

Farma wiatrowa Triton

Powiadomienie zgodnie z konwencją z Espoo

Październik 2021



Operator

OX2 AB

Lilla Nygatan

Box 2299

103 17 STOCKHOLM

Numer organizacyjny: 556675-7497

Tanja Tränkle, kierowniczką projektu

Adres e-mail: tanja.trankle@ox2.com

Telefon: 070 149 90 66

Konsultacja

Structor Miljöbyrå Stockholm AB

Petra Adrup, koordynatorką merytoryczną ds. oddziaływania na środowisko

Adres e-mail: petra.adrup@structor.se

Telefon: 070 693 64 24

Pełnomocnictwo

Mannheimer Swartling Advokatbyrå

Madeleine Edqvist, adwokatką

Adres e-mail: madeleine.edqvist@msa.se

Informacje o projekcie

Nazwa projektu: Farma wiatrowa Triton

Raport: Farma wiatrowa Triton – powiadomienie zgodnie z konwencją z Espoo

Opracowanie: OX2, Structor Miljöbyrå oraz Aquabiota

Weryfikacja: Matilda Hagert

Zatwierdzenie: Tanja Tränkle

O powiadomieniu

Konwencja o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym, zwana konwencją z Espoo, to konwencja o ochronie środowiska obowiązująca w Europie, Kanadzie i Stanach Zjednoczonych, dotycząca współpracy w celu zapobiegania oddziaływaniu na środowisko w skali transgranicznej.

Zgodnie z konwencją z Espoo strona pochodzenia, która planuje realizację przedsięwzięcia o potencjalnie transgranicznym wpływie na środowisko, jest zobowiązana do powiadomienia i zaproszenia stron zainteresowanych (tzn. innych państw), które mogą zostać dotknięte przedsięwzięciem, do wzięcia udziału w procedurze sporządzania oceny oddziaływania na środowisko.

Niniejsze powiadomienie zostało przygotowane w celu przedstawienia ogólnego opisu projektu, obszaru działalności oraz wstępnych wniosków służących do opracowania oceny oddziaływania na środowisko zgodnie z konwencją z Espoo, która kładzie szczególny nacisk na oddziaływanie transgraniczne.

Spis treści

1. Podstawy opracowania	1
1.1. Wprowadzenie.....	1
1.2. Zapotrzebowanie na morskie elektrownie wiatrowe	2
1.3. Działalność OX2	3
2. Procedura wydawania pozwoleń zgodnie z prawem szwedzkim	4
3. Lokalizacja.....	5
4. Opis planowanego przedsięwzięcia.....	7
4.1. Planowane działania	7
4.2. Zakres i wykonanie	7
4.3. Działania realizowane na różnych etapach projektu	19
4.4. Wstępny harmonogram projektu.....	23
5. Zagrożenia i bezpieczeństwo	25
6. Opis obszaru.....	26
6.1. Warunki geologiczne i głębokość morza	26
6.2. Warunki hydrograficzne	27
6.3. Środowisko naturalne	28
6.4. Krajobraz.....	33
6.5. Dziedzictwo kulturowe	33
6.6. Zarządzanie zasobami naturalnymi.....	34
6.7. Klimat	36
6.8. Geologiczne składowanie dwutlenku węgla.....	36
6.9. Infrastruktura.....	37
7. Wstępna ocena oddziaływania na środowisko	41
7.1. Środowisko naturalne	41
7.2. Warunki geologiczne i cechy dna	46
7.3. Warunki hydrograficzne	46
7.4. Rekreacja i wypoczynek	46
7.5. Krajobraz.....	47
7.6. Dziedzictwo kulturowe	47
7.7. Rybołówstwo przemysłowe	47
7.8. Klimat	48

7.9.	Geologiczne składowanie dwutlenku węgla.....	48
7.10.	Zagrożenia i bezpieczeństwo.....	48
7.11.	Infrastruktura i proces planowania.....	49
7.12.	Oddziaływanie skumulowane.....	51
8.	Potencjalne oddziaływanie transgraniczne.....	52
8.1.	Ptaki.....	52
8.2.	Nietoperze.....	52
8.3.	Ssaki morskie.....	52
8.4.	Rybołówstwo.....	52
8.5.	Transport morski.....	53
8.6.	Transport lotniczy.....	53
8.7.	Obszary wojskowe.....	53
8.8.	Krajobraz.....	53
8.9.	Oddziaływanie skumulowane.....	53
9.	Bibliografia.....	54

Streszczenie

Firma OX2 AB jest jednym z czołowych europejskich podmiotów świadczących usługi w zakresie wielkoskalowej energetyki wiatrowej. Firma planuje utworzenie morskiej farmy wiatrowej w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji u południowego wybrzeża Skanii. Przewiduje się, że farma wiatrowa o nazwie Triton będzie produkować energię elektryczną na poziomie około 7,5 TWh na rok, co odpowiada zużyciu energii elektrycznej przez około 1,5 miliona gospodarstw domowych. Według planów farma będzie się składać łącznie z około 68–129 turbin wiatrowych oraz dodatkowego wyposażenia, np. stacji transformatorowych, podmorskich kabli i platform. Maksymalna wysokość całkowita turbin wiatrowych to około 370 m n.p.m.

Obszar realizacji projektu ma powierzchnię około 250 kilometrów kwadratowych i znajduje się w odległości około 22 km od południowego wybrzeża Skanii. Odległość między lokalizacją farmy wiatrowej a duńską wyspą Bornholm to około 37 km. Odległość między farmą a duńską wyspą Zelandia wynosi około 66 km. Farma wiatrowa będzie zlokalizowana około 47 km od niemieckiej wyspy Rugia oraz około 80 km od Niemiec kontynentalnych. Odległość pomiędzy farmą wiatrową a Polską wyniesie około 130 km, a odległość farmy od Obwodu kaliningradzkiego, rosyjskiej eksklawy, to około 375 km.

Zgodnie z konwencją z Espoo strona pochodzenia, która planuje realizację przedsięwzięcia o potencjalnie transgranicznym wpływie na środowisko, jest zobowiązana do powiadomienia i zaproszenia stron zainteresowanych (tzn. innych państw), które mogą zostać dotknięte przedsięwzięciem, do wzięcia udziału w procedurze sporządzania oceny oddziaływania na środowisko. Niniejsze powiadomienie zostało przygotowane w celu zaprezentowania ogólnego opisu projektu, obszaru działalności oraz wstępnych wniosków służących do opracowania oceny oddziaływania na środowisko, zgodnie z konwencją z Espoo, która kładzie szczególny nacisk na oddziaływanie transgraniczne.

Podsumowując główny wniosek niniejszego dokumentu należy stwierdzić, że oddziaływanie wywołane planowanym przedsięwzięciem szacuje się na ograniczone w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji, co oznacza, że ewentualne oddziaływanie transgraniczne również będzie miało niewielki zasięg.

Pojęcia i definicje

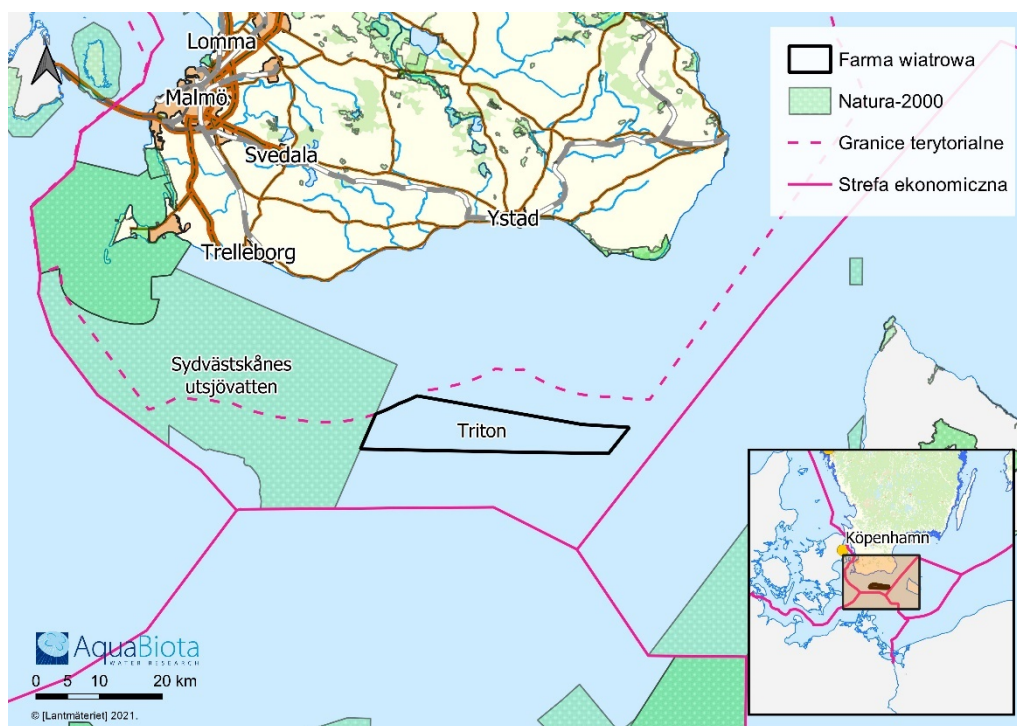
Aby ułatwić odbiorcom lekturę tekstu, sporządziliśmy wykaz pojęć wraz z definicjami, które wykorzystano do opisu planowanych działań, warunków realizacji projektu i spodziewanego oddziaływania na środowisko.

Moc	Energia przekształcona w jednostce czasu. Moc zainstalowana jest mierzona m.in. w kilowatach (kW) i wielokrotnościach tej jednostki: 1000 kW = 1 megawat (MW), 1000 MW = 1 gigawat (GW), 1000 GW = 1 terawat (TW).
Ocena oddziaływania na środowisko (OOŚ)	Dokument dołączany do wniosku o pozwolenie na budowę. Opisuje bezpośrednie i pośrednie oddziaływanie mające wpływ na zdrowie ludzi oraz środowisko i umożliwia zbiorczą ocenę konsekwencji, które mogą wystąpić na skutek planowanych działań.
Obszar realizacji projektu	Obszar, na którym planowana jest farma z turbinami wiatrowymi, stacjami transformatorowymi i wewnętrzną siecią kabli.
Korytarz kablowy	Obszar lub obszary, gdzie planowane jest ewentualne przeprowadzenie kabli przyłączeniowych farmy wiatrowej (określane także jako kable eksportowe), tj. kable, które służą do przesyłania wyprodukowanej energii elektrycznej z farmy do punktu lub punktów odbioru na lądzie.
Dokument konsultacyjny	Dokument zawierający informacje o planowanym projekcie, który w ujęciu ogólnym przedstawia skutki dla środowiska mogące powstać w związku z planowaną działalnością.
Środki zapobiegawcze	Środki zapobiegawcze to działania podejmowane w celu uniknięcia, zmniejszenia i usunięcia negatywnego oddziaływania na środowisko.
Wysokość całkowita	Wysokość piasty turbiny (wysokość wieży) plus długość łopaty wirnika. Innymi słowy jest to wysokość elektrowni wiatrowej mierzona do czubka łopaty wirnika w najwyższej pozycji.

1. Podstawy opracowania

1.1. Wprowadzenie

Firma OX2 AB (zwana dalej OX2) planuje budowę morskiej farmy wiatrowej w południowo-zachodniej części Morza Bałtyckiego (Cieśnina Bornholmska), na terenie wyłącznej strefy ekonomicznej Szwecji u południowych wybrzeży Skanii. Farma wiatrowa o nazwie Triton będzie graniczyć z obszarem Natura 2000 Sydvästskånes utsjövatten (Rysunek 1). Zasadniczym celem budowy farmy wiatrowej Triton jest produkcja energii elektrycznej z odnawialnego źródła, a tym samym wsparcie państwa szwedzkiego w realizacji polityki energetycznej i klimatycznej oraz zaopatrzenie gospodarstw i przemysłu, głównie w południowej Szwecji, w konkurencyjną cenowo energię elektryczną. Po skończeniu budowy farma Triton ma potencjał, by rocznie produkować energię na poziomie około 7,5 TWh. Odpowiada to rocznemu zużyciu energii elektrycznej przez około 1,5 miliona gospodarstw domowych¹.



Rysunek 1. Poglądowa lokalizacja farmy wiatrowej Triton.

Farma wiatrowa wymaga wydania pozwoleń, zgodnie z ustawą o wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji (SEZ) oraz ustawą o szelfie kontynentalnym (KSL). Z uwagi na to, że farma graniczy z obszarem Natura 2000 i stanowi potencjalne ryzyko wpływu na ten obszar, firma OX2 będzie się także ubiegać o pozwolenie na budowę farmy na obszarze Natura 2000 na mocy § 28a rozdziału 7 Miljöbalken (1998:808) (Kodeks Ochrony Środowiska).

¹ Przy założeniu, że zużycie energii elektrycznej na jedno gospodarstwo wynosi 5000 kWh rocznie.

1.2. Zapotrzebowanie na morskie elektrownie wiatrowe

Zgodnie z celami szwedzkiej polityki energetycznej, energia elektryczna produkowana w Szwecji powinna najpóźniej w 2040 r. pochodzić w 100% z odnawialnych źródeł, a do roku 2045 kraj powinien osiągnąć zerową emisję gazów cieplarnianych netto. W celu sprostania wyzwaniom rozwijającego się rynku, coraz więcej firm i przedsiębiorstw przemysłowych dostrzega konieczność przejścia na bezemisyjną produkcję. Następstwem tego są zwiększone inwestycje w technologie bezemisyjne używane na wielką skalę oraz zakłady produkcyjne takie, jak bezemisyjne fabryki stali, co powoduje wzrost popytu na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych oraz wodór wytwarzany za pomocą takiej energii. Coraz większa elektryfikacja obszarów życia codziennego społeczeństwa, przemysłu i branży transportowej również wiąże się z większym zapotrzebowaniem na energię elektryczną. Według prognoz, zapotrzebowanie na energię elektryczną w Szwecji wzrośnie do 200–310 TWh rocznie (w 2045 lub 2050 r. w zależności od przyjętego scenariusza). Obecne zapotrzebowanie wynosi około 140 TWh rocznie. Ponadto, wiele z obecnie działających elektrowni zbliża się do końca okresu eksploatacji, dlatego potrzebne jest stworzenie nowych zakładów produkujących energię elektryczną. W południowej Szwecji następuje spadek produkcji energii elektrycznej, między innymi w związku z wyłączeniem z użytku reaktorów jądrowych. Jednocześnie możliwości zaopatrywania tego regionu w energię elektryczną ze źródeł odnawialnych, produkowaną w północnej Szwecji, są ograniczone z powodu niewystarczającej wydajności sieci przesyłowej oraz rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych na północy kraju.

Ze wszystkich dostępnych źródeł energii to energetyka wiatrowa jest najbardziej opłacalna i ma największy potencjał, by zaspokoić rosnące zapotrzebowanie na konkurencyjną cenowo energię elektryczną. Wszystkie nowe elektrownie mierzą się z pewnymi trudnościami. Budowa kolejnej, wielkoskalowej elektrowni wiatrowej na terenie południowej Szwecji jest utrudniona ze względu na dużą gęstość zaludnienia i rywalizację o zagospodarowanie terenu. Największe możliwości zwiększenia wydajności, a jednocześnie możliwie najlepszego wykorzystania istniejącej sieci elektroenergetycznej, ma morska elektrownia wiatrowa w okolicy południowego wybrzeża Szwecji. W porównaniu z lądowymi farmami wiatrowymi morskie elektrownie wiatrowe mogą być budowane przy użyciu większych turbin o wyższej mocy. Warunki do rozwoju morskiej energetyki wiatrowej są lepsze, ponieważ prędkość wiatru jest wyższa, a wiatry wieją w bardziej przewidywalny sposób, co przekłada się na stabilniejszą i wydajniejszą produkcję energii elektrycznej.

Morska energetyka wiatrowa może się w znacznym stopniu przyczynić do zastąpienia wykorzystywanych w przemyśle paliw kopalnych odnawialnymi źródłami energii. Energia elektryczna produkowana w elektrowni wiatrowej może służyć nie tylko do bezpośredniego zaspokojenia zapotrzebowania na energię, lecz także do produkcji wodoru lub e-paliw (np. amoniaku, metanolu) używanych w przemyśle, transporcie morskim czy rolnictwie. Rozwój tych rozwiązań i zastosowanie ich na większą skalę nabiera tempa w Szwecji i na całym świecie. Morskie farmy wiatrowe mogą także przyczynić się do stabilniejszych i bezpieczniejszych dostaw energii elektrycznej w przyszłości, stanowiąc geograficzne węzły wykorzystywane do połączeń sieciowych między państwami. W ten sposób morska farma wiatrowa może wspomóc transformację energetyczną oraz elektryfikację obszarów życia społeczeństwa, przemysłu i branży transportowej. Odgrywa ona także ważną rolę w umacnianiu i rozwoju konkurencyjnego biznesu w południowej części kraju.

1.3. Działalność OX2

Firma OX2 rozwija i sprzedaje farmy wiatrowe i słoneczne, a jej działalność przyczynia się do transformacji energetycznej i przejścia na system energetyczny oparty na źródłach odnawialnych. Po 16 latach działań w sektorze wielkoskalowych, lądowych farm wiatrowych i zrealizowaniu inwestycji, o całkowitej mocy na poziomie 2,5 GW w Szwecji, Finlandii, Polsce i Norwegii, firma OX2 zajmuje czołową pozycję na rynku i może pochwalić się imponującym portfelem projektów. W latach 2014–2020 firma OX2 zrealizowała więcej farm wiatrowych w Europie niż jakikolwiek inny operator. Firma OX2 ma oddziały w Szwecji, Finlandii, Polsce, Francji, na Litwie, w Norwegii, Hiszpanii, Włoszech i Rumunii, a jej główne biuro znajduje się w Sztokholmie. Obrót firmy w 2020 r. wyniósł 5,2 miliarda koron. Firma OX2 jest notowana na giełdzie Nasdaq First North Premier Growth Market.

2. Procedura wydawania pozwoleń zgodnie z prawem szwedzkim

Do budowy i użytkowania elektrowni wiatrowej wraz ze związanymi z nią obiektami, w tym obiektami do produkcji i magazynowania wodoru, w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji wymagane jest otrzymanie pozwolenia od szwedzkiego rządu, zgodnie z ustawą o wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji (1992:1140).

Pozwolenie rządu jest wymagane również na mocy ustawy o szelfie kontynentalnym [Lag (1966:314) om kontinentalsockeln, KSL], aby móc ułożyć kable podmorskie i rurociągi na obszarze szelfu kontynentalnego, w tym kable podmorskie znajdujące się na terenie farmy wiatrowej i łączące jej wewnętrzną sieć z lądem oraz rurociągi do transportu wodoru.

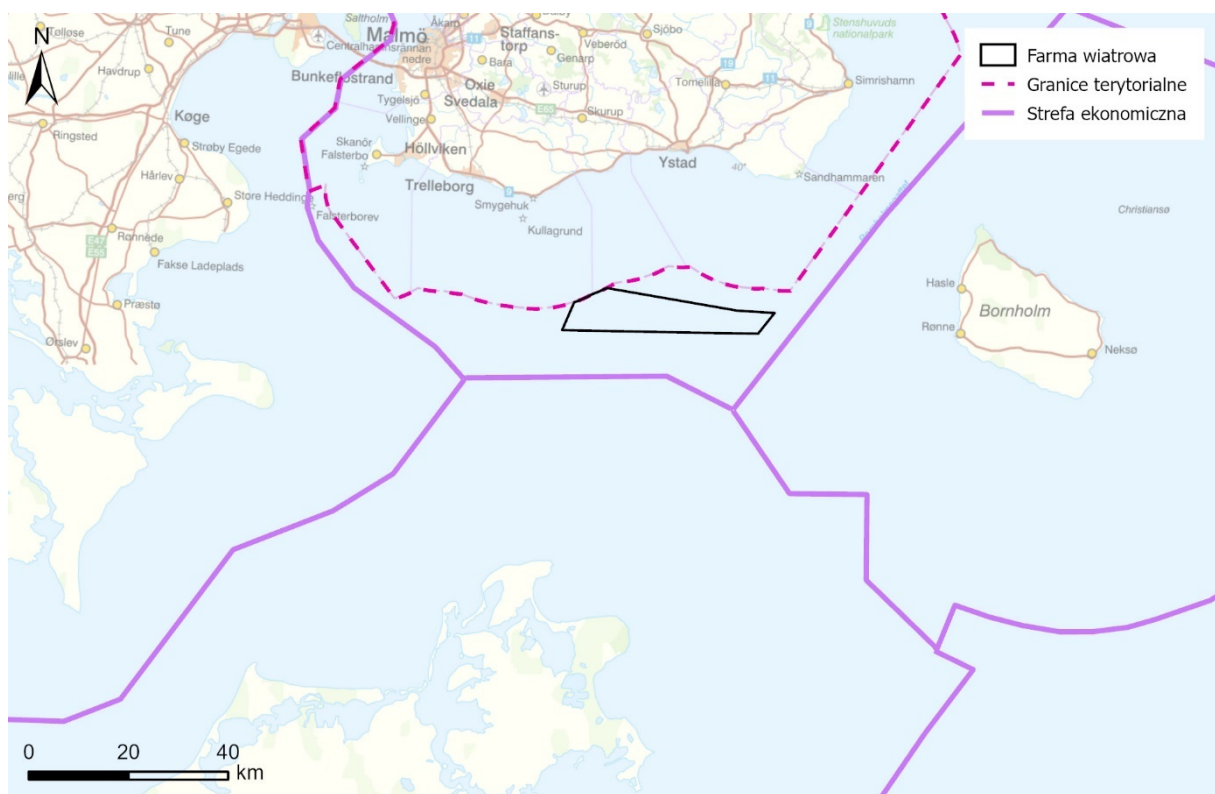
Do realizacji planowanych czynności na szwedzkim terytorium, tj. położenia kabli oraz rurociągów w celu połączenia farmy wiatrowej z punktem lub punktami odbioru na lądzie, wymagane jest także pozwolenie zgodnie z Kodeksem Ochrony Środowiska [Miljöbalken (1998:808)], ustawą o energii elektrycznej [Ellagen (1997:857)] i ustawą o rurociągach [Rörledningslagen (1978:160)].

Prowadzenie działań i przedsięwzięć, które mogą w znaczący sposób wpłynąć na obszary Natura 2000, wymaga specjalnego pozwolenia na prace na takim obszarze na mocy § 28a rozdziału 7 Miljöbalken (Kodeks Ochrony Środowiska). W przypadku przedsięwzięć podejmowanych w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji za wydanie pozwolenia odpowiada Länsstyrelsen (zarząd regionalny) znajdujący się w najbliższej odległości od planowanego przedsięwzięcia. W przypadku tego projektu jest to Länsstyrelsen w regionie Skanii.

Na mocy konwencji z Espoo z uwagi na możliwe oddziaływanie transgraniczne kraje ościenne muszą zostać poinformowane o planowanym przedsięwzięciu i należy przeprowadzić konsultacje projektu.

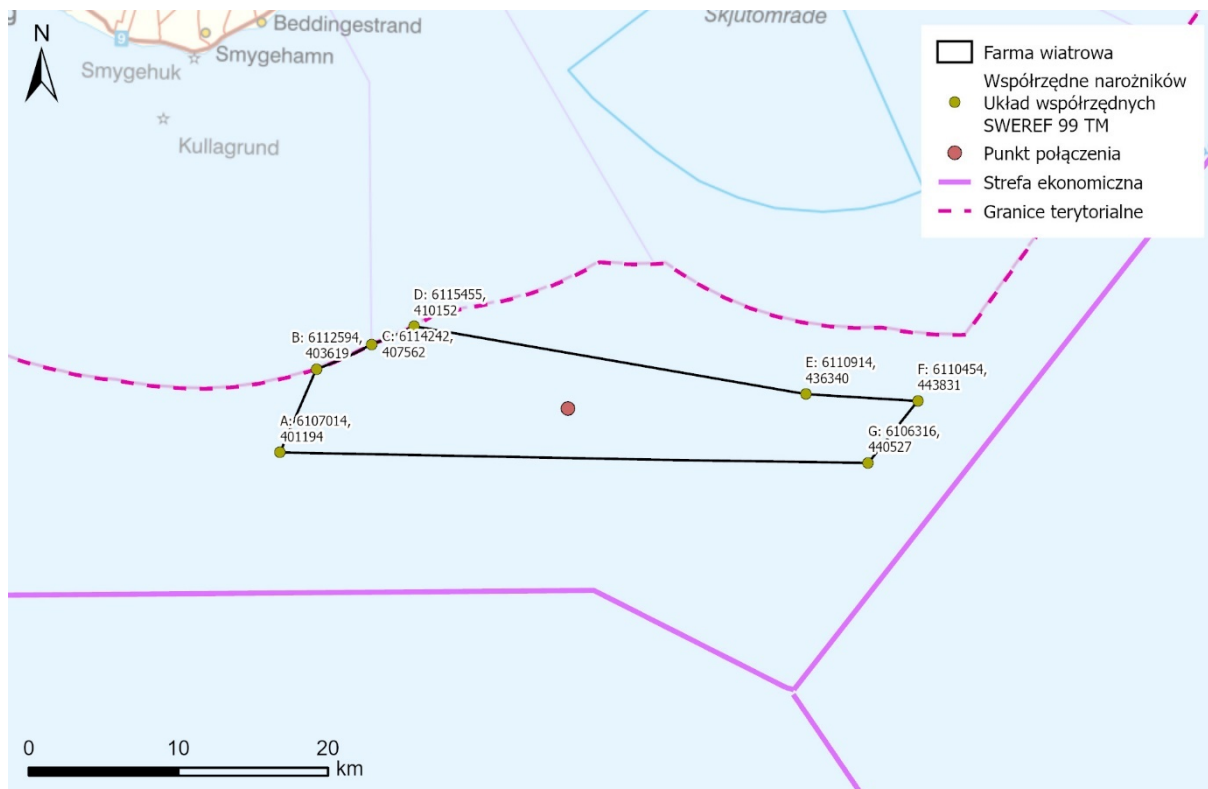
3. Lokalizacja

Planowana farma wiatrowa Triton jest zlokalizowana w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji w południowo-zachodniej części Morza Bałtyckiego, zob. Rysunek 2. Oceniono, że obszar ten ma korzystne warunki do budowy elektrowni wiatrowej, ponieważ średnia prędkość wiatru na tym terenie wynosi około 9,5 m/s (na wysokości 100 m n.p.m.), a obszar inwestycji to otwarte morze. Planowana farma wiatrowa znajdzie się w odległości około 30 km na południe od miasta Ystad, a najbliższe zabudowania, czyli Beddingestrand oraz Smygehamn na południowym wybrzeżu Skanii, będą oddalone od farmy o około 22 km. Obszar farmy zajmuje powierzchnię około 250 km². Głębokość morza na tym terenie wynosi 43–47 m.



