

DIAGNOSTYKA OBIEKTÓW PODWODNYCH Z WYKORZYSTANIEM POJAZDU TYPU ROV

Adam OLEJNIK

Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni
Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Okrętu
Zakład Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych
81 – 103 Gdynia 3, ul. Śmidowicza 69
tel. (+58)626-27-46; fax. (+58) 625-38-82
e-mail: aolej@wp.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę wizualnej oceny stanu technicznego obiektów podwodnych z wykorzystaniem pojazdów typu ROV. Przedstawiona metoda umożliwia diagnozowanie obiektów położonych na małych, średnich i dużych głębokościach. Jej weryfikacji dokonano podczas realizacji szeregu prac umownych i bezumownych wykonywanych na rzecz jednostek organizacyjnych Ministerstwa Obrony Narodowej, Ministerstwa Infrastruktury, Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz krajowego przemysłu naftowego. Przedstawione w pracy przykłady zastosowania metody oparte są o wyniki tych prac i obejmują ocenę stanu technicznego: podwodnej części kadłuba jednostek pływających, wraki statków lub samolotów oraz obiektów hydrotechnicznych.

Słowa kluczowe: prace podwodne, obiekty podwodne, diagnostyka.

ROV IN UNDERWATER OBJECT VISUAL INSPECTION

Summary

The method of visual estimation of submarine objects technical state with vehicle ROV utilisation was presented in the paper. The method enables diagnostic of objects localized on small, medium and large depths. Verification of method was done during realization of orders from Ministry of Defense, Ministry of Infrastructure, Ministry of Interior and national oil industry. Examples presented in paper come from these orders and include estimation of technical state of submarine parts of ships, wracks of ships and planes, hydro technical objects.

Keywords: underwater work technology, underwater object, underwater visual inspection.

1. WSTĘP

Zdalnie sterowane bezzałogowe pojazdy podwodne (ROV z j. ang. *remotely underwater vehicle*) to urządzenia umożliwiające obserwację sytuacji podwodnej w bliskiej strefie działania pojazdu [8]. Zakres zbieranych przez taki pojazd informacji jest uzależniony od rodzaju i parametrów jego wyposażenia pokładowego, które może obejmować kamerę TV, mierniki parametrów hydrologicznych, sonar i echosondę. Zaletą konstrukcji ROV jest jej mobilność powiązana z możliwością długotrwałej pracy nawet na znacznych głębokościach [2,5,8]. Ponadto istnieje możliwość obserwacji telewizyjnej badanego obiektu w czasie rzeczywistym. Przekaz danych zbieranych przez urządzenia pokładowe pojazdu na powierzchnię jest realizowany za pomocą tzw.

kabloliny, która również służy do przesyłania sygnałów sterujących ruchem pojazdu i pracą wyposażenia pokładowego. Z racji swoich licznych zalet pojazdy typu ROV znalazły szerokie zastosowanie w technologii prac podwodnych, a w tym między innymi do oceny stanu technicznego zatopionych obiektów [2,9]. Przy czym należy tu zwrócić uwagę, że najczęściej ma zastosowanie pojazd w podstawowej konfiguracji, a w związku z powyższym można wówczas dokonać jedynie jakościowej, czyli wizualnej oceny stanu technicznego obiektu [13]. Pomimo tego jest to bardzo ważna informacja diagnostyczna szczególnie w przypadku obiektów położonych na dużych głębokościach, których przegląd jakkolwiek inną techniką byłaby kłopotliwy [13].

Podczas całej historii zmagania człowieka z morzem poszukiwano sposobów, by nie tylko

dotrzeć jak najdalej, ale także jak najgłębiej i by podczas swych podwodnych wypraw uzyskać największą swobodę ruchu i autonomiczność. Pomimo wieloletniego postępu technicznego w dziedzinie technologii prac podwodnych, granice swobodnego przebywania człowieka w toni wodnej nie zostały daleko przesunięte [1,6,10]. Do końca XX wieku na dno Rowu Mariańskiego¹ zanurzyło się tylko dwóch ludzi i jeden robot² [9]. Tymczasem powierzchnię Księżyca odwiedziło 12 astronautów, a jest ona o 35 tys. razy dalej niż dno Rowu Mariańskiego. Być może wynika to z faktu, że problematyka eksploracji głębin jest trudniejsza i bardziej złożona niż zdobywanie kosmosu, a być może z faktu, że badania w tym kierunku były gorzej finansowane. Podróżujący z Ziemi na Księżyc astronauta ma do czynienia z różnicą ciśnień, którą nurek musi pokonać zanurzając się zaledwie na głębokość 10 metrów. Znaczące są też czynniki fizyczne, które ograniczają użyteczność klasycznych technik nurkowania w eksploracji głębin mórz i oceanów. Czynniki te są konsekwencją termodynamiki gazów oddechowych, w tym praw Boyle'a, Daltona i Henry'ego [1,10,11]. Ilość gazu obojętnego rozpuszczającego się w krwi nurka podczas pobytu na głębokości roboczej ma bezpośredni związek z ciśnieniem cząsteczkowym tego gazu w czynniku oddechowym oraz czasem pobytu pod maksymalnym ciśnieniem nurkowania. W ten sposób w ciele nurka gromadzi się gaz obojętny, a jego usunięcie podczas wynurzenia wymaga przeprowadzenia dekompresji, co umożliwia mu bezpieczny powrót do warunków normobarycznych, czyli na powierzchnię. Problem w tym, że stosunek czasu dekompresji do czasu pobytu pod maksymalnym ciśnieniem rośnie wraz z głębokością nurkowania niemal według krzywej wykładniczej, co powoduje, że wykonywanie pracy pod wodą w strefie poza dekompresją zerową staje się pracochłonne, niebezpieczne dla nurków oraz bardzo kosztowne [10]. Opracowanie szeregu technologii nurkowań głębokowodnych z zastosowaniem sztucznych czynników oddechowych takich jak mieszaniny helowo-tlenowe (tzw. heliox), mieszaniny helowo-tlenowo-azotowe (tzw. trimix), czy też helowo-wodorowo-tlenowe (tzw. hydreliox) zaowocowały osiągnięciem maksymalnej głębokości rzędu 600 metrów w toni wodnej i 700 metrów w warunkach laboratoryjnych [1,6,10]. Realizacja tych nurkowań wymaga poniesienia znacznych kosztów i wiąże się z zaangażowaniem licznych sił. Stąd też, jeśli zachodzi jedynie konieczność dokonania inspekcji

obiektu podwodnego położonego na znacznej głębokości mającej na celu ocenę wizualną jego stanu technicznego dogodniej jest zastosować zdalnie sterowany pojazd podwodny, za pomocą którego uzyskamy telewizyjne zobrazowanie obiektu i możliwość kierowania przebiegiem inspekcji [2, 4, 7, 12, 13].

Przedstawione przykłady realizacji prac podwodnych oparto o wyniki badań wykonanych z wykorzystaniem ROV produkcji francuskiej firmy COMEX PRO, który stanowi wyposażenie Laboratorium Bezzałogowych Technik Podwodnych Zakładu Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Prace były realizowane jako umowne i bezumowne prace badawcze wykonywane na zlecenie jednostek organizacyjnych Marynarki Wojennej RP, Ministerstwa Infrastruktury, Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz krajowego przemysłu naftowego. Dla potrzeb niniejszego opracowania dokonano klasyfikacji obiektów podwodnych z podziałem na:

- podwodną część kadłubów jednostek pływających,
- wraki statków lub samolotów, zatopione na skutek oddziaływania sił przyrody lub szeroko rozumianej działalności wojskowej,
- obiekty hydrotechniczne, tu rozumiane jako celowo zatopione urządzenia przeznaczone do obsługi podwodnych złóż ropy i gazu oraz nabrzeża portowe, czy też śluzy zapór wodnych.

2. OCENA STANU TECHNICZNEGO PODWODNEJ CZĘŚCI KADŁUBA JEDNOSTKI PŁYWAJĄCEJ.

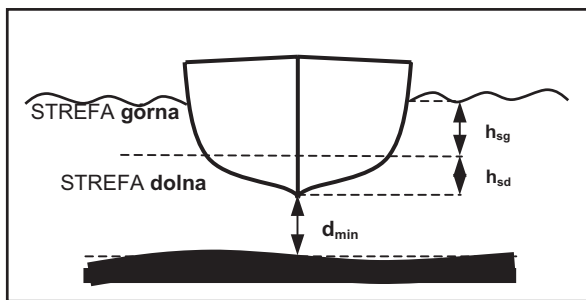
Przegląd podwodnej części kadłuba za pomocą zwiadu nurkowego, to najstarsza metoda inspekcji, która towarzyszy flotom wojennym i jednostkom cywilnym w eksploatacji i codziennej działalności człowieka na morzu od szeregu lat [13]. Powyższe inspekcje realizowane są przez nurka lub nurków. Jakość i przydatność zwiadu nurkowego jest zależna od dwóch czynników: kwalifikacji nurka i stopnia widzialności. Do wykonania inspekcji kadłuba jednostki pływającej można również zastosować pojazd ROV, dzięki któremu ograniczeniu ulega czas pobytu nurków w wodzie oraz można realizować inspekcję w warunkach skażonych. Ponadto, w czasie realizacji inspekcji kadłuba z wykorzystaniem ROV operatorowi pojazdu może towarzyszyć specjalista kadłubowiec, który na bieżąco będzie formułować diagnozę. Ocena stanu technicznego kadłuba za pomocą ROV przebiega trzyetapowo [12,13]: inspekcja strefy górnej, inspekcja strefy dolnej oraz tzw. Etap post – procesingu, w czasie, którego dokonuje się analizy zebranych materiałów i dokumentację z inspekcji. Podział kadłuba na strefy jest umowny i wynika z innego ustawienia pojazdu względem badanego

¹ Rów oceaniczny w zachodniej części Oceanu Spokojnego uznawany za najgłębsze miejsce na Ziemi, dł. ok. 2550 km, szer. ok. 70 km; głębokość 11 022 m (głębia Witiaż) oraz 11 034 m (głębia Challenger). [3]

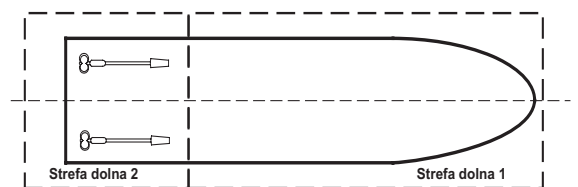
² J.Piccard i D. Walsh w batyskafie „Trieste” oraz pod koniec lat 90-tych XX w. japońskiej produkcji pojazd ROV o nazwie „Kaiko” [9].

objektu oraz odmiennej jego trajektorii w poszczególnych strefach. Granicą stref jest obło kadłuba. Strefa dolna obejmuje: obło, dno, urządzenia sterowe oraz linię wałów i śruby. Natomiast strefa górna posyćie burtowe do linii wodnej, gdzie inspekcja obejmuje: posyćie, ochronę protektorową, otwory zaburtowe i stan techniczny powłoki malarskiej (rys. 1).

