

## Rynna Słupska naturalnym rezerwatem bioróżnorodności Bałtyku

### Położenie

Rynna Słupska to podłużne (jak sama nazwa wskazuje), równoleżnikowe przegłębienie w dnie Morza Bałtyckiego. Ze Słupska, od którego wzięta swoją nazwę, oddalona jest około 100 kilometrów na północ (Ryc. 1). Rynna to jednak nie punkt na mapie, a spory względnie jednorodny obszar dna Morza Bałtyckiego występujący w postaci sporego „rowu” o długości około 110 km i szerokości około 35. W linii zachód-wschód tworzy najgłębsze połączenie Basenu Gotlandzkiego z Basenem Bornholmskim (tzw. głębi bałtyckich). Od północy biegnie wzdłuż wypłytku Ławicy Środkowej, a od południa Ławicy Słupskiej. Maksymalna głębokość Rynny Słupskiej to 95 metrów.



(Źródło: Baltic Sea Bathymetry Database, <http://data.bshc.pro/#2/55.7/15.8>)

Ryc. 1. Położenie Rynny Słupskiej, wzdłużnego przegłębienia Bałtyku pomiędzy dwoma obszarami głębokowodnym dna, Głębi Bornholmskiej i Głębi Gotlandzkiej. Wzrost intensywności barwy niebieskiej na rycinie z prawej strony oznacza wzrost głębokości dna.

### Rynna Słupska – „Korytarz Życia”

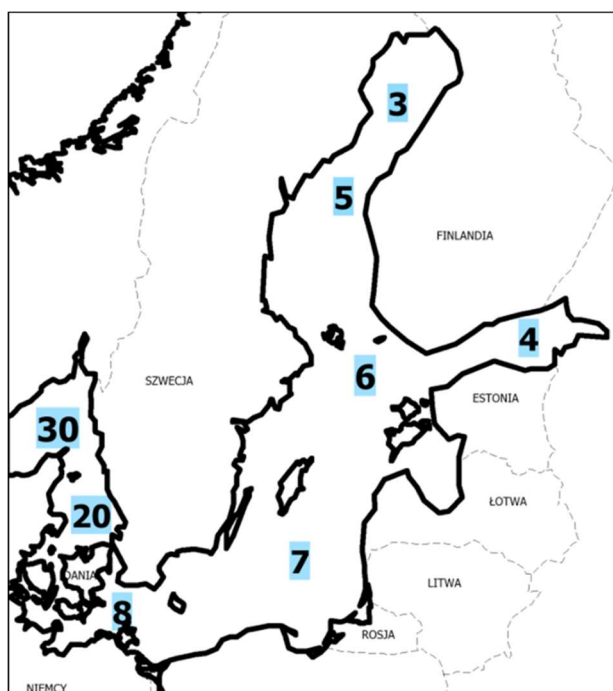
Ten, wydawałoby się, względnie niewielki obszar dna Bałtyku ma jednak olbrzymie znaczenie dla jego zróżnicowania biologicznego. Rolę Rynny Słupskiej zarówno w kształtowaniu bioróżnorodności Morza Bałtyckiego jak i jej zachowaniu, w sposób najbardziej obrazowy określa termin „Korytarz Życia”. Aby w pełni docenić tę rolę i zrozumieć uwarunkowania tego określenia trzeba zacząć od początków powstawania Bałtyku i wobec współczesnych zagrożeń dla życia w tym morzu, zastanowić się nad przyszłością.

W świetle współczesnej wiedzy widać bowiem wyraźnie, że przyszłość życia w Bałtyku w ogromnej mierze zależy od tego co dzieje się na tym stosunkowo niewielkim skrawku jego dna.

### **Historia**

Rolę Rynny Słupskiej w ujęciu historycznym, najlepiej przedstawić na tle zmian zasolenia wód Bałtyku. Współczesny rozkład zasolenia jest niejednorodny zarówno w ujęciu poziomym jak i pionowym. I tak zasolenie wód powierzchniowych Bałtyku przedstawione na rycinie 2, odzwierciedla zróżnicowany efekt „zderzenia” oddziaływania słonych wód Morza Północnego i słodkich wód śródlądowych zlewiska.

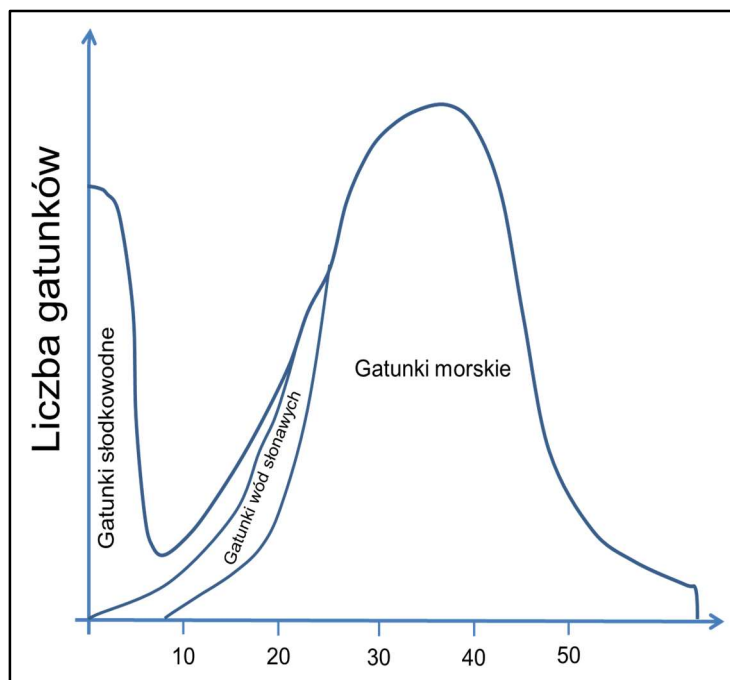
I tak relatywnie silny wpływ wód o pełnomorskim zasoleniu rzutuje na relatywnie wyższe zasolenie w południowo zachodniej części Bałtyku, aby maleć w kierunku północno-wschodnim, gdzie dominuje wpływ wód słodkich pochodzących głównie z rzek. Charakterystyczne dla Bałtyku jest także zmienne w układzie pionowym, rosnące wraz z głębokością.



Ryc. 2. Zasolenie wód powierzchniowych Bałtyku. Wartości liczbowe przedstawiają zasolenie wyrażone w promilach (Śmietana i inni, 2019).

Z zasoleniem wód związane jest ściśle zróżnicowanie biologiczne biocenoz w nich występujących. Zależność tę ilustruje Rycina 3. Zasadniczo należy stwierdzić, że najkorzystniejsze zasolenie wód w aspekcie przystosowania się do niego różnorodnych form życia, to to mieszczące się w zakresie od 32

do 38 ‰. Natomiast zasolenie około 7 ‰ wiąże się z największymi problemami przystosowawczymi, z którymi to niewiele gatunków istot żywych jest w stanie sobie poradzić.



Ryc. 3. Względny poziom zróżnicowania gatunkowego organizmów zasiedlających wody o zróżnicowanym zasoleniu. Wartości liczbowe opisujące oś poziomą przedstawiają zasolenie wyrażone w promilach (Śmietana i inni, 2019).

Dodatkowo, krótka historia Bałtyku ma wpływ na relatywnie niskie zróżnicowanie biologiczne jego biocenozy. Analizując informację o zmianach zasolenia wód Morza Bałtyckiego (Ryc. 4) od okresu jego ukształtowania (ok. 15-18 tys. lat temu) przekonamy się, że okres stabilizacji poziomu zasolenia to zaledwie 2 tysiące ostatnich lat. Zaledwie, bo z punktu widzenia różnicowania się życia na Ziemi jest to zbyt krótki okres, aby drogą przystosowań i ewolucji wykształciły się gatunki typowe dla danego obszaru.



Ryc. 4. Schemat ilustrujący zmiany zasolenia Bałtyku po okresie ostatniego zlodowacenia do chwili obecnej. Uwagę zwraca ustabilizowanie się warunków zasoleniowych w ciągu ostatnich dwóch tysięcy lat. (Śmietana i inni, 2019).

Można stosując duże uproszczenie stwierdzić, że organizmy żywe w Bałtyku są jeszcze „w drodze” ku przekształceniu się w gatunki typowe dla tego Morza.

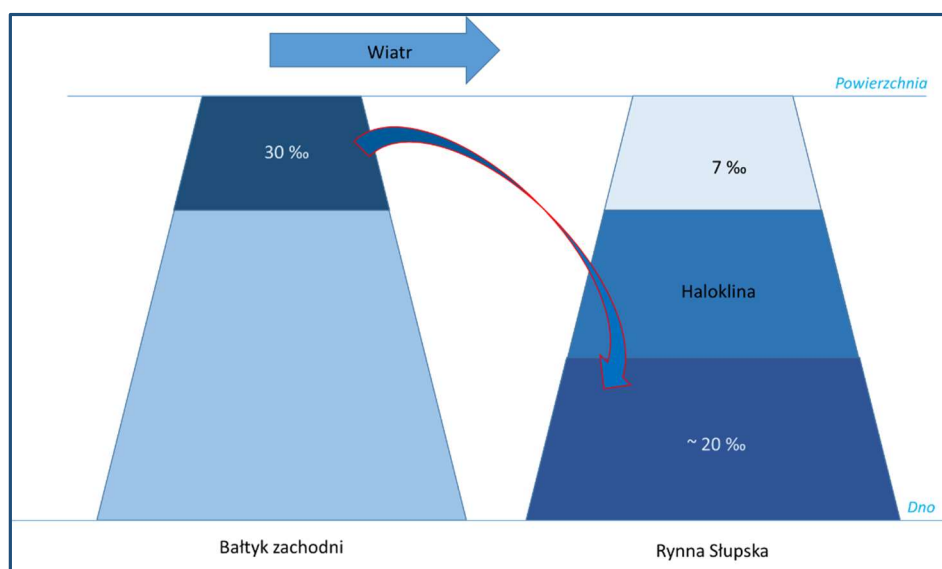
Zasadniczo najliczniejszą grupę tych organizmów stanowią te, które pochodzą z mórz o pełnym zasoleniu (32-38 ‰) i aktualnie „przystosowują się” do wysłodzonego środowiska. Stąd też zachowanie zróżnicowania biologicznego Bałtyku w dużym stopniu uwarunkowane jest dopływem wody o wysokim zasoleniu. Drugą grupę organizmów istotną z punktu widzenia zróżnicowania biologicznego stanowią te, które są zw. „reliktami okresu polodowcowego”. Organizmy te preferują warunki chłodnych wód o relatywnie wysokim poziomie wysycenia tlenem.

Tego typu warunki termiczne zapewniają wody zalegające nad dnem na dużych głębokościach, jednak aby występowały tam organizmy żywe niezbędny jest życiodajny tlen.

I to właśnie obecność tlenu w wodach przydennych Bałtyku jest najistotniejszym czynnikiem środowiskowym limitującym zróżnicowanie biologiczne Bałtyku. I ten właśnie fakt, determinuje olbrzymie znaczenie Rynny Słupskiej dla ekosystemu Morza Bałtyckiego.

Rynną Słuską bowiem, zasolona woda powierzchniowa z Morza Północnego tłoczona jest do głębokowodnych stref Bałtyku zapewniając im „życiodajny oddech”.

Cyklicznie, bo zwykle w okresie jesiennym każdego roku dominujące wiatry północnozachodnie wypychają do Bałtyku powierzchniowe (a więc natlenione), słone (a więc „ciężkie”) wody z Morza Północnego (konkretnie Cieśnin Duńskich). Wody te, ze względu na dużą gęstość „wciskają się” pod wysłodzone wody powierzchniowe Bałtyku Właściwego tworząc charakterystyczne uwarstwienie pionowe (Ryc. 5).



Ryc. 5. Schemat wlewu wód powierzchniowych – natlenionych i o wysokim zasoleniu z obszaru Bałtyku zachodniego do Bałtyku właściwego (w tym Rynny Słupskiej). Na wysokości Rynny Słupskiej wody o większym zasoleniu przemieszczają się nad dnem w kierunku wschodnim dostarczając tlen do głębokowodnych stref Bałtyku. Nad nimi zalegają wody tzw. halokliny charakteryzujące się malejącym zasoleniem ku powierzchni. Warstwa powierzchniowa wód do głębokości ok. 40m ma niskie zasolenie (ok. 7‰).

Te właśnie uwarstwienie pionowe warunkowane zasoleniem stanowi zasadniczą przeszkodę w odnawianiu się zasobów tlenu w warstwach wody przydennej Bałtyku. Niemożliwym jest tu bowiem mieszanie się wód w okresach tzw. izotermii wiosennej i jesiennej, tak jak ma to miejsce w przypadku zbiorników słodkowodnych (np. jezior). W Bałtyku tlen do wód przydennych może być dostarczony tylko i wyłącznie poprzez wlewy wody o wysokim zasoleniu z obszaru Cieśnin Duńskich.

### **Współczesność**

Jednym z największych zagrożeń dla bioróżnorodności Morza Bałtyckiego jest wysoki poziom jego eutrofizmu. Olbrzymie ładunki związków azotu i fosforu lokowane nieprzerwanie do wód powierzchniowych Bałtyku, a będące efektem działalności człowieka, przekładają się na dramatyczny wzrost produkcji pierwotnej w ekosystemie. Produkcja ta przejawia się przede wszystkim masowym rozwojem glonów planktonowych i sinic przyczyniając się do szeregu zdecydowanie niekorzystnych oddziaływań nie tylko na biocenozę Bałtyku ale także na korzystających z jego ekosystemu ludzi.

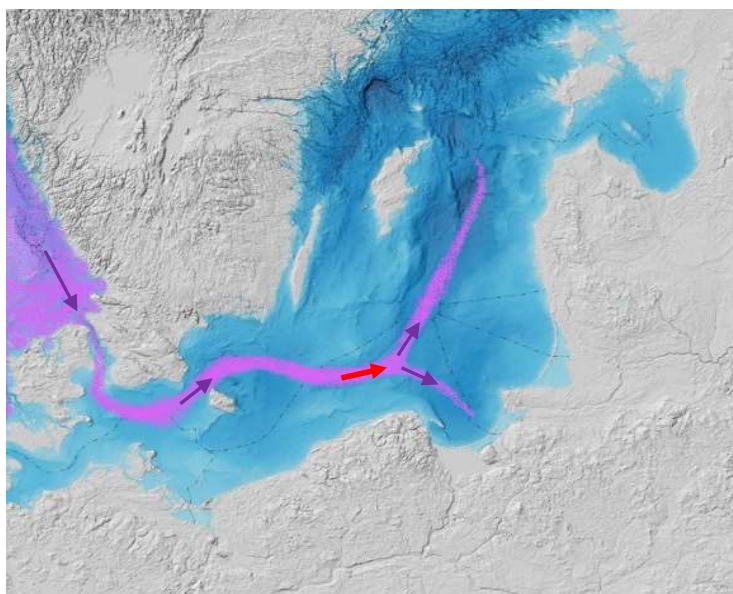
Mechanizm indukowany eutrofizacją, który silnie redukuje bioróżnorodność związany jest z degradacją biologiczną materii organicznej zakumulowanej w strefach wody przydennej. W tych strefach następuje bowiem nagromadzenie się ciał organizmów fitoplanktonowych, które to w warunkach stworzonych przez człowieka namnożyły się w nadmiarze w strefie przypowierzchniowej i w postaci tzw. „deszczu trupów” opadają w kierunku dna. Intensywne procesy rozkładu materii organicznej w strefie przydennej skutkują szybkim wykorzystaniem znajdującego się tutaj tlenu i przechodząc w formę rozkładu beztlenowego skutkują lokacją trującego siarkowodoru.

Obszary dna pozbawione życia wskutek opisanego wyżej mechanizmu nazywane są „pustyniami siarkowodorowymi”.

Ogólna powierzchnia „pustyni siarkowodorowych” dna Bałtyku jest zmienna, bo warunkowana wielkością i intensywnością wlewów wód słonych, lecz skalę problemu może zobrazować średnia wartość wynosząca około 160 tys. km<sup>2</sup>. Porównawczo, powierzchnia terytorium Polski to 312 tys. km<sup>2</sup>.

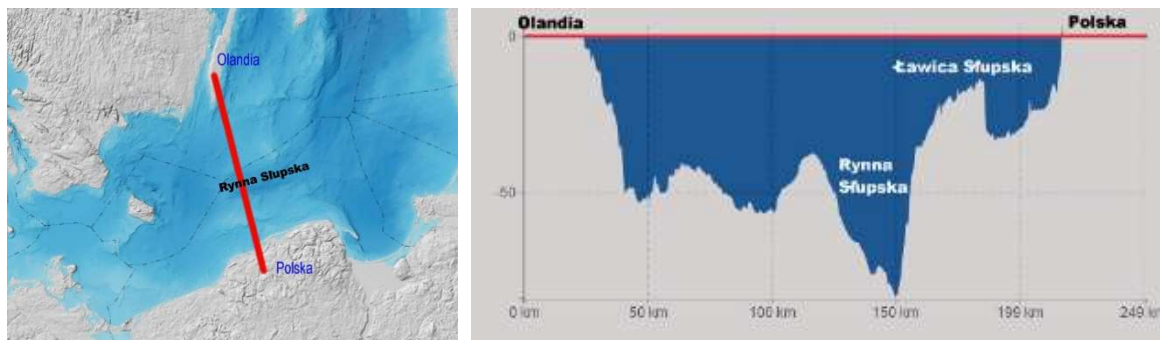
W świetle powyższego rola Rynny Słupskiej jako „korytarza życia” jest trudna do przecenienia i tym samym warunkuje konieczność koncentracji uwagi w aspekcie skutecznych działań na rzecz ratowania bioróżnorodności Bałtyku.

Ukształtowanie dna w rejonie Rynny Słupskiej sprawia, że jest to najdogodniejsze miejsce przemieszczania się wód przydennych z obszaru zachodniego do basenów wschodniego i północnego Bałtyku (Ryc. 6). Drożność Rynny Słupskiej dla przepływu tych wód tłumaczy analiza przekroju poprzecznego (profilu) dna wzdłuż linii przebiegającej od wyspy Olandia do wybrzeża polskiego na wysokości Słupska (Ryc. 7).



Ryc. 6. Dominujący układ przepływu wlewu wód słonych, natlenionych (kolor fioletowy) w strefie przydennej Bałtyku. Strzałka czerwona wskazuje przepływ tych wód przez Rynną Słupską.





Ryc. 7. Profil- przekrój poprzeczny dna wzdłuż linii (czerwona linia): wyspa Olandia – wybrzeże Polski, wskazujący na istotną rolę Rynny Słupskiej w procesie przepływu wód przydennych Bałtyku z kierunku zachodniego na wschód i północ. (Źródło: Baltic Sea Bathymetry Database, <http://data.bshc.pro/#2/55.7/15.8>)

Rynna Słupska stanowi w zasadzie jedyne efektywne połączenie wód przydennych zachodniej części Bałtyku zachodniego z głębiami w pozostałych obszarach jego dna.

Biorąc pod uwagę fakt, że prąd gęstościowy przepływający przez Rynną Słupską niesie ze sobą życiodajny tlen, to posługując się obrazowym antropomorfizmem należy stwierdzić, że Rynna Słupska jest tym dla biocenozy Bałtyku czym tchawica u człowieka.

Dlatego też Rynnie Słupskiej można też nadać miano „korytarza życia Bałtyku. Wody płynące tym korytarzem cyklicznie odradzają życie w obszarach pustyń siarkowodorowych.

Rolę Rynny Słupskiej w tym względzie na przestrzeni ostatnich 50 lat można prześledzić analizując dane dotyczące zmienności obszarów deficytów tlenowych i pustyń siarkowodorowych opracowane przez Leibnitz Institute for Baltic Sea Research Warnemunde (<https://www.io-warnemuende.de/suboxic-and-anoxic-regions-in-the-baltic-sea-deep-waters.html>).

Już z tej analizy wynika wyraźnie, że na przestrzeni półwiecza obszar Rynny Słupskiej był i pozostał do tej pory jedynym obszarem głębokowodnym Bałtyku w którym nie stwierdzono nawet krótkotrwałych okresów całkowitego braku tlenu i wysycenia siarkowodorem.

Potwierdzenia trwałości korzystnych warunków siedliskowych obszaru Rynny Słupskiej dostarcza przegląd wyników prac badawczych ukierunkowanych na ocenę zróżnicowania biologicznego na przestrzeni ostatniego stulecia. Szczególnie cennych informacji zawierają opracowania dotyczące rozmieszczenia w Bałtyku gatunków reliktowych mięczków takich jak małże: astarta północna (*Astarte borealis*) (Ryc. 8), astarta zachodnia (*Astarte elliptica*) czy rogowiec wapienny (*Macoma calcarea*), a także niezmozgowiec (*Priapulius caudatus*) i wieloczczety: (*Terebellides stroemii*) czy (*Scoloplos armiger*) (Drzycimski 2000).

Występowanie tych wrażliwych na jakość środowiska gatunków zwierząt na określonym obszarze dna jest wyraźnym wskaźnikiem trwałych warunków dla bytowania pełnego składu biocenozy, a więc zachowania możliwie wysokiego poziomu bioróżnorodności.

I tak do roku 1957 zarówno w Rynnie Słupskiej jak i sąsiadujących z nią obszarach głębokowodnych Bałtyku południowego stwierdzano występowanie astarty północnej (*Astarte borealis*) oraz rogowca wapiennego (*Macoma calcarea*) (Mulicki i Żmudziński, 1969).

Badania tych obszarów dna morskiego, przeprowadzone w niecałe dziesięć lat później potwierdziły występowanie jedynie rogowca wapiennego w Rynnie Słupskiej (Ostrowski i Żmudziński, 1982).

Dalszego pogarszania się jakości środowiska Bałtyku dowodzą wyniki badań dna tych lokalizacji w latach 1978-1985 (Drzycimski 2000 za Warzochą, 1989). Na ich podstawie stwierdzono że Rynna Słupska stała się jedynym i ostatnim obszarem występowania takich gatunków jak: astarta północna, astarta zachodnia, czy rogowiec wapienny (*Macoma calcarea*), a także niezmozgowca (*Priapulius caudatus*) i wieloczczeta: (*Terebellides stroemii*). Natomiast (*Scoloplos armiger*) oprócz Rynny Słupskiej występował jeszcze jedynie na stoku położonej na zachód Głębi Bornholmskiej. Autor tych badań



Fig. 6. Muszle małża astarty północnej (*Astarte borealis*)

potwierdza również bioindykacyjną jakość wyżej wymienionych gatunków stwierdzając, że w środowisku wszystkich zdegradowanych głębokowodnych obszarach Bałtyku bogactwo gatunkowe malało wraz z rosnącą głębokością. Jedynie w Rynnie Słupskiej nie zanotowano takiej zależności, tutaj zarówno płytsze jak i głębsze strefy dna charakteryzowały się podobnym stanem jakościowym i ilościowym bentosu.

Mimo potwierdzenia stosunkowo dobrego stanu siedlisk w Rynnie Słupskiej Warzocha (1989) wskazał na oznaki pogarszania się jakości również na tym obszarze dna. Przejawem takich zmian był brak stwierdzenia występowania rogowca wapiennego notowanego w tym miejscu do 1968 roku.

Pomimo tego faktu badania innych grup organizmów jak skorupiaki strefy przydennej z podgromady widłonogów (Drzycimski, 1991, 1993), (Radziejewska i Drzycimski, 1986) dowodzą, że obszar Rynny Słupskiej jest wyjątkowym w skali całego Bałtyku.

Pomimo tej stosunkowo dawno potwierdzonej wartości siedliskowej Rynny Słupskiej tj. od czasu ostatnich badań Warzochy (1995) obszar ten nie jest wydzielony jak teren systematycznego monitoringu. Fakt przecięcia Rynny Słupskiej niemal na dwie połowy przez linię granicy makroregionu Południowozachodniego Bałtyku Właściwego oraz Wschodniego Bałtyku właściwego skutkuje zasadniczymi trudnościami w ocenie stanu siedlisk tego obszaru na podstawie publikowanych wyników kompleksowych badań Bałtyku. I tak na podstawie oceny statusu bioróżnorodności Bałtyku dokonanej przez Ojaveera i innych (2010) można jedynie z pewnym prawdopodobieństwem założyć, że Rynna Słupska istotnie wpływa na podniesienie stanu zróżnicowania biologicznego makroregionów do których należy. Z podobną sytuacją spotykamy się analizując wyniki analiz gradientu bioróżnorodności makrozoobentosu Bałtyku zrealizowanych przez Zettlera i innych (2013).

Błęńska i Osowiecki (2015) wskazują, że poprzez brak wyraźnego wyodrębnienia terenu systematycznego monitoringu na obszarze Rynny Słupskiej jest to obecnie jeden z najstabilniej aktualnie zbadanych rejonów głębokowodnych w skali całego Morza Bałtyckiego.

Jest to zaskakujące, zważywszy, że w wyniku ostatnich kompleksowych badań bentosu Rynny Słupskiej Warzocha (1995), zaproponował klasyfikację typologiczną tego obszaru jako biotyczny typ: *Astarte borealis*-*Astarte elíptica*. Zatem te dwa gatunki o wysokiej jakości bioindykacyjnej tj.: astarta północna i astarta zachodnia charakteryzując biocenozę wskazują na wyjątkowość siedliskową rynny.

Należy nadmienić, że Błęńska i Osowiecki (2015) określając typologię biotyczną polskich obszarów morskich na podstawie zespołów makrofauny dennej nie stwierdzili występowania tego typu biotycznego nigdzie poza Rynną Słuską.

Szczególnej wartości Rynny Słupskiej w aspekcie zachowania bioróżnorodności Bałtyku można dowieść analizując jej znaczenie dla ichtiofauny Bałtyku. Tarliska dorsza o szczególnym znaczeniu w tym rejonie zlokalizował Netzel (1968) już w latach 60-tych ubiegłego wieku wykazując także to miejsce jako strefę migracji pokarmowych tego gatunku. O wysokiej wartości siedliskowej świadczyć może także lokalizacja tarlisk gładzicy, (Eero, 1989). Ponadto w rejonie Rynny Słupskiej stwierdzano tarliska szprota (Grauman, 1980), storni i moteli oraz śledzia tarła jesiennego (Grimm i Hera, 1985). Biorąc pod uwagę specyfikę biologii rozrodu dorsza. Ikra tego gatunku bowiem, wymaga odpowiednio wysokiego zasolenia, aby mogła uzyskać pływalność zerową, tzn. unosić się w toni, nie wypływając na powierzchnię i nie tonąc równocześnie. Ikra dorsza jest pelagiczna i dla prawidłowego rozwoju wymaga zasolenia  $>11$  ‰, natlenienia  $> 2$  ml  $O_2/l$  i temperatury wody powyżej  $1,5^\circ C$ . Olbrzymia liczba jaj składanych przez jedną samicę dorsza (dochodząca u dużych osobników do 9 mln. ziaren ikry) ma na celu skompensowanie wysokiej śmiertelności w sytuacji, kiedy pływając w toni, nie jest w żaden sposób ukryta przed drapieżnikami. W warunkach bałtyckich ikra tego gatunku po złożeniu jej w toni zaczyna opadać w kierunku dna ze względu na zbyt małą gęstość wody, warunkowaną niskim zasoleniem. Opadanie ikry jest spowolnione, a następnie zatrzymane dopiero wówczas, kiedy osiągnie ona i przekroczy poziom tak zwanej halokliny, czyli warstwy wody przydennej o podwyższonym do kilkunastu promili zasoleniu. W tych warunkach możliwy jest rozwój zarodków, ale jedynie wtedy, gdy dodatkowo w ich otoczeniu znajduje się odpowiednio wysoka koncentracja tlenu (Śmietana i inni, 2019). Zatem, biorąc pod uwagę fakt, że w obszarze całego Bałtyku jedynie Rywna Słupska oferuje warunki środowiskowe umożliwiające skuteczny, systematyczny (coroczny) rozród dorsza. A zatem, efektywność tarła tej ryby w tym relatywnie małym obszarze morza Bałtyckiego może mieć kluczowe znaczenie dla trwałości jej populacji zwłaszcza tej krytycznie zagrożonej wschodniobałtyckiej (Jozen i inni, 2002).

Wyniki badań monitoringowych prowadzonych w celach lokalizacyjnych inwestycji farm wiatrowych (2014) w sąsiedztwie Rynny Słupskiej potwierdzają, że w tym rejonie aktualnie są zlokalizowane tarliska takich ryb jak: dorsz, stronia, motela, szprot.

### ***Przyszłość***

Rywna Słupska pomimo faktu, że stanowi, naturalnie zachowany rezerwat bioróżnorodności, nie jest obszarem szczególnej aktywności badawczej ani obiektem czynnej troski ochronnej. W tym świetle, jej aktualne znaczenie dla zachowania bioróżnorodności całego Bałtyku powinno być dokładnie badane. Wyniki tych badań winny posłużyć opracowaniu działań ochronnych służących zachowaniu unikalnych własności siedliskowych i biocenotycznych. Niepokojące sygnały wskazujące, że degradacja środowiska Bałtyku zaczyna dotyczyć również Rynny Słupskiej nakazuje podjęcie możliwie natychmiastowych działań służących zachowaniu tego unikalnie cennego obszaru głębokowodnego dna Morza Bałtyckiego.

### ***Materiały źródłowe:***

Eero A., 1989. Review of fish migration patterns in the Baltic. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 190: 72-96.

Błęńska A., Osowiecki A., 2015, Biotic typology of polish marine areas based on bottom macrofauna communities. Bulletin of the Maritime Institute in Gdańsk. 30(1): 167-173.

Drzycimski I., 1991, Widłonogi denne (Copepoda, Harpacticoida) polskich wód morskich i estuaryjnych. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie 143 (18): 59–71.



- Drzycimski I. 1993. Changes in species composition of harpacticoids in the Baltic Sea. *Studia i materiały oceanologiczne* 64 (3): 225–234.
- Drzycimski I., 2000, The Słupsk Furrow as a marine protected area in the Baltic. *Oceanological Studies*. Institute of Oceanography University of Gdańsk. Vol. 29, No. 2, 33-42.
- Grauman G. B., 1980, Ekologicheskie osobennosti vosproizvodstva osnovnykh pelagofilnykh ryb v Baltijskom morje. *Fisch.-Forsch.*, 18, 2: 77-81.
- Grimm G. Herra T., 1985, Ictioplankton w polskiej strefie rybackiej. *Raporty MIR 1985 (1982-1983)*: 60-67.
- Jozen N., Cardinale M., Gerdmar A., 2002, Risk of collapse in the eastern Baltic cod fishery. *Marine Ecology Progress Series* 240:225-233. DOI: 10.3354/meps240225
- Mulicki Z., Żmudziński L., 1969, Zoobenthos resources in the southern Baltic Sea between 1956–1957, *Pr. Mor. Inst. Ryb. (Gdynia)*, 15 (A), 78–101.
- Netzel, J. 1968. Polish cod tagging experiments in the region of Słupsk Furrow in the years 1957/1963. *ICES CM 1968/F: 7*, 13 pp.
- Ojaveer H., Jaanus A., MacKenzie B., Martin G., Olenin S., Radziejewska T., Telesh I., Zettler M., Zaiko A., 2010, Status of Biodiversity in the Baltic Sea *PLoS One*,5(9): e12467. doi: 10.1371/journal.pone.0012467
- Ostrowski J., Żmudziński L., 1982, The Baltic Sea sublittoral zoobenthos, [in:] *Baltic Sea zoobenthos of the sixties*, L. Żmudziński and J. Ostrowski (eds.), *Wyż. Szk. Pedag.*, Słupsk, 79–107.
- Paka V., Golenko N., Korzh A., 2006. Distinctive features of water exchange across the Słupsk Sill (a full-scale experiment). *Oceanologia*, 48 (5), pp. 37–54.
- Piechura J., Walczowski W., Beszczynska-Moller, 1997, On the structure and dynamics of the water in the Słupsk Furrow. *Oceanologia*, 39 (1), pp. 35–54.
- Radziejewska T, Drzycimski I (1986). An attempt to use meiofauna as a monitoring tool: southern Baltic coastal meiobenthic communities, with a particular reference to harpacticoid copepods. *Baltic Sea Environ Proc* 19: 442-455
- Śmietana P., Keszka S., Wąs D., Furdyna A., Kaliciuk J., Budniak M., Skorupski J., 2019. Zrównoważona turystyka wędkarska na Zatoce Pomorskiej i Zalewie Szczecińskim. *Federacja Zielonych „GAJA” & Polskie Towarzystwo Genetyki Konserwatorskiej LUTREOLA*. Szczecin 2019.
- Warzocha J., 1989, Studies on structure and variability of the macrobenthos in the Southern Baltic, PhD thesis, University of Łódź,
- Warzocha J. 1995. Classification and structure of macrofaunal communities In the southern Baltic. *Arch. Fish. Mar. Res.* 42 (3), 225-237.
- Zettler M., Karlsson A, Kontula T., Gruszka P., Laine A., O., Herkül K., Schiele K., S., Maximov A., Haldin J., 2015. Biodiversity gradient in the Baltic Sea: a comprehensive inventory of

macrozoobenthos data. Helgoland Marine Research, Volume 68, Issue 1, pp. 49-57. DOI:10.1007/s10152-013-0368-x.

Zhurbas V., Elken J., Paka V., Piechura J., Chubarenko I., Vali G., Golenko N., Shchuka S., 2011. On the possibility of convective overturning in the Słupsk Furrow overflow of the Baltic Sea. *Oceanologia*, 53 (3), 2011. pp. 771–791. doi:10.5697/oc.53-2.771.