

WAŻ Mariusz¹
NOWAK Dariusz²

Nawigacyjne aspekty bezpieczeństwa żeglugi w rejonach instalacji przybrzeżnych

transport
bezpieczeństwo
nawigacja

Streszczenie

Artykuł w skrótej formie porusza niektóre aspekty bezpieczeństwa żeglugi w rejonach instalacji przybrzeżnych jakimi są farmy wiatrowe. Podstawowe kwestie ekonomiczne ich eksploatacji zostały poruszone we wstępie. Następnie przedstawiono takie problemy nawigacyjnego zabezpieczenia bezpieczeństwa żeglugi w rejonie jak: identyfikacja i oznakowanie poszczególnych elementów instalacji oraz granice i ich wpływ na żeglugę w akwenu. Forma artykułu ogranicza autorów jedynie do poruszenia podstawowych aspektów nawigacyjnego zabezpieczenia w szeroko pojętym problemie bezpieczeństwa żeglugi w rejonie farm wiatrowych.

NAVIGATIONAL ASPECTS OF MARITIME SAFETY IN OFFSHORE INSTALLATIONS AREAS.

Abstract

Article in short form presents some problems of maritime safety in such offshore installations as windfarms are. Some economic aspects of windfarms exploitation are shortly sketched at the beginnings. Next, such navigational issues as an identification, marking, boundaries and effects on routing are touched on by authors. The form of an article restricts authors to present only the main problems in a wide-ranging of subject such a maritime safety in windfarms areas is.

1. WSTĘP

Powszechnie wiadomo, że naturalne siły przyrody jakimi są wiatry wiejące w rejonach przybrzeżnych w odpowiedni sposób wykorzystane mogą dostarczyć znaczną ilość ekologicznej energii elektrycznej co nie pozostaje bez znaczenia dla państwa inwestującego i eksploatującego farmę wiatrową.

Jak w każdym aspekcie eksploatacji złóż i zasobów naturalnych mamy do czynienia zarówno ze zwolennikami jak i przeciwnikami. Zwolennicy, lobbujacy przede wszystkim względy ekonomiczne, muszą stawić czoła przeciwnikom którzy wskazują przede wszystkim na negatywne skutki eksploatacji farm jako zakłócających lub ograniczających ruch powietrzny i wodny w rejonie, wpływających na środowisko w postaci zmiany dotychczasowego swobodnego rozwoju i egzystencji niektórych gatunków fauny (ryb, ptactwa). Przeciwnicy kontrolują przede wszystkim wstępną fazę planowania lokalizacji farm wiatrowych, w której należy wykluczyć między innymi rejonu mające wpływ bezpośrednio na obronność państwa, rejonu kluczowych tras wodnych oraz powietrznych jak również rejonu egzystencji i migracji niektórych gatunków fauny. Istnieje jednak wiele rejonów które po wstępnej fazie szacowania ryzyka i aspektów ekonomicznych nadal pozostają atrakcyjne dla inwestycji[1].

W artykule autorzy skupili się na nawigacyjnym aspekcie zabezpieczenia bezpieczeństwa żeglugi w rejonach instalacji przybrzeżnych jakimi są farmy wiatrowe.

2. IDENTYFIKACJA TURBIN I GRANICE FARM WIATROWYCH

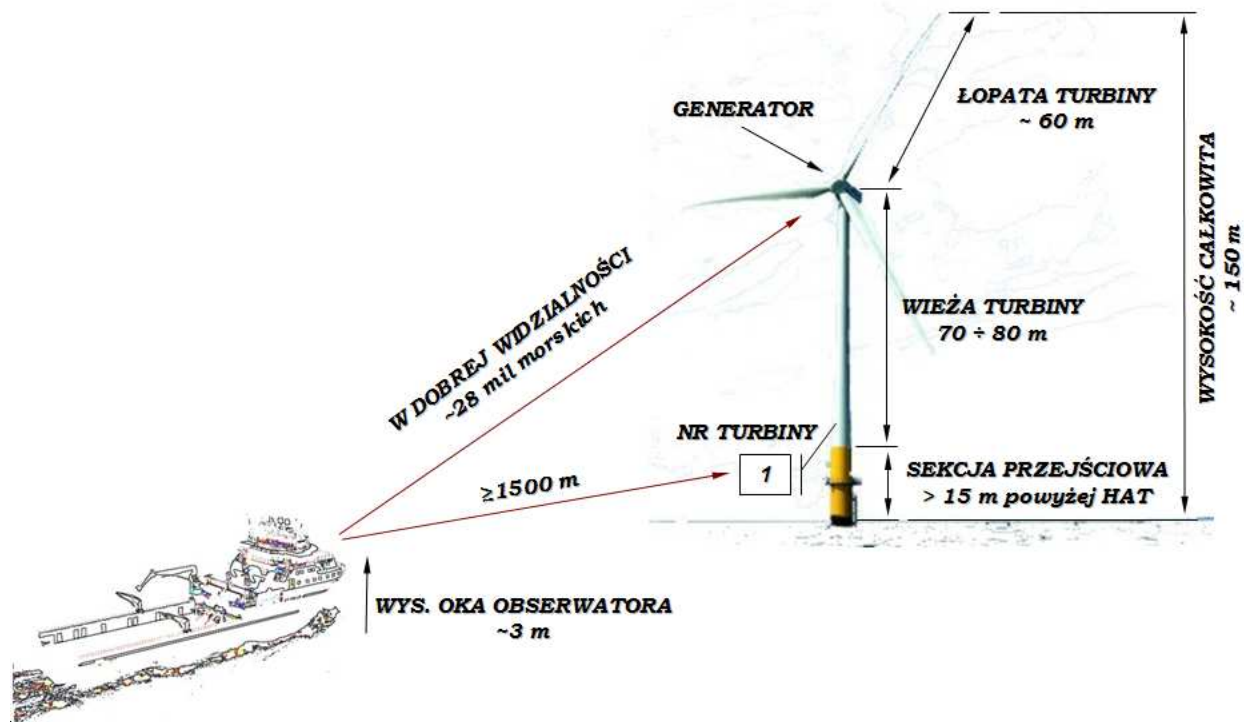
Jednym z podstawowych źródeł informacji na mostku dla nawigatora jest mapa, wszystkie istniejące farmy wiatrowe oznaczone są na niej przez pojedynczy symbol turbiny wiatrowej lub jako akwen o określonych granicach z tymże symbolem w środku. Na mapie, w zależności od jej skali zaznaczone są również kable podwodne łączące farmę ze stacją odbiorczą energii.

Podstawowymi elementami konstrukcyjnymi typowej turbiny są: podstawa umieszczona na dnie, sekcja przejściowa o wysokości nie mniejszej niż 15m mierzonej powyżej najwyższego pływu astronomicznego przeważnie pomalowana na żółto, właściwa wieża turbiny – około 70 do 80m wysokości - zwykle w kolorze szarym matowym oraz generator na szczycie wieży. Łopaty turbiny umieszczone są przed generatorem i osiągać mogą długość powyżej 60m. Całkowita wysokość konstrukcji (turbiny z rotorem) dochodzić może do 150m.

Teoretycznie przy wzniesieniu oka obserwatora na 3m n.p.m., przy dobrej widoczności powinien on zobaczyć łopaty konstrukcji z 28 mil morskich, a przy wysokości wieży 70m powinien zauważyć turbinę z 20 mil.

¹Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte, Instytut Nawigacji i Hydrografii Morskiej; 81-103 Gdynia; ul. Śmidowicza 61.
Tel: +48 58 626 26 58, E-mail: m.waz@amw.gdynia.pl;

²North Star Shipping Aberdeen Ltd Tel: +48 501 171 367, e-mail: nowd@interia.pl.



Rys.1. Podstawowe elementy turbiny wiatrowej.

Podstawa pojedynczej turbiny może różnić się co do rozwiązań konstrukcyjnych. Może być to fundament betonowy osadzony na dnie, konstrukcja może również być zakotwiczona oraz może posiadać tzw. kosz zawierający w sobie agregat, jednocześnie będący elementem ustalającym jej pozycje. Sieć kabli z poszczególnych turbin zbiega się w specjalnej platformie będącej tzw. stacją przekaźnikową zawierającą w sobie niezbędne oprzyrządowanie, generatory i zabezpieczenia z której dalej po dnie kablami przekazywana jest energia do stacji na lądzie.

Przedstawione na rysunku 1 parametry konstrukcyjne czynią turbinę dobrze identyfikowalną zarówno wzrokowo jak i przy pomocy radaru.

Zgodnie z rekomendacją IALA 0-117 turbiny farm wiatrowych powinny być oznaczone w sposób łatwy i jednoznaczny do identyfikacji zarówno w dzień jak i w nocy, biorąc pod uwagę warunki pogodowe oraz ruch jednostek w rejonie.

Podstawowym oznakowaniem granic farm wiatrowych pozostają znaki kardynalne. Turbiny krańcowe farmy nazywane są SPS (ang. Significant Peripheral Structure). Każda SPS oznakowana jest światłem widocznym dookólnie w płaszczyźnie horyzontu. Światła krańcowych konstrukcji są zsynchronizowane i posiadają charakterystykę oraz barwę światła znaku specjalnego – błyskowego żółtego o zasięgu nie mniejszym niż 5 mil morskich.

W poszczególnych turbinach farmy, światła nawigacyjne umieszczone są poniżej łopat rotora, na górze sekcji przejściowej (żółtej).

Konstrukcje znajdujące się pomiędzy SPS oznaczane są jako IPS (Intermediate Peripheral Structures) i powinny być wyposażone w światło żółte widoczne dookólnie w płaszczyźnie horyzontu o charakterystyce znacząco różnej niż charakterystyka SPS i o zasięgu 2 mil morskich. Charakterystyka tychże IPS powinna być wyraźnie zaznaczona na mapie.

IALA dopuszcza dodatkowe oświetlenie turbin zewnętrznych oraz zaleca wyposażenie ich w transpondery radarowe (racony) z charakterystyką U (twój kurs jest niebezpieczny). Ponadto, farmy mogą być wyposażone w AIS (zalecenie IALA A-126) oraz sygnał dźwiękowy o zasięgu słyszalności nie mniejszym niż 2 mile morskie[2].

Kolejnym zagadnieniem jest oznaczenie poszczególnych konstrukcji w farmie. Pojedyncze turbiny posiadają oznaczenia alfanumeryczne widoczne z odległości nie mniejszej niż 150m. W nocy oznaczenia te powinny być podświetlone, tak by były widoczne z tej samej odległości. Odległość może jednak ulec zmniejszeniu w warunkach ograniczonej widzialności. Stałe światło czerwone umieszczone na górze generatora jako światło ostrzegawcze dla obiektów latających, nie powinno być mylone ze światłem burtowym jednostki pływającej ani żadnym innym mimo że, wydawać się może iż posiada charakterystykę światła błyskowego z powodu obracających się i czasowo zakrywających je łopat wirnika.

Zgodnie z rekomendacją IALA 0-114 pojedyncze konstrukcje (nie będące elementem farmy) powinny być wyposażone w białe światło błyskowe o charakterystyce U.[3]

3. WPLYW FARM WIATROWYCH NA RUCH JEDNOSTEK W REJONIE

W każdym przypadku, w fazie planowania lokalizacji farmy wiatrowej, przeprowadzane są szczegółowe analizy i szacowanie ryzyka dotyczące bezpieczeństwa ruchu jednostek pływających w danym rejonie.

Pomimo szczegółowych badań oraz planowania lokalizacji farm z dala od wyznaczonych tras żeglugowych jak również wyznaczania tras alternatywnych dla zmniejszenia ryzyka kolizji ryzyko takie nadal istnieje. Nieprzewidziane zdarzenie spowodować może znaczące straty i szkody dla środowiska naturalnego np. kolizja tankowca z turbiną. Ponadto, przy lokalizacji farm należy również wziąć pod uwagę rejony kotwiczenia jednostek, rejony podejściowe do portów itp. Powinny one być bezwzględnie unikane ze względu na możliwość i niebezpieczeństwo uszkodzenia podwodnych kabli łączących farmę lub pojedynczą turbinę ze stacjami odbiorczymi na lądzie przez jednostki używające kotwicy. Rozpatrując problem z innej strony, farmy wiatrowe często zlokalizowane są w rejonach spłyceń itp. co może dodatkowo wpłynąć na bezpieczeństwo żeglugi w rejonie, oznaczały one będą w znaczący sposób rejon którego należy unikać. (tzw. rejon nieżeglowny).

W rejonach farm istnieje możliwość spotkania jednostek zabezpieczających i je obsługujących. Są to zazwyczaj jednostki niewielkie w porównaniu z typowymi jednostkami handlowymi i ich obecność może ująć uwagę oficera wachtowego podczas nawigacyjnego przejścia w pobliżu takiego rejonu. Ponadto, często spotkać można jednostki rybackie, w rejonach farm bowiem nie odbywa się ruch jednostek dużych i są one poniekąd ostoją dla niektórych gatunków ryb.

Kolejnym problemem z punktu widzenia nawigacyjnego bezpieczeństwa jednostki, może okazać się problem niewłaściwej identyfikacji oznakowania brzegowego, przysłanianego przez konstrukcje lub mylonego z nimi i oznakowaniem turbin zlokalizowanych w rejonach przybrzeżnych. Dlatego zgodnie z dobrą praktyką morską w rejonach podejściowych do brzegu obserwacje należy prowadzić nieprzerwanie, wykorzystując wszelkie możliwe i dostępne na mostku przyrządy i pomoce nawigacyjne.

W rejonach większych farm wiatrowych obecne mogą być stacje transformatorowe, wyglądem przypominające niewielkie platformy wiertnicze. Poszczególne konstrukcje połączone są podwodnymi kablami do tejsze stacji transformatorowej z której prąd dostarczany jest dalej podwodnym kablem na ląd.

Wokół poszczególnych turbin wyznaczane są strefy bezpieczeństwa, w których wszelki ruch jednostek jest zabroniony z wyjątkiem jednostek je obsługujących. Ustanowione mogą być również czasowe strefy bezpieczeństwa – ustanawia się je zwykle podczas budowy farmy - stawiania poszczególnych konstrukcji. Wspomniane strefy, jeśli zostają ustanowione do wiadomości podawane są w ostrzeżeniach nawigacyjnych oraz wiadomościach żeglarskich. Wokół pojedynczej turbiny strefa bezpieczeństwa ma zwykle promień 50m.

Istnieje możliwość wyznaczenia stref bezpieczeństwa o innych parametrach, jest to indywidualnie szacowane dla danego rejonu – w tym celu zastosowanie ma teoria szacowania ryzyka.

W sytuacji awaryjnej (ryzyko kolizji, blackout, awaria silnika głównego lub steru) podczas żeglugi w rejonie lub pobliżu farmy wiatrowej zgodnie z procedurami należy użyć kotwicy. Trzeba mieć jednak świadomość istnienia podwodnych połączeń kablowych instalacji z brzegiem które mogą ulec zniszczeniu co spowodować może znaczne szkody, dlatego też, rejonów tych należy unikać. Już na etapie nawigacyjnego planowania podróży należy starać się omijać je w odległości zapewniającej bezpieczeństwo żeglugi.

Rozpatrując problem bezpieczeństwa ruchu powietrznego w rejonie farmy, najważniejszym nie jest problem ruchu jednostek cywilnych, na pierwszy plan wysuwa się zagadnienie zapewnienia bezpieczeństwa statków powietrznych (śmigłowców) zabezpieczających obsługę oraz przede wszystkim akcje ratownicze na obszarze farmy w ciężkich warunkach pogodowych. W rejonie farm występować mogą wywołane przez pracujące rotory turbulencje mające znaczny wpływ na płynność i łatwość manewrów wykonywanych przez pilota. Dlatego też, bardzo ważnym ze względu na bezpieczeństwo jest możliwość szybkiego wyłączenia (zatrzymania awaryjnego) wszystkich turbin jednocześnie.

Kolejnymi aspektami bezpieczeństwa w rejonie farm wiatrowych są: odległości pomiędzy turbinami w farmie, głębokości wody w rejonie, ruchome dno, jak również wpływ turbin na sygnały radarowe i radiowe.

Odległości pomiędzy poszczególnymi turbinami w farmie ściśle związane są z ich rozmiarami, generalnym założeniem jednak, jest nie mniej niż 500m. Dla jak najlepszego wykorzystania siły wiatru odległości pomiędzy turbinami zależą od wielkości rotora, generalna zasada jest taka, że im większy rotor tym większa odległość pomiędzy konstrukcjami. Powyższe zależności powodują ograniczenia ruchu jednostek w rejonie farmy ze względu na ich wielość – jednostki duże powinny bezwzględnie omijać rejon.

Wymogiem stosowanym w rejonach offshore (np. Wielkiej Brytanii) jest minimalna odległość pomiędzy końcem łopaty rotora a powierzchnią wody przy średniej wodzie wysokiej pływu syzygijnego która wynosi 22m. Jest to kolejne ograniczenie dla ruchu jednostek dotyczące ich wymiarów.

Zdecydowana większość farm wiatrowych lokalizowania jest w rejonach relatywnie płytkowodnych (ławicach, rej. Przybrzeżnych). Jest to kolejny parametr ograniczający ruch jednostek o większym zanurzeniu. W przyszłości przewiduje się lokalizowanie farm w akwenach o większej głębokości jak również w pobliżu szlaków żeglugowych, co w poważnym stopniu ograniczy swobodę nawigacyjnego przepływu jednostek w rejonie i wprowadzi ograniczenia co do wyznaczonych tras żeglugowych.

Innym problemem mającym wpływ na bezpieczeństwo żeglugi w rejonie farm jest możliwość ich wpływu na zmiany głębokości co powoduje, że naniesione na mapę głębokości w rejonie mogą okazać się nieaktualne.

W rejonach pływowych o relatywnie niewielkiej głębokości silne prądy pływowe w połączeniu z silnymi wywołanymi przez spowodowane rotorami fale wywołać mogą tzw. efekt ruchomego dna co z kolei ściśle wiąże się z bezpiecznym zapasem wody pod śródka.

Wspomniane już siły i falowanie wywołane przez rotory mogą zakłócić i zmienić rozkład prądów pływowych w rejonie wywołując lokalne zawirowania.

Wytwarzając energię turbiny spowalniają wiatr w rejonie. Badania wskazują, że prędkość wiatru w rejonie farmy wiatrowej może zostać zredukowana nawet o 10%. Efekt cienia wiatrowego staje się odczuwalny w płaszczyźnie pionowej do wysokości 15m, w miarę oddalania się od konstrukcji efekt maleje.

Efekt „zbierania wiatru” występuje również w płaszczyźnie poziomej. Obrazowo przedstawiony być on może jako stożek ze środkiem umiejscowionym w środku rotora i o średnicy podwójnej długości łopat. Stożek „układa się” zgodnie z kierunkiem wiatru a jego „wysokość” zależy od prędkości wiatru. Efekt ten może mieć wpływ na jednostkę w zależności od jej powierzchni nawiewu, jest on szczególnie niebezpieczny dla jachtów a jego wpływ zależy od powierzchni ożaglowania i wysokości masztów.

Turbiny wywołują znaczne echo na ekranie radaru co czyni je łatwo wykrywalnymi ze znacznej odległości. Zbliżając się do farmy należy jednak mieć świadomość iż, poruszające się łopaty turbiny wywołać mogą na ekranie fałszywe echa w postaci kropek, które mogą wprowadzić niejasność zobrazowania. W poszczególnych przypadkach mogą nawet czynić niemożliwym do odróżnienia echo podobne do niewielkiej jednostki od fałszywego echa generowanego przez łopaty wirnika. Powyższe zakłócenia wzrastają znacznie dla zasięgu obserwacji 1.5 mili morskiej i mniejszego - występują zarówno w radarach 3 oraz 10 cm. Korekcja zobrazowania poprzez regulacje wzmocnienia może skutkować redukcją ech fałszywych oraz jednoczesną redukcją ech właściwych pochodzących od pływającego oznakowania nawigacyjnego czy małych jednostek jak np. jachty.

Jako przykład dbałości o redukcję ryzyka kolizji i zwiększenia bezpieczeństwa nawigacyjnego w rejonie farm wiatrowych posłużyć mogą wewnętrzne regulacje wprowadzone przez Departament Środowiska i Transportu UK mówiące np. że każda farma wyposażona musi być w specjalne reflektory radarowe oraz sygnały mgłowe.[5]

Przeprowadzone badania wskazują znikomy wpływ turbin na prace odbiorników GPS, AIS, telefonów komórkowych oraz łączność radiową VHF.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] http://www.offshorewindenergy.org/caowee/indexpages/Social_and_Environmental.php?file=envimpct_p3.php;
- [2] The Mariner's Handbook NP100; UKHO 2009 Edition;
- [3] SEAS, Rodsand Offshore Wind Farm. Environmental Impact Assessment. EIA Summary Report. Summary reports in English and German, full report in Danish and background reports available from www.seas.dk, 2000;
- [4] Methodology for Assessing Risks to Ship Traffic from Offshore Wind Farms"- VINDPILOT-Report to Vattenfall AB and Swedish Energy Agency - SSPA Sweden AB 12 June 2008;
- [5] Van Bussel, G.J.W., and Zaaijer, M., Reliability, availability and maintenance aspects of large-scale offshore wind farms, a concept study, Marine Renewable Energies Conference [MAREC], Newcastle, UK, 2001;