Zwykle praktykowany jest dodatkowy podział strefy dolnej na dwie podstrefy, co wynika z zalecanej trajektorii pojazdu w obrębie podkadłubowych elementów napędu głównego. I tak strefa dolna 1 obejmuje denną część kadłuba od dziobnicy do uszczelnień linii wałów śrubowych, a strefa dolna 2 od dławic do rufy jednostki (rys. 2). Wizualna ocena poszczególnych elementów konstrukcyjnych podwodnej części kadłuba jednostki pływającej oparta jest o szereg punktów kontrolnych, które wyznaczone są przez użytkownika danej jednostki. Ostatnim etapem oceny stanu technicznego podwodnej części kadłuba jednostki pływającej jest przetwarzanie i analiza zebranych informacji, czyli tzw. post-processing.



Rys. 1. Umowny podział kadłuba jednostki pływającej do przeprowadzenia inspekcji za pomocą ROV - przekrój w płaszczyźnie owręza; h_{sg} – wysokość strefy górnej, h_{sd} – wysokość strefy dolnej, d_{min} – minimalna odległość stępki od dna [12, 13]



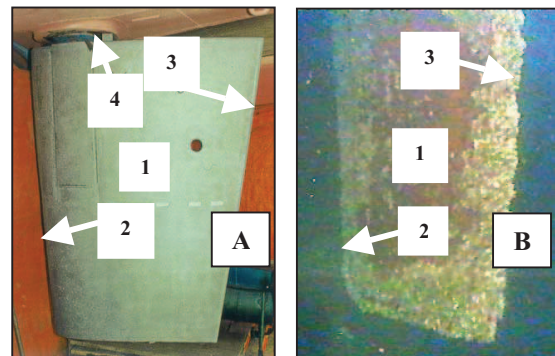
Rys. 2. Podział strefy dolnej na podstrefy 1 i 2 [12, 13]

Najlepiej w tym przypadku posłużyć się odpowiednim oprogramowaniem komputerowym umożliwiającym wyodrębnianie klatek filmowych i ich cyfrową obróbkę. Cały materiał filmowy oglądany jest klatka po klatce w poszukiwaniu ujęć wyraźnie zawierających wytypowane punkty kontrolne, następnie tak odnaniezoną klatkę wyodrębnia się zapisując ją jako oddzielny plik zdjęciowy i porównuje z materiałem uzyskanym podczas dokowania jednostki. Na tej

podstawie ocenia się zmiany stanu technicznego poszczególnych elementów konstrukcyjnych. Na rys. 3 przedstawiono przykład oceny stanu technicznego płetwy sterowej jednostki pływającej. Wyraźnie widać zwiększenie chropowatości płetwy spowodowanej porostem podwodnej części kadłuba. Przedstawiony na rys. 3B stan kwalifikuje jednostkę do dokowania lub oczyszczania innymi metodami.

3. OCENA STANU TECHNICZNEGO WRAKU STATKÓW LUB SAMOLOTÓW

Ocena stanu technicznego tego typu obiektów podwodnych związana jest z przypisaniem danemu obiektowi indywidualnych atrybutów w postaci takich cech jak nazwa, stan kadłuba, rodzaj uszkodzeń itp. Zwykle po wykryciu nowego obiektu podwodnego oprócz podstawowych czynności takich jak określenie jego pozycji, położenia, orientacji na dnie, określanych za pomocą urządzeń hydrograficznych należy dokonać jego identyfikacji [2]. Każdy nowo wykryty obiekt podwodny podlega takiej identyfikacji, co jest związane z określeniem stopnia niesionych przez niego zagrożeń jako tzw. niebezpieczeństwa nawigacyjnego znajdującego się w obrębie szlaków żeglugowych.



