

KOMENTARZ IPE nr 2/2017

WYKORZYSTANIE SYSTEMÓW BEZZAŁOGOWYCH W ZABEZPIECZENIU OBIEKTÓW IK ODPOWIEDZIALNYCH ZA DOSTAWY SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH W ŚRODOWISKU MORSKIM

*Dr Rafał Miętkiewicz**

Polskie obszary morskie obejmujące; morskie wody wewnętrzne (2005 km²), morze terytorialne (8682), strefę przyległą oraz wyłączną strefę ekonomiczną (ang. *Exclusive Economic Zone* – EEZ - 22634 km²)² stanowią blisko 11% powierzchni kraju [1]. W granicach powyższych rejonów, państwo polskie dysponuje swobodą co do prowadzenia szeroko rozumianej eksploatacji zasobów znajdujących się w toni wodnej, na dnie morskim oraz pod jego powierzchnią. **Obszary morskie stanowią kluczowy element w procesie dywersyfikacji źródeł dostaw surowców o znaczeniu strategicznym.** To właśnie drogą morską sprowadzany jest gaz LNG do terminalu w Świnoujściu oraz ropa naftowa do Portu Północnego (Naftoport) w Gdańsku³. Morze stanowi ogromny rezerwuár energii odnawialnej, tak pod kątem pozyskiwania jej z fal morskich, jak i tworzenia dogodnych warunków do sytuowania na jego akwenach farm wiatrowych. Istniejące plany zakładają wybudowanie kilkuset elektrowni wiatrowych (Morskie Farmy Wiatrowe MFW) wraz z niezbędną podmorską infrastrukturą przesyłową (kable energetyczne) na Wybrzeżu Środkowym (na wysokości Łeby w odległości 23 km od brzegu o roboczych nazwach *Bałtyk Środkowy II* oraz *Bałtyk Środkowy III*). Kolejną planowaną inwestycją na wodach Zat. Gdańskiej jest terminal regazyfikacyjny FSRU (ang. *Floating Storage Regasification Unit*) wraz z ok. 40

* *kmdr ppor. dr Rafał Miętkiewicz, Kierownik Zakładu Działań Morskich (Instytut Operacji Morskich) na Wydziale Dowodzenia i Operacji Morskich, Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni.*

² Granica wyłącznych stref ekonomicznych Rzeczypospolitej Polskiej oraz Królestwa Danii nie została uregulowana dwustronną umową międzynarodową. Sprawę rozgraniczenia obszarów morskich w Zatoce Pomorskiej reguluje porozumienie podpisane w Berlinie 22 maja 1989 r. (potwierdzone w polsko-niemieckim traktacie granicznym z 14 listopada 1990 r.). W świetle występujących w przeszłości trudności w użytkowaniu redy i toru podejściowego do Świnoujścia rozwiązanie takie trudno określić jako w pełni skuteczne.

³ Naftoport w Gdańsku obsługuje tankowce transportujące ropę naftową z kierunków zachodnich. W ostatnich miesiącach 2017 roku surowiec dostarczany był Rafinerii Gdańsk, poprzez Port Północny z Iranu i USA.

kilometrowym odcinkiem gazociągu posadowionego na dnie morskim. W końcu na obszarach EEZ pracują polskie platformy wiertnicze eksploatujące podmorskie złoża.

Tak ważne, z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa, obiekty wymagają nadzwyczajnych środków ochrony opartych na wykorzystaniu najnowocześniejszych zdobyczy techniki. Prace nad systemami bezpieczeństwa obiektów morskich wymagają współdziałania specjalistów z wielu dziedzin i powinny być obszarem efektywnej współpracy ośrodków naukowych z przemysłem. Kluczową rolę odgrywają tu także nowoczesne technologie oparte o innowacyjne rozwiązania. Formuła komentarza wprowadza pewne ograniczenia co do zakresu i szczegółowości podejmowanych treści, stąd też kierując się względami praktycznymi, jako przykład naświetlający problem posłużą platformy wiertnicze pracujące w granicach polskich obszarów morskich.

Platformy wraz z gazociągami i elementami przesyłowymi odpowiedzialnymi za transport surowca w relacji złoża (miejsce wydobywania) - odbiorca lądowy, stanowią element morskiej infrastruktury krytycznej (IK). Polskie platformy wiertnicze to urządzenia samopodnośne typu *jack-up*⁴, z których pierwsza, *LOTOS Petrobaltic*, prowadzi poszukiwania i wydobywanie węglowodorów na głębokości ok 105 m (platforma wykonuje otwory oraz rekonstruuje już istniejące, załoga 115 osób personelu pokładowego). Druga platforma, *Baltic Beta*, posiada urządzenia separacyjne odpowiadające za oddzielenie ropy od towarzyszącego jej gazu⁵. Koncesje *LOTOS Petrobaltic S.A.* obejmują 3 obszary o łącznej powierzchni 3177 km². Wydobyta ropa trafia na ląd na pokładzie tankowca utrzymującego połączenie między platformą i Portem Północnym (Naftoport), skąd surowiec transportowany jest rurociągiem do Rafinerii Gdańskiej [2]. Realizując cele strategiczne na lata 2017-2022 przewidywane jest osiągnięcie wydobywania węglowodorów na poziomie 30-50 tys. boe/d (baryłek ekwiwalentu ropy naftowej na dzień) [3]. Potencjał wydobywczy bałtyckich złóż podwodnych (mapa 1) eksploatowanych przez *LOTOS Petrobaltic S.A.* wynoszą odpowiednio (złoża B8 i B3);

⁴ Platformy typu *jack-up* to konstrukcje zdolne do samodzielnego podniesienia się ponad powierzchnię morza. Wykorzystywane są do tego celu specjalne, opuszczane słupy pełniące rolę „nóg”. Platformy tego cechują się mobilnością i stabilnością konstrukcji. R. Pakos, E. Romek, Konstrukcje stalowe pełnomorskie (offshore) – rodzaje, remonty, „Przegląd spawalnictwa” nr 1/2009, s. 6.

⁵ *Lotos Petrobaltic S.A.* posiada koncesję na wydobywanie ropy naftowej i towarzyszącego jej gazu ziemnego ze złoża B3, koncesję na wydobywanie ropy naftowej oraz współwystępującego gazu ziemnego ze złoża B8 oraz współdziałały w 2 koncesjach na wydobywanie gazu ziemnego ze złóż B4 i B6 (poprzez spółkę *Baltic Gass sp. z o.o.*)

- złoża B8, zasoby przemysłowe 4 577,92 tys. ton ropy naftowej w kategorii B oraz 551,62 mln m³ gazu ziemnego współwystępującego w kategorii B, zasoby nieprzemysłowe 8 324,86 tys. ton ropy naftowej w kategorii B oraz 1 340,46 mln m³ gazu ziemnego współwystępującego w kategorii B [4],
- złoża B3, zasoby przemysłowe 1 496,68 tys. ton ropy naftowej w kategorii B i 37,22 ton ropy w kategorii C, a także 157,84 mln m³ gazu ziemnego w kategorii B i 3,92 mln m³ gazu w kategorii C [5]. W ciągu 25 lat eksploatacji, do maja 2017 roku ze złoża B3 wydobyto ok 34 mln ton ropy oraz 465 m³ gazu.

Mapa 1. Mapa koncesji na poszukiwanie i rozpoznanie oraz wydobycie złóż ropy naftowej i gazu [2]



Platformy wiertnicze, jako obiekty o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa energetycznego, mimo relatywnie niewielkiego wkładu w pokrycie krajowego zapotrzebowania na ropę naftową, uwzględniane są w procesie dywersyfikacji dostaw tego typu surowców. **Platformy wiertnicze posadowione w znacznej odległości od brzegu (kilkadziesiąt kilometrów) w agresywnym środowisku morskim cechują się kilkoma właściwościami wynikającymi z funkcjonowania na styku trzech środowisk.** O ile

bowiem główne urządzenia platformy wiertniczej znajdują się ponad powierzchnią wody, gdzie poddane są wpływowi zmiennych warunków hydrometeorologicznych (sztormowe wiatry, silne falowania, korozja) o tyle ogromna część urządzeń odpowiadających za proces wiercenia

i stabilne utrzymanie pozycji platformy nad złożem znajduje się w toni wodnej. Po wtóre zaś zasadnicze prace polegające na wierceniu i wydobyciu surowców realizowane są w skorupie ziemskiej, pod dnem morskim. W końcu na dnie morskim posadowione są elementy przesyłowe w postaci gazociągów, transportujących w warunkach polskich, wydobyty gaz do punktów odbioru na brzegu. Gazociąg podmorski ze złoża B8 do elektrociepłowni we Władysławowie o długości 74, 8 km transportuje kondensat gazu naturalnego elastycznym rurociągiem o stosunkowo niewielkiej średnicy (tabela 1) [6].

