

## Liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny

### *Wskaźniki stanu*

### Podsumowanie oceny

Wskaźnik liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny odzwierciedla skutki zmian wywołanych rybołówstwem i związaną z nim śmiertelnością połowową, dostępnością i jakością siedlisk oraz eutrofizacją, jak również naturalnymi procesami zachodzącymi w łańcuchu pokarmowym.

Wskaźnik dotyczy występowania kluczowych gatunków ryb przybrzeżnych (stornia i okoń) w obszarach przybrzeżnych Morza Bałtyckiego. Z reguły dobry stan osiąga się, gdy liczebność kluczowych gatunków przekracza ustaloną wartość progową, charakterystyczną dla danego obszaru i gatunku. 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.

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 10 lat), możliwe jest wykorzystanie podstawowego podejścia opartego o porównanie aktualnych wartości wskaźników z wartościami obserwowanymi w okresie referencyjnym.

W przypadku ocenianych jednolitych części wód przybrzeżnych (JCWP), serie danych nie przekraczały 10 lat, więc w ocenie zastosowano zastępczą metodykę, opartą o analizę trendu.

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 Wiślan. W przypadku Zatoki Puckiej Zewnętrznej oraz Zalewu Wiślanego stan środowiska morskiego został oceniony na dobry. Natomiast stan środowiska morskiego Zalewu Puckiego został oceniony jako zły (Rysunek 1).



Rysunek 1. Ocena stanu środowiska wód morskich w oparciu o wskaźnik 'Liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny' za lata 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, tj. Zalew Pucki, Zatoka Pucka Zewnętrzna, Zalew Wiślany. Oceny stanu środowiska morskiego wykonano w oparciu o wskaźnik liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny (ang. *Abundance of key coastal fish species*). Wytypowano okonia, jako gatunek kluczowy dla wymienionych trzech obszarów, jak również stornię, którą uwzględniono przy ocenie jakości środowiska Zalewu Puckiego oraz Zatoki Puckiej Zewnętrznej. Ocena odbyła się na podstawie analizy trendu dla całego okresu monitoringu.

### 2. Odniesienie do prawodawstwa, planów działań i celów

Wskaźnik liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny spełnia kryteria dla Cechy D1C2 i D3C2 ramowej dyrektywy w sprawie strategii morskiej (RDSM) (Dyrektywa 2008/56/WE) oraz Decyzji Komisji UE 2017/848 ustanawiającej kryteria i standardy metodologiczne dotyczące dobrego stanu środowiska morskich oraz specyfikację i ujednolicone metody monitorowania i oceny. Wskaźnik jest uznany za wskaźnik podstawowy (*core indicator*) w opracowaniach Helcom (HELCOM 2018a, HELCOM 2018b, HELCOM 2018c, HELCOM 2023). Ponadto, nawiązuje do dwóch segmentów Bałtyckiego Planu Działań (BSAP), tj.: bioróżnorodność i substancje priorytetowe. Szczegółowe cele ekologiczne i zarządzania można znaleźć w Tabeli 1. Innymi ważnymi dokumentami, z którymi można powiązać wskaźnik pod

kątem zarządzanie rybołówstwem i ochrony zasobów to Wspólna Polityka Rybołówstwa (WPRyb) oraz dyrektywa siedliskowa (Dyrektywa 92/43/EWG).

Tabela 1. Powiązania wskaźnika liczebność gatunków kluczowych z prawodawstwem Unii Europejskiej

<b>Wymagania i rekomendacje legislacyjne</b>	
<p><b>Ramowa Dyrektywa w sprawie Strategii Morskiej (RDSM)</b> Dyrektywa 2008/56/WE, Dyrektywa 2017/845</p>	<p><b>Cecha 1</b> – Utrzymana różnorodność biologiczna. Jakość i występowanie siedlisk oraz rozmieszczenie i bogactwo gatunków odpowiadają dominującym warunkom fizjograficznym, geograficznym i klimatycznym.</p> <p><b>Kryterium D1C2</b> – Liczebność populacji gatunków nie ucierpiała z powodu oddziaływań antropogenicznych, więc jest zapewniona jej długookresowa żywotność.</p> <p><b>Cecha 3</b> - Populacje wszystkich ryb i skorupiaków eksploatowanych w celach handlowych utrzymują się w bezpiecznych granicach biologicznych, wykazując strukturę wiekową i skład wielkościowy populacji świadczący o dobrym zdrowiu stad.</p> <p><b>Kryterium D3C2</b> – Biomasa stada tarłowego populacji gatunków eksploatowanych w celach handlowych jest powyżej poziomów pozwalających wytworzyć maksymalny podtrzymywalny połów.</p> <p><b>Właściwość</b> – gatunki ryb komercyjne eksploatowane</p> <p><b>Element kryterium</b> - gatunki ryb komercyjne eksploatowane</p>
<p><b>Wspólna Polityka Rybołówstwa UE (WPRyb)</b> 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><b>Bałtycki Plan Działania (BSAP)</b></p>	<p><b>Segment Bioróżnorodność</b> Cel ekologiczny: Prawidłowo funkcjonujące populacje wszystkich rodzimych gatunków Cel zarządzania: Śmiertelność spowodowana działalnością człowieka, jak myślistwo, rybołówstwo i przypadkowe przyłowy, nie zagraża organizmom morskim</p> <p><b>Segment Substancje priorytetowe</b> Cel ekologiczny: Zdrowie organizmów morskich; Spożywanie organizmów morskich nie szkodzi zdrowiu.</p>

### 3. Powiązanie z presjami

Wpływ presji antropogenicznych oraz działań człowieka na zmiany wartości wskaźnika liczebność gatunków kluczowych ichtiofauny może mieć charakter wielowymiarowy. Eksploatacja ryb może mieć wpływ na liczebność gatunków kluczowych: zarówno bezpośredni – poprzez eksploatację konkretnego gatunku (ujętego jako kluczowy w ramach przedmiotowego wskaźnika), jak i pośredni – poprzez eksploatację bazy pokarmowej tego gatunku.

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) (Tabela 2).

Tabela 2. Powiązania wskaźnika liczebność gatunków kluczowych z presjami oraz typami działalności człowieka z tabel 2a i 2b z Załącznika III do Dyrektywy 2017/845

<b>Presje antropogeniczne: RDSM, Załącznik III, Tabela 2a</b>	<b>Działalność człowieka: RDSM, Załącznik III, Tabela 2b</b>
<p>Eksploracja lub śmiertelność/szkody w obrębie dzikich gatunków (w ramach połowów komercyjnych i rekreacyjnych oraz innych działań)</p> <p>Niepokojenie gatunków (np. w miejscach lęgu, odpoczynku lub żerowania) spowodowane obecnością człowieka</p> <p>Zaburzenia fizyczne dna morskiego (tymczasowe lub odwracalne)</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>Eksploracja zasobów żywych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Połów ryb (komercyjne, rekreacyjne)</li> <li>- Przetwórstwo ryb</li> </ul>

#### 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 dwojaki 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

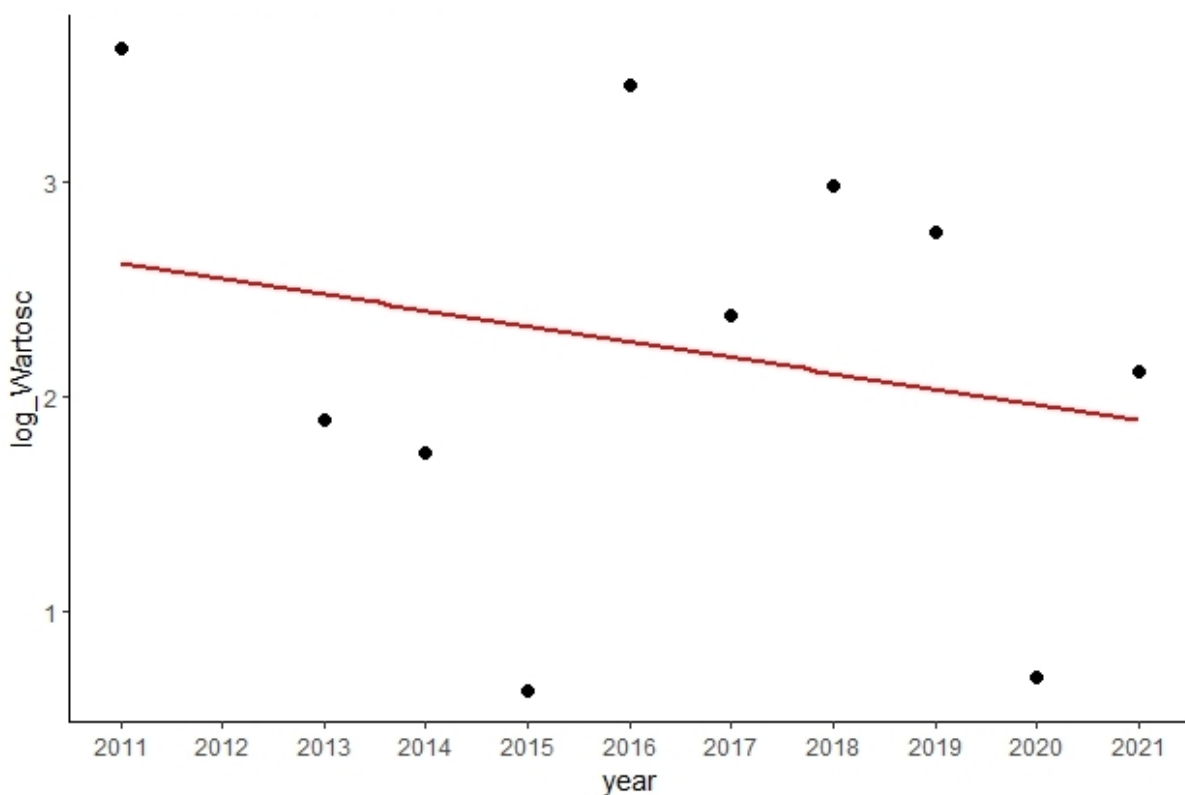
na to iż ryby jako zwierzęta zmiennocieplne są silnie zależne od cyklicznych (rocznych) zmian temperatury wody (Servili i in. 2020, Volkoff i Rønnestad 2020). Zjawisko zmiany klimatu będące wypadkową wielu czynników wymyka się jednoznacznej predykcji.

## Ocena stanu środowiska wód morskich

### Jednolite części wód przejściowych i przybrzeżnych

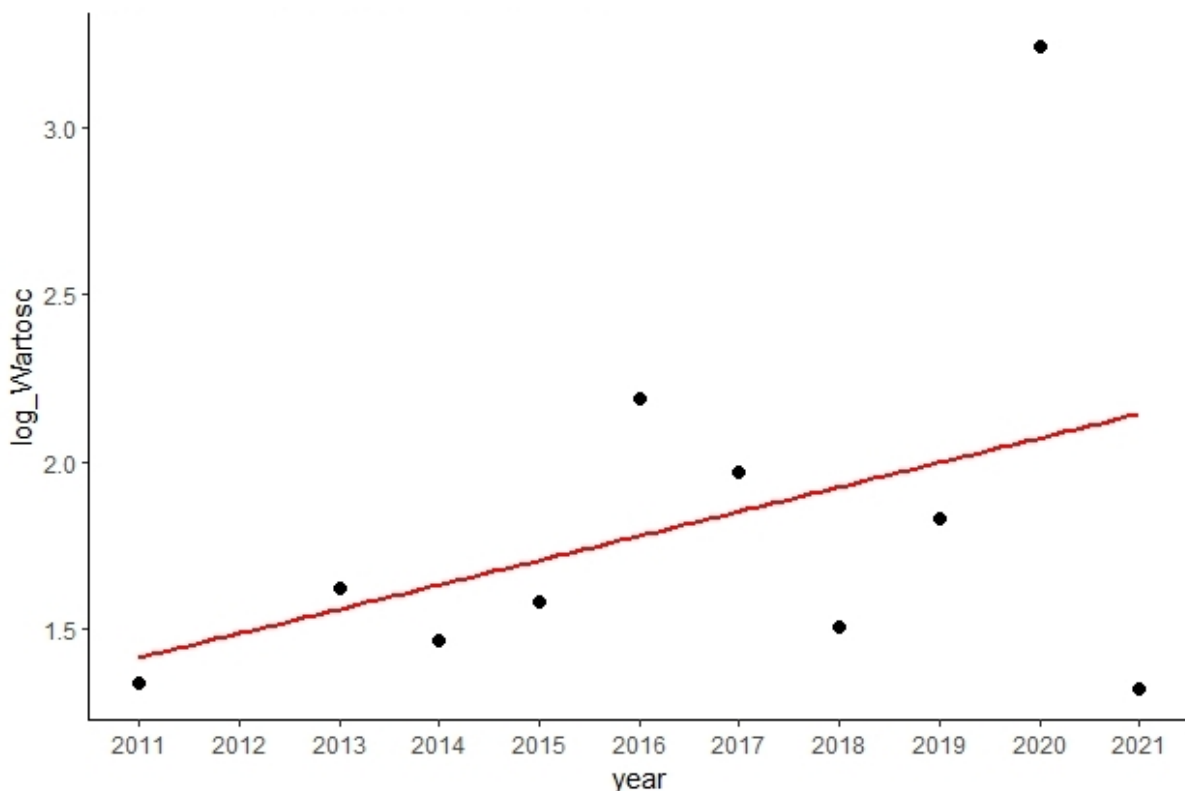
#### Zalew Pucki

*Gatunek kluczowy okoń* – ocena ekspercka wykazała, iż liczebność okonia zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zalewu Puckiego jest oznaką dobrego stanu środowiska. Reprezentował on aż 98% ogółu ryb drapieżnych obecnych w połowach badawczych, co uwarunkowane było w dużej mierze sezonowością prowadzonych połowów badawczych. Istnieje zagrożenie, iż silna presja jednego gatunku drapieżnego może powodować destabilizację sieci troficznej w ekosystemie wywierając presję na poszczególne zbiory lub stadia rozwojowe organizmów będące obiektem ich wybiórczości pokarmowej. Nie należy również wykluczyć scenariusza, iż w przyszłych latach duża liczebność okonia może negatywnie oddziaływać na pozostałe gatunki ryb. Obecnie, na podstawie 10 lat monitoringu obserwuje się spadek wartości wskaźnika, jednak nie jest on istotny statystycznie ( $p > 0,1$ ) (Rysunek 2), co uniemożliwia pozytywną ocenę stanu. Wartość CPUE z 36,7 osobników/sieć zaobserwowana w 2011 roku zmalała w stosunku do średniej wartości za okres 2016-2021, osiągając wynik 13,8 osobników/sieć. W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania rosnącego trendu lub jego braku. W związku z powyższym kondycja Zalewu Puckiego określona na podstawie powyższego parametru wskazuje na **dobry stan** środowiska.



Rysunek 2. Liczebność gatunku kluczowego – okoń – w Zalewie Puckim, w latach 2011-2021 (w 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa  $p = 0,527$ . Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej (ln)

*Gatunek kluczowy stornia* – ocena ekspercka wykazała, iż mała liczebność storni zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zalewu Puckiego jest oznaką złego stanu środowiska. Sytuacja ta może być związana z procesami antropogenicznymi, które w sposób destrukcyjny spowodowały zmiany w strukturze zoobentosu, który stanowi podstawową bazę pokarmową dla storni. Spadek ilości skorupiaków spowodował zawężenie bazy pokarmowej (Skóra 1993). W rezultacie, aktualny stan środowiska negatywnie wpływa na liczebność storni w Zalewie Puckim. Na podstawie 10 lat monitoringu obserwuje się wzrost wartości wskaźnika, jednak nie jest on istotny statystycznie ( $p > 0,1$ ) (Rysunek 3), co uniemożliwia poprawę stanu. Wartość CPUE z 2,8 osobnika/sieć zaobserwowana w 2011 roku, wzrosła do średniej wartości za okres 2016-2021, osiągając wynik 8,4 osobników/sieć. W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania rosnącego trendu istotnego statystycznie. W związku z powyższym kondycja Zalewu Puckiego określona na podstawie powyższego parametru wskazuje na **zły stan** środowiska.

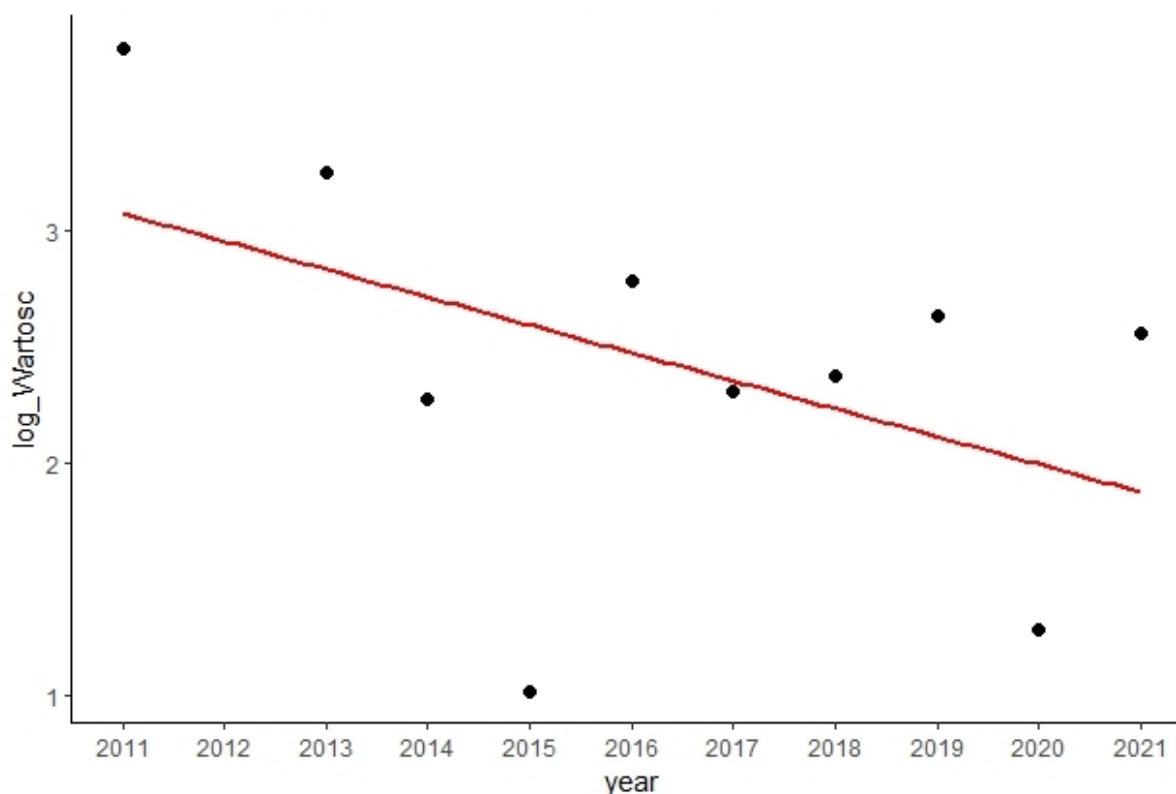


Rysunek 3. Liczebność gatunku kluczowego – stornia – w Zalewie Puckim, w latach 2011-2021 (W 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa  $p = 0,244$ . Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej (ln)

### **Zatoka Pucka Zewnętrzna**

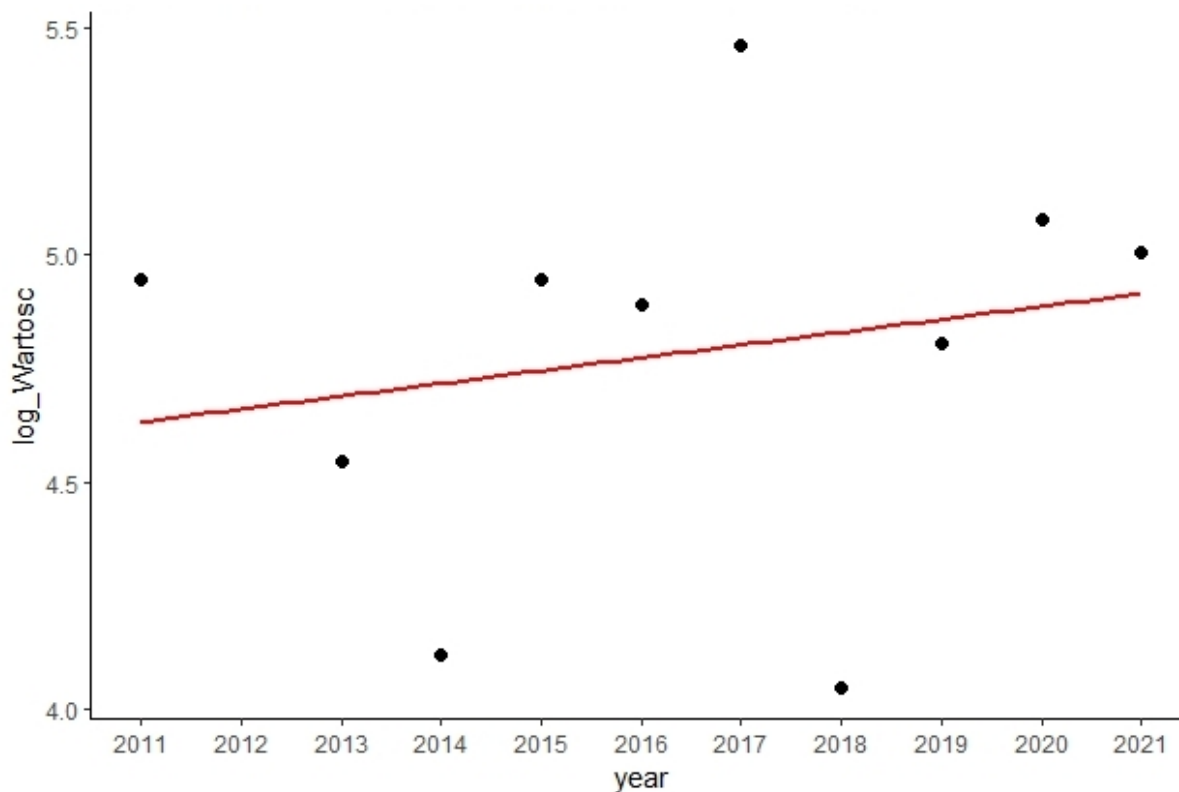
*Gatunek kluczowy okoń* – Ocena ekspercka wykazała, iż duża liczebność okonia zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zatoki Puckiej Zewnętrznej jest oznaką dobrego stanu środowiska. Reprezentował on aż 94% ogółu ryb drapieżnych obecnych w połowach badawczych. Dominacja jednego taksonu w tym wypadku jest silnie związana z sezonem prowadzenia połowów badawczych, limitując tym samym udział pozostałych gatunków drapieżnych (dorsz, sandacz). Na podstawie 10 lat monitoringu obserwuje się spadek wartości wskaźnika, jednak nie jest on istotny statystycznie ( $p > 0,1$ ) (Rysunek 4). Wartość CPUE za okres 2016-2021 wyniosła średnio 10,2 osobników/sieć, co w porównaniu z 43 osobnikami/sieć zaobserwowanymi w 2011 roku oznacza spadek wartości wskaźnika. W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania rosnącego trendu istotnego statystycznie lub braku trendu. W związku z powyższym

kondycja Zatoki Puckiej Zewnętrznej określona na podstawie powyższego parametru wskazuje na **dobry stan** środowiska.



Rysunek 4. Liczebność gatunku kluczowego – okoń – w Zatoce Puckiej Zewnętrznej, w latach 2011-2021 (w 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa  $p = 0,171$ . Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej ( $\ln$ )

*Gatunek kluczowy stornia* – ocena ekspercka wykazała, iż liczebność storni zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zatoki Puckiej Zewnętrznej jest oznaką dobrego stanu środowiska. Warunki hydrologiczne panujące w Zatoce są charakterystyczne dla Zatoki Gdańskiej i Południowego Bałtyku. Sytuacja ekologiczna panująca w wodach Zatoki Puckiej Zewnętrznej sprzyja gatunkom żerującym na małżach oraz euryfagach o szerokim spektrum pokarmowym (Skóra 1993, Sokołowski i in. 2021). Gatunek ten jest poddany umiarkowanej presji rybackiej, która może tłumaczyć sezonowe fluktuacje. Na podstawie 10 lat monitoringu obserwuje się wzrost wartości wskaźnika, jednak nie jest on istotny statystycznie ( $p > 0,1$ ) (Rysunek 5). W 2011 roku wartość CPUE wyniosła 139,8 osobnika/sieć, natomiast wartość tego parametru w ocenianym okresie 2016-2021 osiągnęła średnią wartość 141,9 osobników/sieć. W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania rosnącego trendu istotnego statystycznie lub braku trendu istotnego statystycznie. W związku z powyższym kondycja Zatoki Puckiej Zewnętrznej określona na podstawie powyższego parametru wskazuje na **dobry stan** środowiska.

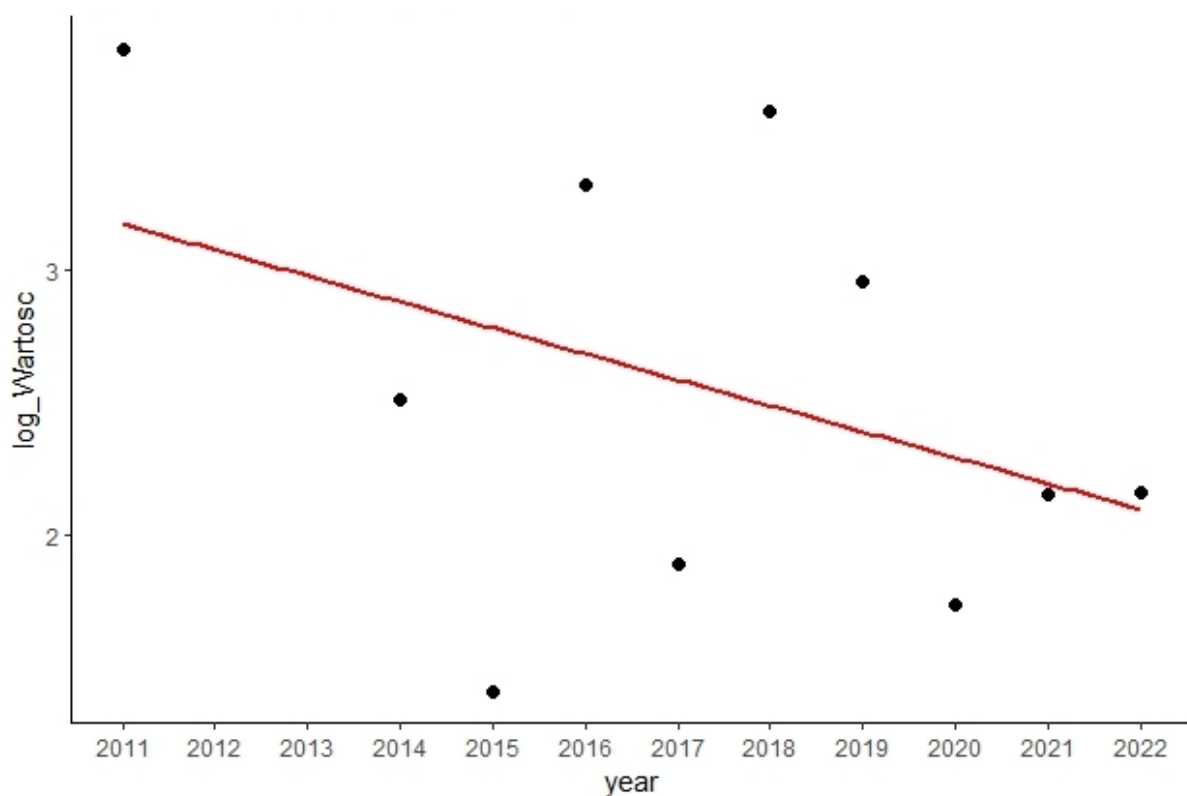


Rysunek 5. Liczebność gatunku kluczowego – stornia – w Zatoce Puckiej Zewnętrznej, w latach 2011-2021 (w 2012 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa  $p = 0,564$ . Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej ( $\ln$ )

### Zalew Wiślany

*Gatunek kluczowy okoń* – ocena ekspercka wykazała, iż duża liczebność okonia zaobserwowana w 2011 roku w wodach Zalewu Wiślanego jest oznaką dobrego stanu środowiska. Pomimo silnej antropopresji związanej z eksploatacją rybacką okoń znajduje w wodach Zalewu Wiślanego dogodne warunki do rozrodu oraz efektywnego wzrostu. Obserwowane fluktuacje w liczebności tego gatunku w połowach monitoringowych mogą być związane z presją rybacką ukierunkowaną na omawiany gatunek, której wielkość jest uwarunkowana ekonomicznie, a nie ze zmieniającymi się warunkami środowiskowymi (Psuty i Wilkońska 2009, Psuty 2010). Na podstawie 9 lat monitoringu obserwuje się spadek wartości wskaźnika, jednak nie jest on istotny statystycznie ( $p > 0,1$ ) (Rysunek 6). Zaobserwowana w 2011 roku wartość CPUE wyniosła 45,3 osobników/sieć. Z kolei w okresie 2016-2021 wartość ta zmalała niemalże trzykrotnie względem 2011 roku i wyniosła średnio 16,4 osobnika/sieć. W oparciu o przyjętą metodykę oceny, dobry stan środowiska można osiągnąć w sytuacji zaobserwowania rosnącego trendu istotnego statystycznie lub braku trendu istotnego statystycznie. W związku z powyższym kondycja Zalewu określona na podstawie powyższego parametru wskazuje na **dobry stan** środowiska (Tabela 3).





Rysunek 6. Liczebność gatunku kluczowego – okoń – w Zalewie Wiślanym, w latach 2011-2021 (w 2012 oraz 2013 roku nie prowadzono połowów monitoringowych). Regresja liniowa  $p = 0,325$ . Wartości na osi OY zostały przedstawione w formie zlogarytmowanej ( $\ln$ )

Tabela 3. Ocena stanu środowiska Zalewu Puckiego, Zatoki Puckiej Zewnętrznej oraz Zalewu Wiślanego na podstawie ichtiofauny w oparciu o wskaźnik liczebności gatunku kluczowego za okres 2016-2021

Wskaźnik	Zalew Pucki	Zatoka Pucka Zewnętrzna	Zalew Wiślany
<i>Abundance of key coastal fish species (okoń)</i>	GES	GES	GES
<i>Abundance of key coastal fish species (stornia)</i>	subGES	GES	Nie dotyczy
Ocena końcowa JCWP	subGES	GES	GES

Nie dotyczy – gatunek nie poddawany ocenie w JCWP

### Trend w ocenie

Przedstawione 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 gatunków kluczowych ryb w wodach przybrzeżnych. 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. 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 dostępne są dla trzech z jedenastu JCWP (Zalew Pucki, Zatoka Pucka Zewnętrzna, Zalew Wiślany). W każdym roku próby były pozyskiwane z wszystkich stacji badawczych rozlokowanych w obrębie każdej z ww. JCWP, co pozwoliło na pełne pokrycie przestrzenne analizowanego obszaru i rozpoznanie składu gatunkowego bytujących tam ryb. Zastosowane metodyki są zgodne z uzgodnionymi na szczeblu regionalnym HELCOM. Z uwagi na powyższe, wiarygodność oceny stanu środowiska wód otwartych w oparciu o liczebność gatunków kluczowych należy uznać za wysoką (Tabela 4).

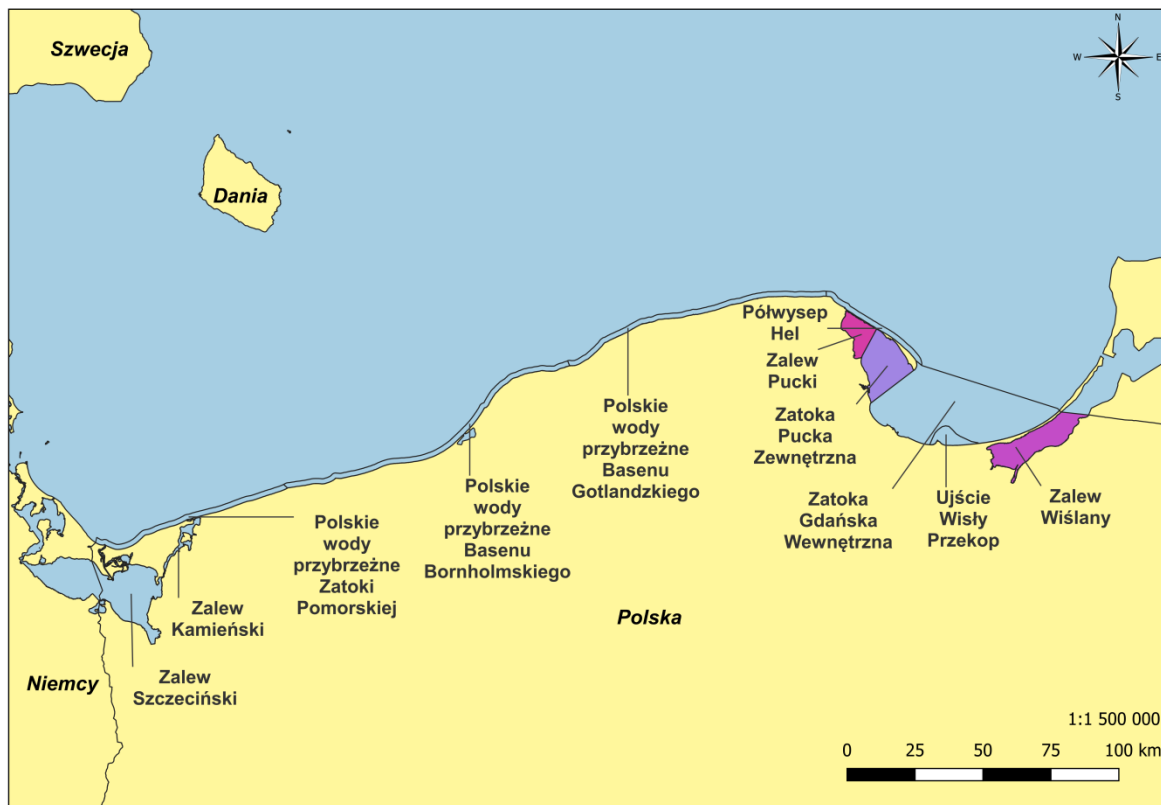
Tabela 4. Wiarygodność oceny według kryteriów HELCOM do zintegrowanej oceny bioróżnorodności (HELCOM 2018a i b)

Wskaźnik	Precyzji	Czasowa	Przestrzenna	Metodyki
<i>Abundance of key coastal fish species (okoń)</i>	1	1	1	1
<i>Abundance of key coastal fish species (stornia)</i>	1	1	1	1

### Metodyka przeprowadzenia oceny

#### 1. Obszary oceny

Ocena wskaźnika Liczebność kluczowych gatunków 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 (Rysunek 7), jako jednolitych części wód posiadających najdłuższą serię danych.



Rysunek 7. Obszary oceny w ramach wskaźnika 'Liczebność kluczowych gatunków ichtiofauny'

## 2. Opis przeprowadzenia oceny

### Jednolite części wód przejściowych i przybrzeżnych

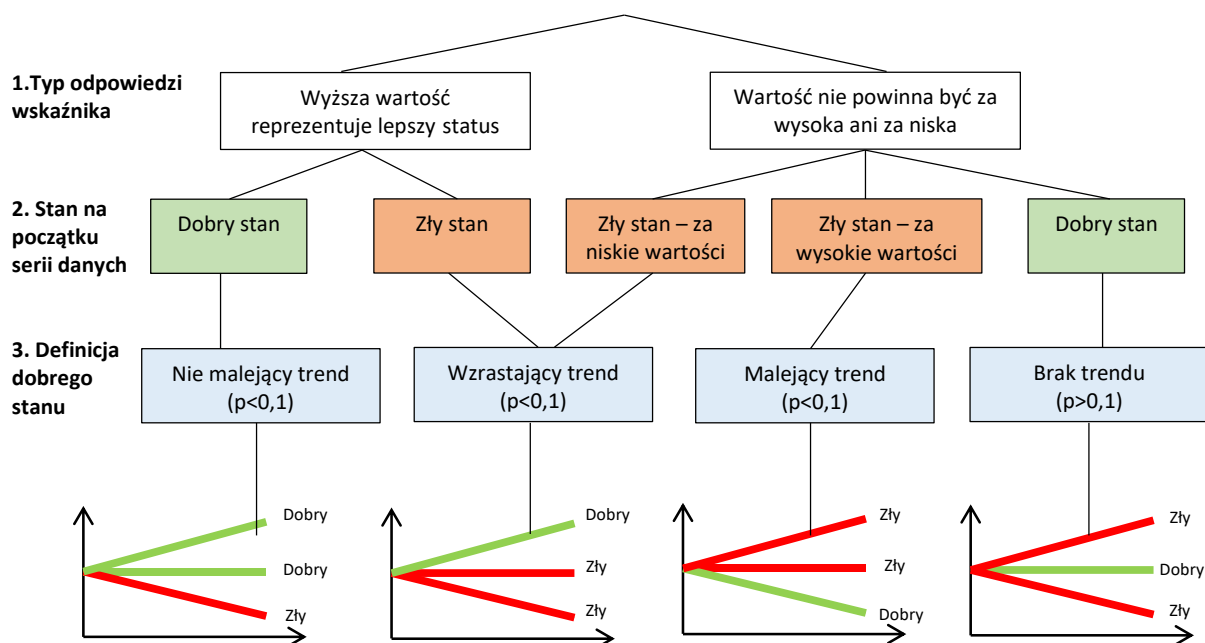
Z definicji, dobry stan środowiska morskiego zostanie osiągnięty, gdy liczebność kluczowych gatunków przekracza ustaloną wartość progową, charakterystyczną dla danego obszaru i gatunku. Zbiorowiska ryb przybrzeżnych w Morzu Bałtyckim mają duże znaczenie ekologiczne i społeczno-gospodarcze. Związane jest to m.in. z funkcjonowaniem rybołówstwa rekreacyjnego i rybołówstwa komercyjnego realizowanego na małą skalę. W związku z tym, stan ichtiofauny odzwierciedla stan ekosystemów przybrzeżnych.

Zmiany wartości wskaźnika odzwierciedlają głównie skutki zmian wywołanych rybołówstwem i związaną z nim śmiertelnością połowową, dostępnością i jakością siedlisk oraz eutrofizacją, jak również naturalnymi procesami zachodzącymi w łańcuchu pokarmowym. Liczne i silne populacje gatunków kluczowych jak również ryb drapieżnych są wskaźnikiem dobrego stanu środowiska z niewielkimi objawami eutrofizacji i zrównoważonego łańcucha pokarmowego.

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 na porównaniu 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 sugeruje się, że okres ten 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, kluczowym warunkiem jest zachowanie jednorodności źródła pochodzenia danych (tzn. dane różnych źródeł, jak: z połowów komercyjnych, niekomercyjnych czy wędkarskich nie mogą być łączone) przy wyznaczaniu okresu referencyjnego i okresu ocenianego. 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 6; 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 gatunków ichtiofauny, 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 8).



Rysunek 8. Drzewo do oceny zbiorowisk ryb przybrzeżnych w oparciu o analizę trendu ( za HELCOM, 2018c)

Oceny stanu środowiska dla większego obszaru (*Sub-basin coastal water*) dokonuje się poprzez określenie stanu środowiska w poszczególnych akwenach podlegających ocenie (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 jednolitych części wód (JCWP) serie danych nie przekraczają 10 lat, więc w ocenie zastosowano analizę trendu, która pozwala na ogólną ocenę sytuacji, zatem ocena za okres 2016-2021 jest tożsama z oceną za rok 2021. Wartości wskaźników obliczono w ramach monitoringu stanu środowiska zgodnie z opracowanym w 2011 roku programem diagnostycznego monitoringu ichtiofauny w ramach umowy nr 61/2021/F z dnia 09.12.2010 r., 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 cząstkowych na podstawie których dokonywana jest ocena, o końcowym wyniku decyduje status przeważający wśród wskaźników cząstkowych. 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). 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 2018a i b), 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-species/>

#### Autorzy

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

#### Literatura

Decyzja Komisji 2017/848. DECYZJA KOMISJI z dnia 17 maja 2017 r. ustanawiająca kryteria i standardy metodologiczne dotyczące dobrego stanu środowiska wód morskich oraz specyfikacje i ujednolicone metody monitorowania i oceny, oraz uchylająca decyzję 2010/477/UE

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

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 species. HELCOM core indicator report. Online. [październik 2023], [<https://indicators.helcom.fi/indicator/coastal-fish-key-species/> ]

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, 2013. HELCOM core indicators: final report of the HELCOM CORESET project. *Baltic Sea Environment Proceedings* 136, 74. [www.helcom.fi/helcom-at-work/publications](http://www.helcom.fi/helcom-at-work/publications)

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

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*

Sokołowski A., Jankowska E., Balazy P., Jędruch A. 2021. Distribution and extent of benthic habitats in Puck Bay (Gulf of Gdańsk, southern Baltic Sea). *Oceanologia* 63: 301–320

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