

Morska farma wiatrowa Bałtyk Środkowy III

Raport o oddziaływaniu
na środowisko

Tom II. Rozdział 4

Opis procesu budowy

Wykonawca:
Grupa Doradcza SMDI

Zamawiający:
Polenergia Bałtyk III Sp. z o.o.

Warszawa,
kwiecień 2015 r.



Informacje o dokumencie

Dokument:	Morska farma wiatrowa Bałtyk Środkowy III Raport o oddziaływaniu na środowisko Tom II. Rozdział 4 Opis procesu budowy
Wersja:	Ostateczna
Autorzy:	Zespół autorski został wskazany w oddzielnej części raportu (Tom I. Rozdział 1)
Sprawdził:	Krzysztof Mielniczuk
Zatwierdził:	Maciej Stryjecki

Zamawiający:	Polenergia Bałtyk III Sp. z o.o. ul. Krucza 24/26 00-526 Warszawa
Wykonawca:	SMDI Doradztwo Inwestycyjne Sp. z o.o. Al. Wilanowska 208/4 02-765 Warszawa
Data umowy:	20.01.2015 r.

Spis treści

Skróty	5
1. Wprowadzenie	6
2. Prace poprzedzające budowę farmy	6
2.1. Pomiary wietrzności i weryfikacja produktywności.....	6
2.2. Opracowanie wstępnych założeń projektu budowlanego.....	7
2.3. Badania geotechniczne dna morskiego	8
2.4. Weryfikacja biznesplanu i montaż finansowy.....	9
2.5. Wybór dostawców głównych technologii i urządzeń	9
2.6. Wykonanie projektu budowlanego	9
2.7. Produkcja elementów farmy wiatrowej	9
3. Budowa farmy wiatrowej	10
3.1. Porty budowlano – montażowe	10
3.2. Przewidywane rodzaje i ruch statków	12
3.3. Transport i montaż elementów farmy	18
3.3.1. Fundamenty monopalowe	18
3.3.2. Fundamenty typu jacket.....	19
3.3.3. Fundamenty typu tripod	19
3.3.4. Fundamenty grawitacyjne.....	20
3.3.5. Elektrownie wiatrowe	21
3.3.6. Stacje elektroenergetyczne	21
3.3.7. Kable podmorskie.....	23
3.3.8. Instalacja zabezpieczeń przed wymywaniem.....	26
3.3.8.1. Procesy wymywania osadów dennych	26
3.3.8.2. Metody zapobiegania wymywaniu.....	27
3.3.8.3. Instalacja zabezpieczeń przed wymywaniem	27
3.3.9. Spoinowanie.....	28
3.3.10. Ochrona przed korozją	28
3.3.10.1. Zjawisko korozji	28
3.3.10.2. Metody ochrony przed korozją	28
3.4. Strefy bezpieczeństwa	30
3.5. Oznakowanie przeszkodowe i systemy ostrzegania	30

4.	Emisje na etapie budowy MFW	30
4.1.	Produkcja elementów farmy wiatrowej	30
4.2.	Transport morski elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego.....	31
4.3.	Składowanie elementów farmy wiatrowej w porcie budowlano - montażowym	32
4.4.	Przemieszczanie się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji	32
4.5.	Transport morski elementów farmy i podzespołów na miejsce inwestycji.....	33
4.6.	Praca jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia.....	33
4.7.	Przygotowanie dna morskiego pod fundamenty.....	34
4.8.	Instalacja fundamentów	34
4.9.	Instalacja podzespołów elektrowni wiatrowych, stacji elektroenergetycznych.....	35
4.10.	Transport, odzysk lub unieszkodliwianie odpadów i ścieków z jednostek pływających.....	36
4.11.	Układanie kabli podmorskich	36
4.12.	Przewidywany poziom emisji zanieczyszczeń do powietrza	37
5.	Materiały źródłowe i porównawcze.....	38
5.1.	Literatura, opracowania eksperckie, decyzje administracyjne.....	38
5.2.	Strony internetowe.....	38
6.	Spis tabel.....	39
7.	Spis rysunków.....	40
8.	Spis fotografii	40

Skróty

CPT	Sondowanie CPT (<i>Cone Penetration Test</i>)
GW	Gigawat
MFW	Morska farma wiatrowa
MFW BSIII	Morska farma wiatrowa Bałtyk Środkowy III
MW	Megawat
NE	Północny wschód
OOŚ	Ocena oddziaływania na środowisko
PSZW	Pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w polskich obszarach morskich
Raport/ Raport OOŚ/ROOŚ	Raport o oddziaływaniu na środowisko
RHDHV	Royal Haskoning DHV
ROV	Zdalnie sterowany pojazd podwodny do inspekcji filmowej (<i>Remotely Operated Vehicle</i>)
SW	Południowy zachód

1. Wprowadzenie

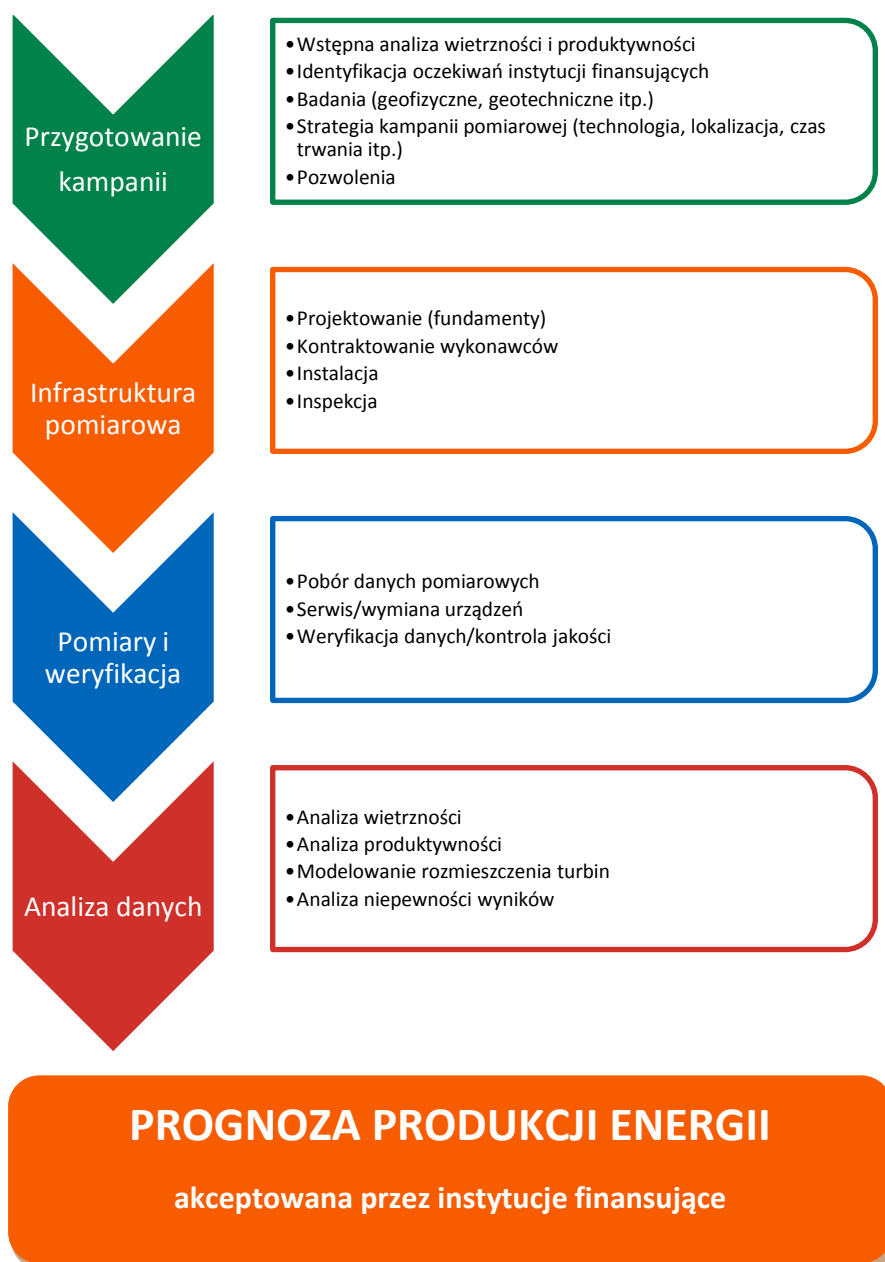
W niniejszym rozdziale przedstawiono opis procesu budowy MFW BSIII. Rozdział zawiera informacje na temat prac przygotowawczych (badania geotechniczne i kampania pomiarowa wiatru) oraz instalacji poszczególnych elementów farmy. Wskazano w nim też możliwe do wykorzystania stocznie produkcyjne i porty budowlano – montażowe. W rozdziale znalazły się też informacje na temat przewidywanych rodzajów i ruchu statków. Opisano również przewidywane rodzaje emisji na tym etapie przedsięwzięcia.

2. Prace poprzedzające budowę farmy

2.1. Pomiary wietrzności i weryfikacja produktywności

W niniejszym rozdziale opisano poszczególne etapy realizacji badań wietrzności oraz analiz produktywności, poczynając od przygotowania kampanii pomiarowej na kalkulacji rocznej produkcji energii MFW kończąc.

Poniższy schemat przedstawia kolejne etapy realizacji badań wietrzności i innych analiz:

Rysunek 1. Etapy realizacji badań wietrzności i analiz


Źródło: materiały własne

Czas wymagany na przeprowadzenie badań wietrzności oraz analizy produktywności wynosi minimum 3 lata, nie uwzględniając potencjalnych opóźnień spowodowanych niemożliwością prowadzenia prac instalacyjnych w miesiącach jesiennych i zimowych oraz konieczności przedłużenia kampanii pomiarowej. Sama kampania pomiarowa na morzu będzie trwała 1 – 2 lata, w zależności od wymagań instytucji finansujących.

2.2. Opracowanie wstępnych założeń projektu budowlanego

Opracowanie wstępnych założeń projektu budowlanego będzie służyło przede wszystkim na potrzeby wyboru dostawców poszczególnych komponentów farmy. Będą to prace studialne, bez istotnego wpływu na środowisko.

2.3. Badania geotechniczne dna morskiego

Badania geotechniczne wykonywane na etapie projektu budowlanego mają na celu określenie szczegółowych warunków posadowienia fundamentów.

Zakres i metodyka badań geotechnicznych, które należy wykonać na potrzeby opracowania projektu budowlanego, będą mogły zostać określone na późniejszym etapie inwestycji. Decyzję o tym, jakie badania należy wykonać, podejmuje się biorąc pod uwagę wyniki wstępnego rozpoznania warunków dna morskiego oraz rozważanych rozwiązań technicznych (np. rodzaju fundamentów). Badania geotechniczne zwykle obejmują głębokie wiercenia i/lub sondowanie CPT (*Cone Penetration Test*)¹. W szczególnych przypadkach konieczne może się okazać wykonanie dodatkowych badań, np. próbnych obciążeń, jednak na obecnym etapie nie można stwierdzić, czy takie badania mogą być wymagane dla MFW BSIII.

Na obecnym etapie jako najdalej idący scenariusz można przyjąć, że badania geotechniczne (wiercenia lub/i sondowanie CPT) będzie trzeba wykonać przynajmniej dla wszystkich lokalizacji poszczególnych elementów farmy (elektrownie wiatrowe, stacje elektroenergetyczne, dodatkowa platforma). W przypadku niehomogenicznego dna morskiego lub gdy warunki podłoża zostaną uznane za niekorzystne z innych powodów, konieczne może być wykonanie takich badań w dodatkowych lokalizacjach.

Głębokość wierceń/sondowań CPT dobiera się przede wszystkim do rodzaju wybranego fundamentu oraz charakterystyki podłoża. Standardowo przyjmuje się następujące głębokości wierceń, np.:

- 1) dla monopali – do głębokości monopala plus dodatkowo przynajmniej średnica fundamentu,
- 2) dla fundamentów grawitacyjnych – do głębokości równej przynajmniej najdłuższemu poziomemu wymiarowi fundamentu.

Badania geotechniczne można wykonywać z różnego rodzaju statków, a wybór statku jest uzależniony przede wszystkim od warunków oceanograficznych (np. głębokość wody, falowanie), programu badań oraz dostępności i kosztów wynajęcia danej jednostki. Dla wód o głębokości powyżej 20 m wykorzystuje się zwykle wyspecjalizowane statki wiertnicze. Możliwe jest również prowadzenie badań ze statków typu jack-up, o ile głębokość wody nie przekracza 80 m. Podczas wykonywania badań statki są kotwiczone (wielopunktowe systemy kotwiczenia) lub wykorzystują system dynamicznego pozycjonowania (o ile są w taki system wyposażone). Dodatkowe urządzenia wykorzystywane podczas badań (np. ROV) często transportuje się na dodatkowej jednostce (tzw. *supply vessel*).

Wyboru techniki poboru prób oraz wykorzystywanych do tego celu urządzeń dokonuje się biorąc pod uwagę warunki podłoża. Przykładowo można wykonać wiercenia obrotowe (*rotary*), hydrauliczne (*percussion*), rdzeniowe (*core drilling*). Sondowanie CPT może zostać wykonane w otworze, jeżeli głębokość zalegania podłoża macierzystego (skały) znajduje się poniżej 50 m pod dnem, lub sondą zaburtową, jeżeli głębokość zalegania podłoża macierzystego jest na tyle mała, aby można było wykonać ciągły pomiar CPTU od powierzchni dna do stropu warstwy skalnej.

¹ Sondowanie CPT polega na pionowym wciskaniu w grunt ze stałą prędkością sondy zakończonej stożkową końcówką oraz pomiarach wartości oporu na stożku.

Wykonanie jednego odwiertu trwa zwykle kilka dni (ok. 2-3, czas wykonywania odwiertu jest uzależniony od warunków pogodowych). Sondowanie CPT to pomiar ciągły, wykonywany z prędkością ok. 2-2,5 cm/sek.

2.4. Weryfikacja biznesplanu i montaż finansowy

Kolejnym etapem inwestycji będzie weryfikacja założeń biznesplanu oraz montaż finansowy, z udziałem banków. Będą to prace studialne, bez istotnego wpływu na środowisko.

2.5. Wybór dostawców głównych technologii i urządzeń

Inwestor na kolejnym etapie dokona wyboru dostawców głównych technologii i urządzeń farmy. Odbywa się to najczęściej w formie przetargu.

2.6. Wykonanie projektu budowlanego

Wykonanie projektów budowlanych będzie należało częściowo do producentów poszczególnych elementów farmy, częściowo wykonują je wyspecjalizowane firmy.

2.7. Produkcja elementów farmy wiatrowej

Kolejnym etapem poprzedzającym instalację poszczególnych elementów farmy będzie ich produkcja. Ten etap może łącznie trwać kilka lat i będzie prowadzony częściowo przed rozpoczęciem a częściowo równoległe z budową farmy.

Produkcja poszczególnych elementów farmy wiatrowej odbywa się w stoczni produkcyjnej. Czasami montowane są tam również gondole czy stacje elektroenergetyczne. W przyszłości prawdopodobnie w takich, wyspecjalizowanych zakładach będą montowane całe elektrownie i w takiej formie transportowane na miejsce realizacji przedsięwzięcia.

W koncepcji technicznej wskazano osiem potencjalnych stoczni produkcyjnych dla komponentów MFW BSIII. Przedstawiono je w poniższej tabeli, przy czym RHDHV zastrzegł, że stocznia Ronne Havn może być wykorzystana jedynie do budowy fundamentów. Nie można wykluczyć, że do czasu rozpoczęcia budowy MFW BSIII nastąpią zmiany np. przebudowy stoczni czy zmiany technologii, które umożliwią wykorzystanie innych lokalizacji.

Tabela 1. Możliwe do wykorzystania stocznie produkcyjne (stan na rok 2014)

Nazwa stoczni	Odległość od MFW BSIII [km]	Głębokość [m]
Gdańsk	170	15
Gdynia	170	13
Ronne Havn (Dania)	145	8
Świnoujście	210	12,8
Szczecin	280	9,1
Kłajpeda (Litwa)	280	10,6
Rostock (Niemcy)	330	11,6
Aalborg Port (Dania)	520	9,4

Źródło: Koncepcja techniczna RHDHV

3. Budowa farmy wiatrowej

Przewidywany obecnie czas niezbędny na wybudowanie MFW BSIII to około 3,5 roku, przy czym w związku z podpisaną umową o przyłączenie do KSE, farma będzie budowana w co najmniej 2 etapach oddzielonych od siebie o ok 5 lat. Jednostkowy czas budowy dla każdego z etapów będzie więc krótszy i nie będzie przekraczał 2 lat. Czas budowy, a zwłaszcza nieprzerwana aktywność jednostek budowlanych na obszarze farmy, będzie zależny od wielu czynników, przede wszystkim od zaplanowania i sprawnego zarządzania łańcuchem dostaw poszczególnych elementów farmy, harmonogramu finansowania, terminów dostawy urządzeń, dostępności specjalistycznego sprzętu służącego do ich budowy, a przede wszystkim warunków pogodowych itd. Na czas budowy mogą mieć też wpływ uwarunkowania wskazane w decyzji środowiskowej.

Jak wspomniano wcześniej, MFW BSIII będzie powstawała etapowo. Rozważany obecnie podział przedsięwzięcia na etapy jest związany z zapisami umowy przyłączeniowej i możliwością przyłączenia 600 MW do końca 2021 r. oraz pozostałych 600 MW do roku 2025.

3.1. Porty budowlano – montażowe

Przed rozpoczęciem budowy Inwestor dokona wyboru portu budowlano – montażowego. Będzie on służył przede wszystkim do następujących zadań:

- rozładunek komponentów farmy ze statków dostawczych,
- magazynowanie komponentów farmy, tak aby zapewnić ciągłość dostaw na miejsce instalacji podczas sprzyjających warunków pogodowych,
- montaż gondoli, wirników, wież,
- załadunek pojedynczych elementów lub częściowo zmontowanych komponentów na statki jack – up lub na inne jednostki instalacyjne.

Port budowlano – montażowy powinien spełniać szereg wymagań, które wskazano w tabeli poniżej.

Tabela 2. Wymagania dla portu budowlano - montażowego

Wymagania ogólne	
Typowa powierzchnia terminalu	8 – 38 ha
Długość nabrzeży	300 m
Minimalna głębokość	10 m
Prześwit	> 10 m
Minimalna nośność gruntu	15-20 Mg/m ²
Biuro, stołówka, pomieszczenia socjalne	ok. 500 m ²
Wydzielone tereny dla wykonawców	+
Zakwaterowanie dla personelu, szatnie, parking	+
Dostęp od strony morza	
Dostępność dla statków serwisowych, transportowych, średnich statków jack – up	+

Dostępność dla dużych statków jack – up, kablownic, dużych statków transportowych	+
Basen portowy dostępny dla statków o odpowiednich wymiarach (długość, szerokość)	150 m, 45 m
Obiekty portowe	
Magazyn paliwa	+
Usługi holowników	+
Usługi przeładunkowe	+
Podnośnik	+
Infrastruktura portowa	
Samochody – dźwigi, żurawie gąsienicowe 1000 Mg	+
Brak wysokich przeszkód np. masztów	+

Źródło: Koncepcja techniczna RHDHV

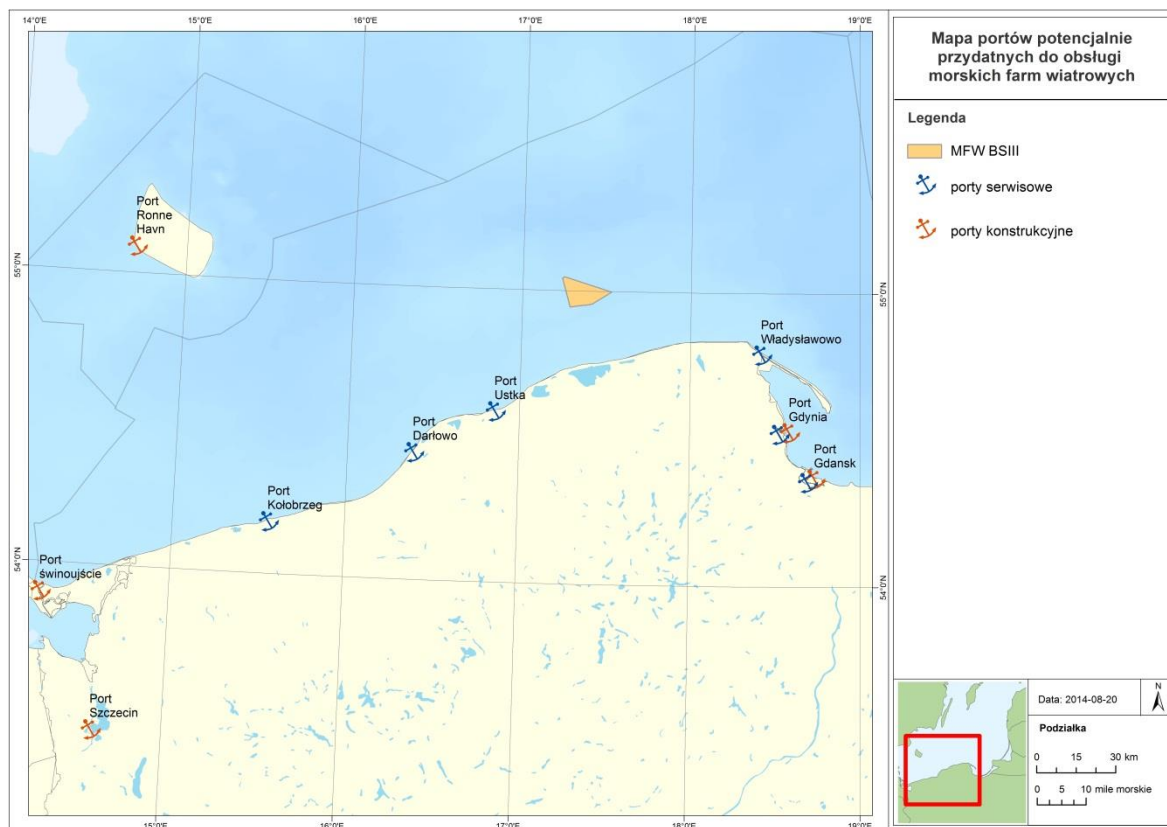
Kierując się powyższymi kryteriami doradca techniczny wskazał cztery potencjalne porty budowlano - montażowe dla MFW BSIII. Przedstawiono je w tabeli poniżej, przy czym RHDHV zastrzegł, że port Ronne Havn może być wykorzystany jedynie do budowy fundamentów. Nie można wykluczyć, że do czasu rozpoczęcia budowy MFW BSIII nastąpią zmiany np. przebudowy portów, zmiany technologii, które umożliwią wykorzystanie innych portów. Realne wydają się obecnie porty Gdańsk, Gdynia i Świnoujście.

Tabela 3. Możliwe do wykorzystania porty budowlano - montażowe (stan na rok 2014)

Nazwa portu	Odległość od MFW BSIII [km]	Głębokość [m]
Gdańsk	170	15
Gdynia	170	13
Ronne Havn (Dania)	145	8
Świnoujście	210	12,8

Źródło: Koncepcja techniczna RHDHV

Możliwe do wykorzystania porty konstrukcyjne oznaczono na poniższym rysunku kolorem czerwonym.

Rysunek 2. Możliwe do wykorzystania porty budowlano – montażowe


Źródło: materiały własne

3.2. Przewidywane rodzaje i ruch statków

Należy podkreślić, że rodzaje i ruch statków będzie zależny od licznych, nieznanych obecnie czynników, takich jak np. liczba, rodzaj i wielkość turbin instalowanych na danym etapie, producent, dostępność statków budowlanych i obsługowych, uwarunkowania ekonomiczne na etapie budowy itd. **Poniżej podano więc jedynie przybliżone dane, bazujące na dotychczasowych doświadczeniach, w celu zobrazowania możliwej skali przedsięwzięcia.** Ostatecznych założeń dotyczących ruchu statków dla MFW BSIII będzie można dokonać na późniejszym etapie, kiedy zostanie opracowany projekt budowlany oraz wypracowana zostanie ostateczna koncepcja organizacji na etapie budowy. Należy przy tym podkreślić, że redukcja liczby jednostek budowlanych i obsługowych oraz minimalizacja czasu ich przebywania w morzu, jest jednym z głównych kierunków działań mających na celu redukcję kosztów inwestycyjnych w morskiej energetyce wiatrowej. Budowane są coraz większe jednostki, mogące transportować i budować coraz większą liczbę elektrowni jednocześnie i bez wsparcia dodatkowych statków. Należy więc spodziewać się możliwości redukcji podanych poniżej wielkości, a nie ich wzrost.

Przewiduje się, że na potrzeby budowy MFW BSIII będą wykorzystane jednostki pływające, podobne lub nowocześniejsze od opisanych poniżej.

Tabela 4. Wykorzystanie statków do instalacji fundamentów jednej stacji elektroenergetycznej

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek transportowy (<i>transport vessel</i>)	5 dni roboczych	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h
duży holownik (<i>large tug boat</i>)	5 dni roboczych	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h
mały holownik (<i>small tug boat</i>)	5 dni roboczych	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>) do instalacji fundamentów	5 dni roboczych	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	5 dni roboczych	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	5 dni roboczych	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 5. Wykorzystanie statków do transportu i instalacji platformy roboczej jednej stacji elektroenergetycznej

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 stację	Moc silników	Zużycie paliwa
statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych (<i>heavy lift vessel</i>)	5 dni roboczych	4,5 MW	0,56 – 1,12 m ³ /h
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>) do instalacji platformy	5 dni roboczych	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	10 dni roboczych	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	5 dni roboczych	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 6. Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu typu tripod

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych (<i>heavy lift vessel</i>)	1 dzień roboczy	4,5 MW	0,56 – 1,12 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 7. Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu typu tripod

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych (<i>heavy lift vessel</i>)	1 dzień roboczy	4,5 MW	0,56 – 1,12 m ³ /h

statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	2 dni robocze	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	1 dzień roboczy	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 8. Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu typu jacket

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek transportowy (<i>transport vessel</i>)	1 dzień roboczy	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 9. Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu typu jacket

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>)	1 dzień roboczy	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	2 dni robocze	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	1 dzień roboczy	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 10. Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu grawitacyjnego

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek transportowy (<i>transport vessel</i>)	1 dzień roboczy	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h
duży holownik (<i>large tug boat</i>)	1 dzień roboczy	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h
mały holownik (<i>small tug boat</i>)	1 dzień roboczy	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 11. Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu grawitacyjnego

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>)	1 dzień roboczy	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	2 dni robocze	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	1 dzień roboczy	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 12. Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu monopolowego

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek transportowy (<i>transport vessel</i>)	1 dzień roboczy	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h

duży holownik (<i>large tug boat</i>)	1 dzień roboczy	10 MW	1,25 – 2,5 m ³ /h
mały holownik (<i>small tug boat</i>)	1 dzień roboczy	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 13. Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu monopolowego

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>)	1 dzień roboczy	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	2 dni robocze	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	1 dzień roboczy	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 14. Wykorzystanie statków do transportu elementów jednej elektrowni (wieża, skrzydła, gondola itd.)

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych (<i>heavy lift vessel</i>)	1 dzień roboczy	4,5 MW	0,56 – 1,12 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 15. Wykorzystanie statków do instalacji elementów jednej elektrowni na fundamencie (wieża, skrzydła, gondola itd.)

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 fundament	Moc silników	Zużycie paliwa
duży statek typu jack-up (<i>large jack – up vessel</i>)	1 dzień roboczy	21 MW	2,63 – 5,25 m ³ /h
statek pomocniczy (<i>support vessel</i>)	2 dni robocze	2 MW	0,25 – 0,5 m ³ /h
statek hotelowy (<i>hotel vessel</i>)	1 dzień roboczy	14 MW	1,75 – 3,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Tabela 16. Wykorzystanie statków do instalacji kabli

Rodzaj statku	Czas pracy / 1 sekcję kabla	Moc silników	Zużycie paliwa
kablowiec (<i>cable laying vessel</i>)	20 – 25 godzin na 1 sekcję (tj. odcinek kabla pomiędzy poszczególnymi elementami farmy)	10 MW	1 – 2,5 m ³ /h

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Statki lub barki typu **jack – up** są rodzajem ruchomej platformy składającej się z pływającego kadłuba wyposażonego w kilka ruchomych nóg, umożliwiających podniesienie kadłuba ponad poziom morza. Statek jack – up porusza się samodzielnie, natomiast barki jack – up są transportowane na miejsce realizacji przedsięwzięcia za pomocą holowników. Po osiągnięciu żądanej lokalizacji nogi statku

opuszczane są na dno morskie, co stabilizuje jego pozycję. Duże statki typu jack – up mają udźwig do 1200 Mg i 26 m oraz przeciętne wymiary 150 m (długość) x 40 z (szerokość) x 4,5 m (zanurzenie).

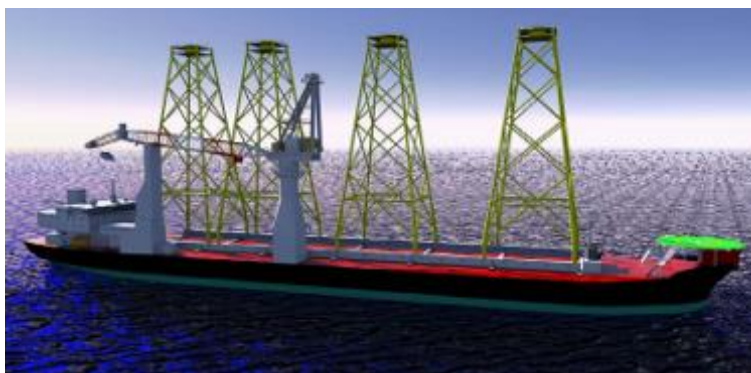
Fotografia 1. Statek typu jack - up



Źródło: www.seajacks.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]

Statki do przewozu ładunków wielkogabarytowych (heavy lift vessels) mogą zostać wykorzystane do przewozu a także (w zależności od wyposażenia) do instalacji niektórych elementów farmy np. fundamentów typu jacket (na zdjęciu).

Fotografia 2. Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych



Źródło: www.4coffshore.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]

W okresach intensywnych prac często stosowane jest zakwaterowanie załóg serwisowych na morzu. Mogą być to mniejsze statki dedykowane do prac przy farmach wiatrowych, z możliwością zakwaterowania od 30 do 100 osób lub większe **statki hotelowe**.

Fotografia 3. Pływający hotel używany na farmie Horns Rev 2 (Dania)

Źródło: www.dongenergy.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]

Statki pomocnicze (*support vessels*) będą wykorzystywane do różnego rodzaju prac związanych z instalacją, przewozu sprzętu, załóg, narzędzi, części zamiennych itd. Są to przeważnie małe, szybkie statki (25 – 30 węzłów), o ładowności 1 – 2,5 Mg / do 12 osób i typowych wymiarach: 25 m (długość) x 6 m (szerokość) x 1,1 m (zanurzenie). W tej roli są stosowane statki jednokadłubowe, katamarany, jednostki typu SWATH.

Fotografia 4. Statek pomocniczy

Źródło: www.4coffshore.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]

Oprócz podanych wyżej, podstawowych jednostek, w zależności od wybranych komponentów farmy podczas budowy farmy wiatrowej mogą zostać wykorzystane:

- pogłębiarki służące do przygotowania dna pod fundamenty grawitacyjne (przeciętna moc silnika 1,5 GW, 200 – 500 dni roboczych),
- barki służące do transportu urządzeń do przygotowania dna morskiego pod fundamenty (przeciętna moc silnika 1,5 GW, 200 – 500 dni roboczych),
- barki służące do wywiezienia wydobytego urobku (przy czym przewiduje się, że zostanie pozostawiony raczej w miejscu realizacji inwestycji) (przeciętna moc silnika 1 GW, 200 – 400 dni roboczych),

- statek do transportu kamieni / głazów służących do przygotowania dna morskiego pod fundamenty grawitacyjne (przeciętna moc silnika 6,5 GW, 200 – 500 dni roboczych),
- statek służący do zrzutu kamieni / głazów na miejscu realizacji inwestycji (przeciętna moc silnika 3,7 GW, 200 – 500 dni roboczych),
- pompa i generator służące do pompowania spoiwa cementowego np. przy instalacji monopali (przeciętna moc silnika 1 GW, 100 – 200 dni roboczych),
- barka służąca do transportu spoiwa i urządzeń do spoinowania (przeciętna moc silnika 1 GW, 100 – 200 dni roboczych),
- statek do transportu kamieni / głazów służących do wykonania ochrony przed wymywaniem (przeciętna moc silnika 6,5 GW, 300 – 600 dni roboczych),
- statek służący do zrzutu kamieni / głazów służących do ochrony przed wymywaniem (przeciętna moc silnika 3,7 GW, 300 – 600 dni roboczych).

3.3. Transport i montaż elementów farmy

Obecnie nie jest możliwe określenie producentów poszczególnych elementów, które mogą zostać zastosowane w projekcie. W zależności od miejsca produkcji będą one transportowane albo bezpośrednio w rejon lokalizacji farmy wiatrowej, albo też zostaną zmagazynowane w wybranym porcie, który będzie obsługiwał budowę farmy, w ilości niezbędnej do wybudowania danego etapu inwestycji.

Instalacja elementów farmy może odbywać się wyłącznie przy dobrych warunkach pogodowych tj. znikomym falowaniu. W praktyce oznacza to, że prace instalacyjne powinny się planować na okres od marca do października, przy czym należy uwzględnić okresy oczekiwania na wystąpienie sprzyjających warunków pogodowych.

3.3.1. Fundamenty monopalowe

Transport i instalacja monopali stalowych obejmują następujące prace:

- 1) transport od producenta bądź z miejsca składowania na statku, barce lub przez spławianie (za pomocą holownika);
- 2) przygotowanie dna morskiego (jeśli jest konieczne);
- 3) ustawienie statku instalacyjnego w żądanej pozycji, a następnie odpowiednie zakotwiczenie lub opuszczenie nóg na dno morskie (w wypadku statku lub barki typu jack – up);
- 4) ustawienie przez statek instalacyjny pala w pozycji pionowej i opuszczenie jego na dno morskie; pal częściowo wbija się w dno pod własnym ciężarem;
- 5) umieszczenie pala na wymaganej głębokości w dnie za pomocą jednej z dostępnych metod (wbijanie za pomocą młota pneumatycznego, wiercenie lub kombinacja tych technik), w zależności od warunków lokalnych oraz technicznych i ekonomicznych;
- 6) instalacja łącznika i jego mocowanie na palu (zwykle za pomocą spoiwa cementowego, śrub lub spawania);

- 7) montaż dodatkowych elementów, jak osłony kabli (*J-tubes*), kable, miejsca kotwiczenia łodzi, platforma przejściowa, drabina itd.;
- 8) umieszczenie wokół pala warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem (operacja ta może być przeprowadzona również przed wbijaniem pala).

Czas instalacji jednego monopala stalowego szacuje się na 2 dni, z wyłączeniem złych warunków pogodowych, z czego czas aktywnego wbijania pala to maksymalnie 3 godziny (najdalej idący scenariusz). Opisany zakres prac jest powtarzany dla każdego fundamentu.

Czasami wbijanie pali w dno morskie może być utrudnione ze względu na jego budowę. W tym wypadku w pierwszej kolejności może zostać zastosowane np. wiercenie, które umożliwi dalszą instalację pala standardowymi metodami. Czas trwania wiercenia nie jest możliwy do określenia na tym etapie, będzie bowiem zależał od warunków terenowych.

W wypadku zastosowania monopali żelbetowych sekwencja prac jest podobna. Nie stosuje się jednak wbijania pala. Jest on umieszczany w pozycji pionowej na dnie i penetruje je na pewną głębokość pod własnym ciężarem. Następnie pal jest zagłębiany w dno za pomocą wiercenia, które odbywa się wewnątrz pierścieni tworzących pal. Zwierciny są najczęściej pozostawiane na obszarze inwestycji. Jak wspomniano wcześniej, ta technologia jest mało prawdopodobna do zastosowania.

3.3.2. Fundamenty typu jacket

Transport i instalacja fundamentów typu jacket obejmują następujące prace:

- 1) transport fundamentu od producenta bądź z miejsca składowania za pomocą statku lub barki; łącznik i dodatkowa infrastruktura (np. miejsce dostępu dla łodzi) są najczęściej zamontowane już w stoczni;
- 2) przygotowanie dna morskiego w miejscu instalacji – wbicie w dno pali z użyciem template'u, który pozwala na ich precyzyjne usytuowanie; pale są wbijane najczęściej za pomocą młota hydraulicznego lub wiercenia; możliwa jest też odwrotna sekwencja (tj. pale są wbijane po uprzednim ustawieniu fundamentu na dnie);
- 3) opuszczenie fundamentu na dno morskie za pomocą statku typu jack – up;
- 4) przymocowanie fundamentu do pali za pomocą zaprawy cementowej lub spęczania;
- 5) ewentualny montaż dodatkowych elementów, jak *J-tubes*, miejsca kotwiczenia łodzi, platforma przejściowa, drabina;
- 6) umieszczenie wokół fundamentu warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem.

Czas instalacji jednego fundamentu typu jacket szacuje się na 4 - 7 dni, z wyłączeniem złych warunków pogodowych, z czego czas aktywnego wbijania pali to maksymalnie 18 godzin (najdalej idący scenariusz).

3.3.3. Fundamenty typu tripod

Transport i instalacja fundamentów typu tripod obejmują następujące prace:

- 1) transport fundamentu od producenta bądź z miejsca składowania za pomocą statku lub barki; łącznik i dodatkowa infrastruktura (np. miejsce dostępu dla łodzi) są najczęściej zamontowane już w stoczni;

- 2) opuszczenie fundamentu na dno morskie za pomocą statku typu jack-up;
- 3) wbicie w dno pali przez tuleje zamocowane na nogach tripoda; pale są wbijane najczęściej za pomocą młota hydraulicznego lub wiercenia;
- 4) przymocowanie fundamentu do pali za pomocą zaprawy cementowej lub spęczania;
- 5) ewentualny montaż dodatkowych elementów, jak J-tubes, miejsca kotwiczenia łodzi, platforma przejściowa, drabina;
- 6) pale mogą być też umieszczone w dnie przed instalacją tripoda, za pomocą template'u; taka procedura wygląda podobnie jak przy instalacji fundamentu typu jacket;
- 7) umieszczenie wokół fundamentu warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem.

Instalacja fundamentu typu tripod trwa średnio 4 – 7 dni i może ulec wydłużeniu w zależności od warunków pogodowych, z czego czas aktywnego wbijania pali to maksymalnie 18 godzin (najdalej idący scenariusz).

3.3.4. Fundamenty grawitacyjne

Transport i instalacja fundamentów grawitacyjnych obejmują następujące prace:

- 1) transport fundamentu od producenta za pomocą barki lub spławianie (za pomocą holownika) (jeśli konstrukcja jest pływająca) na miejsce realizacji przedsięwzięcia;
- 2) przygotowanie dna morskiego, poprzez usunięcie (np. za pomocą podwodnej koparki) warstwy lekkich, ruchomych osadów o głębokości ok. 3 m i szerokości odpowiadającej podstawie fundamentu (20 – 40 m), powiększonej o pas służący do ułożenia warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem, wyrównaniu powierzchni za pomocą pogłębiarki ssącej, a następnie wypełnieniu tej przestrzeni kamieniami (żwirem) i betonem;
- 3) opuszczenie fundamentu na dno morskie za pomocą statku typu jack-up;
- 4) wtłoczenie poniżej podstawy fundamentu zaprawy cementowej, w celu zapewnienia stałego kontaktu fundamentu z powierzchnią nośną; zatłaczanie odbywa się najczęściej za pomocą elastycznego węża i preinstalowanego systemu rur;
- 5) wypełnienie fundamentu balastem, poprzez wpompowanie do jego wnętrza piasku, lub wyrzucenie skał / rud żelaza z barki balastowej;
- 6) umieszczenie wokół podstawy materiałów chroniących przed wymywaniem;
- 7) montaż łącznika (wieża elektrowni może być połączona z trzonem fundamentu również bezpośrednio, za pomocą kołnierza śrubowego);
- 8) ewentualny montaż dodatkowych elementów, jak J-tubes, miejsca kotwiczenia łodzi, platforma przejściowa, drabiny; wyposażenie dodatkowe może być zainstalowane na lądzie bądź montowane na miejscu; osłony kabli (J-tubes) mogą być zainstalowane na zewnątrz lub wewnątrz struktury fundamentu, w zależności od projektu i zastosowanego balastu.

W przeciwieństwie do pozostałych rodzajów fundamentów, fundamenty grawitacyjne nie wymagają palowania, a więc ich montaż nie jest źródłem istotnego hałasu podwodnego.

Czas montażu pojedynczego fundamentu grawitacyjnego ocenia się na 4 – 7 dni, wyłączając przerwy spowodowane złą pogodą.

3.3.5. Elektrownie wiatrowe

Typowa sekwencja budowy morskiej elektrowni wiatrowej została przedstawiona poniżej:

- 1) wieże i turbiny są dostarczane drogą lądową lub morską do portu, z którego prowadzona będzie budowa;
- 2) wieże i turbiny są ładowane na statek lub barkę i dostarczane na miejsce realizacji przedsięwzięcia;
- 3) ww. elementy mogą być też dostarczone bezpośrednio od producenta na miejsce realizacji przedsięwzięcia;
- 4) instalacja turbiny odbywa się zwykle z użyciem statku jack – up, ale mogą być też używane inne urządzenia;
- 5) turbiny i wieże są zwykle dostarczane na miejsce realizacji przedsięwzięcia w sekcjach i montowane na morzu, ale zdarza się też, że elementy te są montowane na lądzie i dostarczane w takiej formie na miejsce budowy MFW;
- 6) w wypadku montażu poszczególnych sekcji na morzu, pierwsza część jest montowana na fundamencie, za pomocą łącznika, a kolejne sekcje są dołączane do niej;
- 7) gondola jest montowana na najwyższej części wieży;
- 8) rotor i łopaty są podnoszone i montowane na głównym wale;
- 9) proces jest powtarzany dla każdej turbiny.

Instalacja pojedynczej turbiny trwa ok. 2 – 3 dni, wyłączając przerwy spowodowane złą pogodą.

Po zainstalowaniu wszystkich turbin i podłączeniu wewnętrznych kabli SN wykonywane są ich testy i odbiór techniczny. Testy obejmują sprawdzenie generatora, rozdzielnic, przekładni, transformatora, okablowania, urządzeń meteorologicznych, systemów kontroli turbiny, systemów bezpieczeństwa itd. Proces ten może trwać do 10 dni dla jednej elektrowni.

3.3.6. Stacje elektroenergetyczne

Stacje elektroenergetyczne będą instalowane w sposób podobny do elektrowni wiatrowych:

- 1) fundamenty stacji zostaną przetransportowane za pomocą odpowiedniego statku lub barki na miejsce jej posadowienia;
- 2) fundamenty zostaną podniesione ze statku i ustawione na dnie za pomocą dźwigu na statku typu jack – up;
- 3) fundamenty zostaną zainstalowane na dnie (metoda zależna od ich rodzaju);
- 4) na statku transportowym lub barce zostanie dostarczona platforma stacji, prawdopodobnie z zainstalowanymi już urządzeniami;
- 5) platforma zostanie umieszczona za pomocą dźwigu na fundamentach i przymocowana do nich;

- 6) zostaną podłączone kable do odpowiednich urządzeń w stacji (metoda opisana w rozdziale dotyczącym infrastruktury kablowej).

Nie planuje się natomiast budowy oddzielnej stacji pomiarowo – badawczej. Urządzenia służące do badań środowiska zostaną zamontowane najprawdopodobniej na jednej ze stacji elektroenergetycznych.

Należy dodać, że na farmie mogą zostać również zastosowane nowe rozwiązania w postaci stacji elektroenergetycznych zainstalowanych na samopodnoszącej platformie typu jack-up. Taka platforma jest spławiana na miejsce realizacji przedsięwzięcia a następnie jej nogi są opuszczane na dno i mocowane do niego.

W przypadku stacji pomiarowych LIDAR na konstrukcjach pływających proces instalacji jest zależny od rodzaju konstrukcji wsporczej, jednak najczęściej polega na odpowiednim zakotwiczeniu i nie wymaga zaangażowania dużych statków instalacyjnych, dzięki czemu jest mniej wrażliwy na warunki pogodowe.

Fotografia 5. Montaż platformy stacji elektroenergetycznej na fundamencie monopalowym



Źródło: www.4coffshore.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]

3.3.7. Kable podmorskie

Podmorskie kable elektroenergetyczne układane są przy użyciu specjalistycznych statków (tzw. kablownic) poprzez zagłębienie w dnie morskim, zwykle na głębokość nie większą niż 3 m. Na niektórych odcinkach może okazać się konieczne ułożenie kabli na większej głębokości.

Dla kablownic charakterystyczna jest powierzchnia załadunku w formie bębna, która może pomieścić duże ilości kabli morskich. W zależności od wyposażenia statków dysponują one jednym lub kilkoma miejscami załadunku na pokładzie. Przy układaniu kable jest spuszczały do wody z bębna, gdzie urządzenie wleczone za statkiem układa go w dnie morskim. Możliwe jest również połączenie w systemy większej ilości kabli z różnych bębnow.

Pojemność załadunkowa powszechnie stosowanych statków kablownic wynosi kilka tysięcy ton. Przykładowo, na kablowniec Sea Spider można załadować 3900 Mg odpowiadających długości 40 do 48 km kabla podmorskiego przy założeniu 80 do 100 kilogramów na metr kabla. Statek Sea Spider ma długość 86 m i szerokość 24 m. Zanurzenie statku w zależności od załadunku wynosi 2,00 m do 4,30 m.

Fotografia 6. Kablowniec Sea Spider



Źródło: www.schottel.de [data dostępu: 02.03.2014 r.]

Kablownice dysponują specjalnymi systemami pozycjonowania i manewrowania umożliwiającymi układanie kabli w morzu dokładnie w żądanej pozycji. Ponadto statki tego typu dysponują odpowiednią technologią dźwigową w celu manipulowania z pokładu urządzeniami do położenia kabli, osadzenia na dnie morza i wyciągania.

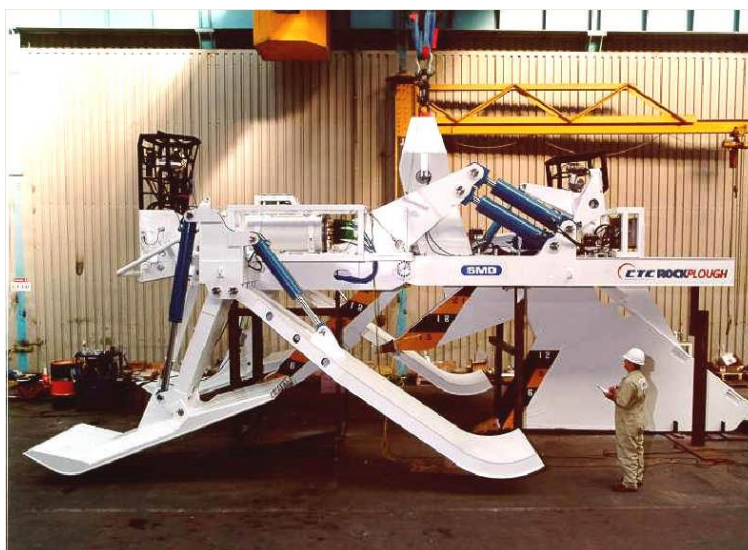
Technologia i głębokość układania kabli jest uzależniona od kilku czynników, m.in. od głębokości wody, rodzaju i właściwości podłoża oraz uwarunkowań środowiskowych. Kable podmorskie mogą być układane bezpośrednio na dnie morskim lub pod dnem morskim na odpowiedniej głębokości. W tym drugim przypadku do tworzenia bruzdy w dnie morskim i zagłębienia kabla można stosować różne urządzenia m.in.:

- **pług wleczone za statkiem** – zasada działania jest podobna do zwykłego pługa rolnego. Pług jest wleczone za statkiem tworząc wąską bruzdę za pomocą lemiesza, w której układany jest

kabel; wszystko jest wykonywane w ramach jednej operacji, ponieważ kabel jest poprowadzony wewnątrz konstrukcji pługa i jest układany bezpośrednio po utworzeniu bruzdy, która zasypuje się samoistnie pod wpływem sił grawitacyjnych;

- **sanie rozmywające grunt** - bruzda do układania kabli rozmywana jest w dnie morskim za pomocą strumieni wodnych pod wysokim ciśnieniem. Przystroj do rozmywania (tak zwany miecz rozmywający) zapewnia - za pomocą dysz wodnych wysokiego ciśnienia i wypływających przez nie strumieni wodnych pod wysokim ciśnieniem - fluidyzację materiału z podłoża wzdłuż miecza rozmywającego. Optycznie nie powstaje rów, lecz podłoże staje się grząską. Kabel zanurza się w nim pod wpływem swojego ciężaru. W ten sposób kabel można zanurzyć w dnie morskim na pożądaną głębokość. Procesy sedymentacji i zagęszczania następujące automatycznie po wykonaniu pracy przez urządzenie do układania kabli powodują natychmiastowe zamknięcie bruzdy;
- **frezarka kablowa** – stosowana jest w przypadku bardziej stałego podłoża. Bruzda do układania tworzona jest w technologii cięcia w podobny sposób jak działa piła łańcuchowa. Elementy tnące i obrabiające zapewniają odtransportowanie materiału dennego i w ten sposób wytwarzają bruzdę w celu położenia kabli. W tym samym momencie kabel układany jest w bruzdzie na żądaną głębokość. Procesy sedymentacyjne powodują zasypanie bruzdy po przejściu urządzenia do układania kabli. W niektórych przypadkach może zaistnieć konieczność mechanicznego zasypania bruzdy.

Fotografia 7. Pług kablowy



Źródło: UK Department for Business Enterprise & Regulatory Reform²

² Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry, 2008 r.

Fotografia 8. Sanie rozmywające grunt

Źródło: UK Department for Business Enterprise & Regulatory Reform³

Urządzenia do układania kabli mogą być sterowane i zasilane w energię przez kabel łączący ze statkiem lub mogą być wyposażone we własne źródło zasilania. Specjalna technologia sonarna i technika video, jak również systemy monitoringowe, wspomagają sterowanie układania kabli, umożliwiając również obserwację prac prowadzonych pod wodą.

W celu ułatwienia lokalizowania ułożonych kabli można umieścić sygnaturę na magnetycznym zbrojeniu kabla podczas układania w taki sposób, aby specjalne przyrządy mogły go później umiejscowić, zanalizować i dokładnie określić jego położenie.

Jeśli linia światłowodowa nie jest integralną częścią kabla, układa się ją obok kabla elektroenergetycznego. Układanie kabli wymaga zakotwiczenia statku instalacyjnego. Szacuje się, że na jednej pozycji kotwicy można ułożyć średnio ok. 100 – 200 m kabla, następnie statek musi się przemieścić i zakotwiczyć powtórnie.

Zakopywanie kabli w dnie ma je chronić przed ryzykiem uszkodzenia, np. przez kotwice statków oraz przed ich przemieszczaniem się po dnie morskim. Ponadto zakopanie kabla zmniejsza potencjalne oddziaływania związane z emisją przez nie ciepła oraz pola i promieniowania elektromagnetycznego.

Standardowa sekwencja układania kabli wewnętrznych MFW została opisana poniżej:

- 1) kabel jest najczęściej ładowany na kablowiec bezpośrednio u producenta;
- 2) kabel jest magazynowany na specjalnych bębnach;
- 3) kablowiec dopływa do fundamentu pierwszej elektrowni;
- 4) kabel jest opuszczany ze statku a jego końcówka jest za pomocą barki zbliżana do konstrukcji fundamentu;
- 5) kabel jest przeciągany przez J-tubes zamontowane najczęściej na zewnątrz fundamentu (z pomocą ROV lub nurków) i instalowany na pierwszej elektrowni;
- 6) z kablowca opuszczany jest na dno morza podwodny pług lub ROV wyposażony w zespół urządzeń do układania kabla;

³ Review of cabling techniques and environmental effects applicable to the offshore wind farm industry, 2008 r.

- 7) pług lub ROV układa kabel na dnie;
- 8) kiedy barka dopłyne do drugiej turbiny, sprzęt do układania kabla jest ładowany na statek, a następnie końcówka kabla jest opuszczana ze statku i spławiana w kierunku kolejnej turbiny (lub MSE). Połączenie drugiej turbiny jest wykonywane podobnie jak pierwszej;
- 9) procedura opisana powyżej jest powtarzana aż do momentu wykonania wszystkich połączeń.

W zależności od charakteru użytkowania obszaru morskiego, przez który będzie przechodzić trasa kabla, głębokości, na której kable zostaną ułożone, właściwości podłoża, a także od konieczności przecięcia innych istniejących już kabli bądź rurociągów, niezbędne może okazać się zastosowanie dodatkowego zabezpieczenia kabli. Obecnie stosuje się np. betonowe materace czy worki wypełnione cementem lub piaskiem, którymi przykrywa się kable, systemy dodatkowych osłon kabli (np. system Uraduct) i inne. Stanowią one m.in. ochronę przed wymywaniem warstwy osadów, którymi przykryte zostały zakopane kable, oraz dodatkowe zabezpieczenie, np. przed kotwicami czy narzędziami stosowanymi w rybołówstwie. Zabezpieczenia mogą być stosowane zarówno na etapie budowy farmy, jak i później, jeśli w wyniku kontroli kabla okaże się, że zachodzi taka potrzeba.

Na obecnym etapie inwestycji nie można wskazać ostatecznej technologii układania kabli podmorskich. Wybór jednej lub kilku metod zostanie dokonany dopiero po określeniu parametrów kabli, szczegółowym rozpoznaniu właściwości podłoża oraz innych uwarunkowań środowiskowych, a także po wybraniu wykonawcy i zweryfikowaniu dostępności urządzeń instalacyjnych w wybranym terminie.

Ocenia się, że ułożenie jednej sekcji kabla (np. pomiędzy dwiema elektrowniami) może zająć 20 – 25 godzin. Będzie to jednak zależne od wielu czynników, których nie można przewidzieć na etapie raportu, jak warunki pogodowe.

3.3.8. Instalacja zabezpieczeń przed wymywaniem

3.3.8.1. Procesy wymywania osadów dennych

Powierzchnia dna morskiego na obszarze MFW BSIII jest tworzona przede wszystkim przez drobno i średnio - ziarniste współczesne piaski morskie. Stanowią one tzw. warstwę dynamiczną. Miąższość warstwy dynamicznej jest zmienna i wynosi średnio od 0,2 do 3 m.

Taka budowa dna morskiego powoduje, że woda opływająca konstrukcję fundamentu może powodować wymywanie osadów dennych znajdujących się wokół jego podstawy. Podobne zjawisko może dotyczyć także zakopanych w dnie kabli podmorskich.

Skala wymywania będzie zależna również od prądów morskich występujących na obszarze farmy oraz falowania.

Więcej informacji na ten temat znajduje się w rozdziale prezentującym wyniki z badań dna morskiego (Tom III Rozdział 3 ROOŚ).

Należy przewidywać, że wymywanie ograniczy się na większości obszaru farmy przede wszystkim do warstwy dynamicznej osadów, o miąższości do ok. 3 m.

3.3.8.2. Metody zapobiegania wymywaniu

Możliwe jest zastosowanie szeregu rozwiązań chroniących przed wymywaniem osadów wokół podstaw fundamentów i kabli, w szczególności:

- wysypywanie skał i żwiru wokół podstaw fundamentów (luzem lub w workach),
- materace wypełnione piaskiem lub żwirem,
- fartuchy ochronne (np. w fundamentach grawitacyjnych),
- urządzenia do rozpraszania energii przepływu.

Ostateczny wybór metod ochrony przed wymywaniem i konieczności jej stosowania przy poszczególnych elektrowniach zostanie dokonany na etapie projektu budowlanego. Będzie uzależniony od dokładnej lokalizacji danej elektrowni i panujących w danym miejscu warunków dna morskiego.

Należy zwrócić uwagę, że wszystkie elementy farmy (również kable) będą monitorowane na etapie eksploatacji farmy. W efekcie mogą się pojawić dodatkowe potrzeby ochrony przed wymywaniem, które nie zostaną przewidziane wcześniej, np. konieczność zabezpieczenia wymywanych z dna kabli elektroenergetycznych. W tym wypadku będą zastosowane takie same metody, jak opisane powyżej.

Wpływ na środowisko warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem polega przede wszystkim na zwiększeniu powierzchni dna morskiego, z której usuwane są osady denne. Używane materiały zabezpieczające są obojętne dla środowiska.

3.3.8.3. Instalacja zabezpieczeń przed wymywaniem

Do ułożenia na dnie materiałów chroniących przed wymywaniem używane są statki lub barki, wyposażone w urządzenia umożliwiające taką operację. W tym celu wykorzystywane są np. systemy rur pozwalających na wysypanie luźnego materiału na dnie (czasami z wykorzystaniem pojazdów ROV) czy dźwigi, jeśli materiał zabezpieczający jest np. w workach.

Podczas układania warstwy zabezpieczającej sprawdzana jest prawidłowość jej ułożenia, w tym grubość warstwy. Można w tym celu używać sonaru, pojazdów ROV czy nurków.

Grubość warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem to 1 – 2 m. Jej maksymalną szerokość (liczoną od obrzeża fundamentu) przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 17. Maksymalna szerokość warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem

Rodzaj fundamentu	Maksymalna szerokość warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem od obrzeża fundamentu
Monopale	20 m
Fundamenty typu jacket	10 m (wokół każdego pała)
Fundamenty typu tripod	10 m (wokół każdego pała)
Fundamenty grawitacyjne	15 m

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

3.3.9. Spoinowanie

Przestrzenie pomiędzy niektórymi elementami konstrukcji elektrowni, w szczególności pomiędzy fundamentem a łącznikiem, pomiędzy palami a podstawą fundamentu (jacket, tripod) czy pomiędzy podstawą fundamentu grawitacyjnego a powierzchnią nośną mogą być wypełniane masami spoinującymi (spoiwo, szczeliwo). Użycie szczeliwa ma za zadanie połączenie obu struktur i uszczelnienie przestrzeni między nimi.

Do spoinowania elementów morskich elektrowni wiatrowych, ze względu na duże naprężenia powstające na połączeniach, stosuje się zwykle zaprawy cementowe o wysokiej wytrzymałości i niskiej kurczliwości, ale mogą być również stosowane inne materiały.

Zaprawa może być przewożona na miejsce realizacji przedsięwzięcia statkiem transportowym w gotowej formie z lądu bądź może być mieszana na statku, bezpośrednio przed operacją spoinowania. Następnie zaprawa jest pompowana w miejsce, gdzie wykonywane jest spoinowanie, np. w wypadku monopali – do przestrzeni pomiędzy powierzchnią pala a powierzchnią łącznika, zabezpieczonej od dołu specjalną uszczelką, zapobiegającą uwalnianiu się nadmiernych ilości spoiwa do morza. Przeciętne ilości spoiwa zużywane przy montażu morskich elektrowni wiatrowych przedstawiono poniżej.

Tabela 18. Przewidywane zużycie spoiwa przy montażu elektrowni

Rodzaj fundamentu	Zużycie spoiwa na 1 fundament
Monopale	25 m ³
Fundamenty typu jacket	50 m ³
Fundamenty typu tripod	50 m ³
Fundamenty grawitacyjne	125 m ³

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

3.3.10. Ochrona przed korozją

3.3.10.1. Zjawisko korozji

Korozja jest procesem niszczenia metali i stopów, będąca wynikiem ich reakcji z otoczeniem (środowiskiem korozyjnym). Metalowe elementy morskich elektrowni wiatrowych są narażone na korozję związaną z agresywnym działaniem wody morskiej, która jest elektrolitem (korozja wodna, elektrolityczna).

Skutkiem procesów korozyjnych jest niszczenie metalu, które obserwuje się przede wszystkim na powierzchniach w postaci nagromadzenia się stałych produktów reakcji, takich jak np. tlenki, rdza, zgorzelina. Jeżeli produkty reakcji odpadają od podłoża metalicznego wówczas obserwuje się nierówności powierzchni pierwotnie gładkiej lub wżery. Mogą tworzyć się również rozpuszczalne w środowisku korozyjnym produkty (jony metali), które zanieczyszczają to środowisko.

3.3.10.2. Metody ochrony przed korozją

W morskich elektrowniach wiatrowych stosuje się powszechnie systemy ochrony przed korozją, najczęściej za pomocą odpowiednio dobranych **powłok izolacyjnych połączonych z galwaniczną ochroną katodową**. Stosuje się je dla elementów stale zanurzonych w wodzie, a także tych narażonych na ochlapywanie wodą.

Ochrona katodowa jest jedną z metod ochrony elektrochemicznej, polegającą na zmianie potencjału elektrodowego metalu w celu zapobieżenia lub ograniczenia jego rozpuszczania.

Ochrona katodowa oznacza, że przedmiot poddany ochronie spełnia rolę katody w korozyjnym ogniwie galwanicznym. Potencjał elektrodowy chronionego metalu przesuwają się w kierunku ujemnych wartości, a więc utlenianie tego metalu jest ograniczone. Metal chroniony jest katodą, na której mogą zachodzić tylko reakcje redukcji.

Galwaniczna ochrona katodowa zwana często protektorową zachodzi bez użycia zewnętrznego źródła prądu. Chroniony przedmiot jest katodą ogniwa galwanicznego, którego anodę stanowi celowo tracony metal mniej szlachetny (Mg, Zn, Al) zwany protektorem. Protektor rozpuszczając się zabezpiecza chroniony przedmiot. Protektorem może być powłoka na metalu chronionym (np. cynkowana stal) lub odpowiednio rozmieszczone płyty anodowe⁴.

Płyty anodowe są mocowane na elementach konstrukcji fundamentów, najczęściej za pomocą spawania. Sposób mocowania zostanie określony w projekcie budowlanym. Przewidywana wymagana masa anod dla poszczególnych rodzajów fundamentów została wskazana w tabeli poniżej. Najczęściej raz zainstalowane anody wystarczają na okres całej eksploatacji farmy.

Tabela 19. Przewidywana wymagana masa płyt anodowych cynkowych lub aluminiowych dla poszczególnych rodzajów fundamentów

Rodzaj fundamentu	Przewidywana wymagana masa anody na 1 turbinę
Monopale	1000 kg Zn / turbinę
Fundamenty typu jacket	250 kg Zn / turbinę
Fundamenty typu tripod/quadropod	250 kg Zn/ turbinę
Fundamenty grawitacyjne	250 kg Zn lub Al / turbinę

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV

Powyższe ilości Zn lub Al są uwalniane stopniowo do środowiska morskiego, w trakcie całej eksploatacji elektrowni.

Fotografia 9. Fragment konstrukcji fundamentu typu jacket z przyspawanymi anodami



Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Cathodic_protection [data dostępu: 26.01.2014 r.]

⁴ Źródło: Krystyna Moskwa, Bogusław Mazurkiewicz: Korozja i ochrona przed korozją. W: skrypt AGH [on-line]. www.chemia.odlew.agh.edu.pl. [data dostępu: 26.01.2014 r.]

3.4. Strefy bezpieczeństwa

Wokół elementów MFW (budowanych elektrowni, stacji elektroenergetycznych itp.) zostaną najprawdopodobniej utworzone strefy bezpieczeństwa, z ograniczonym dostępem statków nie należących do operatora farmy. Utworzenie takiej strefy ma na celu zmniejszenie ryzyka wystąpienia ich kolizji z obiektami farmy, a co za tym idzie – zagrożenia zdrowia i życia ludzi, zanieczyszczenia środowiska (w tym substancjami niebezpiecznymi) oraz poważnych strat materialnych. Zasięg ewentualnych stref bezpieczeństwa oraz zasady poruszania się w tych strefach zostaną określone na późniejszym etapie inwestycji.

3.5. Oznakowanie przeszkodowe i systemy ostrzegania

Budowane elektrownie wiatrowe, stacje elektroenergetyczne i ewentualnie inne obiekty farmy zostaną odpowiednio pomalowane, oświetlone oraz wyposażone w systemy ostrzegania, zgodnie z wymaganiami polskich przepisów lotniczych i morskich. Więcej informacji na ten temat zostało przedstawionych w Rozdziale 11 Tomu IV z oceną oddziaływania na innych użytkowników morza, w tym żeglugę morską i lotnictwo.

4. Emisje na etapie budowy MFW

Przewidywany obecnie czas niezbędny do wybudowania MFW BSIII to około 3,5 roku, przy czym w związku z podpisaną umową o przyłączenie do KSE, farma będzie budowana w co najmniej 2 etapach oddzielonych od siebie o ok 5 lat. Jednostkowy czas budowy dla każdego z etapów będzie więc krótszy i nie będzie przekraczał 2 lat. Czas budowy, a zwłaszcza nieprzerwana aktywność jednostek budowlanych na obszarze farmy, będzie zależny od wielu czynników, przede wszystkim od zaplanowania i sprawnego zarządzania łańcuchem dostaw poszczególnych elementów farmy, harmonogramu finansowania, terminów dostawy urządzeń, dostępności specjalistycznego sprzętu służącego do ich budowy, a przede wszystkim warunków pogodowych itp. Na czas budowy mogą mieć też wpływ uwarunkowania wskazane w decyzji środowiskowej. Trzeba więc wziąć pod uwagę, że opisane w tym rozdziale emisje będą rozłożone w czasie, a na obecnym etapie nie ma możliwości określenia dokładnego czasu występowania poszczególnych emisji.

4.1. Produkcja elementów farmy wiatrowej

Produkcja elementów oraz podzespołów na tym etapie będzie się odbywać w stoczniach produkcyjnych i innych zakładach zlokalizowanych na lądzie.

Emisje powstające w procesach produkcji elementów farmy wiatrowej nie są oceniane w niniejszym raporcie. Produkcja elementów farmy wiatrowej prowadzona jest w zakładach produkcyjnych, których budowa i procesy produkcyjne podlegają odrębnym procedurom oceny oddziaływania na środowisko i właściwym przepisom ochrony środowiska, odpowiednim dla lokalizacji danego zakładu.

Tabela 20. Emisje związane z produkcją elementów farmy wiatrowej

Emisje związane z produkcją elementów farmy wiatrowej	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none">wykorzystanie zasobów środowiska naturalnego na potrzeby produkcji (wzrost zapotrzebowania na

Emisje związane z produkcją elementów farmy wiatrowej	
	energię, surowce i materiały konstrukcyjne) <ul style="list-style-type: none"> • emisja hałasu • emisja zanieczyszczeń do atmosfery • pobór wody • wytwarzanie ścieków • wytwarzanie odpadów
Źródła emisji	Maszyny i urządzenia produkcyjne Środki transportu
Zasięg emisji	Teren danej stoczni produkcyjnej, ewentualnie tereny sąsiednie
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalne (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy i ok. 1 rok przed jej rozpoczęciem
Odwracalność emisji	Odwracalna
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zakłady produkcyjne muszą prowadzić i prowadzą swoją działalność zgodnie z obowiązującymi przepisami ochrony środowiska. Produkcja powinna się odbywać zgodnie z obowiązującymi normami środowiskowymi (np. emisji zanieczyszczeń do atmosfery czy wód, składowania odpadów, itp.). Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące będą podejmowane w zależności od występujących potrzeb w tym zakresie.
Dodatkowe uwagi	Emisje powstające w procesach produkcji elementów farmy wiatrowej nie są oceniane w niniejszym raporcie. Odpowiadają za nie producenci, nie Inwestor MFW BSIII

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.2. Transport morski elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego

Inwestor dokona wyboru producentów poszczególnych elementów MFW dopiero na etapie projektu budowlanego. W związku z tym na etapie przygotowywania raportu OOŚ nie jest możliwe podanie jakichkolwiek informacji na temat tego transportu. W najdalej idącym scenariuszu komponenty większości obiektów farmy wiatrowej zostaną przewiezione drogą morską. Jest to scenariusz najbardziej prawdopodobny.

Tabela 21. Emisje związane z transportem morskim elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego

Emisje związane z transportem morskim elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększony ruch jednostek pływających • emisja hałasu • emisja zanieczyszczeń do atmosfery • wytwarzanie ścieków • wytwarzanie odpadów
Źródła emisji	Jednostki pływające (statki, barki itd.)

Emisje związane z transportem morskim elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego	
Zasięg emisji	Trasa transportu elementów farmy
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalne (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalna
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Nie przewiduje się
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.3. Składowanie elementów farmy wiatrowej w porcie budowlano - montażowym

Tabela 22. Emisje związane ze składowaniem elementów farmy wiatrowej w porcie budowlano - montażowym

Emisje związane ze składowaniem elementów farmy wiatrowej w porcie budowlano – montażowym	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	Zakłócenie krajobrazu
Źródła emisji	Elementy farmy składowane w porcie budowlano – montażowym
Skala emisji	Lokalna (przemysłowy teren portowy, ewentualnie jego najbliższe okolice)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Nie przewiduje się
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.4. Przemieszczanie się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji

Tabela 23. Emisje związane z przemieszczaniem się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji

Emisje związane z przemieszczaniem się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększony ruch statków • emisja hałasu • emisja zanieczyszczeń do atmosfery • wytwarzanie ścieków • wytwarzanie odpadów

Emisje związane z przemieszczaniem się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji	
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy
Skala emisji	Lokalna (przemysłowy teren portowy, trasa transportu, miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.5. Transport morski elementów farmy i podzespołów na miejsce inwestycji

Tabela 24. Emisje związane z transportem morskim elementów farmy i podzespołów na miejsce inwestycji

Emisje związane z transportem elementów farmy i podzespołów na miejsce inwestycji	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu emisja zanieczyszczeń do atmosfery wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy
Skala emisji	Lokalna (przemysłowy teren portowy, trasa transportu, miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.6. Praca jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia

Tabela 25. Emisje związane z pracą jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia

Emisje związane z pracą jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu emisja zanieczyszczeń do atmosfery

Emisje związane z pracą jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia	
	<ul style="list-style-type: none"> wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy
Skala emisji	Lokalna (miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.7. Przygotowanie dna morskiego pod fundamenty

Tabela 26. Emisje związane z przygotowaniem dna morskiego pod fundamenty

Emisje związane z przygotowaniem dna morskiego pod fundamenty	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu emisja zanieczyszczeń do atmosfery wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów wzrost mętności wody wskutek naruszenia warstwy osadów dennych
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy, pogłębiarki
Skala emisji	Lokalna (miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.8. Instalacja fundamentów

Tabela 27. Emisje związane z instalacją fundamentów

Emisje związane z instalacją fundamentów	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu, zwłaszcza podczas wbijania pali fundamentowych

Emisje związane z instalacją fundamentów	
	<ul style="list-style-type: none"> emisja zanieczyszczeń do atmosfery wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów wzrost mętności wody wskutek naruszenia warstwy osadów dennych
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy
Skala emisji	Lokalna (miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.9. Instalacja podzespołów elektrowni wiatrowych, stacji elektroenergetycznych

Tabela 28. Emisje związane z instalacją podzespołów elektrowni wiatrowych, stacji elektroenergetycznych

Emisje związane z instalacją podzespołów elektrowni wiatrowych, stacji elektroenergetycznych	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu nawodnego emisja zanieczyszczeń do atmosfery wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów zaburzenie krajobrazu (poprzez pojawienie się w nich nowych elementów)
Źródła emisji	Statki i helikoptery używane w trakcie budowy Nowo wybudowane obiekty farmy
Skala emisji	Lokalna (miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.10. Transport, odzysk lub unieszkodliwianie odpadów i ścieków z jednostek pływających

Tabela 29. Emisje związane z transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów i ścieków z jednostek pływających

Emisje związane z transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów i ścieków z jednostek pływających	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> potencjalne nieprawidłowości związane z transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów i ścieków
Źródła emisji	Statki używane w trakcie budowy, pojazdy używane do transportu odpadów, miejsca ich odzysku lub unieszkodliwiania
Skala emisji	Lokalna
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Małe
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub łagodzące	Nie przewiduje się
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.11. Układanie kabli podmorskich

Tabela 30. Emisje związane z układaniem kabli podmorskich

Emisje związane z układaniem kabli podmorskich	
Potencjalne emisje i zakłócenia stanu środowiska	<ul style="list-style-type: none"> emisja hałasu nawodnego emisja zanieczyszczeń do atmosfery wytwarzanie ścieków wytwarzanie odpadów zanieczyszczenie wody podczas normalnej eksploatacji statków wzrost mętności wody wskutek naruszenia warstwy osadów dennych
Źródła emisji	Statki używane w trakcie budowy, pojazdy podwodne (ROV), sanie do układania kabli itp.
Skala emisji	Lokalna (miejsce realizacji przedsięwzięcia)
Częstotliwość występowania emisji	Powtarzalna (w okresie trwania budowy)
Czas trwania emisji	Czas trwania budowy
Odwracalność emisji	Odwracalne
Prawdopodobieństwo wystąpienia	Bardzo duże
Działania zapobiegawcze, minimalizujące lub	Zostały opisane w dalszej części raportu, zawierającej

Emisje związane z układaniem kabli podmorskich	
Łagodzące	ocenę oddziaływania na środowisko
Dodatkowe uwagi	Brak

Źródło: koncepcja techniczna RHDHV, materiały własne

4.12. Przewidywany poziom emisji zanieczyszczeń do powietrza

Ruch statków (na każdym z etapów inwestycji) będzie wiązał się z emisją zanieczyszczeń do powietrza, o przeciętnych poziomach:

- NO_x: 20-50 kg / m³ paliwa,
- PM₁₀: 1-2,6 kg / m³ paliwa,
- SO₂: 1,7-17 kg / m³ paliwa.

5. Materiały źródłowe i porównawcze

5.1. Literatura, opracowania eksperckie, decyzje administracyjne

1. Plan przeciwdziałania zagrożeniom i zanieczyszczeniom w trakcie budowy i likwidacji morskiej farmy wiatrowej MFW Bałtyk Środkowy III, ECG Orbital Sp. z o.o., 2013 r.
2. Polenergia offshore wind developments for projects Middle Baltic II and Middle Baltic III. High level technical design options study. Wersja 1, wraz z uzupełnieniami. Royal Haskoning DHV Nederland B.V., 2013 r.
3. Pozwolenie na wznoszenie i wykorzystywanie sztucznych wysp, konstrukcji i urządzeń w obszarach morskich dla przedsięwzięcia MFW Bałtyk Środkowy III, decyzja Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 30 marca 2012 r., sygn. GT7/62/1170069/decyzja/2012

5.2. Strony internetowe

1. www.4coffshore.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]
2. www.chemia.odlew.agh.edu.pl. [data dostępu: 26.01.2014 r.]
3. www.dongenergy.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]
4. www.seajacks.com [data dostępu: 02.03.2014 r.]
5. www.schottel.de [data dostępu: 02.03.2014 r.]

6. Spis tabel

Tabela 1.	Możliwe do wykorzystania stocznie produkcyjne (stan na rok 2014)	9
Tabela 2.	Wymagania dla portu budowlano - montażowego.....	10
Tabela 3.	Możliwe do wykorzystania porty budowlano - montażowe (stan na rok 2014).....	11
Tabela 4.	Wykorzystanie statków do instalacji fundamentów jednej stacji elektroenergetycznej	13
Tabela 5.	Wykorzystanie statków do transportu i instalacji platformy roboczej jednej stacji elektroenergetycznej	13
Tabela 6.	Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu typu tripod.....	13
Tabela 7.	Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu typu tripod.....	13
Tabela 8.	Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu typu jacket	14
Tabela 9.	Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu typu jacket	14
Tabela 10.	Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu grawitacyjnego	14
Tabela 11.	Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu grawitacyjnego	14
Tabela 12.	Wykorzystanie statków do transportu jednego fundamentu monopolowego.....	14
Tabela 13.	Wykorzystanie statków do instalacji jednego fundamentu monopolowego.....	15
Tabela 14.	Wykorzystanie statków do transportu elementów jednej elektrowni (wieża, skrzydła, gondola itd.)	15
Tabela 15.	Wykorzystanie statków do instalacji elementów jednej elektrowni na fundamencie (wieża, skrzydła, gondola itd.).....	15
Tabela 16.	Wykorzystanie statków do instalacji kabli	15
Tabela 17.	Maksymalna szerokość warstwy zabezpieczającej przed wymywaniem.....	27
Tabela 18.	Przewidywane zużycie spoiwa przy montażu elektrowni	28
Tabela 19.	Przewidywana wymagana masa płyt anodowych cynkowych lub aluminiowych dla poszczególnych rodzajów fundamentów.....	29
Tabela 20.	Emisje związane z produkcją elementów farmy wiatrowej	30
Tabela 21.	Emisje związane z transportem morskim elementów farmy wiatrowej do portu budowlano - montażowego	31
Tabela 22.	Emisje związane ze składowaniem elementów farmy wiatrowej w porcie budowlano - montażowym.....	32
Tabela 23.	Emisje związane z przemieszczaniem się jednostek instalacyjnych i transportowych z portu do miejsca inwestycji	32
Tabela 24.	Emisje związane z transportem morskim elementów farmy i podzespołów na miejsce inwestycji.....	33

Tabela 25.	Emisje związane z pracą jednostek instalacyjnych w miejscu realizacji przedsięwzięcia	33
Tabela 26.	Emisje związane z przygotowaniem dna morskiego pod fundamenty	34
Tabela 27.	Emisje związane z instalacją fundamentów	34
Tabela 28.	Emisje związane z instalacją podzespołów elektrowni wiatrowych, stacji elektroenergetycznych.....	35
Tabela 29.	Emisje związane z transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów i ścieków z jednostek pływających.....	36
Tabela 30.	Emisje związane z układaniem kabli podmorskich.....	36

7. Spis rysunków

Rysunek 1.	Etapy realizacji badań wietrzności i analiz	7
Rysunek 2.	Możliwe do wykorzystania porty budowlano – montażowe	12

8. Spis fotografii

Fotografia 1.	Statek typu jack - up.....	16
Fotografia 2.	Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych.....	16
Fotografia 3.	Pływający hotel używany na farmie Horns Rev 2 (Dania)	17
Fotografia 4.	Statek pomocniczy	17
Fotografia 5.	Montaż platformy stacji elektroenergetycznej na fundamencie monopalowym.....	22
Fotografia 6.	Kablowiec Sea Spider	23
Fotografia 7.	Pług kablowy	24
Fotografia 8.	Sanie rozmywające grunt	25
Fotografia 9.	Fragment konstrukcji fundamentu typu jacket z przyspawanymi anodami	29