

Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny

Wskaźniki stanu

Podsumowanie oceny

Wskaźnik liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny obejmuje kluczowe grupy funkcjonalne ryb przybrzeżnych, tj. ryby karpiołate, czyli wszystkie gatunki ryb karpiołatych (Cyprinidae) i mezopredatory, tj. uwzględniające gatunki ryb posiadające indeks troficzny wyższy od 2, natomiast niższy od 4 (wg. Fishbase.org).

Ocenę stanu środowiska morskiego dokonano dla obszarów z najdłuższą serią danych. Z tego powodu oceniono 3 z 11 jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP), tj.: Zalew Pucki, Zatokę Pucką Zewnętrzną i Zalew Wiślany. W przypadku Zalewu Puckiego oraz Zatoki Puckiej Zewnętrznej oceny dokonano na podstawie grupy mezopredatory. Jest to grupa wiarygodnie odzwierciedlająca stan ichtiofauny, gdyż obejmuje większą liczbę gatunków ryb, charakterystycznych dla wymienionych dwóch jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP). Dla Zalewu Wiślanego pozostawiono zaś wyłącznie grupę ryb karpiołatych.

Z definicji, dobry stan ekologiczny zostanie osiągnięty, gdy liczebność ryb mezopredatorów i ryb karpiołatych mieści się w dopuszczalnym zakresie dla ocenianego obszaru.

Zmiany wartości wskaźnika odzwierciedlają przede wszystkim skutki zmian wywołanych rybołówstwem i związaną z nim śmiertelnością połowową, dostępnością i jakością siedlisk, eutrofizacją, naturalnymi procesami zachodzącymi w łańcuchu pokarmowym i drapieżnictwem nadrzędnych drapieżników. Wysoka liczebność ryb karpiołatych i mezopredatorów wskazuje generalnie na gorsze warunki środowiskowe, podwyższoną eutrofizację i podwyższoną temperaturę wody.

Ocena może być przeprowadzona dwoma metodami, zaś wybór metody zależy od dostępności danych. Jeżeli dostępne są dostatecznie długie serie czasowe, na podstawie których można wyliczyć wskaźniki (dla ryb strefy przybrzeżnej sugeruje się, że okres ten wynosi min. 10 lat), możliwe jest wykorzystanie podstawowego podejścia opartego o porównanie aktualnych wartości wskaźników z wartościami obserwowanymi w okresie referencyjnym.

W przypadku ocenianych JCWP, serie danych nie przekraczały 10 lat, więc w ocenie zastosowano zastępczą metodykę, opartą o analizę trendu.

Ocena stanu środowiska morskiego za lata 2016-2021 w oparciu o wskaźnik wykazała dobry stan środowiska morskiego w przypadku Zatoki Puckiej Zewnętrznej oraz Zalewu Wiślanego. Stan środowiska Zalewu Puckiego został oceniony na podstawie powyższego wskaźnika jako zły (Rysunek 1).



Rysunek 1. Ocena stanu środowiska wód morskich w oparciu o wskaźnik 'Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny' za okres 2016-2021

Opis wskaźnika

1. Charakterystyka wskaźnika

Na podstawie danych zebranych w okresie 2011-2021 dokonano oceny stanu środowiska morskiego dla lat 2016-2021 w trzech (JCWP): Zalew Pucki, Zatoka Pucka Zewnętrzna, Zalew Wiślany. Ocena stanu środowiska morskiego wód przybrzeżnych na podstawie ichtiofauny wykonano w oparciu o wskaźnik: liczebność kluczowych grup troficznych (ang. *Abundance of coastal fish key functional groups*). Ocena odbyła się na podstawie analizy trendu dla całego okresu monitoringu.

Wskaźnik liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny obejmuje kluczowe grupy funkcjonalne ryb przybrzeżnych, tj. ryby karpowate, obejmujące wszystkie gatunki ryb karpowatych (Cyprinidae) i mezopredatory, tj. uwzględniające gatunki ryb posiadające indeks troficzny wyższy od 2 natomiast niższy od 4 (wg. Fishbase.org), które zastąpiły grupę ryb drapieżnych (indeks troficzny ≥ 4). Zmiana jest efektem dyskusji jaka toczyła się wiosną 2021 oraz 2022 roku w ramach prac grupy HELCOM FISH PRO w związku z planowaną oceną HOLAS III. Zdecydowano, iż w wielu przypadkach grupa drapieżników jest zdominowana wyłącznie przez okonia lub niedostatecznie reprezentowana przez gatunki uznane za ryby drapieżne, co może wpływać na błędną ocenę stanu środowiska na podstawie ichtiofauny (HELCOM 2021a). W oparciu o dyskusję w ramach prac grupy FISH PRO, zdecydowano, iż w przypadku Zalewu Puckiego oraz Zatoki Puckiej Zewnętrznej, mezopredatory są wskaźnikiem wiarygodnie odzwierciedlającym stan ichtiofauny, gdyż obejmują większą liczbę gatunków ryb, licznie występujących w połowach i charakterystycznych dla wymienionych dwóch JCWP (Tabela 1). Dla Zalewu Wiślanego pozostawiono wyłącznie grupę ryb karpowatych, które ilościowo dominują wśród

łowionych ryb oraz są znacznie lepszym wskaźnikiem dla silnie zeutrofizowanych akwenów. Ogółem, w ramach dotychczas przeprowadzonych połowów w latach 2011-2021, w ramach wszystkich JCWP stwierdzono 43 gatunki zakwalifikowane do mezopredatorów, a jedynie 12 gatunków zakwalifikowanych do drapieżników.

Tabela 1. Udział liczbowy gatunków ryb z podziałem na mezopredatory oraz drapieżniki, stwierdzone w Zalewie Puckim oraz Zatoce Puckiej Zewnętrznej, w ramach połowów monitoringowych przeprowadzonych w latach 2011-2021

JCWP	Mezopredatory	Drapieżniki
Zalew Pucki	17	4*
Zatoka Pucka Zewnętrzna	20	3**

*belona, okoń, sandacz, szczupak

**dorsz, okoń, sandacz

2. Odniesienie do prawodawstwa, planów działań i celów

Wskaźnik liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny spełnia kryteria dla Cechy D4C2 z Decyzji Komisji UE 2017/848 ustanawiającej kryteria i standardy metodologiczne dotyczące dobrego stanu środowiska morskich oraz specyfikację i ujednolicone metody monitorowania i oceny, oraz uchylającą decyzję 2010/477 UE. Jest to wskaźnik podstawowy (*core indicator*) w opracowaniach HELCOM (HELCOM 2018a, HELCOM 2018b, HELCOM 2018c, HELCOM 2023). Kryterium D4C2 ocenia czy równowaga całkowitej liczebności między grupami troficznymi nie została naruszona ze względu na oddziaływania antropogeniczne.

