

KONFERENCJA NAUKOWA  
PROBLEMY TECHNOLOGII PRAC PODWODNYCH

NurTech  
2010

29 – 30 MAJ 2010 JASTARNIA

W dniach 29 i 30 maja bieżącego roku pod auspicjami Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej odbyła się konferencja naukowa „**Problemy Technologii Prac Podwodnych**” **NurTech 2010**. Głównymi organizatorami konferencji był Zakład Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej



Fot. 1. Szef Szkolenia Marynarki Wojennej RP Konradmiral Ryszard Demczuk otwiera konferencję NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

oraz Zakład Medycyny Morskiej Wojskowego Instytutu Medycznego. Przedsięwzięcie realizowano pod patronatem Szefa Szkolenia Marynarki Wojennej RP, **Konradmirala Ryszarda Demczuka**, który uroczystie otworzył obrady konferencji (Fot. 1). Podczas inauguracji prezes Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej **dr Piotr Siermontowski** wręczył nagrodę Towarzystwa za wieloletnią działalność w zakresie prac podwodnych Przedsiębiorstwu Robót Czerpalnych i Podwodnych Sp. z o.o. z Gdańska. W imieniu Zarządu spółki nagrodę odebrał **Jarosław Perron** (Fot. 2).

Podczas konferencji zorganizowano cztery sesje referatowe i pokazy bazy laboratoryjnej Zakładu Technologii Prac Podwodnych. Pierwsza sesja referatowa składała się z autorskich wykładów profesorów zaproszonych przez organizatorów do przedstawienia wyników swoich prac. Wykład inauguracyjny wygłosił **prof. Romuald Olszański** na temat zagrożeń chorobą dekompresyjną w nurkowaniu, następnie **prof. Tadeusz Graczyk i dr Mariusz Matejski** omówili prace głębinowe Zespołu Techniki

Głębinowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technicznego, a **prof. Krzysztof Kubiak** zagrożenia terrorystyczne spod wody. Ostatnim referatem tej sesji był wykład **prof. Ryszarda Kłosa** na temat symulatora nurkowania DGKN-120. Druga sesja referatowa była poświęcona działalności Zakładu Technologii Prac Podwodnych AMW.



Fot. 2. Pan Jarosław Perron odbiera nagrodę PTMiTH za wieloletnią działalność w zakresie prac podwodnych dla PRCiP Sp. z o.o. w Gdańsku (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

Przedstawiono całe spektrum działalności Zakładu od podwodnych prac głębinowych i długotrwałych, techniki telesterowane, po szkolenie nurkowe realizowane w Zakładzie i analizy wypadków nurkowych. Trzecia i czwarta sesja referatowa poświęcona była aktualnym problemom technologii prac podwodnych. Referaty wygłosili przedstawiciele przedsiębiorstw Lotos Petrobaltic S.A., Polskiego Rejestru Statków S.A., przedstawiciele środowisk

naukowych z Instytutu Elektrotechniki i Automatyki Okrętowej AMW, Zakładu Medycyny Morskiej oraz Politechniki Krakowskiej i Wojsk Specjalnych. Problematyka referatów była różnorodna, od tematyki związanej z wykorzystaniem ogniów paliwowych do zasilania bezzałogowych platform podwodnych, poprzez certyfikację urządzeń zanurzalnych i analizy technicznej aparatów nurkowych wykorzystywanych przez oddziały specjalne do metod technicznych wykorzystywanych w poszukiwaniach podwodnych i aspekty prawne dotyczące nowelizacji przepisów nurkowych. Dużym zainteresowaniem uczestników cieszył się wykład na temat wypadków nurkowych oraz perspektywy rozwoju opracowanej na Politechnice Krakowskiej CyberRyby, robota podwodnego z napędem falowym.



Fot. 3. Obrady Konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

Podczas drugiego dnia konferencji, który odbywał się na terenie Zakładu Technologii Prac Podwodnych zorganizowano pokaz bazy laboratoryjnej (Fot. 4 i Fot. 5). Wszystkie prezentowane stanowiska badawcze pokazywano w działaniu. Nurkowie przebywali w basenie wodnym Symulatora Nurkowania DGKN-120, można było postać pojeździe ROV pływającym w basenie, zobaczyć jak wygląda badanie aparatu nurkowego przy wykorzystaniu Symulatora Oddechowego oraz przekonać się o możliwościach systemu do przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych w czasie rzeczywistym Argoos 3D.



Fot. 4. Pokaz działania zdalnie sterowanego pojazdu podwodnego w ZTPP – AMW w Gdyni (fot. ZTPP Z. Talaśka).

Ponadto cały czas podczas konferencji, na sali obrad, można było oglądać wystawę „**ORP Grom w 70 rocznicę zatopienia**” zorganizowaną przez **Muzeum Marynarki Wojennej i Magazyn Nurkowanie**. Natomiast w przerwie pomiędzy sesjami referatowymi odbyła się projekcja filmu „**Ekspedycja ORP Grom**”. W kuluarach konferencji można było także zapoznać się z ofertą i porozmawiać z przedstawicielami firm „Santi”, „Enamor” i „Forkos”. Wieczorem pierwszego dnia konferencji zorganizowano spotkanie integracyjne środowiska w postaci biesiady przy grillu i muzyce szantowej granej przez zespół na plaży przy hotelu, w którym odbywała się konferencja.



Fot. 5. Pokaz Symulatora Nurkowania DGKN – 120 w ZTPP w Gdyni (fot. ZTPP Z. Talaśka).

Poniżej przedstawiamy notkę na temat laureata nagrody PTMiTH za wieloletnią działalność w zakresie prac podwodnych i streszczenia wygłoszonych referatów.

### **Przedsiębiorstwo Robót Czerpalnych i Podwodnych Sp. z o.o. w Gdańsku**

Przedsiębiorstwo powstało 20 kwietnia 1947 r. na mocy zarządzenia Ministra Żeglugi. Z dniem powołania przedsiębiorstwo zostało wyposażone w majątek byłego Biura Odbudowy Portów. Przedsiębiorstwo zostało zlokalizowane na aktualnie zajmowanych terenach (Gdańsk ul. Przetoczna 66), na których znajdowały się budynki (baraki) z okresu przedwojennego. Baza produkcyjna była rozwijana o wydobyte z morza i wyremontowane jednostki pływające: pogłębiarki, szalandy i holowniki. Część

sprzętu uzyskano wskutek rewindykacji majątku polskiego odnalezonego na terenie Niemiec. Pierwsze zakupy inwestycyjne nastąpiły w 1949 roku, w którym dokonano zakupu pogłębiarki oraz pełnomorskich holowników w Anglii. Dalszy rozwój bazy jak i inwestycji nastąpił w oparciu o środki własne przedsiębiorstwa i przypadł na lata 60-te i 70-te, kiedy to zakupiono, głównie w Holandii, nowoczesne pogłębiarki i holowniki, a następnie na lata 90-te, kiedy obok zakupów nowego sprzętu pogłębiarskiego dokonano modernizacji i unowocześnienia dotychczas posiadanego.

W lutym 1991r. w celu przeprowadzenia procesu prywatyzacji Przedsiębiorstwa dokonano decyzją Ministra Skarbu Państwa zmiany formy prawnej poprzez przekształcenie przedsiębiorstwa państwowego w jednoosobową Spółkę Skarbu Państwa z ograniczoną odpowiedzialnością. Dokonanie przekształcenia umożliwiło podjęcie rozmów z kontrahentami zarówno zagranicznymi jak i krajowymi, mających na celu odsprzedaż części udziałów przekształconego w spółkę przedsiębiorstwa. Proces prywatyzacji został zakończony w marcu 1999 r. i w jego wyniku większość udziałów Spółki sprzedano krajowemu inwestorowi prywatnemu. Skarb Państwa pozostawił sobie 20% udziałów Spółki, z czego część przeznaczył w celu nieodpłatnego przekazania ich pracownikom PRCiP.

Przez cały okres działalności przedsiębiorstwa nie następowały zasadnicze zmiany profilu produkcji. Popyt na usługi, zgłaszany głównie przez klientów krajowych, wynikał z konkretnych potrzeb: w latach 50-tych i 60-tych była to odbudowa potencjału morskiego Polskich portów, kanałów dojeściowych, usuwanie wraków itp; w latach 70-tych realizacja dużych inwestycji morskich np. Budowa Portu Północnego. Obecnie popyt na usługi wynika z konieczności utrzymania żeglowności portów i kanałów oraz prac o charakterze ochronnym (zasilanie brzegów), dzięki wykonywaniu którego uratowano niepowtarzalny w skali Europy Półwysep Helski. W okresie działalności zarówno w formie przedsiębiorstwa państwowego jak i Spółki Skarbu Państwa oraz także po jej sprywatyzowaniu PRCiP świadczyło i świadczy nadal usługi hydrotechniczne na rzecz portów Marynarki Wojennej.

Oprac. Redakcja PHR na podstawie strony: [www.prcip.pl](http://www.prcip.pl)

## **Streszczenia wygłoszonych referatów**

**Romuald Olszański**

### **Zagrożenia chorobą dekompresyjną w nurkowaniach**

Dekompresja przeprowadzona w sposób uniemożliwiający usunięcie z ustroju w odpowiednim czasie gazów uwalniających się z tkanek powoduje zagrożenie chorobą dekompresyjną. Dla przeprowadzenia bezpiecznej dekompresji stosuje się tabele dekompresyjne, a mimo to u części nurków nawet przy ich ścisłym przestrzeganiu występuje choroba dekompresyjna.

W czasie trwania dekompresji i po jej zakończeniu we krwi nurków może występować tolerowana przez organizm pewna ilość bezobjawowych pęcherzyków gazowych, które w piśmiennictwie określa się jako pęcherzyki nieme (silent bubbles).

Najdłużej znanym i najpowszechniej stosowanym kryterium oceny bezpieczeństwa nurków jest brak objawów choroby dekompresyjnej I typu, czyli bends. Innym kryterium są badania dopplerowskie na obecność pęcherzyków u nurków. Jednak pęcherzyki mogą występować u nurków bez objawów choroby dekompresyjnej, a jednocześnie DCS może wystąpić bez wykrycia pęcherzyków metodą Dopplera.

Brak jest więc korelacji pomiędzy tym badaniem a wystąpieniem choroby dekompresyjnej.

Dowodem na to, że badanie dopplerowskie i brak objawów bends nie są wystarczające dla bezpiecznej dekompresji, jest występowanie w późniejszym okresie jałowej martwicy kości u nurków. Zagrożenie jałową martwicą kości, która jest późnym następstwem nurkowania, zmusza do poszukiwania innych wskaźników pozwalających na rozpoznanie subklinicznych skutków obecności pęcherzyków gazowych w organizmie. Takim nowym wskaźnikiem mogą być wybrane parametry hemostazy i fibrynolizy, mogące świadczyć o zagrożeniu wystąpienia choroby dekompresyjnej.

Wydaje się więc celowe wykrywanie zmian będących dalszą konsekwencją obecności pęcherzyków gazowych we krwi. Pęcherzyki śródnaczyniowe powodują zmiany w hemostazie, a stopień pobudzenia hemostazy płytkowej i osoczowej u nurków po dekompresji może być przydatny do określenia zagrożenia chorobą dekompresyjną. Zmiany parametrów hemostazy i fibrynolizy mogą świadczyć o nieprawidłowości procedur dekompresyjnych, a tym samym mogą stanowić podstawę oceny bezpieczeństwa nurków w warunkach hiperbarii.



Fot. 6. Prof. Romuald Olszański podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

#### **Cel badań:**

1. Ocenia bezpieczeństwa nurków poddawanych saturowanym ekspozycjom hiperbarycznym do 1,1 MPa przeprowadzonych z zastosowaniem różnych czynników oddechowych (powietrza oraz mieszanin oddechowych: nitroksu, helioksu i timiksu)
2. Poszukiwanie wskaźników mogących świadczyć o powstaniu pęcherzyków gazowych podczas dekompresji w organizmie nurka, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów układu krzepnięcia krwi i fibrynolizy.

#### **Materiał i metody**

Dane uzyskano podczas symulowanych nurkowań saturowanych, przy użyciu różnych czynników oddechowych wykonanych w Zakładzie Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Przeprowadzono:

- Pięć symulowanych powietrznych nurkowań saturowanych, w których uczestniczyło 21 nurków.
- Dwanaście symulowanych nitroksowych nurkowań saturowanych, w których uczestniczyło 31 nurków.
- Trzydzieści symulowanych helioksowych nurkowań saturowanych w których uczestniczyło 39 nurków.

Symulowane nurkowania saturowane różniły się czasem pobytu na plateau: od 48 godzin do 119 godzin 20 minut. Organizm nurka po dwóch dobach pobytu w nadciśnieniu osiąga stan równowagi gazowej, mimo różnych czasów pobytu na plateau. Czas dekompresji stosowano tak, jakby nurkowie przebywali na plateau tylko dwie doby oraz zgodnie z wartościami ciśnienia plateau (od 0,28 MPa do 1,1 MPa). Czas najkrótszej dekompresji wynosił 25 godzin 27 minut, najdłuższej 104 godziny 16 minut.

### **Wnioski**

1. U nurków poddanych symulowanym nurkowaniom saturowanym, stwierdza się zmiany wartości niektórych parametrów hemostazy, co może świadczyć o powstawaniu w organizmie nurka podczas dekompresji pęcherzyków gazowych.
2. Kryteriami zagrożenia nurka chorobą dekompresyjną mogą być zmiany w zakresie hemostazy płytkowej i fibrynolizy, a zwłaszcza zmniejszenie liczby płytek krwi, wzrost odsetka mikroplatek i ekspresji na krwinkach płytkowych cząsteczek CD 62P i CD 61.
3. Procedury dekompresyjne po objętych badaniami symulowanych nurkowaniach z zastosowaniem nitroksu i helioksu są poprawne.



Fot. 7. Prezydium I Sesji Referatowej Konferencji NurTech 2010, od lewej siedzą: prof. R. Olszański, adm. R. Demczuk, prof. R. Kłos. (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Tadeusz Graczyk, Mariusz Matejski**

### **Prace głębinowe z zastosowaniem pojazdów typu ROV – doświadczenia Zespołu Techniki Głębinowej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego**

W Polsce techniką podwodną zajmują się głównie trzy ośrodki: Politechnika Gdańska, Akademia Marynarki Wojennej i Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny (ZUT) w Szczecinie. Politechnika Gdańska specjalizuje się w budowie urządzeń głębinowych dla zastosowań militarnych, AMW w obszarze wykorzystania

tego typu urządzeń oraz w technikach nurkowania, natomiast ZUT w Szczecinie – w systemach monitoringu dedykowanych dla zastosowań cywilnych.

W Zakładzie Konstrukcji, Mechaniki i Technologii Okrętów na Wydziale Techniki Morskiej ZUT (poprzednio Politechnika Szczecińska), od początku lat 80 ubiegłego wieku prowadzone są prace badawcze i projektowe związane z techniką podwodną, a w szczególności budowa i sterowanie pojazdami typu remotely operated vehicle (ROV).

