

Adam CICHOCKI¹

WYKORZYSTANIE BEZZAŁOGOWYCH POJAZDÓW PODWODNYCH W SZYBKIEJ OCENIE ŚRODOWISKOWEJ NA POTRZEBY BEZPIECZEŃSTWA ŻEGLUGI

Artykuł prezentuje możliwości wykorzystania współczesnych podwodnych platform bezzałogowych w postaci bezzałogowych pojazdów podwodnych dla zapewnienia bezpieczeństwa pływania. Współczesne pojazdy podwodne (w swojej różnorodności) mogą być wyposażone w różnego rodzaju urządzenia, które predysponują je do realizacji danego typu misji i zadań. Na łamach artykułu dokonano analizy realizowanych operacji morskich oraz miejsca i roli pojazdów podwodnych jako wsparcia dla kluczowych operacji. Szczególną uwagę poświęcono misjom szybkiej oceny środowiskowej (REA – Rapid Environmental Assessment)

USE OF UUVs IN RAPID ENVIRONMENTAL ASSESSMENT FOR MARITIME SECURITY

The paper presents the possibilities of UUV exploit in support to naval operations ensuring safety of ship navigation and human activity at sea. The most important kind of missions, from maritime security point of view for UUV were characterized, described and analyzed. As a specific part of MCM and ISR missions the task of Rapid Environmental Assessment was taken under consideration, further described and analyzed.

1. WSTĘP

Historia bezzałogowych pojazdów podwodnych sięga lat 60-tych XX wieku. Ówczesne samobieżne, bezzałogowe pojazdy podwodne projektowane i wykorzystywane były głównie do zadań specjalnych jako specyficzne narzędzia na potrzeby różnych projektów badawczych, głównie w zakresie oceanografii.

Szybki rozwój tej techniki podwodnej oraz rosnąca świadomość drzemiącego w niej potencjału doprowadziły na początku lat 90-tych do uruchomienia programów zmierzających do wprowadzenia na uzbrojenie różnych marynarek wojennych - bezzałogowych pojazdów podwodnych (ang. UUV - Unmanned Undersea Vehicle).

Istotnym elementem takiego programu jest określenie ogólnych i szczególnych oczekiwań, założeń i wymagań zarówno taktycznych jak i technicznych związanych

¹Akademia Marynarki Wojennej, Instytut Uzbrojenia Okrętowego, 81-103 Gdynia ul. Śmidowicza 69

z realizacją wyspecjalizowanych zadań z wykorzystaniem dostępnej techniki. Sprecyzowanie szczegółowego sposobu realizacji postawionych zadań przez dany rodzaj i typ bezzałogowej platformy podwodnej jest konsekwencją określenia jego miejsca i roli w zabezpieczeniu operacji morskich.

Wynik stanowić powinno określenie obszaru zadań realizowanych przez bezzałogowe pojazdy podwodne, wynikające wprost z potrzeb i możliwości marynarki wojennej oraz wskazanie konkretnych rozwiązań technicznych w postaci rodzaju i typu sprzętu, który byłby w stanie efektywnie je realizować.

Analiza możliwości zastosowania powinna zwracać elementy związane z potrzebami, zagrożeniami, alternatywnymi możliwościami oraz kosztami, a określenie obszaru zastosowań odpowiadać na następujące pytania:

- Jaki typ zadań/misji realizować będą UUV?
- Jaki rodzaj/typ bezzałogowego pojazdu podwodnego będzie adekwatny do danej misji – autonomiczny (AUV – *Autonomous Underwater Vehicle*) lub zdalnie sterowany (ROV – *Remotely Operated Vehicle*)?
- Czy istnieje (jak duże jest) zagrożenie wynikające z wykorzystania UUV do tego typu zadań z punktu widzenia technicznego i operacyjnego?
- Czy są alternatywne możliwości realizacji tych zadań bez potrzeby wykorzystania UUV? To znaczy, czy zadania te zostaną wykonane lepiej przez platformy załogowe lub inne systemy, czy od strony technicznej i operacyjnej istnieje taki wymóg?
- Jaki będzie koszt wykorzystania platform bezzałogowych w tych misjach?
- Dla którego typu misji pojazdy UUV są optymalne w kontekście stosunku kosztów do efektów?

Wykorzystanie bezzałogowych platform podwodnych w operacjach morskich marynarek wojennych obecnie nie podlega już żadnej dyskusji. Kwestie ich użycia nie determinuje już pytanie „czy?” i „po co?” ale „jak, kiedy, w jakich warunkach, który UUV?”.

Rozpatrując czynnik bezpieczeństwa pływania i postoju statków, należy stwierdzić, iż podlegają one bardzo podobnym zagrożeniom jak okręty marynarki wojennej, z tą jednak różnicą, iż nie uczestniczą one bezpośrednio w walce na morzu. Środki zwalczania i przeciwdziałania używane przeciwko okrętom, oddziałują (lub mogą oddziaływać) w sposób identyczny na cywilne jednostki pływające.

Przykładem takiego zagrożenia jest zagrożenie minami morskimi, niewybuchami broni podwodnej (*UUXO – underwater unexploded ordnance*) oraz improwizowanymi urządzeniami wybuchowymi (*IED – improvised explosive device*).

W warunkach działań terrorystycznych, charakteryzujących się nie tylko asymetrią użycia sił i środków, ale również podejmowanych w celu zdobycia rozgłosu i spektakularnego efektu, cywilne jednostki handlowe stanowią poważny obszar zainteresowania. Użycie powietrznych, nawodnych i podwodnych platform bezzałogowych dla ochrony i na potrzeby bezpieczeństwa statków cywilnych staje się zatem naturalną oczywistością. Kwestią otwartą pozostaje tylko odpowiedź na kilka formalnych pytań przytoczonych w części 1 oraz technicznych szczegółów odnośnie użycia odpowiedniej platformy bezzałogowej i jej dostępności.

2. RODZAJE MISJI BEZZAŁOGOWYCH POJAZDÓW PODWODNYCH (UUV)

Na podstawie analizy literatury (1) można określić dziewięć priorytetowych obszarów zadań (misji) dla bezzałogowych pojazdów podwodnych:

- a. Misje zwiadowczo – rozpoznawcze (*Intelligence, Surveillance and Reconnaissance – ISR*)
- b. Misje przeciwminowe (*Mine Countermeasure – MCM*)
- c. Misje zwalczania okrętów podwodnych (ZOP) (*Anti- Submarine Warfare – ASW*)
- d. Misje kontrolno – badawcze (*Inspection and Identification*)
- e. Oceanograficzne (*Oceanography*)
- f. Łączność i nawigacja (*Communication/Navigation Network Node - CN3*)
- g. Transportowe (*Payload delivery*)
- h. Informacyjne (*Information Operations*)
- i. Misje bojowe (*Time Critical Strike – TCS*)

Większość z powyższych głównych misji składa się z istotnych, odrębnych elementów – zadań szczegółowych. Rozwijając w ten sposób każdy rodzaj zadań można dojść do ponad czterdziestu zadań szczegółowych, które stają się trudne do precyzyjnego zdefiniowania i opisanie nawet w cyklu referatów.

W to miejsce należy jednak określić tzw. koncepcję działania (wykorzystania)² obejmującą jakościową i ilościową charakterystykę możliwości i ograniczeń systemów z punktu widzenia wymagań użytkownika i realizowanych zadań - specyficzną dla powyżej zdefiniowanych misji.

Dla przybliżenia możliwości wykorzystania bezzałogowych pojazdów podwodnych dokonano charakterystyki i opisu specyficznych misji/zadań, które mogą być realizowane w celu zapewnienia bezpieczeństwa jednostkom cywilnych w czasie pływania i postoju w porcie i na kotwicowiskach.