Rys. 3. Porównanie materiału zdjęciowego wykonanego podczas dokowania (A) i w czasie inspekcji podwodnej z wykorzystaniem pojazdu typu ROV (B). 1 – powierzchnia płetwy sterowej, 2 – krawędź natarcia, 3 – krawędź spływu, 4 – uszczelnienia trzonu sterowego [14]

Ostatecznie przed naniesieniem pozycji obiektu na mapy morskie dokonuje się pełnej oceny sytuacji odnośnie jego stanu technicznego jak i otoczenia w strefie zalegania obiektu. Zazwyczaj prace identyfikacyjne realizuje się za pomocą technik nurkowych lub bezzałogowych [2, 4]. Przy czym identyfikacja dokonana przy pomocy ekipy nurkowej nie zawsze jest wiarygodna, szczególnie w przypadku prac realizowanych przez niedoświadczony zespół nurkowy lub dla obiektów położonych na znacznych głębokościach [4]. Ponadto, przy ocenie stanu wraku współczesnych samolotów nierzadko konieczne staje się wydobycie rejestratora lotu lub rejestratora parametrów uzbrojenia (tzw. czarnej skrzynki). Ewentualne

dodatkowe prace nurkowe na wraku zidentyfikowanego za pomocą ROV są bezpieczniejsze, gdyż w chwili rozpoczęcia tych prac kierownik ekipy nurkowej ma już pełną informację na temat zagrożeń w jego obrębie. Ocena stanu technicznego tego typu obiektów podwodnych z reguły przebiega w czterech etapach:

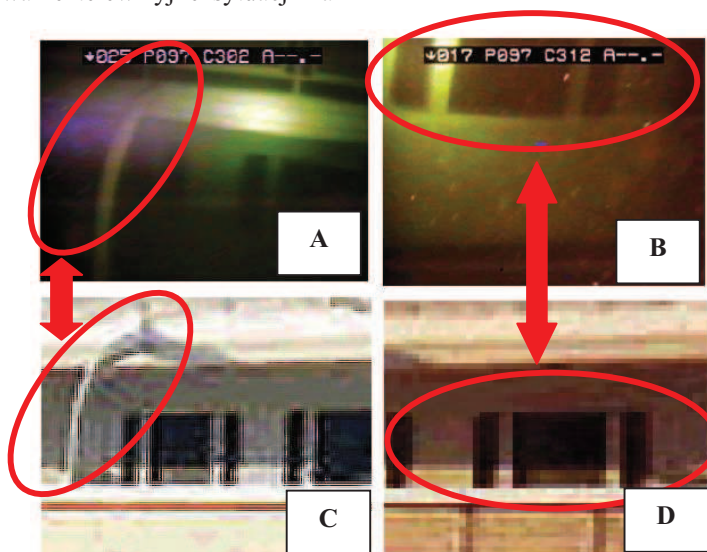
- przygotowanie misji ROV,
- rozpoznanie drogi dojścia pojazdu do dna w rejonie działania,
- robocza misja pojazdu,
- przetwarzanie i analiza zebranych informacji.

Etap przygotowania jest realizowany jeszcze zanim wypłynie się w rejon zalegania zlokalizowanego obiektu podwodnego. Polega na zebraniu jak największej ilości materiałów archiwalnych na temat domniemanej jednostki, której stan ma być oceniany. Materiały powinny zawierać zdjęcia jednostki, dane dotyczące liczby masztów, kominów, usytuowania ładowni, bomów przeladunkowych, położenia i wymiarów nadbudówki itp. Ponadto, w czasie tego etapu analizuje się wszystkie materiały uzyskane podczas wcześniejszych pomiarów hydrograficznych na podstawie, których opracowana zostaje taktyka podejścia pojazdu do obiektu, w taki sposób, aby nie doprowadzić do jego uszkodzenia lub ewentualnie utraty.

W rejonie operacji w pierwszej kolejności wykonuje się rozpoznanie drogi dojścia pojazdu do dna. Konieczność wykonania tego etapu wynika między innymi z faktu, że na zobrazowaniu sonarowym przeważnie nie widać sieci lub lin okalających obiekt [4]. Powyższe rozpoznanie polega na wykorzystaniu opuszczanej pionowo w dół kamery telewizyjnej podwodnej, za pomocą, której uzyskuje się zobrazowanie telewizyjne sytuacji na

drodze zanurzenia pojazdu. Pozwala to na ocenę ewentualnych zagrożeń. Nawet, jeśli z różnych przyczyn wystąpi uszkodzenie kamery to jej utrata będzie nieporównywalnie mniejsza niż uszkodzenie lub strata pojazdu ROV.

Misję roboczą pojazdu realizuje się w taki sposób, aby jednostka głębinowa systemu ROV podpłynęła do obiektu od przeciwnej strony jej masztów lub kominów i z poziomu dna [2]. Następnie pojazd wynurzany jest do wysokości pokładu głównego i tam przemieszczany w prawą lub lewą stronę tak, aby zebrać jak największą ilość reprezentatywnego materiału zdjęciowego (rys. 4A i 4B). Po zakończeniu misji roboczej pojazdu przystępuje się do etapu analizy i przetwarzania zebranych informacji (post-processing). Podobnie jak w poprzednio omawianym punkcie polega ona głównie na cyfrowej obróbce zdjęć. Przy czym w tym przypadku poszukuje się klatek filmowych, które zawierają ujęcia charakterystycznych elementów konstrukcyjnych obiektu, które można porównać z tymi samymi elementami sfotografowanymi przed jego zatonięciem (rys. 4C i 4D). Im więcej takich szczegółów uda się dopasować tym pewność identyfikacji obiektu podwodnego jest większa. Na podstawie w ten sposób zebranych materiałów zdjęciowych oraz danych z pomiarów hydrograficznych można następnie wygenerować za pomocą komputera obraz przedstawiający obiekt w położeniu podwodnym oraz jego otoczenie. Wszystkie w ten sposób zebrane informacje mogą następnie posłużyć do przygotowania prac archeologicznych związanych z wrakiem statku lub być przydatne w postępowaniu Komisji ds. Wypadków Lotniczych, czy też morskich.

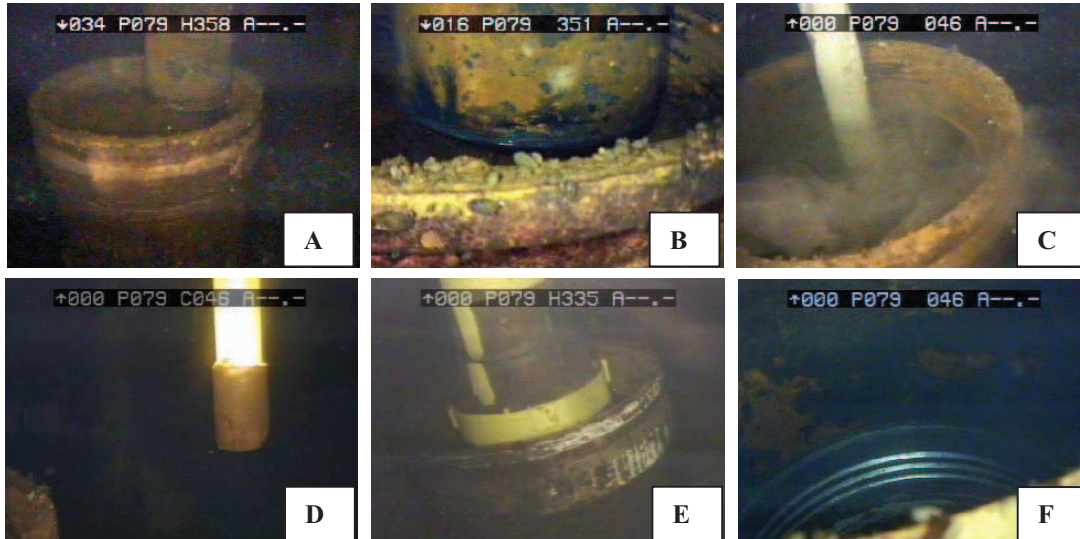


Rys. 4. Porównanie materiału archiwalnego (C,D) z materiałem uzyskanym za pomocą pojazdu ROV (A,B) – wrak statku „Fryderyk Engels” [2]

4. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTÓW HYDROTECHNICZNYCH

W przypadku tego typu obiektów podwodnych ich ocena stanu technicznego ma przede wszystkim związek z pracami konserwacyjnymi lub interwencyjnymi. Niekiedy na ich podstawie podejmuje się decyzję o rozpoczęciu znacznego frontu prac podwodnych związanych z realizacją nurkowań w warunkach pełnego nasycenia organizmu nurków gazami obojętnymi, czyli tzw. nurkowaniami saturowanymi. Ich realizacja jest jednak bardzo kosztowna i jeśli zachodzi, choć cień podejrzenia, iż można prac interwencyjnych dokonać za pomocą zespołu narzędzi kierowanych z powierzchni i sterowanych na podstawie zobrazowania telewizyjnego uzyskanego dzięki ROV to w pierwszej kolejności wybiera się to rozwiązanie. Jest to jedyny rodzaj prac realizowanych za pomocą ROV, który ma charakter statyczny w porównaniu z wcześniej przedstawionymi przykładami. W tym przypadku pojazd praktycznie pozostaje prawie nieruchomo w miejscu nad niewielkim obiektem. Zadaniem operatora jest uzyskanie bardzo dobrego zobrazowania przestrzeni roboczej narzędzi, którymi operuje się z powierzchni pokładu platformy wiertniczej. Wbrew pozorom nie jest to zadanie łatwe, gdyż pojazd, aby zobrazować przestrzeń roboczą musi najczęściej wpłynąć w skomplikowaną

strukturę badanej konstrukcji. Z tego względu w celu niedopuszczenia do zaczepienia kabloliny sterującej pojazdu o elementy konstrukcyjne prawie w całości jest ona mocowana do obciążonej liny opustowej. Po wpłynięciu w strukturę badanej konstrukcji zadanie operatora ogranicza się do odpowiedniego ustawienia pojazdu i jego kamery TV w sposób umożliwiający obserwację przestrzeni roboczej narzędzi podawanych na wysięgnikach z powierzchni. Cała operacja jest długotrwała, czas zanurzenia pojazdu wynosi nawet do kilkunastu godzin na dobę. Na podstawie obrazu przekazywanego przez pojazd na powierzchnię dokonuje się oceny ewentualnych uszkodzeń oraz podejmuje się decyzję o sposobie ich usunięcia. Proces naprawy jest również monitorowany przez pojazd. Podczas wykonywania tego typu prac istotna jest synchronizacja pracy zespołu obsługującego ROV i narzędzi naprawczych. Po zakończeniu naprawy jej efekty są także oceniane za pomocą zobrazowania uzyskanego przez pojazd. Opracowana w ten sposób dokumentacja fotograficzna jest podstawą do uznania naprawy przez instytucję klasyfikacyjną lub Urząd Nadzoru Górniczego (dotyczy platform wiertniczych). Na rysunku 5 przedstawiono przykładowo wybrane zdjęcia z przebiegu inspekcji obiektu hydrotechnicznego położonego na głębokości 80 metrów na dnie Morza Bałtyckiego.



Rys. 5. Przykładowe etapy naprawy obiektu podwodnego nadzorowanej za pomocą pojazdu typu ROV.

A – stan pierwotny przed naprawą, B – uszkodzenia stanowiące przyczynę rozpoczęcia prac, C – czyszczenie miejsca naprawy, D – naprowadzanie urządzenia naprawczego, E – urządzenie naprawcze podczas pracy, F – efekt prac naprawczych. (M. Bałtyckie gł. 80 m)

5. WNIOSKI

Zdalnie sterowany pojazd podwodny typu ROV jest urządzeniem niezwykle przydatnym w jakościowej ocenie stanu technicznego obiektów

podwodnych. Jego wykorzystanie do powyższego celu jest możliwe zarówno na małych, średnich jak i dużych głębokościach. ROV umożliwia zobrazowanie konstrukcji obiektów podwodnych oraz stanowi mobilne źródło informacji. Pozwala na

badania wizualne stanu technicznego obiektu bez konieczności jego wydobywania na powierzchnię i najczęściej jest jedynym źródłem aktualnej informacji na temat badanego obiektu. Uzyskanie większej ilości danych na temat badanego obiektu wymaga zamontowania na ROV odpowiedniego oprzyrządowanie pomiarowego. Charakterystyczną cechą opisywanych powyżej prac jest trudność w dotarciu pojazdu do badanego obiektu. Dość często, aby tego dokonać należy wykorzystać system nawigacji podwodnej, który umożliwia określenie aktualnej pozycji pojazdu w toni wodnej. W niektórych jednak przypadkach dotarcie do obiektu jest możliwe bez udziału takiego systemu pod warunkiem, że operator posiada odpowiednie umiejętności. Należy przy tym zauważyć, że wyszkolenie dobrego operatora ROV jest czasochłonne i wymaga dużej ilości treningów.

LITERATURA

- [1] Bratz John F. i inni, „Oceanotechnika” Wyd. Morskie Gdańsk 1974 r.,
- [2] Dyrz Cz., Grabiec D., Olejnik A. „Identyfikacja wraku statku *Engels* przykładem wykorzystania możliwości współczesnego hydrograficznego sprzętu pomiarowego do badania wraków i zanieczyszczeń na morzu” materiały konferencyjne „Aspekty bezpieczeństwa nawodnego, podwodnego oraz lotów nad morzem” DMW Gdynia 2004 r. Tom II str. 51 – 57,
- [3] Encyklopedia PWN,
- [4] Grabiec D. „Środki hydrograficznego wykrywania obiektów podwodnych i prezentacji hydrograficznych danych pomiarowych” „Polish Hyperbaric Research” **1** (2004) str. 51 – 57,
- [5] Grabiec D., Olejnik A. „Kiedy zmysły się gubią – poszukiwania podwodne z wykorzystaniem systemu bezzałogowego” „Przegląd Pożarniczy” KG PSP **8** (2004) str. 18 – 20,
- [6] Mount T., William B. „Mixed gas diving – the ultimate challenge for technical diving” Watersport Publishing Inc., San Diego 1993 r.,
- [7] Olejnik A., Poleszak St. „Wybrane aspekty wspomaganie prac podwodnych zdalnie sterowanym pojazdem podwodnym”; materiały konferencyjne „Aspekty bezpieczeństwa nawodnego, podwodnego oraz lotów nad morzem” DMW Gdynia 2002 r. str. 93 – 101,
- [8] Olejnik A. „Bezzałogowy system do poszukiwań podwodnych” Biuletyn Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej wyd. spec. (2003) str. 10 – 11,
- [9] Olejnik A. „Przyszłość technologii podwodnych – nurek czy robot?” „Podwodny Świat” **6** (2002) str. 22 – 26,
- [10] Olszański R. i inni, „Problemy Medycyny i Techniki Nurkowej” Wyd. Okrętownictwo i Żegluga Gdańsk 1997 r.,
- [11] Sobański R. „Termodynamika mieszanin oddechowych ich właściwości cieplne” Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1982 r.,
- [12] Szymak P., Olejnik A. „Wybrane aspekty wspomaganie inspekcji podwodnej części kadłuba za pomocą pojazdu typu ROV” Biuletyn Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej wyd. spec. (2001) str. 10 – 11,
- [13] Skrzyński St., Kłós R., Olejnik A., Poleszak St. „System podwodnej inspekcji okrętu” praca statutowa AMW pk. „Inspekcja” 2001 r.,



Kmdr ppor. dr inż. Adam Olejnik jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Zajmuje się eksploatacją systemów hiperbarycznych oraz oceną stanu technicznego i poszukiwaniem obiektów podwodnych za pomocą systemów bezzałogowych.