Oprócz ramowej dyrektywy w sprawie strategii morskiej wskaźnik nawiązuje do segmentu bioróżnorodności Bałtyckiego Planu Działania (BSAP) oraz dyrektywy siedliskowej (Dyrektywa 92/43/EWG). Innym ważnym dokumentem, z którym można powiązać wskaźnik pod kątem zarządzania rybołówstwem i ochrony zasobów to Wspólna Polityka Rybołówstwa (WPRyb) (Tabela 2).

Tabela 2. Powiązania wskaźnika ‚Liczebność kluczowych grup troficznych’ z prawodawstwem UE

Wymagania i rekomendacje legislacyjne	
<p>Ramowa Dyrektywa w sprawie Strategii Morskiej (RDSM) Dyrektywa 2008/56/WE, Dyrektywa 2017/845</p>	<p>Cecha 4 – Wszystkie elementy morskiego łańcucha pokarmowego, w stopniu w jakim są znane, występują w normalnych ilościach i zróżnicowaniu, na poziomie, który w dalszej perspektywie może zapewnić bogactwo gatunków i utrzymanie ich pełnej zdolności reprodukcyjnej.</p> <p>Kryterium D4C2 – Równowaga całkowitej liczebności między grupami troficznymi nie została naruszona ze względu na oddziaływania antropogeniczne</p> <p>Właściwość – ekosystemy przybrzeżne</p> <p>Element kryterium – gatunki ryb przybrzeżnych</p>
<p>Wspólna Polityka Rybołówstwa UE (WPRyb) Rozporządzenie (UE) nr 1380/2013 w sprawie wspólnej polityki rybołówstwa</p>	<p>Zarządzanie rybołówstwem. Ochrona zasobów poprzez dostosowanie zdolności połowowej do możliwości połowowych.</p>
<p>Bałtycki Plan Działania (BSAP)</p>	<p>Segment Bioróżnorodność Cel: Ekosystem Bałtyku jest zdrowy i odporny. Cel ekologiczny: Funkcjonująca, zdrowa i odporna sieć troficzna</p>

Wymagania i rekomendacje legislacyjne	
	<p>Cel zarządzania: Zapobieganie lub obniżenie presji antropogenicznych, które mogą zakłócić funkcjonowanie sieci troficzne</p> <p>Cel ekologiczny: Prawidłowo funkcjonujące populacje wszystkich rodzimych gatunków</p> <p>Cel zarządzania: Śmiertelność spowodowana działalnością człowieka, jak myślistwo, rybołówstwo i przypadkowe przyłowy, nie zagraża organizmom morskim</p>

3. Powiązanie z presjami

Wpływ presji antropogenicznych oraz działań człowieka na zmiany wartości wskaźnika liczebność gatunków kluczowych może mieć charakter wielowymiarowy. Eksploatacja ryb z poszczególnych gatunków poprzez rybołówstwo komercyjne oraz rekreacyjne może mieć wpływ zarówno bezpośredni, jak i pośredni na liczebność kluczowych grup troficznych. Pośredni, ponieważ może mieć wpływ na gatunek ryby będący istotnym komponentem pokarmowym gatunków ryb zidentyfikowanych jako komponenty kluczowych grup troficznych.

Zmiany warunków hydrologicznych mogą mieć wpływ na sukces tarłowy gatunków kluczowych, np. zaburzenia termiczne lub zmiany zasolenia w okresie rozrodczym mogą wpływać na rozwój ikry i w konsekwencji na liczebność kolejnych pokoleń (Guma'a 1978, Sandströ i in. 1997, Ustups i in. 2013, Orio i in. 2017). Podobne oddziaływanie mogą mieć zaburzenia fizyczne dna morskiego (zanik substratu tarłowego).

Powiązania wskaźnika z presjami zaprezentowano w poniższej tabeli (Tabela 3).

Tabela 3. Powiązania wskaźnika liczebności kluczowych grup troficznych z presjami oraz typami działalności człowieka z tabel 2a i 2b z Załącznika III do Dyrektywy 2017/845

Presje antropogeniczne: RDSM, Załącznik III, Tabela 2a	Działalność człowieka: RDSM, Załącznik III, Tabela 2b
<p>Eksploatacja lub śmiertelność/szkody w obrębie dzikich gatunków (w ramach połowów komercyjnych i rekreacyjnych oraz innych działań)</p> <p>Zaburzenia fizyczne dna morskiego (tymczasowe lub odwracalne)</p> <p>Straty fizyczne (spowodowane trwałymi zmianami podłoża dna morskiego lub morfologii oraz eksploatacją substratu dna morskiego)</p> <p>Zmiany warunków hydrologicznych</p> <p>Wprowadzanie substancji biogennych – źródła rozproszone, źródła punktowe, depozycja atmosferyczna</p> <p>Wprowadzanie innych substancji (np. substancji syntetycznych, substancji niesyntetycznych, radionuklidów)</p> <p>Wprowadzanie lub rozprzestrzeniania się gatunków obcych</p>	<p>Eksploatacja zasobów żywych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Połów ryb (komercyjne, rekreacyjne) - Przetwórstwo ryb

4. Powiązanie ze zmianą klimatu

Obserwowane zmiany klimatu wykazują tendencję do podnoszenia się średnich rocznych temperatur powodując tym samym wzrost temperatur wody w poszczególnych miesiącach roku. Notowane zmiany mogą mieć dwójaki wpływ na wartości poszczególnych wskaźników w kolejnych latach prowadzenia monitoringu. Wzrost temperatury wody będzie faworyzować gatunki ryb wiosennego i letniego tarła (karpiołate, okoń, szczupak), natomiast nie będzie sprzyjać gatunkom ryb zimnolubnych (łososiowate) (HELCOM 2021b). Ponadto, wysokie temperatury wody w ujęciu rocznym sprzyjają częstym zakwitom glonów (HELCOM 2009), przyspieszając proces eutrofizacji mający negatywny wpływ na niektórych przedstawicieli grupy mesopredatorów, cechujących się wyższymi wymaganiami tlenowymi i termicznymi (np. stynka, sieja). Częste zakwity powodują spadek przejrzystości wody w akwenie, co negatywnie wpływa na rozwój makrofitów zanurzonych będących substratem do składania ikry ryb fitofilnych. Równolegle, wraz ze wzrostem trofii akwenów obserwowany może być chwilowy wzrost liczebności różnych gatunków ryb karpiołatych, co może prowadzić do zwiększonej konkurencji pokarmowej i w konsekwencji może doprowadzić do spadku tempa wzrostu ryb i ich liczebności. Na zintensyfikowany proces eutrofizacji szczególnie narażone są akweny o niewielkiej średniej głębokości oraz ograniczonej wymianie wody w skali roku (Zalew Wiślany). Ponadto, zacieranie się termicznego podziału na cztery pory roku może w dłuższym okresie czasu spowodować zaburzenia odżywiania, reprodukcyjne co w konsekwencji może prowadzić do redukcji sukcesu rozrodczego ryb, ze względu na to iż ryby jako zwierzęta zmiennocieplne są silnie zależne od cyklicznych (rocznych) zmian temperatury wody (Servili i in. 2020, Volkoff i Rønnestad 2020). Zjawisko zmiany klimatu będące wypadkową wielu czynników wymyka się jednoznacznej predykcji.

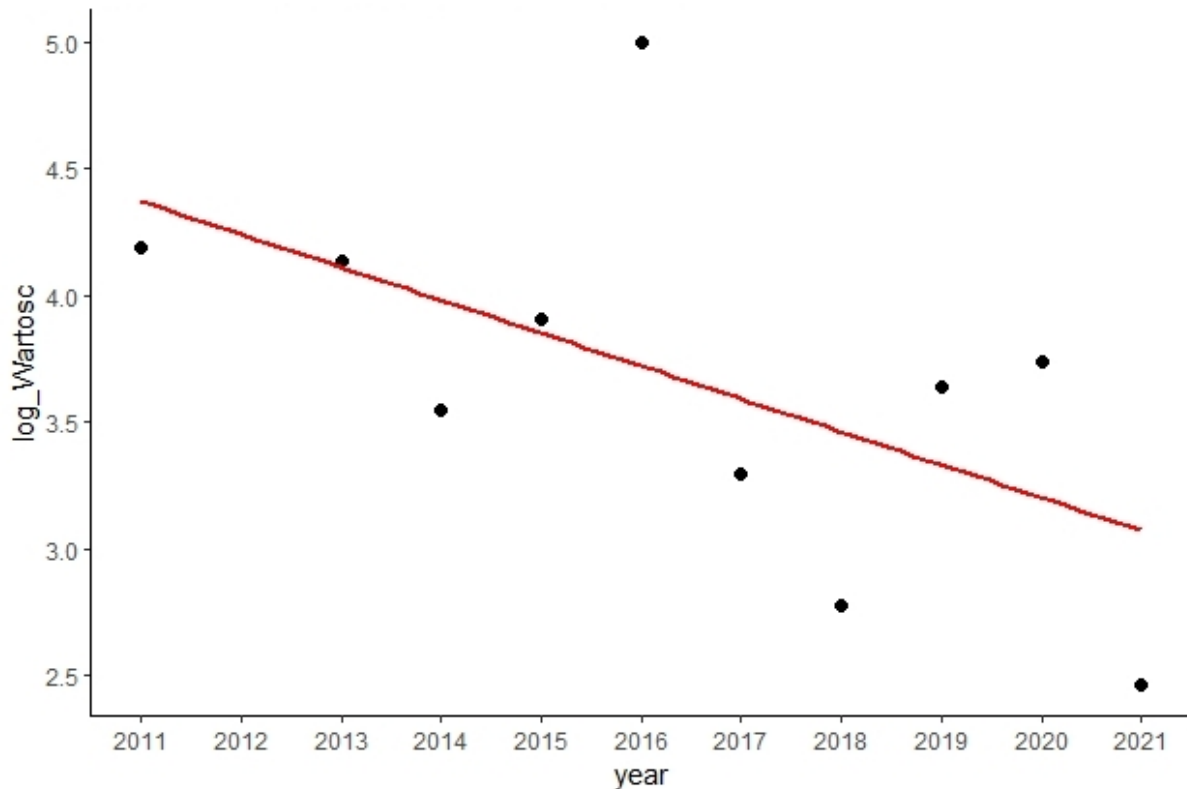
Ocena stanu środowiska wód morskich

Jednolite części wód przejściowych i przybrzeżnych

Zalew Pucki

Grupa troficzna mezopredatory – ocena ekspercka wykazała, iż liczebność mezopredatorów zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zalewu Puckiego, jest oznaką dobrego stanu środowiska. Grupa reprezentowana jest przez 11 taksonów z wyraźną, liczbową dominacją storni i babki byczej. Niepokojący jest fakt licznego występowania gatunku nierodzimego, inwazyjnego, tj. babki byczej, która w przypadku Zalewu Puckiego wyraźnie dominuje nad stornią. Wielkość połowu na jedną sieć (CPUE – ang. *Catch per unit effort*/wielkość połowu na jednostkę nakładu połowowego) babki byczej w połowie jest nawet kilkunastokrotnie większy niż storni. W sytuacji dobrego stanu środowiska ta grupa troficzna powinna być wielogatunkowa, z zachowanymi proporcjami liczbowymi, a nie zdominowana przez jeden takson. Może to świadczyć o braku odpowiednich siedlisk do występowania pozostałych gatunków oraz zaburzonej strukturze troficznej w Zalewie Puckim. Geneza tego stanu może mieć charakter antropogeniczny związany z dynamiką połowów rybackich w przeszłości, choć po kilkudziesięciu latach od pierwszego stwierdzenia babki byczej w basenie Morza Bałtyckiego (Skóra 1993), uważa się ją już jako istotny element sieci troficznej (Almqvist i in. 2010). Rozwiązaniem na poprawę obecnej sytuacji może być zastosowanie zabiegów biomanipulacyjnych, polegających na zarybieniu gatunkami ryb drapieżnych mogących wywierać presję na babkę byczą. Na podstawie 10 lat monitoringu obserwuje się istotny statystycznie spadek wartości wskaźnika ($p < 0,1$) (Rysunek 2). Na ten wynik nakłada się również zły stan populacji storni w Zalewie Puckim (Rysunek 2). Wartość CPUE z 65,1 osobników/sieć zaobserwowana w 2011 roku zmalała w stosunku do średniej wartości za okres 2016-2021, osiągając wartość 46,1 osobników/sieć. Na ten wynik nakłada się również zły stan populacji

storni w Zalewie Puckim (Rysunek 2), która jest istotnym przedstawicielem grupy troficznej mesopredatory. W oparciu o przyjętą metodykę, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji, gdy trend wartości wskaźnika nie jest malejący ani rosnący, na poziomie istotności $p < 0.1$. W związku z powyższym kondycja Zalewu Puckiego określona na podstawie powyższego wskaźnika wskazuje na **zły stan** środowiska.

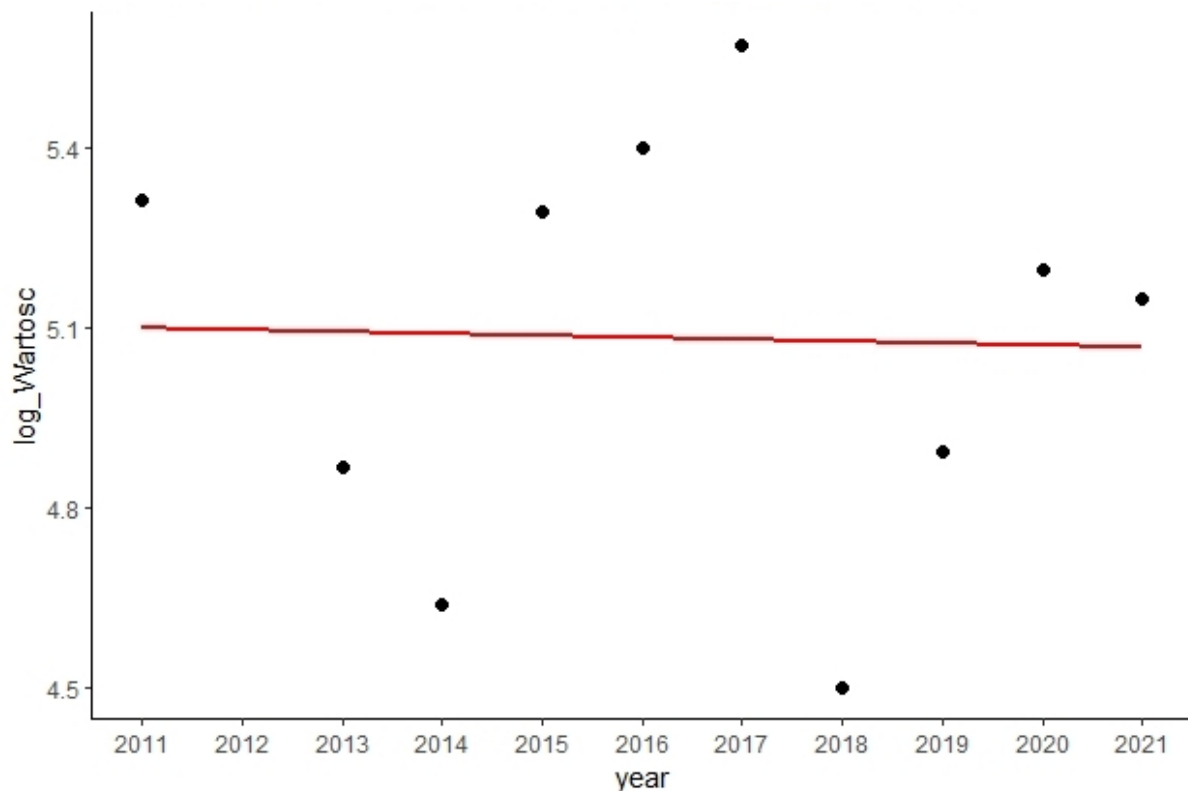


Rysunek 2. Liczebność kluczowych grup troficznych – mezopredatory – w Zalewie Puckim, w latach 2011-2021 (w 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Wartość $p = 0,078$. Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej (\ln)

Zatoka Pucka Zewnętrzna

Grupa troficzna mezopredatory – Ocena ekspercka wykazała, iż liczebność mezopredatorów zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zatoki Puckiej Zewnętrznej jest oznaką dobrego stanu środowiska. W połowach monitoringowych przeprowadzonych w 2011 roku stwierdzono obecność sześciu przedstawicieli grupy, z wyraźną liczbową dominacją storni i babki byczej. W sytuacji dobrego stanu środowiska ta grupa troficzna powinna być wielogatunkowa, a nie zdominowana przez jeden takson. Na przestrzeni 10 lat, grupa ta pozostała różnorodna (Tabela 1). Świadczy to o obecności siedlisk odpowiednich dla występowania różnych gatunków ryb oraz stabilnej strukturze troficznej w Zatoce Puckiej Zewnętrznej. Podobnie jak w przypadku Zalewu Puckiego, niepokojący jest fakt liczego występowania gatunku nierodzimego, inwazyjnego, tj. babki byczej, która w przypadku Zatoki Puckiej Zewnętrznej nie dominuje nad stornią. Należy nadmienić, iż na występowanie omawianych gatunków duży wpływ mają ich cykliczne wędrówki pokarmowe oraz sezonowość (Skóra, 1993). Na podstawie 10 lat monitoringu nie zaobserwowano trendu wartości wskaźnika ($p > 0,1$) (Rysunek 3). Zaobserwowana w 2011 roku wartość CPUE wyniosła 202,0 osobników/sieć. Z kolei średnia wartość tego wskaźnika za okres 2016-2021 wyniosła 175,9 osobników/sieć. Na ten wynik nakłada się również dobry stan populacji storni w Zatoce Puckiej Zewnętrznej (ważnego przedstawiciela grupy troficznej mezopredatory). W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania braku trendu istotnego statystycznie (trend istotny statystycznie $p < 0.1$, trend

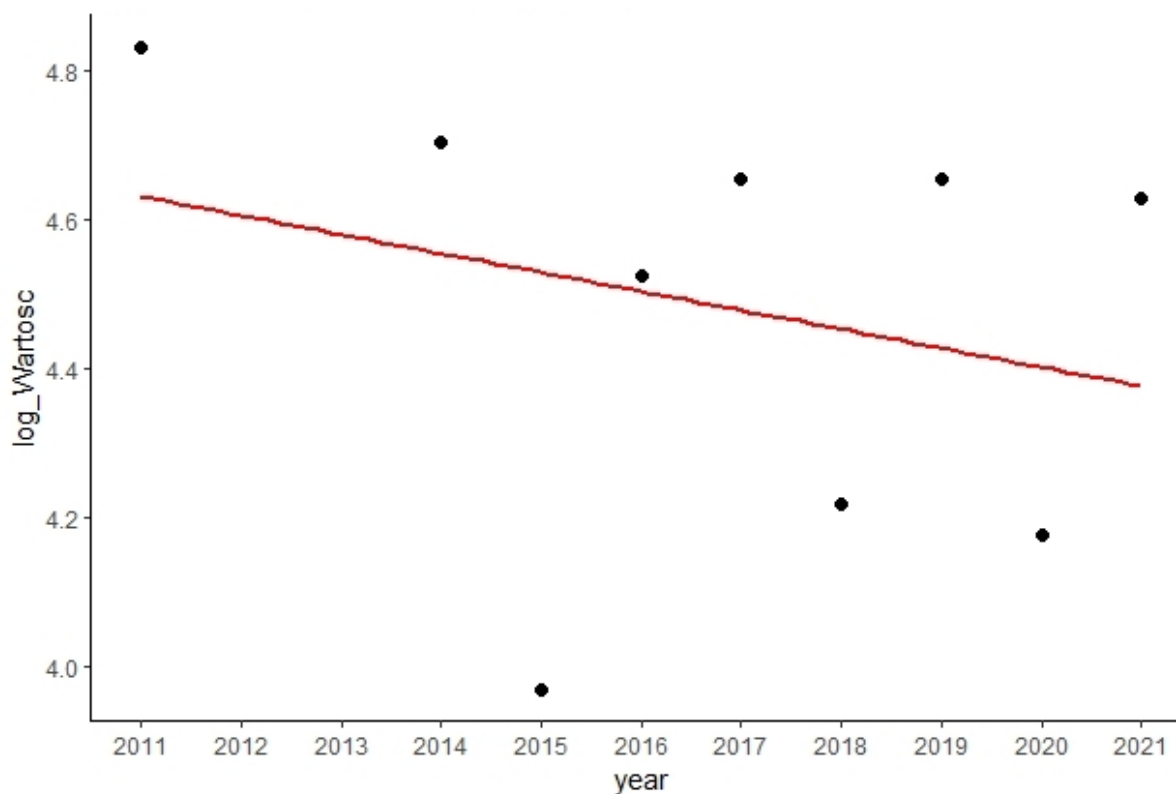
nie istotny statystycznie $p > 0.1$). W związku z powyższym kondycja Zatoki Puckiej Zewnętrznej określona na podstawie powyższego wskaźnika wskazuje na **dobry stan** środowiska.