2.1. Misje zwiadowczo – rozpoznawcze (*Intelligence, Surveillance and Reconnaissance – ISR*)

Cel misji: Zwiększenie zasięgu i obszaru obserwacji (monitoringu) sił własnych na rejony niedostępne oraz będące pod kontrolą przeciwnika. Szczegółowe zadania misji zwiadowczo – rozpoznawczych obejmują:

- systematyczne zbieranie informacji taktycznych w szerokim zakresie wywiadu elektronicznego, meteorologicznego i oceanograficznego nad i pod powierzchnią wody;
- poszukiwanie i lokalizacja materiałów niebezpiecznych (chemicznych, biologicznych, radiologicznych oraz wybuchowych) nad i pod powierzchnią wody;
- monitoring strefy przybrzeżnej, podejść do portów oraz portów morskich;

² CONOPs (Concept of Operations) – dokument zawierający opis i charakterystykę proponowanego systemu z punktu widzenia przyszłego użytkownika (jego potrzeb w zakresie realizacji celu) oraz możliwości/ograniczeń systemu. Pojęcie szeroko stosowane w instytucjach rządowych i siłach zbrojnych.

- rozmieszczanie czujników, układów sensorów systemów pomiarowych i monitoringu;
- poszukiwanie, lokalizacja oraz zobrazowanie wykrytych obiektów.

Cele misji muszą być dobrane do potrzeb użytkownika i możliwości pojazdu podwodnego a główną miarą powinien być wskaźnik efektywności.

Ogólne wymagania techniczne dla UUV:

Platforma bezzałogowa powinna być zdolna do prowadzenia działań w szerokim zakresie warunków hydrometeorologicznych i w tym obszarze charakteryzować się następującymi możliwościami taktycznymi:

- promień działania od 50 -75 mil morskich,
- czas działania do 100 godzin,
- prędkość 3 – 7 węzłów,
- wielkość UUV (wyporność) ok. 1500 kg.

Powyższe wymagania dają przywilej wykorzystania autonomicznych pojazdów podwodnych (*AUV – Autonomous Underwater Vehicle*) w miejsce zdalnie sterowanych (*ROV – Remotely Operated Vehicle*), których zwarta konstrukcja predysponuje je do realizacji misji z założoną prędkością, czasem trwania oraz gromadzenia i przesyłania danych za pomocą pokładowych sensorów i urządzeń. Przykładowa, proponowana platforma to pojazd podwodny na bazie torpedy kalibru 533mm (21”) np. Mk-48, AUV 62 lub DM2A4 AUV.

Koncepcja działania (CONOPs): AUV jest wodowany z platformy podwodnej, nawodnej lub brzegowej a następnie przemieszcza się do rejonu obserwacji (realizacji zadania). Po osiągnięciu rejonu działania rozpoczyna misję zbierania specyficznych danych przez z góry określony czas. W czasie misji pojazd działa autonomicznie z uwzględnieniem możliwości zmiany pozycji (trajektorii) w celu zebrania dodatkowych danych lub uniknięcia zagrożenia (wyminięcia przeszkody). Istnieje możliwość zmiany rejonu działania AUV lub/i trasy marszu przez operatora w trakcie seansu łączności. Zebrane informacje pojazd przesyła drogą radiową do „bazy” w czasie rzeczywistym, określonych interwałach czasowych lub jeżeli wymaga tego skrytość misji – powraca do miejsca wodowania lub innego punktu dowożąc zgromadzone dane na pokładzie. Dodatkowo dostępna technologia umożliwia połączenie AUV z platformą macierzystą za pomocą długiego (kilkanaście do kilkadziesiąt kilometrów) optycznego przewodu sterująco – komunikacyjnego. Ogranicza to z jednej zdolności manewrowe zarówno AUV jaki i platformy macierzystej ale gwarantuje przesłanie zebranych danych w czasie rzeczywistym oraz możliwość zdalnej komunikacji i przesyłania komend sterujących do AUV przez operatora.

