cypla Rewskiego z uwagi na dużą różnorodność gatunków odznacza się na tle pozostałych rejonów. Jedynie w tym miejscu odnotowano cztery gatunki małży, wśród których dominował małgiew piaskołaz (*Mya arenaria*). Zarówno u tego gatunku, jak i u omułków (*Mytilus trossulus*) można jednak zaobserwować tendencję spadkową biomasy (rys. 2.11).



Rys. 2.10. Średnia mokra biomasa [$\text{g}_{\text{m.m.}}/\text{m}^2$] taksonów makrozoobentosu w rejonie Cypla Helskiego

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Państwowego Monitoringu Środowiska.



Rys. 2.11. Średnia mokra biomasa [$\text{g}_{\text{m.m.}}/\text{m}^2$] taksonów makrozoobentosu w rejonie Cypla Rewskiego

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Państwowego Monitoringu Środowiska.

Ocena tarlisk

Ze względu na duże zróżnicowanie typów siedlisk występujących w obszarze Zatoki Gdańskiej występują tu warunki dla tarła dla wielu gatunków ryb morskich, reprezentujących różne grupy rozrodzce. Dodatkowo, uwzględniając ekosystemy przyległe do Zatoki, można uznać ten rejon za miejsce rozrodu również dla ryb wędrownych i słodkowodnych, chociaż w przypadku tych ostatnich historyczne tarliska płoci i szczupaka, niegdyś powszechnie występujących w Zatoce Puckiej, w rejonie rzeki Płutnicy, zostały utracone w latach 70. ubiegłego wieku w wyniku melioracji łąk i budowy przepompowni odcinającej ichtiofaunie drogę na dawne rozlewiska rzeki Płutnicy. Obecnie obszar w rejonie ujścia Płutnicy, jak również ujścia Redy może stanowić istotne tarlisko dla okonia, gdyż ikra tego gatunku

wykazuje większą tolerancję na zasolenie niż ikra płoci i szczupaka. Ryby wędrowne, jak troć czy łosoś, odbywają tarło w rzekach Redzie, Zagórskiej Strudze, Gizdepce oraz podejmują wędrówki rozrodcze w dorzecza Motławy (zlewnia Martwej Wisły) i Dolnej Wisły. W Dolnej Wiśle odbywa też tarło występująca w Zatoce certa. Natomiast właściwy obszar Zatoki Gdańskiej wraz z Zatoką Pucką jest wykorzystywany głównie jako miejsce rozrodu gatunków morskich. W części płytkowodnej, jaką stanowi Zalew Pucki, znajdują się historyczne tarliska endemicznego gatunku siei. Jednak po załamaniu się jej populacji Zatokę zaczęto zarybiać materiałem zarybieniowym pochodzącym od siei wędrownej z rejonu Zalewu Szczecińskiego. Od tego czasu obserwuje się ciągi tarłowe ryb tego gatunku w rzece Redzie, choć nie wiadomo, czy odbywa ona tam skuteczne tarło, czy jej populacja jest utrzymywana wyłącznie z zarybień. Zalew Pucki oraz płytkowodna strefa całej zachodniej części Zatoki Gdańskiej, gdzie występuje roślinność podwodna, stanowi obecnie ważne tarlisko dla belony. Dorosłe osobniki tego gatunku masowo pojawiają się w Zatoce Gdańskiej na początku maja i przebywają w strefie płytkowodnej do czerwca. W strefie brzegowej, gdzie występują substraty roślinny i kamienny, tarło odbywa również śledź. Największe koncentracje tego gatunku w okresie od marca do kwietnia obserwuje się w południowo-zachodniej części Zatoki Gdańskiej, w rejonie ujścia Wisły Śmiałej oraz umocnień portowych Portu Północnego i Nowego Portu. Jednak tarliska śledzia znajdują się też w rejonie Gdyni-Orłowa oraz w Zatoce Puckiej. Kolejną grupę ryb wykorzystujących strefę przybrzeżną Zatoki Gdańskiej do rozrodu stanowią ryby dobijakowate. Odbywają tarło na piaszczystym podłożu w południowej części Zatoki Gdańskiej oraz wzdłuż Długiej Mielizny od końca lata do jesieni. Oprócz gatunków ryb składających ikrę demersalną na substracie roślinnym lub bezpośrednio na podłożu gatunki takie jak dorsz, stornia czy szprot odbywają tarło pelagiczne, a złożone jaja inkubują się w toni. Ze względu na wymaganą do utrzymania się zapłodnionej ikry w toni wodnej większą gęstość wody, a co za tym idzie – zasolenie, obszary Zatoki Gdańskiej zdadne do odbycia skutecznego tarła dla tych gatunków ograniczają się do najgłębszych miejsc w rejonie Głębi Gdańskiej, gdzie występuje haloklina. Dodatkowo istotnym czynnikiem jest zawartość tlenu w wodzie umożliwiająca przeżycie rozwijającej się ikry. Taka sytuacja powoduje ograniczenie takich tarlisk – nie tylko przestrzenne, lecz także pionowe; do efektywnego tarła wykorzystana może być tylko określona warstwa w kolumnie wody o odpowiednich parametrach zasolenia i zawartości tlenu. W przypadku gatunku najbardziej wymagającego pod względem zasolenia i zawartości tlenu dla składanej ikry, jakim jest dorsz, obecne warunki na Głębi Gdańskiej nie sprzyjają odbywaniu przez niego skutecznego tarła. W wyniku zaniku regularnych wlewów wód z Morza Północnego w połowie lat 80. ubiegłego wieku nie dochodzi do stałego wpływu wód słonych w Głębi Gdańskiej, skutkiem czego warstwy przydenne wysładzają się, co skutkuje obniżaniem się warstwy haloklinowej, a w stagnującej przy dnie wodzie pojawiają się deficyty

tlenowe. Ikra takich gatunków jak stornia i szprot, która cechuje się większą zdolnością do unoszenia się w wodzie i niższymi wymaganiami tlenowymi, może się utrzymywać i rozwijać w górnych warstwach halokliny.

PODSUMOWANIE

Zatoka Gdańska jest jednym z najbardziej eksploatowanych rybacko rejonów polskich obszarów morskich. Poławia się tutaj głównie dorsza, stornię, śledzia i szprota. W latach 70. i 80. ubiegłego wieku poławiano tutaj, głównie w Zatoce Puckiej, znaczne ilości ryb słodkowodnych, jak szczupak czy płoć. Znajdują się tu zarówno obszary tarliskowe wielu gatunków ryb, jak i miejsca wychowu narybku i żerowiska. Oprócz występujących tu gatunków ryb morskich intensywnie eksploatowanych przez rybołówstwo występują tu licznie gatunki chronione ichtiofauny, korzystające z różnorodności siedlisk, jakie stwarzają specyficzne warunki biotyczne i abiotyczne tego rejonu. Zatoka Gdańska, pomimo koncentracji wielu sektorów gospodarki związanych z portami morskimi w Gdyni i Gdańsku, zaliczającymi się do najważniejszych portów na Bałtyku, oraz intensywnej eksploatacji rybackiej, wyróżnia się na tle polskich obszarów morskich wyjątkowymi walorami przyrodniczymi, nie tylko ze względu na zasoby ryb, ale również dzięki formacjom roślinnym, ptactwu wodnemu czy ssakom morskim, których skupiska koncentrują się w Ujściu Wisły. Jednak pomimo wysokich walorów przyrodniczych oraz objęcia znacznej części Zatoki Gdańskiej obszarowymi formami ochrony przyrody „Natura 2000” obserwuje się tutaj słaby stan ogólny ekologiczny wód, a prognoza na najbliższe lata dla dobrostanu ichtiofauny nie jest korzystna.

LITERATURA

1. Flinkman J., Aro E., Vuorinen I., Viitasalo M., *Changes in northern Baltic zooplankton and herring nutrition from 1980s to 1990s: top-down and bottom-up processes at work*, Marine Ecology Progress Series, 1998, 165, 127–136.
2. Herra T., Wiktor K., *Skład i rozmieszczenie fauny dennej w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej właściwej*, Studia i Materiały Oceanologiczne, 1985, 46, 115–142.
3. Jackowski E., *Ryby Zatoki Puckiej*, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia 2002.
4. Kruk-Dowgiałło L., Szaniawska A., *Gulf of Gdańsk and Puck Bay*, w: *Ecology of Baltic coastal waters*, red. U. Schiewer, Ecological Studies, 2008, 197, 139–165.
5. Lappalainen A., *The effects of recent eutrophication on freshwater fish communities and fishery on the northern coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea*, Ph.D. thesis, Finnish Game and Fisheries Institute, Helsinki 2002.

6. Margoński P., Calkiewicz J., *Przetestowanie, wyznaczenie wartości granicznej wskaźnika dla zooplanktonu – bazy pokarmowej dla ryb, dla Basenu Gdańskiego (tzw. „threshold value”) dla wskaźnika podstawowego (tzw. „core”) MSTS (zooplankton mean size and total stock), przyjętego przez HELCOM oraz wykonanie oceny stanu dla wód morskich, w celu wykorzystania w opracowaniu aktualizacji wstępnej oceny stanu środowiska wód morskich*, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy, Gdynia 2017.
7. *Morze Bałtyckie – o tym warto wiedzieć*, red. M. Szymelfenig, J. Urbański, zeszyt 7, Zeszyty Zielonej Akademii. Wydawnictwo Okręgu Wschodnio-Pomorskiego Polskiego Klubu Ekologicznego, Gdańsk 1998.
8. Nowacki J., *Badania hydrologiczne i hydrochemiczne Zatoki Gdańskiej w świetle ochrony środowiska. Coroczne sprawozdania z lat 1981, 1982, 1983, 1984, 1985 dla Urzędu Wojewódzkiego w Gdańsku* (maszynopis), 1981–1985.
9. Nowacki J., *Określenie zmian zachodzących w środowisku Zatoki Gdańskiej pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych. Coroczne sprawozdania z lat 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993 dla Urzędu Wojewódzkiego w Gdańsku* (maszynopis), 1986–1993.
10. *Ocena stanu środowiska polskich obszarów morskich Bałtyku na podstawie danych monitoringowych z roku 2016 na tle dziesięciolecia 2006–2015*, red. W. Krzywiński, Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2017.
11. Osowiecki A., *Macrozoobenthos distribution in the coastal zone of the Gulf of Gdańsk – autumn 1994 and summer 1995*, Oceanological Studies 1998, 4, 123–136.
12. Osowiecki A., *Makrofauna denna Zatoki Gdańskiej latem 1992 roku*, w: *Zatoka Gdańska Stan środowiska 1992 r.*, red. L. Kruk-Dowgiałło, P. Ciszewski, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1995, 79–88.
13. *Polska czerwona księga zwierząt. Kręgowce*, red. Z. Głowaciński, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 2001.
14. Skóra K., *Ryby dla Zatoki. Założenia do koncepcji odtworzenia zasobów ryb Zatoki Puckiej*, Stacja Morska UG, Hel 1997.
15. Skóra K.E., *Ictiofauna*, w: *Zatoka Pucka*, red. K. Korzeniewski, Instytut Oceanografii UG, Gdańsk 1993, 455–467.
16. Sundblad G., Bergström U., Sandström A., Eklöv P., *Nursery habitat availability limits adult stock sizes of predatory coastal fish*, ICES Journal of Marine Science, 2014, 71, 672–680.
17. Warzocha J., *Ujścia rzek (estuaria)*, w: *Siedliska morskie i przybrzeżne, nadmorskie i śródlądowe solniska i wydmy. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*, t. 1, red. J. Herbich, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2004, 31–36.
18. Wenne R., Wiktor K., *Fauna denna przybrzeżnych wód Zatoki Gdańskiej*, Studia i Materiały Oceanologiczne, 1982, 39, 137–172.
19. Wiktor K., *Zooplankton*, w: *Zatoka Gdańska*, red. A. Majewski, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1990, 380–402.
20. *Wyniki inwentaryzacji siedlisk przyrodniczych oraz stanowisk i siedlisk gatunków roślin z załącznika II Dyrektywy Siedliskowej wraz z określeniem stanu ochrony (część opisowa i kartograficzna wraz z GIS). Zatoka Pucka i Półwysep Helski (PLH 220032) w ramach Zadania pn.: Opracowanie projektów planów ochrony obszarów Natura 2000 w rejonie Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego*, red. M. Michałek, Wydawnictwa Wewnętrzne IM w Gdańsku nr 6701, Gdańsk 2012.

Praca wykonana w ramach projektu „Platforma transferu wiedzy FindFISH – Numeryczny System Prognozowania warunków środowiska morskiego Zatoki Gdańskiej dla Rybołówstwa” (nr RPPM.01.01.01-22-0025/16-00) współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014–2020.