Tabela 1. Podstawowe parametry gazociągu B8 – elektrociepłownia Władysławowo [3]

Ciśnienie na wlocie [bar]	135
Ciśnienie na wylocie [bar]	130
Maksymalne spodziewane ciśnienie [bar]	145
Objętościowe natężenie przepływu [m ³ /h]	4122
Średnica wewnętrzna rury ID [mm]	101,6
Średnica zewnętrzna rury OD [mm]	114,3
Masa w wodzie (rura wypełniona wodą) [kg/m]	16,6

Analizując kolejne wyróżniki determinujące wydobycie ropy ze złóż podmorskich nie można pominąć czynnika ludzkiego. Platformy wiertnicze stanowią bowiem odcięte od lądu, otoczone masami wody i ograniczone powierzchnią stalowe konstrukcje wymuszające zatrudnienie załóg spełniających specyficzne wymagania (odporność psychofizyczna na stres, oddalenie od lądu, długotrwałe przebywanie na ograniczonej powierzchni, itp.). Warto w tym momencie zaznaczyć, iż Bałtyk pod wieloma względami jest morzem o wyjątkowym charakterze w porównaniu z morzami typu otwartego. Unikalność i nietypowość Bałtyku przekłada się na dużą dynamikę zjawisk na nim zachodzących. Specyficzne usytuowanie platform wiertniczych wraz z elementami łańcucha dostaw surowców energetycznych determinują charakter niebezpieczeństw. Zagrożenia te biorąc pod uwagę kierunek

występowania podzielić można na zagrożenia górnej półsfery (przestrzeń powietrzna, powierzchnia morza) oraz dolnej półsfery (tęń wodna, dno morskie).

Powyższe sprawia, iż platformy wiertnicze, wydobyte przez nie surowiec transportowany bądź drogą morską (ropa naftowa), bądź gazociągiem podmorskim objęte muszą być skutecznym systemem ochrony, w każdej fazie eksploatacji. System bezpieczeństwa powinien charakteryzować się określoną elastycznością dającą możliwość dostosowania się do zmieniającej się dynamicznie sytuacji zewnętrznej i występowania nowych form zagrożeń.

Współczesne systemy ochrony obiektów o znaczeniu strategicznym, to skomplikowane architektury systemowe łączące w sobie nowoczesne rozwiązania techniczne i technologiczne. Środowisko morskie, jako niesprzyjające do prowadzenia działań a jednocześnie trudne do penetrowania biorąc pod uwagę potrzebę angażowania rozwiązań bardzo kosztownych, stanowi specyficzną domenę dla systemów odpowiedzialnych za utrzymanie bezpieczeństwa funkcjonalnego.

Powstaje więc zasadnicze pytanie, w jaki sposób funkcjonować powinien system ochrony tak specyficznych obiektów, jakimi są platformy wiertnicze posadowione w odległości blisko 70 km od wybrzeży Rzeczypospolitej?

Poszukując odpowiedzi na tak sformułowane pytanie należy mieć na uwadze, iż nowoczesne rozwiązania systemowe łączą ze sobą analizy zagrożeń charakterystycznych dla danego środowiska, uwzględniają specyficzne uwarunkowania regionalne oraz obejmują najnowocześniejsze zdobycze techniki (hydroakustyka, radiolokacja, optoelektronika, informatyka, itp.) czy rozwiązania legislacyjne. Do rozwiązania jest bowiem ogromna ilość problemów obejmująca np. pokrycie systemem obserwacji nawodnej i podwodnej duże powierzchnie akwenów oraz toni i dna morskiego, transmisję ogromnych ilości danych, zarządzanie zgromadzonymi zasobami, systemy operacyjne – dowodzenia, itp.

Kolejnym elementem jest specyficzny status prawny akwenów, na których prowadzone są wiercenia i wydobywanie. Delimitacja obszarów morskich RP sprawia, iż w różnych częściach obszarów morskich państwa do czynienia mamy z różnymi przepisami dotyczącymi np. przepływu statków obcych bander. Wyłączna Strefa Ekonomiczna, na której posadowione są platformy wiertnicze *Petrobalticu*, cechuje się wolnością żeglugi morskiej

i powietrznej oraz prawem do swobodnego układania kabli i rurociągów. Wokół platform wiertniczych wprowadzono strefę ochronną o wielkości 500 m [7].

Z jednej strony mamy więc swobodę poruszania się ograniczoną stosunkowo niewielką strefą ochronną, z drugiej zaś wskazać należy szerokie spektrum zagrożeń dla prawidłowego funkcjonowania wydobycia i transportu surowców energetycznych. *Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego* (2017), jako główne źródła potencjalnych problemów w basenie M. Bałtyckiego wskazuje postępujące zbrojenie regionu (ostatnie kilka lat to okres dynamicznego rozwoju Floty Bałtyckiej Federacji Rosyjskiej (FB FR) a co z tym związane wzrost liczby incydentów z udziałem lotnictwa i sił okrętowych FB FR oraz postępująca militaryzacja Obwodu Kaliningradzkiego), kwestie niemilitarne związane z tranzytem surowców energetycznych (budowa gazociągu *Nord Stream*, planowane położenie *Nord Stream II*). Kolejnymi elementami komplikującymi sytuację jest potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa żeglugi morskiej (przed liczną grupą zagrożeń uwzględniających również terroryzm morski) oraz ochrony środowiska naturalnego na akwenach morskich Bałtyku. Co kluczowe sytuacji w zakresie bezpieczeństwa na akwenie M. Bałtyckiego pogarsza się [8].

Przykładem rozwiązań współczesnych wyzwań w obszarze bezpieczeństwa morskich obiektów IK a tym samym **odpowiedzią na sformułowane powyżej pytanie jest wykorzystanie w strukturach Marynarki Wojennej oraz Morskiego Oddziału Straży Granicznej bezzałogowych systemów morskich (ang. *Unmanned Maritime Systems UMS*) zdolnych do operowania zarówno na powierzchni morza (ang. *Unmanned Surface Vehicles USV*), jak i pod wodą (ang. *Underwater Unmanned Vehicles UUV*) w ramach połączonych architektur systemów bezzałogowych**. Systemy te charakteryzują się wieloma właściwościami, spośród których najistotniejsze sprowadzają się do oddalenia operatorów pokładowych (personelu) od źródeł zagrożeń oraz do zwiększenia wydajności przy prowadzeniu misji długotrwałych (monotonia, angażowanie dużych sił). Przykładem takich działań może być monitoring stanu infrastruktury podwodnej (gazociągi podwodne) i nawodnej (platformy wiertnicze, wiatraki) gdzie czynnik ludzki podlega szybkiemu zmęczeniu przez co podatny jest na spadek wymaganego poziomu uwagi. Pojazdy bezzałogowe przez długi czas operować mogą w środowisku skrajnie nieprzyjawnym (zimne i ciemne wody Bałtyku). Dzięki nim możliwe jest tworzenie nadzorowanych i chronionych

stref buforowych, natychmiastowe przeciwstawienie się wykrytym i zidentyfikowanym zagrożeniom dając tym samym czas na postawienie w stan gotowości innych elementów systemu bezpieczeństwa. Połączone architektury systemów bezzałogowych w odpowiednich konfiguracjach mogą uzupełniać braki poszczególnych systemów działających oddzielnie. Polskie ośrodki naukowe prowadzą zaawansowane prace, w ramach których powstają rozwiązania nowatorskie, jak pojazdy trzystanowe zdolne do operowania w przestrzeni powietrznej, na powierzchni morza oraz w toni wodnej (zdjęcie 1).

Zdjęcie 1. Obiekt trzystanowy zdolnego do operowania w przestrzeni powietrznej, na powierzchni morza oraz pod wodą [9]



Wczesne wykrycie i szybka reakcja odgrywa zasadniczą rolę w przeciwstawieniu się zagrożeniom charakteryzującym się dużą dynamiką (terroryzm morski). Ponadto UUV zajmować się mogą monitorowaniem stanu rurociągów podwodnych. Oczywiście do rozwiązania pozostaje wiele problemów związanych z; utrzymaniem łączności, przesyłaniem ogromnych ilości danych w relacji *on-line*, określeniem pozycji w położeniu podwodnym, poziomami autonomiczności czy w końcu rozwiązaniami prawnymi⁶ (przykład *C-Worker 7*) [10]. Są to zagadnienia z obszarów technologii zaawansowanych, nad którymi

⁶ Jako pierwsze w świecie brytyjskie towarzystwo klasyfikacyjne *UK Ship Register* dokonało rejestracji bezzałogowego pojazdu nawodnego wpisując jednostkę *C-Worker 7*, jako noszącą banderę brytyjską. Jest to znak zmieniających się czasów i potrzeby dostosowania się do wymagań współczesności i przyszłości.

trwają prace w wiodących państwach morskich świata. Chcąc wejść do tego elitarnego towarzystwa warto prowadzić badania w tych kierunkach.

Wnioski i rekomendacje dla Rzeczypospolitej

1. Realizacja ambitnych programów obejmujących budowę wzdłuż wybrzeża polskiego szeregu obiektów zwiększających niezależność energetyczną Rzeczypospolitej (farmy wiatrowe, terminal LNG na wodach Zat. Gdańskiej) obok już istniejącej infrastruktury (platformy wiertnicze, terminal LNG Świnoujście, Naftoport, położona w bezpośredniej bliskości wybrzeża Rafineria Gdańsk) powodują potrzebę prowadzenia szeroko zakrojonych prac z zakresu bezpieczeństwa morskich obiektów IK uwzględniających badania nad źródłami zagrożeń w przyszłości.
2. Nowoczesne systemy bezpieczeństwa (ochrony) obiektów IK funkcjonujących w środowisku morskim lub na styku środowiska morskiego i lądu, pod wieloma względami specyficznych i odmiennych, wymagają adekwatnego podejścia do omawianej problematyki. W związku z powyższym rekomendowane jest prowadzenie prac nad wykorzystaniem systemów bezzałogowych oraz połączonych architektur bezzałogowych systemów morskich operujących w przestrzeni powietrznej, na powierzchni morza oraz pod wodą, w tym urządzeń dwu oraz trzystanowych. Potencjał polskich uczelni wyższych oraz przemysłu jest wystarczający do samodzielnego, jak i przy współpracy z wiodącymi instytucjami międzynarodowymi, stworzenia nowoczesnych systemów ochronnych, których docelowymi odbiorcami powinna być głównie Marynarka Wojenna oraz Morski Oddział Straży Granicznej.
3. W prace włączyć się muszą aktywnie instytucje państwowe (odpowiednie ministerstwa) w których kompetencjach leży utrzymanie bezpieczeństwa infrastruktury IK funkcjonującej w środowisku morskim (Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, Ministerstwo Obrony Narodowej, Ministerstwo Energii, Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa).
4. Prowadzone badania cechować się powinny interdyscyplinarnością a zespoły robocze reprezentować muszą szeroki zakres specjalistów z wielu obszarów wiedzy (obszar nauk społecznych, obszar nauk ścisłych, obszar nauk technicznych) aby w sposób

kompleksowy i wielowymiarowy doprowadzić do wdrożeń niezbędnych środków technicznych w struktury Marynarki Wojennej, Morskiego Oddziału Straży Granicznej, Urzędów Morskich czy innych podmiotów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo morskich obiektów IK.

5. W celu sprawnego poprowadzenia niezbędnych prac, instytucje zainteresowane poprzez odpowiednich Ministrów uruchomić powinny niezbędne środki na realizację prac projektowych i wdrożeniowych wspierając uczelnie wyższe, ośrodki naukowo-badawcze oraz przemysł (PGZ).
6. Aspekty dotyczące rozważań nad bezpieczeństwem morskich obiektów IK (źródła potencjalnych zagrożeń, technologie bezzałogowe zdolne do wzmocnienia systemów bezpieczeństwa) zostaną szerzej omówione w analizie/artykułe powstającym przy współpracy z IPE.

[1] *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2017*, GUS, Warszawa, rok LX, s. 17.

[2] Materiały firmy LOTOS Petrobaltic S.A., www.lotos.pl, (19.11.2017).

[3] *Strategia Grupy LOTOS S.A. na lata 2017-2022*, www.inwestor.lotos.pl, (02.12.2017).

[4] Minister Środowiska, *Decyzja koncesyjna z 12-09-2017*, Warszawa 2017, s. 4.

[5] Minister Środowiska, *Decyzja koncesyjna z 23-05-2014*, Warszawa 2017, s. 2.

[6] M.Werno, *Warunki posadowienia gazociągu podmorskiego ze złoża B8 do Władysławowa*, „Inżynieria Morska i Geotechnina”, nr 5/2015, s. 700.

[7] Zarządzenie nr 12 Dyrektora Urzędu Morskiego w Gdyni z dnia 10 września 2014 r. w sprawie ustanowienia strefy bezpieczeństwa wokół platformy wiertniczej LOTOS Petrobaltic posadowionej na złożu B8-Z5.

[8] *Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej*, BBN, Warszawa – Gdynia, 2017, s. 72.

[9] www.pg.edu.pl/aktualnosci/-/asset_publisher/hWGncmoQv7K0/content/naukowcy-pg-na-rzecz-innowacji-w-obronnosci, (01.12.2017).

[10] *UK Ship Register Signs Its First Unmanned Vessel*, www.marineinsight.com, (19.11.2017).