2.2. Misje przeciwminowe (*Mine Countermeasure – MCM*)

Cel misji: na akwenach zagrożonych obecnością min morskich w pierwszej kolejności – szybko ustalić obszar bezpiecznego działania (określić granice niebezpiecznego obszaru) oraz wytyczyć trasy i rejon bezpiecznej żeglugi, następnie wykonać bezpieczne przejścia w obszarach zagrożonych i oczyścić akwen z min.

Typowa misja przeciwminowa obejmuje poniższe zadania:

- rozpoznanie (poszukiwanie i wykrycie min, klasyfikację, identyfikację oraz lokalizację);
- oczyszczanie (neutralizację, wykonanie przejść w obszarze niebezpiecznym, traflowanie kontaktowe i niekontaktowe);
- ochronę obszaru oczyszczonego.

Ogólne wymagania techniczne dla UUV:

Użycie UUV następuje w zadaniach rozpoznania, w których wykorzystuje się bezzałogowe platformy rozpoznawczo – monitorujące (*ang. Mine Reconnaissance - MR*) w postaci zarówno bezzałogowych pojazdów typu ROV dla małego obszaru oraz pojazdy typu AUV dla większego obszaru.

Zakłada się prowadzenie (1) misji przeciwminowych na obszarze od 100 – 900 mil morskich kwadratowych w przeciągu 7 – 10 dni. W zależności od rodzaju i konfiguracji akwenu, warunków hydrologicznych oraz rodzaju obiektów mino podobnych do misji kierowane być mogą do kilku UUV.

Misje MCM należą do jednych z najtrudniejszych, gdyż u ich podstaw leży bezpośrednio zagwarantowanie bezpieczeństwa pływania i postoju jednostek pływających. Równolegle istnieje wiele czynników determinujących powodzenie całości operacji z założenia kończącej się po wykryciu wszystkich min i obiektów niebezpiecznych w rozpatrywanym obszarze. Dla tego typu misji nie precyzuje się wymagań co do pojedynczej platformy podwodnej, wymagania te natomiast są określone skutecznością i wydajnością różnych sensorów znajdujących się na pokładzie UUV dla poszczególnego zadania.

Koncepcja działania (CONOPs): Pojazdy dla misji MCM wyposażone w akustyczne i nieakustyczne środki obserwacji technicznej realizują zadania z obszaru klasyfikacji, identyfikacji i lokalizacji min morskich, niewybuchów, improwizowanych ładunków wybuchowych i innych przedmiotów niebezpiecznych.

W zadaniach zwalczania i neutralizacji (*ang. mine hunting, mine neutralization*) min morskich biorą udział UUV umieszczając obok przedmiotu niebezpiecznego (miny) zdalnie detonowane ładunki wybuchowe.

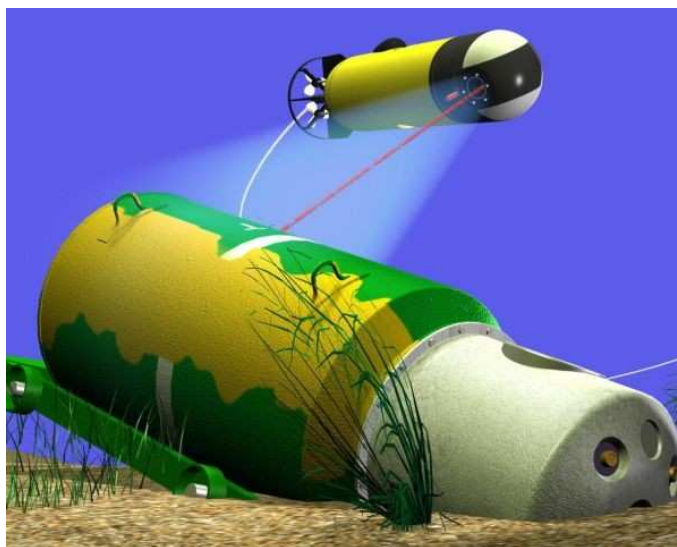


Rys.1. Pojazd podwodny UKWIAŁ ze zdalnie odpalanymi ładunkami wybuchowymi typu TOCZEK. Źródło <http://www.ctm.gdynia.pl>

Kolejnym rodzajem UUV dedykowanym *stricte* do misji przeciwmicznych z przeznaczeniem neutralizacji są jednorazowe pojazdy podwodne, które realizując misję samobójczą, niszczą obiekt niebezpieczny razem z sobą.



Rys.2. Pojazd jednorazowego użytku typu SeaFox w pozycji do neutralizacji miny dennej. Źródło <http://www.royalnavy.mod.uk>



Rys.3. Pojazd jednorazowego użytku typu GLUPTAK. Źródło: Politechnika Gdańska

3. WYMAGANIA I OCZEKIWANIA W ZAKRESIE POZYSKIWANIA INFORMACJI ŚRODOWISKOWEJ

Konsekwencją przeniesienia ciężaru działań sił morskich z wód otwartych (*blue waters*) na wody przybrzeżne (*litoral waters*) jest ekspedycyjna forma działań prowadzonych w znacznej odległości od własnych baz i zaplecza logistycznego przez czas liczony w tygodniach a nawet miesiącach. Operacje morskie zwiadowczo – rozpoznawcze zajmują szczególne miejsce w tym obszarze głównie z uwagi na przygotowanie działania sił własnych w oddalonych akwenach często nie będących pod kontrolą sił własnych (skrytość operacji). W procesie planowania i przygotowania takiej misji w tak specyficznym obszarze istnieje problem braku lub znaczącego ograniczenia informacji o środowisku tzn. danych meteorologicznych, oceanograficznych, hydrograficznych i geograficznych. Rozwiązaniem tego problemu jest doktryna Szybkiej Oceny Środowiskowej (*REA – Rapid Environmental Assessment*) sformułowana i rozwijana przez wojskową meteorologię i oceanografię z wykorzystaniem technik monitoringu i prowadzenia badań w rejonach przybrzeżnych. Przymiotnik „szybka” w tej doktrynie należy odnosić do czasu reakcji na zapotrzebowanie konkretnych danych o środowisku przez planującego lub realizującego daną operację.

Z tego punktu widzenia, istotna jest dostępność danych oraz możliwość ich (szybkiego) pozyskania lub/i uzupełnienia na poszczególnych fazach operacji. Najłatwiejszy dostęp wyzyskuje się do danych meteorologicznych (zarówno statystycznych jak i bieżących) z oddalonych czy też wrogich rejonów. Poważnym utrudnieniem, natomiast, jest pozyskanie danych oceanograficznych i hydrograficznych z zachowaniem aspektu skrytości i bezpieczeństwa szczególnie w rejonach pozostających pod kontrolą przeciwnika.

W 2001 roku został wydany po raz pierwszy EXTAC 777 stanowiący wykładnię sojuszniczej doktryny, technik i procedur planowania i prowadzenia REA. Zgodnie z jego

treścią REA powinien opierać się o skuteczny i wiarygodny system pozyskiwania, gromadzenia i przetwarzania danych środowiskowych oraz szybki i niezawodny system łączności do przesyłania danych jawnych i niejawnych.

3.1. Kategorie REA

W zależności od etapu planowania lub realizacji operacji morskiej i rodzaju tejże operacji można wyróżnić cztery kategorie Szybkiej Oceny Środowiskowej.

Kategoria 1. (REA Cat 1) – realizowana w początkowej fazie planowania, obejmuje dostarczenie początkowych danych środowiskowych umożliwiających ogólne oszacowanie warunków w których prowadzona będzie operacja.

Kategoria 2. (REA Cat 2) – obejmuje gromadzenie statycznych i dynamicznych danych środowiskowych przed przybyciem sił głównych do rejonu operacji. Dla rejonów operacji morskich przewiduje się użycie załogowych i bezzałogowych platform lotniczych oraz pływających z zadaniem prowadzenia rozpoznania oraz rozmieszczeniem automatycznych sensorów, prowadzenia pomiarów batymetrycznych i hydrograficznych. Użycie jednostek nawodnych będzie zdeterminowane dostępnością rejonu pod względem prawnym oraz militarnym.

Kategoria 3. (REA Cat 3) – realizowana w sytuacji, gdy standardowe, jawne sposoby pozyskania informacji o środowisku są niemożliwe i niebezpieczne ze względu na obecność sił przeciwnika. Zachodzi wówczas potrzeba i konieczność użycia sił i środków do skrytego działania na akwenie przeciwnika w postaci sił specjalnych, okrętów podwodnych lub/i bezzałogowych pojazdów podwodnych.

Kategoria 4. (REA Cat 4) – ma miejsce w momencie wprowadzenia w rejon operacji sił głównych. Zachodzi wówczas potrzeba ciągłego dostarczania aktualnych danych środowiskowych ze względu na dynamikę prowadzonych już działań.

Zastosowanie opisanych kategorii REA jest zdeterminowane rodzajem prowadzonej operacji. W sytuacji, kiedy spodziewany jest wysoki poziom aktywności przeciwnika dominującą rolę odegra REA Cat 1 Cat 3. Natomiast w przypadku „łagodniejszego” scenariusza, gdy można liczyć na wsparcie ze strony państwa-gospodarza (np. w ramach Crisis Response Operation), nie zachodzi konieczność prowadzenia REA Cat 3.

4. CHARAKTERYSTYKA POJAZDU PODWODNEGO

Ogólne wymagania techniczne proponowanej platformy realizującej zadania szybkiej oceny środowiskowej dają przywilej wykorzystania autonomicznych pojazdów podwodnych dla tych misji, które wymagają odpowiedniego stopnia skrytości i skuteczności.

Rodzina pojazdów podwodnych konstruowanych na bazie torped systematycznie się powiększa. Wykorzystywane jako baza konstrukcyjna sprawdzone modele torped bojowych (najczęściej ciężkich kalibru 533 mm) stanowią solidną podstawę autonomicznych pojazdów podwodnych.

Adoptowanie takich konstrukcji posiada wiele zalet, z których główną jest oczywiście czynnik ekonomiczny. Wprowadzenie do użytkowania i na uzbrojenie marynarki wojennej każdego typu torpedy poprzedzone jest przynajmniej kilkuletnimi pracami badawczo – rozwojowymi. Proces wdrożenia natomiast obejmuje wiele testów i misji ćwiczebnych, co wiąże się z ogromnymi kosztami.

Zastosowanie przetestowanej platformy (a współczesna torpeda jest obiektem o bardzo dużym stopniu zaawansowania wszystkich układów i urządzeń składowych) wymiennie skraca czas na stworzenie i przekazanie do użytku nowej platformy bezzałogowej. Dodatkowo wykorzystując charakterystyczną budowę torpedy, pojazdy podwodne konstruowane na jej bazie często posiadają modułową budowę. Dla pojazdu podwodnego okazuje się to kolejną zaletą, gdyż można skonstruować modułarny pojazd, którego wyposażenie będzie konfigurowalne w zależności od potrzeb misji.

Pojazd podwodny o kształcie i wymiarach standardowej 21-calowej torpedy może być przechowywany, transportowany i wyrzeliwany ze standardowych wyrzutni torpedowych okrętów nawodnych i podwodnych. Wykorzystanie tych ostatnich nabiera kluczowego znaczenia w przypadku misji zwiadowczych na terytorium przeciwnika, gdzie aspekt skrytości jest dominujący.

Pojazdy podwodne na bazie torpedy, uwzględniając aspekt możliwości konfiguracji oraz modułowej budowy, posiadają zdolność do realizacji większości rodzajów misji przytoczonych w punkcie 2, co czyni je uniwersalnymi z punktu widzenia potrzeb marynarki wojennej.

Dla potwierdzenia powyższych tez przedstawiono ogólną charakterystykę autonomicznych pojazdów podwodnych typu AUV62 na konstrukcyjnie bazujących na szwedzkiej torpedzie typu TP62 (Torpedo 2000). Pojazdy produkowane są przez firmę Saab Underwater Systems i wykorzystywane przez Szwedzką Królewską Marynarkę Wojenną, straż graniczną i policję (2).



Rys.4. Torpeda TP-62 (Torpedo 2000) po lewej, AUV-62F (po prawej).

- Pojazd podwodny AUV-62F posiada długość 7m, średnicę 533mm oraz charakteryzuje się (w zależności od zastosowanego typu baterii – Li-Ion, NiMH lub ołowiowo-kwasowych) zasięgiem dochodzącym do 100 km i prędkością do 5 węzłów.
- Pojazd AUV 62 MR (Saphire) – jest autonomicznym pojazdem podwodnym drugiej generacji zaprojektowanym do przechowywania i wyrzeliwania z 533mm wyrzutni torpedowej i realizacji długich misji z obszaru:
 - rozpoznania minowego (AUV 62 MR – Mine Reconnaissance);
 - zwiadowczo – rozpoznawczego;
 - monitoringu środowiska;
 - mapowanie (modelowanie) dna morskiego.

Wyposażenie pojazdu obejmuje: czujniki magnetyczne i optyczne, akustyczne (para sonarów bocznych z syntetyczną aperturą), system nawigacji inercyjnej, system komunikacji. Dla każdego rodzaju misji istnieje odrębny zestaw konfiguracji czujników i parametrów misji pojazdu.



Rys.5. AUV-62 MR (Saphire)

5. PODSUMOWANIE

Wykorzystanie bezzałogowych pojazdów podwodnych w operacjach morskich posiada wiele niekwestionowanych zalet. Dla opisanych w artykule rodzajów i warunków realizacji wybranych misji do głównych zaliczyć należy:

- brak ingerencji człowieka w rejonie prowadzenia misji,
- skrytość działania przez cały czas realizacji misji,
- systematyka monitoringu przejawiająca się pozyskiwaniem danych ze stałych (wcześniej zaprogramowanych) punktów pomiarowych.

Dodatkowo szybkie dostarczenie precyzyjnej, wiarygodnej i aktualnej informacji o środowisku stanowi znaczące wsparcie procesu planowania operacji oraz podejmowania decyzji w czasie jej trwania. Zastosowanie wyspecjalizowanych platform i pojazdów, (zarówno cywilnych jak i wojskowych) w postaci okrętów nawodnych i podwodnych, pojazdów typu UUV, AUV, ROV powoduje wydatne zagęszczenie sieci sensorów dostarczających dużą ilość danych o środowisku, w którym prowadzona ma być lub jest operacja.

Tradycyjne metody zabezpieczenia meteorologiczno-hydrograficznego działań w przyszłości będą wypierane przez rozwiązania oparte na zasadach sieciocentryczności, zapewniającymi połączenie trzech głównych elementów: sieci sensorów pozyskujących dane, zautomatyzowanego procesu przetwarzania danych w informację użyteczną oraz systemu łączności zapewniającego szybkie przesyłanie informacji.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Department of the US Navy. *Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan*. 2004.
- [2] Button, Robert, et al. *A survey of missions for UUV*. National Defense Research Institute, 2009.

- [3] Woźniak, Piotr. *Szybka ocena środowiskowa (REA) w operacjach morskich*. Gdynia : DMW, 2008.
- [4] Lovgren, B. and Andersson, C.J. *Experiences from the Swedish Armed Forces using SAS-AUV*. 2009.
- [5] Lovgren, Bo. *A semi-dry concept of Underwater Vehicles*. s.l. : MilTech Conference, 2005.