Rysunek 2. Lokalizacja farmy wiatrowej Triton.

Odległość pomiędzy lokalizacją planowanej farmy wiatrowej Triton a wyspą Bornholm (należącą do Danii) wynosi około 37 km, mierząc od wschodniego krańca farmy. Odległość między lokalizacją farmy wiatrowej a duńską wyspą Zelandia to około 66 km. Farma wiatrowa będzie zlokalizowana około 47 km od niemieckiej wyspy Rugia oraz około 80 km od Niemiec kontynentalnych. Odległość pomiędzy farmą wiatrową a Polską wyniesie około 130 km, a odległość farmy od Obwodu kaliningradzkiego, rosyjskiej eksklawy, to około 375 km.



Rysunek 3. Współrzędne farmy naniesione na wierzchołki obszaru realizacji projektu.

Tabela 1. Współrzędne wierzchołków obszaru realizacji farmy Triton (system SWEREF99TM).

Punkt	Wschód (SWEREF99TM)	Północ (SWEREF99TM)
A	403619	6112590
B	407304	6114240
C	410152	6115460
D	401194	6107010
E	436340	6110910
F	443831	6110450
G	440527	6106320

4. Opis planowanego przedsięwzięcia

4.1. Planowane działania

Moc zainstalowana planowanej farmy wiatrowej Triton wyniesie około 1800 MW. Na farmie znajdzie się około 68–129 turbin w zależności od ich rozmiaru. Turbiny osadza się na fundamencie i łączy ze sobą za pomocą wewnętrznej sieci kabli, która podłącza turbiny do jednej lub więcej stacji transformatorowych. Jedno lub kilka połączeń kablowych będzie służyć do przesyłania wyprodukowanej energii elektrycznej z właściwej stacji transformatorowej do punktu odbioru na lądzie. Ponadto, farma może zostać wyposażona w jeden lub kilka masztów do pomiarów meteorologicznych oraz boje do pomiarów parametrów fal i prądów morskich. W obrębie farmy wiatrowej może także zostać wybudowana platforma mieszkalna oraz platforma np. do magazynowania i/lub konwersji energii.

Punkt(y) przyłączenia farmy wiatrowej Triton do sieci elektroenergetycznej nie są w tej chwili znane, ponieważ nie zostały one wyznaczone przez szwedzkiego operatora systemu energetycznego Svenska kraftnät. W projekcie analizowane są najbardziej optymalne punkty odbioru, a do rozważanych lokalizacji należą gminy Ystad, Trelleborg, Svedala oraz Kävlinge. Pod uwagę brane są także punktu odbioru w innych gminach.

Zwiększająca się liczba elektrowni wiatrowych w północnoeuropejskim systemie elektroenergetycznym wymaga znalezienia rozwiązań, które pomogą sprostać wyzwaniom związanym z nierównomierną produkcją oraz koniecznością bilansowania, regulacji i magazynowania energii o większym wolumenie. Z tego powodu, jako uzupełnienie tradycyjnego systemu połączeń sieciowych, firma OX2 bada możliwości budowy platform do magazynowania i/lub konwersji energii. Ma to na celu wdrożenie rozwiązań technologicznych, które umożliwiłyby przekształcanie wyprodukowanej energii elektrycznej w e-paliwa, takie jak wodór i amoniak oraz zastosowanie innych rozwiązań w zakresie magazynowania energii. Obecnie trwają prace nad rozwojem takich technologii. Dzięki produkcji wodoru energia może być magazynowana i transportowana za pomocą rurociągów na obszarze realizacji projektu oraz na ląd, co umożliwia skuteczne magazynowanie energii, poprawia stabilność systemu elektroenergetycznego i może stanowić alternatywę lub uzupełnienie systemu połączeń sieciowych.

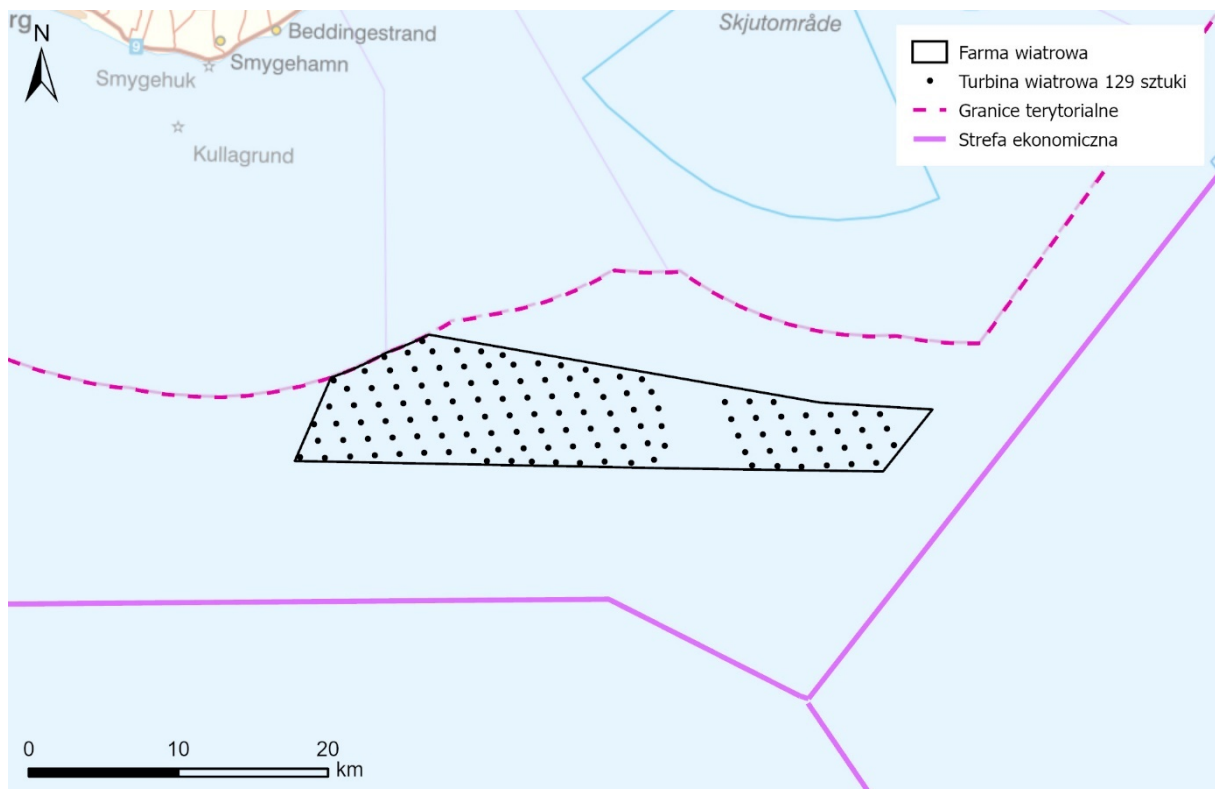
4.2. Zakres i wykonanie

Procedura wydawania pozwoleń oraz proces budowy morskiej farmy wiatrowej są długotrwałe (zob. wstępny harmonogram prac w rozdziale 4.4). W tym samym czasie ma miejsce szybki i stały rozwój technologiczny, dzięki czemu sukcesywnie zwiększa się dostępność tańszych i bardziej ekologicznych technologii. W ostatnich latach dostawcy nieustannie zwiększali wymiary wirnika, powiększając jego średnicę ze 170 metrów do ponad 235 metrów. Umożliwia to zwiększenie produkcji energii elektrycznej i wydajniejsze wykorzystanie powierzchni farmy. Szacuje się, że w okolicy roku 2030 średnica wirnika może wynieść do 340 metrów.

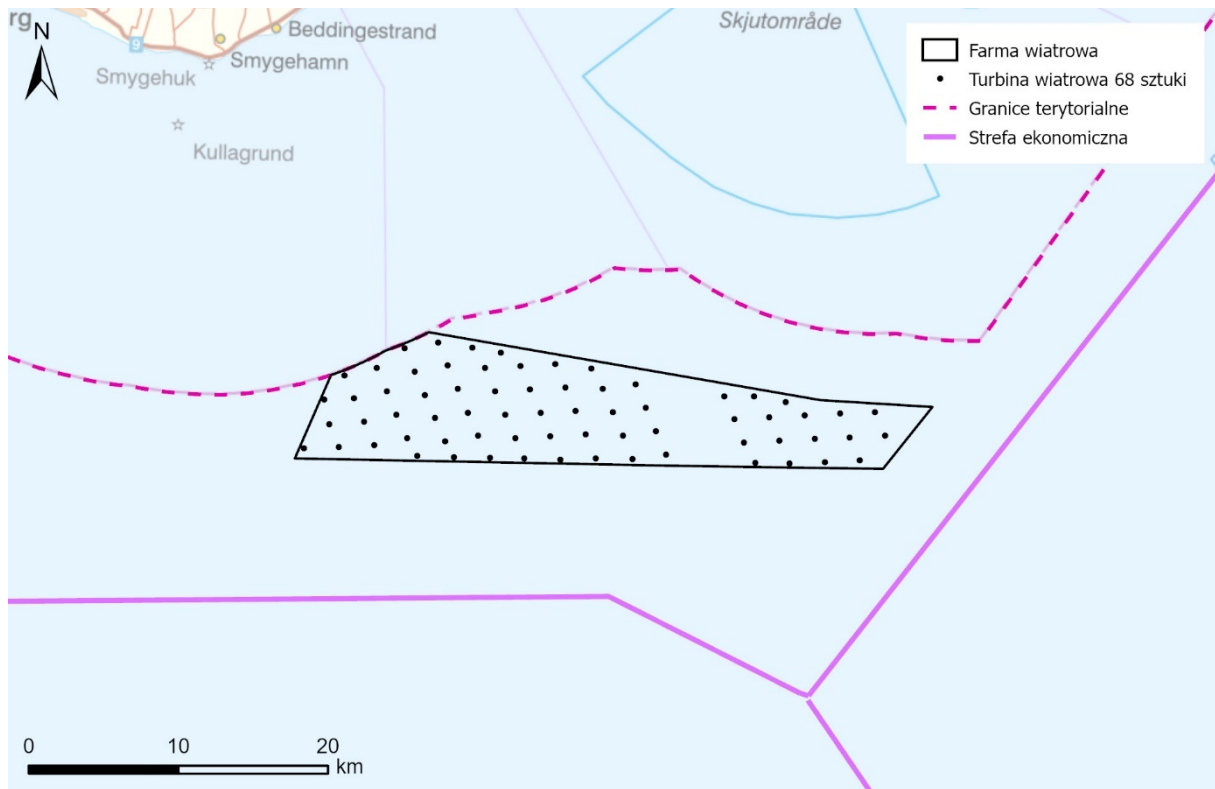
Projekt farmy wiatrowej, w tym położenie kabli, stacji transformatorowych i ewentualnych innych platform zostanie dostosowany do warunków miejsca po uwzględnieniu m.in. wiatru, klimatu, fal, prądów morskich,

oddziaływania na środowisko oraz właściwości geologicznych. Ostateczny sposób realizacji farmy wiatrowej jest zatem uzależniony od tego, jakie możliwości technologiczne będą dostępne w momencie składania zamówień i budowy oraz od tego, jakie rozwiązania będą najlepsze pod kątem produkcji energii elektrycznej. Od rozmiaru i liczby turbin wiatrowych zależy, jakie opcje zostaną wzięte pod uwagę po uwzględnieniu warunków wietrzności na obszarze realizacji projektu.

Rysunek 4 i Rysunek 5 poniżej przedstawiają dwa przykładowe schematy farmy Triton z uwzględnieniem mniejszych i większych turbin. Maksymalna liczba turbin wiatrowych wyniesie 129 sztuk. Na schematach pokazano rozmieszczenie turbin w obszarze realizacji projektu. Należy podkreślić, że schematy są jedynie przykładowe, a farma może mieć ostatecznie inny kształt.



Rysunek 4. Przykładowy schemat ze 129 turbinami o mocy 15 MW każda.

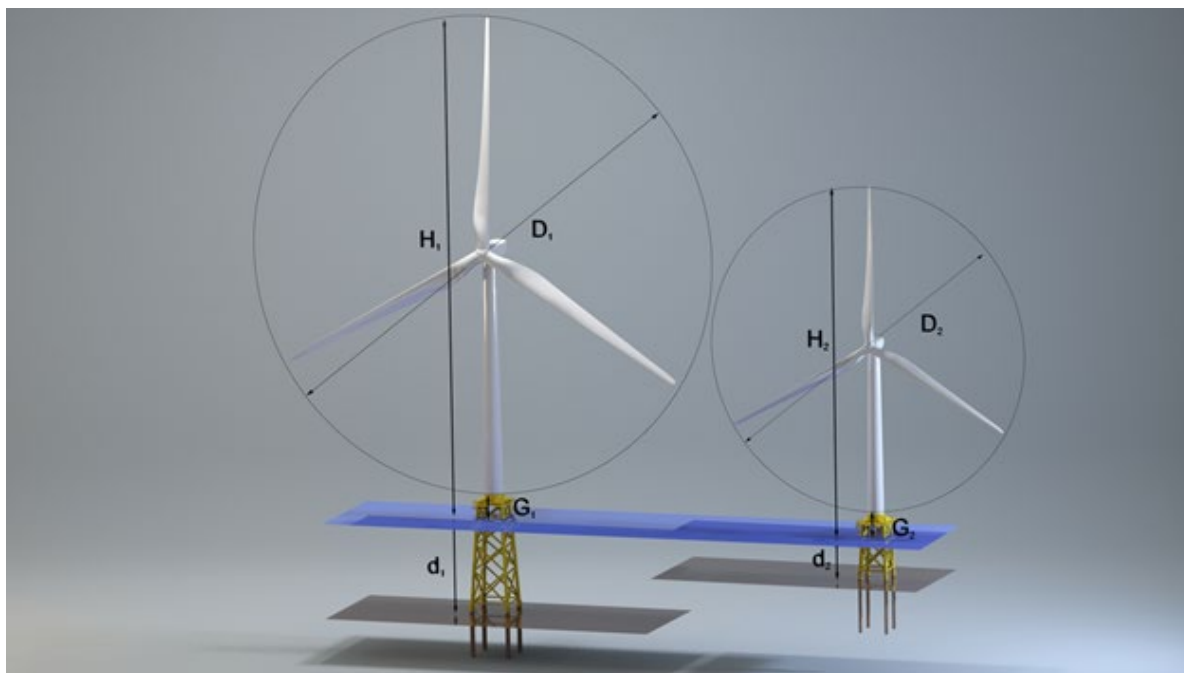


Rysunek 5. Przykładowy schemat z 68 turbinami o mocy 25 MW każda.

4.2.1. Turbiny wiatrowe

Turbiny wiatrowe mogą mieć pionową lub poziomą oś obrotu z dwiema lub trzema łopatomy wirnika. Najwcześniej opracowany i najczęściej spotykany typ to turbiny trzyłopatowe o osi poziomej.

Wybór modelu turbiny dla farmy wiatrowej Triton zostanie dokonany w późniejszej fazie realizacji projektu po uwzględnieniu uwarunkowań obszaru i rozwoju technologicznego. Model, który prawdopodobnie zostanie wybrany, to tradycyjna turbina z trzema łopatomy o poziomej osi obrotu. Przewidywana średnica wirnika będzie wynosić 240–340 m, a maksymalna wysokość całkowita turbiny osiągnie 370 m n.p.m. Prześwit między końcówką łopaty w najniższym położeniu a lustrem wody wyniesie około 20–30 m. Rysunek 6 przedstawia przykładowe wymiary morskiej turbiny wiatrowej.



Rysunek 6. Przykładowa turbina wiatrowa. D = średnica wirnika, H = wysokość całkowita, G = prześwit, d = głębokość wody.

Tabela 2. Przykładowe wymiary turbiny wiatrowej.

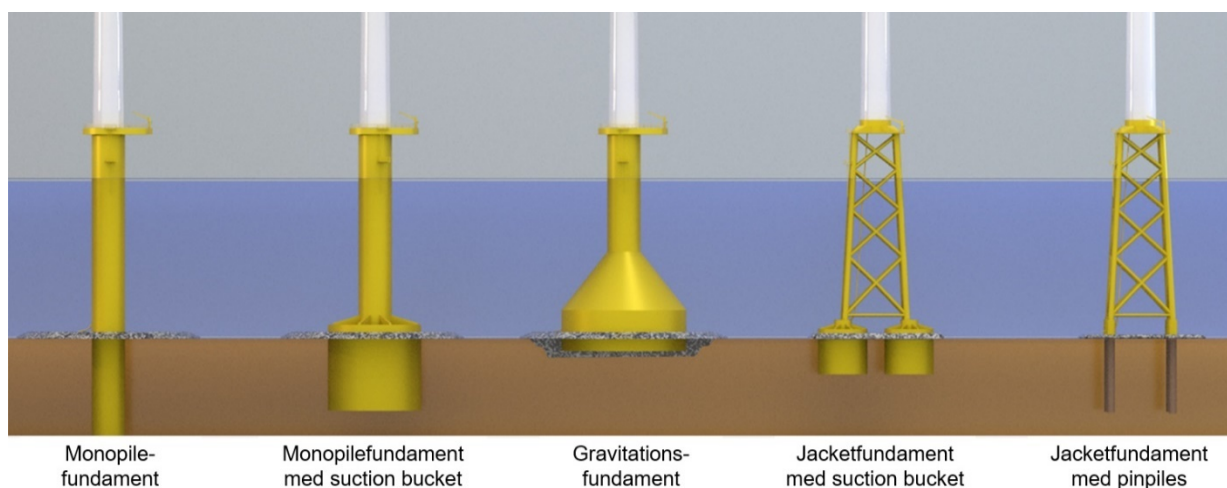
	Przykład 1	Przykład 2
Moc turbiny wiatrowej	25 MW	15 MW
Średnica wirnika D (m)	340	240
Wysokość całkowita H (m)	370	270
Prześwit G (m)	20–30	20–30
Liczba turbin wiatrowych	68	129

Łopaty turbiny wiatrowej są najczęściej wykonane głównie z włókna szklanego lub kompozytów polimerowych wzmocnianych włóknem węglowym, z kolei na wieżę składają się zwykle sekcje z rur stalowych. Przewiduje się, że turbina będzie w stanie produkować energię elektryczną przy prędkości wiatru zaczynającej się od około 3 m/s, a maksymalny poziom produkcji osiągnie przy prędkości wiatru 10–14 m/s. Jeśli prędkość wiatru przekroczy 30 m/s, nastąpi wyłączenie turbiny, która automatycznie uruchomi się ponownie, gdy prędkość wiatru zmaleje.

Turbiny wiatrowe oraz maszty pomiarowe zostaną wyposażone w oznaczenia dla transportu lotniczego i morskiego, zgodnie z obowiązującymi regulacjami, m.in. przepisami i zaleceniami Transportstyrelsen (TSFS 2020:88) (szwedzkiej Agencji ds. Transportu), dotyczącymi oznakowania przedmiotów stanowiących zagrożenie dla ruchu lotniczego. Ponadto, zostaną przeprowadzone konsultacje z Transportstyrelsen oraz Sjöfartsverket (Szwedzki Urząd Morski).

4.2.2. Fundamenty

Dobór fundamentu jest uzależniony od wielu różnych czynników: głównie od modelu turbiny wiatrowej, głębokości wody, uwarunkowań geologicznych, działania wiatru i fal oraz względów środowiskowych i kosztów. Na podstawie technologii dostępnych obecnie oraz uwarunkowań geologicznych na obszarze realizacji projektu zakłada się, że możliwe jest wykorzystanie trzech rodzajów fundamentów: fundamentów grawitacyjnych, monopali oraz fundamentów kratownicowych, zwanych dalej fundamentami typu jacket. Te trzy podstawowe rodzaje mogą być także połączone w jeden fundament hybrydowy. Do posadowienia fundamentów typu jacket można użyć pali lub kesonów zasysających (tzw. suction buckets). Keson zasysający może być także używany do mocowania monopala (określanego wtedy mianem monobucket). Przykłady różnych rodzajów fundamentów przedstawia Rysunek 7. Orientacyjne wymiary fundamentów zostaną podane w ocenie oddziaływania na środowisko.



Rysunek 7. Przykłady różnych rodzajów fundamentów.

Na górze fundamentu montuje się zazwyczaj element przejściowy (tzw. transition piece), na którym mocuje się wieżę. Na dnie morskim bezpośrednio przy fundamentach wykonywane jest zabezpieczenie przed erozją, które zapewnia ochronę przed efektem wypłukiwania dna morskiego wokół fundamentów. Konieczność zastosowania zabezpieczenia przed erozją jest uzależniona od działania fal, prądów morskich i rodzaju osadów dennych. Najpopularniejsze zabezpieczenie przed erozją to warstwa kamieni, żwiru i piasku o różnej ziarnistości, którą układa się wokół podstawy fundamentu.

Poniżej znajduje się krótki opis rodzajów fundamentów, które mogą zostać wykorzystane na farmie wiatrowej Triton.

Fundament grawitacyjny

Fundament grawitacyjny to duża konstrukcja posadowiona na dnie morskim, która dzięki swoim rozmiarom i masie utrzymuje turbinę w pozycji pionowej. Fundament grawitacyjny to najczęściej betonowy keson lub stalowy zbiornik wypełniany balastem. Takie fundamenty są stawiane na płaskim dnie, a ich zastosowanie

jest bardziej odpowiednie w przypadku podłoża o dużej nośności i przy mniejszej głębokości wody. Na większej głębokości wody konieczne jest stosowanie większych i cięższych konstrukcji, zwłaszcza jeśli weźmiemy pod uwagę coraz większe rozmiary turbin wiatrowych. Przed montażem należy przygotować dno morskie, bagrując je i kładąc warstwę nośną, aby wyrównać podłoże. Bagrowanie polega na wykonaniu wgłębienia w dnie morskim. W razie wystąpienia dużych głazów może być konieczne ich usunięcie. Po zakończeniu pogłębienia kładziona jest płaska warstwa kruszywa, na której posadawiany jest fundament. Gdy warstwa kruszywa zostanie ułożona, dźwig pływający posadawia fundament grawitacyjny na dnie, gdzie wypełniany jest balastem.

Szacuje się, że średnica dolnej części fundamentów grawitacyjnych na farmie wiatrowej Triton wyniesie maksymalnie 45 m. Wokół fundamentu wykonuje się zabezpieczenie przed erozją.



Rysunek 8. Fundament grawitacyjny. Ilustracja COWI

Monopal

Monopal składa się z prostego cylindra stalowego („pile”) osadzanego głęboko w dnie morskim poprzez palowanie lub wiercenie, ewentualnie palowanie połączone z wierceniem. Średnica fundamentu oraz głębokość posadowienia są obliczane na podstawie masy turbiny wiatrowej, uwarunkowań geotechnicznych, głębokości wody oraz działania wiatru i fal morskich.

Posadowienie fundamentów monopalowych jest względnie łatwe i zwykle nie wymaga żadnego przygotowania dna. Do montażu konieczny jest jednak statek o dużym udźwigu. Monopal posadawia się w dnie morskim, wbijając go młotem hydraulicznym. Moc i częstotliwość uderzeń młota dostosowuje się do panujących warunków.

Monopale to sprawdzona technologia często stosowana w morskich farmach wiatrowych na całym świecie. Monopale występują w pobliżu szwedzkich wód terytorialnych m.in. na farmie Anholt firmy Ørsted, na farmie Kriegers Flak projektu firmy Vattenfall, znajdującej się na duńskich wodach terytorialnych, na farmie EnBW Baltic 2 (część Kriegers flak), znajdującej się na niemieckim wodach terytorialnych graniczących ze Szwecją oraz na farmie Arkona firmy RWE, zlokalizowanej na południowy zachód od miejscowości Rønne. Zalety stosowania monopali to sprawdzona konstrukcja, która jest stosunkowo łatwa w produkcji, transporcie i montażu. Na etapie eksploatacji konstrukcję można łatwo poddać inspekcji. Ten rodzaj fundamentu nie wymaga zaawansowanego przygotowania podłoża przed montażem, zajmuje stosunkowo małą powierzchnię dna morskiego, a jego montaż jest względnie szybki.

Szacuje się, że maksymalna średnica górna monopala o lekko stożkowej konstrukcji wykorzystanego na farmie Triton będzie wynosić 8–10 metrów, z kolei dolna średnica wyniesie 12–14 m. Aby osiągnąć odpowiednią stabilność konstrukcji, monopale można wbić w dno morskie na głębokość 50–55 metrów. Wokół fundamentu wykonane zostanie zabezpieczenie przed erozją o przewidywanej wielkości równej około czterem średnicom monopala, tj. około 50 m.



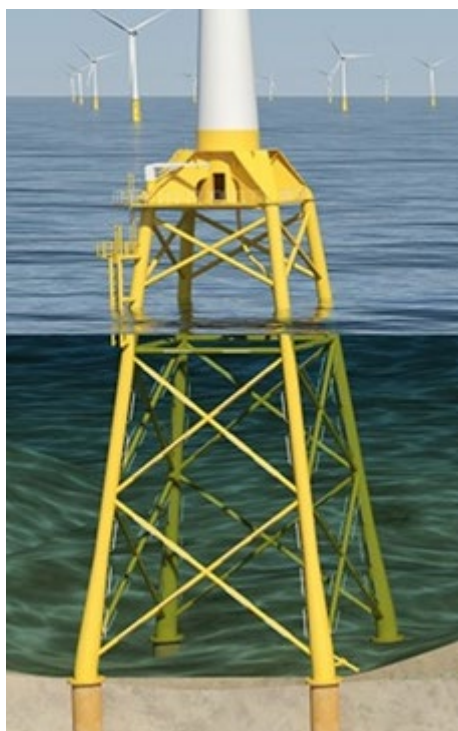
Rysunek 9. Monopale. Ilustracja COWI

Fundament typu jacket

Fundament typu jacket to fundament kratownicowy wykonany ze stalowych rur/belek na trzech lub czterech nogach. Technologia wywodzi się z przemysłu naftowo-gazowniczego i sprawdziła się na większych

głębokościach, najczęściej ponad 40 metrów. Rury stalowe są zazwyczaj mocowane ze sobą poprzez spawanie lub za pomocą odlewanych nasadek.

Fundament typu jacket, wykorzystujący pale szpilkowe („pin piles”), jest posadawiany w dnie poprzez wpalowanie trzech lub czterech rur stalowych w warstwę osadów dennych. W kolejnym kroku można zamontować całą konstrukcję stalową w jednej części. W przypadku dna twardego może być konieczne wiercenie. Palowanie odbywa się w podobny sposób, jak w przypadku monopali. Pale wykorzystywane przy tego rodzaju fundamencie na farmie Triton będą miały średnicę 3–4,5 m, a głębokość osadzenia w dnie wyniesie około 100 metrów.



Rysunek 10. Fundament typu jacket. Ilustracja COWI

Fundament typu suction-bucket

Kesony zasysające (suction buckets) to odwrócone do góry dnem zbiorniki zawierające stalowe cylindry, które można montować do monopali (tzw. monobucket) lub fundamentów typu jacket. Podczas montażu zbiornik jest umieszczany na dnie, po czym następuje wypompowanie wody ze zbiornika i wytworzenia podciśnienia. Podciśnienie powoduje zassanie zbiornika w warstwę osadów. Posadowienie fundamentu typu suction bucket nie wymaga palowania ani wiercenia, jednak aby możliwe było zastosowanie tej technologii, konieczne jest występowanie osadów konkretnego typu.

Elektrolizer umieszczony na fundamencie

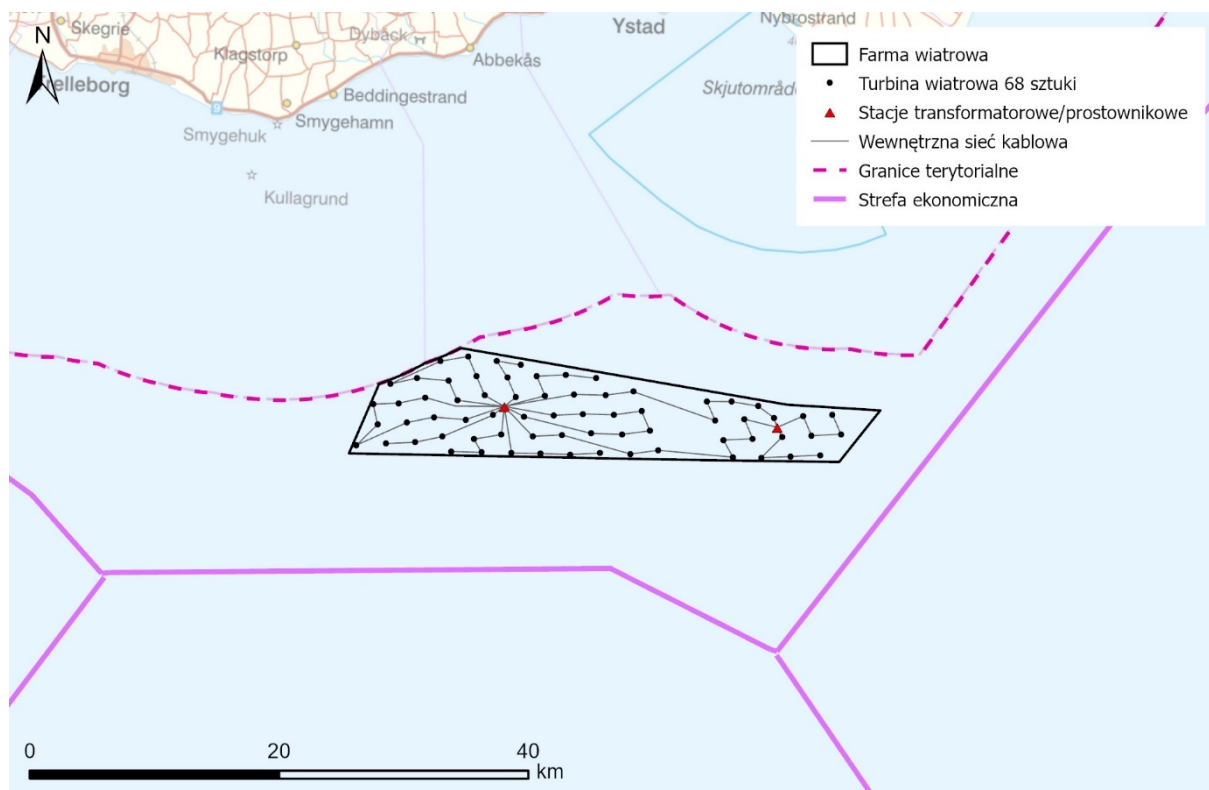
Elektrolizer, który w procesie elektrolizy przekształca produkowaną energię elektryczną w gaz, można umieścić na elemencie przejściowym, znajdującym się na fundamencie elektrowni. Jest to rozwiązanie, które wzbudza zainteresowanie producentów elektrowni wiatrowych. Elektrolizer można umieścić na przykład w czymś na kształt kontenera i wykorzystać sieć gazową do odprowadzania produkowanego gazu.

4.2.3. Wewnętrzna sieć kablowa

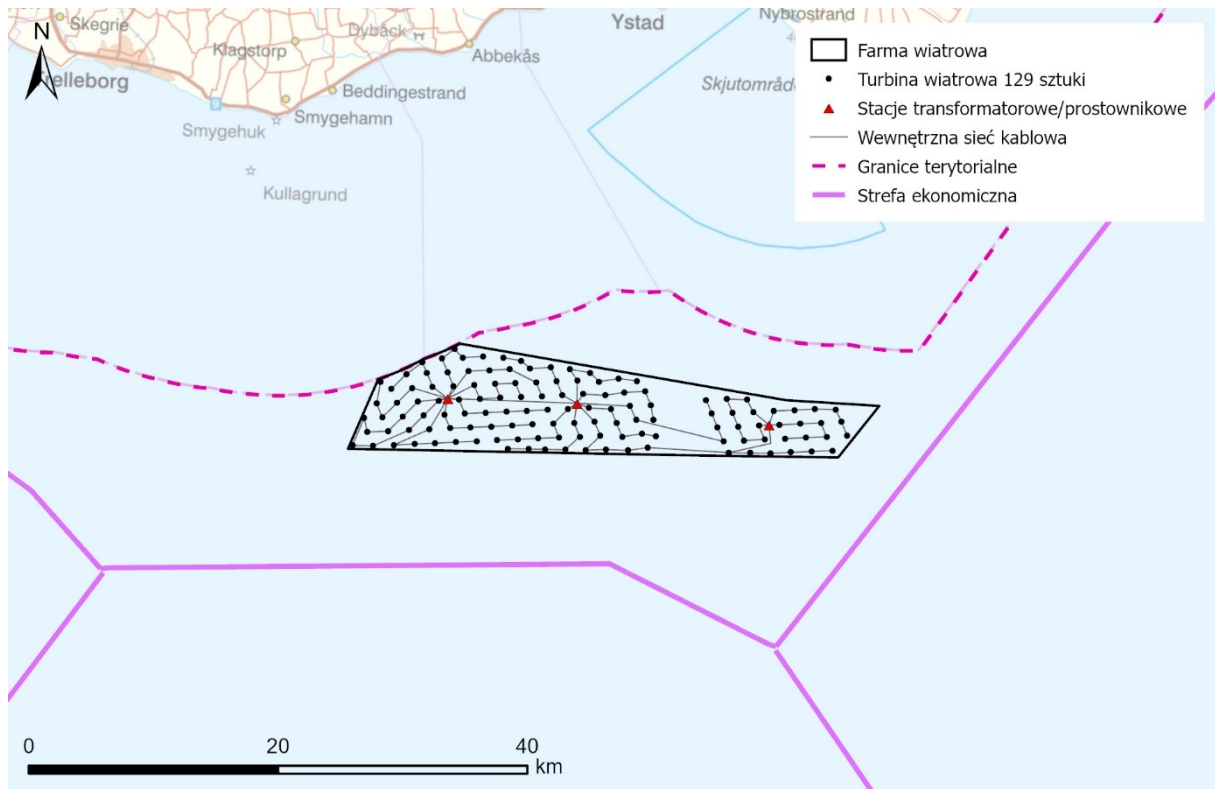
Wewnętrzna sieć kablowa łączy elektrownie ze stacjami transformatorowymi, tworząc połączenia pomiędzy pojedynczymi elektrowniami w grupach (promieniach), a następnie łącząc je ze stacją transformatorową.

Rdzeń kabli wypełnia zazwyczaj miedź lub aluminium powleczone materiałem izolującym oraz zbrojenie stosowane w celu zabezpieczenia kabli. Zakładając wykorzystanie obecnie dostępnej technologii kablowej, wewnętrzna sieć kabli może składać się np. z kabli 66 kV, których zdolność przesyłowa wynosi 80–90 MW na kabel. Oznacza to, że około sześć elektrowni 15 MW może zostać podłączonych wzdłuż tego samego promienia. Szacuje się, że napięcie w wewnętrznej sieci kabli zostanie zwiększone do około 170 kV w ciągu najbliższych 5–10 lat. Spowoduje to zwiększenie zdolności przesyłowej wszystkich kabli i zmniejszenie liczby promieni, a tym samym całkowitej długości kabli. Oprócz kabli, łączących elektrownie, możliwe jest także wyposażenie farmy w dodatkowe kable w celu stworzenia efektu redundancji w systemie oraz do zasilania ewentualnych platform.

Rysunek 11 oraz Rysunek 12 przedstawiają przykładowy schemat wewnętrznej sieci kabli 66 kV przy wykorzystaniu 68 turbin wiatrowych o mocy 25 MW oraz 129 turbin o mocy 15 MW.



Rysunek 11 . Przykładowa wewnętrzna sieć kablowa w przypadku wykorzystania 68 turbin wiatrowych.



Rysunek 12. Przykładowa wewnętrzna sieć kablowa w przypadku wykorzystania 129 turbin wiatrowych.

Kable prądu zmiennego wytwarzają pole magnetyczne, które ulega zmianom w zależności od obciążenia chwilowego kabla. Opis pola magnetycznego i jego wpływu na otoczenie zostanie zawarty w ocenie oddziaływania na środowisko.

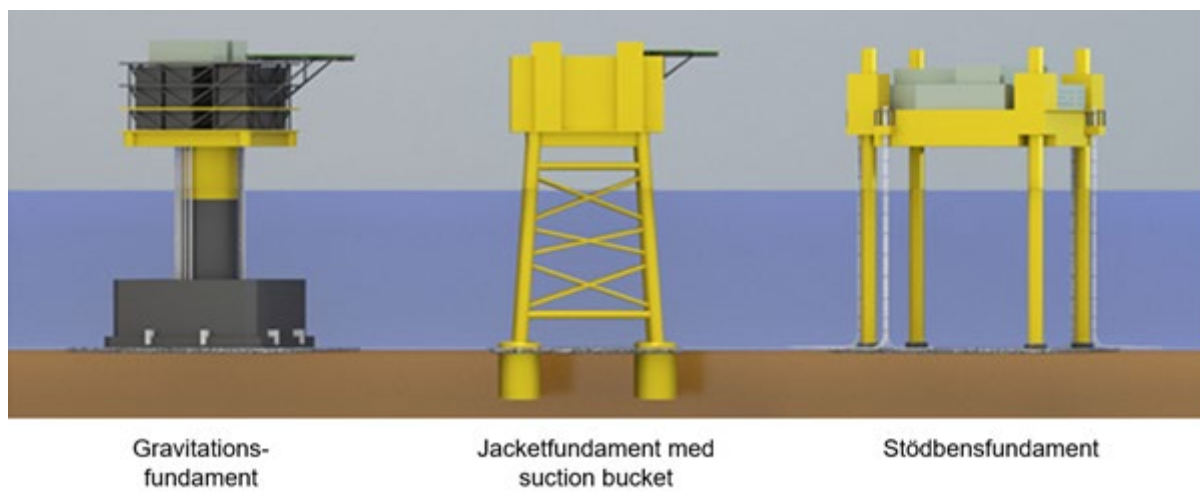
4.2.4. Morskie stacje transformatorowe

Na terenie farmy wiatrowej zostanie zainstalowana jedna lub kilka stacji transformatorowych (ang. offshore substations), do których wewnętrzną siecią kabli przesyła się energię elektryczną wyprodukowaną przez elektrownie wiatrowe. Od stacji transformatorowej poprowadzone zostaną kable przyłączeniowe eksportujące energię elektryczną do punktu odbioru na lądzie. Stacja transformatorowa składa się z urządzeń elektrycznych, m.in. transformatorów podwyższających poziom napięcia energii dostarczanej wewnętrzną siecią kabli. Jeśli energia elektryczna jest przesyłana na ląd w technologii stałoprądowej, na wyposażeniu stacji znajduje się też przekształtnik, dlatego taka stacja jest nazywana stacją przekształtnikową.

Stacja transformatorowa to platforma składająca się z kilku poziomów, czasami łącznie z lądowiskiem dla helikopterów. Platformy to elementy prefabrykowane, montowane w modułach na jednym lub kilku fundamentach.

Rodzaje fundamentów pod stacje transformatorowe są, co do zasady, takie same jak pod turbiny wiatrowe, z tą różnicą, że ich wymiary dostosowuje się do obciążenia generowanego przez konstrukcję stacji. W związku z tym platforma może zostać umieszczona na kilku fundamentach, a fundament typu jacket, wykorzystywany pod stację, jest wyposażony w więcej nóg niż w przypadku tych samych fundamentów

stosowanych pod turbinę wiatrową. Rysunek 13 przedstawia przykładowe wykonanie platform i fundamentów.



Dokładna liczba, konstrukcja i umiejscowienie stacji transformatorowych zostaną określone w fazie planowania szczegółowego i będą uzależnione od rozmiaru i liczby turbin wiatrowych, właściwości dna oraz optymalnego ułożenia kabli.

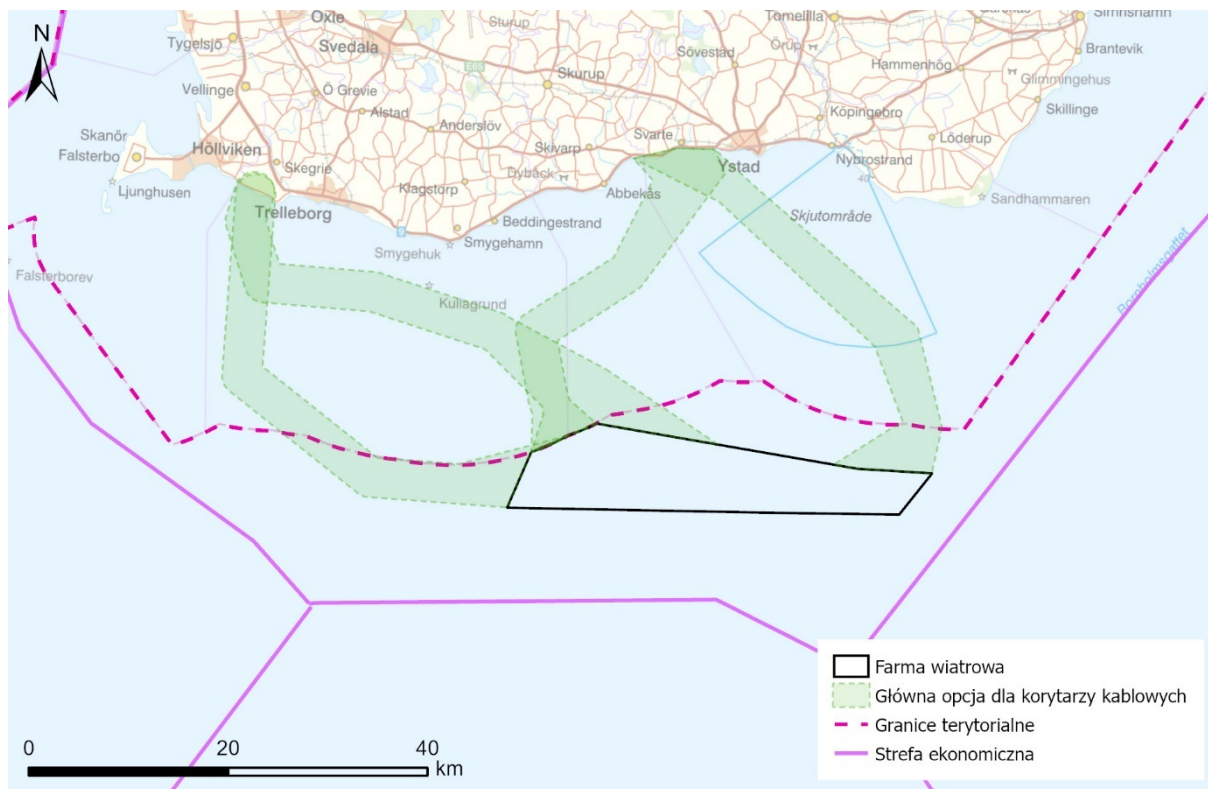
Rozmiary platform różnią się w zależności od producenta i zależą od wydajności oraz rodzaju komponentów. Platforma lub platformy zostaną wyposażone w oznaczenia dla transportu morskiego i lotniczego, zgodnie z obowiązującymi regulacjami.

4.2.5. Kable przyłączeniowe

Po przekształceniu napięcia energii elektrycznej i ewentualnej zmianie z prądu zmiennego na prąd stały, energia elektryczna jest przesyłana jednym lub kilkoma kablami przyłączeniowymi (kablami eksportowymi) do punktu odbioru na lądzie. Liczba i konstrukcja kabli jest uzależniona od wyboru technologii (HVAC, czyli prąd zmienny wysokiego napięcia, lub HVDC, czyli prąd stały wysokiego napięcia) oraz poziomu napięcia.

Końcowy punkt odbioru oraz uwarunkowania na terenie realizacji projektu (np. właściwości geologiczne podłoża, interes publiczny i prywatny) decydują o obszarze zajmowanym przez kable oraz ich długości. Należy zauważyć, że niniejszy dokument konsultacyjny dotyczy samej farmy wiatrowej. Analiza kabli przyłączeniowych zostanie przeprowadzona w ramach ustaleń szczegółowych.

Rysunek 14 przedstawia punkty odbioru i korytarze wyprowadzenia mocy rozważane obecnie przez firmę OX2. Istnieje możliwość wykorzystania innych punktów odbioru/korytarzy, np. w okolicach Basebäck lub w północno-wschodniej części Skanii.



Rysunek 14. Prawdopodobne punkty odbioru oraz korytarze wyprowadzenia mocy będące częścią projektu.

4.2.6. Platformy mieszkalne

Na farmie wiatrowej może znajdować się także platforma mieszkalna przeznaczona dla pracowników zajmujących się obsługą i konserwacją farmy. Na platformach będzie dostępne jedzenie i woda, miejsca noclegowe, pralnia, warsztaty, magazyn i biura. Rodzaje fundamentów i procedura montażu platform mieszkalnych są takie same jak w przypadku stacji transformatorowych, z tą różnicą, że wymiary fundamentów dostosowuje się do obciążeń generowanych przez platformy mieszkalne.

4.2.7. Platformy do magazynowania/konwersji energii

Z uwagi na rosnące zapotrzebowanie na paliwa niekopalne oraz potrzebę magazynowania energii, na farmie wiatrowej mogą powstać platformy do magazynowania/konwersji energii. Platforma do konwersji energii może służyć do przemiany energii elektrycznej, produkowanej przez elektrownie wiatrowe, w e-paliwa takie jak wodór, amoniak lub metanol (technologia określana jako „Power-to-X”). Taka platforma będzie wyposażona m.in. w elektrolizery. Transport paliw z platform może się odbywać przy udziale nowych lub planowanych gazociągów, ewentualnie za pomocą statków.

Platforma do magazynowania energii może zostać wyposażona np. w akumulatory magazynujące energię. Dzięki temu w okresie o niekorzystnych warunkach wiatrowych farma będzie mogła nadal dostarczać energię elektryczną.

Rodzaje fundamentów i procedura montażu platform do magazynowania i konwersji energii są takie same, jak w przypadku fundamentów pod turbiny wiatrowe i stacje transformatorowe, z tą różnicą, że wymiary fundamentów dostosowuje się do obciążeń generowanych przez platformy.

Jeżeli do działań opisanych wyżej konieczne będzie uzyskanie szczególnych pozwoleń, wnioski o ich wydanie zostaną złożone w odpowiednim czasie.

4.2.8. Maszty pomiarowe

Możliwe jest zainstalowanie jednego lub kilku masztów do pomiaru m.in. prędkości i kierunku wiatru, temperatury, wilgotności. Maszt może służyć także do pomiarów warunków oceanograficznych takich, jak fale, prądy morskie i temperatura wody. Na obszarze realizacji projektu mogą również powstać maszty przeznaczone na urządzenia komunikacyjne.

4.2.9. Wewnętrzna sieć gazowa

Na obszarze realizacji projektu może powstać sieć gazowa służąca do transportu gazu produkowanego w procesie przemiany energii elektrycznej w gaz. Sieć gazowa może być poprowadzona między elektrowniami wiatrowymi, w przypadku gdy elektrolizer został umieszczony na fundamencie elektrowni, lub mieć swój początek na platformie do konwersji energii, jeśli to właśnie tam zostanie zlokalizowany elektrolizer.

4.3. Działania realizowane na różnych etapach projektu

Niniejszy rozdział stanowi podsumowanie działań realizowanych na etapie badań wstępnych, budowy, eksploatacji i likwidacji farmy wiatrowej. Wpływ, jaki te przedsięwzięcia mogą mieć na pobliski obszar Natura 2000, został opisany w rozdziale 7. Wstępna ocena oddziaływania na środowisko.

4.3.1. Badania wstępne

Przed przystąpieniem do budowy farmy i układania kabli zostanie przeprowadzone badanie cech dna morskiego z uwzględnieniem warunków geologicznych i warstwy osadów. Celem badania jest uzyskanie szczegółowych informacji potrzebnych do podjęcia ostatecznej decyzji o wyborze fundamentów oraz opracowania szczegółowej koncepcji budowy farmy i ułożenia kabli, a także dokładnego określenia rozmieszczenia turbin wiatrowych. Badania geofizyczne, takie jak pomiary sonarem bocznym (sidescan sonar, SSS) i echosondą wielowiązkową (multibeam echo sounder, MBES), dają dostęp do wysokorozdzielczych danych batymetrycznych na temat osadów dennych i występowania naturalnych oraz sztucznych obiektów na dnie. Przeprowadzenie różnego rodzaju badań sejsmicznych (2D i 3D) jest konieczne, aby uzyskać całościowy obraz górnej warstwy dna morskiego i ustalić skład geologiczny do około 70 m w głąb dna. Tego typu badania są wykorzystywane m.in. w procesie projektowania fundamentów i lokalizowania kieszeni gazowych. Badania geotechniczne obejmują np. wykonanie odwiertów badawczych oraz sondowanie CPT i Vibrocore, co pozwala ustalić nośność dna, a tym samym dokonać wyboru fundamentów. Badanie dostarcza także informacji potrzebnych do podjęcia decyzji o sposobie montażu. Magnetometria to metoda stosowana w celu upewnienia się, że prace budowlane są wykonywane w miejscu, gdzie nie występują niewybuchy (tzw. UXO).

4.3.2. Etap budowy

Etap budowy obejmuje wszystkie czynności od momentu prowadzenia przygotowań po montaż farmy. Poniżej przedstawiono pokrótce, jak może przebiegać proces montażu farmy wiatrowej. Często podejmuje się próbę przeprowadzenia pełnego montażu w czasie jednego sezonu (na ile to możliwe unika się

przewodzenia prac na morzu w czasie zimy), jednak czasami prace montażowe mogą być realizowane przez kilka sezonów. Zwykle proces montażu rozpoczyna się od instalacji fundamentów pod turbiny wiatrowe oraz stacje transformatorowe. W dalszej kolejności podłączane są kable przyłączeniowe (kable wyprowadzenia mocy) i wewnętrzna sieć kablowa. Jako ostatnie montowane są turbiny wiatrowe składające się z wieży, gondoli i łopat wirnika. Po zakończeniu instalacji turbin wiatrowych następuje ich uruchomienie oraz testy. Jeśli wyniki testów zostaną zatwierdzone, elektrownie są oddawane do użytku firmie zajmującej się ich eksploatacją.

Port przedmontażowy

Główne komponenty są transportowane statkami z portów produkcyjnych do portu przedmontażowego („pre-assembly harbour”) lub bezpośrednio na obszar budowy farmy wiatrowej. Z pobliskiego portu instalacyjnego odbywa się codzienny transport załogi i mniejszych komponentów. Oprócz transportu na statkach możliwe jest także korzystanie z transportu helikopterowego.

Ruch statków

Na etapie montażu główne komponenty farmy wiatrowej (turbiny wiatrowe, stacje transformatorowe, platformy, maszty pomiarowe, fundamenty oraz kable) są transportowane na obszar realizacji projektu, ustawiane i montowane.

Na obszarze farmy wiatrowej podczas jej montażu będą działać różnego rodzaju statki instalacyjne i platformy robocze. Prawdopodobnie kilka etapów instalacji będzie przeprowadzanych równolegle w różnych częściach obszaru realizacji projektu. Być może konieczne będzie też wykorzystanie holowników oraz statków pomocniczych przeznaczonych na sprzęt i załogę. Nadzór nad ruchem statków sprawuje osoba odpowiedzialna za ruch na morzu (ang. marine coordinator). Możliwe jest utworzenie strefy ochronnej dookoła obszaru, na którym trwają prace montażowe, aby zmniejszyć ryzyko wypadków.

Do niektórych prac może zostać użyty statek typu jack-up lub platforma typu jack-up. Podpory takich konstrukcji opuszczają się i osadzają na podłożu. Przy powierzchni dna morskiego wynoszącej około dziesięć razy dziesięć metrów, podpory spoczywają na dnie morskim. W zależności od właściwości dna podpory mogą też zostać wbite w podłoże. Sam kadłub statku lub platforma unoszą się nad poziomem morza, dzięki czemu ruch fal nie ma na nie wpływu. Alternatywną opcją jest wykorzystanie statku typu semi-jack-up. Kadłub takiego statku unosi się na wodzie, a za jego stabilność odpowiadają podpory przenikające dno morskie.

Tak zwane Crew Transfer Vessels (CTV), czyli jednostki transportu załóg, zostaną użyte do transportu załogi oraz mniejszych komponentów. Te statki będą wypływać z pobliskiego portu instalacyjnego.

Oprócz wyżej wymienionych statków na obszarze realizacji projektu mogą operować też statki specjalnego przeznaczenia, np. do badań lub działań w sytuacjach kryzysowych. Na etapie budowy możliwe jest także wykorzystanie jednego lub kilku mniejszych statków do odgródzenia obszaru, na którym trwają prace montażowe, od pozostałego ruchu.

Fundamenty

W celu montażu fundamentu grawitacyjnego konieczne jest przygotowanie obszaru dna morskiego, na którym zostanie posadowiony fundament. Można to zrobić, zastępując materiał z górnej warstwy dna jednolitą, równą warstwą żwiru. Fundamenty transportuje się, splawiając je na miejsce za pomocą holowników, bądź na barkach lub statkach. W kolejnym kroku fundamenty są opuszczane na warstwę żwiru przy użyciu wciągarki/dźwigu. Podczas opuszczania fundamenty powoli wypełniają się wodą, a po ustawieniu na miejscu napelnia się je balastem.

Monopale transportuje się na farmę, splawiając je, lub przewożąc na pokładzie statku instalacyjnego albo barki. Monopal jest posadawiany na dnie morskim za pomocą platformy typu jack-up lub dźwigu pływającego. Następnie fundament jest wbijany w dno poprzez palowanie, wbijanie wibracyjne lub wwiercanie. Zależnie od okoliczności montaż może być przeprowadzony z użyciem kilku metod.

Fundament typu jacket wymaga stosunkowo płaskiego dna morskiego, dlatego przed jego montażem konieczne jest wyrównanie podłoża. Fundament jest transportowany na miejsce na barce lub statku instalacyjnym. Do umieszczenia go na dnie morskim wykorzystuje się platformy typu jack-up lub dźwigi pływające. W przypadku wykorzystania pali szpilkowych wbija się je w podłoże poprzez palowanie, wbijanie wibracyjne lub wwiercanie stalowych rur w dno morskie w każdym punkcie narożnym fundamentu. Pale szpilkowe są następnie łączone z fundamentem za pomocą odlewów lub kotwienia mechanicznego. Jeśli właściwości geologiczne i pozostałe warunki na to pozwalają, fundament typu jacket można przytwierdzić do dna za pomocą kesonu zasysającego, czyli stalowego lub betonowego walca, który zagłębia się w dno morskie, wykorzystując podciśnienie.

Po zainstalowaniu fundamentu wykonywane jest w razie potrzeby zabezpieczenie przed erozją, które ma zapobiec oddziaływaniom prądów dennych zmieniającym otoczenie fundamentu i osłabiającym jego zakotwiczenie. Zabezpieczenie przed erozją składa się zazwyczaj z warstwy dolnej wykonanej ze żwiru oraz warstwy górnej z kamieni o różnej wielkości. Jako ostatni przeprowadzany jest montaż pozostałych komponentów podrzędnych, np. elementu przejściowego, drabin, poręczy, dźwigów, itp.

Wewnętrzna sieć kablowa

Kable nawinięte na duże szpule są transportowane na obszar realizacji projektu za pomocą specjalistycznych statków instalacyjnych. Kable układa się na dnie morskim, a następnie zakopuje na głębokości 1–2 m pod dnem, aby zabezpieczyć je przed uszkodzeniem przez sprzęt rybacki, kotwice, itp. Układanie kabli odbywa się zazwyczaj poprzez wplukiwanie lub zaoranie. Ostateczna głębokość ułożenia kabli zależy od uwarunkowań geologicznych i stopnia wymaganej ochrony.

Turbiny wiatrowe

Do montażu turbin wiatrowych używane są zazwyczaj statki typu jack-up lub dźwigi pływające. Główne komponenty turbiny mogą być transportowane na farmę statkiem instalacyjnym lub osobnym statkiem transportowym. Transport może wyruszyć bezpośrednio z portu zlokalizowanego w pobliżu producenta turbin lub z portu instalacyjnego.

Montaż turbin wiatrowych zostanie prawdopodobnie przeprowadzony częściowo na morzu. Instalacja turbiny wiatrowej wymaga dużej precyzji i może być z tego względu ograniczona przez warunki wiatrowe i fale. Po zainstalowaniu turbin komponenty podłącza się do wewnętrznej sieci elektroenergetycznej, a następnie przeprowadza test turbiny.



Rysunek 15. Montaż elektrowni wiatrowej z wykorzystaniem statku typu jack-up. Źródło: COWI

Stacja transformatorowa, platforma mieszkalna i inne platformy

Stacja transformatorowa, tak jak moduły mieszkalne i nadbudowy innego rodzaju, jest montowana na fundamencie za pomocą dźwigu pływającego. W zależności od konstrukcji stacji transformatorowych i ich fundamentów platformy da się czasami przesunąć lub montować za pomocą innych technologii unoszących, np. własnych podpór. Po zainstalowaniu stacji transformatorowej następuje podłączenie jej do wewnętrznej sieci kabli.

Wewnętrzna sieć gazowa

Do układania gazociągów wykorzystuje się specjalne statki, które w zależności od średnicy rur umożliwiają zastosowanie różnych metod układania. Gazociągi są układane albo bezpośrednio na dnie morskim, albo kładzione w rowie a następnie zasypywane.

4.3.3. Etap eksploatacji

Turbiny wiatrowe i stacje transformatorowe/przekształtnikowe są monitorowane zdalnie i bezzałogowo w trybie normalnej pracy. Jednak ze względu na stale prowadzone prace konserwacyjne na farmie wiatrowej konieczny jest transport załogi i materiałów na miejsce przy wykorzystaniu statków serwisowych lub zwykłych albo helikopterów. Inną opcją jest transport na platformę mieszkalną, a stamtąd przemieszczanie załogi i materiałów w obrębie farmy. Przegląd kabli jest przeprowadzany w razie potrzeby, np. aby upewnić

się, że zabezpieczenia kabli przy fundamentach elektrowni są nienaruszone. W przypadku uszkodzenia kabla jego naprawa odbywa się po podniesieniu zniszczonego odcinka przez kablowiec, po czym kabel jest ponownie układany na dnie za pomocą tej samej metody, którą wykorzystano na etapie budowy farmy. Aby zabezpieczyć kable przed uszkodzeniem, należy unikać prowadzenia połowu ryb włokiem dennym na obszarze farmy wiatrowej.

Opracowanie ostatecznej strategii dotyczącej eksploatacji i konserwacji odbędzie się na późniejszym etapie. Prawdopodobnie zostanie utworzona lądowa baza obsługowo-serwisowa, skąd będzie możliwe monitorowanie farmy oraz dostarczanie mniejszych części zamiennych. Do obsługi farmy zostaną najprawdopodobniej wykorzystane głównie jednostki Crew Transfer Vessels (CTV), ale możliwe jest także użycie helikopterów. W czasie dłuższych okresów konserwacji dopuszcza się wykorzystanie Service Operation Vessels (SOV), czyli pływających hoteli, gdzie załoga może stacjonować przez dłuższy czas. Większe prace konserwacyjne mogą wymagać użycia statku typu jack-up. Na jednym z etapów eksploatacji stacja będzie wymagać bardziej zaawansowanej konserwacji, polegającej np. na wymianie dużych komponentów. Tego rodzaju konserwacja może zostać przeprowadzona z wykorzystaniem statku typu jack-up.

4.3.4. Etap likwidacji

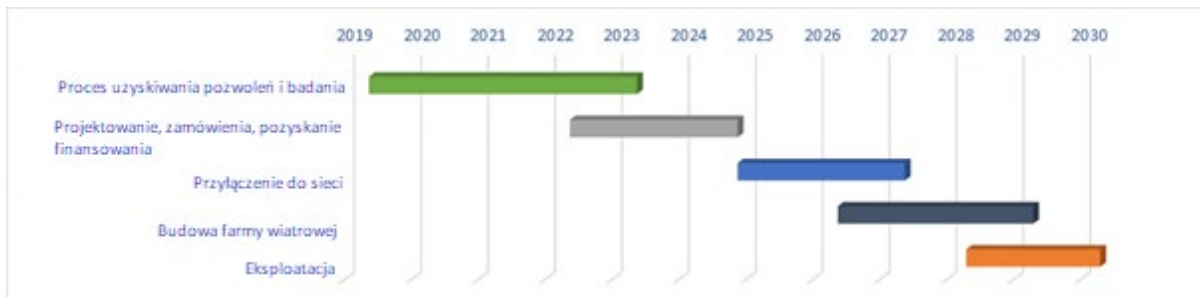
Przewidywany okres użytkowania farmy wiatrowej to około 45 lat. Po tym czasie farma zostanie zlikwidowana. Likwidacja zostanie przeprowadzona zgodnie z praktyką i przepisami prawa obowiązującymi w momencie likwidacji. Turbiny wiatrowe, fundamenty i stacja transformatorowa zostaną rozłożone na części, a miejsca mocowania fundamentów będą w niezbędnym zakresie przywrócone do pierwotnego stanu. Na ogół elementy konstrukcji demontuje się, jeśli nie powoduje to większego oddziaływania na środowisko niż w przypadku pozostawienia ich w morzu. Z uwagi na to, iż technologia i stan wiedzy szybko się zmieniają, nie da się przewidzieć szczegółowego przebiegu likwidacji farmy. Działania w ramach likwidacji farmy zostaną ustalone w porozumieniu z organem nadzorczym.

Prawdopodobnie struktury znajdujące się nad powierzchnią wody zostaną zlikwidowane. Na przykład fundamenty grawitacyjne będzie można wtedy zlikwidować, a monopale i fundamenty typu jacket przeciąć kilka metrów poniżej powierzchni dna morskiego, aby usunąć odciętą część. Niektóre elementy konstrukcji można zostawić na miejscu po likwidacji farmy. Są to np. kable wewnętrzne i kable wyprowadzenia mocy. Za zostawieniem części struktur na miejscu przemawia to, że mogą przekształcić się w wysoko cenioną sztuczną rafę. Jeśli konieczne jest usunięcie kabli, należy je najpierw odsłonić, a następnie podnieść z dna. Kamienie użyte do przykrycia kabli prawdopodobnie nie zostaną usunięte, tak samo jak zabezpieczenia wzniesione w miejscu krzyżowania się kabli. Wokół miejsca prowadzenia prac likwidacyjnych zostanie ponownie utworzona strefa ochronna, aby zapewnić bezpieczeństwo załogi, sprzętu i stron trzecich.

4.4. Wstępny harmonogram projektu

Rysunek 16 przedstawia harmonogram działań związanych z projektem. Harmonogram należy traktować jako wstępną prognozę. Wiele różnych czynników może spowodować zmiany w harmonogramie, które będą skutkować koniecznością dostosowania go do przebiegu projektu. Zgodnie ze wstępnym planem około

2024 r. znajdziemy się na finalnym etapie uzyskiwania pozwoleń, więc w tym okresie będzie zasadne rozpoczęcie działań związanych z finansowaniem, zamówieniami i opracowaniem szczegółowego projektu farmy. Budowa systemu połączeń sieciowych może się odbyć w latach 2026–2029, a budowa samej farmy w latach 2028–2030.



Rysunek 16. Wstępny harmonogram działań związanych z projektem.

5. Zagrożenia i bezpieczeństwo

Budowa morskiej farmy wiatrowej musi spełniać wysokie wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Jest to kwestia priorytetowa na wszystkich etapach projektu. Zagrożenia związane z projektami budowlanymi na dużą skalę można ogólnie podzielić na zdrowotne, środowiskowe i materialne. Wystąpienie ryzyka zdrowotnego musi być wzięte pod uwagę np. podczas prac wykonywanych na wysokościach, które obejmują podnoszenie ciężkich ładunków i obsługę sprzętu elektronicznego. Ryzyko środowiskowe może polegać na niekontrolowanych wyciekach, np. ropy, gazu, chemikaliów, a także zrzutach osadów lub emisjach dźwięku. Ryzyko materialne to m.in. ryzyko kolizji statku z infrastrukturą farmy wiatrowej czy zagrożenia związane z obsługą ciężkich komponentów. Szczególnym czynnikiem ryzyka są niewybuchy, których lokalizację należy ustalić na etapie badań geofizycznych.

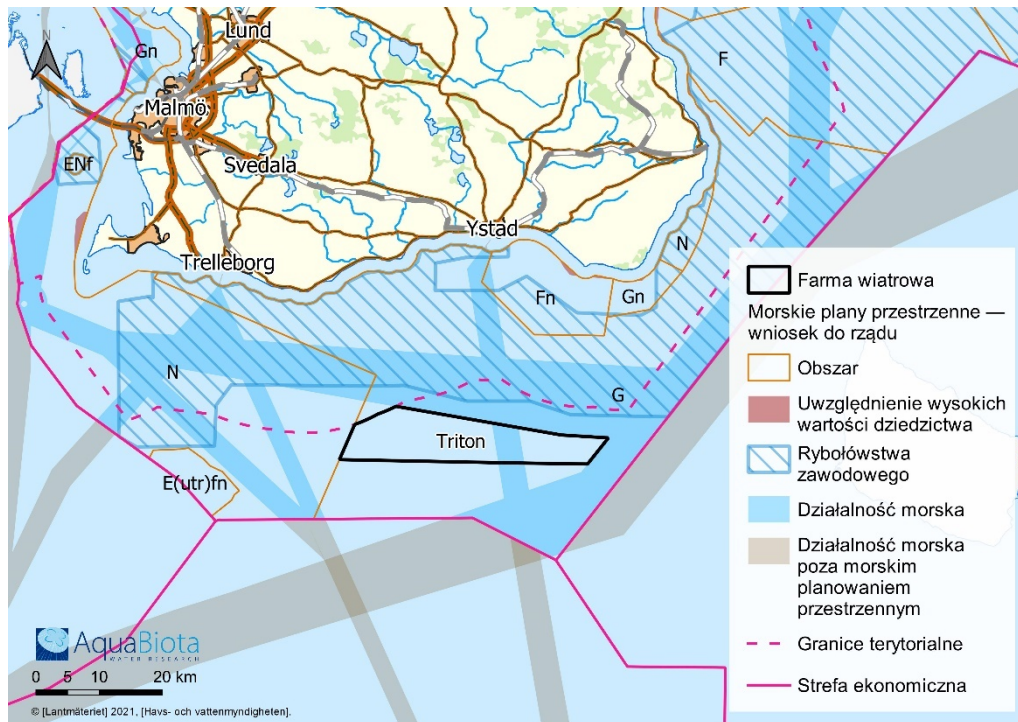
Zarządzanie ryzykiem opisuje tzw. hierarchia doboru środków zapobiegawczych. W pierwszej kolejności należy całkowicie wyeliminować czynność stwarzającą ryzyko lub zastąpić ją operacją o mniejszym ryzyku. W kolejnym kroku należy za pomocą rozwiązań technologicznych i administracyjnych zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka i jego konsekwencji oraz przygotować się do podjęcia czynności w momencie wystąpienia ryzyka. Ostatnim elementem zapobiegającym wypadkom w miejscu pracy są środki ochrony indywidualnej, jednak ich zastosowanie w żaden sposób nie może zastąpić wcześniejszych kroków.

Dla projektu zostanie opracowany plan BHP i ochrony środowiska (ang. HSSE Plan, Health, Safety, Security and Environment Plan), który będzie zawierał informacje nt. planowania, kontrolowania i nadzorowania działań związanych ze zdrowiem, bezpieczeństwem oraz środowiskiem na etapie projektowania, montażu, eksploatacji i likwidacji.

Oceny ryzyka będą na bieżąco przeprowadzane we wszystkich fazach realizacji projektu, a w przypadku zidentyfikowania ryzyka zastosowane zostaną odpowiednie środki. Na etapie składania zamówień od każdego z dostawców będzie wymagane zrozumienie wysokiego stopnia ryzyka związanego z realizacją projektu. Wszystkie zagrożenia zostaną dokładniej opisane w ocenie oddziaływania na środowisko.

6. Opis obszaru

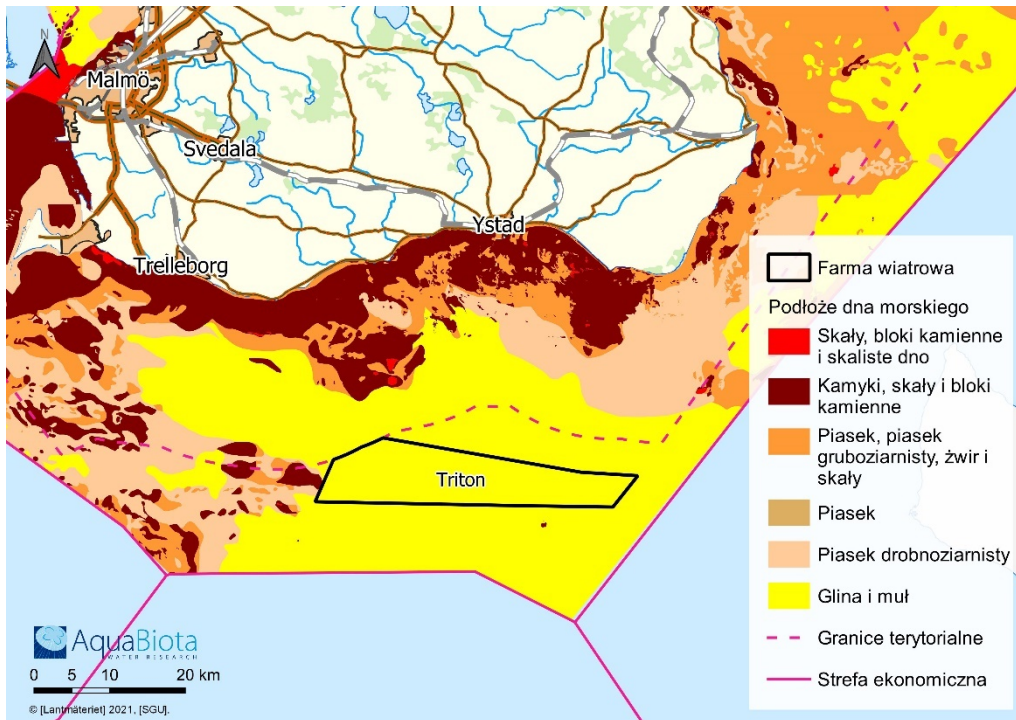
Jak opisano wcześniej, farma wiatrowa Triton znajdzie się na morzu otwartym, gdzie nie występują żadne wyspy. Zgodnie z propozycją planu zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich przedstawioną rządowi przez Havs- och vattenmyndigheten (Szwedzka Agencji Gospodarki Morskiej i Wodnej) w grudniu 2019 roku, planowana farma wiatrowa Triton znajdzie się na obszarze Cieśniny Bornholmskiej, Ö267. Teren ten jest sklasyfikowany jako „obszar G” (ogólnego przeznaczenia), co oznacza, że nie istnieją żadne preferencje dotyczące zagospodarowania tego terenu. Na północy i wschodzie farma graniczy z obszarem wyznaczonym do transportu morskiego i na niego nachodzi (Rysunek 17).



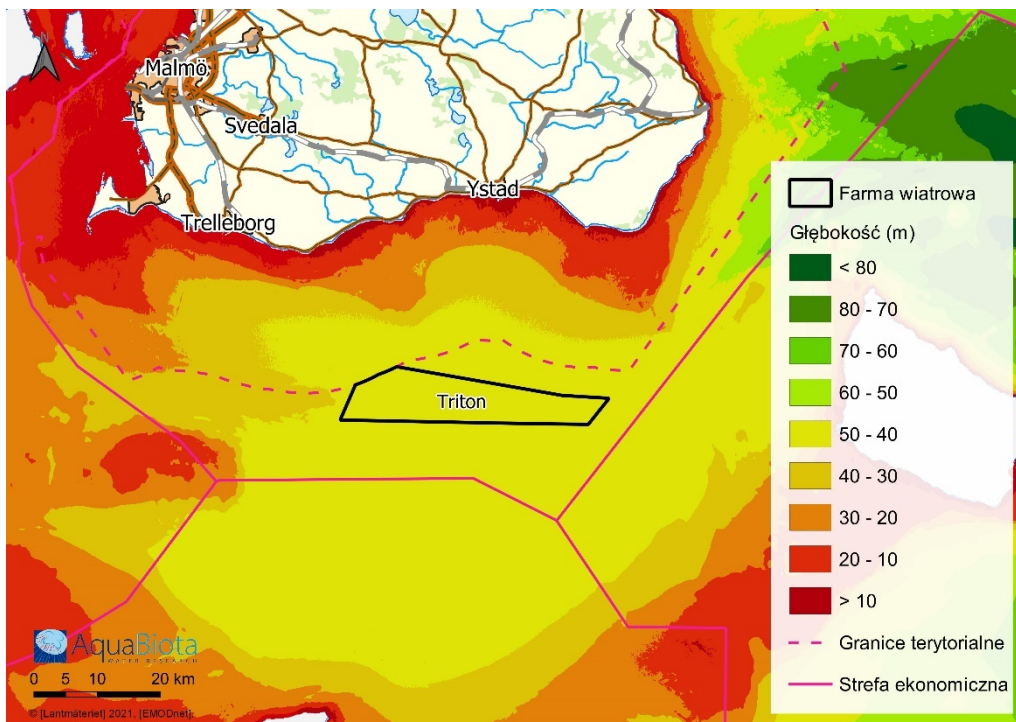
Rysunek 17. Plan zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich (na podstawie: Havs- och vattenmyndigheten). Objasnienia skrótów: G = obszar ogólnego przeznaczenia, N = obszar przeznaczony do celów środowiskowych, E = obszar przeznaczony do produkcji energii, Fn = obszar przeznaczony do działań wojskowych.

6.1. Warunki geologiczne i głębokość morza

Dno morskie na obszarze planowanej farmy wiatrowej Triton jest jednorodne pod względem uwarunkowań geologicznych i głębokości morza. Warstwa wierzchnia substratu dna morskiego składa się wyłącznie z gliny polodowcowej, gliny z gytą oraz gytii z gliną (Rysunek 18). Głębokość morza jest także zbliżona na całym obszarze i waha się od 43 do 47 metrów, przy czym średnia głębokość wynosi 45 metrów (Rysunek 19).



Rysunek 18. Uwarunkowania geologiczne na obszarze planowanej farmy wiatrowej Triton.



Rysunek 19. Uwarunkowania batymetryczne na obszarze planowanej farmy wiatrowej Triton.

6.2. Warunki hydrograficzne

Morze Bałtyckie jest śródlądowym zbiornikiem wody brachicznej, a jego główna cecha to zmieniający się

z północy na południe stopień zasolenia, na który wpływa zasilanie wodą słoną od strony Cieśnin Duńskich i cieśniny Sund na południowym zachodzie oraz zasilanie wodą słodką z cieków uchodzących do rozległej zlewni Morza Bałtyckiego. Różnice w zasoleniu, czyli występowanie mniej zasolonej wody na północy i bardziej zasolonej na południu, wpływają na występowanie większej liczby typowo słodkowodnych gatunków na północy i większe zagęszczenie gatunków słonowodnych na południu.

Obszar realizacji projektu jest zasilany słoną warstwą wód przydennych przemieszczającą się w kierunku wschodnim od strony cieśniny Sund i pozostałych Cieśnin Duńskich, podczas gdy powierzchniowy prąd wody słodkiej przemieszcza się w kierunku zachodnim. Takie zjawisko powoduje wytworzenie się układu warstwowego z warstwą przejściową między bardziej słonymi wodami przydennymi i wierzchnią warstwą wody słodkiej (tzw. haloklina). Farma wiatrowa Triton jest zlokalizowana w Basenie Arkońskim, gdzie haloklina występuje na głębokości około 30–40 m, a zasolenie warstwy wody przydennej wynosi około 10–13‰ (SMHI 2021).

Różnice stanu wody wynikają głównie z działania wiatru oraz wymiany wód przez Cieśniny Duńskie. Oddziaływanie księżyca i słońca uznaje się za nieistotne. W normalnych warunkach poziom wody może być wyższy o 1,5 metra lub niższy o 1,5 metra od średniego stanu. W razie wystąpienia zjawisk ekstremalnych różnice mogą być jeszcze większe.

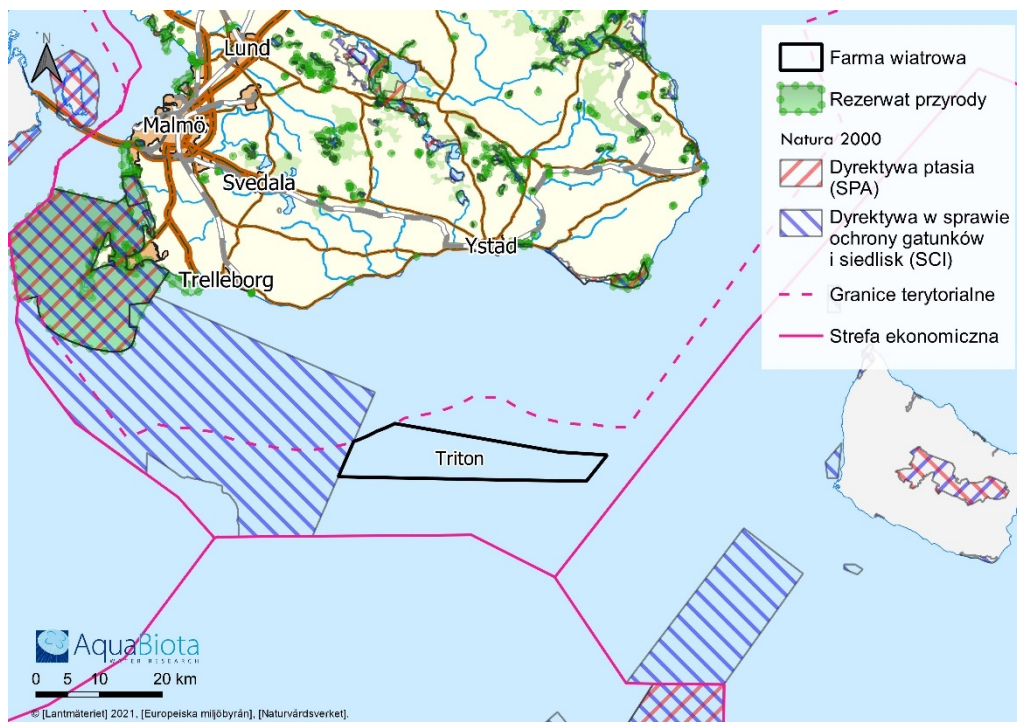
Tak jak w przypadku wiatru, klimat falowy jest zdominowany przez fale rozchodzące się z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego (225°–285°). Te fale są jednocześnie najwyższymi falami. Średnia wysokość fali znacznej wynosi około 1 metra, a wysokość maksymalna fali w skali roku to ponad 6 metrów (ERA5). W przeciwieństwie do wiatru i fal, które rozchodzą się z kierunku zachodniego, na obszarze realizacji projektu prądy morskie przez 47% czasu przemieszczają się w kierunku zachodnim. Prędkość prądów morskich jest mała i wynosi średnio mniej niż 0,1 m/s, przy czym osiąga maksymalną roczną prędkość na poziomie 0,5 m/s (ERA5).

Okresy zimowe o długo utrzymujących się niskich temperaturach (od –5 do –10 stopni) mogą powodować powstawanie pokrywy lodowej na morzu. Grubość lodu zależy od poziomu zasolenia wierzchniej warstwy wody, który waha się od 6 do 8‰ na obszarze farmy oraz w jej okolicy. Na mapach maksymalnego zasięgu zlodowacenia Szwedzkiego Instytutu Meteorologiczno-Hydrologicznego (SMHI) nie odnotowano występowania pokrywy lodowej na obszarze farmy wiatrowej Triton w ciągu ostatniej dekady.

6.3. Środowisko naturalne

6.3.1. Obszary Natura 2000 w Szwecji

Obszar realizacji projektu graniczy od zachodu z obszarem Natura 2000 Sydvästskånes utsjövatten (Rysunek 20). Głównym celem tworzenia obszarów Natura 2000 jest zachowanie warunków sprzyjających rozwojowi siedlisk i gatunków, których występowanie jest podstawą do wyznaczenia danego obszaru.



Rysunek 20. Obszary Natura 2000 i rezerваты przyrody (na podstawie: Naturvårdsverket).

Obszar Natura 2000 Sydvästskånes utsjövatten (SE0430187) jest położony na zachód od planowanej farmy wiatrowej (Rysunek 20). Obszar Natura 2000 obejmuje duży teren o powierzchni 115 130 hektarów i głębokości wynoszącej 10–44 m. Na obszarze dominuje miękkie dno morskie składające się z piasku i gliny. Miejscowo występuje dno twarde, głównie w zachodniej, płytszej części obszaru. W tej chwili nie ma zatwierzonego planu ochrony obszaru, jednak informacje o siedliskach i gatunkach będących przedmiotem ochrony są naniesione na mapy „Skyddad natur” Naturvårdsverket (szwedzka Agencja Ochrony Środowiska) (Naturvårdsverket 2016). Wyznaczenie obszaru Natura 2000 ma na celu ochronę pewnych gatunków i siedlisk, zgodnie z dyrektywą w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (SCI) (Tabela 3).

Tabela 3. Siedliska i gatunki będące przedmiotem ochrony na obszarze Sydvästskånes utsjövatten, zgodnie z dyrektywą w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Naturvårdsverket).

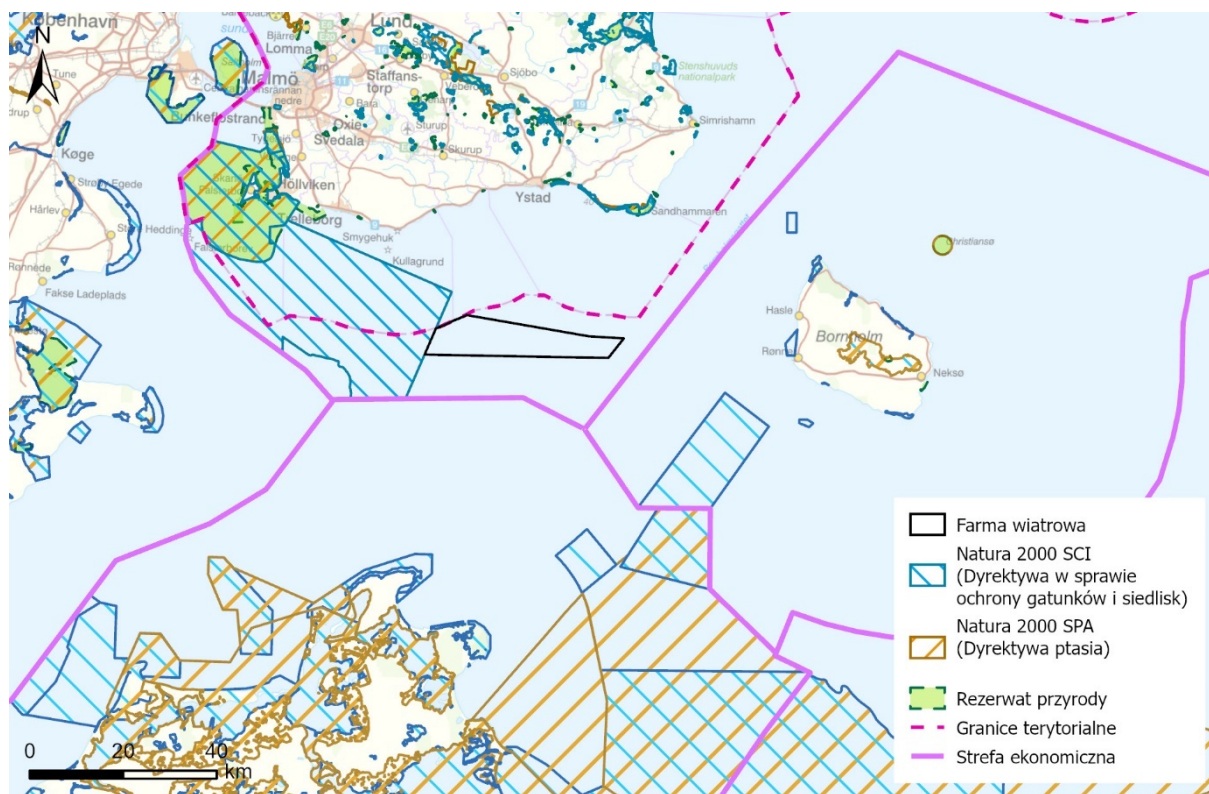
Typy siedlisk	Gatunki
Rafa (1170)	Morświn (1351)
Piaszczyste ławice podwodne (1110)	Foka szara (1364)
	Foka pospolita (1365)

Środowisko bentosowe obszaru Natura 2000 jest stosunkowo jednorodne, występuje tylko kilka dominujących gatunków glonów i zwierząt. Jest to zjawisko naturalne dla Morza Bałtyckiego. Jednak bliskie

sąsiedztwo cieśniny Sund sprawia, że na obszarze może występować więcej gatunków morskich. Północno-zachodnia część obszaru to ważne miejsce zimowania/odpoczynku w czasie migracji dla różnych gatunków blaszkodziobych. Zimą obszar ten jest zasiedlany najprawdopodobniej przez dwie populacje morswina, tj. populację z Bałtyku Właściwego i populację z Cieśnin Duńskich. Latem obszar jest wykorzystywany wyłącznie przez populację z Cieśnin Duńskich. Na terenie występuje też foka pospolita oraz szara, a obszar jest potencjalnym miejscem żerowania dla obu tych gatunków.

6.3.2. Obszary Natura 2000 na terytorium innych państw

Obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego są zlokalizowane zarówno na morzu, jak i wzdłuż wybrzeży państw (Rysunek 21). Obszar Natura 2000 zlokalizowany poza Szwecją w najbliższej odległości od planowanej farmy wiatrowej to Adler Grund og Rønne Banke, znajdujący się około 25 km na południowy wschód od farmy. Pozostałe obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego są zlokalizowane w dalszej odległości od farmy.



Rysunek 21. Obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego.

6.3.3. Fauna i flora dna morskiego

Występowanie zwierząt i roślin żyjących na i w dnie morskim zależy od czynników takich jak głębokość wody, zasolenie, zawartość tlenu oraz rodzaj substratu dna morskiego (miękkie dno, dno o charakterze mieszanym, dno twarde, itp.). W przypadku Morza Bałtyckiego mamy do czynienia z występowaniem kilku gatunków skąposzczetów i wieloszczetów. Ponadto, zarówno w warstwie osadów dennych, jak i na jej

powierzchni żyje wiele gatunków małży i skorupiaków. Twarde i miękkie dna oraz roślinność denna stanowią siedliska i schronienie dla wielu organizmów wodnych. Fauna i flora denna zapewniają bezpośrednie lub pośrednie źródło pożywienia dla ryb, ssaków i ptaków.

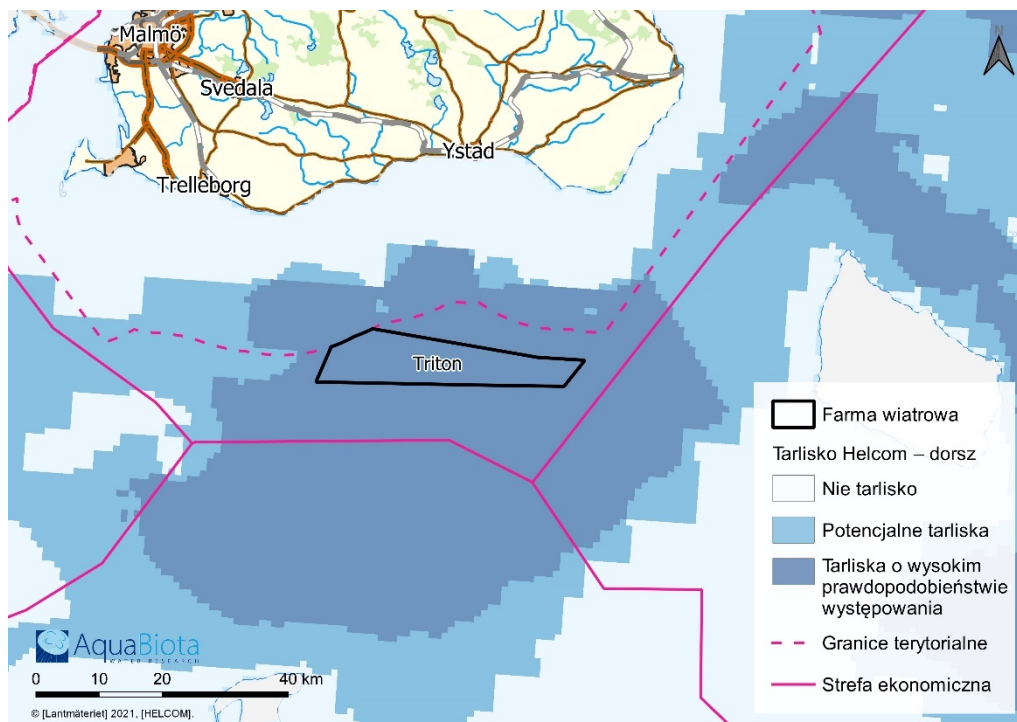
Na obszarze planowanej farmy wiatrowej dno morskie to w większości miękki substrat, np. muł i glina, z tego powodu większość gatunków dennych to organizmy zakopujące się w osadzie (infauna). Badania dotyczące gatunków zwierząt zasiedlających dna o podobnym składzie osadów i na podobnej głębokości (np. na terenie sąsiadującej duńsko-szwedzkiej farmy Kriegers Flak) wykazały, że dominujące gatunki na takich obszarach to rogowiec bałtycki, różne pierścienice oraz niezmogowce (MarLim 2015; IFAÖ 2004). Z uwagi na to, że obszar realizacji projektu znajduje się w południowej części Morza Bałtyckiego, na rodzaj fauny wpływa też wlew wód słonych z cieśniny Kattegatt. W związku z tym możliwe jest wystąpienie na obszarach o większej głębokości innych gatunków morskich, np. rozgwiazdy czerwonej czy raczyńca jadalnego. Duża głębokość morza na terenie farmy (>43 m) sprawia, że warunki świetlne przy dnie są słabe, dlatego przypuszcza się, że roślinność denna jest bardzo uboga lub nie występuje wcale. Niektóre gatunki krasnorostów mogą rosnąć na głębokości do około 40 metrów. Potrzebują one jednak twardego dna, do którego mogą się przyczepić, dlatego ocenia się, że ich występowanie na obszarze farmy wiatrowej Triton będzie ograniczone.

6.3.4. Ryby

Morze Bałtyckie to zbiornik wody brackiej, dlatego występują tu gatunki słonowodne i słodkowodne. Wlew wód słonych z Morza Północnego przyczynia się do powstania gradientu zasolenia wody w osi z północy na zachód. Znajduje to odzwierciedlenie w występowaniu większej liczby typowych gatunków słonowodnych w południowo-zachodniej części Morza Bałtyckiego i większym zagęszczeniu typowych gatunków słodkowodnych na północy Bałtyku. Na obszarze realizacji farmy wiatrowej Triton występuje dno morskie składające się z miękkich osadów takich, jak piasek, muł i glina. Tego rodzaju dna są zasiedlane głównie przez fładrokształtne, np. stornie i gładzice oraz dorsza, którego młode często żywią się organizmami żyjącymi przy dnie. Ryby pelagiczne² takie, jak śledź i szprot, a także witlinek, to gatunki często poławiane komercyjnie na tym obszarze. Sporadycznie mogą też wystąpić gatunki wpisane na czerwoną listę, np. węgorz, łosoś, belona i troć.

Obszar realizacji projektu znajduje się pośrodku Basenu Arkońskiego, który razem z Basenem Bornholmskim na wschodzie stanowi ważne miejsca tarlisk dla wschodniej i zachodniej populacji dorsza (Rysunek 22). Tarło dorsza w Morzu Bałtyckim odbywa się latem, z kolei tarło w cieśninach Sund i Kattegatt ma miejsce w okresie od stycznia do lutego.

² Gatunki żyjące na otwartym morzu.



Rysunek 22. Mapa ilustrująca prawdopodobieństwo wystąpienia tarlisk dorsza.

6.3.5. Ptaki

Basen Arkoński, w którym zlokalizowana jest farma wiatrowa, to ważny obszar na trasie wiosennych i jesiennych migracji wielu gatunków ptaków. Obszar jest m.in. częścią większego szlaku migracyjnego szwedzkiej i norweskiej populacji żurawia, który prowadzi między Półwyspem Skandynawskim a Europą kontynentalną. Obserwacje żurawi z nadajnikami GPS przeprowadzone w celu opracowania oceny oddziaływania na środowisko dla sąsiadującej morskiej farmy wiatrowej Kriegers Flak OWF wykazały, że trasa migracji tego gatunku wiedzie przez obszar realizacji farmy Triton. Przez Basen Arkoński przebiega też częściowo szlak migracyjny ptaków drapieżnych, które przemieszczają się między miejscami lęgowymi a obszarami zimowania. Przykłady innych ptaków, które przelatują nad obszarem w większych grupach, to edredon, bernikla białolica oraz markaczka (Energinet.dk 2015).

W tym regionie znajdują się także miejsca odpoczynku dla wielu gatunków ptaków. Lodówki, markaczki i uhle mogą okresowo występować w większych skupiskach, które są ważne w ujęciu międzynarodowym. Kaczki nurkujące żywią się głównie organizmami żyjącymi przy dnie, np. małżami, i żerują na stosunkowo płytkich wodach. Uznaje się, że obszar farmy wiatrowej Triton nie stanowi ważnego miejsca dla odpoczywających ptaków, gdyż ze względu na stosunkowo dużą głębokość wody nie jest odpowiednim obszarem do żerowania. Na dowód tego należy dodać, że przewidywane zagęszczenie trzech gatunków kaczek nurkujących na obszarze realizacji projektu zostało ocenione na niskie. Obliczenia wykonano w ramach badań przeprowadzonych w celu opracowania oceny oddziaływania na środowisko dla farmy Kriegers Flak OWF (Energinet.dk 2015).

6.3.6. Nietoperze

Nietoperze mogą przelatywać nad morzem w okresie migracji (Hatch i in. 2013). Zaobserwowano także, że ich miejsca żerowania znajdują się w odległości do 14 km od wybrzeża (Ahlén i in. 2009). Obszar realizacji projektu farmy wiatrowej Triton znajduje się pośrodku Basenu Arkońskiego, nad którym przelatują nietoperze migrujące między Półwyspem Skandynawskim a Europą. Nie zaobserwowano migrujących nietoperzy na obszarze farmy wiatrowej, jednakże badania nad migracjami nietoperzy przeprowadzone na sąsiadującej farmie Kriegers Flak (około 17 km na zachód od farmy Triton) wykazały występowanie czterech gatunków. Najczęstszym zaobserwowanym gatunkiem był karlik większy, który tak jak ptaki może migrować w większych grupach. Ponadto, zarejestrowano występowanie borowca wielkiego, mrocza posrebranego oraz mrocza późnego (Energinet.dk 2015). Można się spodziewać, że szlaki migracyjne tych czterech gatunków prowadzą również przez obszar farmy Triton.

6.3.7. Ssaki morskie

W opisywanym regionie występują głównie trzy gatunki ssaków morskich: morświn, foka pospolita i foka szara. Gatunki te bytują na obszarze realizacji projektu przez cały rok i są przedmiotem ochrony na graniczącym z farmą obszarze Natura 2000 Sydvästskånes utsjövatten. Więcej informacji na temat tych gatunków zawiera rozdział 6.3.1 Obszary Natura 2000 w Szwecji.

6.4. Krajobraz

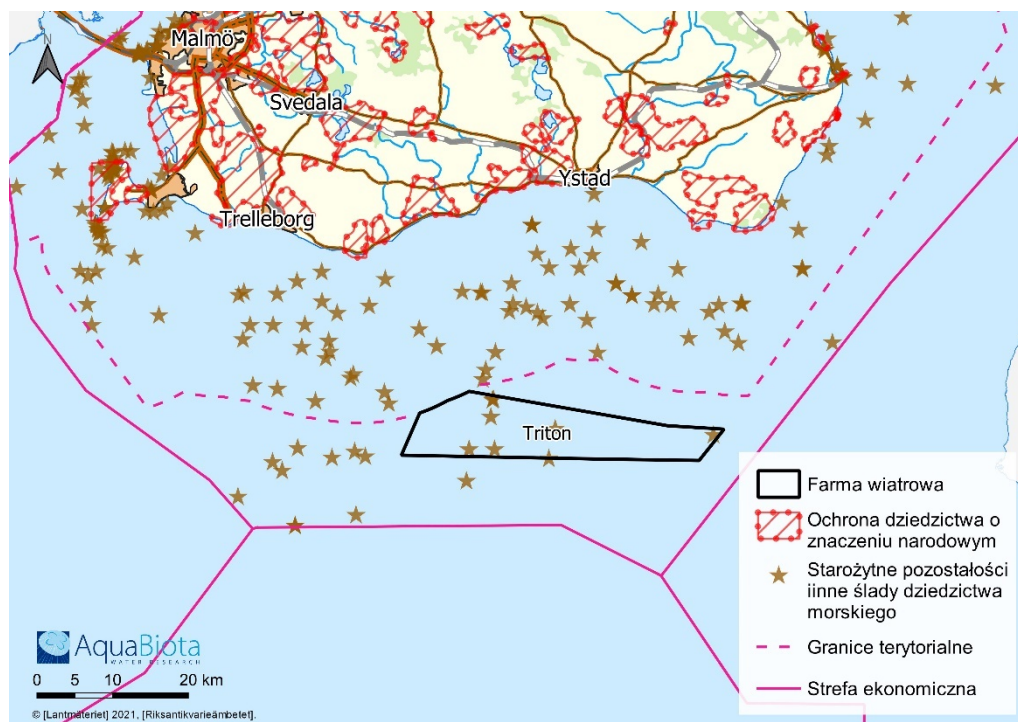
Krajobraz rozumiemy tutaj jako wrażenia wizualne wywołane patrzeniem na dany teren. Na wrażenia wizualne wpływają też emocje oraz wcześniejsze wspomnienia, przez co ocena krajobrazu staje się mocno subiektywna. Krajobraz morski charakteryzuje się otwartą, płaską przestrzenią, niezbyt urozmaiconą i utrzymaną w jednej tonacji barw. Niewielkie zróżnicowanie tej przestrzeni stanowią zazwyczaj małe wyspy porośnięte lasem, wysepki oraz fale. Obszar realizacji farmy wiatrowej Triton jest zdominowany przez otwartą, rozległą przestrzeń morską. Najbliższe zabudowania to miejscowość Smygehuk na południowym wybrzeżu Skanii. Jest ona położona w odległości około 22 km od farmy. Większe ośrodki miejskie, czyli Ystad i Trelleborg, znajdują się odpowiednio 30 i 33 km od obszaru farmy. Odległość farmy wiatrowej od duńskiej wyspy Bornholm wynosi około 37 km.

6.5. Dziedzictwo kulturowe

Dziedzictwo kulturowe to ślady ludzkiej działalności pozostawione w środowisku przyrodniczym. Mogą to być obiekty fizyczne, np. stare zabudowania, zabytki archeologiczne oraz wraki, a także różnego rodzaju efekty działalności powiązanej ze specyficznym miejscem (Riksantikvarieämbetet 2016).

W celu sporządzenia zestawienia znanych wraków oraz zidentyfikowania niezarejestrowanych obiektów archeologicznych na obszarze farmy zostało przeprowadzone studium wykonalności analizujące istnienie podwodnych pozostałości archeologicznych. Kulturmiljöregister (rejestr obiektów dziedzictwa narodowego) sporządzony przez Riksantikvarieämbetet (Narodowa Rada Dziedzictwa) i gromadzący informacje o wszystkich znanych i zarejestrowanych obiektach dziedzictwa archeologicznego oraz pozostałych zabytkach kulturowo-historycznych w Szwecji zawiera informacje na temat ośmiu znanych obiektach na

terenie farmy (Rysunek 23) oraz o wraku zlokalizowanym 100 m na południe od farmy wiatrowej. Wszystkie z tych obiektów należą do kategorii „pozostałości statków/łodzi”. Przypuszcza się, że jeden z obiektów może być zabytkiem archeologicznym.



Rysunek 23. Zabytki o szczególnym znaczeniu narodowym oraz istniejące obiekty dziedzictwa archeologicznego w pobliżu farmy.

6.6. Zarządzanie zasobami naturalnymi

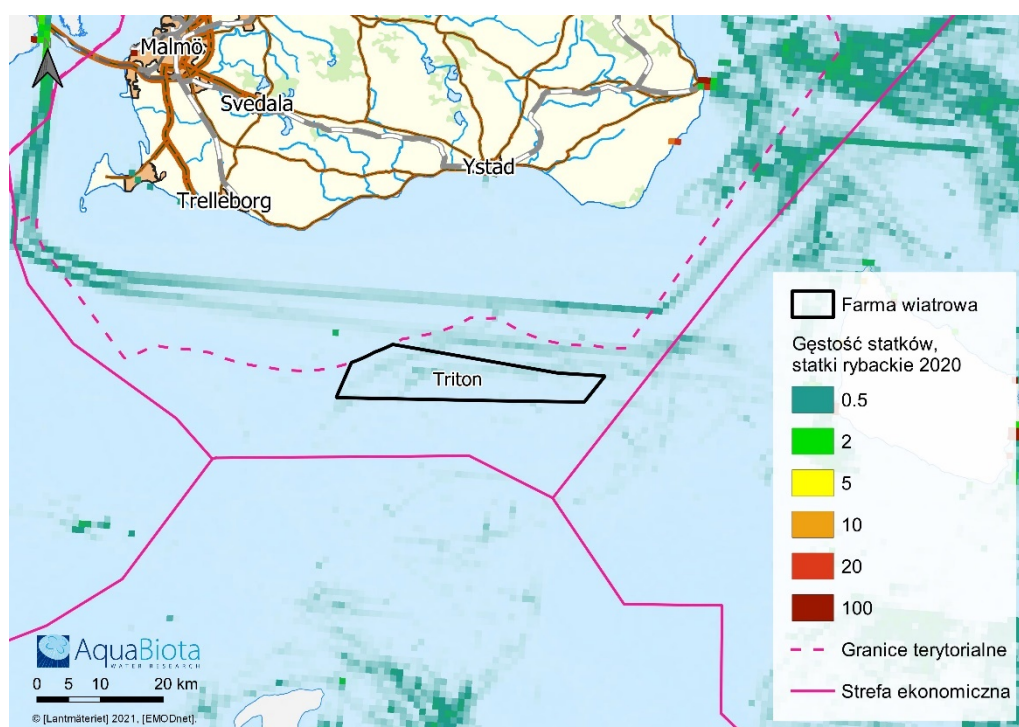
6.6.1. Rybołówstwo przemysłowe

Rybołówstwo komercyjne prowadzone na Morzu Bałtyckim jest ukierunkowane na zaledwie kilka gatunków. Dorsz, śledź i szprot stanowią 95% poławianych ryb (ICES, 2018). Połowy ryb pelagicznych (głównie za pomocą włoków pelagicznych) prowadzone są na całym obszarze Morza Bałtyckiego i obejmują przede wszystkim połowy śledzia i szprota. To właśnie te ryby mają największy wagowy udział w połowach w regionie Morza Bałtyckiego. Najistotniejsze połowy dennie to połowy dorsza i różnych gatunków gładry, głównie storni i gładzicy, przeprowadzane za pomocą włoka i skupione w południowej i zachodniej części Morza Bałtyckiego. Inne poławiane gatunki o lokalnym i sezonowym znaczeniu ekonomicznym to łosoś, zimnica, nagład, turbot, sandacz, okoń, sieja, węgorz oraz troć wędrowna.

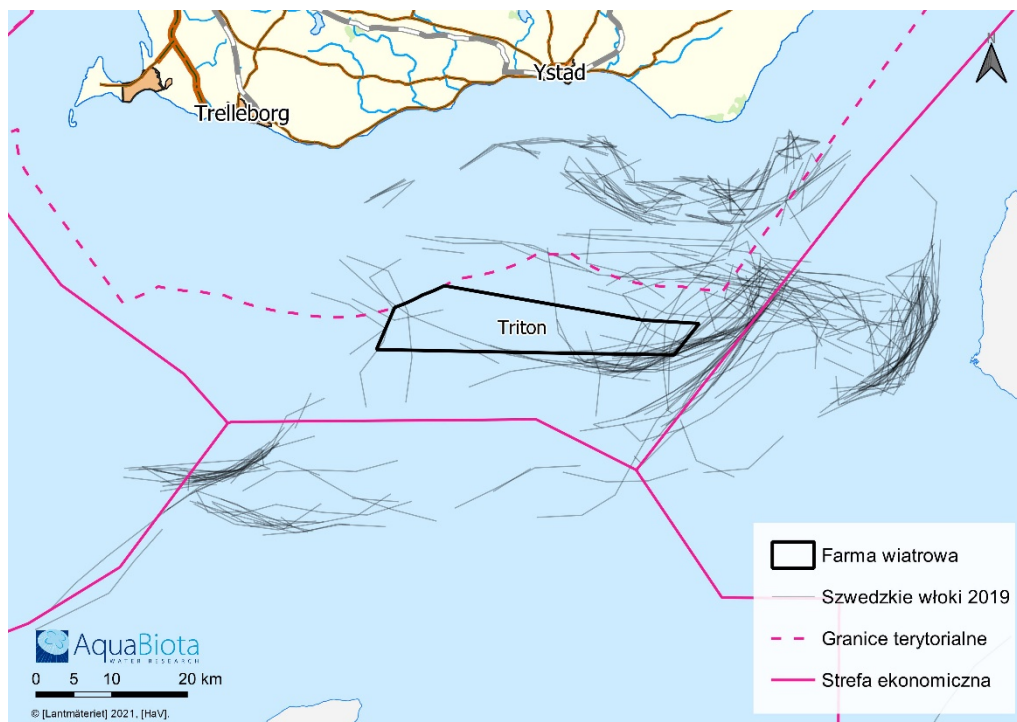
Opisane wyżej połowy mają też miejsce na obszarze realizacji projektu oraz w jego pobliżu. Zgodnie z danymi dotyczącymi wyładunków, rejestrowanymi w Międzynarodowej Radzie Badań Morza (ICES), połowy na obszarze oraz wokół farmy Triton są prowadzone przez rybaków ze Szwecji, Niemiec, Polski i Danii. Roczne połowy (w latach 2010–2016) w kwadratach rybackich ICES, pokrywających się z obszarem realizacji projektu (39G3 i 39G4), wyniosły ok. 2400 ton w przypadku Szwecji i ok. 6800 ton w przypadku Danii. W pobliżu farmy prowadzi się głównie połowy śledzia i szprota za pomocą włoków pelagicznych.

Dodatkowo, poławia się dorsza i różne gatunki flądry, np. stornie, gładzice i turboty głównie za pomocą włoków dennych i sieci skrzelowych. Można zasadniczo stwierdzić, że połowy ryb pelagicznych takich, jak śledź i szprot są prowadzone na dużą skalę, zaś połowy gatunków dennych, np. dorsza i flądry, odbywają się raczej w mniejszym zakresie (Fiskeriverket 2010).

Dane z 2019 roku udostępnione przez VMS (Vessel Monitoring System) oraz dane z systemu AIS z roku 2020 przedstawiające lokalizację większych statków rybackich (>12 m) potwierdzają prowadzenie połowów na obszarze realizacji projektu i w jego pobliżu głównie za pomocą włoków (Rysunek 24; Rysunek 25). W bliskiej okolicy na północ od farmy znajdują się także obszary prowadzenia połowów o szczególnym znaczeniu narodowym.



Rysunek 24. Dane z systemu AIS dotyczące miesięcznego zagęszczenia ruchu wszystkich europejskich statków rybackich w roku 2020 mierzonego na godzinę w strefach 1 × 1 km.



Rysunek 25. Dane dotyczące aktywności rybackiej pochodzące z 2019 roku ze szwedzkiego systemu VMS.

6.7. Klimat

Przewiduje się, że wzrost temperatur na skutek zmian klimatu doprowadzi do zmiany warunków życia wielu organizmów. W perspektywie długoterminowej poziom mórz oraz temperatury będą wzrastać, wody ulegną zakwaszeniu, a poziom zasolenia spadnie (Herr i in. 2014; Laffoley i Baxter 2016). W przypadku organizmów, których zasięg występowania już obecnie jest ograniczony, takie zmiany mogą doprowadzić do ich całkowitego wyginięcia. Budowa elektrowni wiatrowych to jedno z najważniejszych krajowych przedsięwzięć realizowanych w celu ograniczenia nadchodzących zmian klimatu oraz osiągnięcia przez Szwecję celów klimatycznych zakładających zerową emisję gazów cieplarnianych netto w 2045 r. Farma wiatrowa przyczyni się zatem do ograniczenia globalnych zmian klimatycznych, a tym samym do zmniejszenia negatywnego wpływu na gatunki występujące lokalnie.

6.8. Geologiczne składowanie dwutlenku węgla

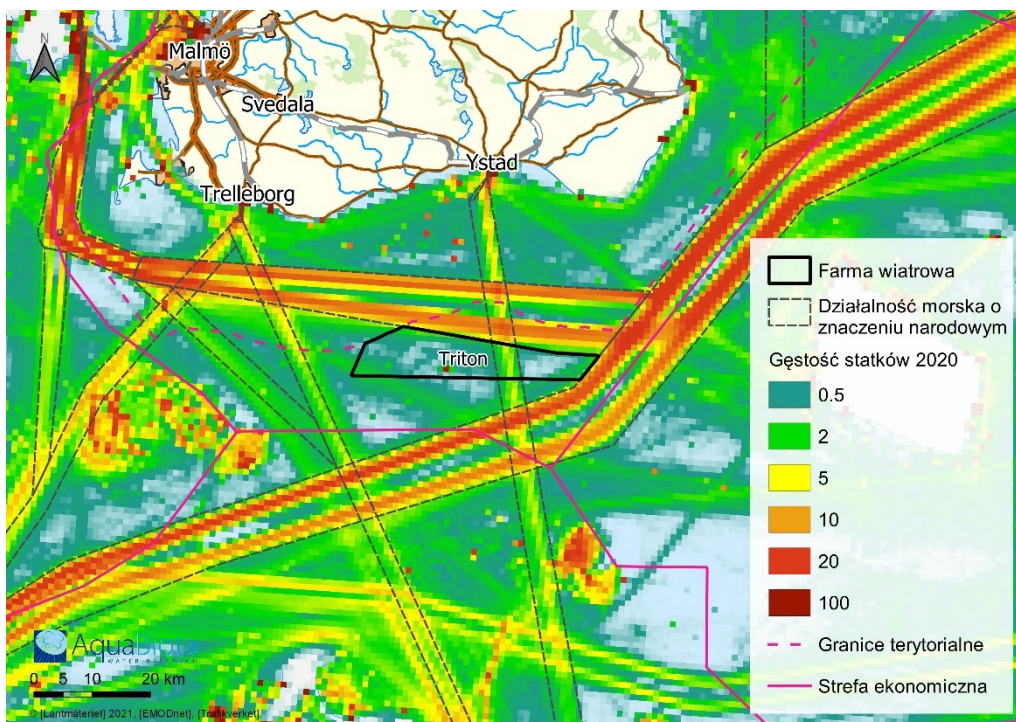
Składowanie dwutlenku węgla w strukturach geologicznych jest sposobem na zmniejszenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Rozważa się uwzględnienie tej technologii w planie działania na rzecz osiągnięcia celów klimatycznych. W chwili obecnej dwutlenek węgla nie jest składowany na obszarach morza terytorialnego Szwecji, jednak wiadomo już, że niektóre obszary mają odpowiednie właściwości umożliwiające takie składowanie. Jeden z takich obszarów to *Arnagergrönsand*, zlokalizowany w południowo-zachodniej części Skanii i pokrywający się częściowo z obszarem farmy wiatrowej Triton (Mortensen i in. 2017).

6.9. Infrastruktura

6.9.1. Transport morski

Transport morski w południowej części Morza Bałtyckiego ma charakter stały z niewielkimi zmianami sezonowymi. Ruchy dużej liczby statków (towarowych, rybackich, pasażerskich, pomocniczych, zbiornikowców, kontenerowców, itp.) można śledzić w systemie AIS (Automatic Identification System). Dane z systemu AIS pozwalają stwierdzić, że statki poruszające się po często uczęszczanych szlakach morskich omijają farmę wiatrową, kierując się ku lądowi lub wypływając na Morze Bałtyckie. Promy pływające z Trelleborga i Ystad w Szwecji do Sassnitz w Niemczech oraz Świnoujścia w Polsce mijają zachodni wierzchołek obszaru realizacji projektu i przepływają przez wschodnią część farmy (Rysunek 26). Jednak w obrębie farmy wiatrowej odbywa się bardzo niewielki ruch statków.

Obszar realizacji projektu graniczy z wieloma szlakami żeglownymi o szczególnym znaczeniu narodowym, m.in. Falsterbo-Bornholmstgattet, Gedser-Svenska Björn i Anholt-Svartgrund. Znaczną część ruchu stanowi „ciężki” transport morski. Ruchy statków rybackich są nieco mniej jednorodne, gdyż poruszają się one między obszarami połowowymi, które różnią się w zależności od wybranego gatunku.

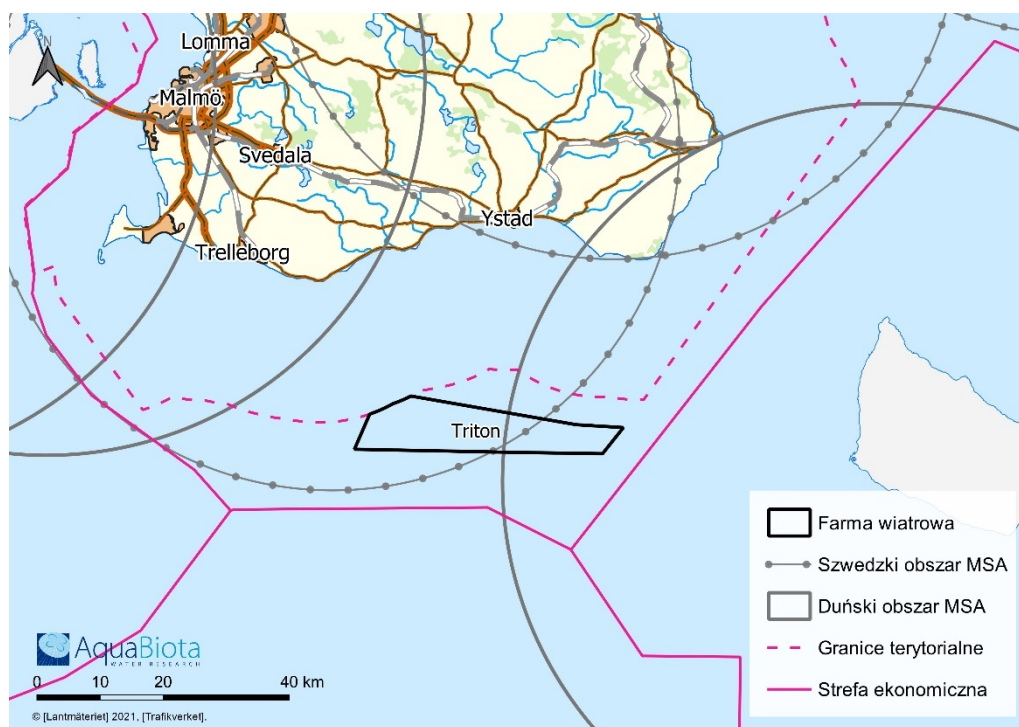


Rysunek 26. Miesięczne zagęszczenie ruchu statków w roku 2019 mierzone na godzinę w strefach 1 × 1 km oraz szlaki żeglowne przebiegające w pobliżu farmy wiatrowej.

6.9.2. Transport lotniczy

Lotnisko zlokalizowane najbliżej projektu Triton to port lotniczy w Malmö, położony około 52 km na północ od farmy wiatrowej oraz port lotniczy Bornholm znajdujący się około 39 km na wschód od farmy. Powierzchnia MSA (ang. Minimum Sector Altitude) lotniska w Malmö to obszar lotniczy o szczególnym

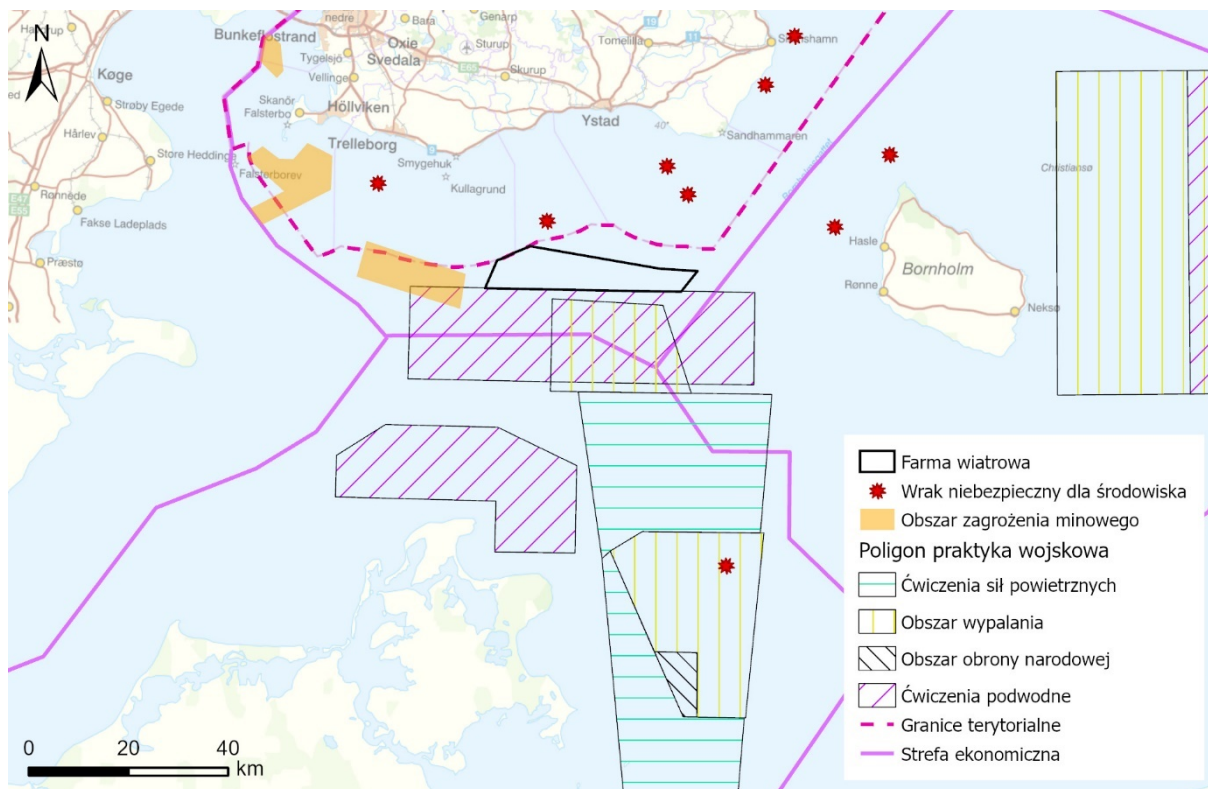
znaczeniu narodowym. Teren farmy wiatrowej nachodzi do pewnego stopnia na ten obszar. Taka sama sytuacja ma miejsce w przypadku portu lotniczego Bornholm, którego powierzchnia MSA nachodzi na wschodnią część farmy wiatrowej. Powierzchnia MSA to obszar w kształcie koła o promieniu 55 km, mierząc od lotniska, które znajduje się w jego centrum. Obszar MSA jest podzielony na cztery sektory, w których minimalna dopuszczona wysokość lotu wynosi 300 metrów nad najwyższą położoną fizyczną barierą każdego sektora. Piloci samolotów dysponują zatem marginesem bezpieczeństwa wynoszącym 300 metrów od najwyższej położonego obiektu w każdym sektorze.



Rysunek 27. Obszary MSA szwedzkich i duńskich lotnisk.

6.9.3. Obszary wojskowe

Farma wiatrowa Triton nie jest zlokalizowana na obszarze wojskowym Försvarsmakten (szwedzkie siły zbrojne), jednak jej południowa część graniczy z terenem wykorzystywanym do ćwiczeń wojskowych przez NATO (Rysunek 28). Dalej na południe od farmy i wschód od wyspy Bornholm znajdują się kolejne obszary wykorzystywane przez NATO.



Rysunek 28. Morskie strefy ćwiczeń wykorzystywane przez NATO (BSH CONTIS), obszary zagrożone wybuchem min i wraki stanowiące poważne zagrożenie dla środowiska.

6.9.4. Obiekty niebezpieczne dla środowiska i miejsca strefy zrzutu (obszary zagrożone wybuchem min)

Na północ od obszaru realizacji projektu znajduje się kilka wraków, które stanowią poważne zagrożenie dla środowiska (Rysunek 28). W obrębie farmy Triton nie występują żadne znane miejsca strefy zrzutu. Zgodnie z klasyfikacją HELCOM na obszarze istnieje niewielkie ryzyko wystąpienia min morskich.

6.9.5. Pozostała działalność

Istniejące farmy wiatrowe

W pobliżu obszaru realizacji projektu znajdują się trzy należące do Niemiec morskie farmy wiatrowe, tj. Baltic 2, Wikinger oraz Arkona. Farma Baltic 2 znajduje się około 10 km na zachód od obszaru realizacji projektu i składa się z 88 turbin o mocy całkowitej 288 MW. Farma Wikinger jest oddalona o około 24 km na południowy wschód od farmy Triton i składa się z 70 turbin o mocy całkowitej 350 MW. Z kolei farma Arkona znajduje się około 30 km na południowy wschód od obszaru realizacji projektu i składa się z 60 turbin o mocy całkowitej 385 MW (Rysunek 29). Eksploatacja duńskiej farmy wiatrowej Kriegers Flak o mocy całkowitej 600 MW rozpoczęła się we wrześniu 2021 roku. Rysunek 29 przedstawia lokalizację farm wiatrowych.

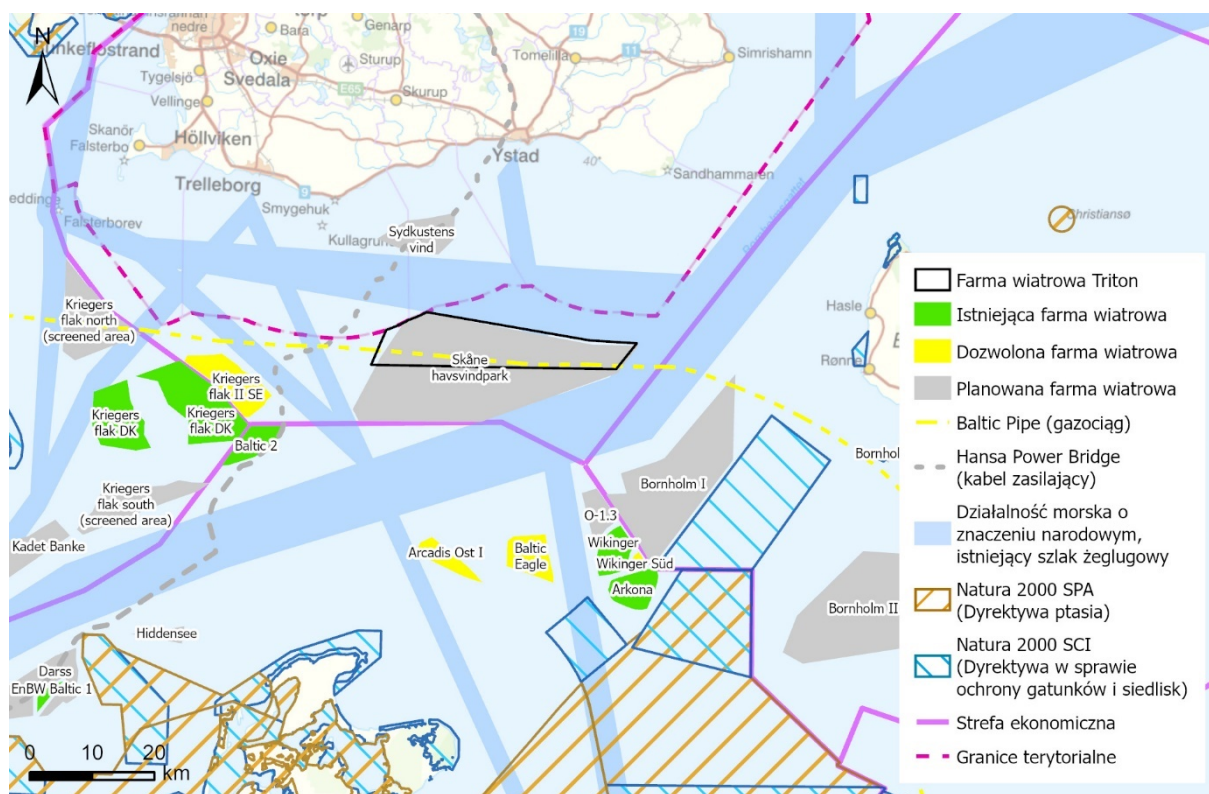
Planowane farmy wiatrowe

W pobliżu farmy Triton planowane jest utworzenie kolejnych farm wiatrowych. Szwedzka część farmy Kriegers Flak dysponuje pozwoleniami wystawionymi w przeszłości. Obecnie trwa proces ubiegania się o zmianę pozwoleń, a projekt uzyskał już pozwolenie Natura 2000. W wyłącznej strefie ekonomicznej Niemiec planuje się utworzenie farmy Baltic Eagle (476 MW) oraz Wikinger Süd (10 MW) i przekazanie ich do eksploatacji w latach 2022–2025. W tym samym czasie na obszarze morza terytorialnego Niemiec planowane jest wybudowanie farmy Arcadis Ost 1 o mocy 247 MW. Kolejna farma o nazwie O-1.3 (300 MW) zostanie oddana do użytku w 2026 r. Rysunek 29 przedstawia lokalizację planowanych farm wiatrowych.

Pozostała działalność

W południowej części farmy wiatrowej przebiega trasa podmorskiego gazociągu Baltic Pipe, która łączy Danię i Polskę. Pozwolenia na budowę gazociągu zostały już wydane. Gazociąg po ułożeniu na dnie Morza Bałtyckiego będzie prowadził przez obszary należące do Danii, Polski i Szwecji. Całkowita długość gazociągu wyniesie prawdopodobnie 275 km. Dania wydała pozwolenie na budowę Baltic Pipe jesienią 2019 r., natomiast Szwecja i Polska udzieliły odpowiednich pozwoleń w 2020 r. Szacuje się, że już w 2022 r. rozpocznie się przesył gazu.

Na zachód od farmy będzie przebiegać planowane połączenie elektroenergetyczne Hansa PowerBridge będące inwestycją Svenska kraftnät (szwedzkiego operatora systemu energetycznego). Linia kablowa prądu stałego o mocy 700 MW ma zostać poprowadzona między miejscowością Hurva w gminie Hörby (Skania) oraz miejscowością Güstow na północy Niemiec. Wniosek o udzielenie koncesji został złożony jesienią 2020 r. W przypadku otrzymania koncesji w 2022 r. budowa może się rozpocząć w 2024 r., a oddanie do użytku nastąpi w 2026 r.



7. Wstępna ocena oddziaływania na środowisko

W tym rozdziale znajduje się omówienie potencjalnego oddziaływania na środowisko związanego z budową farmy wiatrowej Triton. Oddziaływanie to należy uwzględnić na dalszych etapach realizacji projektu. Dokładna prezentacja i ocena wpływu na środowisko, wraz ze wszystkimi konsekwencjami, zostanie przedstawiona w ocenie oddziaływania na środowisko. Ocena będzie uwzględniać najbardziej pesymistyczny scenariusz (worst-case scenario) dla wszystkich elementów środowiska, które zostaną poddane oddziaływaniu. Na przykład ocena oddziaływania na ssaki morskie wywołanego hałasem będzie zakładać wykorzystanie fundamentów generujących największy hałas podczas mocowania. W przypadku tego projektu największy hałas powstaje przy posadowieniu fundamentu typu monopal. Ocena wpływu na faunę i florę dna morskiego zostanie przeprowadzona w ten sam sposób, czyli przy założeniu, że rozprzestrzenienie się osadów będzie spowodowane użyciem fundamentu, który generuje zawiesinę o największej koncentracji.

Dodatkowo wpływ na gatunki i siedliska chronione na pobliskich obszarach Natura 2000 (zob. rozdz. 6.3 powyżej), tj. poza terenem farmy wiatrowej, zostanie przedstawiony i oceniony w ramach sporządzania wniosku o pozwolenie Natura 2000. Wpływ ten został podsumowany w rozdziale 7.1.

Potencjalne oddziaływanie transgraniczne wywołane budową farmy wiatrowej jest dokładniej opisane w rozdziale 8.

7.1. Środowisko naturalne

7.1.1. Fauna i flora dna morskiego

Oddziaływanie na faunę i florę dna morskiego to głównie fizyczne zakłócenia dna morskiego, które powstają w momencie mocowania fundamentów, zabezpieczeń przed erozją oraz kładzenia wewnętrznej sieci kablowej. Wskutek prac związanych z kopaniem i wierceniem najbardziej narażone na obrażenia i śmierć są zwierzęta nieprzemieszczające się. Obszary, na których będą prowadzone tego typu prace, zajmują bardzo niewielką powierzchnię dna na terenie farmy (około 0,1%). Możliwy jest powrót organizmów żyjących przy dnie na obszar, gdzie miały miejsce prace budowlane.

Posadowienie fundamentów powoduje rozprzestrzenienie się osadów i tymczasowe podniesienie zawartości zawiesiny w wodzie. Rozprzestrzenianie się osadów zależy w głównej mierze od składu substratu dna, prądów morskich oraz rodzaju fundamentów i technologii montażowej zastosowanej na etapie budowy farmy (Hammar 2009). Instalacja wewnętrznej sieci kablowej również może wiązać się z lokalnym rozprzestrzenieniem osadów, jeśli kable są układane poprzez zakopywanie lub wplukiwanie w warstwę osadów.

Gdy zawiesina, rozprzestrzeniająca się w wodzie na skutek prac budowlanych, opada na dno (osadza się) organizmy żyjące przy dnie mogą zostać przykryte warstwą osadów. Wpływ sedymentacji na faunę dna

morskiego jest uzależniony od wielu czynników takich, jak ilość materiału sedymentacyjnego oraz całkowity czas, przez jaki organizmy pozostają przykryte warstwą osadów (czas ekspozycji). Duże znaczenie ma też wielkość cząstek tworzących zawiesinę (Hutchison i in. 2016). Dno morskie na obszarze planowanej farmy wiatrowej Triton to niemal wyłącznie głębokie dno miękkie zamieszkiwane przez organizmy żyjące zakopane w warstwie osadów. Organizmy przystosowane do życia w osadzie radzą sobie lepiej w przypadku wystąpienia zawiesiny niż organizmy osiadłe (tj. na stałe przytwierdzone do dna), które występują na powierzchni dna morskiego (Essink 1999). Przykrycie dna twardego warstwą osadu może utrudniać przytwierdzenie się zarodników glonów i larw do dna, co może wpłynąć negatywnie na rekrutację nowych glonów i organizmów (Berger i in. 2003; Vaselli i in. 2008). Z uwagi na rzadkie występowanie dna twardego i glonów na obszarze farmy wiatrowej ryzyko tego rodzaju wpływu na środowisko ocenia się na niskie.

Ponadto powierzchnia fundamentów i zabezpieczeń przed erozją zapewnia dostęp do twardego podłoża, do którego mogą się przyczepiać glony i inne organizmy. Tym samym fundamenty tworzą podłoże do wzrostu organizmów (tzw. efekt sztucznej rafy), dzięki czemu gatunki żyjące na dnie twardym (np. omulek jadalny) mogą rozwijać się na powierzchni elektrowni (Dong energy 2006; Degraer i in. 2020). Badania wykazały, że fundamenty elektrowni, których dużą powierzchnię zamieszkuje omulek jadalny, charakteryzują się wysoką aktywnością biologiczną, co przyciąga do nich ryby (Maar i in. 2009). Na etapie likwidacji fundamentów i kabli może nastąpić rozprzestrzenienie się osadów, jednak na mniejszą skalę niż podczas montażu.

W kolejnej fazie przygotowań zostanie przeprowadzone modelowanie siedlisk i organizmów bentosowych na obszarze realizacji projektu. Planuje się opracowanie modeli rozprzestrzeniania się osadów, aby móc oszacować, w jakim kierunku osady będą się rozprzestrzeniać podczas montażu fundamentów. Modele rozprzestrzeniania się osadów posłużą jako podstawa dokładniejszej analizy wpływu tego zjawiska na faunę i florę dna morskiego w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.1.2. Ryby

Powstawanie zawiesiny w wodzie jest zjawiskiem naturalnym, które występuje w dłuższych lub krótszych okresach. Na etapie budowy rozprzestrzenianie się osadów może mieć negatywny wpływ na ryby (szczególnie na ikrę i narybek), gdyż cząstki zawieszane mogą zakrywać ikrę, przyklejać się do skrzel i zmniejszać szanse ryb na przeżycie. Ilość cząstek zawieszonych powstałych np. na skutek wiercenia można na różne sposoby ograniczać, np. wypuszczając zawiesinę przy dnie, a nie w wyższych warstwach wody. Efektem takich działań jest szybsze osadzanie się materiału.

Podczas budowy możliwe jest także wystąpienie hałasu na zwiększonym poziomie, co może wpływać na zdolności ryb do orientacji, lokalizacji pożywienia, komunikacji oraz rekrutacji. Niektóre badania prowadzone przed rozpoczęciem etapu budowy mogą powodować, że pewne gatunki zaczną wykazywać przejściowe zachowania unikowe. Dzieje się tak np. z dorszami znajdujących się w pobliżu statków badawczych. Podczas eksploatacji turbiny emitują hałas (<700 Hz), który może wpływać na zachowanie ryb i zagłuszać wydawane przez nie dźwięki (Popper i Hawkins 2019). Skupiska ryb zaobserwowane wokół fundamentów farmy wiatrowej (zob. efekt sztucznej rafy opisany poniżej) wskazują jednak, że potencjalny wpływ hałasu generowanego na etapie eksploatacji ma znaczenie marginalne. W razie potrzeby można zastosować

zabezpieczenia techniczne lub inne środki zapobiegawcze, aby zmniejszyć oddziaływanie na ryby. Przykładem takich rozwiązań jest unikanie na etapie budowy prac generujących zawiesinę i hałas w okresie tarła (Anon 2001).

Montaż fundamentów może powodować zmiany w siedliskach i pozytywnie wpływać na różnorodność występujących gatunków dzięki tzw. efektowi sztucznej rafy. Takie struktury przyciągają zazwyczaj populacje ryb (Wright i in. 2020), a wielkość zarybienia wokół fundamentów koreluje pozytywnie ze stopniem złożoności struktury (Hammar i in. 2008b). Wystąpienie większych skupisk ryb na etapie eksploatacji może zależeć od zmiany miejsca bytowania i/lub od przyrostu populacji na obszarze realizacji projektu (Andersson i Öhman 2010, Bergström i in. 2012). Wiele badań wykazało, że na obszarach, gdzie nie prowadzi się połowów, można zauważyć widoczny i mierzalny efekt w postaci zwiększonego zarybienia (Öhman i in. 1997, Roberts i in. 2001; Kamukuru i in. 2004; White i in. 2008). Farma wiatrowa ma także potencjał, by do pewnego stopnia chronić populację ryb występującą na pobliskim obszarze Natura 2000, gdyż teren ten nie jest objęty żadnymi regulacjami o rybołówstwie morskim (Naturvårdsverket 2017).

Podczas eksploatacji farmy wokół kabli morskich wytwarza się pole elektromagnetyczne, które może oddziaływać na ryby takie, jak węgorze, płaszczki i rekiny (Öhman i in. 2007; Rølvåg i in. 2020). Badania nad oddziaływaniem kabli na węgorze na obszarze farmy wiatrowej Lillgrund nie wykazały zmian zachowania tych organizmów, zaobserwowano jednak pewną skłonność do szybszych ruchów przy wyższym natężeniu prądu w kablach. Inne badania również nie dowiodły, aby kable morskie mogły w znaczący sposób oddziaływać na ryby (Dunlop i in. 2016). Ocenia się, że skumulowany wpływ kabli morskich na ryby będzie ograniczony.

Obecnie trwają zakrojone na większą skalę badania potencjalnego oddziaływania farmy na środowisko oraz konsekwencje takiego wpływu na populacje ryb. Przeprowadzone analizy zostaną uwzględnione w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.1.3. Ssaki morskie

Hałas podwodny może oddziaływać na ssaki morskie. Rzeczywisty wpływ na ssaki zależy od wielu czynników takich, jak natężenie i częstotliwość dźwięku, zasolenie i temperatura wody, cechy dna morskiego, odległość od źródła dźwięku, zakres słyszalności i wrażliwości na dźwięk danych gatunków zwierząt oraz od tego, czy źródło dźwięku jest impulsywne czy stałe.

Etap budowy to faza, w której generowany jest największy hałas. Przed przystąpieniem do budowy oraz w jej trakcie możliwe jest występowanie emisji dźwięku z wielu różnych źródeł, m.in. statków, urządzeń badawczych oraz prac takich, jak palowanie.

Morświny mają dobrze rozwinięty słuch, przez co są szczególnie wrażliwe na hałas. Dotyczy to szczególnie wysokich dźwięków o charakterze impulsowym, np. ewentualnych dźwięków emitowanych w trakcie palowania, które mogą powstawać podczas montowania fundamentów elektrowni wiatrowej. Odległość, z jakiej morświny są w stanie usłyszeć dźwięk, zależy od jego natężenia u źródła i częstotliwości. Propagacja dźwięku jest skorelowana częściowo z natężeniem dźwięku u źródła, a częściowo z jego częstotliwością,

gdyż fale dźwiękowe o niskiej częstotliwości rozchodzą się w wodzie na większą odległość. Hałas podwodny może oddziaływać na morświny na różnych poziomach. Im większy poziom hałasu, tym silniejsze oddziaływanie na morświny. Początkowo morświn wykrywa dźwięk, ale nie musi to wpływać na jego zachowanie. Wyższy poziom hałasu może powodować zmiany behawioralne, gdyż morświny niepokojone hałasem oddalają się od obszaru realizacji projektu. W przypadku gdy morświn nie oddala się od obszaru realizacji projektu, podlega stałemu narażeniu na wysoki poziom hałasu, co stwarza ryzyko fizycznych obrażeń objawiających się najpierw jako tymczasowe uszkodzenie słuchu (ang. TTS – Temporary Threshold Shift), a następnie trwałe przesunięcie progu słyszenia (ang. PTS - Permanent Threshold Shift). Dodatkowo, dźwięki o wysokim natężeniu mogą wpływać na umiejętność zdobywania pożywienia oraz zdolność komunikowania się z innymi osobnikami (Villadsgaard i in. 2007).

Podczas prac budowanych morświny mogą zostać wyparte z pobliskiego otoczenia. Prace te są jednak ograniczone czasowo i odbywają się na ograniczonych obszarach, dzięki czemu działania wypierające nie będą występować na dużej powierzchni farmy podczas całego etapu budowy. Aby zminimalizować zakłócenia i zmniejszyć oddziaływanie na słuch, można zastosować różne środki zapobiegawcze w celu ograniczenia propagacji dźwięku na etapie prac budowlanych. Zastosowanie odpowiednich środków pozwala uniknąć powstanie znaczącego oddziaływania na zdolność przetrwania i rozmnażania się u morświnów.

Foki nie są tak wrażliwe na podwodny hałas jak morświny (Kastelein i in. 2013). Nie odnotowano też, aby farma wiatrowa oddziaływała na te zwierzęta w znaczny i długotrwały sposób (Tougaard i in. 2003; Edren i in. 2004). Należy zauważyć, że w odróżnieniu od morświnów foki mogą trzymać narządy słuchu nad powierzchnią wody. Hałas emitowany na etapie budowy może jednak wpływać na foki i powodować ich wypieranie z obszaru oraz bezpośrednie uszkodzenie słuchu. Uznaje się, że środki zapobiegawcze, które zostaną zastosowane w celu ochrony morświnów, zmniejszą też oddziaływanie na foki.

W czterech z pięciu zbadanych farm na etapie eksploatacji nastąpił powrót morświnów do swoich siedlisk w takiej samej liczebności (Vallejo i in. 2017). Dźwięki o niskiej częstotliwości, generowane przez elektrownie wiatrowe na etapie eksploatacji, mogą prawdopodobnie zostać wychwycone przez morświny i foki, jednak wyniki badań nie pozwalają jednoznacznie określić wpływu tych dźwięków na zmiany behawioralne zwierząt. W niektórych przypadkach zagęszczenie morświnów na terenie farmy okazało się większe na etapie eksploatacji niż przed nim, prawdopodobnie ze względu na zwiększony dostęp do pożywienia spowodowany przyciąganiem ryb do fundamentów (Scheidat i in. 2011). Innym powodem może być zmniejszony ruch statków. W przypadku fok, badania wykazały, że polują one aktywnie wokół fundamentów (Russel i in. 2014).

Prace związane z likwidacją farmy będą także powodować emisję dźwięków w powietrzu i wodzie, np. podczas odcinania fundamentów i usuwania turbin wiatrowych. Emisje dźwięków mogą potencjalnie powodować zakłócenia oddziałujące na morświny, lecz ich zakres ocenia się jako mniejszy w porównaniu z oddziaływaniem na etapie budowy.

Inwentaryzacja morświnów na farmie wiatrowej Triton przy użyciu detektorów (typu F-POD) rozpoczęła się w marcu 2021 r. i razem z modelami propagacji dźwięki na skutek prac budowlanych będzie stanowić

podstawę oceny wpływu i wyznaczenia środków zapobiegawczych w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.1.4. Ptaki

Na etapie budowy oraz podczas prowadzenia ewentualnych badań możliwe jest wypieranie ptaków powodowane zwiększonym ruchem statków oraz pracami generującymi hałas mogącymi wystąpić na obszarze realizacji projektu. Zakłócenia te występują jednak w ograniczonym czasie i na ograniczonym obszarze, dzięki czemu działania wypierające nie będą występować na dużej powierzchni farmy podczas całego procesu.

Oddziaływanie eksploatowanej elektrowni na ptaki można zasadniczo podzielić na trzy rodzaje: efekt wypierania, efekt bariery i ryzyko kolizji.

Efekt wypierania polega na unikaniu przez dany gatunek obszaru farmy i jej najbliższego otoczenia. Analiza porównawcza różnych farm wiatrowych wykazała, że efekt wypierania obserwuje się na tylko niektórych farmach, zaś w przypadku innych oddziaływanie to nie występuje, a nawet możliwe jest zwiększenie liczebności ptaków (Dierschke i in. 2016). W związku z jesiennymi i wiosennymi wędrówkami, ptaki mogą wybierać obszar realizacji projektu na tymczasowe miejsce odpoczynku. Jednakże z uwagi na głębokie i miękkie dno morskie uznaje się, że teren farmy nie ma szczególnego znaczenia dla ptaków morskich.

Morska farma wiatrowa może stanowić barierę na trasie przelotu ptaków, co powoduje tak zwany efekt bariery. Szacuje się jednak, że ryzyko wystąpienia efektu bariery na obszarze farmy jest niskie, gdyż na tym terenie ani w jego pobliżu nie występują kolonie lęgowych ptaków morskich. Wydłużenie trasy lotu ptaków wędrownych związane z omijaniem obszaru farmy jest znikome w stosunku do tras całkowitych pokonywanych przez te ptaki podczas migracji. Skumulowany efekt bariery, czyli obecność kilku farm w bliskim sąsiedztwie, zostanie uwzględniony w ocenie oddziaływania na środowisko.

Ogólnie uznawanym zagrożeniem dla ptaków związanym z budową farmy są kolizje z łopatami wirnika. Badanie dotyczące kolizji ptaków z morską farmą wiatrową w Cieśninie Kalmarskiej wykazało niskie ryzyko kolizji. Analizowany obszar leżał na szlaku wędrówki 130 000 edredonów. Z całej grupy tylko cztery edredony uległy kolizji z turbinami (Pettersson 2005). Morskie kaczki nurkujące w czasie migracji przemieszczają się zazwyczaj nisko nad powierzchnią morza, unikając tym samym kolizji.

Obecnie trwa inwentaryzacja ptaków, która pozwoli ustalić znaczenie obszaru realizacji projektu dla różnych gatunków. W ocenie oddziaływania na środowisko znajdzie się pogłębiona analiza wpływu na ptaki na obszarze farmy, uwzględniająca modele ryzyka kolizji.

7.1.5. Nietoperze

Z uwagi na to, że obszar realizacji projektu znajduje się ponad 22 km od wybrzeża, prawdopodobieństwo wykorzystywania tego terenu przez żerujące nietoperze jest niskie. Przypuszcza się jednak, że nietoperze mogą przemieszczać się przez obszar farmy w okresie migracji (Hatch i in. 2013). Wnioski z różnych badań pozwalają jednak stwierdzić, że migracje nietoperzy odbywają się co do zasady w ograniczonym czasie i przy niskiej prędkości wiatru, kiedy turbiny na farmie nie poruszają się lub są wprawiane w niewielki ruch

(Ahlén i in. 2007). Dzięki wynikom jednego z badań wędrówek nietoperzy nad otwartym morzem wiemy, że farmy zlokalizowane w odległości większej niż około 20 km od brzegu mają niewielkie oddziaływanie na nietoperze (Sjollema i in. 2014).

W ocenie oddziaływania na środowisko zostanie uwzględniona opinia ekspertów zajmujących się tym zagadnieniem, która objaśni potencjalny wpływ farmy na nietoperze.

7.2. Warunki geologiczne i cechy dna

Oddziaływanie ocenia się na ograniczone, gdyż obszar dna, który posłuży do budowy farmy, będzie niewielki w stosunku do całkowitej powierzchni farmy. Fundament grawitacyjny to technologia, która zajmuje największy obszar dna i wiąże się z zastosowaniem największej ilości twardego substratu i innych struktur. Monopale i fundamenty typu jacket nie zajmują tak dużej powierzchni dna, ale wymagają posadowienia w podłożu, co powoduje lokalne oddziaływanie w pionie na struktury geologiczne.

Na obszarze realizacji projektu występuje dno akumulacyjne, gdzie zachodzi naturalna sedymentacja cząstek gliny i materiału organicznego. Przewiduje się, że warunki hydrograficzne nie ulegną dużym wpływom na etapie eksploatacji, co pozwala przypuszczać, że poziome oddziaływania na sedymentację będzie porównywalny.

W podsumowaniu wstępnej oceny należy stwierdzić, że wpływ na struktury geologiczne i środowisko dna na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji farmy będzie minimalny, gdyż całkowita powierzchnia dna zajmowana przez fundamenty jest bardzo mała.

7.3. Warunki hydrograficzne

Wpływ farmy wiatrowej na warunki hydrograficzne na danym obszarze może polegać na zmianach w ruchach prądów morskich, fal i mieszaniu wód.

Do tej pory przeprowadzono wiele badań warunków hydrograficznych w związku z budową różnych konstrukcji morskich w Szwecji, w tym np. badania poprzedzające budowę farmy wiatrowej Lillgrund czy mostu Øresundsbron (Øresundskonsortiet 2000, Møller i Edelvang 2001, Karlsson i in. 2006). Ogólnie rzecz biorąc stwierdza się, że elektrownie wiatrowe nie wpływają na warunki hydrograficzne z wyjątkiem mniejszych powierzchni wodnych (Hammar i in. 2008a). Zmiany w ruchach fal i prądów obserwowane wokół elektrowni wiatrowych są znikome (Hammar i in. 2008a). Z uwagi na to, że farma Triton będzie się mieścić daleko od brzegu, wpływ na warunki hydrograficzne na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji ocenia się na bardzo ograniczony.

Oddziaływanie farmy na warunki hydrograficzne zostanie dokładniej przedstawione w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.4. Rekreacja i wypoczynek

Biorąc pod uwagę, że obszar jest rzadko wykorzystywany do rekreacji i wypoczynku, oddziaływanie farmy ocenia się jako ograniczone. Podczas budowy i likwidacji farmy odgrodenie obszaru może powodować konieczność nakładania drogi przez łódki rekreacyjne, jednak ponieważ fundamenty nie będą posadowione

na szlakach żeglownych, takie oddziaływanie należy uznać za ograniczone. Na etapie budowy i likwidacji wystąpią też utrudnienia w prowadzeniu połowów rekreacyjnych, jednak tego rodzaju wpływ na etapie eksploatacji jest pomijalny.

7.5. Krajobraz

Turbiny wiatrowe zmieniają wygląd krajobrazu, w którym zostały umieszczone. Oddziaływanie na krajobraz i obserwatorów może być bardzo różne i wynika z subiektywnych emocji i ocen. Aby móc przedstawić, jak zmieni się krajobraz po wybudowaniu farmy wiatrowej Triton, planuje się wykonanie wizualizacji oraz fotomontaży z wielu miejsc na południowym wybrzeżu Skanii. Materiały te zostaną zaprezentowane i omówione na spotkaniach konsultacyjnych oraz dołączone do oceny oddziaływania na środowisko. W Szwecji farma będzie widoczna wyłącznie z obszaru lądu, bez względu na jej ostateczny kształt i wysokość całkowitą (270 lub 370 m). Również z duńskiej wyspy Bornholm farma będzie widoczna niezależnie od tego, czy jej ostateczna wysokość całkowita wyniesie 270 czy 370 m.

W ramach oceny oddziaływania na środowisko zostanie przeprowadzona analiza widoczności farmy wskazująca miejsca w otaczającym krajobrazie, z których farma będzie widoczna.

7.6. Dziedzictwo kulturowe

Przed budową farmy wiatrowej zostaną wykonane pomiary sonarem oraz magnetometrem w celu identyfikacji ewentualnych wraków i obiektów dziedzictwa archeologicznego. Dane uzyskane na drodze tych badań zostaną przeanalizowane przez ekspertów zajmujących się podwodnym dziedzictwem archeologicznym. Dzięki temu możliwa będzie identyfikacja podwodnych obiektów archeologicznych oraz zabezpieczenie ich przed oddziaływaniem związanym z budową i likwidacją farmy. Etap eksploatacji nie będzie wpływał na ewentualne podmorskie zabytki archeologiczne, ponieważ możliwe oddziaływanie farmy zostanie wyeliminowane na etapie budowy.

Jeśli na etapie badań zostaną wykryte wcześniej nieznanne pozostałości statków lub inne zabytki kulturowo-historyczne, fakt ten będzie zgłoszony władzom szwedzkim, zgodnie z ustawą o dziedzictwie kulturowym [Kulturmiljölagen (1988:950)].

7.7. Rybołówstwo przemysłowe

Na etapie eksploatacji zostaną prawdopodobnie wprowadzone regulacje dotyczące połowów włokiem dennym na obszarze farmy, aby zabezpieczyć kable, łodzie i przyrządy rybackie. Dodatkowo, podczas budowy i likwidacji farmy zwiększy się ruch statków. Te wszystkie czynniki będą oddziaływać na rybołówstwo przemysłowe prowadzone na obszarze farmy, co sprawi, że połowy nie będą się mogły odbywać na taką samą skalę, jak obecnie. Konieczność regulacji połowów włokiem na obszarze farmy nie oznacza, że rybołówstwo zostanie całkowicie uniemożliwione. Na obszarze realizacji projektu będzie można korzystać z innych metod połowowych oraz narzędzi pasywnych innego rodzaju.

Zdolność elektrowni do wytworzenia efektu sztucznej rafy i zwiększenia populacji ryb (Andersson i Öhman 2010, Reubens i in. 2011), w połączeniu z ograniczeniem połowów na terenie farmy, może mieć w perspektywie pozytywny wpływ na rybołówstwo (Fayram i Risi 2007). Wiele badań wskazuje, że na

obszarach o ograniczonej działalności rybackiej może nastąpić przyrost biomasy ryb, co w perspektywie daje większe zyski w sektorze rybołówstwa (Roberts i in. 2001; Gell i Roberts 2003, White i in. 2008; Lester i in. 2009; Gaines i in. 2010).

Obecnie trwają zakrojone na większą skalę badania potencjalnego oddziaływania farmy na środowisko oraz konsekwencje takiego wpływu na rybołówstwo przemysłowe. Przeprowadzone analizy zostaną uwzględnione w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.8. Klimat

Budowa farmy wiatrowej zostawia pewien ślad węglowy w związku z produkcją nowych turbin i innych konstrukcji, działalnością transportową oraz pracami montażowymi. Ślad węglowy powstaje też na etapie likwidacji farmy i wiąże się z ruchem statków, itp. Tego rodzaju działalność będzie ograniczona co do zakresu i czasu trwania. Na etapie eksploatacji farma wiatrowa przyczyni się natomiast do realizacji celów klimatycznych Szwecji, które zakładają osiągnięcie zerowej emisji gazów cieplarnianych netto w 2045 roku. Szacuje się, że farma będzie w ciągu roku produkować energię na poziomie około 7,5 TWh, co odpowiada rocznemu zużyciu energii elektrycznej przez około 1,5 miliona gospodarstw domowych. Innymi słowy, farma wiatrowa to jedno z najważniejszych przedsięwzięć realizowanych w Szwecji w celu ograniczenia nadchodzących zmian klimatu i przejścia na system energetyczny oparty na źródłach odnawialnych. Wpływ farmy wiatrowej na klimat zostanie dokładnie przeanalizowany w ocenie oddziaływania na środowisko.

7.9. Geologiczne składowanie dwutlenku węgla

Obecnie nie ma żadnych projektów, ani nie przewiduje się rozpoczęcia prac związanych ze składowaniem dwutlenku węgla na obszarze farmy wiatrowej. W ramach oceny oddziaływania na środowisko zostanie sporządzona analiza ewentualnego wpływu, jaki mógłby powstać, gdyby obszar wykorzystano w przyszłości do składowania dwutlenku węgla.

7.10. Zagrożenia i bezpieczeństwo

Firma OX2 zobowiązuje się do przestrzegania konwencji OSPAR dotyczącej eliminowania zanieczyszczeń chemicznych na obszarze morskim i zapobiegania im (OSPAR 1992). Konwencja służy ochronie obszaru Północno-Wschodniego Atlantyku. Zobowiązanie to będzie realizowane, mimo że Morze Bałtyckie nie jest wymienione w konwencji OSPAR (która obejmuje Morze Północne, Skagerrak oraz częściowo Kattegatt). Konwencja została opracowana w porozumieniu z rządami Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Szwajcarii, Szwecji i Wielkiej Brytanii oraz Unią Europejską.

Podczas fazy budowy istnieje szczególnie duże ryzyko wycieku paliwa czy olejów smarujących na skutek wzmożonego transportu, a także ryzyko kolizji, które wiąże się z zagęszczonym ruchem statków. Na etapie eksploatacji występuje również ryzyko oddziaływania na środowisko w związku z wykorzystaniem smarów i olejów w gondolach turbin. W przypadku emisji, wycieku lub awarii te środki chemiczne mogą przedostać się do wody i wpłynąć na organizmy morskie.

Zarządzanie ryzykiem środowiskowym będzie polegać na sporządzeniu protokołu ryzyka i planu ochrony środowiska w fazie planowania szczegółowego oraz na stosowaniu zasad i środków ostrożności zapisanych w Kodeksie Ochrony Środowiska (Miljöbalken) przy wykorzystaniu najlepszej dostępnej technologii, a także na zastosowaniu się do przepisów konwencji OSPAR.

Do wniosków o wydanie pozwoleń zostanie także dołączona analiza ryzyka wystąpienia kolizji statków na etapie budowy farmy i układania kabli na skutek zwiększenia ruchu morskiego na obszarze farmy oraz trasach do niej prowadzących, jak również wzmożenia ruchu statków na pobliskich szlakach żeglownych.

7.11. Infrastruktura i proces planowania

7.11.1. Transport morski

W regionie występują ważne węzły ruchu towarowego i pasażerskiego, na przykład między Szwecją, Danią, Niemcami i Polską. Z tego powodu szlaki promowe przebiegające przez obszar to połączenia o dużym znaczeniu międzynarodowym. Z kolei szlaki żeglugowe prowadzące przez farmę umożliwiają dotarcie do portów nad Botnikiem Północnym i są ważnymi trasami dla krajów takich, jak Szwecja, Finlandia, Rosja i republiki bałtyckie. Turbiny na farmie wiatrowej Triton nie są umieszczone na żadnym szlaku żeglugowym. Na etapie budowy ruch statków poruszających się między farmą a lądem oraz na obszarze farmy będzie wzmożony. Na różnych etapach pracy konieczne będzie wykorzystanie statków specjalnego przeznaczenia. Pewne sytuacje będą też wymagały utworzenia strefy bezpieczeństwa na obszarze budowy farmy. Tego typu działanie może powodować ograniczony czasowo wpływ powodujący np. zmiany w nawigacji przepływających obok statków.

Również etap eksploatacji wiąże się w pewnym stopniu ze zwiększeniem ruchu, głównie z powodu transportu załogi między farmą wiatrową a lądem oraz na obszarze farmy. Oddziaływanie na ruch morski oraz szlaki żeglugowe uznaje się jednak w tej sytuacji za bardzo ograniczone.

Aby ocenić wpływ farmy na transport morski, zostanie sporządzona analiza ryzyka dla etapu budowy i eksploatacji farmy. W ramach analizy ryzyka zostanie obliczone prawdopodobieństwo wpłynięcia statków na mieliznę, kolizji z innymi statkami oraz wpłynięcia lub zniesienia na farmę wiatrową. Opis oddziaływania farmy na transport morski znajdzie się w ocenie oddziaływania na środowisko. Po konsultacji z odpowiednimi instytucjami, i w razie potrzeby, zostaną zaproponowane środki zapobiegawcze.

7.11.2. Transport lotniczy

Ze względu na to, że na obszarze występuje ruch lotniczy związany z bliskim położeniem kilku lotnisk, realizacja projektu musi uwzględniać powierzchnię MSA (Minimum Sector Altitude). Budowa elektrowni wiatrowej może zmienić procedury dotyczące lotów kończących i zaczynających się na pobliskich lotniskach. Obszar farmy Triton pokrywa się częściowo z powierzchniami MSA lotniska w Malmö i portu lotniczego Bornholm, dlatego może być konieczne skorygowanie minimalnej wysokości lotu w sektorach zarówno na etapie budowy i eksploatacji, jak i likwidacji farmy. W tym kontekście należy też zaznaczyć, że powierzchnie MSA występują w większości obszarów południowej Szwecji. Luftfartsverket (szwedzki Urząd Lotnictwa

Cywilnego) zostanie powiadomiony o projekcie i na drodze konsultacji zbada oddziaływanie farmy oraz potrzebę podjęcia ewentualnych środków zapobiegawczych.

Obszar farmy Triton nie nachodzi jednak na żadną wyznaczoną strefę lotów na niskich wysokościach, ani obszar prowadzenia działań lotniczych przez Försvarsmakten, nie ma zatem ryzyka wystąpienia oddziaływania na którymś z etapów budowy i eksploatacji farmy. Potencjalny wpływ oraz współpraca z zainteresowanymi stronami zostaną dokładniej przeanalizowane i skonsultowane z Försvarsmakten przed sporządzeniem oceny oddziaływania na środowisko.

7.11.3. Interesy sił zbrojnych i obszary wojskowe

Obszary wojskowe, będące przedmiotem zainteresowania Försvarsmakten znajdują się z reguły zarówno na lądzie, jak i na morzu. Mogą obejmować infrastrukturę oraz szlaki żeglugowe. Obszar realizacji projektu nie pokrywa się z terenami stanowiącymi przedmiot zainteresowania sił zbrojnych. W tym regionie mogą jednak być realizowane interesy poufne i występować obszary niejawne. Istnieje ryzyko, że obiekty o wysokości powyżej 20 m mogą wpływać na interesy sił zbrojnych. Turbiny wiatrowe mogą oddziaływać negatywnie m.in. na systemy radarowe, łączność radiową, rozpoznanie systemów radiolokacyjnych, operacje lotnicze oraz ćwiczenia i szkolenia strzeleckie. Wysokie obiekty zlokalizowane w pobliżu radarów meteorologicznych mogą powodować mniej dokładne prognozy pogody. W związku z tym budowa farmy wiatrowej nie jest dozwolona w odległości mniejszej niż 5 km od radarów meteorologicznych. Konieczne jest też przeprowadzenie specjalistycznych analiz w przypadku farm wiatrowych położonych w promieniu 50 km. Farma Triton znajduje się poza granicami tych stref, dlatego nie powinna oddziaływać na wojskową infrastrukturę meteorologiczną.

Obszar realizacji projektu został wyznaczony w taki sposób, by nie nachodził na strefę wykorzystywaną przez NATO do ćwiczeń międzynarodowych. Wstępna ocena pozwala więc stwierdzić, że farma wiatrowa nie będzie oddziaływać na obszar ćwiczeń wojskowych. Wynika to także z badań przeprowadzonych na rzecz niniejszej analizy oraz planowanego dokumentu konsultacyjnego, sporządzanego w ramach konwencji z Espoo. Dodatkowe informacje o interesach i ewentualnych potrzebach wojskowych zostały pozyskane z Försvarsmakten i innych właściwych organów.

7.11.4. Obiekty niebezpieczne dla środowiska i miejsca strefy zrzutu (obszary zagrożone wybuchem min)

Przed budową farmy wiatrowej zostaną wykonane pomiary sonarem oraz magnetometrem w celu identyfikacji obiektów niebezpiecznych dla środowiska, np. wraków, min i pozostałych niewybuchów. Dane uzyskane na drodze tych badań zostaną przeanalizowane przez ekspertów zajmujących się podwodnym dziedzictwem archeologicznym. Dzięki temu możliwa będzie identyfikacja obiektów niebezpiecznych dla środowiska oraz zabezpieczenie ich przed oddziaływaniem związanym z budową i likwidacją farmy. Etap eksploatacji nie będzie wpływał na takie obiekty, gdyż możliwe oddziaływanie farmy zostanie wyeliminowane na etapie budowy.

7.12. Oddziaływanie skumulowane

Oddziaływanie skumulowane obejmuje wpływ innych działalności i przedsięwzięć, które razem z omawianym projektem mogą oddziaływać na środowisko na obszarze realizacji omawianego projektu. Skumulowane skutki to takie, które mogą wystąpić w konsekwencji połączenia skutków, np. oddziaływań będących efektem tej samej działalności lub różnych przedsięwzięć. Do skumulowanych skutków należy np. oddziaływanie na ptaki, ryby i ssaki morskie wywołane różnego rodzaju działalnością na danym obszarze geograficznym. W ocenie oddziaływania na środowisko zostanie przeprowadzona identyfikacja i ocena oddziaływania skumulowanego z uwzględnieniem istniejących działalności oraz przedsięwzięć, które uzyskały wymagane pozwolenia (zob. rozdział 6.9.5 Pozostała działalność).

8. Potencjalne oddziaływanie transgraniczne

Ocena i opis spodziewanego oddziaływania transgranicznego zostaną uwzględnione w ocenie oddziaływania na środowisko, sporządzanej zgodnie z art. 4 konwencji z Espoo. W tym rozdziale przedstawiono opis najważniejszych oddziaływań transgranicznych, które mogą wynikać z budowy farmy.

8.1. Ptaki

Potencjalne oddziaływanie na ptaki, opisane w rozdziale 7.1.4, może objąć swoim zasięgiem obszar poza wyłączną strefą ekonomiczną Szwecji, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę, że niektóre gatunki ptaków poruszają się po dużym terytorium i występują na obszarach morskich należących do różnych państw. Oddziaływanie na ptaki w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na ptaki zostanie opisany w ocenie oddziaływania na środowisko.

8.2. Nietoperze

Przewidywane oddziaływanie na nietoperze zostało opisane w rozdziale 7.1.5. Jeśli chodzi o wpływ poza granicami Szwecji, rozpatrywane jest uaktualnienie analizy oddziaływania. Jak stwierdzono wcześniej, prawdopodobieństwo wystąpienia na obszarze farmy żerujących nietoperzy oceniono jako niskie, gdyż farma znajduje się w odległości ponad 20 km od wybrzeża. Na obszarze farmy mogą pojawić się migrujące nietoperze, co również zostało opisane w poprzednim rozdziale. Badania wskazują jednak, że dotyczy to tylko okresów, gdy wiatr wieje z niską prędkością. Ponadto, zlokalizowanie farmy wiatrowej daleko od brzegu zmniejsza oddziaływanie na nietoperze. Wpływ transgraniczny na nietoperze zostanie opisany w ocenie oddziaływania na środowisko.

8.3. Ssaki morskie

Morświn, foka szara i foka pospolita to przedmioty ochrony wielu obszarów Natura 2000 należących do Szwecji, Polski, Niemiec i Danii. Potencjalne oddziaływanie opisane w rozdziale 7.1.3 może objąć obszar poza granicami Szwecji, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę, że występowanie tych gatunków może obejmować tereny należące do różnych państw. Oddziaływanie na ssaki morskie w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na ssaki morskie zostanie opisany w ocenie oddziaływania na środowisko.

8.4. Rybołówstwo

Potencjalne oddziaływanie na rybołówstwo, opisane w rozdziale 7.7, może objąć swoim zasięgiem także rybaków zawodowych z innych krajów. Oddziaływanie na rybołówstwo w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na rybołówstwo zostanie opisany w ocenie oddziaływania na środowisko.

8.5. Transport morski

Potencjalne oddziaływanie przedstawione w rozdziale 7.11.1 może mieć zasięg transgraniczny i powodować głównie tymczasowy wpływ na transport morski na danym obszarze na skutek wzmożonego ruchu statków oraz ewentualnego odgrózenia obszaru budowy. Farma wiatrowa może oddziaływać na pobliskie szlaki żeglugowe, tj. szlaki promowe z Ystad i Trelleborga do Sassnitz w Niemczech oraz Świnoujścia w Polsce, a także trasy Falsterbo-Bornholmsgattet, Gedser-Svenska Björn i Anholt-Svartgrund.

Jak opisano wcześniej, planowana farma wiatrowa jest oddalona od szlaków żeglugowych, można więc założyć, że wpływ eksploatacji farmy będzie ograniczony. Oddziaływanie na transport morski w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na transport morski zostanie opisany w ocenie oddziaływania na środowisko.

8.6. Transport lotniczy

Możliwe oddziaływanie na transport lotniczy, opisane w rozdziale 7.11.2, może potencjalnie mieć zasięg transgraniczny. Ze względu na to, że na obszarze występuje ruch lotniczy związany z bliskim położeniem kilku lotnisk, realizacja projektu musi uwzględniać powierzchnię MSA (Minimum Sector Altitude). Budowa elektrowni wiatrowej może zmienić procedury dotyczące lotów kończących i zaczynających się na pobliskich lotniskach. Obszar farmy Triton pokrywa się częściowo z powierzchniami MSA lotniska w Malmö i portu lotniczego Bornholm, dlatego może być konieczne skorygowanie minimalnej wysokości lotu w sektorach zarówno na etapie budowy i eksploatacji, jak i likwidacji farmy.

8.7. Obszary wojskowe

W pobliżu farmy znajduje się jeden obszar wojskowy (administrowany przez NATO), zob. rozdział 6.9.3. Granice obszaru realizacji projektu wyznaczono w taki sposób, aby nie nachodził on na strefę ćwiczeń, dzięki czemu farma nie będzie miała wpływu na prowadzoną tam działalność.

8.8. Krajobraz

Możliwe oddziaływanie na krajobraz, opisane w rozdziale 7.5, może potencjalnie mieć zasięg transgraniczny. Farma Triton jest zlokalizowana na morzu, ponad 23 km od wybrzeża Szwecji i ponad 35 km od duńskiej wyspy Bornholm. Oddziaływanie na krajobraz w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg.

8.9. Oddziaływanie skumulowane

Możliwe oddziaływanie skumulowane, opisane w rozdziale 7.12, może mieć zasięg transgraniczny. Oddziaływanie skumulowane w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Oddziaływanie skumulowane zostanie opisane w ocenie oddziaływania na środowisko.

9. Bibliografia

- Ahlén, I., Baagøe, H. J. i Bach, L. (2009). Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90, 1318-1323.
- Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J. i Pettersson, J. (2007). Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. VINDVAL, rapport 5571.
- Andersson, M. H. i Öhman, M.C. (2010). Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic Sea. *Marine and Freshwater Research* 61, 642–650.
- Anon. (2001). Slutrapport om miljön och den fasta förbindelsen över Öresund (sammanfattning av miljöpåverkan av anläggningsarbetet), Miljö- og Energiministeriet, Trafikministeriet samt Kontroll- och styrgruppen för Öresundsförbindelsen.
- ArtDatabanken. (2020). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala.
- Benke, H., Bräger, S., Dähne, M., Gallus, A., Hansen, S., Honnef, C. G. i Narberhaus, I. 2014. Baltic Sea harbour porpoise populations: status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series*, 495, 275–290.
- Berger, R., E. Henriksson, Kautsky, L. i Malm T. (2003). Effects of filamentous algae and deposited matter on the survival of *Fucus vesiculosus* L. germlings in the Baltic Sea. *Aquatic Ecology* 37(1): 1–11.
- Bergström, L., Kautsky L., Malm, T., Ohlsson, H., Wahlberg, M., Rosenberg, R. i Åstrand Capetillo, N. (2012). Vindkraftens effekter på marint liv – En syntesrapport. VINDVAL, rapport 6488.
- Brandt M. J., Dragon A. C. Diederichs A., Bellmann M.A., Wahl V., Piper W., Nabe-Nielsen J. i Nehls G. 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology Progress Series*. 596, 213–232.
- Carlén, I., Thomas, L., Carlström, J., Amundin, M., Teilmann, J., Tregenza, N., i Loisa, O. 2018. Basin-scale distribution of harbour porpoises in the Baltic Sea provides basis for effective conservation actions. *Biological Conservation*, 226, 42–53.
- Carlström, J. i Carlén, I. (2016). Skyddsvärda områden för tumlare i svenska vatten. *AquaBiota Report* 2016:04. 90 pp.
- Dierschke, V., Furness, R.W. i Garthe, S. (2016). Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. *Biological Conservation* 202, 59–68.
- Dong Energy, Vattenfall, The Danish Energy Authority och The Danish Forest and Nature Agency. (2006). *Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues*.
- Dunlop, E. S., Reid, S. M., och Murrant, M. (2016) Limited influence of a wind power project submarine

cable on a Laurentian Great Lakes fish community. *Journal of Applied Ichthyology* 32, 18–31.

Edren, S. M. E., Teilman, J., Dietz, R. i Carstensen, J. (2004). Effects from the construction of Nysted Offshore Wind Farm on Seals in Rødsand Seal Sanctuary based on remote video monitoring. Technical report to Energi E2 A/S Roskilde. 33 pp.

Energinet.dk. (2015). Kriegers Flak offshore wind farm environmental impact assessment. Technical background report. Birds and bats. Energinet.dk.

ERA5 (2020) European Centre for Medium Range Weather Forecasts
<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/charts>

Essink, K. (1999) Ecological effects of dumping of dredged sediments, options for management. *Journal of Coastal Conservation*, 5, 69–80.

Fayram, A. H. i de Risi, A. (2007). The potential compatibility of offshore wind power and fisheries: An example using bluefin tuna in the Adriatic Sea. *Ocean & Coastal Management* 50, 597–605.

Hutchison ZL, Hendrick VJ, Burrows MT, Wilson B, Last KS. (2016). Buried Alive: The Behavioural Response of the Mussels, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* to Sudden Burial by Sediment. *PLoS ONE* 11(3): e0151471.

Gaines, S. D., White, C., Carr, M. H. i Palumbi, S. R. (2010). Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107, 18286-18293.

Gell, F. R. i Roberts, C. M. (2003). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(9), 448-455.

Grove R.S., Sonu C.J. i Nakamura M. (1989). Recent Japanese trends in fishing reef design and planning. *Bulletin of Marine Science* 44, 984-996.

Göransson, P. 2019. Videoundersökningar i Sydvästskånes utsjövatten 2019, PAG Miljöundersökningar, Råå.

Hammar L., Andersson S. i Rosenberg R. (2008a). Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft. Naturvårdsverket, rapport 5828 från Vindval.

Hammar, L., Wikström, A., Börjesson P. i Rosenberg, R. (2008b). Studier på småfisk vid Lillgrund vindpark. Effektstudier under konstruktionsarbeten och installation av gravitationsfundament. Naturvårdsverket, rapport 5831 från Vindval.

Hammar, L., Magnusson, M., Rosenberg, R., Granmo, Å. (2009). Miljöeffekter vid muddring och dumpning – En litteratursammanställning. Naturvårdsverket. Rapport 5999. str. 71.

Hammond, P.S., Lacey, C., Gilles, A., Viquerat, S., Börjesson, P., Herr, H., Macleod, K., Ridoux, V., Santos, M.B., Scheidat, M., Teilmann, J., Vingada, J. i Øien, N. (2017). Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys.

Hatch, S. K., Connelly, E. E., Divoll, T. J., Stenhouse, I. J. i Williams, K. A. (2013) Offshore Observations of Eastern Red Bats (*Lasiurus borealis*) in the Mid Atlantic United States Using Multiple Survey Methods. PLoS ONE 8, e83803.

Havs- och vattenmyndigheten. (2019). Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet. Förslag till regeringen, 2019-12-16.

Herr, D., Isensee, K., Harrould-Kolieb, E. i Turley, C. (2014) Ocean Acidification: International Policy and Governance Options. Gland, Switzerland: IUCN.

Hutchison ZL, Hendrick VJ, Burrows MT, Wilson B, Last KS. (2016). Buried Alive: The Behavioural Response of the Mussels, *Modiolus modiolus* and *Mytilus edulis* to Sudden Burial by Sediment. PLoS ONE 11(3): e0151471.

ICES. (2018). ICES Fisheries Overviews – Baltic Sea Ecoregion.

IFAÖ. (2004). Evertebrater och makrofyter vid Kriegers Flak. IfAÖ (Institut für Angewante Ökologie).

Kamukuru, A. T., Yunus D. Mgaya, Y. D. i Öhman, M. C. (2004). Evaluating a marine protected area in a developing country: Mafia Island Marine Park, Tanzania. *Ocean & Coastal Management* 47, 321-337.

Karlsson A., Liungman O. i Lindow H. (2006). Överslagsberäkning av vertikalblandning vid Skottarevet vindpark. SMHI, Rapport 2006-52.

Kastelein, R. A., Gransier, R., i Hoek, L. (2013). Comparative temporary threshold shifts in a harbour porpoise and harbor seal, and severe shift in a seal. *The Journal of the Acoustical Society of America* 134, 13–16.

Kastelein, R. A., P. J. Wensveen, L. Hoek, W. C. Verboom i J. M. Terhune. 2009. Underwater detection of tonal signals between 0.125 and 100 kHz by harbor seals (*Phoca vitulina*). *Journal of the Acoustical Society of America*, 125:1222–1229.

Kastelein, R.A., Van de Voorde, S i Jennings, N. 2018. Swimming Speed of a Harbor Porpoise (*Phocoena phocoena*) During Playbacks of Offshore Pile Driving Sounds. *Aquatic Mammals* 44(1), 92–99.

King, S. 2019. Seabirds: collision. Str. 206–234 w Perrow, M.R. (red.) 2019. *Wildlife and Wind Farms, Conflict and Solutions*. Volume 3 Offshore: Potential Effects. Pelagic Publishing, Exeter, UK.

Knott, N.A., Underwood, A.J., Chapman, M.G. i Glasby, T.M. 2004. Epibiota on vertical and horizontal surfaces on natural reefs and on artificial structures. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 84: 1117–1130.

Laffoley, D. D. A. i Baxter, J. M. (Eds.). (2016). *Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences*. Gland, Switzerland: IUCN.

Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B. I., Gaines, S. D. i Warner, R. R. (2009). Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384, 33–46.

- Maar, M., Bolding, K., Petersen, J. K., Hansen, J. L., i Timmermann, K. (2009). Local effects of blue mussels around turbine foundations in an ecosystem model of Nysted off-shore wind farm, Denmark. *Journal of Sea Research*, 62(2-3), 159–174.
- MariLim. (2015). Benthic Flora, Fauna and Habitats EIA – Technical Report for Kriegers Flak Offshore Wind Farm.
- McConnell, B., Lonergan, M., Dietz, R. 2012. Interactions between seals and offshore wind farms. The Crown Estate, 41 pages.
- McLaughlan, C. i Aldridge, D. C. (2013). Cultivation of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) within their invaded range to improve water quality in reservoirs. *Marine and Freshwater Research* 47, 4357–4369.
- Møller A.L. i Edelvang K. (2001). DHI. Lillgrund vindpark, Assessment of effects to the zero solution in Öresund. Final Report.
- Naturvårdsverket. 2010. Undersökning av utsjöbankar. Stockholm: Naturvårdsverket. (Rapport 6385).
- Naturvårdsverket. 2011a. Rev, EU-kod 1170. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. 2011b. Sandbankar, EU-kod 1110. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11.
- Naturvårdsverket. 2016. Sydvästskånes utsjövatten. Länsstyrelsen i Skånes län. Skyddad natur, Naturvårdsverket: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>.
- Nilsson, L. i Green, M. 2011. Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001–2011. Rapport från Biologiska Institutionen, Lunds universitet.
- Nilsson, L. 2020. Utbyggnad av vindkraft på Kriegers Flaks i relation till fågelförekomsten inom Natura 2000-områdena i SV Skåne. Rapport 2020-06-22.
- Norling P i Kautsky N. 2007. Structural and functional effects of *Mytilus edulis* on diversity of associated species and ecosystem functioning. *Mar Ecol Prog Ser* 351:163–175. doi: 10.3354/meps07033.
- Perkol-Finkel S. i Benayahu Y. 2005. Recruitment of benthic organism onto a planned artificial reef: shifts in community structure one decade post-deployment. *Mar. Environ. Res.* 59: 79–99.
- Pettersson, J. (2005). The impact of offshore wind farms on birdlife in Kalmarsund. A final report based on studies 1999-2003. Report prepared for the Swedish Energy Agency. Lund, Lunds Universitet.
- Popper, A. N., i Hawkins, A. D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *Journal of Fish Biology*, 94(5), 692-713.
- Reubens, J. T., Degraer, S. i Vincxa M. (2011) Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research* 108,223–227.

- Riksantikvarieämbetet. (2016). Vision för kulturmiljöarbetet till 2030.
- Riksantikvarieämbetet. (2019). Forsök Fartyg och båtlämning. Dostep 24.02.2020. <https://app.raa.se/open/forsok/lamning-query>
- Roberts, C. M., Bohnsack, J. A., Gell, F., Hawkins, J. P. i Goodridge, R. (2001). Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science* 294, 1920–1923.
- Russell, D. J., Brasseur, S. M., Thompson, D., Hastie, G. D., Janik, V. M., Aarts, G., ... i McConnell B. (2014). Marine mammals trace anthropogenic structures at sea. *Current Biology*, 24(14), R638-R639.
- Rølvåg, T., Hagen, A. B. i Hagen, T. B. (2020). Shark attacks on offshore streamer cables. *Engineering Failure Analysis* 110, 104403.
- SAMBAH. (2016). Static Acoustic Monitoring of the Baltic Sea Harbour Porpoise (SAMBAH). Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/000261. SE-618 92 Kolmården, Sweden. 81 pp: Kolmårdens Djurpark AB.
- Scheidat, M., J. Tougaard, S. Brasseur, J. Carstensen, T. van Polanen Petel, J. Teilmann, i P. Reijnders. (2011). Harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea. *Environmental Research Letters* 6, 025102.
- Sjollema, A. L., Gates, J. E., Hilderbrand, R. H. i Sherwell, J. (2014). Offshore Activity of Bats along the Mid-Atlantic Coast. *Northeastern Naturalist* 21, 154-163.
- Sjöberg, M. i Ball, J.P., 2000. Grey seal, *Halichoerus grypus*, habitat selection around halout sites in the Baltic Sea: bathymetry or central-place foraging? *Canadian Journal of Zoology* 78: 1661–1667.
- Svane I. i Petersen J.K. 2001. On the Problems of Epibioses, Fouling and Artificial Reefs, a Review. *Mar. Ecol.* 22(3): 169–188.
- SMHI. (2020). <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis>.
- Tollit, D.J., Black, A D., Thompson, P.M., Mackay, A., Corpe, H.M., Wilson, B., Van Parijs, S.M., Grellier, K. i Parlane, S. 1998. Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology*, 244(2), 209-222.
- Tougaard, J., Ebbesen, I., Tougaard, S., Jensen, T. i Teilmann, J. (2003). Satellite tracking of harbour seals on Horns Reef. Use of the Horns Reef wind farm area and the North Sea. Technical report to Techwise A/S, Biological Papers from the Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg. No. 3. Roskilde: 43.
- Tougaard J., Wright A.J. i Madsen P.T. 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Marine Pollution Bulletin*, 90, 196–208.
- Tougaard, J. i Mikaelson, M. 2018. Effects of larger turbines for the offshore wind farm at Kriegers's Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals. Scientific Report No.286. Aarhus University, NIRAS.

Vallejo, G. C., Grellier, K., Nelson, E. J., McGregor, R. M., Canning, S. J., Caryl, F. M., i McLean, N. (2017). Responses of two marine top predators to an offshore wind farm. *Ecology and evolution*, 7(21), 8698–8708.

Vaselli, S., Bertocci, I., Maggi, E. i Benedetti-Cecchi, L. (2008). Effects of mean intensity and temporal variance of sediment scouring events on assemblages of rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*. 364:57–66.

Villadsgaard, A., Wahlberg, M. i Tougaard, J. 2007. Echolocation signals of wild harbour porpoises, *Phocoena phocoena*. *Journal of Experimental Biology*, 210(1), 56-64.

Wisniewska, D.M.M., Johnson, M., Teilmann, J., Rojano-Doñate, L., Shearer, J., Sveegaard, S., Miller, L.A., Siebert, U. i Madsen, P.T.T. 2016. Ultra-High Foraging Rates of Harbor Porpoises Make Them Vulnerable to Anthropogenic Disturbance. *Current Biology*, 26(11), 1441–1446.

White, C., Kendall, B. E., Gaines, S., Siegel, D. A., i Costello, C. (2008). Marine reserve effects on fishery profit. *Ecology Letters* 11, 370-379.

Wright, S. R., Lynam, C. P., Righton, D. A., Metcalfe, J., Hunter, E., Riley, A., Garcia, L, Posen, P., Hyder, K. (2020). Structure in a sea of sand: fish abundance in relation to man-made structures in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 77, 1206–1218

Öhman, M. C., Rajasuriya, A. i Ólafsson, E. (1997) Reef fish assemblages in north-western Sri Lanka: distribution patterns and influences of fishing practices. *Environmental Biology of Fishes* 49, 45–61.

Öhman, M. C., Sigray, P. i Westerberg, H. (2007) Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio* 36, 630–633.

Øresundskonsortiet. (2000). Environmental impact of the construction of the Øresund fixed link. Copenhagen 96 pp.