W referacie zaprezentowano zbudowane konstrukcje, przedstawiono stosowaną metodykę badań przestrzeni wodnej i zanurzonych obiektów technicznych, omówiono doświadczenia Zespołu Techniki Głębinowej w pracach głębinowych z zastosowaniem pojazdów.



Fot. 8. Dr Mariusz Matejski podczas wykładu na konferencji NurTech 2010. (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Krzysztof Kubiak**

### **Zagrożenia terrorystyczne spod wody**

Pragnienie przeniesienia działań bojowych w ton wodną jest niemal tak stare jak historia zbrojnych konfliktów. Stało się to możliwe jednak dopiero w wieku XX. Co więcej, technologia "nurkowa" opracowana pierwotnie do celów wojskowych stała się powszechnie dostępnym elementem szeroko pojmowanego rynku rekreacji. Ani szkolenia, w tym również bardzo zaawansowane, ani zakupy sprzętu (w tym specjalistycznego, umożliwiającego na przykład skokowe zwiększenie zasięgu działania płetwonurka) nie podlegają obowiązkowi ewidencjonowania. Stwarza to dogodne warunki do posłużenia się rozwiązaniami zapożyczonymi z rynku cywilnego przez rozmaitego rodzaju politycznych ekstremistów. Nie można wykluczyć sytuacji, w której ton wodna, tak jak przestrzeń powietrzna 11 września 2001 roku, staną się obszarami aktywnych działań organizacji terrorystycznych. W artykule omówione zostały rozmaite aspekty tego zagadnienia, włącznie z próbą wyspecyfikowania potencjalnych sposobów działania i obiektów oddziaływanie terrorystów posługujących się sprzętem nurkowym



Fot. 9. Prof. Krzysztof Kubiak podczas wykładu na konferencji NurTech 2010. (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Ryszard Kłos**

### **Symulator nurkowania DGKN-120**

W latach siedemdziesiątych XX wieku decyzją dowódcy Marynarki Wojennej powołano w strukturach Akademii Marynarki Wojennej Zakład Technologii Prac Podwodnych. Głównym stanowiskiem badawczym przez wszystkie lata istnienia Zakładu była Pracownia Komór Hiperbarycznych wyposażona w Doświadczalny Głębokowodny Kompleks Nurkowy DGKN – 120. Staraniem kolejnych kierowników Zakładu utrzymywano i udoskonalano to urządzenie badawcze, które zawsze było dość unikalnym w skali kraju laboratorium, a po ostatniej modernizacji stało się również takim w skali Europy. Obecnie DGKN -120 to symulator nurkowania umożliwiający prowadzenie badań sprzętu nurkowego i technologii nurkowania z symulacją pływania nurka w wodzie. W referacie przedstawiono zakres prac modernizacyjnych oraz możliwości techniczne laboratorium po ich wykonaniu.



Fot. 9. Prof. Ryszard Kłos podczas wykładu na konferencji NurTech 2010. (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).



**Stanisław Skrzyński**

**Prace podwodne długotrwałe i głębinyowe w Polsce w ostatnim trzydziestoleciu**

Od ponad 30-tu lat na Morzu Bałtyckim pozyskuje się surowiec z dna morskiego, jakim jest ropa naftowa i gaz ziemny. Nie jest to wydobycie na dużą skalę, ale dwie platformy są przodującymi w kraju „kopalniami” tego ważnego dla gospodarki kraju surowca. Zasadnicze problemy techniczne prac podwodnych, które są rozwiązywane na morskich platformach wydobywczych, dotyczą systemów transportu, montażu głowic do kontrolowanego



Fot. 10. Dr Stanisław Skrzyński podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

wydobycia ropy i gazu oraz rurociągów transportujących do odbiorcy. Obie te operacje montażowe wymagają prowadzenia szerokiego zakresu prac podwodnych. W naszym kraju, przemysł ten nie był siłą napędową do rozwoju sprzętu i techniki nurkowej oraz technologii nurkowania i technologii prac podwodnych, tak jak jest to na świecie. Także w naszym kraju nie ma wyspecjalizowanej firmy, która mogłaby realizować te prace. Artykuł przedstawia, jak były rozwiązywane problemy techniczne, organizacyjne i medycznych prac podwodnych na polskim szelfie od początku działalności polskiego przemysłu wydobywczego. Na tle realizacji tych prac rozpatruje się również problemy badań naukowych związanych z tymi pracami oraz określenia granicy, gdzie kończy się działalność naukowa, a gdzie działalność usługowa. W artykule porusza się także wpływ działalności administracji i instytucji państwowych oraz wymagań unijnych dotyczących strategicznego rodzaju działalności państwa morskiego jakim są usługi podwodne. Autor dzieli się swoim doświadczeniem z przygotowania i realizacji tych prac w których brał udział od samego ich początku.



Fot. 11. Prezydium II Sesji Referatowej, od lewej: Dr A. Olejnik, Prof. R. Kłós (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Adam Olejnik**

### **Działalność Zakładu Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni w zakresie podwodnych technik telesterowanych**

Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni ma dość długie tradycje w zakresie realizacji prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie różnego rodzaju pojazdów podwodnych. Pierwsze prace związane z tą tematyką rozpoczął w Akademii zespół pod kierownictwem prof. Władysława Wojnowskiego już w połowie lat siedemdziesiątych XX wieku. W 1979 roku powstał długoletni plan rozwoju technik głębokowodnych obejmujący okres do roku 1995. Plan podzielono na dwa etapy. W pierwszym okresie (do 1985) zakładano opracowanie i zbudowanie:

- habitatu podwodnego – podwodnego laboratorium (bazy nurków) bez napędu własnego, opuszczanego ze statku bazy do głębokości 60 metrów z zewnętrznym zasilaniem w energię elektryczną i czynniki oddechowe, z maksymalną załogą do 10 osób i z możliwością jej wymiany w położeniu podwodnym,
- samodzielnego pojazdu podwodnego typu mokrego z bateriami i własnym napędem o ciężarze około 1 tony, dla dwóch płetwonurków o głębokości operacyjnej do 60 metrów z czasem pobytu pod wodą do 10 godzin,
- samodzielnego pojazdu podwodnego typu suchego dla 2 – 3 osób o wyporności 4 – 8 ton, z własnym źródłem w energię elektryczną oraz czynniki oddechowe o czasie przebywania pod wodą do 3 dni, wyposażonego w służbę dla nurków umożliwiającą im wielokrotne opuszczanie i powrót nurków do pojazdu w położeniu podwodnym na głębokościach do 100 metrów oraz posiadającego przedział ciśnieniowy do realizacji procedur dekompresyjnych i o konstrukcji umożliwiającej zanurzenie i wykonywanie zadań obserwacyjnych i badawczych na głębokościach do 200 lub 400 metrów.

Drugi etap rozwoju technik głębokowodnych planowano realizować w okresie 1990 – 1995 i zakładano opracowanie oraz zbudowanie w tym czasie mini okrętu podwodnego – pływającego laboratorium z załogą 12 do 16 osób (w tym personel naukowy) o wyporności do 150 ton. Okręt miał być wyposażony we własny napęd, źródła energii i czynniki oddechowych oraz zapasy wody słodkiej. Jego konstrukcja miała zapewniać możliwość dokowania dzwonu nurkowego i częściową wymianą załogi w położeniu podwodnym oraz służowanie nurków do wody i z powrotem na głębokościach do 150 metrów. Ponadto, okręt miał być wyposażony w przedział ciśnieniowy pozwalający na prowadzenie dekompresji. Jednostka miała wykonywać zadania naukowo – badawcze do głębokości 400 metrów.

Trzeba przyznać, że plan ten był realizowany i opracowano prawie wszystkie zakładane konstrukcje w formie zaawansowanych projektów technicznych. Niektóre z tych rozwiązań podczas realizacji ewoluowały, a zespół realizował poszczególne zadania cząstkowe doprowadzając w niektórych przypadkach do zbudowania i wdrożenia konstrukcji. To między innymi efektem tych działań jest pojazd „Błotniak”. W innych przypadkach zmodyfikowano zakres planu, opracowując projekt pierwszego polskiego bezzałogowego pojazdu autonomicznego (patent PL Nr 45081/89). Niestety historia nie pozwoliła na całkowitą realizację tych zamierzeń, zawirowania gospodarcze i zmiany ustrojowe doprowadziły do zaniechania dalszych prac i pozostałe przedsięwzięcia nie wyszły poza deski kreślarskie. A jednak część z tych zamierzeń, choć w innej postaci udało się zrealizować. Istniejący od 1976 roku Zakład Technologii Prac Podwodnych (początkowo Pracownia Sprzętu Nurkowego, potem Zakład Sprzętu

Nurkowego i Technologii Prac Podwodnych a następnie Zakład Technologii Nurkowań i Prac Podwodnych) kierowany najpierw przez kmdr Medarda Przyłipiaka (1976 – 1986), potem kmdr Mariana Pleszewskiego (1986 – 1990) oraz kmdr dr inż. Stanisława Skrzyńskiego (1990 – 2003) i obecnie kmdr dr hab. inż. Ryszarda Kłosa (od 2003), opracował i wdrożył krajową technologię nurkowań saturowanych. A od roku 2000 Zakład intensywnie zajmuje się także technikami telesterowanymi. Na przełomie XX i XXI wieku Zakład pozyskał w drodze inwestycji aparaturowej finansowanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, zdalnie sterowany pojazd głębinowy typu Super Achille produkcji francuskiej firmy COMEX. Wraz z zakupem zakontraktowano szkolenie personelu obsługi w ośrodku szkoleniowym firmy w Marsylii i nawiązano współpracę w zakresie technologii remontu tych urządzeń. Była to jakościowa zmiana w działalności Zakładu prowadząca do dywersyfikacji obszarów zainteresowań naukowych jednostki. Od tego czasu działalność Zakładu w zakresie podwodnych technik telesterowanych zaowocowała opracowaniem technologii remontu pojazdów typu ROV na którą Zakład uzyskał akredytację od firm COMEX (Francja) i Benthos Inc. (obecnie Teledyne Benthos – USA). Technologię wykorzystano



Fot. 12. Dr Adam Olejnik podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

realizując szereg remontów pojazdów eksploatowanych przez marynarkę wojenną, a procedury remontowe zostały wdrożone w krajowym segmencie MSP<sup>1</sup>. Ponadto opracowano metodykę poszukiwania i identyfikacji obiektów podwodnych z wykorzystaniem pojazdów ROV w warunkach śródlądowych i morskich. Z wykorzystaniem powyższej metodyki prowadzono szereg prac na zlecenie prokuratur i sądów w całej Polsce w ramach postępowań przygotowawczych w sprawach karnych. Oprócz tego realizowano prace na rzecz marynarki wojennej w zakresie identyfikacji oraz inspekcji wraków i wspomaganie ratowania okrętów podwodnych, a we współpracy z Państwową Strażą Pożarną poszukiwania zatopionych obiektów. Potrzeby zrodziły również inny kierunek badań, opracowano podstawy diagnostyki wizyjnej obiektów podwodnych z wykorzystaniem pojazdu ROV. Jej weryfikacji dokonano w oparciu o prace realizowane na rzecz PPZRIg Petrobaltic S.A. i przeglądy podwodnych części kadłubów jednostek pływających. A skutkiem tych działań było rozwinięcie tematyki badawczej związanej z zagadnieniami fotogrametrii podwodnej. W tym zakresie została też opracowana i wdrożona technologia przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych w czasie rzeczywistym (system ARGOOS 3D), którą zaimplementowano do sektora MSP. Oprócz działalności czysto naukowej, prowadzono też intensywną działalność szkoleniową. W pierwszej kolejności starano się o odpowiednie przygotowanie własnego personelu. W ten sposób pracownicy Zakładu oprócz wcześniej ukończonych szkoleń w firmie COMEX, odbyli też szereg

<sup>1</sup> MSP – małych i średnich przedsiębiorstw

szkoleń w innych ośrodkach, najczęściej zagranicznych. Przykładowo z zakresu budowy i eksploatacji pojazdów ROV w firmach SAAB SeaEye, nawigacji podwodnej w firmie Sonardyne Ltd., w zakresie zastosowań i eksploatacji oraz budowy pojazdów AUV i ROV w Lerici International School, obsługi pojazdów i metodyki szkolenia pilotów w Seabed. W roku 2006 w ramach kolejnej inwestycji aparaturowej wzbogacono posiadany system ROV o hydroakustyczny system nawigacji podwodnej typu USBL (ultra short base line). Działalność dydaktyczna zaowocowała trzema pracami magisterskim tematycznie związanymi z budową i eksploatacją pojazdów głębinowych oraz czterema pracami studyjnymi w ramach realizowanych studiów podyplomowych w Akademii. W toku realizacji jednej z prac magisterskich opracowano i zbudowano prototyp mini pojazdów ROV „Gammarus”, który z powodzeniem wykorzystano do inspekcji kadłubów jednostek pływających. Opracowano też metodykę szkolenia operatorów pojazdów głębinowych typu ROV, którą wdrożono w marynarce wojennej. Na jej podstawie są obecnie szkoleni wszyscy specjaliści MON odpowiedzialni za eksploatację pojazdów typu ROV w armii.

### PODSUMOWANIE

W roku 2010 mija dokładnie dziesięć lat od chwili, gdy w Zakładzie Technologii Prac Podwodnych podjęto się realizacji zagadnień związanych z podwodnymi technologiami telesterowanymi, w tym czasie osiągnięto następujące cele:

- ✓ pozyskanie pojazdu typu ROV w drodze inwestycji aparaturowej,
- ✓ opracowanie i wdrożenie technologii remontów pojazdów ROV,
- ✓ opracowanie i wdrożenie metodyki poszukiwania i identyfikacji obiektów podwodnych w warunkach śródlądowych z wykorzystaniem pojazdu typu ROV,
- ✓ opracowanie i wdrożenie metodyki poszukiwania i identyfikacji obiektów podwodnych w warunkach morskich z wykorzystaniem pojazdu typu ROV,
- ✓ pozyskanie systemu nawigacji podwodnej w drodze inwestycji aparaturowej,
- ✓ opracowanie podstaw diagnostyki wizyjnej obiektów podwodnych z wykorzystaniem pojazdu typu ROV,
- ✓ opracowanie i wdrożenie technologii przestrzennej obserwacji obiektów podwodnych w czasie rzeczywistym,
- ✓ opracowanie i zbudowanie prototypu własnej konstrukcji pojazdu miniROV,
- ✓ opracowanie i wdrożenie metodyki szkolenia operatorów pojazdów głębinowych typu ROV.

Obecnie Zakład stał się jedynym w kraju ośrodkiem naukowym zajmującym się kompleksowo technologią wykorzystania zdalnie sterowanych pojazdów głębinowych. Aktualnie prowadzone prace badawcze ukierunkowane są na zastosowania pojazdów do oceny stanu technicznego obiektów podwodnych metodami wizyjnymi z wykorzystaniem fotogrametrii dwuośrodkowej w czasie rzeczywistym i nowymi konstrukcjami pojazdów zaliczanych do klasy miniROV i microROV.

**Stanisław Poleszak**

### **Analiza wypadków nurkowych**

Podczas nurkowania podobnie jak w każdym rodzaju działalności człowieka zdarzają się wypadki ze skutkiem śmiertelnym. W referacie przedstawiona zostanie analiza śmiertelnych wypadków nurkowych, jakie miały miejsce w latach 1999 – 2007. W ich wyniku śmierć poniosło 60 osób, wśród których większość ofiar stanowią osoby uprawiające płetwonurkowanie rekreacyjne. Wyniki analizy pozwoliły na opracowanie charakterystyki najczęściej występujących elementów wypadków nurkowych. W referacie zostanie przedstawiona analiza ofiar wypadków, analiza czasu i miejsca zdarzenia oraz analiza wypadku pod względem sprzętowym i organizacyjnym. Przedstawiona zostanie również charakterystyka wybranych parametrów, mających szczególnie wpływ na bezpieczeństwa nurkowania.

**Roman Szymański**

### **Działalność Zakładu Technologii Prac Podwodnych w zakresie szkolenia nurkowego**

Od początku powstania ZTPP AMW prowadził i prowadzi szkolenia z zakresu nurkowania. Szkolenia realizowane były i są obecnie na potrzeby Sił Zbrojnych RP w szczególności MW RP. Oprócz szkoleń realizowanych na potrzeby wojska zakład prowadził szkolenia nurkowe dla instytucji i klubów cywilnych jak również dla oddziałów straży pożarnych, straży granicznych, pododdziałów antyterrorystycznych policji.

W latach 2007-2010 w zakładzie prowadzone były szkolenia nurkowe dla Marynarki Wojennej RP, Wojsk Lądowych, Wojsk Specjalnych i pododdziałów antyterrorystycznych policji.

Wszystkie szkolenia realizowane w zakładzie są szkoleniami realizowanymi na zamówienie instytucji zewnętrznych. ZTPP nie występuje z propozycją szkolenia do konkretnych odbiorców. Szkolenia nurkowe realizowane są według tego samego schematu.



Fot. 13. Dr Stanisław Poleszak (z lewej) i mgr Roman Szymański (z prawej) podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Piotr Siermontowski, Adam Olejnik**

### **Metody techniczne wykorzystywane w poszukiwaniach podwodnych dla celów procesowych**

Różne przedmioty, mające znaczenie dla prowadzonych postępowań prokuratorskich i sądowych często umieszczane są w ciekach i zbiornikach wodnych, celem ich ukrycia. Należą do nich także i zwłoki ludzkie. Jednym z zasadniczych celów postępowania dowodowego jest ujawnienie wszystkich przedmiotów, w tym przede wszystkim zwłok. W związku z tym często prowadzone są poszukiwania i oględziny podwodne. Ich zakres i metody zależą od:

- ✓ dostępnych informacji
- ✓ warunków batymetrycznych
- ✓ dostępności sprzętu
- ✓ ilości zaangażowanych w poszukiwania ludzi

Z podobną sytuacją mamy do czynienia w przypadku tzw. „działań humanitarnych” czyli poszukiwaniu zwłok topielców, osób zaginionych itd. W Polsce w ogromnej większości przypadków stosowane są metody przestarzałe, czasochłonne i niebezpieczne, oparte na działaniach pletwonurków, często bardzo licznych. Tylko niedostępność miejsca poszukiwań ze względu na np. głębokość skłania do zastosowania nowoczesnych metod. Są nimi np.:

- ✓ do poszukiwań – sonary
- ✓ do dokumentacji – pojazdy podwodne

Sytuacji takiej sprzyja stan prawny pozwalający na wykorzystanie, w zasadzie bez ograniczeń nurków Państwowej Straży Pożarnej do prac poszukiwawczych, nie mających nic wspólnego z ratownictwem, oraz nieobciążanie organów procesowych kosztami działań.



Fot. 14. Dr med. Piotr Siermontowski podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).



Fot. 15. Prezydium III Sesji Referatowej, od lewej: Prof. Krzysztof Kubiak, Prof. Tadeusz Graczyk (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

***Romuald Olszański, Zdzisław Kobos, Zbigniew Dąbrowiecki***

### **Hiperbaria a sprawność operatorska**

Wykonywanie wielu zawodów czy uprawianie dyscyplin sportowych wiąże się efektywnością działania, która decyduje o możliwości realizacji zadań czy osiągniętych wynikach. Wysoki stopień sprawności działania warunkowany jest wieloma czynnikami. Są to zarówno warunki w których realizowane są zadania, jak i otoczenie materialne czy społeczne. Równie istotne jest też środowisko działania, jak i w przypadku wielu profesji, cechy fizyczne człowieka. Także bardzo ważne są jego indywidualne predyspozycje. Te ostatnie, a szczególnie możliwości poznawcze, percepcyjno-motoryczne, nastawienie i motywacja zadaniowa, pozwalają prognozować określony stopień efektywności zawodowej czy poziom realizowanych zadań. Wspomniane determinanty decydują o powodzeniu wykonania czynności zawodowych w codziennych, standardowych sytuacjach. Tak się dzieje zazwyczaj, kiedy wyznaczone zadania do realizacji są nieskomplikowane. Jednak, realizacja niektórych czynności profesjonalnych czy działań związanych z realizacją Życiowych pasji oraz osobistych zainteresowań, wiąże się nowymi, zaskakującymi, niespotykanymi w codziennej aktywności sytuacjami i warunkami ich realizacji. Są to na przykład: działania w sytuacjach ekstremalnych, dystrakcji czy w deficycie czasu. W takich sytuacjach ich przebieg jest determinowany indywidualnymi cechami osobowościowymi, temperamentalnymi, które wpływają modyfikująco na efektywność realizowanych zadań. Wynika to z tego, iż wyuczone dotychczas sposoby działania i opanowane schematy postępowania, nie są możliwe do zastosowania w nowych warunkach, tak aby efektywnie zrealizować wyznaczone cele działania. Niespodziewanych zdarzeń, z którymi spotyka się człowiek, często nie można było przewidzieć w dotychczasowym standardzie postępowania, ponieważ takie sytuacje dotychczas nie występowały, nie było takich doświadczeń zawodowych. Tak więc, sprawność działania obniża się, popełniane są wówczas przez człowieka błędy w realizacji kolejnych, cząstkowych sekwencji, decydujących o finalnym rezultacie

wykonywanych zadań. W przypadku braku doświadczenia z sytuacjami trudnymi lub niestandardowymi, pojawiają się, oprócz stresu zadaniowego, dodatkowe emocje związane z nietypową sytuacją (stres sytuacyjny), które są również kolejnym dystraktorem na drodze do efektywnego funkcjonowania zadaniowego. Wówczas, niekiedy nie udaje się skutecznie zrealizować planowanych przedsięwzięć. Aby więc zapobiec sytuacjom utrudniającym efektywne działania zadaniowe, szczególnie w sytuacjach ekstremalnych, prowadzi się badania pod kątem oceny predyspozycji osobowościowych do funkcjonowania w sytuacjach trudnych. Ponadto realizuje się szkolenia i treningi w warunkach symulujących różne sytuacje, które człowiek może napotkać podczas realizacji czynności zawodowych. Współczesne symulatory umożliwiają wykreowanie bardzo różnorodnych, ekstremalnych warunków, które mogą wystąpić w środowisku działania człowieka, wykonującego nakazane mu zadania czy realizującego swoje hobby. Ponadto owe symulatory spełniają kilka ważnych funkcji:

- a) pozwalają zaznajomić się z sytuacjami ekstremalnymi,
- b) umożliwiają ćwiczenie realizacji zadań w takich warunkach,
- c) umożliwiają wyrobienie działań nawykowych związanych
- d) z funkcjonowaniem w sytuacjach ekstremalnych,
- e) wyrabiają, po pewnym czasie treningu, odporność psychiczną na takie sytuacje,
- f) dają przekonanie, iż można efektywnie poradzić sobie z sytuacjami ekstremalnymi, ponieważ już wielokrotnie realizowało się zadania w takich warunkach (aspekt motywacyjny),
- g) pozwalają rejestrować sposób postępowania we wspomnianych sytuacjach (aspekt dydaktyczny), co stanowi podstawę w zakresie analizy sprawności działania i umożliwia w przyszłych działaniach eliminację popełnianych uprzednio błędów,
- h) dają materiał poglądowy dla kolejnych osób, które mają realizować zadania w sytuacjach trudnych (aspekt kazuistyczny), co powinno je ostrzec i ustrzec przed błędami, które wcześniej zdarzały się we wspomnianych sytuacjach.



Fot. 16. Dr Zbigniew Dąbrowiecki podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

W przypadku zadań związanych z nurkowaniem istnieje wiele czynników środowiskowych, które mogą wpływać na sprawność działania i poprawność realizowanych czynności. Aby zweryfikować możliwości i predyspozycje każdego człowieka, który zamierza podjąć działalność nurkową, prowadzi się badania m.in. sprawności ustroju w warunkach hiperbarii. Ocenia się wówczas możliwości adaptacyjne organizmu do funkcjonowania

np. w warunkach narkozy azotowej, a także efektywność wykonywania zadań wymagających sprawności poznawczej i psychomotorycznej w takich warunkach. Owe zadania winny być egzemplifikacją czynności realizowanych w warunkach nurkowania głębokowodnego. Ponadto powinny umożliwić ocenę realności poradzenia sobie we wspomnianych warunkach. Takie sytuacje, jak stres hiperbarii oraz zmiana składu mieszanki oddechowej wymagają adaptacji psychofizycznej organizmu do



działania w takich warunkach. Z literatury wynika, że sprawność ustroju psychofizyczna zależy również w dużej mierze czynników oddechowych, które poprzez oddziaływanie fizjologiczne na ustrój, organizm człowieka modyfikują jego możliwości: percepcyjne, poznawcze czy psychomotoryczne. Aby ocenić wpływ narkozy gazów obojętnych na sprawność psychofizyczną, przeprowadzono prezentowane badania.

**Maciej Konarski**

**Współpraca Zakładu Medycyny Morskiej Wojskowego Instytutu Medycznego  
i Zakładu Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej  
w zakresie nowelizacji resortowych przepisów dotyczących  
problematyki prac podwodnych**

Stały postęp w zakresie technologii nurkowych, jak również wejście i funkcjonowanie Polski w strukturach Sojuszu Północnoatlantyckiego, wymusza doskonalenie i unifikację procedur, dotyczących sfery działalności podwodnej w Siłach Zbrojnych RP. Nurkowanie jest dziedziną, gdzie aspekty techniczne, technologiczne i organizacyjne są nierozdzielnie związane z szeroko rozumianą problematyką medyczną – stąd konieczność ścisłej współpracy w tej materii podmiotów „technicznych” i „medycznych”, jak to ma miejsce pomiędzy ZTPP AMW i ZMM WIM.

Współpracujący na mocy trójstronnego (AMW, WIM i Marynarka Wojenna) porozumienia pracownicy naukowcy ZTPP AMW i ZMM WIM w ostatnim dziesięcioleciu opracowali wspólnie wiele dokumentów w formie instrukcji resortowych, nowelizujących niektóre aspekty problematyki prac podwodnych w wojsku. Z istotniejszych wymienić należy następujące opracowania: „Tymczasowa instrukcja nurkowanie z wykorzystaniem tlenu jako czynnika oddechowego”, „Tymczasowa instrukcja standardowy test ciśnieniowy i tolerancji tlenowej”, „Instrukcja przeprowadzania

ciśnieniowych treningów kondycyjnych personelu służby zdrowia zabezpieczającego nurkowania w Siłach Zbrojnych RP” oraz „Tymczasowa instrukcja zabezpieczenie medyczne nurkowań”. W większości, wymienione dokumenty z powodzeniem funkcjonują w jednostkach nurkowych resortu obrony narodowej, zastępując dotychczasowe regulacje w tym zakresie, pochodzące z lat 80-tych (i wcześniejszych). Są ponadto w pełni kompatybilne z zaimplementowanymi w wojsku dokumentami normatywnymi NATO w zakresie działalności podwodnej.



Fot. 17. Dr med. Maciej Konarski podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Artur Sowiński, Sławomir Sochacki**

### **Wkład „Lotos Petrobaltic” w rozwój nurkowania w Polsce**

Powołane przy końcu 1975 r przedsiębiorstwo. PETROBALTIC działa w polskiej strefie ekonomicznej Morza Bałtyckiego. Petrobaltic S.A będące jedynym polskim przedsiębiorstwem zajmującym się poszukiwaniem, wydobywaniem ropy naftowej i gazu ziemnego w warunkach morskich musi korzystać tak z morskiej techniki nawodnej jak i podwodnej. Prace podwodne są nieodłącznym elementem działalności Petrobaltic S.A. koniecznym dla zabezpieczenia poszukiwań, budowy i eksploatacji oraz modernizacji infrastruktury przesyłowej i sterowania procesami wydobywczymi i poszukiwawczymi. W pracach podwodnych od powstania przedsiębiorstwa przedsiębiorstwo mogło realizować tylko w oparciu o potencjał i bazę krajową. W związku z tym, że krajowa baza do prac podwodnych i nurkowania nie miała możliwości pełnego zabezpieczenia planowanej działalności Petrobaltic budował lub wspomagał jej rozwój współpracując tak z Marynarką Wojenną jak i przedsiębiorstwami cywilnymi. W początkowych fazie działalności technika nurkowa korzystała z pionierskich rozwiązań technicznych jak tworzeniu nowej jakości szkolenia nurków jak również potencjałem badawczym polskich placówek badawczych. Autor przedstawia rolę i zaangażowanie Petrobaltic w rozwoju nurkowania naszym kraju.

**Wojciech Stachowiak**

### **Certyfikacja środków ochrony indywidualnej stosowanych w nurkowaniu w ramach działalności Polskiego Rejestru Statków S.A.**

Polski Rejestr Statków S.A od 2004 roku jest jednostką notyfikowaną do przeprowadzania certyfikacji wyrobów w ramach Dyrektywy 89/686/EWG. W ramach tej dyrektywy PRS S.A. przeprowadza proces certyfikacji środków ochrony indywidualnej mających zastosowanie w pracach podwodnych i płetwonurkowaniu. W referacie przedstawiono zakres wykonanych prac certyfikacyjnych oraz sposób współpracy PRS S.A z Akademią Marynarki Wojennej. Pokazano również przebieg procesu certyfikacji wyrobu od producenta aż do produktu finalnego, jakim jest Świadectwo Oceny Typu WE. W referacie zostaną zaprezentowane również materiały z dotychczas przeprowadzonych badań certyfikowanych wyrobów.



Fot. 18. Mgr Sławomir Sochacki (z lewej) i mgr Wojciech Stachowiak (z prawej) podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Marek Narewski**

**Działalność Polskiego Rejestru Statków S.A.  
w zakresie certyfikacji urządzeń techniki podwodnej**

Wykonywanie prac podwodnych i związane z tym najczęściej nurkowanie jako dziedzina szczególnej działalności człowieka pod wodą wymaga złożonych technicznie urządzeń oraz szczególnych metod postępowania. Rozwój techniki oraz technologii nurkowania był okupiony szeregiem wypadków, w których często urazom i wypadkom ulegali nurkowie a czasem również personel obsługujący. W rezultacie zdobywanego doświadczenia, dążenia do unikania strat oraz przez wzrost wymagań ubezpieczycieli spowodowały opracowanie szczególnych metod sprawowania kontroli i certyfikowania urządzeń techniki podwodnej. Aktualnie różnego rodzaju przepisy i standardy obejmują prawie wszystkie aspekty związane z projektowaniem, budową, próbami oraz nadzorem tych urządzeń w eksploatacji. Polski Rejestr Statków jest zaangażowany w sprawy klasyfikacji i certyfikacji urządzeń techniki podwodnej od ponad 30 lat. W tym celu opracował i rozwija odpowiednie przepisy i standardy, które stosuje w działaniach certyfikujących urządzenia techniki podwodnej.



Fot. 18. Mgr Marek Narewski podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).



Fot. 19. Prezydium IV Sesji Referatowej, od lewej: Dr med. M. Konarski, Dr St. Skrzyński i Dr St. Poleszak (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki).

**Piotr Szymak**

### **Badania symulacyjne uproszczonego modelu matematycznego automatycznie sterowanego pojazdu podwodnego**

Wykorzystanie metod neuroewolucyjnych do sterowania pojazdem podwodnym wiąże się z przeprowadzeniem wielu czasochłonnych obliczeń. do symulowania ruchu pojazdu podwodnego stosuje się najczęściej model nieliniowy. wykorzystanie tego typu modelu związane jest z skomplikowanymi obliczeniami, co w połączeniu z czasochłonnymi obliczeniami neuroewolucyjnymi może uniemożliwić otrzymanie rozwiązania w rozsądnym czasie. dlatego też w niniejszej pracy proponuje się zastosowanie nowego modelu matematycznego automatycznie sterowanego pojazdu podwodnego. model ten jest uproszczony pod względem obliczeniowym w stosunku do klasycznego modelu nieliniowego.

**Piotr Szymak, Marcin Malec, Marcin Morawski**

### **Koncepcja rozwoju CyberRyby**

Coraz częściej systemy napędowe pojazdów podwodnych są projektowane na podstawie analizy sposobów poruszania się naturalnych mieszkańców środowiska podwodnego. w tym przypadku najczęściej naśladuje się różne rodzaju ryby, których techniki poruszania się pod wodą zostały ukształtowane w toku długotrwałego procesu ewolucji. istnieje kilka różnych przykładów tego typu pojazdów zarówno na świecie jak i w Polsce. jednym z nich jest CyberRyba, zaprojektowana na politechnice krakowskiej.

W niniejszym artykule zaprezentowano budowę i działania pojazdu podwodnego z napędem falowym nazwanego CyberRybą. następnie przedstawiono możliwe kierunki rozwoju tej konstrukcji, mające na celu przede wszystkim zwiększenie jej funkcjonalności oraz poprawę parametrów ruchu. ogólnie rzecz ujmując, planowane zmiany i udogodnienia zostały podzielone na dwie grupy. pierwszy kierunek rozwoju związany jest z wyposażeniem istniejącej konstrukcji w dodatkowe urządzenia i sensory zwiększające jej funkcjonalność w zakresie różnego rodzaju zadań podwodnej inspekcji. natomiast druga grupa działań związana jest z zapewnieniem jak największej autonomii działania CyberRyby, czyli z jej wyposażeniem w algorytmy sterowania oparte na metodach sztucznej inteligencji, pozwalające na samodzielne podejmowanie decyzji w toku realizowanej misji.



Fot. 20. Dr Piotr Szymak (od lewej) mgr Marcin Malec, mgr Marcin Morawski podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

**Grzegorz Gniwkiewicz**

**Analiza wybranych ograniczeń wynikających z danych technicznych aparatów nurkowych wykorzystywanych do przetrzutu podwodnego w morskich operacjach specjalnych używany przez wojska specjalne sił zbrojnych RP**

Od 2007 r. siły zbrojne RP wyodrębniły czwarty rodzaj wojsk: wojska specjalne. Jak w tego rodzaju wojskach na świecie tak i w Polsce w strukturach wojsk specjalnych znajdują się elementy przeznaczone do morskich działań specjalnych.

Jednym z etapów tego rodzaju działań, jest skryty przetrzut do miejsca wykonania zadania, realizowany jest on po przez trzy sposoby: nawodny, podwodny i mieszany (nawodny połączony z podwodnym). Przy wykonywaniu przetrzutu podwodnego wykorzystywane są aparaty nurkowe o otwartym, zamkniętym i półzamkniętym obiegu czynnika oddechowego. W niniejszym artykule zaprezentowano wybrane ograniczenia bojowych



Fot. 21. Mgr Grzegorz Gniwkiewicz podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

aparatury nurkowych używanych w wojskach specjalnych, wynikających z użycia wapna sodowanego jako sorbentu ditlenku węgla i zastosowania w nich czynników oddechowych zalecanych przez producenta. Artykuł opiera się na ogólnie dostępnych danych w formie pisanej jak i elektronicznej. Polega na ich analizie i porównaniu poszczególnych aparatów nurkowych produkowanych przez firmę Aqua Lung i używanych przez polskie jednostki specjalne. Ograniczenia które poddano analizie to: czas ochronnego działania poszczególnych aparatów ze względu na prawidłowe działanie pochłaniacza ditlenku węgla, oraz ilości, rodzaju i sposobu dozowania czynnika oddechowego w poszczególnych aparatach nurkowych. Bojowe aparaty nurkowe poddane analizie:

- ✓ C.O.D.E (compact oxygen diving equipment<sup>2</sup>)
- ✓ Oxy – Ng 2
- ✓ Oxy – Ng 3 frogs
- ✓ Oxymix 97
- ✓ Amphora
- ✓ Crabe

<sup>2</sup> Kompaktowy Tlenowy Aparat Nurkowy. Na podstawie Aqua Lung, C.O.D.E. Instrukcja obsługi i konserwacji, Technika Podwodna, Warszawa 2003, s. 1.

Wnioski jakie wyciągnięto z analizy to:

- ✓ wszystkie omawiane aparaty wykorzystują wapno sodowane jako absorbent CO<sub>2</sub>
- ✓ wszystkie omawiane aparaty wykorzystują czysty O<sub>2</sub> o zawartości nie mniejszej niż 99,5 % jako czynnik oddechowy
- ✓ trzy z sześciu (Oxymix 97, Amphora, Crabe) omawianych aparatów wykorzystują nitrox jako gaz oddechowy
  - jeden aparat (Oxymix 97) wykorzystuje dwa rodzaje nitroxiu jako gazu oddechowego
  - dwa aparaty (Amphora, Crabe) wykorzystują trzy rodzaje nitroxiu jako gazu oddechowego
- ✓ jeden z omawianych aparatów (Crabe) wykorzystuje trimix jako gaz oddechowy
- ✓ przełączenie na poszczególne gazy oddechowe może być dokonywane podczas nurkowania we wszystkich aparatach dwuzakresowych

Czas ochronnego działania aparatów uzależniony jest od:

- ✓ wapna granulowanego, którego działanie ochronne uzależnione jest od:
  - temperatury środowiska w jakim wykonujemy nurkowanie
  - jakości i wilgotności wapna sodowanego granulowanego
  - ilości wykonanych wydechów
- ✓ gazów oddechowych i ich parametrów:
  - czystości O<sub>2</sub> która nie powinna być mniejsza niż 99,5 %
  - ilości O<sub>2</sub>
  - ilości dawkowania nitroxiu ze względu na jego % zawartość O<sub>2</sub>
  - ilości dawkowania trimixu ze względu na jego % zawartość O<sub>2</sub>
- ✓ częstotliwości oddychania
- ✓ głębokości nurkowania

Do powyższych ograniczeń można dodać jeszcze fizjologiczne aspekty oddziaływania czystego O<sub>2</sub>, nitroxiu i trimixu na organizm nurka, czyli ograniczenia związane z głębokością i czasem ekspozycji spowodowane toksycznym działaniem O<sub>2</sub> na organizm ludzki, tj. :

- ✓ mózgową toksyczność tlenu (efekt pula berta)
- ✓ płucną toksyczność tlenu (efekt Lorraina Smitha)

Te ograniczenia zmniejszają jeszcze bardziej możliwości działania nurków na tego typu aparatach zwłaszcza jeżeli chodzi o czas nurkowania na granicznych głębokościach podawanych przez producenta aparatów. Sumując, przy planowaniu działań w których zastosujemy w/w aparaty nurkowe nie można opierać się jedynie na danych podawanych przez producenta ponieważ nie uwzględniono tam wszystkich czynników, które zmniejszają czas ochronnego działania aparatów (temp. środowiska, głębokości, ilości oddechów, ilości dawkowania nitroxiu i trimixu i toksycznego działania O<sub>2</sub>). Jednak przy wykorzystaniu prac badawczych Zakładu Technologii Nurkowania i Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej oraz dostępnych publikacji na temat toksycznego działania O<sub>2</sub> w warunkach podwyższonego ciśnienia na organizm człowieka można by wykonać algorytm postępowania przy planowaniu przerzutu podwodnego z użyciem aparatów nurkowych, w którym uwzględniono by powyższe ograniczenia. Jednak ten temat jest tak rozległy w swojej materii, że nie będzie kontynuowany w tym opracowaniu, tak jak temat ciągników podwodnych

wykorzystywanych również do przetrzutu podwodnego nurków w morskich działaniach specjalnych.

**Grzegorz Grzeczka**

### **Zastosowanie ogniw paliwowych do zasilania platform podwodnych.**

Skryte działanie jest ważnym czynnikiem podczas prowadzenia operacji podwodnych. Podstawowym warunkiem jego zapewnienia jest wykorzystanie źródła energii o wysokiej sprawności, niezależnego od powietrza i bezemisyjnej pracy. Takim źródłem może być ogniwo paliwowe, czyli urządzenie elektrochemiczne, które w bezpośrednim procesie zamienia energię chemiczną zgromadzoną w paliwie na energię elektryczną. Łączy ono w sobie cechy akumulatora i silnika spalinowego. Jest źródłem energii elektrycznej (jak akumulator) i działa w sposób nieprzerwany tak długo, jak długo dostarczane jest do niego paliwo (jak silnik spalinowy). Jednak w porównaniu z silnikiem spalinowym uzyskuje się dużo większą sprawność zamiany energii chemicznej zgromadzonej w paliwie na energię elektryczną. Analiza dostępnych technologii ogniw paliwowych wskazuje, że aktualnie największą wydajność oferują ogniwa polimerowe PEMFC (ang. *Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*, *Proton Exchange Membrane Fuel Cell*). Ta technologia jest szczególnie przydatna dla zastosowań podwodnych, odkąd oferuje największą grawimetryczność i wolumetryczność (gęstość) elektryczną spośród wszystkich ogniw paliwowych (więcej niż 700W/kg i 1100W/dm<sup>3</sup>) i działa w temp. 80°C. Zastosowanie takiego źródła energii może być alternatywą dla konwencjonalnych rozwiązań zasilania platform podwodnych.



Fot. 22. Dr Grzegorz Grzeczka (z lewej) i mgr Przemysław Sobczak podczas wykładu na konferencji NurTech 2010 (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

**Przemysław Sobczak**

### **Analiza możliwości zastosowania szkła akrylowego w nurkowych obiektach hiperbarycznych**

W referacie przedstawiono wyniki pracy dyplomowej magisterskiej pt. „Analiza zastosowania iluminatorów ze szkła akrylowego w nurkowych obiektach hiperbarycznych”. Wytyczne stawiane oknom akrylowym mają bardzo istotny wpływ na bezpieczeństwo ludzkie, a ich nieprzestrzeżenie może prowadzić do utraty zdrowia lub życia nurków. W dostępnej literaturze, Standardach oraz wydawnictwach Towarzystw Klasyfikacyjnych, brak jest informacji o zachowaniu się iluminatorów akrylowych pracujących w temperaturach poniżej 0°C. Stanowi to istotny problem z punktu

widzenia bezpieczeństwa zarówno ze strony eksploatacyjnej, jak i dopuszczenia iluminatorów do użytkowania. Sytuacja taka mogłaby zaistnieć np. w mroźne dni na okrętach ratowniczych MW, gdzie pracujący dzwon nurkowy (stojący na pokładzie), a w nim iluminatory ze szkła akrylowego, podlegałyby długotrwałej ekspozycji na ujemne temperatury, na przemian z dodatnią temperaturą w środowisku wodnym. W związku z dotychczasowym stanem wiedzy przeprowadzono badania niszczące iluminatorów w ujemnej temperaturze. Na podstawie analizy otrzymanych wyników, podjęto próbę udzielenia odpowiedzi na pytanie, czy wymagane jest skorygowanie istniejących wymagań technicznych i warunków dopuszczania iluminatorów do użytkowania w urządzeniach hiperbarycznych. Praca była realizowana na Wydziale Mechaniczno-Elektrycznym Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni pod kierunkiem kmdr dr hab. inż. Ryszarda Kłosa prof. nadzw. AMW.



Fot. 23. Dyskusja po referacie Dr St. Poleszaka na temat wypadków nurkowych (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)



Fot. 24. Zainteresowanie uczestników CyberRybą (fot. Magazyn Nurkowanie L. Trawicki)

Najwięcej emocji wśród uczestników konferencji NurTech 2010 wzbudził referat Dr Stanisława Poleszaka na temat wypadków nurkowych (Fot. 23) oraz pojazd podwodny z napędem falowym CyberRyba opracowany i zbudowany na Politechnice Krakowskiej przez mgr. Marcina Malca i mgr. Marcina Morawskiego (Fot. 24).

Konferencję NurTech 2010 Problemy Technologii Prac Podwodnych zorganizowano przy współfinansowaniu Departamentu Promocji Obronności Ministerstwa Obrony Narodowej. W skład Komitetu Naukowego Konferencji weszli:

Prof. Kazimierz Dęga,  
Prof. Tadeusz Graczyk,  
Prof. Ryszard Kłosa,



Prof. Krzysztof Kubiak,  
Dr Adam Olejnik  
Prof. Romuald Olszański,  
Dr med. Piotr Siermontowski.

Komitet organizacyjny konferencji składał się z następujących osób:

Dr Adam Olejnik,  
Dr Stanisław Poleszak,  
Dr med. Piotr Siermontowski,  
Dr Stanisław Skrzyński,  
Mgr Roman Szymański.

Sekretariat konferencji:

Pani Barbara Dudź,  
Pani Małgorzata Samborska.

