

Kancelaria Radców Prawnych
Otawski Dziura Jędrzejewski i Troszyński Sp.p.
Al. Niepodległości 221 lok 2
02-087 Warszawa
@: kancelaria@kancelariaodj.pl

RAPORT O ODDZIAŁYWANIU NA ŚRODOWISKO
dla zmiany decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach
dla przedsięwzięcia

MORSKA FARMA WIATROWA MFW BAŁTYK II

TOM II Sekcja 9

Charakterystyka środowiska – propagacja hałasu

Zamawiający:

MFW Bałtyk II Sp. z o.o.

Ul. Krucza 24/26

00-526 Warszawa

Warszawa, styczeń 2021 r.

SKŁAD AUTORSKI:

radca prawny dr Piotr Otawski

radca prawny Andrzej Dziura

mgr inż. Magdalena Kinga Skuza

mgr inż. Mirosława Rybczyńska-Szewczyk

mgr inż. Jarosław Szewczyk

Spis treści

Skróty i definicje	4
1. Wprowadzenie	5
2. Metodyka	6
3. Wyniki modelowania	7
4. Literatura i inne źródła	14
5. Spis rysunków	14

Skróty i definicje

Decybel (dB)	Logarytmiczna miara natężenia dźwięku/ciśnienia. Wartość dla poziomu dźwięku to $20 \log_{10} (P / P_0)$ gdzie P = aktualne ciśnienie a P_0 = ciśnienie referencyjne
Decyzja Środowiskowa	Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach wydana przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Gdańsku w dniu 27 marca 2017 r. znak RDOŚ-Gd-WOO.4211.26.2015.KSZ.20, dla przedsięwzięcia pn. „Budowa morskiej farmy wiatrowej Polenergia Bałtyk II”
FEW Baltic II	Farma elektrowni wiatrowych Baltic II
MFW BII / Przedsięwzięcie	Morska farma wiatrowa MFW Bałtyk II (pierwotnie: Bałtyk Środkowy II oraz Polenergia Bałtyk II)
MFW BIII	Morska Farma Wiatrowa Bałtyk III
MFW Baltica	Morska Farma Wiatrowa Baltica
NIS 2015	Najdalej idący scenariusz z Raportu 2015 stanowiący zestaw parametrów przedsięwzięcia powodujących najdalej idące oddziaływania, a który był podstawą do prowadzenia oceny oddziaływania na środowisko w toku postępowania zakończonego wydaniem Decyzji Środowiskowej.
Poziom ekspozycji na dźwięk SELcum	Podsumowanie poziomów narażenia na dźwięk wielu kolejnych uderzeń. Obliczane jako: $SEL_{cum} = SEL_{single} + 10 \log (N)$; N = liczba uderzeń
Poziom ciśnienia akustycznego SPLpeak	Wyrażenie najwyższego ciśnienia akustycznego w decybelach (dB)
PTS	Trwałe podwyższenie progu słyszenia w wyniku fizycznego uszkodzenia czuciowych komórek rzęsatych ucha.
Raport 2015	Raport oceny oddziaływania na środowisko na potrzeby postępowania zakończonego decyzją RDOŚ z dnia z dnia 27 marca 2017 r. znak: RDOS-Gd-WOO.4211.26.2015.KSZ.20 (zpo)
Tymczasowe przesunięcie progu TTS	Chwilowe podniesienie progu słyszenia z powodu zmęczenia komórek rzęsatych czuciowych ucha
Hertz (Hz)	Jednostka częstotliwości gdzie 1 Hz = 1 cykl na sekundę. Jeden Kilkohertz to 1,000 cykli na sekundę

1. Wprowadzenie

Dźwięk może być generowany podczas wszystkich etapów związanych z konstrukcją, funkcjonowaniem i likwidacją morskiej farmy wiatrowej. Największe obawy wiąże się jednakże z hałasem podwodnym emitowanym podczas konstrukcji, w związku z wysokimi poziomami dźwięku generowanymi podczas wbijania pali w dno morskie (palowanie). Formy życia w morzu, takie jak ryby czy ssaki morskie są wrażliwe na dźwięk, stąd hałas towarzyszący czynnościom związanym z konstrukcją farm wiatrowych może na nie oddziaływać na znacznych odległościach. Szczególne wrażliwe są te z organizmów morskich, które rozwinęły stosunkowo dobry słuch, jak np. wieloryby czy też foki. Słuch obydwu tych grup zwierząt jest kilkakrotnie bardziej wrażliwy i obejmuje znacznie szerszy zakres częstotliwości niż ludzki.

W niniejszej sekcji zawarto podsumowanie wyników modelowania numerycznego propagacji dźwięku rozchodzącego się na skutek generowanego hałasu, spowodowanego instalacją fundamentów monopolowego o średnicy 10 m, który stanowi najdalej idący scenariusz dla wariantu wybranego do realizacji, czyli proponowanych zmodyfikowanych parametrów Przedsięwzięcia zatwierdzonego Decyzją Środowiskowa. Generowane poziomy dźwięku porównano z zarejestrowanym spektrum tła akustycznego w celu wykazania zmian w polu akustycznym w czasie budowy farmy wiatrowej.

Metody konstrukcji farm wiatrowych różnią się dla konkretnych projektów a co za tym idzie generują do środowiska morskiego dźwięki o różnej charakterystyce.

W rejonie Przedsięwzięcia wykonano w ostatnich latach kilka modelowań propagacji hałasu podwodnego, związanej z instalacją fundamentów morskiej farmy wiatrowej. Wyniki tych modelowań zostały zaprezentowane w raportach o oddziaływaniu na środowisko dla projektu MFW BII (wcześniej: BŚII, SMDI 2015), projektu MFW BIII (SMDI 2019), projektu MFW Baltic Power (MEWO S.A, IMUMG, 2020), projektu FEW Baltic II (Baltic Trade and Invest Sp. Z o.o., 2019) oraz MFW Baltica (IMG/MEWO S.A. 2017).

We wszystkich opracowaniach jako najdalej idący scenariusz, generujący największe zasięgi rozprzestrzeniania się dźwięku przyjęto zastosowanie fundamentu monopolowego, wbijanego w dno.

Pierwotnie, na potrzeby oceny oddziaływania Przedsięwzięcia na środowisko, zarówno dla wariantu zatwierdzonego w Decyzji Środowiskowej, jak i ocenianego w Raporcie 2015 najdalej idącego scenariusza (NIS 2015), przyjęto, że maksymalna średnica fundamentów monopolowych wynosić będzie 12,5 m. Na podstawie kierunków propagacji hałasu określonych w modelowaniu dla MFW BSII, a także maksymalnych zasięgów dla monopala o średnicy 12,5 m (MFW BSII, SMDI 2015) oszacowano strefy oddziaływania hałasu na ssaki morskie (foki i morświny) oraz ryby występujące w rejonie planowanej farmy, w których może nastąpić uszkodzenie ciała, tymczasowe przesunięcie progu słuchu i reakcja behawioralna polegająca na unikaniu.

Obecnie, na podstawie przeprowadzonych dotychczas prac projektowych mających na celu doprecyzowanie parametrów Przedsięwzięcia ograniczono średnicę fundamentów monopolowych do 10 m. Aktualnie rozważane jest również wykorzystanie do instalacji fundamentów młotów pneumatycznych o mocy większej niż pierwotnie zakładana, co ma związek z dynamicznym rozwojem technologii stosowanych na potrzeby budowy morskich farm wiatrowych. Celem weryfikacji wpływu przedmiotowych zmian na przewidywane zasięgi oddziaływań hałasu podwodnego na organizmy morskie, w szczególności w odniesieniu do najbliższego obszaru Natura 2000 chroniącego ssaki morskie, tj. obszaru Ostoja Słowińska (PLH220023), przeprowadzona została symulacja propagacji hałasu

podwodnego z palowania fundamentu monopalonego o średnicy 10 m z zastosowaniem młota pneumatycznego o mocy 4500 kJ. Lokalizacja fundamentu w obszarze zabudowy MFW BII na potrzeby modelowania została dobrana w taki sposób, aby znajdowała się w jak najmniejszej odległości od granicy wyżej wspomnianego obszaru Natura 2000. Modelowanie zostało wykonane dla dwóch scenariuszy – z zastosowaniem i bez zastosowania środków ograniczających rozprzestrzenianie się hałasu w postaci pojedynczej kurtyny bąbelkowej, co pozwala na określenie przewidywanej skuteczności tego rozwiązania w zakresie minimalizacji propagacji hałasu podwodnego. Trzeba przy tym zaznaczyć, że zastosowane działania minimalizującego w postaci kurtyny bąbelkowej lub innej, o nie mniejszym stopniu redukcji rozprzestrzeniania się hałasu podwodnego, jako obligatoryjne zalecenie zostało uwzględnione we wnioskach Raportu 2015, zostało także wskazane jako warunek Decyzji Środowiskowej. Symulacja została wykonana z uwzględnieniem aktualnej literatury przedmiotu, w tym m.in. wartości progowych dla potencjalnych uszkodzeń słuchu u ssaków morskich określonych w artykule np. „*Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*” autorstwa Southall i in. opublikowanym w 2019 r. Należy nadmienić, że w związku z rozwojem wiedzy na temat wrażliwości organizmów morskich na oddziaływanie hałasu podwodnego jaki nastąpił od 2015 r. (wartości progowych oddziaływań i funkcji ważenia), wyniki przedmiotowego modelowania nie są możliwe do porównania z wynikami modelowania wykonanego na potrzeby Raportu 2015. Zestawienie wyników przeprowadzonego modelowania oraz przewidywane zasięgi oddziaływania hałasu podwodnego w postaci czasowego przesunięcia progu słyszenia (TTS) u morświna i fokowatych występujących w rejonie Przedsięwzięcia bez i z zastosowaniem pojedynczej kurtyny bąbelkowej przedstawione zostały w rozdziale 3 niniejszej sekcji.

2. Metodyka

W niniejszym rozdziale przedstawiony został opis zastosowanych metod oraz dane wejściowe wykorzystywane do modelowania propagacji dźwięku podczas wbijania monopali, przeprowadzonego w 2020 r.

W raporcie¹ przedstawiającym wyniki modelowania, będącym podstawą opracowanie niniejszej sekcji Raportu oszacowano natężenie hałasu wytworzonego przez palowanie monopalami o średnicy 10 metrów przy sile uderzenia młota 4500 kJ.

Propagacja dźwięku w środowisku została zamodelowana jako funkcja batymetrii, warunków na dnie morskim, temperatury wody, zasolenia i profilu prędkości dźwięku, przy zastosowaniu programu dBSea.

Podczas modelowania wykorzystano podstawowe założenia i ustawienia określone w raporcie DHI z 2015 r.², jednak wykorzystano również informacje, które w roku 2015 nie były znane, tak więc wyniki uzyskane w 2020 r. są bardziej precyzyjne niż te z ww. raportu. Informacje te obejmują w szczególności najnowsze wartości graniczne dla możliwego wpływu na organizmy żywe, jak również większą energię młota, mniejszą średnicę pali (10m zamiast 12,5m) oraz inne podejście do konfiguracji modelu propagacji (Połączenie parabolicznego równania falowego i metody ray-tracer).

¹ Sound Simulation Pile Driving for Baltyk WF, Equinor 2020

² “Environmental Impact Assessment of Baltyk Srodowky II Offshore Wind Farm, Numerical modelling of noise propagation from pile driving”

Hałas z wbijania pali jest przejściowy i nieciągły. Energia akustyczna jest wytwarzana w wyniku uderzenia młota w pal i przenoszona do wody. Ten złożony proces jest jednak uproszczony poprzez opisanie dźwięku jako emitującego ze źródła punktowego.

Siła dźwięku u źródła zależy głównie od:

- Rozmiaru (średnicy), kształtu, długości i średnicy pala
- Wielkości i energii młota

To, w jaki sposób ten dźwięk propaguje w środowisku, zależy głównie od:

- Batymetrii
- Profilu prędkości dźwięku w wodzie (funkcja zasolenia, temperatury i głębokości)
- Rodzaju i miąższości osadu
- Rodzaju i głębokości podłoża skalnego
- Tłumienia objętości (funkcja lepkości, ciśnienia, zasolenia, kwasowości)

Ogólnie rzecz biorąc, dźwięki o wyższej częstotliwości są silniej tłumione niż dźwięki o niższej częstotliwości, a w płytkich wodach występuje więcej interakcji z dnem morskim i powierzchniami wody, co również prowadzi do większego tłumienia na odległość.

Do modelowania propagacji dźwięku wykorzystano narzędzie dBSea (Irwin Carr Consulting). Narzędzie to pozwala na modelowanie rozchodzenia się dźwięku w pełnym zakresie, z uwzględnieniem wszystkich wymienionych parametrów. Oferuje również kilka narzędzi matematycznych do modelowania propagacji dźwięku. Dla częstotliwości poniżej 400 Hz zastosowano narzędzie wykorzystujące równanie fali parabolicznej. Dla częstotliwości powyżej 400 Hz zastosowano narzędzie z ray-tracerem.

Wyniki obliczono wzdłuż 36 promieniowych wycinków (10 stopni na wycinek). Wzdłuż każdego wycinka obliczono właściwości dźwiękowe w odległości 60 m (2400 punktów zasięgu). Rozdzielczość głębokości wynosiła 2 m. W celu wyświetlenia graficznego obliczone wyniki rzutowano / ekstrapolowano na siatkę z rozdzielczością 60 m. Przy obliczaniu i wyświetlaniu zasięgu najwyższe znalezione wartości są rzutowane na powierzchnię.

Źródła dźwięku zostały wprowadzone do modelu propagacji jako źródła punktowe na połowie głębokości wody, czyli dla MFW BII 12m.

Siła źródła i zawartość częstotliwości źródła dźwięku została zaczerpnięta z literatury opartej na rozważaniach teoretycznych i pomiarach w terenie.

Rozchodzenie się dźwięku w środowisku modelowano w oparciu o charakterystykę młota udarowego 4500 kJ. Jest to najsilniejsze możliwe źródło, a mniejsza energia młota będzie miała mniejszy zasięg oddziaływania z powodu zmniejszonej energii i szczytowego ciśnienia u źródła. Symulowano również efekt zastosowania jednej kurtyny bąbelkowej dla młota 4500 kJ. SELcum24h obliczono przy założeniu 16800 uderzeń, co odpowiada 4-5h wbijania pali dziennie.

3. Wyniki modelowania

Modelowanie dla MFW BII przeprowadzone w roku 2020 uwzględniało 2 warianty propagacji hałasu: bez zastosowania działań łagodzących oraz z zastosowaniem w jednej kurtynie bąbelkowej mającej na celu ograniczenie rozprzestrzeniania się dźwięku, co pozwala na określenie przewidywanej skuteczności

tego rozwiązania w zakresie minimalizacji propagacji hałasu podwodnego. Zestawienie wyników przeprowadzonego modelowania przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Zasięgi oddziaływań hałasu podwodnego emitowanego podczas palowania fundamentu o średnicy 10 m przy użyciu młota pneumatycznego o mocy 4500 kJ w obszarze zabudowy MFW BII – z i bez zastosowania pojedynczej kurtyny bąbelkowej, obniżającej poziom ciśnienia akustycznego (SPL) o 14 dB i poziom ekspozycji na dźwięk (SEL) o 11 dB.

Źródło	Grupa taksonom.	Oddziaływanie	Modelowany typ dźwięku	Zasięg oddziaływania (m)			
				z minimalizacją		bez minimalizacji (w celu porównawczym)	
				średni	maks.	średni	maks.
Southall i in. 2019	Morświny	PTS	Pojedyncze uderzenie	78	99	530	611
		PTS	Wielokrotne uderzenie	2094	2196	9176	10396
		TTS	Pojedyncze uderzenie	138	154	908	1009
		TTS	Wielokrotne uderzenie	4771	5365	28224	34439
	Fokowate w wodzie	PTS	Pojedyncze uderzenie	44	50	74	94
		PTS	Wielokrotne uderzenie	1312	1416	4999	5491
		TTS	Pojedyncze uderzenie	57	68	123	142
		TTS	Wielokrotne uderzenie	4872	5418	21979	30303
Popper i in. 2014	Ryby*	PTS	Pojedyncze uderzenie	67	84	270	308
		PTS	Wielokrotne uderzenie	1634	2170	3985	4513
		TTS	Wielokrotne uderzenie	5441	6301	14394	20532

*Przyjęto wartości progowe dla grupy ryb o najlepiej rozwiniętym słuchu (ryb, u których pęcherz płynny jest połączony z narządami słuchu).

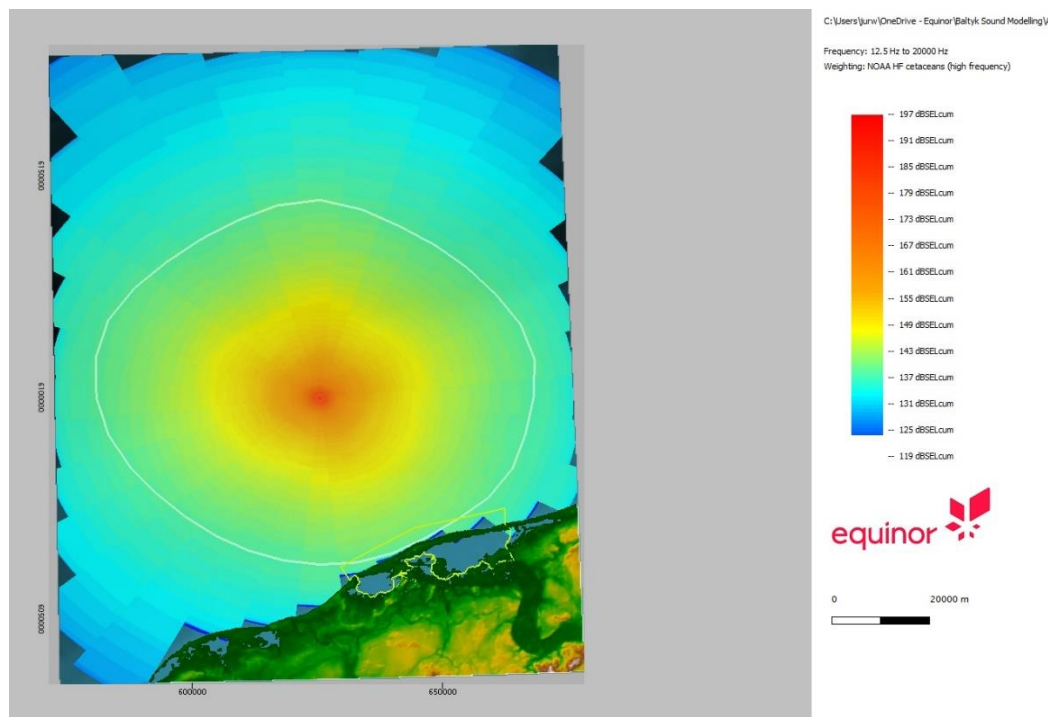
Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników modelowania wykonanego na potrzeby projektu MFW BII.

W wariantcie bez zastosowania działań łagodzących wartości progowe dla SPL_{peak} są przekraczane mniej niż 1000 m od źródła (Rysunek 6). Tym samym żadne z kryteriów progowych na granicy obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska nie zostało przekroczone.

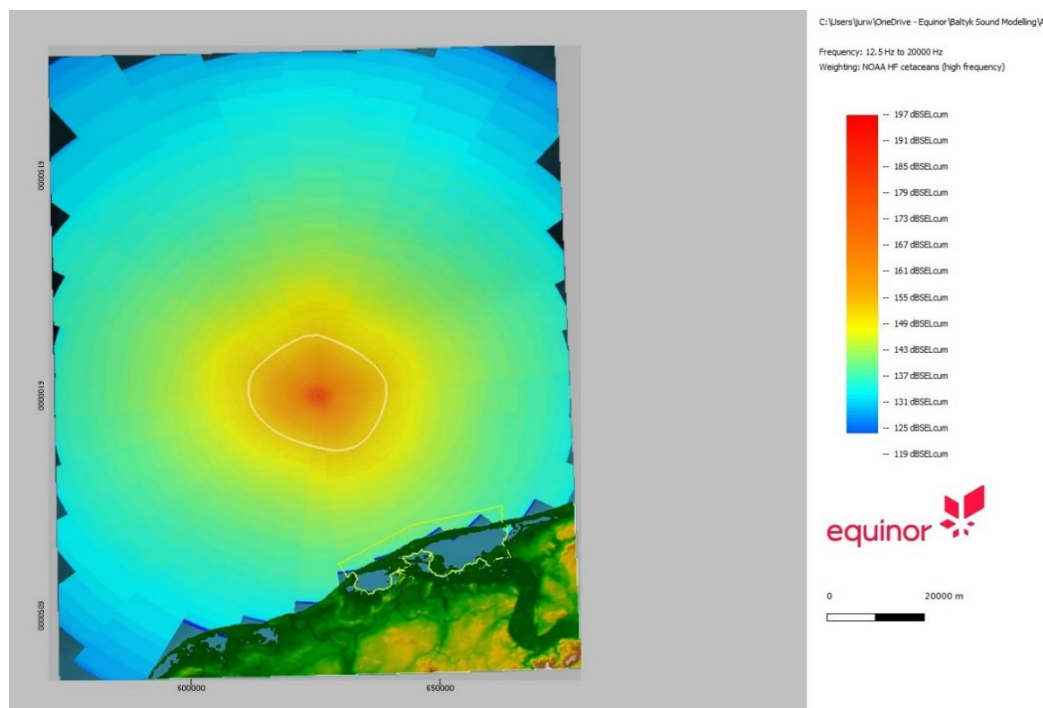
Wartości progowe dla TTS u waleni o bardzo wysokiej częstotliwości zostały przekroczone dla SEL_{cum24} na granicy obszaru Natura 2000 (rys. 3), ale nie został przekroczony poziom progowy dla PTS (rys. 4).

Wartość progowa dla TTS dla SELcum24 u fokowatych została osiągnięta bardzo blisko granicy obszaru Natura 2000 (Rysunek 5). Poziomy SPLpeak pokazano na rysunku 6.

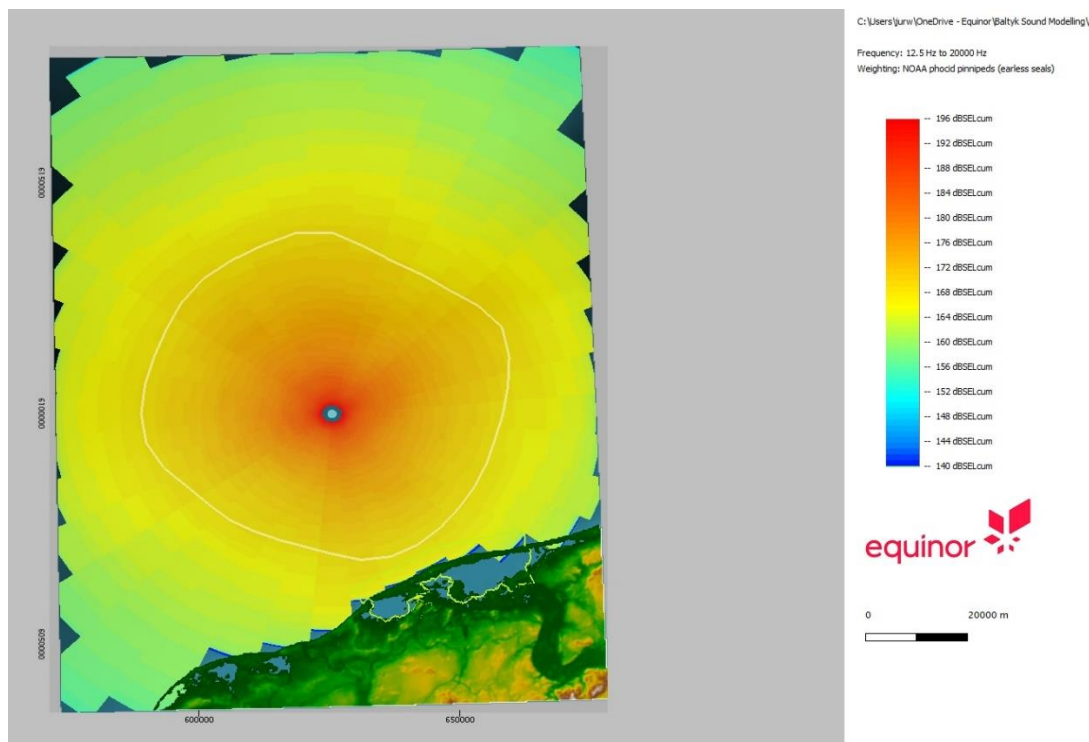
Rysunek 1 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 140dB dla waleni o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



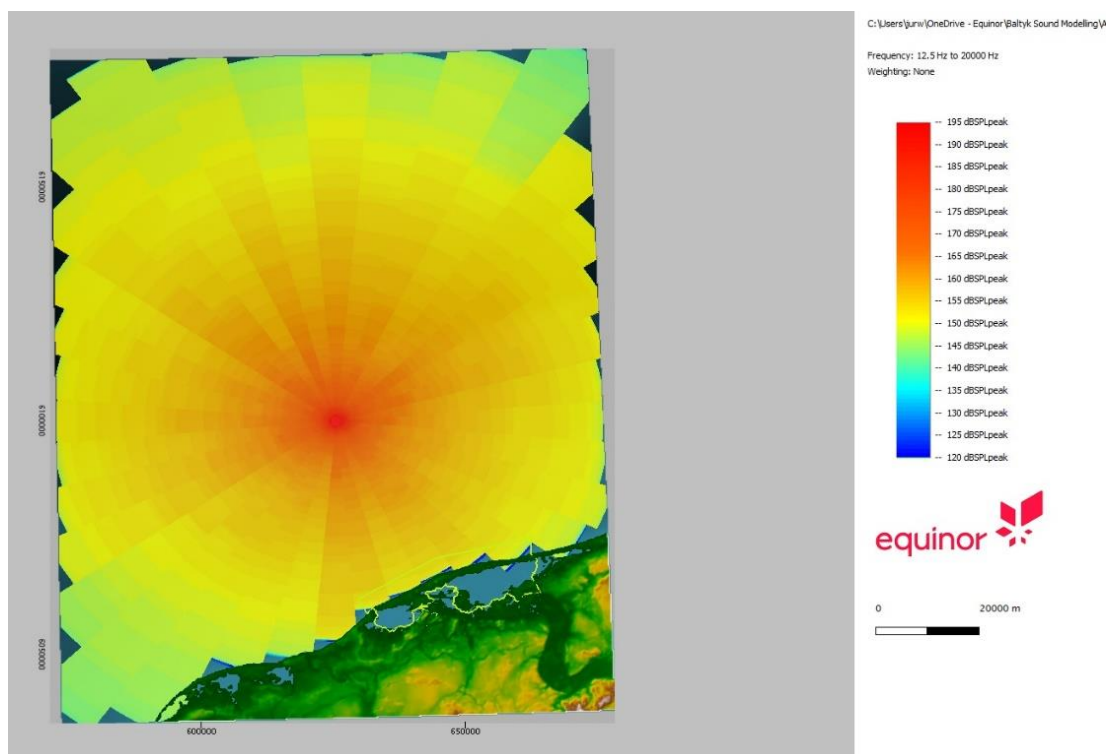
Rysunek 2 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom PTS 155dB dla waleni o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



Rysunek 3 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 170dB dla fokowatych (PW). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



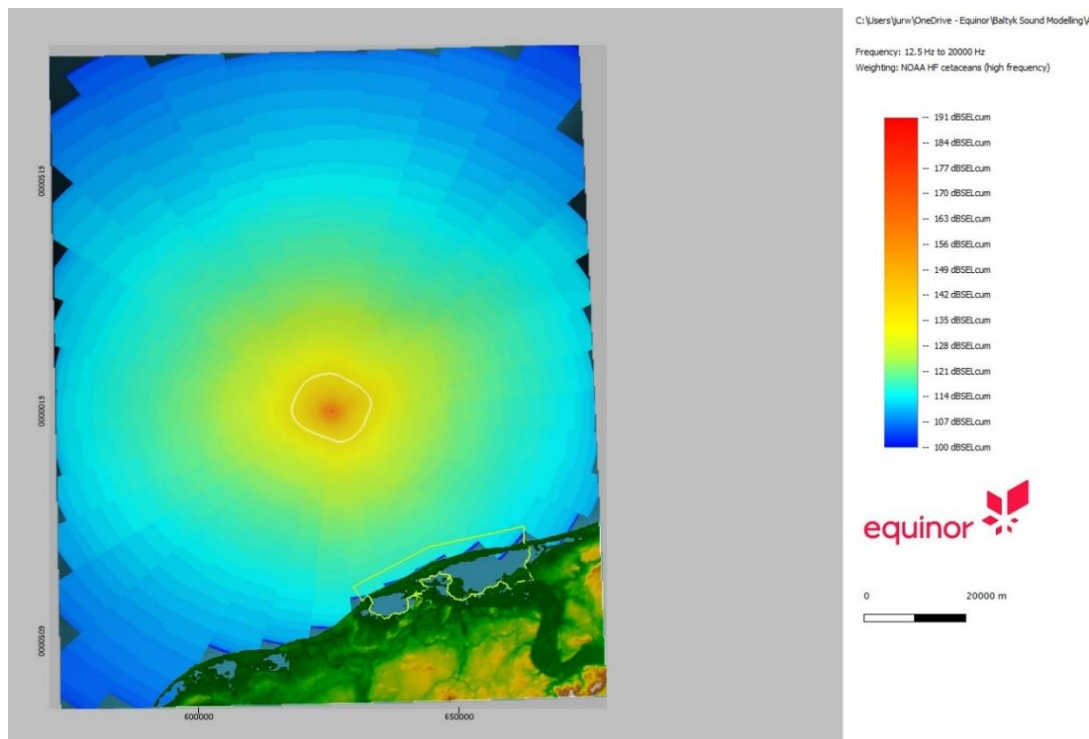
Rysunek 4 Wartości SPL_{peak} - monopala o średnicy 10m, 4500 kJ



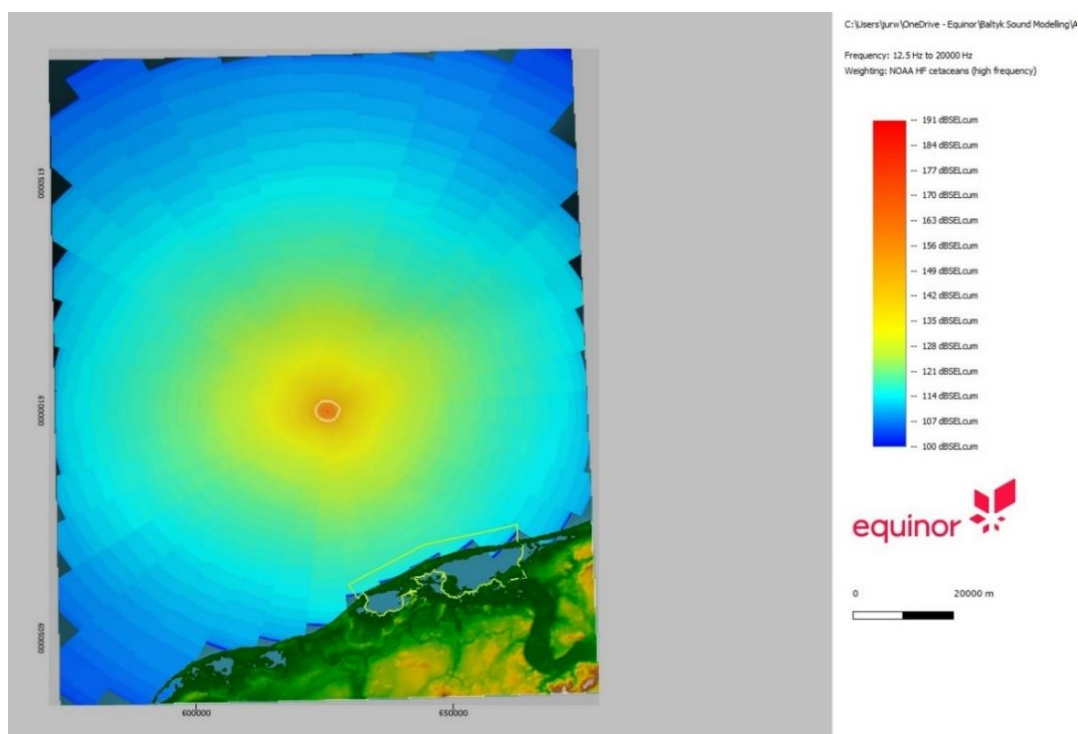
Wprowadzenie efektu tłumiącego w postaci jednej kurtyny bąbelkowej i odpowiednie obniżenie wartości SEL i SPL u źródła doprowadziło do sytuacji, w której żadna z wartości progowych nie została

przekroczona na granicy obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska (rysunek 7, Rysunek 8, Rysunek 9, Rysunek 10).

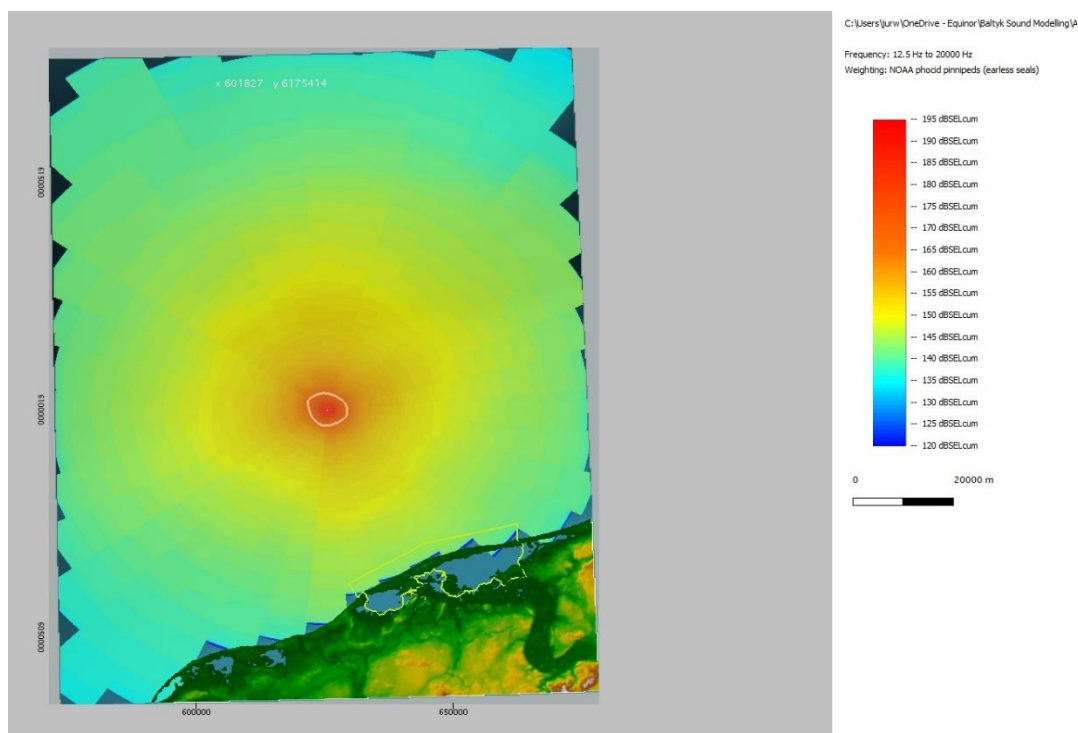
Rysunek 5 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 140dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



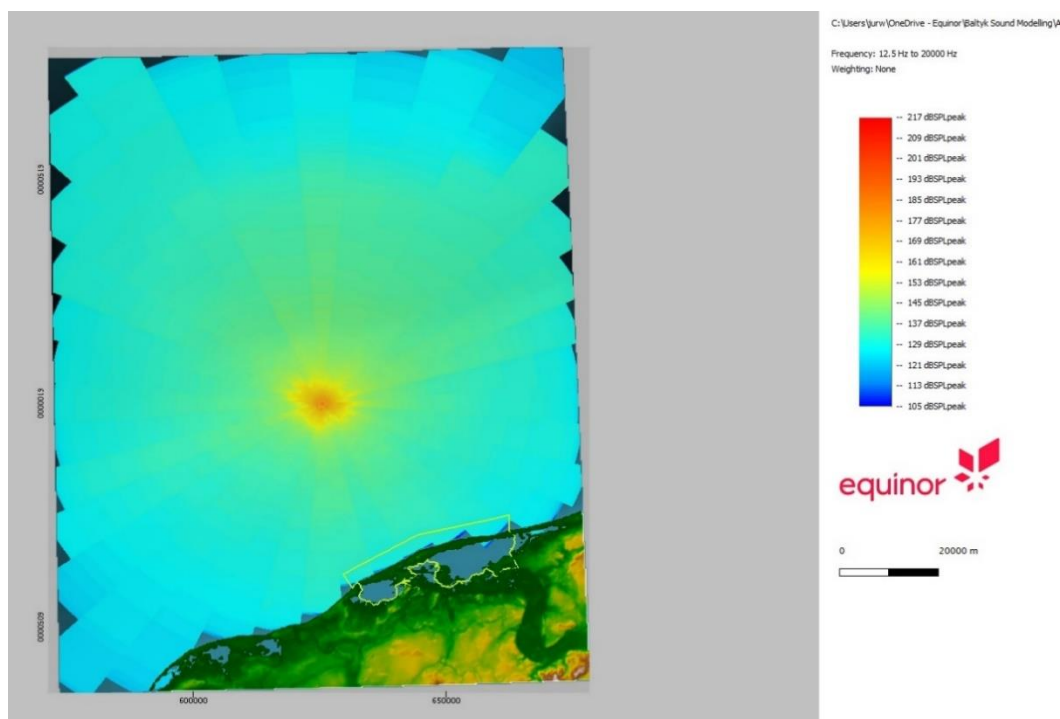
Rysunek 6 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom PTS 155dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



Rysunek 7 Monopół o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 170dB dla fokowatych (PW). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.



Rysunek 8 Wartości SPL_{peak} - monopół o średnicy 10m, 4500 kJ, zastosowana kurtyna bąbelkowa



W ramach przeprowadzonego modelowania obliczono też odległości od źródeł dźwięku (wbijanie pali) do punktu, w którym energia akustyczna (SEL) lub ciśnienie akustyczne (SPL) spadły poniżej odpowiednich wartości progowych. Do oceny posłużono się wartościami progowymi oddziaływania na morświny i foki, a odległości te odniesiono do obszaru Natura 2000 leżącego na południe od MFW BII (gdzie ssaki te są przedmiotem ochrony).

Strefy oddziaływania TTS o maksymalnej odległości 46 km od BII w przypadku morświnów i 34 km od BIII w przypadku fok wyraźnie przekraczały odległości do obszaru Natura 2000. Efekt złagodzenia modelowano przy założeniu jednej kurtyny bąbelkowej zmniejszającej wartości SEL o 11dB i wartości SPLpeak o 14dB. Przy zastosowaniu tego środka łagodzącego żaden z progów nie został przekroczony na granicy obszaru Natura2000 Ostoja Słowińska.

Należy oczywiście mieć na uwadze, iż modelowanie propagacji dźwięku obarczone jest pewną niepewnością, a określenie zasięgu oddziaływania z dokładnością do jednego metra nie jest wskaźnikiem takiej dokładności i precyzji wyników. Wyniki badania modelowego wskazują jednak, że przy zastosowaniu środków łagodzących żadna z wartości progowych dla potencjalnego wpływu na walenie i foki (TTS, PTS) nie zostanie przekroczona na granicy obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska. Obliczenia modelowe wykazały, że jedna kurtyna bąbelkowa wystarczy do osiągnięcia pożądanych rezultatów. Energia młota 4500 kJ również może być postrzegana jako najgorszy scenariusz, dlatego dodatkowe złagodzenie można osiągnąć, przy zastosowaniu mniejszej energii młota, jeśli to możliwe.

Przedstawione w Tabeli 1 oraz na rysunkach wyniki modelowania propagacji hałasu podwodnego z palowania fundamentu w obszarze zabudowy MFW BII z i bez zastosowania kurtyny bąbelkowej wskazują natomiast na dużą skuteczność tego rozwiązania w zmniejszaniu zasięgów oddziaływań hałasu na organizmy morskie. Należy przy tym zaznaczyć, że kurtyna bąbelkowa jest jedną z możliwych do zastosowania metod zmniejszania propagacji hałasu podwodnego podczas palowania fundamentów. Dobór ostatecznego rozwiązania minimalizującego oddziaływania hałasu podwodnego na środowisko morskie podczas budowy MFW BII powinien zostać dokonany z uwzględnieniem rodzaju i parametrów wybranych fundamentów i urządzeń służących do ich instalacji oraz logistyki tego procesu, jak również konieczności dotrzymania wartości progowych poziomu hałasu w odniesieniu do ssaków morskich na granicy obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.

Dodatkowo, biorąc pod uwagę, że przewidywane zasięgi oddziaływań hałasu podwodnego w postaci TTS i PTS u ssaków morskich i ryb z pojedynczego uderzenia są nawet o dwa rzędy wielkości mniejsze od zasięgów tych samych oddziaływań z wielokrotnego (skumulowanego) uderzenia (patrz Tabela 1), wnioskować można o skuteczności zastosowania procedury stopniowego rozpoczynania palowania (tzw. soft start) w ochronie tych grup organizmów.

4. Literatura i inne źródła

1. Sound Simulation Bałtyk II and III, Equinor 2020

5. Spis rysunków

<i>Rysunek 1 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 140dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>9</i>
<i>Rysunek 4 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom PTS 155dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>9</i>
<i>Rysunek 3 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 170dB dla fokowatych (PW). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>10</i>
<i>Rysunek 4 Wartości SPL_{peak} - monopal o średnicy 10m, 4500 kJ</i>	<i>10</i>
<i>Rysunek 5 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 140dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>11</i>
<i>Rysunek 6 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom PTS 155dB dla walenia o dużej wrażliwości na dźwięki o bardzo wysokiej częstotliwości (VHF). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>11</i>
<i>Rysunek 7 Monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, złagodzone o 11 dB dzięki kurtynie bąbelkowej, SELcum 16800 uderzeń. Biała linia wskazuje poziom TTS 170dB dla fokowatych (PW). Żółta linia przedstawia granicę obszaru Natura 2000 Ostoja Słowińska.</i>	<i>12</i>
<i>Rysunek 8 Wartości SPL_{peak} - monopal o średnicy 10m, 4500 kJ, zastosowana kurtyna bąbelkowa</i>	<i>12</i>