Rysunek 3. Liczebność kluczowych grup troficznych – mezopredatory – w Zatoce Puckiej Zewnętrznej, w latach 2011-2021 (w 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Wartość $p = 0,985$. Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej (ln)

Zalew Wiślany

Grupa troficzna karpowate – Według ekspertów zaobserwowana frekwencja ryb karpowatych w przeprowadzonych połowach badawczych w 2011 roku jest oznaką dobrego stanu środowiska. Taka liczebność tej grupy troficznej jest charakterystyczna dla tego typu zbiorników. Ryby karpowate są potencjalnym pokarmem licznych drapieżników co zapewnia ciągłość łańcucha troficznego. Pomimo silnej presji rybackiej na gatunki karpowate (Psuty i Wilkońska 2009, Psuty 2010), szczególnie leszcza, warunki siedliskowe i pokarmowe sprzyjają rozwojowi ryb karpowatych na stałym poziomie. Zaobserwowana w 2011 roku wartość CPUE wyniosła 124,4 osobników/sieć. Z kolei średnia wartość tego wskaźnika za okres 2016-2021 wyniosła 88,6 osobników/sieć. Na podstawie 9 lat monitoringu obserwuje się spadek wartości wskaźnika, jednak trend ten nie jest istotny statystycznie ($p > 0,1$) (Rysunek 4). W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania braku trendu istotnego statystycznie. W związku z powyższym kondycja Zalewu Wiślanego określona na podstawie powyższego wskaźnika wskazuje na **dobry stan** środowiska (Tabela 4).



Rysunek 4. Liczebność kluczowych grup troficznych – ryby karpioiwate – w Zalewie Wiślanym, w latach 2011-2021 (w 2012 oraz 2013 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa $p = 0,473$. Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej (ln)

Tabela 4. Ocena stanu środowiska Zalewu Puckiego, Zatoki Puckiej Zewnętrznej oraz Zalewu Wiślanego na podstawie ichtiofauny w oparciu o wskaźnik liczebności kluczowych grup troficznych ichtiofauny za okres 2016-2021

Wskaźnik	Zalew Pucki	Zatoka Pucka Zewnętrzna	Zalew Wiślaný
Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny (mezopredatory)	subGES	GES	Nie dotyczy
Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny (karpioiwate)	Nie dotyczy	Nie dotyczy	GES
Ocena końcowa JCWP	subGES	GES	GES

Nie dotyczy – gatunek nie poddawany ocenie w JCWP

Trend w ocenie

Przedstawione powyżej wyniki aktualnej oceny stanu środowiska na podstawie ichtiofauny wskazują na złą kondycję Zalewu Puckiego. Należy zaznaczyć, że obecna ocena za okres 2016-2021 jest pierwszą, dokonaną w oparciu o wskaźnik liczebność kluczowych grup troficznych. Dane pozyskane we wcześniejszych latach nie pozwalały na uruchomienie wskaźnika ze względu na zastosowanie innej metodyki połowu. Dlatego też we „Wstępnej ocenie środowiska wód morskich polskiej strefy Morza Bałtyckiego za lata 2005-2010” (GIOŚ 2013) nie dokonano oceny w oparciu o ten wskaźnik. Również w przypadku oceny dokonanej za lata 2011-2016 (GIOŚ 2018), niedostatecznie reprezentatywna seria danych nie pozwoliła na dokonanie oceny, ze względu na zbyt krótką serię danych.

Wiarygodność oceny

Ocena stanu środowiska wód przybrzeżnych na podstawie wskaźnika liczebność kluczowych gatunków ichtiofauny została dokonana w oparciu o dane pochodzące z lat 2011-2021, okresu w którym połowy wykonywano zgodnie z metodyką HELCOM. Z uwagi na dość krótki okres monitoringu uzyskane serie danych nie pozwoliły jeszcze na właściwe uruchomienie wskaźnika, możliwe było jedynie dokonanie oceny stanu środowiska na podstawie analizy trendu. Najdłuższe serie czasowe umożliwiające przeprowadzenie analizy trendu dostępne są tylko dla trzech z jedenastu JCWP (Zalew Pucki, Zatoka Pucka Zewnętrzna, Zalew Wiślany). W każdym roku próby były pozyskiwane ze wszystkich stacji badawczych rozlokowanych w obrębie każdej z trzech ww. JCWP, co pozwoliło na pełne pokrycie przestrzenne analizowanego obszaru i rozpoznanie składu gatunkowego bytujących tam ryb. Zastosowane metodyki oceny stanu są zgodne z uzgodnionymi na szczeblu regionalnym HELCOM. Z uwagi na powyższe, wiarygodność oceny stanu środowiska wód otwartych w oparciu o liczebność kluczowych grup troficznych należy uznać za wysoką (Tabela 5).

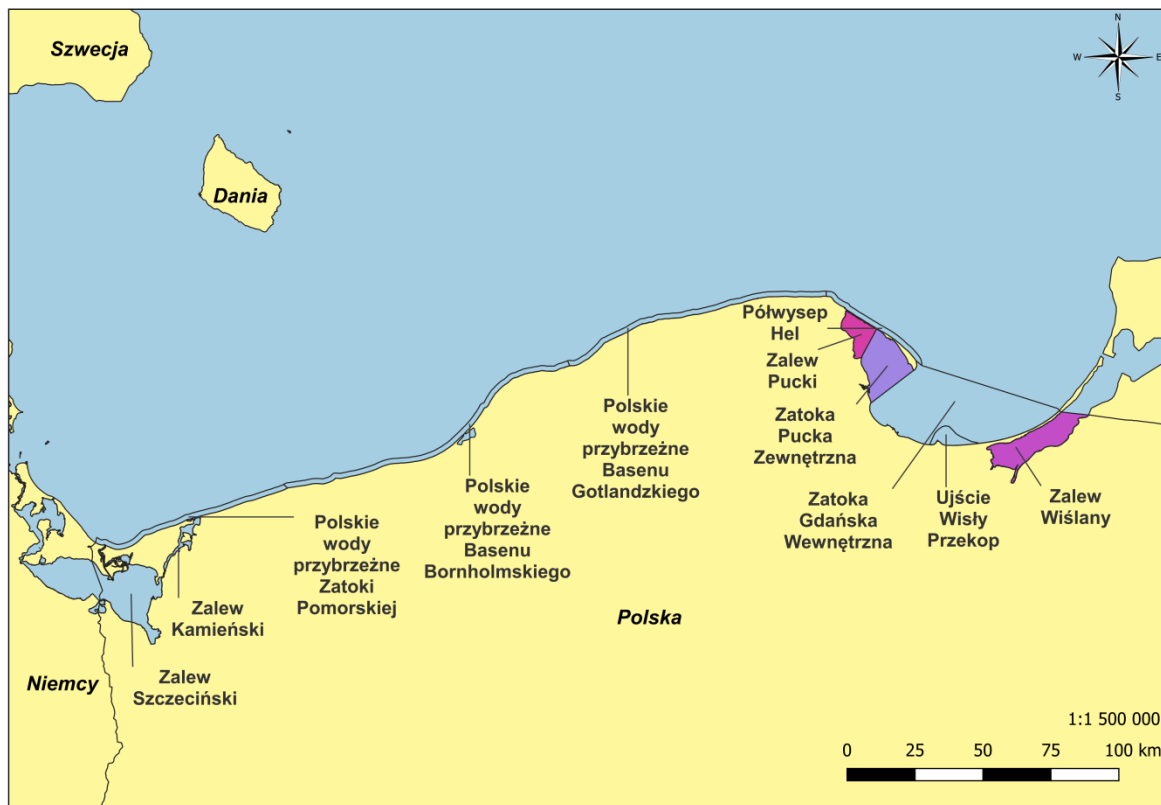
Tabela 5. Wiarygodność oceny według kryteriów HELCOM do zintegrowanej oceny bioróżnorodności (HELCOM 2018a i b)

Wskaźnik	Precyzji	Czasowa	Przestrzenna	Metodyki
Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny (mezopredatory)	1	1	1	1
Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny (karpiołate)	1	1	1	1

Metodyka przeprowadzenia oceny

1. Obszary oceny

Ocena wskaźnika liczebność kluczowych grup troficznych została przeprowadzona na poziomie L4 podziału HELCOM, co wiąże się z oceną 11 jednolitych części wód powierzchniowych. Jednak ze względu na różnice w długościach serii danych oceny dokonano jedynie dla trzech obszarów: Zalewu Puckiego, Zatoki Puckiej Zewnętrznej i Zalewu Wiślanego, jako jednolitych części wód posiadających najdłuższą serię danych (Rysunek 5).



Rysunek 5. Obszary oceny dla wskaźnika 'Liczebność kluczowych grup troficznych ichtiofauny'

2. Opis przeprowadzenia oceny

Jednolite części wód przejściowych i przybrzeżnych

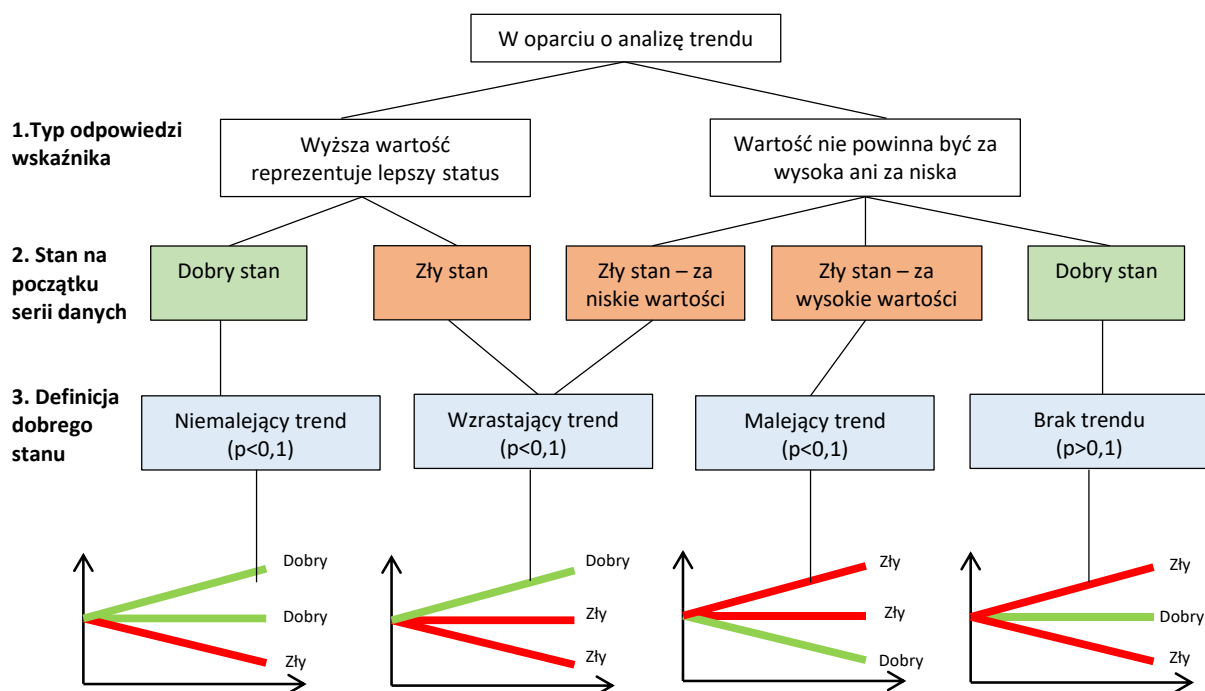
Z definicji, dobry stan ekologiczny zostanie osiągnięty, gdy liczebność ryb mezopredatorów i ryb karpowatych mieści się w dopuszczalnym zakresie dla ocenianego obszaru. Zbiorowiska ryb przybrzeżnych w Morzu Bałtyckim mają duże znaczenie ekologiczne i społeczno-gospodarcze. Związane jest to m.in. z funkcjonowaniem rybołówstwa rekreacyjnego i rybołówstwa komercyjnego realizowanego na małą skalę. W związku z tym, stan ichtiofauny zasadniczo odzwierciedla stan ekologiczny ekosystemów przybrzeżnych.

Zmiany wartości wskaźnika odzwierciedlają skutki zmian wywołanych głównie rybołówstwem i związaną z nim śmiertelnością połowową, dostępnością i jakością siedlisk oraz eutrofizacją, jak również naturalnymi procesami zachodzącymi w łańcuchu pokarmowym i drapieżnictwem nadrzędnych drapieżników. Z kolei wysoka liczebność ryb karpowatych i mezopredatorów wskazuje na gorsze warunki środowiskowe, podwyższoną eutrofizację i podwyższoną temperaturę wody (Opuszyński 1983). Duży udział mezopredatorów może w pewnych sytuacjach również odzwierciedlać zły stan środowiska, z tego względu, że w skład tej grupy troficznej uwzględniane są wszystkie gatunki ryb karpowatych. Duży udział procentowy ryb karpowatych w grupie mezopredatorów będzie świadczyć o małym zróżnicowaniu grupy co będzie miało bezpośrednie przełożenie na wartość wskaźnika.

Ocena może być przeprowadzona dwoma metodami, zaś wybór metody zależy od dostępności danych. Jeżeli dostępne są dostatecznie długie serie czasowe, na podstawie których można wyliczyć wskaźniki, możliwe jest wykorzystanie podstawowego podejścia opartego o porównanie aktualnych wartości wskaźników z wartościami obserwowanymi w okresie referencyjnym (tzw. „baseline approach”). Aby zastosować takie podejście, dane muszą spełniać szereg kryteriów. Między innymi, dostępne dane w okresie referencyjnym muszą obejmować wystarczającą liczbę lat. W metodyce HELCOM przyjęto, że

okres referencyjny musi obejmować przynajmniej dwie generacje gatunku kluczowego dla ocenionego wskaźnika. Obecnie, pod pojęciem generacji przyjmuje się okres 3-5 lat, rozumiany jako czas od tarła osobników rodzicielskich do osiągnięcia dojrzałości płciowej ich potomstwa. Dzięki temu bierze się pod uwagę efekty silnych kohort poszczególnych gatunków, które mogą znacząco zaburzać ostateczną ocenę stanu środowiska. Dla ryb strefy przybrzeżnej szacuje się, że okres referencyjny wynosi 10 lat. Ponadto, seria czasowa reprezentująca wartości wskaźników w okresie referencyjnym nie może wykazywać liniowego trendu zmian (dla $n \geq 10$, $p > 0.1$). Konieczne jest zatem uwzględnienie okresu, w którym stan środowiska i wartości wskaźników pozostawały stabilne. Okres referencyjny nie musi obejmować serii czasowej zbliżonej do okresu oceny, ale powinien pochodzić z „okresu reprezentującego podobne warunki środowiskowe”, tj. nie powinien się odnosić do stanu z lat 60tych ubiegłego wieku, kiedy warunki w Morzu Bałtyckim były odmienne od obecnych. Przy czym, przy wyznaczaniu okresu referencyjnego i okresu ocenianego, kluczowym warunkiem jest zachowanie jednorodności źródła pochodzenia danych (tzn. dane różnych źródeł, jak: z połowów komercyjnych, niekomercyjnych czy wędkarskich nie mogą być łączone). Wybór odpowiedniego okresu, który odpowiada dobremu stanowi środowiska (GES) może być dokonany na podstawie dodatkowych źródeł informacji lub oceny eksperckiej. Po wybraniu okresu referencyjnego, dane dotyczące wartości ocenianych wskaźników poddawane są losowaniu ze zwracaniem („bootstrap with replacement”) i szacowany jest rozkład mediany dla tych wartości. N-ty (w zależności od charakteru wskaźnika) percentyl rozkładu mediany stanowi dalej granicę GES/subGES (wartość progową), do której przyrównywana jest wartość wskaźnika obserwowana w okresie oceny. Okres oceniany powinien obejmować co najmniej 15 lat (HELCOM 2018c).

Jeżeli wymagania te nie są spełnione (np. seria czasowa < 15 lat), możliwe jest zastosowanie zastępczej metodyki, opartej o analizę trendu (Rysunek 4; HELCOM 2018c). W metodzie tej poddaje się testom statystycznym serię czasową, która odzwierciedla zmiany w wartościach poszczególnych wskaźników na danym stanowisku monitoringu. Istotność statystyczna trendu ($p > 0.1$ lub $p < 0.1$) oraz jego kierunek (w zależności od charakteru wskaźnika trend wzrostowy lub spadkowy) wskazuje na osiągnięcie lub nieosiągnięcie stanu GES. Ograniczeniem w tym podejściu metodycznym jest aspekt statystycznej analizy danych. Użycie krótkiej serii czasowej związane jest z niską mocą statystyczną testu z powodu małej liczby obserwacji (wartości wskaźnika w poszczególnych latach). Ponadto, należy mieć na uwadze, że obserwowane tendencje mogą mieć charakter krótkich (kilkuletnich) fluktuacji liczebności gatunków, związanych z naturalną dynamiką populacji ryb występujących w wodach przybrzeżnych. Przy zastosowaniu analizy trendu najpierw ustala się czy początek serii danych reprezentuje GES czy subGES. Można to ustalić na podstawie danych z wcześniejszych lat lub na podstawie oceny eksperckiej. Dla wskaźnika Liczebność kluczowych grup troficznych (mezopredatory), gdzie wyższe wartości odzwierciedlają lepszy stan, przyjmuje się następującą procedurę: jeżeli początek serii danych reprezentuje dobry stan środowiska, to trend wartości wskaźnika nie powinien być malejący, aby osiągnąć GES. Jeżeli początek serii danych reprezentuje zły stan środowiska, to trend wskaźnika powinien być rosnący, aby osiągnąć GES (Rysunek 6).



Rysunek 6. Drzewo do oceny zbiorowisk ryb przybrzeżnych w oparciu o analizę trendu (za HELCOM, 2018c)

Dla wskaźnika Liczebność kluczowych grup troficznych (karpiołate) wartość wskaźnika nie powinna być za wysoka, ani za niska. Przyjmujemy następującą procedurę: Jeżeli początek serii danych reprezentuje dobry stan środowiska, to nie powinno być żadnego trendu we wskaźniku, aby osiągnąć GES. Jeżeli początek serii danych reprezentuje zły stan środowiska, to trend wskaźnika powinien być malejący, jeżeli wartość wskaźnika na początku serii danych była za wysoka. Jeżeli wartość wskaźnika na początku serii danych była za niska, to aby osiągnąć GES trend musi być rosnący, (Rysunek 6). Dane powinny zostać zlogarytmowane, a trend powinien być istotny statystycznie ($p < 0,1$).

Oceny stanu środowiska dla większego obszaru (*Sub-basin coastal water*) dokonuje się poprzez określenie stanu środowiska na poszczególnych akwenach (assessment units). Ogólny stan to taki, który występuje na większości akwenów. Jeżeli liczba akwenów ze złym stanem jest taka sama jak z dobrym, to stan całego obszaru definiuje się jako zły.

3. Wartości progowe

W przypadku ocenianych JCWP serie danych nie przekraczają 10 lat, więc w ocenie zastosowano analizę trendu, która pozwala na ogólną ocenę sytuacji. Ocena za okres 2016-2021 jest zatem tożsama z oceną za rok 2021. Wartości wskaźników obliczono w ramach monitoringu stanu środowiska zgodnie z opracowanym w 2011 roku programem diagnostycznego monitoringu ichtiofauny, uaktualnionym w 2020 roku w ramach opracowywania aktualizacji Programu Monitoringu Wód Morskich, przyjętym przez Radę Ministrów w 2021 roku.

Oceny dokonano dla trzech JCWP: Zalewu Puckiego, Zatoki Puckiej Zewnętrznej i Zalewu Wiślanego, jako jednolitych części wód posiadających najdłuższą serię danych. Rok 2011 został przyjęty jako stan wyjściowy do przeprowadzenia oceny trzech jednolitych części wód przejściowych w Polskich Obszarach Morskich. Ocena dokonywana jest w oparciu o zasadę większości. W przypadku nieparzystej liczby wskaźników częściowych na podstawie których dokonywana jest ocena, o końcowym wyniku decyduje status przeważający wśród wskaźników częściowych. W związku z tym, iż uzyskane wyniki

wskaźników cząstkowych są niejednoznaczne, przyjęto konserwatywne podejście do dokonania oceny stosując zasadę „one out – all out” (OOAO)” (HELCOM 2018a, HELCOM 2018c, HELCOM 2023). W przypadku parzystej liczby wskaźników cząstkowych, uzyskanie złego stanu środowiska na podstawie połowy wskaźników cząstkowych sprawia, że ocena końcowa w oparciu o dany wskaźnik jest nadal negatywna.

4. Metodyka określenia wiarygodności oceny

Wiarygodność przeprowadzonej oceny jest obliczana w oparciu o 4 kryteria (HELCOM 2018ab), których wartość została określona na 3 różnych poziomach (1=wysoka, 0,5=średnia, 0=niska).

Kryterium I - Wiarygodność precyzji szacowania: 1- monitoring niezależny od rybołówstwa, 0,5 – monitoring zależny od rybołówstwa (połowy przemysłowe i rekreacyjne) ukierunkowane, 0 - monitoring zależny od rybołówstwa – połowy nieukierunkowane.

Kryterium II - Wiarygodność zakresu czasowego: 1- dane z wszystkich lat w ocenianym okresie (2016-2021), 0.5 – brakuje danych z 1 lub 2 lat, 0 – brakuje danych z 3 lat lub więcej.

Kryterium III - Wiarygodność przestrzennej reprezentatywności: 1 – całkowite pokrycie/ kilka punktów monitoringu na jednostkę, 0,5 – 2 lub więcej punktów monitoringu na jednostkę, 0 – 1 punkt monitoringu na jednostkę (obszar)

Kryterium IV - Wiarygodność metodyki. Wartość tego parametru dla wszystkich ocenianych obszarów jest wysoka i wynosi 1, ponieważ wszystkie programy monitorowania są opisane w monitoringu ryb przybrzeżnych.

5. Źródła danych

Dane za okres 2016-2021 zostały przygotowane według formatu bazy COOL, prowadzonej przez zespół ekspertów HELCOM FISH PRO

<https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/fin/catalog.search#/metadata/c89c20d7-30e8-48b7-b5d0-3c375c2bce12>

6. Link do wskaźnika regionalnego HELCOM

<https://indicators.helcom.fi/indicator/coastal-fish-key-groups/>

Autorzy

Adam Lejk, Łukasz Dziemian, Marzenna Pachur, Joanna Całkiewicz, Tomasz Wandzel, Katarzyna Spich

Literatura

Almqvist G., Strandmark A.K., Appelberg M. 2010. Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs? *Environmental Biology of Fishes*, 89: 79-93.

Dyrektywa 2008/56/WE. DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej).

Dyrektywa 92/43/EWG. DYREKTYWA RADY z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (dyrektywa siedliskowa)

Dyrektywa 2017/845. DYREKTYWA KOMISJI (UE) 2017/845 z dnia 17 maja 2017 r. zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE w odniesieniu do przykładowych wykazów elementów branych pod uwagę przy opracowaniu strategii morskich

GIOŚ, 2013. Wstępna ocena stanu środowiska wód morskich polskiej strefy Morza Bałtyckiego. Raport do Komisji Europejskiej. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, ss. 372

GIOŚ, 2018. Aktualizacja wstępnej oceny stanu środowiska wód morskich. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, ss. 865

Guma'a S.A. 1978. The effects of temperature on the development and mortality of eggs of perch, *Perca fluviatilis*. *Freshwater Biology*, 8, 221-227

HELCOM (2023) Abundance of coastal fish key functional groups. HELCOM core indicator report. Online. [październik 2023], [<https://indicators.helcom.fi/indicator/coastal-fish-key-groups/>]

HELCOM, 2009. Eutrophication in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment and eutrophication in the Baltic Sea region. *Baltic Sea Environment Proceedings*, No. 115B.

HELCOM, 2018a. Abundance of coastal fish key species. HELCOM core indicator report. Online. 28/02/2018, <http://www.helcom.fi/balticsea-trends/indicators/abundance-of-key-coastal-fish-species/>

HELCOM, 2018b. Abundance of coastal fish key functional groups. HELCOM core indicator report. Online. 28/02/2018, <http://www.helcom.fi/balticsea-trends/indicators/abundance-of-coastal-fish-keyfunctional-groups/>

HELCOM, 2018c. Status of coastal fish communities in the Baltic Sea during 2011-2016 – the third thematic assessment. *Baltic Sea Environment Proceedings* N° 161

HELCOM, 2021a. Outcome of the 3rd Meeting of the continuation of the project for Baltic-wide assessment of coastal fish communities in support of an ecosystem-based management (FISH-PRO III). FISH-PRO III 3-2021, 11 pp

HELCOM, 2021b. Climate Change in the Baltic Sea. 2021 Fact Sheet. *Baltic Sea Environment Proceedings*, No. 180. HELCOM/Baltic Earth 2021

Opuszyński K. 1983. *Podstawy biologii ryb*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 589 s

Orio A., Bergström U., Casini M., Erlandsson M., Eschbaum R., Hüsey K., Lehmann A., Ložys L., Ustup D., Florin A-B. 2017. Characterizing and predicting the distribution of Baltic Sea flounder (*Platichthys flesus*) during the spawning season. *Journal of Sea Research*, 126, 46-55

Psuty I. 2010. Natural, social, economical and political influences on fisheries: A review of the transitional area of the Polish waters of the Vistula Lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, 61: 162 – 177

Psuty I., Wilkońska H. 2009. The stability of fish assemblages under unstable conditions: A ten-year series from the Polish part of the Vistula Lagoon. *Archives of Polish Fisheries*, 17: 65–76

Sandström O., Abrahamsson I., Andersson J., Vetemaa M. 1997. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *Journal of Fish Biology*, 51, 1015-1024

Servili A., Canario A.V.M., Mouchel O., Munoz-Cueto J.A. 2020. Climate change impacts on fish reproduction are mediated at multiple levels of the brain-pituitary-gonad axis. *General and Comparative Endocrinology*, 291, 113439

Skóra, K. 1993. *Ichtiofauna. W: Zatoka Pucka. Praca zbiorowa. (Red.) K. Korzeniewski, Wyd. Instytutu Oceanografii UG, Gdańsk*

Ustups D., Müller-Karulis B., Bergström U., Makarchouk A., Sics I. 2013. The influence of environmental conditions on early life stages of flounder (*Platichthys flesus*) in the central Baltic Sea. *Journal of Sea Research*, 75, 77-84

Volkoff H., Rønnestad I. 2020. Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*, 7, 307-320



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej