



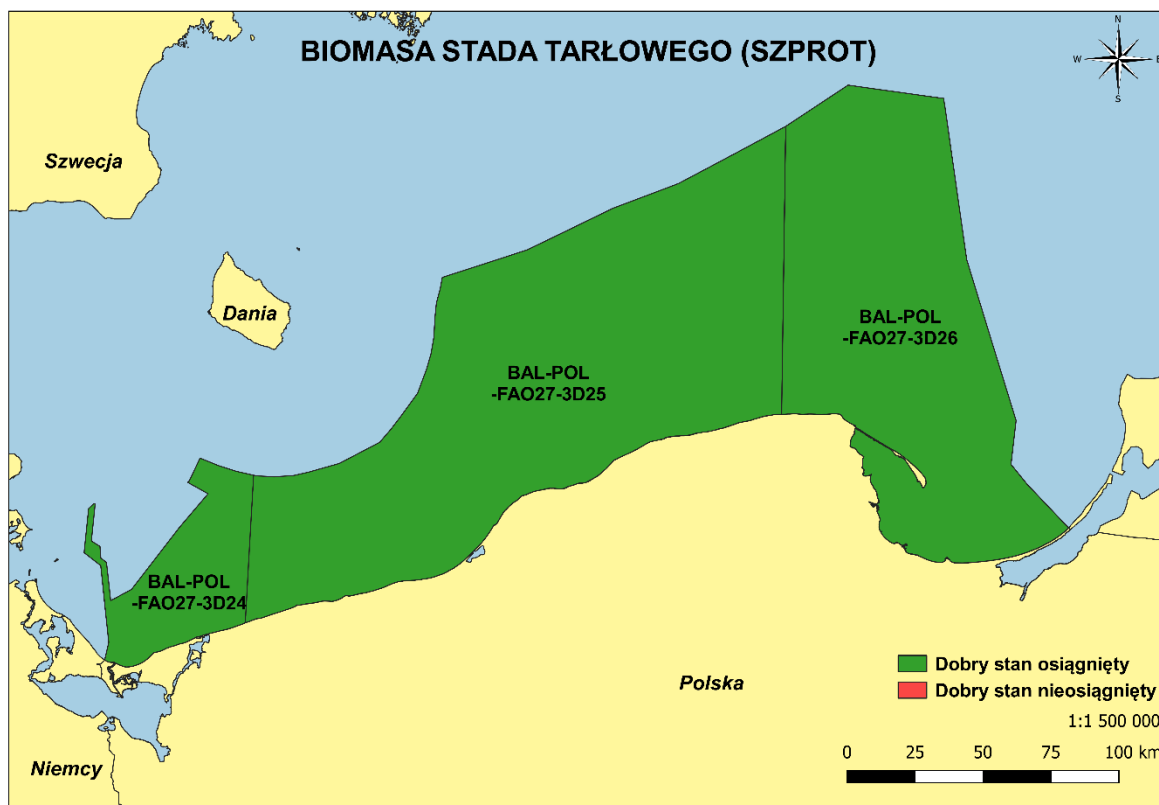
Biomasa stada tarłowego (szprot)

Wskaźnik stanu i presji związanych z wprowadzaniem i eksploatacją gatunków

Podsumowanie oceny

Ramowa Dyrektywa w sprawie Strategii Morskiej (Dyrektywa 2008/56/WE) jako jeden ze swoich celów (cecha 3) wskazuje, że populacje wszystkich ryb i skorupiaków eksploatowanych w celach handlowych powinny utrzymywać się w bezpiecznych biologicznie granicach, wykazując przy tym strukturę wiekową i skład wielkościowy populacji świadczący o dobrym zdrowiu stad. Jednym z mierników osiągnięcia tego celu jest wielkość biomasy tarłowej eksploatowanego stada (SSB) w stosunku do wartości referencyjnej. Wartość referencyjna SSB jest zwykle definiowana jako zbliżona do poziomu, który prowadzi do maksymalnych zrównoważonych połowów i jest oznaczana jako $B_{MSYtrigger}$. Wielkości SSB i $B_{MSYtrigger}$ są wyznaczane w ramach prac Międzynarodowej Rady do Badań Morza (ICES).

W okresie 2016-2021 biomasa szprotu w podobszarach ICES 22-32 dorsza w podobszarach 24-32 (w obrębie, których znajdują się polskie obszary morskie: BAL-POL-FAO27-3D24, BAL-POL-FAO27-3D25 i BAL-POL-FAO27-3D26) w niewielkim stopniu obniżała się z ok. 1100 tys. ton do 800-900 tys. ton. Wyższa biomasa na początku okresu to wynik zasilenia stada bardzo liczebnym pokoleniem 2014 roku. Oceny SSB w całym okresie znacznie przewyższają wartość referencyjną $B_{MSYtrigger}$ (określoną na podstawie B_{pa} na 570 tys. ton), a tym samym i wartości B_{pa} i B_{lim} , wynoszące odpowiednio 570 i 410 tys. ton. Zatem stado spełniało założenia GES odnośnie biomasy stada tarłowego (Rysunek 1).



Rysunek 1. Ocena stanu środowiska w oparciu o wskaźnik 'Biomasa stada tarłowego (szprot)'

Opis wskaźnika

1. Charakterystyka wskaźnika

Dla cechy 3 wyznaczone zostały trzy rodzaje kryteriów dobrego stanu środowiska wód morskich jednym z nich jest wielkość biomasy stada tarłowego populacji gatunków eksploatowanych w celach handlowych. Wartość wskaźnika (wielkość biomasy tarłowej stada) powinna się utrzymywać powyżej poziomów pozwalających uzyskać maksymalny zrównoważony połów (MSY). Jest to podstawowy wskaźnik w kryterium D3C2. Jeśli wartość wskaźnika wielkości biomasy tarłowej stada nie jest znana (ze względu na brak analitycznej oceny stanu zasobów), to można użyć jego przybliżenia (wskaźnik alternatywny), np. określonego jako względna wielkość biomasy stada wyznaczona w rejsach badawczych.

Kryterium D3C2. Biomasa stada tarłowego

Podstawowe wskaźniki referencyjne biomasy stada określone w ramach zasady przeczności to:
 B_{lim} – poziom biomasy stada tarłowego poniżej którego występuje znaczna redukcja zdolności reprodukcyjnych stada.

B_{pa} – oparte na B_{lim} , uwzględnia potencjalny błąd w ocenie zasobów, wynikający z jakości danych lub ograniczonej znajomości badanych procesów (zasada przeczności). Jeżeli obliczana biomasa jest większa niż B_{pa} , to prawdopodobieństwo, że jej wartość rzeczywista jest większa niż B_{lim} jest wysokie (zwykle około 95%). Wartość B_{pa} stosowana jest jako punkt referencyjny, aby z dużym prawdopodobieństwem zapobiec spadkowi biomasy poniżej B_{lim} .

Natomiast do oceny stanu stad ryb w kontekście GES preferowaną wielkością referencyjną biomasy jest biomasa stada tarłowego określona jako $B_{MSYtrigger}$. Jest to wielkość wyznaczana na podstawie analizy zmienności biomasy odpowiadającej $MSY (B_{MSY})$ i F_{MSY} . Wielkość biomasy stada przy połowach ze śmiertelnością F_{MSY} nie jest stała - zmienia się m. in. wskutek zmian (także losowych) parametrów biologicznych stada (tempa wzrostu, rekrutacji) czy też interakcji pomiędzy gatunkami. $B_{MSYtrigger}$ określane jest jako dolna wartość (np. 5 percentyl) zmieniającego się w serii lat B_{MSY} . Często jednak, przy braku oceny B_{MSY} lub gdy wyznaczone jak wyżej $B_{MSYtrigger}$ jest mniejsze niż B_{pa} , jako $B_{MSYtrigger}$ przyjmuje się B_{pa} .

2. Odniesienie do prawodawstwa planów działań i celów

Zasoby rybackie są eksploatowane zgodnie z zasadami Wspólnej Polityki Rybołówstwa UE (WPRyb) określonej pierwotnie rozporządzeniem Rady (WE) nr 2371/2002 z 20 grudnia 2002 r. w sprawie ochrony i zrównoważonej eksploatacji zasobów rybołówstwa w ramach wspólnej polityki rybołówstwa. Wspólna Polityka Rybołówstwa powinna uwzględniać oddziaływanie rybołówstwa na środowisko. W 2013 roku WPRyb została zreformowana, jednym z celów jest zrównoważona eksploatacja żywych zasobów wodnych z biologicznego, środowiskowego i gospodarczego punktu widzenia.

Ponadto, Ramowa Dyrektywa w sprawie Strategii Morskiej (RDSM) ustanawia ramy, wg których państwa członkowskie podejmują niezbędne środki na rzecz osiągnięcia lub utrzymania dobrego stanu środowiska morskiego. Wspólna Polityka Rybołówstwa nawiązuje do RDSM, jako że WPRyb powinna przyczynić się do ochrony środowiska morskiego, do zrównoważonego zarządzania wszystkimi gatunkami eksploatowanymi w celach handlowych oraz w szczególności do osiągnięcia dobrego stanu środowiska określonego w RDSM (punkt 11 preambuły WPRyb).

Z kolei Plan Wieloletni dla Bałtyku określa referencyjne wielkości śmiertelności połowowej i biomasy stada tarłowego, które powinny być podstawą zrównoważonego zarządzania zasobami. Parametry te są co kilka lat aktualizowane ze względu na zmiany zachodzące w środowisku morskim (Tabela 1).

Tabela 1. Powiązania wskaźnika biomasy stada tarłowego 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 3 - 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>Kryterium D3C2 – Biomasa stada tarłowego populacji gatunków eksploatowanych w celach handlowych jest powyżej poziomów pozwalających wytworzyć maksymalny zrównoważony połów.</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: Działalność na morzu Cel ekologiczny: Brak lub minimalne zakłócenia różnorodności biologicznej i ekosystemu Cel zarządzania: Zapewnienie zrównoważonego wykorzystania zasobów morskich</p>

3. Powiązanie z presjami

Wskaźnik (biomasa stada tarłowego) jest miarą zdolności stada do odnawiania. Na ogół wyższa biomasa stada tarłowego w tych samych warunkach środowiskowych prowadzi do liczebniejszych nowych pokoleń ryb. Jednakże wartość referencyjna wskaźnika odnosi się do zmienności biomasy B_{MSY} (biomasa prowadząca do maksymalnych zrównoważonych połowów, odpowiada eksploatacji ze śmiertelnością F_{MSY}) i jest definiowana jako dolna wartość (np. 5 percentyl) zmieniającego się w serii lat B_{MSY} . Wzrost połowów prowadzi do spadku wielkości wskaźnika, a optymalny ze względu na rybołówstwo jest stan, gdy ten wzrost nie prowadzi do spadku biomasy poniżej dolnej wartości B_{MSY} . W pobliżu B_{MSY} produktywność stada jest najwyższa, co umożliwia maksymalne zrównoważone połowy.

Powiązania wskaźnika z presjami wskazano w poniższej tabeli (Tabela 2).

Tabela 2. Powiązania wskaźnika biomasy stada tarłowego 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
Eksploatacja lub śmiertelność/szkody w obrębie dzikich gatunków (w ramach połowów komercyjnych i rekreacyjnych oraz innych działań)	Eksploatacja zasobów żywych: - Połów ryb (komercyjne, rekreacyjne)

4. Powiązanie ze zmianą klimatu

Przełom lat 80. i 90. ub. wieku określono jako lata zmiany ekosystemu Bałtyku ze stanu o cechach pozytywnych dla rozwoju dorsza do stanu sprzyjającego rozwojowi śledziowatych, tzw. „regime shift” (Möllmann i.in. 2009, ICES 2021). Od wielu lat obserwujemy w Bałtyku wzrost temperatury wody, powiększanie się obszarów beztlenowych, a jednocześnie spadek zasolenia. Takie warunki są wybitnie niesprzyjające tarłu dorszy, który ma ikrę pelagiczną i do powodzenia rozrodu potrzebuje wody o odpowiednim zasoleniu i natlenieniu. Obecnie skuteczne tarło dorsza odbywa się jedynie w Głębi Bornholmskiej i częściowo w Rynnie Słupskiej; jako miejsca skutecznego tarła utracone zostały Głębia Gotlandzka i Głębia Gdańska.

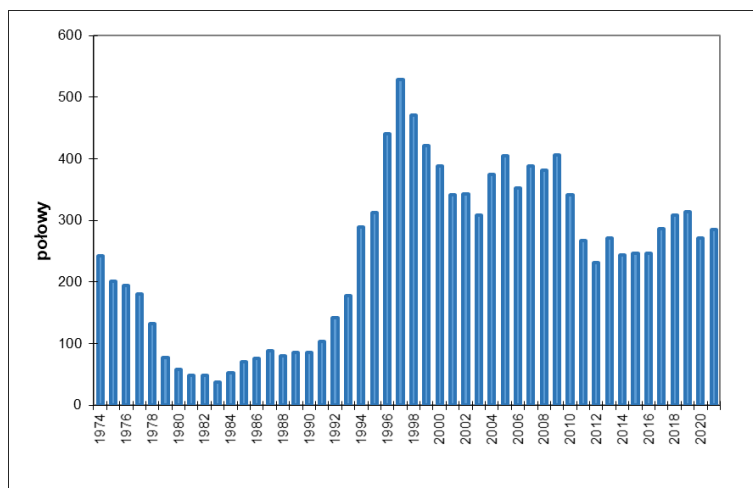
Powiększanie się obszarów beztlenowych lub o niskiej zawartości tlenu powoduje zmniejszenie zasobów fauny dennej, będącej podstawą pokarmu młodych dorszy. Ma to negatywny wpływ na wzrost osobniczy dorsza i jego kondycję – w ostatnich latach dla znacznej części dorszy współczynnik kondycji obniżył się do poziomu, który powoduje duży wzrost ich śmiertelności naturalnej.

Wzrost temperatury wody sprzyja z kolei zasobom śledziowatych, zwłaszcza szprota, które rozprzestrzeniły się w północno-wschodnie rejony Bałtyku i tam zwiększyły swoją biomasę. Poza tym wzrostowi zasobów śledziowatych sprzyja niska biomasa i kondycja dorszy, których presja drapieżnicza na te ryby znacznie się obniżyła.

Ocena stanu środowiska wód morskich

Obszary otwartego morza

Połowy szprota w latach 90. ub. wieku wzrosły znacząco - z niecałych 100 tys. ton do ponad 500 tys. ton w 1997 roku (Rysunek 2). Następnie połowy obniżyły się, a w ostatnich latach ustabilizowały w granicach 250 - 300 tys. ton. Wzrost połowów następował ze wzrostem biomasy, który był wynikiem kilku liczebnych pokoleń szprotów i zmniejszającej się presji dorszy (spadek biomasy) na śledziowate.

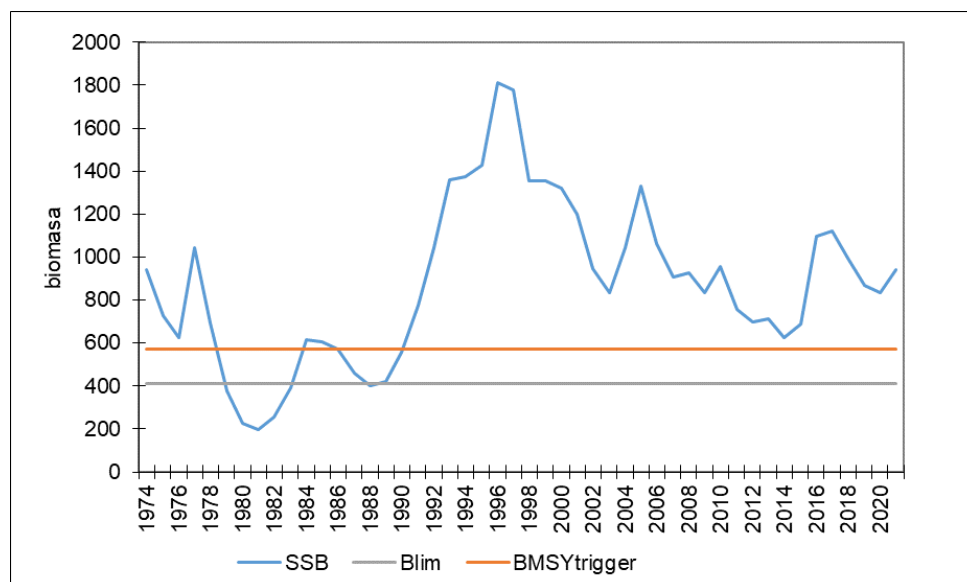


Rysunek 2. Szprot 22-32. Połowy (tys. ton) w okresie 1974-2021 wg danych ICES (2022a,b)

Od lat stan zasobów szproty oceniany jest za pomocą modeli analitycznych, zatem dla tego stada są dostępne podstawowe wskaźniki określające biomasę stada tarłowego. Wobec niskiej biomasy dorszy punkty referencyjne dla szproty zostały zaktualizowane, jednak wartości referencyjne biomasy pozostały na niezmiennym poziomie (ICES 2020).

Kryterium D3C2 (biomasa stada tarłowego)

W okresie 2016-2021 biomasa szproty w niewielkim stopniu obniżała się, z około 1100 tys. ton do 800-900 tys. ton. Wyższa biomasa na początku okresu to wynik zasilenia stada bardzo licznym pokoleniem 2014 roku. Oceny SSB w całym okresie znacznie przewyższają wartość referencyjną $B_{MSYtrigger}$ (określoną na podstawie B_{pa} na 570 tys. ton), a tym samym i wartości B_{pa} i B_{lim} , wynoszące odpowiednio 570 i 410 tys. ton (Rysunek 3).



Rysunek 3. Szprot 22-32. Biomasa stada tarłowego (tys. ton) wraz z naniesionymi wartościami referencyjnymi BMSYtrigger i Blim (wartość BMSYtrigger przyjęta jako Bpa) wg danych ICES (2022a,b)

Podsumowując, biomasa stada tarłowego w okresie 2016-2021 znacznie przewyższała wartości referencyjne i średnią wieloletnią. Stado spełniało założenia GES pod względem biomasy stada tarłowego (Tabela 3).

Tabela 3. Ocena stada za pomocą wskaźnika podstawowego D3C2 Deskryptora 3 w okresie 2016-2021. Zielony kolor wskazuje, że dobry stan środowiska został osiągnięty, czerwony - dobry stan środowiska nie został osiągnięty.

Stado	2016-2021
	kryterium D3C2
szprot 22-32	

Trend w ocenie

Kryterium D3C2

W okresie 2005-2021 biomasa stada tarłowego szprotów wahała się w granicach 700 – 1300 tys. ton. Główne przyczyny tych wahań to znaczna zmienność urodzajności pokoleń. W każdym z porównywanych okresów oceny biomasa tarłowa szprotów była wyraźnie wyższa od biomasy referencyjnej, przy czym najniższy jej poziom obserwowano w okresie 2011-2016 (Tabela 4). Stado spełniało warunki GES względem biomasy stada tarłowego w każdym z porównywanych okresów (Tabela 4 i 5).

Tabela 4. Średnie wartości biomasy stada tarłowego (tys. ton) w okresach oceny oraz biomasa referencyjna.

okres	średnia biomasa	biomasa referencyjna
2005-2010	1003	570
2011-2016	764	570
2016-2021	976	570

Tabela 5. Ocena stada za pomocą wskaźnika podstawowego D3C2 Deskryptora 3 w okresach 2011-2016 i 2016-2021. Zielony kolor wskazuje, że dobry stan środowiska został osiągnięty, czerwony - dobry stan środowiska nie został osiągnięty.

Stado	2011-2016		2016-2021	
	kryterium		kryterium	
	D3C2		D3C2	
szprot 22-32				

Wiarygodność oceny

Obszary otwartego morza

Biomasa stada tarłowego została oceniona przy użyciu modeli analitycznych, których jakość jest gruntownie testowana, między innymi w tzw. „benchmark assessment”. Ponadto przy każdorazowym zastosowaniu modeli prowadzone są testy ich jakości dla nowych danych. Używane dane obejmują kilkadziesiąt lat corocznych badań w poszczególnych kwartałach roku i podobszarach ICES. Zbierane dane dotyczą charakterystyki biologicznej zarówno połowów rybackich jak i połowów badawczych.

Regularnie, dwa razy w roku prowadzone są międzynarodowe rejsy akustyczne w celu względnej oceny zasobów szprotów. Zatem wiarygodność ocen SSB jest wysoka.

Punkty referencyjne biomasy stada tartłowego zostały wyznaczone w ramach „benchmark assessment”, oparte są na podobnym zakresie danych jak oceny SSB, zatem ich precyzja też jest wysoka.

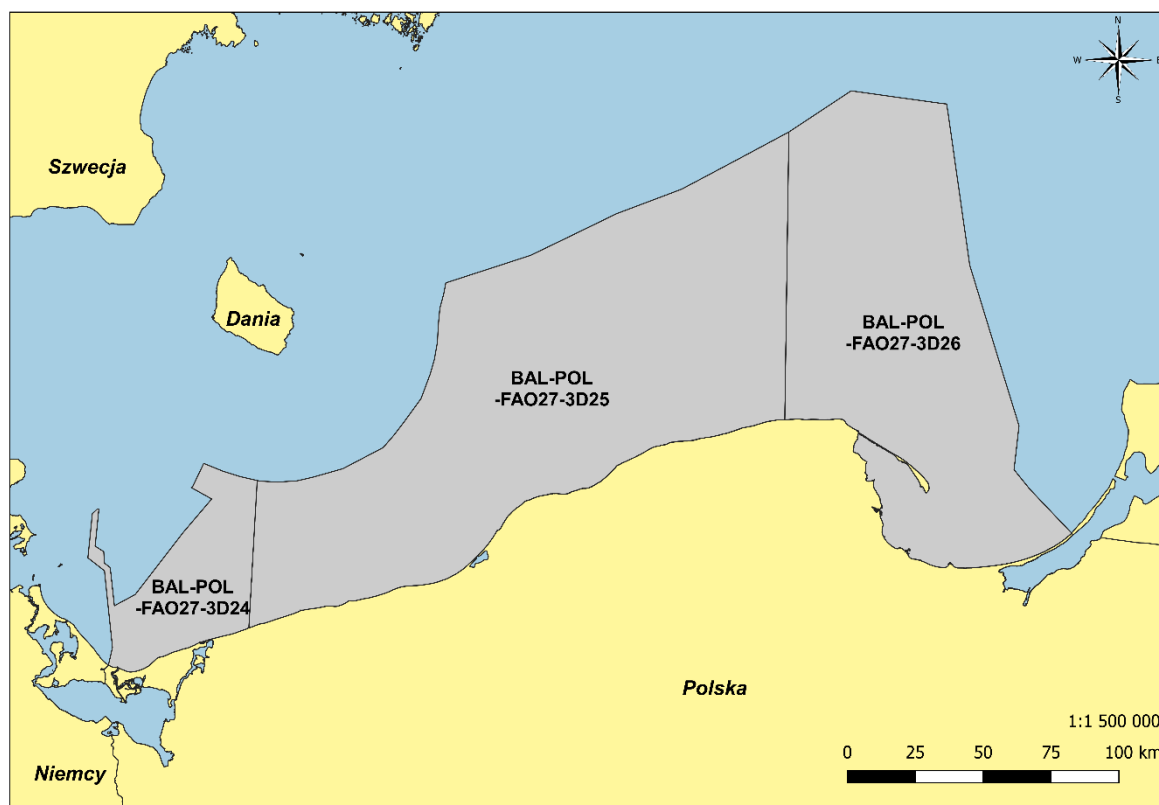
Metodyka przeprowadzenia oceny

1. Obszary oceny

Zgodnie z systemem przyjętym przez Międzynarodową Radę do Badań Morza (ICES), obszar Morza Bałtyckiego został podzielony na 12 podobszarów (ICES Sub-divisions). Poszczególne części Bałtyku oznaczone zostały następującymi numerami: SD 21 – Kattegat, SD 22 i 23 – Cieśniny Duńskie, SD 24-29 – Bałtyk Właściwy, SD 30 i 31 – Zatoka Botnicka oraz SD 32 – Zatoka Fińska. POM (polskie obszary morskie) obejmują część podobszarów 24, 25 i 26 (Rysunek 4).

Oceny stad dokonywane przez ICES dotyczą tzw. jednostek oceny („assessment units”), które stanowią pewien kompromis pomiędzy wiedzą na temat biologii, ekologii oraz rozprzestrzenienia gatunku lub populacji, a dostępnością danych stanowiących podstawę szacowania zasobów. Każdorazowo ocena dokonywana jest dla konkretnej jednostki oceny, dlatego dla cechy 3 nie jest możliwa ocena wyłącznie dla POM.

W przypadku szprot jednostką jego oceny są podobszary 22-32, czyli prawie cały Bałtyk. Stado występuje i jest eksploatowane w POM w podobszarach 24, 25 i 26 (odpowiadającym BAL-POL-FAO27-3D24, BAL-POL-FAO27-3D25 i BAL-POL-FAO27-3D26; Rysunek 4).



Rysunek 4. Obszary oceny w ramach wskaźnika ‘Biomasa stada tartłowego(szprot)’

2. Opis przeprowadzenia oceny

Obszary otwartego morza

W latach 2011-2018 zdecydowaną większość polskich połowów na Morzu Bałtyckim stanowiły cztery gatunki: szprot, śledź, dorsz i stornia, a ich udział w połowach wynosił około 95%. Ostatnio ze względu na wstrzymanie połowów dorsza wschodnio-bałtyckiego, ten udział się zmniejszył i w latach 2019-2020 wymienione gatunki stanowiły około 90% połowów, w tym szprot 49%. Pozostałe eksploatowane przez Polskę gatunki mają mniejsze znaczenie w sensie wielkości połowów lub nie ma dla nich wyników z modeli analitycznych lub brakuje reprezentatywnych danych z rejsów badawczych do oceny ich stanu. Stąd do oceny GES na podstawie wskaźnika 3 wybrano m.in. stado szprota. Wybór tego stada pokrywa się również z zaleceniami Międzynarodowej Rady do Badań Morza (ICES 2016, 2021). Lista ryb komercyjnie poławianych powinna opierać się na liście DCF (Data Collection Framework, program zbierania danych rybackich obowiązujący wszystkie kraje członkowskie Unii Europejskiej) – lista powinna uwzględnić też gatunki, których połowy zalały na przestrzeni lat z powodu przełowienia. Dane dotyczące stad ryb, na podstawie których wykonywana jest ocena stanu środowiska morskiego pozyskano z dokumentów ICES Advice i raportu Baltic Fisheries Assessment Working Group (ICES 2022a, b).

Zasoby szprota (podobszary 22-32) są szacowane na podstawie modeli analitycznych, zatem można ocenić ich stan za pomocą wskaźnika podstawowego kryterium D3C2.

3. Wartości progowe

Do oceny biomasy stada tarłowego pod względem GES preferowaną wielkością referencyjną jest biomasa stada określona jako $B_{MSYtrigger}$. Jest to wielkość biomasy stada tarłowego wyznaczana na podstawie analizy zmienności biomasy odpowiadającej MSY (B_{MSY}). Wartości progowe biomasy mogą się zmieniać w zależności od aktualnych parametrów stada i eksploatacji, np. w zależności od parametrów modelu stado-rekrutacja, tempa wzrostu czy selektywności rybołówstwa.

Biomasa stada tarłowego (SSB) ocenioną dla danego roku (lub okresu) porównywano do $B_{MSYtrigger}$ wyznaczonego dla tegoż roku czy okresu. W okresie 2016-2021 wartość referencyjna biomasy tarłowej szprota wynosiła 570 tys. ton, przy średniej biomacie szprota równej 976 tys. ton.

4. Metodyka określenia wiarygodności oceny

W kryterium D3C2 stosowana jest biomasa stada tarłowego wyznaczana za pomocą analitycznych modeli oceny zasobów, które mają stosunkowo wysoką wiarygodność. Opierają się one zwykle na wielu źródłach danych, zarówno rybackich jak i z połowów badawczych, obejmujących wyniki badań wszystkich państw eksploatujących dane stado. Używane dane obejmują kilkadziesiąt lat corocznych badań w poszczególnych kwartałach roku i podobszarach ICES. Uwzględniane są przy tym oddziaływania międzygatunkowe, w postaci oceny wpływu drapieżnictwa dorszy na przeżywalność szprota i wielkość jego zasobów. Wiarygodność ocen jest sprawdzana m. in. za pomocą tzw. analizy retrospektywnej, polegającej na porównywaniu historycznych wielkości biomasy i śmiertelności połowowych w kolejnych ocenach stanu zasobów, a w przypadku większych rozbieżności ocen są one weryfikowane w ramach tzw. „benchmark assessment”. Biomasa stada tarłowego posiada również szereg punktów referencyjnych, a ich wielkości są aktualizowane np. wraz z istotną zmianą zależności stado-rekrutacja, tempa wzrostu czy śmiertelności naturalnej ryb.

5. Źródła danych

Przedstawione wyniki oparte są na pracach w ramach grup roboczych i komitetów ICES (Baltic Fisheries Assessment Working Group, WGBFAS oraz ACOM, Advisory Committee), cytowanych w części Literatura.

Link do raportu grupy roboczej ICES oceniającej stada ryb bałtyckich (WGBFAS) w 2022 roku:

<http://doi.org/10.17895/ices.pub.19793014>.

Link do bazy danych DATRAS (ICES Database on Trawl Surveys (DATRAS), ICES, Copenhagen, Denmark):

<https://datras.ices.dk>

6. Link do wskaźnika regionalnego HELCOM

Link do raportu ICES odnośnie szprota w 2022 roku („ICES advice”): https://ices-library.figshare.com/articles/report/Sprat_Sprattus_sprattus_in_subdivisions_22_32_Baltic_Sea_/19453856?backTo=/collections/ICES_Advice_2022/5796935

Autorzy

Horbowy Jan, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy
Katarzyna Spich, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy
Tomasz Wandzel, Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

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

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 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 branż pod uwagę przy opracowaniu strategii morskich

EU. 2016. Regulation (EU) 2016/1139 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2016 establishing a multiannual plan for the stocks of cod, herring and sprat in the Baltic Sea and the fisheries exploiting those stocks, amending Council Regulation (EC) No. 2187/2005 and repealing Council Regulation (EC) No. 1098/2007. Official Journal of the European Union, L 191. 15 pp

ICES. 2016. ICES Special Request Advice Northeast Atlantic Ecoregion. EU request to provide guidance on the practical methodology for delivering an MSFD GES assessment on D3 for an MSFD region/subregion. Published 13 May 2016. 4pp

ICES. 2020. Inter-Benchmark Process on BALtic Sprat (*Sprattus sprattus*) and Herring (*Clupea harengus*) (IBPBash). ICES Scientific Reports, 2:34. 44 pp

ICES. 2021. EU request for a Technical Service on MSFD Article 8 guidance on undertaking assessments for Descriptor 3 (commercially exploited fish and shellfish) and Descriptor 4 (marine foodwebs). ICES Advice 2021 – sr.2021.14 –<https://doi.org/10.17895/ices.advice.8817>

ICES. 2022a. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports

ICES. 2022b. Report of the ICES Advisory Committee, 2022. ICES Advice 2022

Möllmann, C., Diekmann, R., Müller-Karulis, B., Kornilovs, G., Plikshs, M., and Axe, P. 2009. Reorganization of a large marine ecosystem due to atmospheric and anthropogenic pressure: a discontinuous regime shift in the Central Baltic Sea. *Global Change Biology*, 15: 1377–1393



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej