

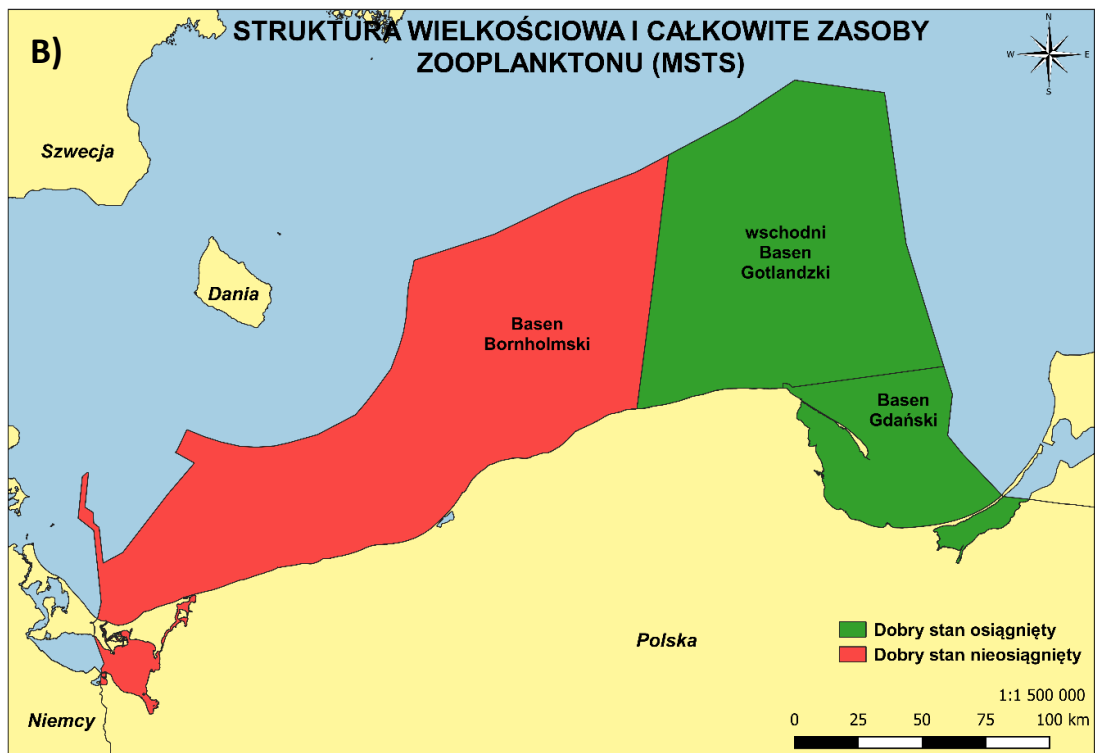
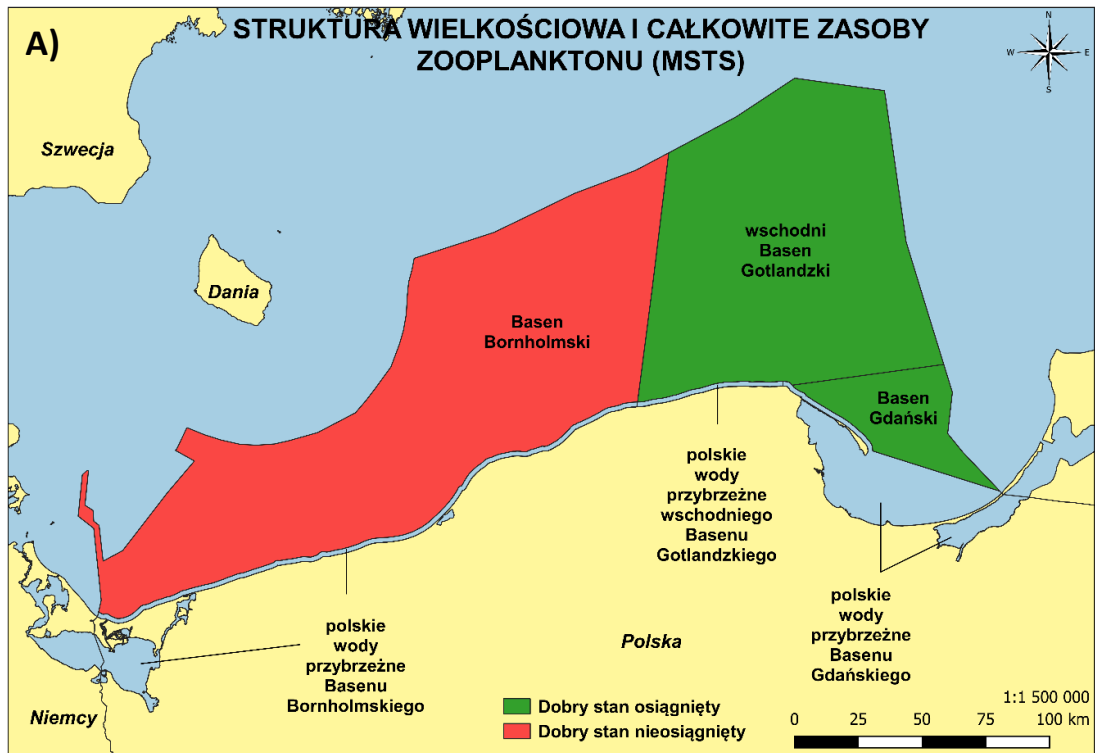
Struktura wielkościowa i całkowite zasoby Zooplanktonu (MSTS)

Wskaźniki stanu

Podsumowanie oceny

Wskaźnik uwzględnia średnią wielkość organizmów zooplanktonowych oraz całkowitą ich liczebność lub biomasę. Zmiany wartości MSTS wskazują czy struktura analizowanej sieci troficznej jest lub nie jest optymalna dla transferu energii od fitoplanktonu do ryb.

Ocena stanu wód morskich na podstawie wskaźnika MSTS wykonana została na stacjach zlokalizowanych w polskich obszarach morskich i odnosi się wyłącznie do obszaru otwartego morza POM (A). Natomiast na potrzeby zintegrowanej oceny siedlisk pelagicznych wykorzystana została ocena przeprowadzona na poziomie regionalnym w ramach HOLAS 3 (B). Ocena obejmuje okres 2016-2021-2021 i została przeprowadzona w Basenie Gdańskim i wschodnim Basenie Gotlandzkim, w których spełnione są warunki dobrego stanu. W Basenie Gdańskim dane ze wszystkich lat ocenianego okresu spełniały oba kryteria wskaźnika MSTS jednocześnie. Na stacji reprezentującej Wschodni Basen Gotlandzki, dane z pięciu lat spełniały oba kryteria jednocześnie, a jedynie w 2019 roku średnia wielkość organizmów była poniżej wartości progowej. Ocena stanu dla Basenu Bornholmskiego za okres 2016-2021 wskazuje na nieosiągnięcie stanu dobrego (przede wszystkim ze względu na niespełnienie kryterium dotyczącego średniego rozmiaru organizmów). Spośród sześciu lat analizowanego okresu, dane z jednego roku nie spełniały żadnego z dwóch kryteriów, a dane z dwóch lat nie spełniały kryterium średniej wielkości organizmów.



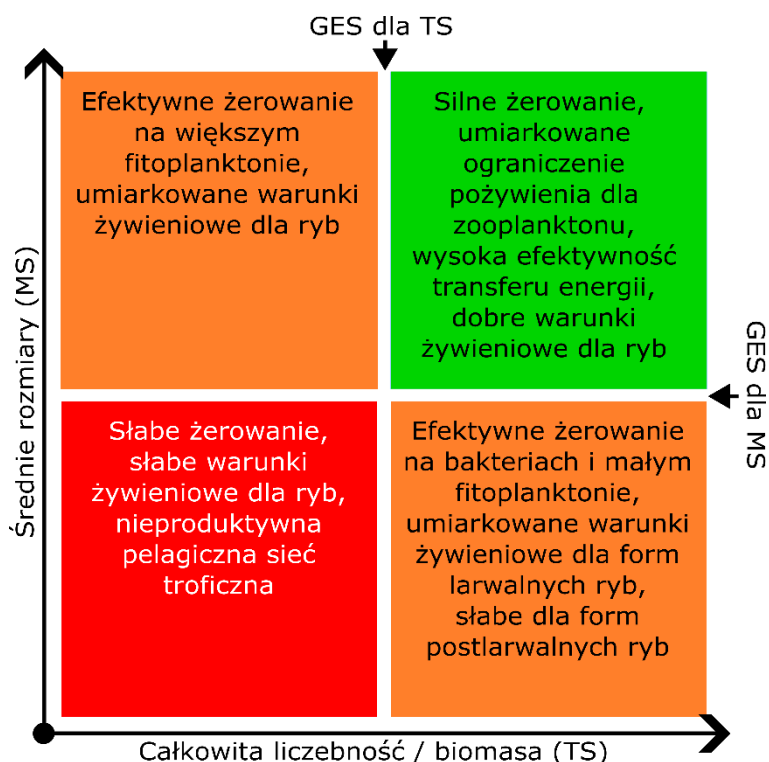
Rysunek 1. Ocena stanu środowiska morskiego na podstawie wskaźnika MSTS za lata 2016-2021. A) Oceny dla poszczególnych obszarów (HELCOM sub-basins) dokonano na podstawie wyników z następujących stacji: Basen Bornholmski – stacja P5, Wschodni Basen Gotlandzki – stacja P140, Basen Gdański – stacja P1. B) Ocena przeprowadzona na poziomie regionalnym w ramach HOLAS 3

Opis wskaźnika

1. Charakterystyka wskaźnika

Badania organizmów zooplanktonowych, które spełniają kluczową rolę w pelagicznej sieci troficznej, pozwalają określić zarówno warunki odżywiania dla ryb pelagicznych (oraz, do pewnego stopnia, presję jaką ryby te wywierają na zooplankton), a także presję drapieżniczą jaką zooplankton wywiera na organizmy fitoplanktonowe (HELCOM 2015 i 2023). Wskaźnik uwzględnia średnią wielkość organizmów zooplanktonowych (MS) oraz całkowitą ich liczebność lub biomasa (TS) (*Zooplankton Mean Size and Total Stock – MSTs*). MSTs jest silnie powiązany z dwoma presjami antropogenicznymi wymienionymi w Tabeli 2, Załącznika III do RDSM: selektywną eksploatacją gatunków oraz wprowadzaniem nawozów i materii organicznej.

Celem jest ocena struktury pelagicznej sieci troficznej, ze szczególnym uwzględnieniem niższych poziomów troficznych. MSTs testuje osiągnięcie wartości progowych (*threshold values*) uwzględniając równocześnie oba parametry (średnią wielkość oraz całkowitą liczebność lub biomasa zooplanktonu). Średnia wielkość organizmów (MS) wyrażona jest poprzez iloraz całkowitej biomasy (*total biomass – TZB*) i całkowitej liczebności (*total zooplankton abundance – TZA*). Na drugiej osi jest prezentowana całkowita liczebność lub biomasa (TZA lub TZB) (TS). Tak więc, MSTs jest dwuwymiarowym wskaźnikiem prezentującym, w sposób syntetyczny, stan struktury organizmów zooplanktonowych (Rysunek 2).



Rysunek 2. Koncepcja wskaźnika MSTs. Punkty położone w obrębie obszaru zielonego spełniają kryteria GES. Punkty w obszarach pomarańczowych wskazują na stan sub-GES, gdy jedynie jedno z dwóch kryteriów jest spełnione. Punkty ulokowane w czerwonym obszarze oznaczają niespełnienie równocześnie obu kryteriów stanu środowiska (za: HELCOM 2015 i 2023)

Metodyka przewiduje wykorzystanie informacji o okresach referencyjnych czynników powiązanych w sieci troficznej z organizmami zooplanktonowymi. Raporty HELCOM 2015 i 2023 definiują, że okresy referencyjne są wyznaczone z dostępnych danych przy założeniu, że struktura sieci troficznej nie była w sposób 'mierzalny' zmieniona pod wpływem eutrofizacji (zawartości chlorofilu a , $RefCon_{Chl}$), a także reprezentuje dobre warunki pokarmowe dla ryb ($RefCon_{Fish}$).

Zgodnie z koncepcją wskaźnika stan GES zostaje osiągnięty, gdy:

- mamy do czynienia ze znacznym udziałem dużych organizmów (głównie widłonogów), które są w stanie efektywnie żerować na organizmach fitoplanktonowych i jednocześnie stanowią dobrą bazę pokarmową ryb żywiących się zooplanktonem;
- liczebność (lub biomasa) zooplanktonu pozostaje na poziomie zapewniającym szybki wzrost ryb oraz pozwalającym kontrolować rozwój fitoplanktonu.

Okresy referencyjne dla MSTs powinny odzwierciedlać warunki, gdy wpływ eutrofizacji, wyrażony „akceptowalnymi” stężeniami chlorofilu *a*, był niski jednocześnie zapewniając optymalne warunki pokarmowe dla ryb planktonożernych. Biorąc pod uwagę powyższe, powinien być to okres, gdy wpływ eutrofizacji i presji rybołówstwa był pomijalny.

2. Odniesienie do prawodawstwa, planów działań i celów

Oddziaływania antropogeniczne takie jak selektywna eksploatacja gatunków oraz wprowadzanie nawozów i materii organicznej mogą wpływać zarówno na różnorodność biologiczną jak i na stan oraz strukturę sieci troficznej.

Cecha 4 ramowej dyrektywy ws. strategii morskiej (RDSM) (Dyrektywa 2008/56/WE), wymaga utrzymania wszystkich elementów sieci troficznej w stanie nienaruszonym ze względu na oddziaływania antropogeniczne. Kryterium 3 cechy 4 dotyczy w szczególności zachowania naturalnego rozkładu wielkości organizmów w poszczególnych grupach troficznych. Cecha 1 RDSM dotyczy natomiast utrzymania różnorodności biologicznej odpowiadającej warunkom fizjograficznym, geograficznym i klimatycznym na danym obszarze. Kryterium 6 tej cechy obejmuje strukturę biotyczną i abiotyczną siedliska, w tym zwłaszcza typowy skład gatunkowy i względną liczebność organizmów, niezmienną na skutek oddziaływania antropogenicznego.

Również Bałtycki Plan Działania (BSAP) obejmuje Segmenty dotyczące bioróżnorodności oraz eutrofizacji mogącej niekorzystnie wpływać na naturalne rozmieszczenie i liczebność organizmów żywych.

Tabela 1. Powiązania wskaźnika MSTs z prawodawstwem UE

Wymagania i rekomendacje legislacyjne	
Ramowa Dyrektywa ws. Strategii Morskiej (RDSM) (Dyrektywa 2008/56/WE, Dyrektywa 2017/845)	Cecha D4 - 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.
	Kryterium D4C3 – Rozkład wielkości osobników w grupie troficznej nie został naruszony ze względu na oddziaływanie antropogeniczne.
	Cecha D1 – Utrzymana różnorodność biologiczna. Jakość i występowanie siedlisk oraz rozmieszczenie i bogactwo gatunków odpowiadają dominującym warunkom fizjograficznym, geograficznym i klimatycznym.
	Kryterium D1C6 – Stan typu siedliska, w tym jego struktura biotyczna i abiotyczna oraz jej funkcje (np. typowy skład gatunkowy, względna liczebność, brak szczególnie wrażliwych gatunków lub gatunków spełniających kluczową funkcję, struktura wielkościowa gatunków), nie odniósł szkody z powodu oddziaływań antropogenicznych.

Wymagania i rekomendacje legislacyjne	
Bałtycki Plan Działania (BSAP)	<p>Segment: Bioróżnorodność Cel ekologiczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prawidłowo funkcjonujące populacje wszystkich rodzimych gatunków; • Naturalne rozmieszczenie, występowanie i jakość siedlisk wraz z ich zbiorowiskami organizmów <p>Segment: Eutrofizacja Cel ekologiczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturalne rozmieszczenie i występowanie roślin i zwierząt

3. Powiązanie z presjami

Wskaźnik MSTS jest silnie powiązany z dwoma presjami antropogenicznymi wymienionymi w Tabeli 2, Załącznika III RDSM: selektywną eksploatacją gatunków oraz wprowadzaniem nawozów i materii organicznej.

Metodyka wskaźnika przewiduje wykorzystanie informacji o okresach referencyjnych czynników powiązanych w sieci troficznej z organizmami zooplanktonowymi. Raport HELCOM 2015 definiuje, że okresy referencyjne są wyznaczone z dostępnych danych przy założeniu, że struktura sieci troficznej nie była w sposób 'mierzalny' zmieniona pod wpływem eutrofizacji (zawartości chlorofilu a, RefCon_{Chl}), a także reprezentuje dobre warunki pokarmowe dla ryb (RefCon_{Fish}).

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

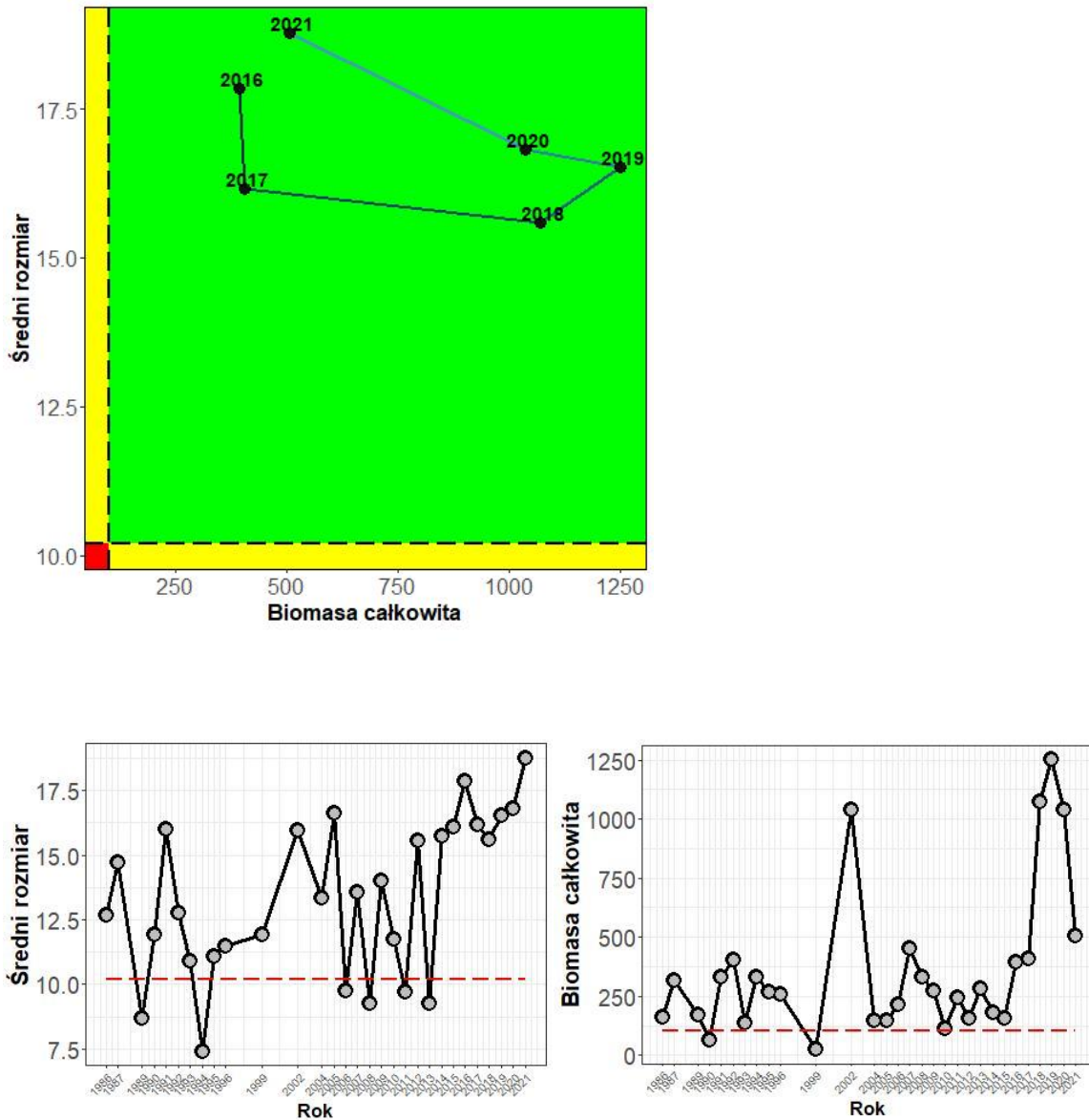
Działalność człowieka: RDSM, Załącznik III, Tabela 2b	Presje antropogeniczne: RDSM, Załącznik III, Tabela 2a
	<p>- Eksploatacja lub śmiertelność/szkody w obrębie dzikich gatunków (w ramach połowów komercyjnych i rekreacyjnych oraz innych działań)</p> <p>- Wprowadzanie substancji biogenych – źródła rozproszone, źródła punktowe, depozycja atmosferyczna</p>

4. Powiązanie ze zmianą klimatu

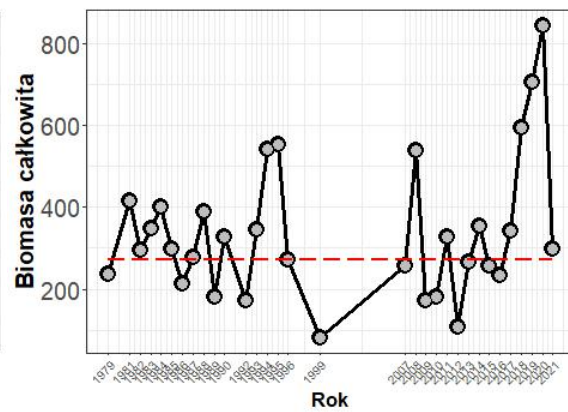
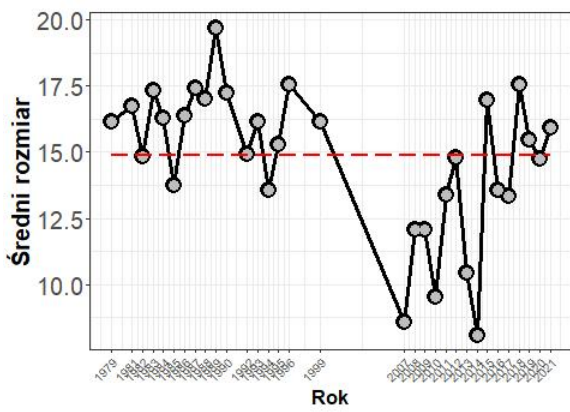
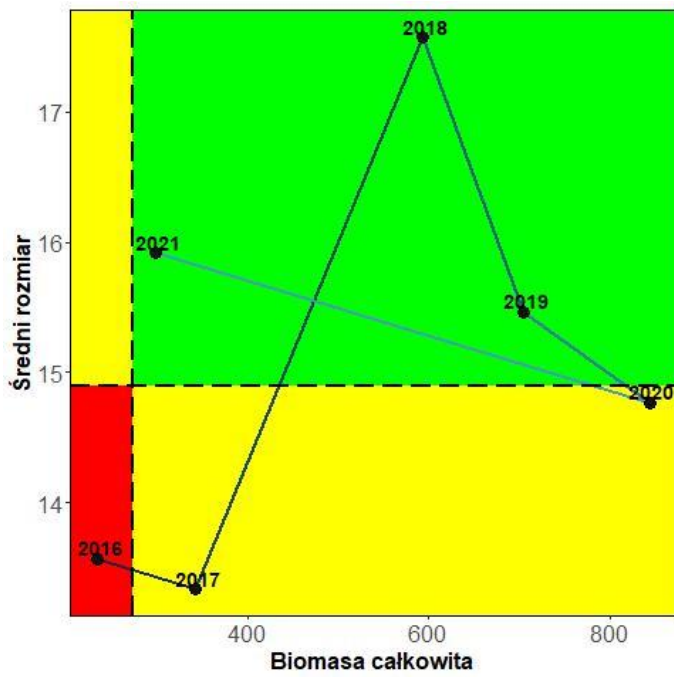
Przewiduje się, że zmiany klimatu będą oddziaływać na średnią wielkość zooplanktonu i całkowite zasoby poprzez różne czynniki prowadząc do dalszej kumulacji presji z już obserwowanymi presjami antropogenicznymi (HELCOM i Baltic Earth 2021, Hall i Lewandowska 2022). Chociaż procesy te nie są jeszcze szczegółowo poznane, bezpośrednimi czynnikami wpływającymi na stan zooplanktonu będą najprawdopodobniej zmiany temperatury wody, zasięgu lodu morskiego, zasolenia, wlewów, opadów atmosferycznych, spływu rzek, stężenia węglanów, a także ładunku składników odżywczych i depozycji atmosferycznej. Czynniki pośrednimi, które prawdopodobnie również będą wpływać na stan zooplanktonu, to zmiany zachodzące w zbiorowiskach mikroorganizmów, ichtiofauny, występowanie gatunków obcych oraz zmiany zachodzące w funkcjach ekosystemu.

Ocena stanu środowiska wód morskich

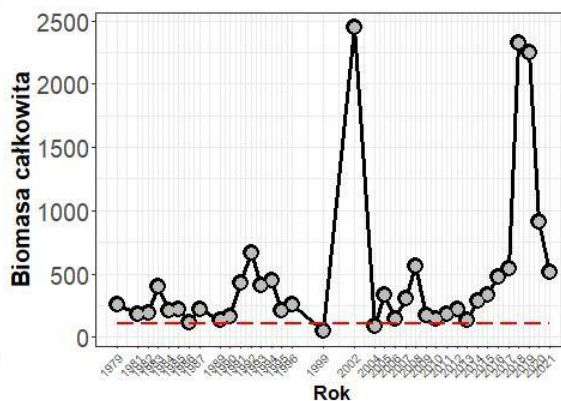
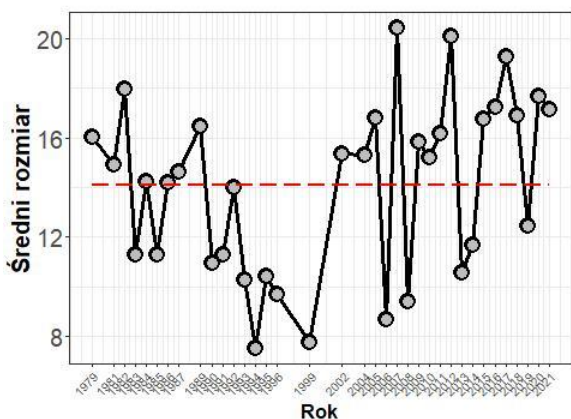
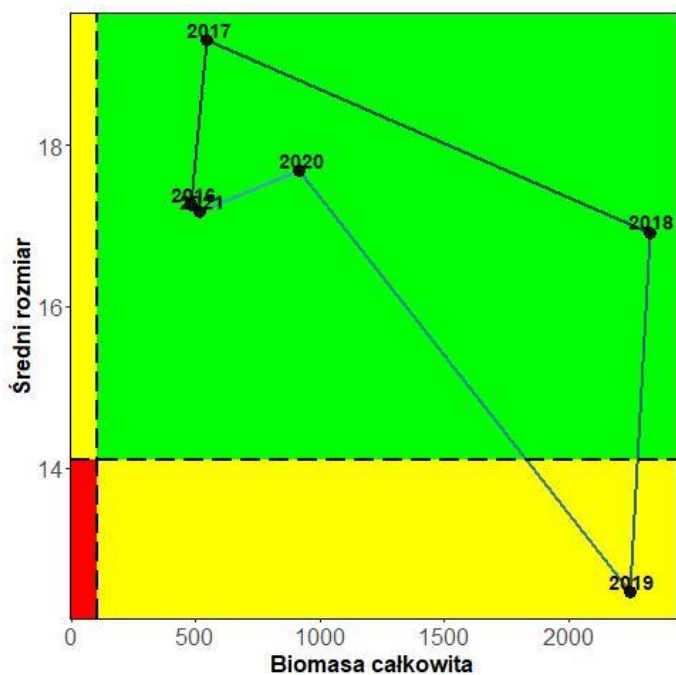
Obszary otwartego morza



Rysunek 3. Stacja P1 (Basen Gdański). Średnią wielkość organizmów (MS) i całkowitą biomasę zooplanktonu (TZB), dla lat 2016-2021, wraz z odnośnymi wartościami progowymi (przerywana linia) dla obu zmiennych przedstawiono na rysunku górnym. Punkty zlokalizowane w części zielonej wskazują na spełnienie kryteriów GES. Punkty znajdujące się w częściach żółtych wskazują na stan sub-GES w odniesieniu do jednego z dwóch kryteriów. Punkty znajdujące się w polu czerwonym nie spełniają kryteriów GES dla obu zmiennych. Wartości GES wyznaczono jako dolną granicę 99% przedziałów ufności dla danych po normalizacji metodą Box-Coxa (jeżeli taka normalizacja była konieczna). Panele dolne prezentują wartości ze wszystkich lat dla poszczególnych zmiennych osobno



Rysunek 4. Stacja P5 (Basen Bornholmski). Dokładny opis schematu rysunków przedstawiono na Rys. 3



Rysunek 5. Stacja P140 (Wschodni Basen Gotlandzki). Dokładny opis schematu rysunków przedstawiono na Rys. 3

Wartości progowe (*threshold values*) dla Basenu Gdańskiego (Rysunek 3) zostały przyjęte przez HELCOM na potrzeby Drugiej Holistycznej Oceny Zdrowia Ekosystemu Morza Bałtyckiego (Second Holistic Assessment of the Ecosystem Health of the Baltic Sea, HELCOM HOLAS 2 2017).

Wartości progowe dla Basenu Bornholmskiego (Rysunek 4) i Wschodniego Basenu Gotlandzkiego (Rysunek 5) przyjęto zgodnie z wynikami przeprowadzonych ćwiczeń interkalibracyjnych uwzględniających dane uzyskane dla tych samych rejonów Bałtyku w ramach programów monitoringowych prowadzonych w poszczególnych krajach. Wartości te są stosowane w ocenie HELCOM HOLAS 3. Dla tych dwóch obszarów zastosowano także zmodyfikowane przeliczniki biomasy poszczególnych taksonów i stadiów rozwojowych, zgodnie z ustaleniami grupy roboczej HELCOM ZEN.

Ocena stanu wód morskich na podstawie wskaźnika MSTs, dokonana za okres 2016-2021, dla Basenu Gdańskiego i Wschodniego Basenu Gotlandzkiego wskazuje na spełnienie równocześnie obu kryteriów wskaźnika (stan GES). W Basenie Gdańskim dane ze wszystkich lat ocenianego okresu spełniały oba

kryteria wskaźnika MSTS jednocześnie. Na stacji reprezentującej Wschodni Basen Gotlandzki, dane z pięciu lat spełniały oba kryteria jednocześnie, a jedynie w 2019 roku średnią wielkość organizmów (MS) wyznaczono poniżej wartości progowej.

Ocena stanu dla Basenu Bornholmskiego wskazuje na stan subGES (przede wszystkim ze względu na niespełnienie kryterium dotyczącego średniego rozmiaru organizmów – MS). Spośród sześciu lat analizowanego okresu, dane z jednego roku nie spełniały żadnego z dwóch kryteriów, a dane z dwóch lat nie spełniały kryterium średniej wielkości organizmów (MS).

Trend w ocenie

Bezpośrednie porównanie, w kontekście ewentualnej poprawy lub pogorszenia wyników oceny w stosunku do wcześniejszych okresów oceny, jest niemożliwe, ze względu na ewolucję koncepcji i dokumentacji wskaźnika MSTS oraz wyniki przeprowadzonych ćwiczeń interkalibracyjnych. Na przykład we wstępnej ocenie stanu środowiska wód morskich 2005-2010 nie było możliwości wyznaczenia wartości progowych wskaźnika, chociaż podkreślano jego wysoki potencjał przy ocenie stanu środowiska morskiego.

W ocenie HOLAS 2, czyli w okresie 2011-2016, Basen Gdański osiągnął status GES, natomiast dwa pozostałe podobszary (Basen Bornholmski i Wschodni Basen Gotlandzki) nie były oceniane.

Wiarygodność oceny

Wiarygodność oceny na podstawie wskaźnika MSTS w POM (dla wszystkich trzech obszarów łącznie) wahała się od niskiej do wysokiej. Najniżej została oceniona wiarygodność uwzględniająca zakres danych pod względem przestrzennym. Pozostałe wskaźniki wiarygodności oceny zostały ocenione jako wysokie, poniżej przedstawiono uzasadnienie dla każdego z nich.

Dokładność oceny (ConfA) – **wysoka** – ponieważ prawdopodobieństwo osiągnięcia stanu GES wyliczona została na podstawie 99% przedziałów ufności

Wiarygodność uwzględniająca zakres czasowy danych (ConfT) – **wysoka** – ponieważ dane, na podstawie których dokonano analizy obejmowały wszystkie lata ocenianego okresu

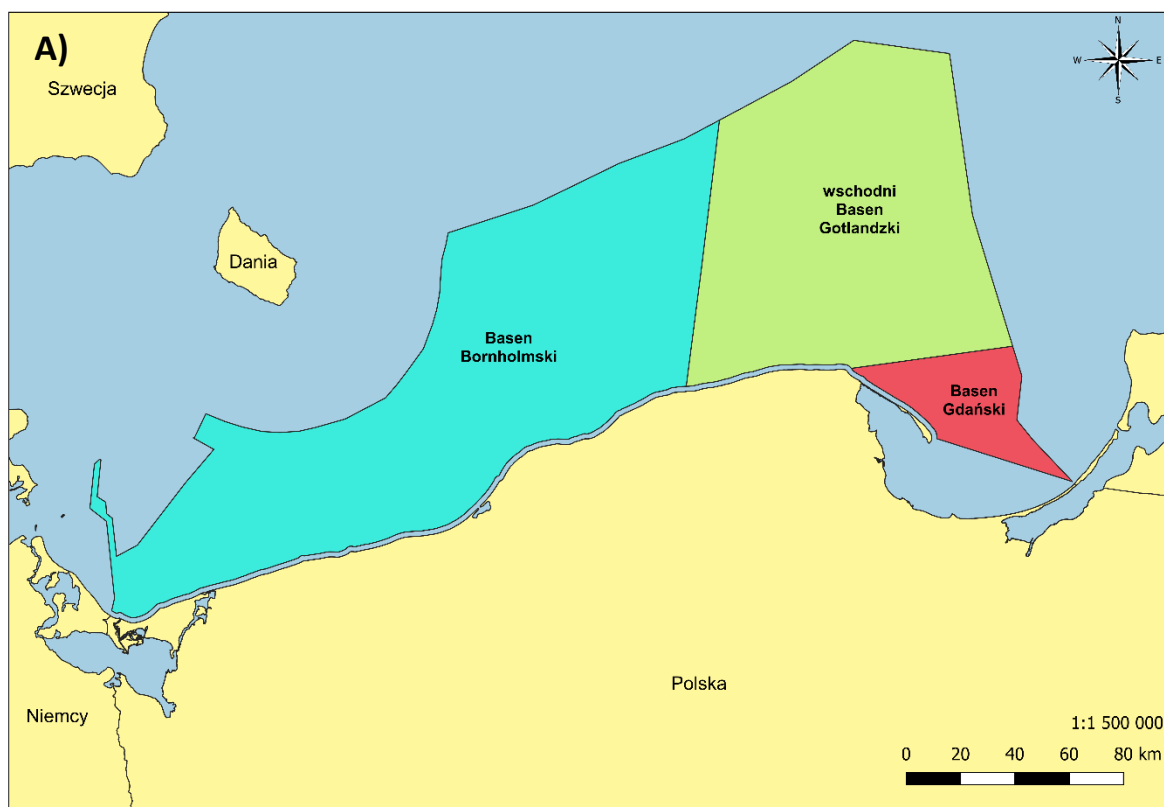
Wiarygodność uwzględniająca zakres przestrzenny danych (ConfS) – **niska** – ponieważ analiza dokonana została na podstawie pojedynczych stacji monitoringowych dla każdego obszaru

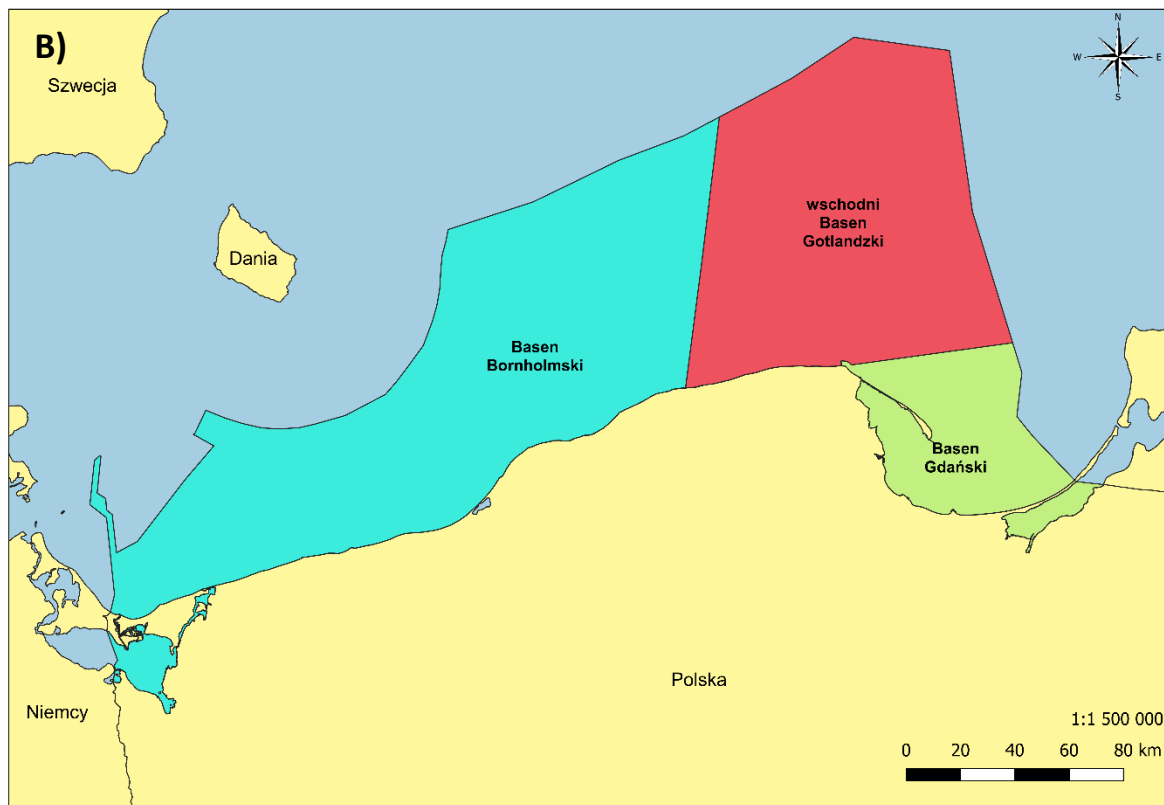
Wiarygodność dotycząca zastosowanej metodyki (ConfM) – **wysoka** – wszystkie dane zostały zebrane zgodnie z uzgodnioną metodyką monitoringu mezozooplanktonu, a wyliczenia dotyczące wskaźnika MSTS zgodnie z uzgodnioną metodyką wskaźnika

Metodyka przeprowadzenia oceny

1. Obszary oceny

Krajowa ocena wskaźnika MSTS została przeprowadzona na poziomie L3 zgodnie z Strategią Monitoringu i Oceny HELCOM (HELCOM 2013), dla trzech obszarów: Basenu Gdańskiego, Wschodniego Basenu Gotlandzkiego i Basenu Bornholmskiego bez wód przybrzeżnych (Rysunek 6 A). Natomiast ocenę regionalną w ramach HELCOM HOLAS 3 przeprowadzono na poziomie L2 (Rysunek 6 B).





Rysunek 6. Obszary oceny stanu środowiska morskiego na podstawie wskaźnika MSTS za lata 2016-2021. A) Oceny dokonanej na podstawie wyników ze stacji: Basen Bornholmski – stacja P5, Wschodni Basen Gotlandzki – stacja P140, Basen Gdański – stacja P1. B) Oceny przeprowadzonej na poziomie regionalnym w ramach HELCOM HOLAS 3

2. Opis przeprowadzenia oceny

Krajowa ocena stanu POM na podstawie wskaźnika MSTS za okres 2016-2021 została przeprowadzona na podstawie metodyki przyjętej dla regionalnej oceny przeprowadzonej w ramach HELCOM HOLAS 3 (HELCOM 2023). Przy czym dla krajowej oceny wykorzystane zostały wyłącznie dane pochodzące ze stacji zlokalizowanych w obszarach POM (P5, P140, P1), obszar oceny został również ograniczony do wód otwartych.

W celu przetestowania wskaźnika wykorzystano dane pozyskiwane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, które stanowią wkład Polski do HELCOM COMBINE Programme. Najdłuższe serie danych pochodzą ze stacji na wodach otwartych POM, podczas gdy monitoring na stacjach przybrzeżnych rozpoczął się na początku bieżącego stulecia. W większości przypadków próby były zbierane pięciokrotnie w ciągu roku, przy zastosowaniu siatki planktonowej WP-2 o oczku 100 μm .

Wskaźnik MSTS został przetestowany na podstawie danych zebranych na trzech stacjach zlokalizowanych na wodach otwartych: P5 (Basen Bornholmski), P140 (południowy stok Basenu Gotlandzkiego) oraz P1 (Basen Gdański).

Ponieważ aktualnie przyjęta metodyka wyznaczania wartości wskaźnika MSTS ograniczona została do analizy danych z okresu letniego (czerwiec-wrzesień) (HELCOM 2015) dostępne serie czasowe zostały sprawdzone pod kątem 'równomiernego występowania' w całym okresie badań. Analiza ta miała na celu sprawdzenie czy dane dla pewnych okresów nie będą zdominowane przez próby z początku lub końca lata, a zatem nie będą reprezentatywne dla całego okresu letniego. Ponieważ częstotliwość

pobierania prób była dość zmienna, konieczne okazało się utworzenie serii czasowej reprezentującej jeden, wybrany miesiąc z całego okresu letniego charakteryzujący się największą liczbą danych. W Tabeli 3 przedstawiono poglądowo proces przygotowania danych. W przypadku stacji P1, P5 i P140 udało się utworzyć serię czasową dla sierpnia w okresie do 2014 roku. W kolejnych latach stosowano analogiczną procedurę, jeżeli było to konieczne.

Tabela 3. Częstotliwość poboru prób w okresie letnim na stacjach poddanych analizie. Na potrzeby testowania wskaźnika MSTs, dla stacji P1, P5 i P140, utworzono serię czasową dla sierpnia. W przypadku, gdy w danym roku próby nie zostały zebrane w wybranym miesiącu, sprawdzano dostępność danych z miesięcy poprzedzających i następujących (np. gdy próby lipcowe pochodziły z końca, a wrześniowe z początku miesiąca przyjmowano, że dane te mogą zostać użyte jako reprezentatywne dla warunków sierpniowych). W tabeli przedstawiono przykładowo proces przygotowywania danych w okresie do 2014 roku. W kolejnych latach stosowano analogiczną procedurę, jeżeli było to konieczne

	P1				P5				P140			
	6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
1986	1986-06-10	1986-07-29	x		1979		1979-08-22		1979			1979-08-16
1987		1987-07-01	1987-08-07	1987-09-17	1980	1980-06-13		1980-09-21	1980	1980-06-15		1980-09-20
1988	1988-06-16				1981	1981-06-04		x	1981	1981-06-07	x	1981-09-11
1989	1989-06-06		1989-08-11	1989-09-20	1982			x	1982	1982-06-01		x
1990	1990-06-29		1990-08-21	1990-09-13	1983			x	1983	1983-06-03		x
1991	1991-06-20		1991-08-23	1991-09-30	1984	1984-06-03	1984-07-27	x	1984	1984-06-03		x
1992	1992-06-11		1992-08-22	1992-09-20	1985			x	1985	1985-06-04		x
1993	1993-06-16		x	1993-09-12	1986	1986-06-13	1986-07-31	x	1986	1986-06-12	1986-07-30	x
1994		1994-07-05	1994-08-07		1987	1987-06-26		1987-08-05	1987	1987-06-25		1987-08-06
1995			1995-05-08		1988	1988-06-18		1988-08-07	1988	1988-06-17		1988-09-18
1996			1996-08-04	1996-09-25	1989	1989-06-08		1989-08-13	1989	1989-06-07		1989-09-21
1997	1997-06-06				1990	1990-06-27		1990-08-26	1990	1990-06-28		1990-09-12
1998					1991	1991-06-22			1991	1991-06-21		1991-09-28
1999	1999-06-13		1999-08-11		1992	1992-06-09		1992-08-20	1992	1992-06-21		1992-09-21
2000					1993	1993-06-18		1993-08-15	1993	1993-06-17		1993-08-14
2001					1994		1994-07-07	1994-08-05	1994	1994-06-17		1994-08-14
2002	2002-06-10	2002-07-31	x	2002-09-28	1995			1995-08-10	1995	1995-06-17		1995-08-14
2003				2003-09-17	1996			1996-08-06	1996	1996-06-17		1996-08-14
2004	2004-06-03		2004-08-05	2004-09-20	1997	1997-06-08		1997-09-27	1997	1997-06-17		1997-08-14
2005	2005-06-02		2005-08-13	2005-09-13	1998				1998	1998-06-17		1998-08-14
2006			2006-08-08	2006-09-07	1999	1999-06-11		1999-08-13	1999	1999-06-17		1999-08-14
2007	2007-06-01		2007-08-02	2007-09-06	2000				2000	2000-06-17		2000-08-14
2008	2008-06-09		2008-08-04	2008-09-07	2001				2001	2001-06-17		2001-08-14
2009	2009-06-05		2009-08-06	2009-09-07	2002				2002	2002-06-17		2002-08-14
2010	2010-06-11		2010-08-05	2010-09-10	2003				2003	2003-06-17		2003-08-14
2011	2011-06-01		2011-08-04	2011-09-07	2004				2004	2004-06-17		2004-08-14
2012	2012-06-14		2012-08-02	2012-09-06	2005				2005	2005-06-17		2005-08-14
2013	2013-06-06		2013-08-08	2013-09-12	2006				2006	2006-06-17		2006-08-14
2014	2014-06-07		2014-08-05	2014-09-12	2007			2007-08-07	2007	2007-06-17		2007-08-14
					2008	2008-06-03		2008-08-07	2008	2008-06-17		2008-08-14
					2009	2009-06-02		2009-08-04	2009	2009-06-17		2009-08-14
					2010	2010-06-08		2010-08-08	2010	2010-06-17		2010-08-14
					2011	2011-06-07		2011-08-02	2011	2011-06-17		2011-08-14
					2012	2012-06-12		2012-08-06	2012	2012-06-17		2012-08-14
					2013	2013-06-04		2013-08-06	2013	2013-06-17		2013-08-14
					2014	2014-06-04		2014-08-06	2014	2014-06-17		2014-08-14
	20	4	23	20	20	3	25	21	23	4	29	23

Normalność rozkładu danych dotyczących średniej wielkości organizmów i całkowitej biomasy testowano przy pomocy testu Shapiro-Wilka ($p > 0.05$). Dane o rozkładzie innym niż normalny poddano transformacji Boxa-Coxa wykorzystując kalkulator dostępny online (http://www.wessa.net/rwasp_boxcoxnorm.wasp). W kolejnym kroku wyznaczono średnią kontrolną (μ_i) oraz kontrolne odchylenie standardowe (σ_i) na podstawie wybranego okresu referencyjnego a następnie wykorzystano powyższe wartości do wyliczenia standaryzowanej serii z-score ($z_{i,t}$):

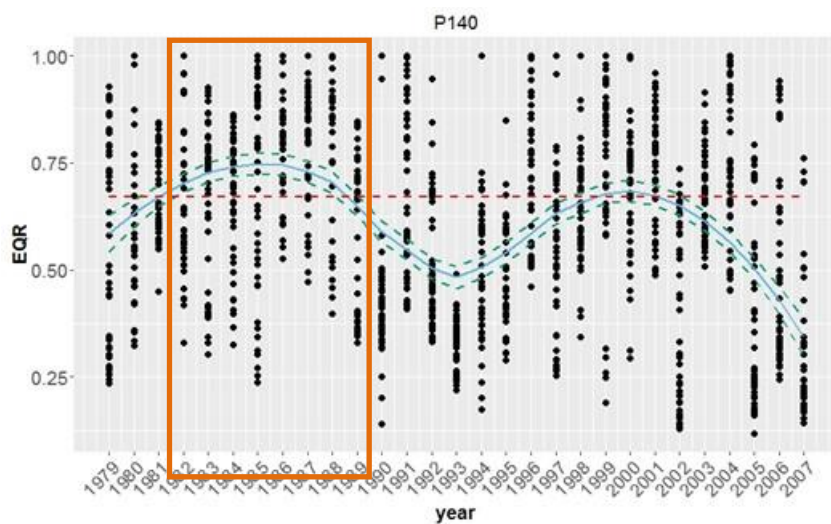
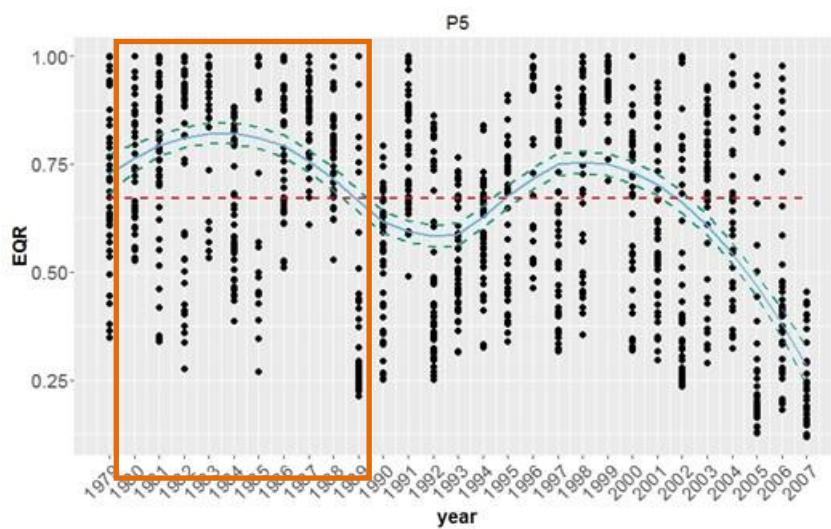
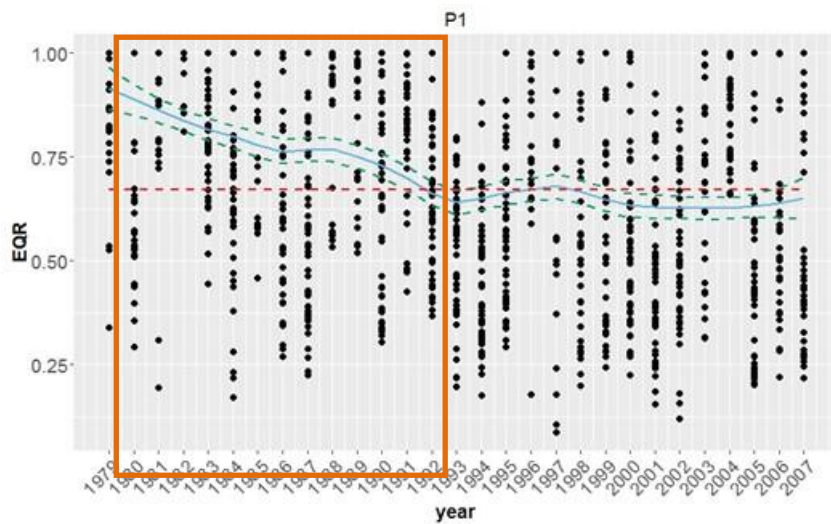
$$z_{i,t} = \frac{x_{i,t} - \mu_i}{\sigma_i}$$

W przypadku zbyt krótkiej serii danych (<12) lub braku okresu referencyjnego, do wyznaczenia standaryzowanej serii z-score wykorzystano średnią i odchylenie standardowe całego zbioru danych.

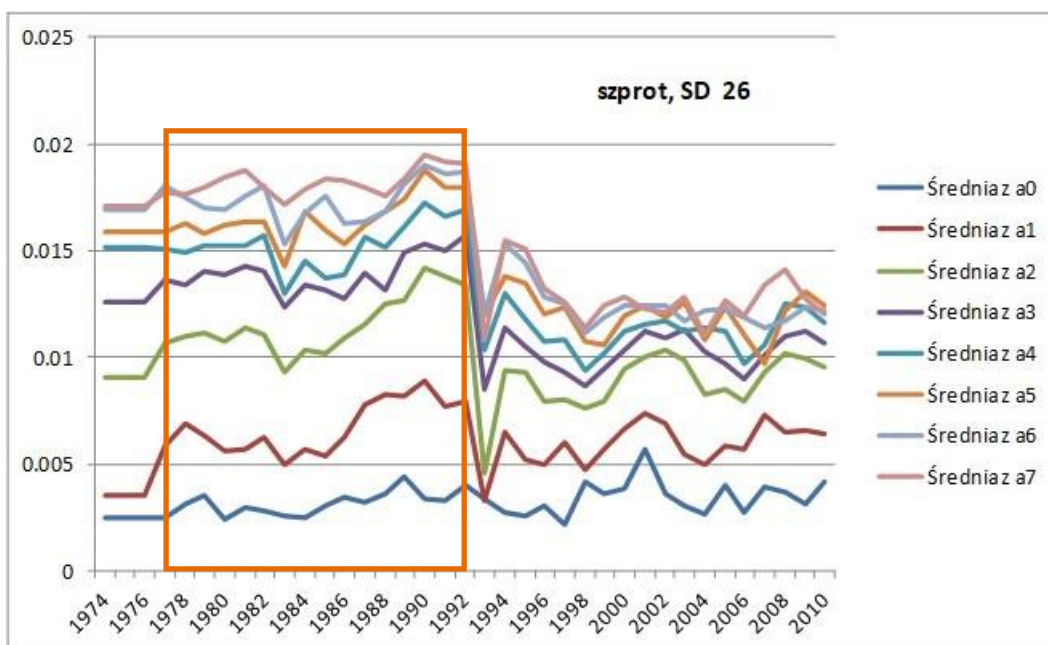
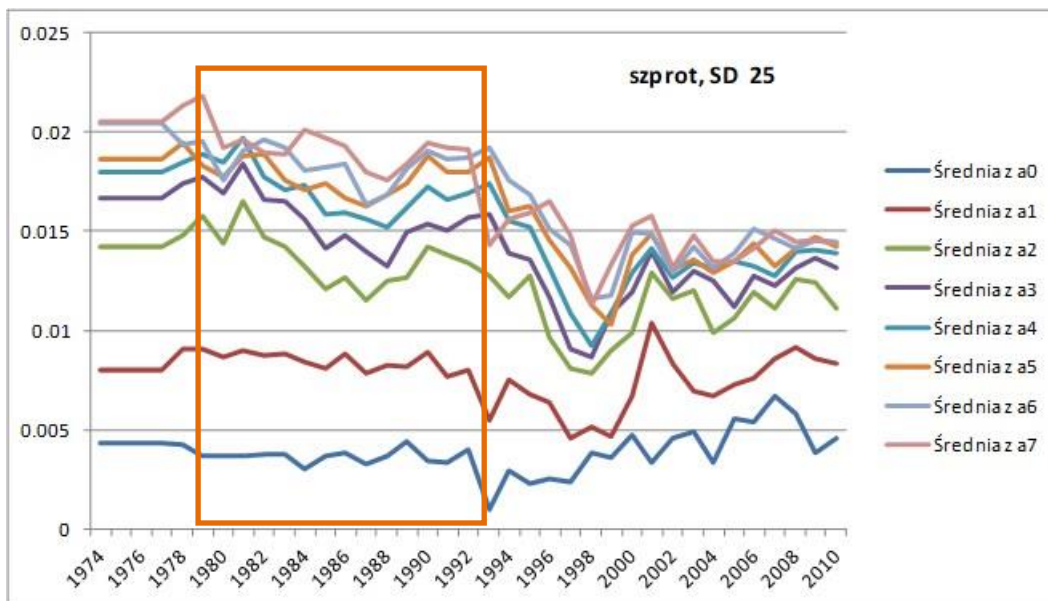
Wartości progowe dla standaryzowanej serii z-score wyznaczano jako dolną granicę 99% przedziału ufności dla powyższych danych, wybierając dane odpowiadające okresowi referencyjnemu lub całemu ich zakresowi.

Koncepcja wskaźnika MSTS zakłada, wyznaczanie okresów referencyjnych na podstawie zawartości chlorofilu *a* i kondycji ryb pelagicznych w rejonach analogicznych do lokalizacji stacji zooplanktonowych. W celu zidentyfikowania okresów referencyjnych zastosowano dane dotyczące EQR (*ecological quality ratio*) dla chlorofilu *a* obliczonych analogicznie do wyników zaprezentowanych na rysunku 2.13 w raporcie HELCOM (2009). Źródłem danych był model RCO-Scobi (Meier et al., 2012). Wynik analizy przedstawiony został na Rysunek 7.

Kondycję ryb pelagicznych i wynikające z niej okresy referencyjne wyznaczono na podstawie średniej biomasy szprot w *poszczególnych* grupach wieku. Dane pochodzą ze Stochastic Multi-Species model (SMS) (Lewy and Vinther, 2004) i wyznaczone zostały odrębnie dla dwóch podobszarów (*sub-divisions*, SD) ICES: SD 25 i SD 26. Średnie biomasy szprot z podobszaru 25 zostały wykorzystane do wyznaczenia okresów referencyjnych dla stacji P5, a te z SD 26 dla stacji P140 i P1 (Rysunek 8).



Rysunek 7. EQR (*ecological quality ratio*) dla chlorofilu a dla stacji P1, P5 i P140. Dane pochodzą z modelu RCO-Scobi (Meier et al., 2012). Prostokąty wyznaczają zakres okresów referencyjnych dla poszczególnych stacji



Rysunek 8. Średnia biomasa szprota w grupach wieku dla dwóch podobszarów ICES: SD 25 i SD 26. Dane pochodzą ze Stochastic Multi-Species model (SMS) (Lewy and Vinther, 2004). Prostokąty wyznaczają zakres okresów referencyjnych

Do interpretacji wybrano ten okres referencyjny (RefCon_{chl} lub RefCon_{Fish}), przy wykorzystaniu którego otrzymano wyższe wartości progowe. Następnie, w celu wyznaczenia oryginalnej wartości całkowitej biomasy oraz średniej wielkości organizmów odpowiadającej granicy GES, odwrócono proces standaryzowania serii danych oraz transformacji Box-Coxa.

Długość serii danych na wszystkich trzech analizowanych stacjach (P1, P5 i P140) pozwoliła na skuteczne wyznaczenie okresów referencyjnych.

3. Wartości progowe

W Tabeli 4 przedstawiono wyniki uzyskane na podstawie analiz danych na poszczególnych stacjach po przeprowadzeniu ćwiczeń interkalibracyjnych i uwzględnieniu nowych wartości referencyjnych, zarówno dla Basenu Bornholmskiego jak i Wschodniego Basenu Gotlandzkiego. Zmodyfikowane zostały również przeliczniki biomasy poszczególnych taksonów i stadiów rozwojowych dla Basenu Bornholmskiego i Wschodniego Basenu Gotlandzkiego, zgodnie z ustaleniami grupy roboczej HELCOM ZEN.

Tabela 4. Zestawienie wartości progowych dla danych z poszczególnych stacji po wykonaniu ćwiczeń interkalibracyjnych

Nazwa stacji i jej lokalizacja	Wartości progowe dla średniej wielkości organizmów i całkowitej biomasy zooplanktonu (μg mokrej masy na osobnika)/ mg m^{-3} .	Uwagi
P1 (Basen Gdański)	10,2/103	Wartości ustalone na podstawie danych PMŚ i przyjęte na potrzeby HELCOM HOLAS 2
P5 (Basen Bornholmski)	14,9/273	Wartości ustalone po przeprowadzeniu interkalibracji
P140 (Wschodni Basen Gotlandzki)	14,1/104	Wartości ustalone po przeprowadzeniu interkalibracji

4. Metodyka określenia wiarygodności oceny

Dokładność oceny (ConfA)

W przypadku, gdy możliwe jest wyznaczenie błędu standardowego:

Wysoka	Uzyskane wyniki prezentują wyraźny sygnał osiągnięcia lub nieosiągnięcia stanu GES. Stan GES został lub nie został osiągnięty z prawdopodobieństwem przynajmniej 90%.
Średnia	Analiza wyników umożliwia wskazanie osiągnięcia stanu GES/subGES z dużym prawdopodobieństwem (70-89%), mimo występowania wartości odstających i pewnego poziomu zmienności
Niska	Analiza wyników umożliwia wskazanie osiągnięcia stanu GES/subGES z prawdopodobieństwem poniżej 70%

Wiarygodność uwzględniająca zakres czasowy danych (ConfT)

Wysoka	W przypadku występowania zmienności w poszczególnych latach – czy wszystkie lata za cały okres oceny zostały uwzględnione?
Średnia	W przypadku występowania zmienności w poszczególnych latach – czy 3-4 lata za okres oceny zostały uwzględnione?
Niska	W przypadku występowania zmienności w poszczególnych latach – czy 1-2 lata za okres oceny zostały uwzględnione?

Wiarygodność uwzględniająca zakres przestrzenny danych (ConfS)

Wysoka	Gdy uwzględnione dane są reprezentatywne dla przynajmniej 90% typów siedlisk obszaru podlegającego ocenie
Średnia	Gdy uwzględnione dane są reprezentatywne dla przynajmniej 70-89% typów siedlisk obszaru podlegającego ocenie
Niska	Gdy uwzględnione dane są reprezentatywne dla mniej niż 70% typów siedlisk obszaru podlegającego ocenie

Wiarygodność dotycząca zastosowanej metodyki (ConfM)

Wysoka	W przypadku wskaźników, dla których opracowana została dokumentacja metodyczna HELCOM – czy monitoring był wykonywany zgodnie z zaleceniami metodycznymi? oraz czy zapewniono jakość danych zgodną z przyjętymi standardami HELCOM lub innymi międzynarodowymi?
Średnia	W przypadku wskaźników, dla których opracowana została dokumentacja metodyczna HELCOM – czy monitoring był wykonywany jedynie częściowo zgodnie z zaleceniami metodycznymi? i/lub czy jakość danych pochodząca z różnych źródeł była jedynie częściowo zgodna z przyjętymi standardami HELCOM lub innymi międzynarodowymi? i/lub czy jakość danych była zgodna z lokalnymi standardami
Niska	W przypadku wskaźników, dla których opracowana została dokumentacja metodyczna HELCOM – czy monitoring nie był wykonywany zgodnie z zaleceniami metodycznymi? lub czy zastosowane dane nie spełniały standardów jakości?

5. Źródła danych

Zastosowane dane zbierane były w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

<https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/d2a79e9c-8a8d-4a07-b2e0-5a939d4dd67c>

6. Link do wskaźnika regionalnego HELCOM

<https://indicators.helcom.fi/indicator/zooplankton/>

<https://metadata.helcom.fi/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/6383fcc7-bc21-433a-8e8d-720196818547>

Autorzy

Joanna Całkiewicz, Piotr Margoński, Katarzyna Spich, Lena Szymanek (Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy), Marcin Kalarus (Instytut Morski Uniwersytetu Morskiego w Gdyni).

Literatura

Alheit J., Mollmann C., Dutz J., Kornilovs G., Loewe, P., Mohrholz V., Wasmund N., 2005. Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s. *Ices Journal of Marine Science*. 62: 1205-1215

BSAP. 2021. Bałtycki Plan Działania: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/10/Baltic-Sea-Action-Plan-2021-update.pdf>

Casini M., Lovgren J., Hjelm J., Cardinale M., Molinero J.-C., Kornilovs G., 2008. Multi-level trophic cascades in a heavily exploited open marine ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*. 275: 1793-1801

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 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

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)

Hall C.A.M., Lewandowska A.M., 2022. Zooplankton Dominance Shift in Response to Climate-Driven Salinity Change: A Mesocosm Study. *Frontiers in Marine Science*. 9: 861297. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.861297>

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. 152 str

HELCOM 2013. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/02/Monitoring-and-assessment-strategy.pdf>

HELCOM 2015. HELCOM core indicator report - Zooplankton mean size and total stock. 20 str

HELCOM 2017. State of the Baltic Sea - Second HELCOM holistic assessment 2011-2016. 155 str

HELCOM 2023. Zooplankton mean size and total stock. HELCOM core indicator report. Online. [2023.10.24], <https://indicators.helcom.fi/indicator/zooplankton/>

Lewy P., Vinther M., 2004. Modelling stochastic age-length-structured multi-species stock dynamics. *ICES C.M.* 2004/FF:20: 1-33

Meier H.E.M., Andersson H.C., Arheimer B., Blenckner T., Chubarenko B., Donnelly C., Eilola K., et al., 2012. Comparing reconstructed past variations and future projections of the Baltic Sea ecosystem-first results from multi-model ensemble simulations. *Environmental Research Letters*, 7(3): 034005

Mollmann C., Kornilovs G., Fetter M., Koster F.W., 2005. Climate, zooplankton, and pelagic fish growth in the central Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 1270-1280

Mollmann C., Kornilovs G., Fetter M., Koster F.W., Hinrichsen H.-H., 2003. The marine copepod, *Pseudocalanus elongatus*, as a mediator between climate variability and fisheries in the Central Baltic Sea. *Fisheries Oceanography*. 12: 360-368

Mollmann C., Kornilovs G., Sidrevics L., 2000. Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the central Baltic Sea. *Journal of Plankton Research*. 22: 2015-2038



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej