

Dźwięk impulsowy w wodzie związany z działalnością człowieka

Wskaźnik presji związanych z wprowadzeniem do środowiska substancji, odpadów i energii

Podsumowanie oceny

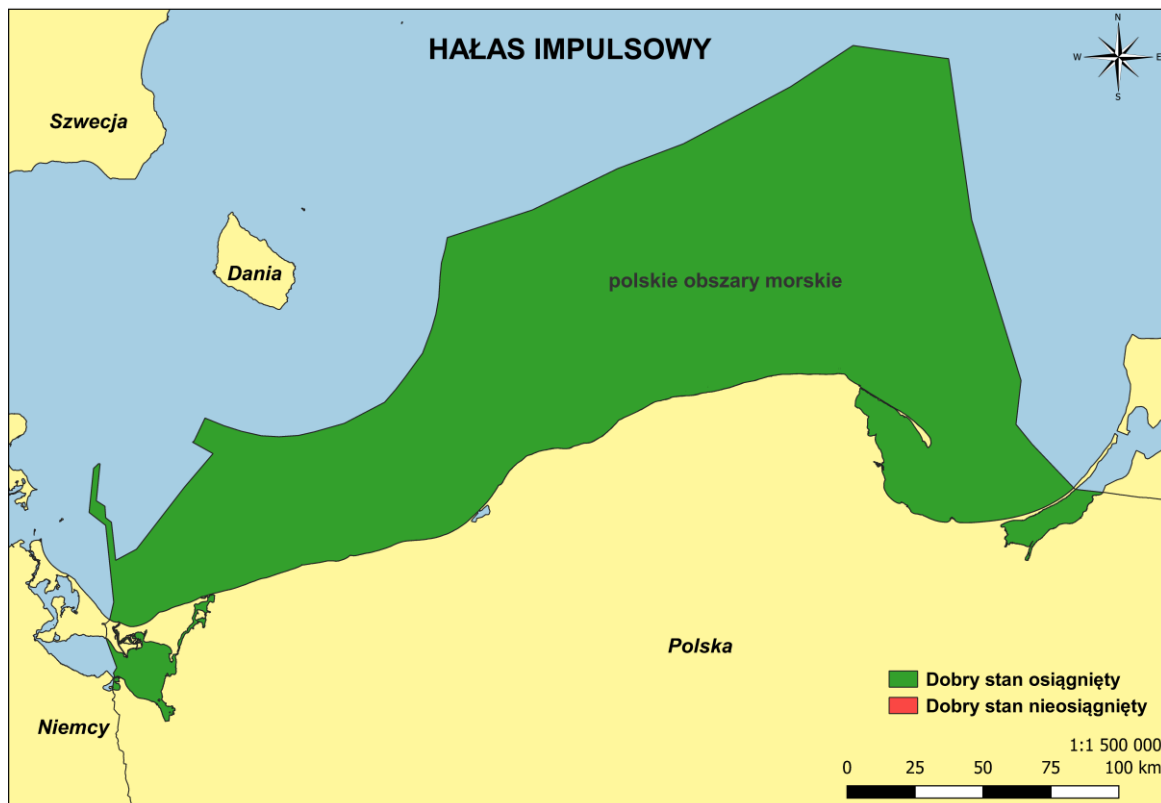
Wskaźnik 'Dźwięk impulsowy w wodzie związany z działalnością człowieka' odnosi się do oceny kryterium D11C1 RDSM – „Rozmieszczenie przestrzenne, zakres czasowy i poziomy dźwięku impulsowego w wodzie związanego z działalnością człowieka nie osiągają poziomów mających negatywny wpływ na populacje zwierząt morskich” i stanowi ilościowy opis rozmieszczenia w czasie i przestrzeni głośnych dźwięków impulsowych o niskiej i średniej częstotliwości. Analiza w polskich obszarach morskich obejmuje wystąpienia wojskowych działań morskich powodujących hałas impulsowy zgłoszonych przez Ministerstwo Obrony Narodowej w latach 2016-2021.

Uwzględniono dane, które rejestrowane są w poligonach morskich Marynarki Wojennej, z informacją o rodzaju działalności, ilości zdetonowanego ładunku wykorzystanego do eksplozji, terminie oraz lokalizacji: w postaci poligonów, w których odbywała się działalność wojskowa, bądź współrzędnych geograficznych, gdy detonowane były materiały niebezpieczne. Do każdego zdarzenia dopisany został poziom eksplozji na podstawie ilości użytych materiałów wybuchowych (Tabela 3).

W ocenie ilościowej uwzględniono metodykę zastosowaną w ocenie regionalnej HOLAS 3, w stopniu w jakim pozwalały na to dostępne dane oraz wartości progowe, dotyczące dopuszczalnej powierzchni obszaru/siedliska, na które oddziałuje dźwięk podwodny, ustalone na poziomie Unii Europejskiej – TG Noise DL2 (2023).

Przeanalizowano liczbę dni z hałasem impulsowym z uwzględnieniem poziomu eksplozji oraz dzienny i średnioroczny procent powierzchni polskich obszarów morskich narażonych na hałas impulsowy wywołujący negatywne skutki u zwierząt morskich – morświnów (*Phocoena phocoena*).

Przeanalizowane w ramach oceny dwie opcje narażenia: krótkotrwałego i długotrwałego, mieszczą się poniżej założonych na poziomie UE wartości progowych, tj. w żadnym dniu procent powierzchni POM narażonych na hałas impulsowy nie przekroczył 20 % oraz w żadnym roku średni procent powierzchni nie przekroczył 10 %, co oznacza, że dobry stan środowiska został osiągnięty (Rysunek 1).



Rysunek 1. Ocena stanu środowiska obszarów morskich w zakresie hałasu impulsowego – kryterium D11C1

Opis wskaźnika

1. Charakterystyka wskaźnika

Wskaźnik „Dźwięk impulsowy w wodzie związany z działalnością człowieka” jest wskaźnikiem presji związanych z wprowadzeniem do środowiska energii, wykorzystywanym w ocenie kryterium D11C1. Ocenę przeprowadzono na podstawie danych o działalności wojskowej w poligonach morskich Marynarki Wojennej oraz przestrzennej wartości progowej narażenia krótko i długotrwałego, ustalającej dopuszczalną powierzchnię obszaru oceny, na której hałas może przekraczać poziom powodujący negatywne efekty w populacjach zwierząt morskich.

Wiele zwierząt morskich wykorzystuje dźwięki podwodne podczas orientacji, komunikacji, nawigacji i/lub chwytaniu ofiar. Zwierzęta te mają szczególnie wrażliwe systemy słuchowe. Wykazano, że oddziaływanie znacznego hałasu może powodować szerokie spektrum zaburzeń. Zakres wpływu głośniejszych, impulsowych dźwięków obejmuje efekty behawioralne (odstraszenie, niepokojenie), wpływ na układy słuchowe (tymczasowa i trwała utrata słuchu), obrażenia fizjologiczne, a w skrajnych przypadkach śmierć.

Fale dźwiękowe skutecznie rozchodzą się w wodzie, co oznacza, że głośne źródła bez zastosowania środków ograniczających hałas mogą oddziaływać na duże odległości, nawet do kilkudziesięciu kilometrów. Najbardziej istotnymi źródłami antropogenicznego hałasu impulsowego są eksplozje, wbijanie pali, badania sejsmiczne i sonary niskiej częstotliwości. Mimo, że hałas nie utrzymuje się w środowisku, może szkodzić gatunkom morskim, jeśli nie zostaną podjęte środki w celu złagodzenia jego niekorzystnych oddziaływań (HELCOM 2023).

2. Odniesienie do prawodawstwa, planów działań i celów

Badania hałasu w środowisku morskim powiązane są z wymaganiami prawodawstwa UE, w tym ramowej dyrektywy ws. strategii morskiej (RDSM) (Dyrektywa 2008/56/WE). Odnoszą się również bezpośrednio do Bałtyckiego Planu Działania oraz Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ (Tabela 1), a także do Konwencji Narodów Zjednoczonych o prawie morza (UNCLOS 1982), Konwencji o różnorodności biologicznej (decyzja XI/18 A) oraz dyrektywy Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory - dyrektywa siedliskowa.

Tabela 1. Odniesienia do prawodawstwa, planów działań i celów

Wymagania i rekomendacje legislacyjne	
<p>Ramowa Dyrektywa ws. Strategii Morskiej</p> <p>(Dyrektywa 2008/56/WE, Dyrektywa 2017/845)</p>	<p>Cecha D11 - Wprowadzenie energii, w tym hałasu podwodnego, odbywa się na poziomach, które nie wpływają negatywnie na środowisko morskie.</p> <p>Kryterium D11C1 - Rozmieszczenie przestrzenne, zakres czasowy i poziomy dźwięku impulsowego w wodzie związanego z działalnością człowieka nie osiągają poziomów mających negatywny wpływ na populacje zwierząt morskich.</p>
<p>Bałtycki Plan Działania (HELCOM BSAP)</p>	<p>Segment: Działalność na morzu Cel: „Zrównoważone działania na morzu”. Cel ekologiczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Brak lub minimalne zakłócenia bioróżnorodności i ekosystemu” • „Brak lub minimalna szkoda dla życia morskiego spowodowana hałasem powodowanym przez człowieka” <p>Cel zarządzania: „Zmniejszenie hałasu do poziomu, który nie wpływa negatywnie na życie morskie”</p>
	<p>Segment: Różnorodność biologiczna Cel: „Ekosystem Morza Bałtyckiego jest zdrowy i odporny” Cel ekologiczny:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Naturalne rozmieszczenie, występowanie i jakość siedlisk i związanych z nimi zbiorowisk” <p>Cel zarządzania: „Ograniczenie do minimum zakłóceń dla gatunków, ich siedlisk i szlaków migracyjnych spowodowanych działalnością człowieka”</p>
<p>Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ</p>	<p>Cele zrównoważonego Rozwoju ONZ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 14 - Ochrona i zrównoważone wykorzystywanie oceanów, mórz i zasobów morskich na rzecz zrównoważonego rozwoju • 12 - Zapewnienie wzorców zrównoważonej konsumpcji i produkcji • 13 - Podjęcie pilnych działań w celu przeciwdziałania zmianom klimatycznym i ich skutkom

3. Powiązanie z presjami

Poziom impulsowych dźwięków podwodnych w środowisku morskim powiązany jest z presją wskazaną w załączniku III do RDSM (Dyrektywa 2017/845): Wprowadzanie hałasu związanego z działalnością człowieka. Hałas impulsowy generowany jest głównie przez operacje wojskowe, badania sejsmiczne (airgun), przygotowanie infrastruktury do wytwarzania energii – palowanie, a także podczas działania sonaru czy akustycznych urządzeń odstraszających.

4. Powiązanie ze zmianą klimatu

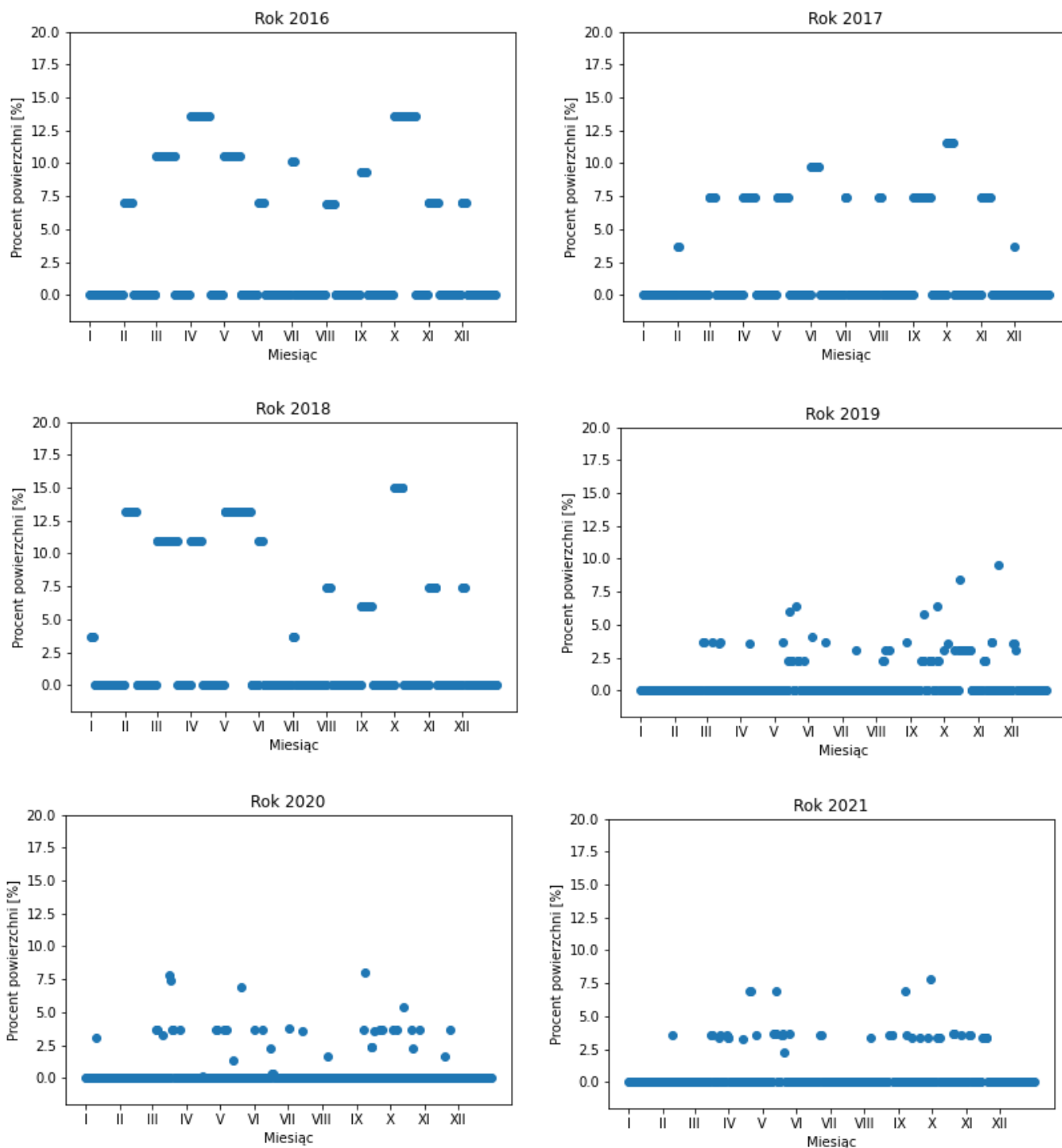
Ocieplenie klimatu wydaje się nie mieć bezpośredniego wpływu na wskaźnik „Dźwięk impulsowy w wodzie związany z działalnością człowieka”, jednak widoczny jest pośredni wpływ związany z działaniami ograniczającymi efekty zmiany klimatu i zmniejszającymi emisje gazów cieplarnianych. Przykładem może być budowa i eksploatacja konstrukcji ochraniających brzeg przed wpływem rosnącego poziomu morza wywołanego zmianą klimatu, a także zmiany wykorzystania środowiska morskiego związane m. in. z turystyką.

Ważnym aspektem jest też wykorzystanie energii odnawialnej i inwestycje w morskie farmy wiatrowe, co w polskich obszarach morskich jest planowane. Budowanie farm wiatrowych wiąże się z badaniami akustycznymi dna i palowaniem, a działania te są źródłem hałasu impulsowego na wysokim poziomie. Z tego względu ważne jest by w zrównoważony sposób zarządzać działalnością człowieka z zastosowaniem środków mitygujących, by wpływ na środowisko ograniczyć do niezbędnego minimum.

Ocena stanu środowiska wód morskich

Ocena stanu środowiska morskiego w ramach kryterium D11C1 została przeprowadzona w oparciu o wyliczony procent powierzchni polskich obszarów morskich narażonych na hałas impulsowy na poziomie wywołującym negatywne skutki w populacji morświnów i wartość progową dotyczącą dopuszczalnej wielkości tej powierzchni.

Wyliczone powierzchnie dziennego narażenia na hałas impulsowy nie osiągają wartości powyżej 20 % POM w całym okresie oceny. Maksymalne wartości ok. 15 % POM osiągane są w latach 2016 i 2018, przy założeniu, że w danym miesiącu wszystkie zarejestrowane operacje wojskowe odbywają się jednocześnie na wszystkich poligonach, co może zawyżać rzeczywistą narażoną powierzchnię, ale jednocześnie jest to założenie opisujące najgorszy możliwy scenariusz. W latach 2019-2021 dzienny procent powierzchni obszaru oceny narażonego na dźwięki impulsowe powyżej poziomu powodującego negatywne efekty u zwierząt nie przekroczył 10 % (Rysunek 2).



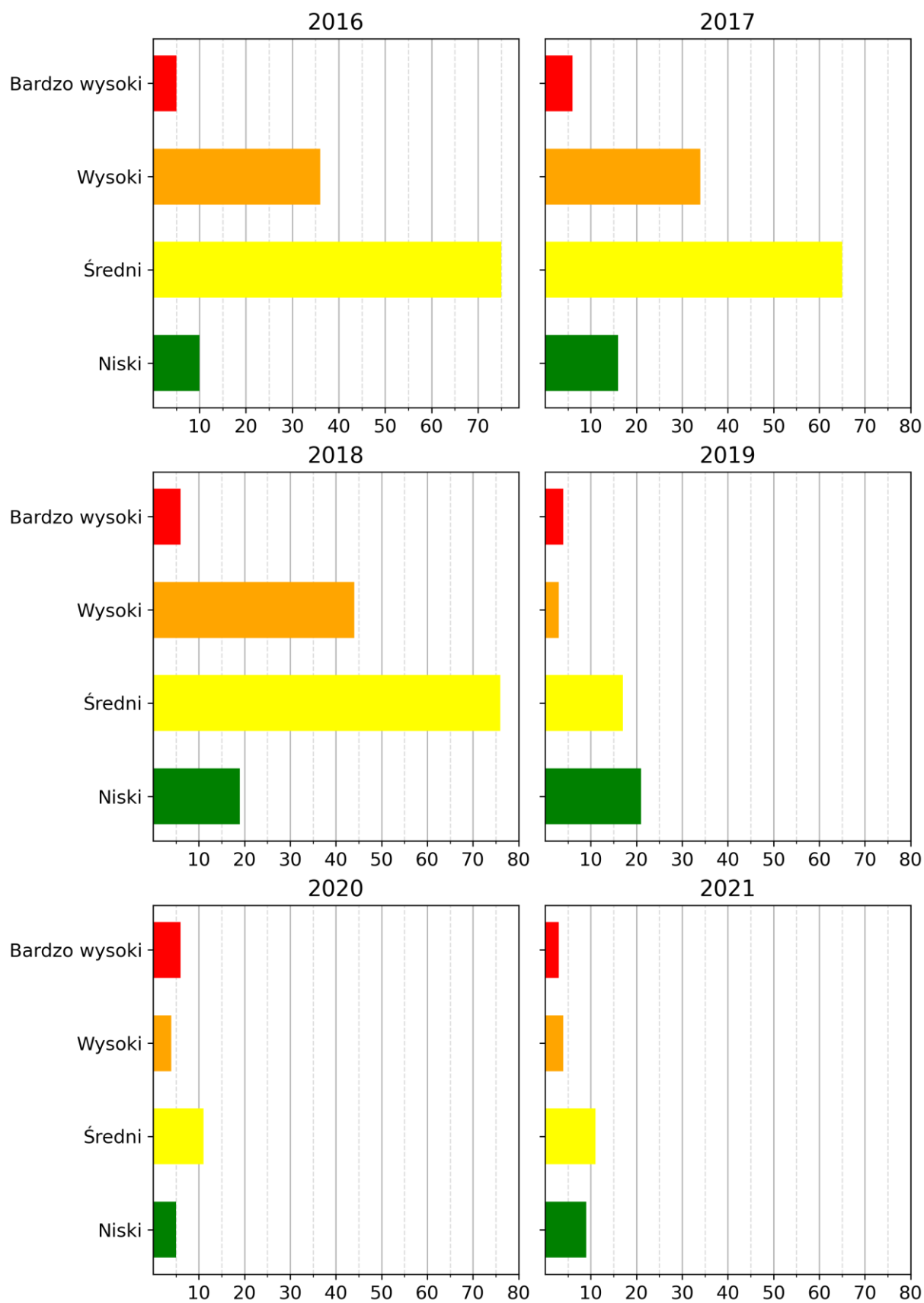
Rysunek 2. Roczne zestawienie dziennej ekspozycji POM na hałas impulsowy związany z działalnością wojskową (dla morświna) w latach 2016-2021

W przypadku długotrwałego narażenia na hałas impulsowy, nie został przekroczony dozwolony próg 10 % powierzchni w żadnym roku oceny. Znaczne różnice między latami 2016-2018 i 2019-2021 wynikają z różnego sposobu raportowania danych przez Ministerstwo Obrony Narodowej w tych okresach i możliwości dokładniejszej analizy w późniejszym okresie (Tabela 2).

Tabela 2. Średni roczny procent obszaru POM narażony na hałas impulsowy (dla morświna)

Rok	Średni % powierzchni	Stan środowiska	Wiarygodność
2016	3,28		niska
2017	1,63		niska
2018	3,06		niska
2019	0,53		średnia
2020	0,38		średnia
2021	0,50		średnia

Podobną charakterystykę można zauważyć przy analizie poziomów eksplozji w poszczególnych latach, która została przedstawiona na Rysunek 3. Liczba dni z hałasem impulsowym w latach 2016-2018 jest znacząco większa niż w latach 2019-2021, co także wynika z różnic w raportowaniu i możliwości analizy danych. W większości lat okresu oceny dominują dni z eksplozjami na średnim poziomie, tylko w roku 2019 najwięcej jest dni z eksplozjami na niskim poziomie. W ostatnich trzech latach oceny, rocznie nie występowało więcej niż 10 dni z eksplozjami na poziomie wysokim i bardzo wysokim (Rysunek 3).

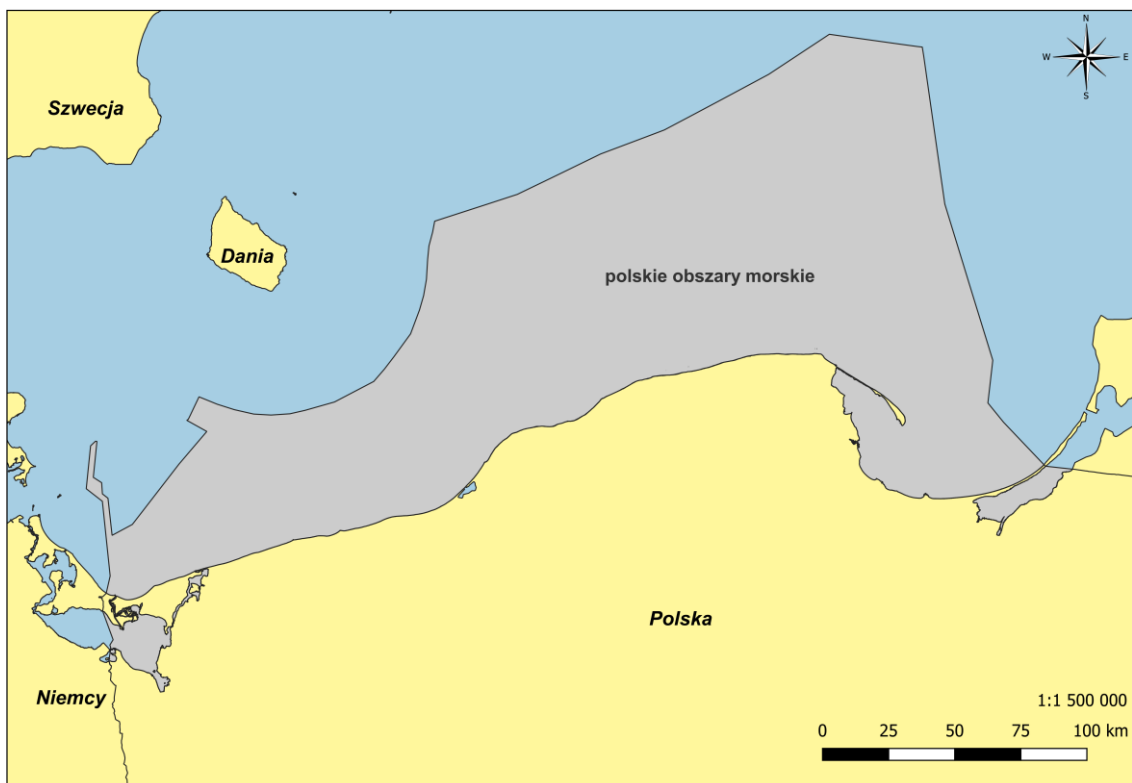


Rysunek 3. Liczba dni z określonym maksymalnym poziomem eksplozji zarejestrowanych na obszarze POM w okresie 2016-2021

Metodyka przeprowadzenia oceny

1. Obszary oceny

Ocenę, tak jak wykonana została ocena regionalna, wykonano na poziomie L1 (HELCOM 2013), co w przypadku oceny krajowej oznacza zasięg polskich obszarów morskich (Rysunek 4).



Rysunek 4. Obszar oceny w ramach kryterium D11C1

2. Opis przeprowadzenia oceny

W ocenie w latach 2016-2021 uwzględniono dane z Ministerstwa Obrony Narodowej, które rejestrowane są w poligonach morskich Marynarki Wojennej lub za pomocą współrzędnych geograficznych, gdy detonowane były materiały niebezpieczne.

W latach 2019, 2020 i 2021 dostarczono informacje o dokładnym terminie aktywności wojskowej, masie ładunku wykorzystanego do każdej eksplozji, na podstawie czego wyznaczono poziom pojedynczej eksplozji w 5 stopniowej skali (Tabela 1). Podana była także informacja, czy określona działalność odbywała się w wodzie czy w powietrzu – uwzględniono jedynie działalność w wodzie, mającą realny i rozległy wpływ na poziom dźwięku w wodzie. Dla każdego dnia określono jaki był maksymalny poziom pojedynczej eksplozji oraz powierzchnię narażoną na podwyższony hałas podwodny wykorzystując przypisany do działalności wojskowej zasięg oddziaływania dla morświna, uwzględniając działania w różnych miejscach jednego dnia (Tabela 5).

W latach 2016-2018 działalność wojskowa sprawozdawana była w rozdzielczości miesiąca, bez dokładnych dat, przez co nie można było określić, czy działalność wojskowa była prowadzona jednocześnie na kilku poligonach. Ponadto jedynie w nielicznych przypadkach podane było, czy eksplozje miały miejsce w wodzie czy w powietrzu. Ze względu na to, że nie można było określić dni wybuchów w poszczególnych poligonach założono, że w danym miesiącu wszystkie rejestrowane

operacje wojskowe odbywały się jednocześnie na wszystkich poligonach. Przy braku informacji o tym, czy do eksplozji doszło w wodzie czy w powietrzu założono, że eksplozje odbywały się w wodzie i uwzględniono je w analizie. Takie założenia mogą zawyżać rzeczywistą narażoną powierzchnię i liczbę dni z hałasem impulsowym w latach 2016-2018, ale jednocześnie jest to założenie opisujące najgorszy możliwy scenariusz.

Do każdego rodzaju działalności wojskowej poza miesiącem wystąpienia określono liczbę dni prowadzonej aktywności w danym poligonie oraz sumę ilości zużytego materiału wybuchowego. Ze względu na to, że nie do każdego rejestrowanego zdarzenia podana była ilość używanych pocisków, rzadko była możliwość wyliczenia poziomu pojedynczej eksplozji. Do każdego zdarzenia dopisany został poziom eksplozji (jeśli było możliwe to pojedynczej, a jeśli nie to sumarycznej) w pięciostopniowej skali na podstawie wykazanej ilości wykorzystanego ładunku według Tabela 3. Brak możliwości wyliczenia poziomu pojedynczej eksplozji powoduje zawyżenie poziomów w latach 2016-2018.

Tabela 3. Skala poziomów eksplozji hałasu impulsowego

Poziom eksplozji	Ilość ładunku [TNT]
Bardzo niski	8 g – 210 g
Niski	220 g – 2,1 kg
Średni	2,11 kg – 21 kg
Wysoki	22 kg – 210 kg
Bardzo wysoki	210 kg i powyżej

Analizowana była liczba dni z hałasem impulsowym dla różnych poziomów eksplozji oraz dzienny i średnioroczny procent powierzchni narażonej na hałas impulsowy wywołujący negatywne skutki u zwierząt morskich - morświnów.

Zgodnie z metodyką oceny regionalnej przyjętą do niemieckich poligonów morskich (German Naval Tiles), by uniknąć znacznego przeszacowania obszaru narażonego w wyniku działań wojskowych, wyznaczono geometryczną centroidę każdego poligonu morskiego Marynarki Wojennej, jako lokalizację wybuchów zgłoszonych dla danego poligonu.

Jak w ocenie regionalnej, w przypadku, gdy zgłoszono wiele wybuchów jednego dnia dla pojedynczego poligonu morskiego, by uniknąć przeszacowania czasu ekspozycji, w analizie statystycznej uwzględniającej dni występowania hałasu impulsowego, każdy dzień, nawet jeśli w danym poligonie było kilka eksplozji, liczono jako jeden.

W praktyce oznacza to, że dla każdego dnia wyznaczono:

- Maksymalny poziom eksplozji występujących danego dnia w określonym poligonie ze zdarzeń w wodzie, gdzie wykorzystywano ładunki powyżej 8 g TNT
- powierzchnię narażoną na hałas impulsowy, w taki sposób, że wokół wyznaczonego wcześniej centroidu poligonu wojskowego, gdzie wykonywana była działalność wojskowa w wodzie z wykorzystaniem ładunku powyżej 8 g TNT, utworzono bufor (otoczenie) o wielkości określonej w raporcie wskaźnikowym hałasu impulsowego oceny regionalnej HOLAS3 określającej zasięg oddziaływania dla morświna, tzw. effect ranges (Tabela 5). Wielkość bufora nie jest zależna od poziomu eksplozji a od źródła hałasu impulsowego, więc w ocenie krajowej uwzględniającej jedynie działalność wojskową, wielkość tego bufora to 20 kilometrów.

Zgodnie z metodyką raportu regionalnego, nawet jeśli jednego dnia w jednym poligonie było wiele eksplozji, wielkość bufora się nie zwiększa. Natomiast jeśli jednego dnia wystąpiły eksplozje w kilku poligonach, tworzone bufony wokół centroidu każdego poligonu i ich powierzchnię liczono wspólnie.

Dla każdego dnia z okresu oceny, na podstawie utworzonych buforów, wyliczono całkowitą powierzchnię oraz odpowiadający procent powierzchni polskich obszarów morskich oddziaływania hałasu impulsowego na morświny.

Na tej podstawie oceniono warunek krótkotrwałego (dziennego) dozwolonego procentu powierzchni obszaru narażonego na hałas impulsowy. By siedlisko/obszar uznany był za będący w dobrym stanie środowiska powierzchnia narażona na hałas nie może przekraczać 20 % dziennie. Na podstawie dziennych procentów powierzchni narażonej na hałas impulsowy obliczono średnią roczną dla każdego roku oceny i dokonano oceny warunku długotrwałego (rocznego) kryterium zachowania dobrego stanu środowiska, tj. dopuszcza się średniorocznie narażenie 10% obszaru/siedliska na hałas impulsowy powyżej wartości powodującej negatywne efekty u zwierząt morskich.

3. Wartości progowe

Wartości progowe ustalone zostały na poziomie UE i dotyczą dopuszczalnego procentu powierzchni obszaru/siedliska narażonego na hałas impulsowy powyżej poziomu mającego negatywny wpływ na zwierzęta morskie (LOBE: Level of Onset of Biological adverse Effects). Ustalono podwójny próg w odniesieniu do krótkotrwałego i długotrwałego narażenia na hałas impulsowy, gdzie krótkotrwałe narażenie ustalono na 1 dzień, a długotrwałe na 1 rok (Tabela 4).

Tabela 4. Wartości progowe dotyczące maksymalnego dopuszczalnego procentu obszaru narażonego na hałas impulsowy

Czas narażenia	Dopuszczalny obszar narażenia
Krótkotrwałe (1 dzień)	<= 20 %
Długotrwałe (1 rok)	<= 10 %

W ocenie krajowej, tak jak w regionalnej, dla każdego dnia wyliczono obszar narażony na hałas impulsowy na podstawie zasięgu oddziaływania hałasu impulsowego na morświny powstałego w czasie eksplozji. Zasięg oddziaływania określono jako odległość od źródła hałasu dla każdego typu źródła, gdzie widoczny może być wpływ na określony gatunek zwierząt. Wartości te przedstawione zostały w Tabeli 5.

Tabela 5. Zasięgi oddziaływania (effect ranges) hałasu impulsowego na morświna dla różnych typów źródeł

Źródło hałasu impulsowego	Minimalny poziom źródła	Zasięg oddziaływania dla morświna
eksplozje	mTNT _{eq} > 8g	20 km
badania sejsmiczne (air gun)	SL _{z-p} > 209 dB re 1 μPa m	12 km
palowanie bez minimalizowania hałasu	energia kafara > 0 kJ	20 km
palowanie z zastosowaniem środków minimalizowania hałasu		12 km
sonar lub akustyczne urządzenia odstraszające	SL > 176-200 dB re 1 μPa m	20 km
ogólne źródło jednoznacznie impulsowe	ESL > 186 dB re 1 μPa ² m ² s	12 km

mTNT_{eq} - równoważna masa ładunku TNT

SL_{z-p} - source level zero to peak, poziom źródła od zera do poziomu szczytowego

SL - source level, poziom źródła

ESL - energy source level, poziom energii źródła

4. Metodyka określenia wiarygodności oceny

Wiarygodność oceny w przypadku omawianego wskaźnika i przyjętej metodyki opiera się na wiarygodności przyjętych założeń: wielkości obszaru narażenia na hałas impulsowy przy określonym rodzaju źródła dla wybranych gatunków, przestrzennych wartości progowych oraz wiarygodności i kompletności danych, na podstawie których dokonuje się oceny.

Określenie wartości progowych jest procesem, dlatego w przyszłości konieczne będą dalsze prace nad zatwierdzeniem, a następnie udoskonaleniem tych wartości, aby móc optymalnie zdefiniować dobry stan środowiska (GES).

Wiarygodność danych o działalności wojskowej jest niewątpliwa, jednak kompletność danych w latach 2016-2018, gdzie nie ma dokładnych dat a jedynie miesiąc i ilość dni w miesiącu w danym poligonie oraz brak informacji czy wybuch nastąpił w wodzie czy w powietrzu, obniża wiarygodność oceny w tym okresie. Przyjęto założenie, że działania wojskowe trwają jednocześnie na wszystkich poligonach użytkowanych w danym miesiącu, a każde zdarzenie bez informacji o tym, czy detonacji dokonano w powietrzu czy w wodzie, uwzględniono w analizie jakby eksplozja wystąpiła w wodzie, co uwidacznia się w wynikach analizy.

Nie opracowano metodyki ilościowego określenia wiarygodności oceny.

Ze względu na brak innych danych, w ocenie uwzględniono jedynie działalność wojskową, przez co ustalono jej wiarygodność jako średnią dla okresu 2019-2021. Dla okresu 2016-2018, gdzie nie podano dokładnych dat oraz nie zawsze jest informacja czy eksplozja miała miejsce w wodzie, czy w powietrzu oraz o ilości wystrzelonych pocisków, ustalono wiarygodność oceny jako niską. Uwzględniając, że dane z lat 2016-2018 obrazują zawyżony wkład hałasu impulsowego w środowisko morskie, a nadal stan dobry środowiska jest w tym okresie osiągnięty, ustalono wiarygodność oceny całościowej okresu 2016-2021 jako średnią.

5. Źródła danych

Dane wykorzystane w ocenie wskaźnika 'Dźwięk impulsowy w wodzie związany z działalnością człowieka' pochodzą z monitoringu realizowanego w obszarach morskich RDSM (Tabela 6).

Tabela 6. Źródła danych

RDSM	dane PMS, realizowanego zgodnie z wymaganiami RDSM w polskich obszarach morskich; raportowane do ICES i HELCOM
RDSM*	dane PMS, realizowanego zgodnie z wymaganiami RDSM w polskich obszarach morskich; nieraportowane do ICES i HELCOM

6. Link do wskaźnika regionalnego HELCOM

<https://indicators.helcom.fi/indicator/impulsive-noise/>

Autorzy

Agnieszka Wochna, Michał Iwaniak – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

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

Cele Zrównoważonego Rozwoju ONZ <http://www.un.org.pl/>

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 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

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

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

HELCOM, 2023. Distribution in time and place of loud low- and mid- frequency anthropogenic impulsive sounds, <https://indicators.helcom.fi/indicator/impulsive-noise/>

Konwencja Narodów Zjednoczonych o prawie morza (UNCLOS), 1982

Konwencja o różnorodności biologicznej (Convention on biological diversity, CBD) , 1992

TG Noise DL2, 2023, Sigray P., Andersson M., André M., Azzellino A., Borsani J.F., Bou M., Castellote M., Ceyrac L., Dellong D., Folegot T., Hedgeland D., Juretzek C., Klauson A., Leaper R., Le Courtois F., Liebschner A., Maglio A., Mueller A, Norro A., Novellino A., Outinen O., Popit A., Prospathopoulos A., Thomsen F., Tougaard J., Vukadin P., Weilgart L., Setting EU Threshold Values for impulsive underwater sound, Technical Group on Underwater Noise (TG NOISE) Deliverable 2, MSFD Common Implementation Strategy, Edited by Jean-Noël Druon, Georg Hanke and Maud Casier, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/60215, JRC133477



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej