

POJAZDY PODWODNE W PRACACH NAUKOWYCH UNIwersYTETU SZCZECIŃSKIEGO - PROJEKTY

Tadeusz Graczyk

Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Katedra Oceanotechniki i Okrętów

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono rozwój i zakres prac badawczych w początkowym okresie zainteresowania techniką głębinową w Polsce w latach 80. ubiegłego wieku. Prace te przebiegały na ówczesnej Politechnice Szczecińskiej, a dotyczyły najpierw badań poziomu techniki światowej, potem budowy doświadczalnych podwodnych aparatów bezzałogowych. Zwieńczeniem prac było opracowanie projektów załogowych pojazdów głębinowych, których budowa uzależniona była od zamówień państw Bloku Wschodniego. Zmiany polityczno-ekonomiczne spowodowały zaniechanie kontynuacji prac.

Słowa kluczowe: technologia podwodna, pojazdy podwodne, załogowe pojazdy podwodne.

ARTICLE INFO

PolHypRes 2021 Vol. 76 Issue 3 pp. 21 – 34

ISSN: 1734-7009 **eISSN:** 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2021-0014

Strony: 14, rysunki: 7, tabele: 6

page www of the periodical: www.phr.net.pl

Publisher

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

Typ artykułu: przeglądowy

Termin nadesłania: 15.03.2021 r.

Termin zatwierdzenia do druku: 12.04.2021 r.



WSTĘP

Lata osiemdziesiąte ubiegłego wieku to okres zainteresowania ośrodków naukowych i przemysłowych Szczecina techniką głębinową, co wiązało się możliwościami pozyskiwania bogactw naturalnych z dna morskiego (konkrety polimetaliczne na dnie Oceanu Spokojnego) oraz zaangażowania przemysłu stoczniowego (Stocznia Szczecińska im. Adolfa Warskiego) w budowę urządzeń oceanotechnicznych dla polskiej Marynarki Wojennej i armatora radzieckiego.

Prace badawcze obejmujące badania teoretyczne, a wkrótce także budowę aparatów głębinowych, badania modelowe, poligonowe i aplikacyjne podjęto również w ówczesnym Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej (od 1991 r. – Wydział Techniki Morskiej, od 2011 r. – Wydział Techniki Morskiej i Transportu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie). Prace te zaowocowały zaprojektowaniem i budową rodziny pojazdów głębinowych oraz wyposażenia do prac pod wodą, Tabela 1.

W początkowym okresie intensywnego rozwoju wiedzy w obszarze budowy aparatów głębinowych (umownie lata 1979-1990), przypadającym na czas embarga na udostępnianie zaawansowanej zachodnioeuropejskiej i amerykańskiej techniki podwodnej, kierunki badań (realizowanych także w ośrodkach naukowych Trójmiasta) obejmowały identyfikację problemów projektowania i aplikacji pojazdów głębinowych oraz metodykę projektowania systemów głębinowych, [1,2,3,4].

Tab. 1

Pojekty systemów pojazdów głębinowych na Wydziale Techniki Morskiej.

Lp	Nazwa systemu	Nazwa pojazdu	Charakterystyka pojazdu		Okres opracowania/badań
			głębokość robocza [m] kształt/postać przeznaczenie	wymiary [mm] pędniki masa [kg]	
1*	SPG	<i>AiTS</i>	10 rurowa konstrukcja ramowa badania kontroli ruchu	1480x830x750 6 pędników 55	1979-1986 pojazd doświadczalny
2*	SPG	<i>MUNA-400</i>	400 kształt torpedy inspekcja	2500x1000x1000 8 pędników 500	1985-1990 pojazd doświadczalny
3*	SPG	<i>MUNA-6000</i>	6000 kształt torpedy inspekcja	2500x1000x1000 8 pędników	1988-1990 projekt
4	BZSPG	<i>NUR</i>	300 konstrukcja ramowa wyposażenie badawcze prace podwodne	4500x2500x2700 7 pędników 6200/7700	1986-1990 projekt podsystemy model 1:2
5	SPZ	<i>PAO-100</i>	100 cylindryczny obserwacja	1200x1200x1900 2 pędniki 970	1987 projekt
6	NPG	<i>NPG 600</i>	600 konstrukcja ramowa kula + cylinder wyposażenie badawcze i robocze	8800x3000x4400 6 pędników 27600	1989 projekt model 1:10
7	NPG	<i>NPG 600/300</i>	600/300 konstrukcja ramowa, kula + cylinder wyposażenie badawcze i robocze	7700x3300x3800/4550 6 pędników 25825/26125	1990 projekt model 1:10
8	MZSPG	<i>TUM-600</i>	600 kształt kropli obserwacja	1000x800x630 4 pędniki 82	1990 projekt

* – bez udziału autora; pozostałe systemy przy współudziale autora jako głównego projektanta.

OBSZAR I ZAKRES PRAC BADAWCZYCH W DZIEDZINIE TECHNIKI GŁĘBINOWEJ

Prace badawcze dotyczyły początkowo bezzałogowych zdalnie sterowanych pojazdów głębinowych (BZSPG), których gwałtowny rozwój na świecie nastąpił właśnie w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, tj. w okresie dynamicznego podboju światowego oceanu przez eksploatorów złóż ropy naftowej i gazu oraz innych bogactw naturalnych, a także dla zastosowań militarnych.

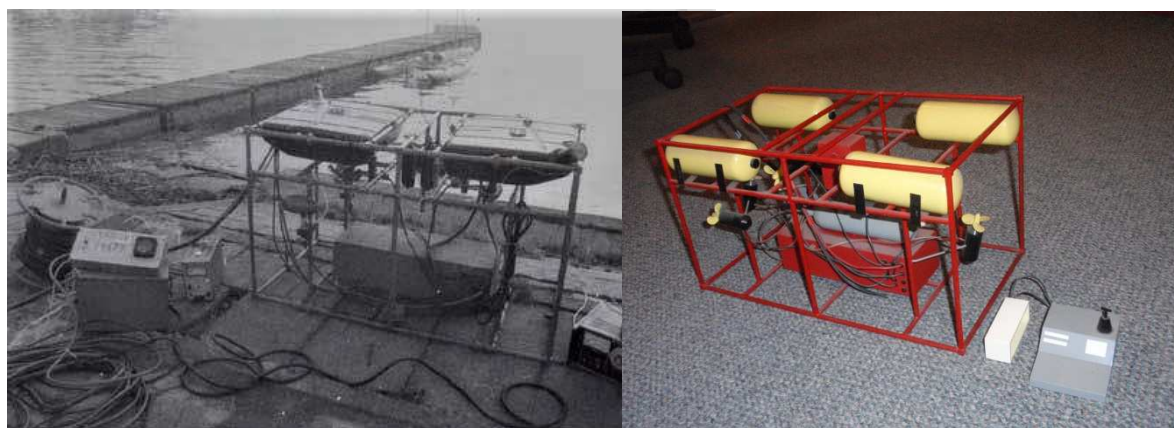
Wykonano również projekty innych typów pojazdów głębinowych i urządzeń zanurzalnych, w tym pojazdów załogowych, które zawierały elementy zadań projektowych charakterystycznych dla systemu BZSPG.

POJAZD PODWODNY AITS

Pojazd podwodny AITS to pierwszy doświadczalny zdalnie sterowany aparat zbudowany i badany w ówczesnym Instytucie Okrętowym, Fot. 1, Tabela 2, [3]. Aparat posiadał konstrukcję ramową, pięć pędników, układ stabilizacji głębokości, akumulator umieszczony w pojeździe. Budowa i badania dotyczyły dynamiki ruchu pojazdów ramowych pod wodą oraz doboru automatycznych sterowników ruchu.

Realizacja w Zakładzie Automatyki i Teorii Systemów w Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej: grant naukowo-badawczy Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki pn. „Pojazd AITS”, lata 1979-1986.

Zespół Badawczy: Andrzej Piegat, Mariusz Matejski, Władysław Skórski, Jerzy Sołdek, Piotr Wandrey.



Rys. 1 Doświadczalny pojazd podwodny AITS-1 w trakcie prób nad Jeziorem Dąbskim (1982 r.) i model pojazdu AITS-2.

Tab. 2

AITS-1 – charakterystyka techniczna.

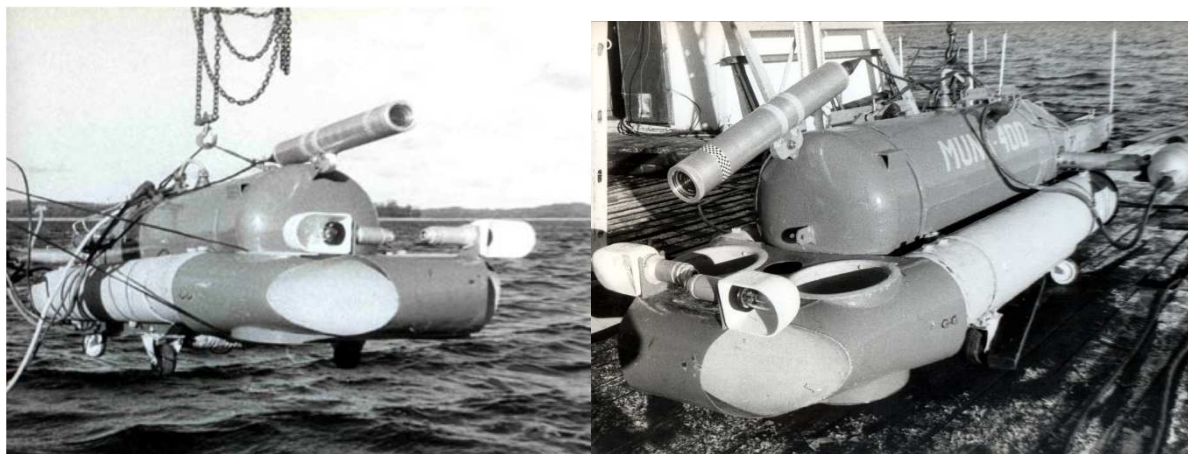
Lp	Wyszczególnienie		Opis
1	Masa	[kg]	55
2	Wymiary	[mm]	1700x900x800
3	Głębokość robocza	[m]	10
4	Pędniki - konfiguracja		2 wzdłużne, 2 poprzeczne, 2 pionowe
5	Prędkość	[m/s]	0,2 - wzdłużna, 0,15 - poprzeczna
6	Napięcie zasilania [V]		12 DC

POJAZD GŁĘBINOWY MUNA 400

Podwodny zdalnie sterowany nośnik aparatury *MUNA-400* przeznaczony był do inspekcji dna morskiego, konstrukcji oceanotechnicznych, lokalizacji uszkodzeń konstrukcji, poszukiwania obiektów i ich identyfikacji, Rys. 2, Tabela 3, [5]. Pojazd umożliwiał zdalną obserwację obiektów zlokalizowanych w toni wodnej za pomocą kamer TV i rejestrację obrazu. Wyposażony był w system automatycznej stabilizacji głębokości, wysokości nad dnem, przechyłu i przegłębienia oraz prędkości postępowej.

Realizacja w Zakładzie Automatyki i Teorii Systemów w Instytucie Okrętowym: Projekt Badawczy CPBR 9.5 Cel 26 pn. „Zdalnie sterowany nośnik aparatury do pracy na głębokości do 400 m”, lata 1985-1990.

Zespół Badawczy: Mariusz Matejski, Władysław Skórski, Andrzej Ruciński.



Rys. 2 Nośnik podwodny MUNA-400 w trakcie badań na Jeziorze Ińsko.

Tab. 3

MUNA 400 – charakterystyka techniczna.

Lp	Wyszczególnienie		Opis
1	Masa	[kg]	500
2	Wymiary	[mm]	2500x1000x1000
3	Głębokość robocza	[m]	400
4	Pędniki - konfiguracja		2 wzdłużne, 2 poprzeczne, 4 pionowe
6	Prędkość	[m/s]	3 - wzdłużna, 1 - poprzeczna i pionowa
7	Zapotrzebowanie mocy	[kW]	5

PODWODNY NOŚNIK APARATURY *MUNA 6000*

W związku z planowaną eksploatacją złóż konkrecji polimetalicznych z dna Oceanu Spokojnego przez konsorcjum InterOceanmetal podjęto w roku 1988 decyzję o adaptacji będącego w trakcie prób funkcjonalnych nośnika podwodnego *MUNA-400* do pracy na głębokości do 6000 m.

System wyposażony był w garaż pełniący funkcję obciążnika kabloliny ciężkiej, stacji pośredniej systemów zasilania i transmisji sygnałów oraz pojemnika dla nośnika podwodnego podczas jego opuszczania, podnoszenia i holowania w toni wodnej. Pojazd połączony był z garażem kabloliną lekką. Wyposażony był w system trzymający, system awaryjnego podnoszenia, ręczny i automatyczny system sterowania ruchem, system stabilizacji głębokości, przechyłów i przegłębień. W systemie obserwacji telewizyjnej zastosowano trzy kamery monochromatyczne, umożliwiające obserwację z odległości 4-6 m oraz 8 reflektorów. Dwa układy obserwacji umieszczono w nośniku *MUNA-6000*, a jeden na garażu.

Realizacja w Zakładzie Automatyki i Teorii Systemów w Instytucie Okrętowym, lata 1988-1990. Projekt zamknięto po zmianach partnerskich w konsorcjum InterOceanmetal.

Zespół Badawczy: Władysław Skórski, Lech Tołkacz.

NOŚNIK URZĄDZEŃ ROBOCZYCH *NUR*

Nośnik urządzeń roboczych *NUR* przeznaczony był do wspierania prac głębinowych prowadzonych przez nurków oraz do zadań bez ich udziału, m. in. inspekcji, poszukiwań, transportu elementów, prostych prac podwodnych, [6]. W zadaniach samodzielnych pojazd mógł być stosowany jako uniwersalne narzędzie inspekcyjne przestrzeni wodnej, dna i konstrukcji podwodnych. Pojazd jako podwodny warsztat dla nurka był wyposażony w zestaw narzędzi hydraulicznych, [7], w skład którego wchodziły: wciągarka, rozpieracz, ściągacz, klucz, szlifierka, wiertarka, przecinaki do lin i kabli oraz platforma-siedzisko dla nurka na hydraulicznym wysięgniku, a także opcjonalnie moduł spawalniczy, ultradźwiękowy defektoskop i eżektor do wypłukiwania gruntu, Rys. 3, Tabela 4.

Efektom prac badawczych był projekt techniczny pojazdu i projekt roboczy większości urządzeń oraz budowa znacznej części podsystemów pojazdu, Fot. 4, tj.: stalowej nośnej ramy konstrukcyjnej, testowanej następnie w Laboratorium Zakładu Konstrukcji i Mechaniki Okrętów Politechniki Szczecińskiej, zestawu silników elektrycznych dla elektrohydraulicznego systemu napędowego, reflektorów, oświetlenia, monochromatycznej kamery telewizyjnej, windy transportowej, zestawu narzędzi hydraulicznych (prototypy większości narzędzi oraz 4 komplety użytkowe dla armatora z ZSRR).

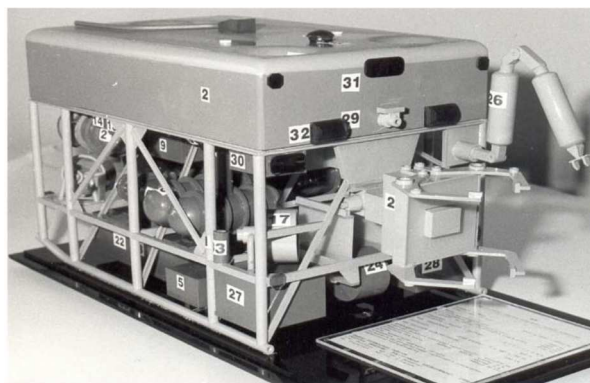
Charakterystyka techniczna nośnika urządzeń roboczych NUR.

Lp	Wyszczególnienie		Opis
1	Masa	[kg]	6200
2	Wymiary	[mm]	4500x2500x2700
3	Wysokość metacentryczna	[mm]	500
3	Głębokość robocza	[m]	300
4	Prędkość – kierunek	[m/sek]	1,5 – wzdłużna, 1,0 – poprzeczna i pionowa
5	Konstrukcja nośna		prostokątna rama stalowa
6	Pędniki, konfiguracja		7 pędników hydraulicznych, każdy o mocy 15 kW 4 skośne w płaszczyźnie poziomej, 3 pionowe
7	Zasilanie		3*380 V, 50 Hz
8	Wyposażenie		kamera telewizyjna, reflektory, sonar chwytak – rozwarcie 400÷1400 mm winda – udźwig 300 N manipulator 6-cio funkcyjny – udźwig 600 N, zasięg 2 m, platforma dla nurków – zasięg 5 m moduł spawalniczy zestaw narzędzi hydraulicznych ultradźwiękowy defektoskop eżektor do wypłukiwania gruntu

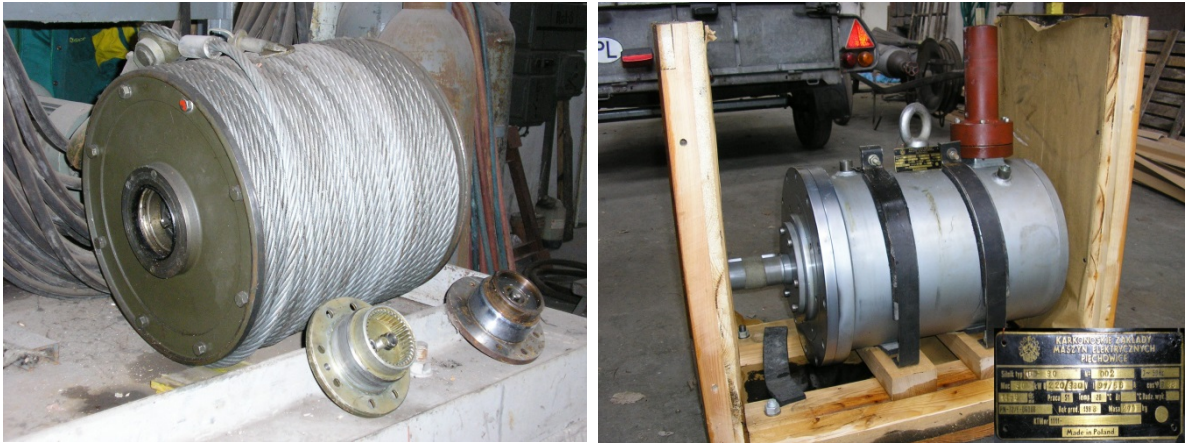
Zbudowano także model pojazdu w skali 1:2, Fot. 3, który poddano badaniom w Ośrodku Hydromechaniki Okrętu w Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku w celu wyznaczenia charakterystyk oporowych i statecznościowych pojazdu.

Realizacja w Zakładzie Technologii Okrętów w Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej: Projekt Badawczy CPBR 9.5 Cel 23 pn. „Nośnik (typu David) narzędzi/urządzeń technologicznych do prac pod wodą”, lata 1986-1990.

Zespół Badawczy: Tadeusz Graczyk, Leszek Bednarski, Jan Dutkiewicz, Tadeusz Jastrzębski, Andrzej Kaczmarek, Stefan Kępski, Mirosław Małecki, Krzysztof Piotrowski, Eugeniusz Skrzykowski, Henryk Szymański, Włodzimierz Wnuk.



Rys. 3 Nośnik urządzeń roboczych NUR – model w skali 1:2 dla badań oporowych oraz model pojazdu w skali 1:10 prezentujący rozmieszczenie wyposażenia.



Rys. 4 Nośnik urządzeń roboczych *NUR* podzespoły: winda i silnik elektryczny układu napędowego.

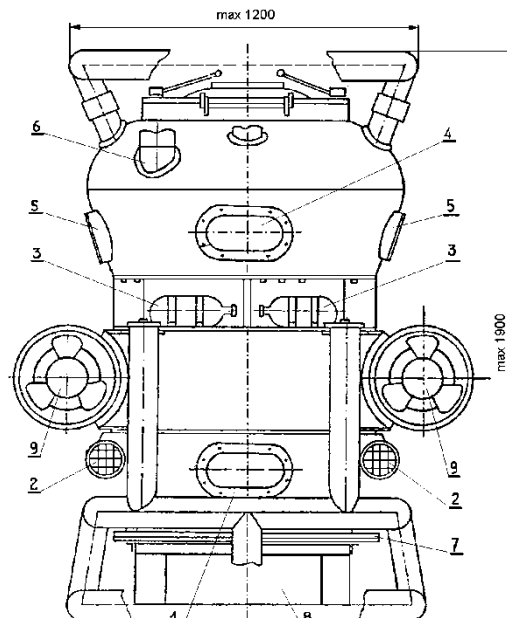
Na skutek braku dalszego finansowania prace projektowe i budowa zostały przerwane w 1990 r., jednakże zbudowane podzespoły i urządzenia znalazły zastosowanie w prowadzonych później pracach badawczych, a także wykorzystywane były podczas usługowych prac nurkowych pod wodą. Realizacja projektu przyczyniła się również do identyfikacji problemów projektowania, budowy i aplikacji pojazdów głębinowych. Wiedza ta umożliwiła podjęcie przez zespół badawczy dalszych śmiałych zadań w zakresie projektowania bezzałogowych i załogowych pojazdów głębinowych.

PODWODNY APARAT OBSERWACYJNY *PAO-100*

Projekt podwodnego aparatu obserwacyjnego *PAO-100*, Rys. 5, zakładał pobyt obserwatora na głębokości 100 m, [8]. Jakkolwiek jest to obiekt załogowy, to zagadnienia teoretyczne dotyczące pływalności, stateczności, wytrzymałości konstrukcji, sterowania ruchem są charakterystyczne dla pojazdów głębinowych w ogólności, także dla BZSPG, co umożliwiło wykorzystanie w tym projekcie doświadczeń zdobytych przy projektowaniu system pojazdu *NUR*. Jednocześnie badania dotyczące systemu podtrzymania życia w aparacie pozwoliły na podjęcie następnych zadań, jakimi były bardziej zaawansowane projekty nurkowych pojazdów głębinowych *NPG*.

Realizacja w Zakładzie Technologii Okrętów w Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej, rok 1987.

Zespół Badawczy: Leszek Bednarski, Tadeusz Graczyk, Marian Kukliński, Krzysztof Piotrowski.



Podwodny Aparat Obserwacyjny *PAO-100*. Widok z przodu.
Obłoczenie oznaczeń: 1 - iluminator lub miejsce sterowania manipulatorów, 2 - reflektor, 3 - butla instalacji gazowej, 4 - iluminator główny 150/300mm, 5 - iluminator burlowy \varnothing 150, 6 - zespół bei sygnalizacyjnej, 7 - płyta dolna, 8 - zespół akumulatorów, 9 - pędzik.

Fig. 5 Podwodny aparat obserwacyjny *PAO-100*, widok z przodu.

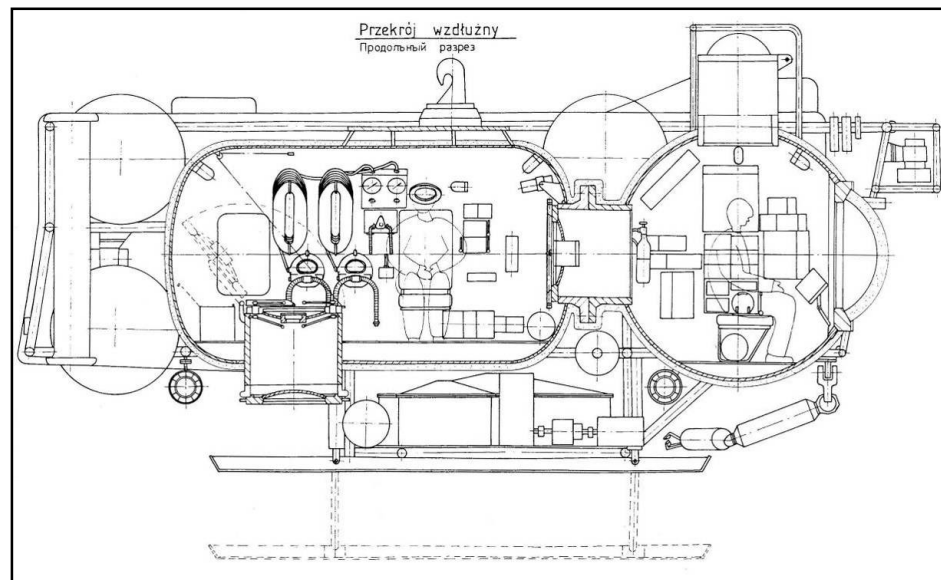
NURKOWE POJAZDY GŁĘBINOWE *NPG-600* i *NPG-600/300*

Na gruncie współpracy ze Stoczną Szczecińską oraz doświadczeń w budowie komór hiperbarycznych opracowano dwa projekty nurkowego pojazdu głębinowego przeznaczonego do transportu nurków, wykonywania przez nich prac i ich nadzorowania w toni wodnej, [9]. Załogę pojazdów stanowiło dwóch pilotów-operatorów w przedziale dowodzenia i trzech nurków w przedziale roboczym. Możliwe były też zadania obserwacyjne przeprowadzane przez pilotów z kabiny nawigacyjnej, bez udziału nurków. Dla celów obserwacyjnych oraz penetrowania trudno dostępnych i niebezpiecznych przestrzeni pojazd *NPG* wyposażony był w miniaturowy pojazd obserwacyjny *TUM*, którego projekt omówiono poniżej.

Projekt *NPG-600* wykonany był w zakresie koncepcyjno-ofertowym. Obejmował cztery wersje pojazdu składającego się z dwóch przedziałów hiperbarycznych w kształcie kuli lub kuli i cylindra, wykonanych ze stali o podwyższonej wytrzymałości.

Projekt *NPG-600/300* wykonany był na poziomie ofertowym. Prezentował pojazd zawierający dwa przedziały – sferyczny dla pilotów i cylindryczny dla nurków – wykonane opcjonalnie ze stali o podwyższonej wytrzymałości lub tytanu.

Projekty realizowane były w zespole pracowników Zakładu Technologii Okrętów i Stoczni Szczecińskiej im. A. Warskiego, Rys. 6, Tabela 5. Autor pełnił funkcje głównego projektanta w zakresie koordynacji prac, opracowania konfiguracji pojazdu, obliczeń ogólnoprojektowych, a także obliczeń szczegółowych dotyczących zrównoważenia pojazdu, właściwości oporowych i manewrowych, prognozy charakterystyk napędowych pędników pojazdu. Opracował także program badań modelowych pojazdu w Ośrodku Hydromechaniki Okrętu w Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku dla modelu pojazdu, Fot. 7.



Rys. 6 Nurkowy pojazd głębinowy *NPG-600/300* – przekrój w płaszczyźnie symetrii przez przedział nurkowy i przedział dowodzenia.

Charakterystyki techniczne pojazdów NPG-300 i NPG-600/300.

Lp	Wyszczególnienie	NPG-600	NPG-600/300
1	Masa [kg]	27600	25825 albo 26125
2	Wymiary [mm]	8800x3000x4400	7700x3300x3800/4550
3	Wysokość metacentryczna [mm]	400	300
4	Głębokość robocza [m]	600	600/300
5	Prędkość marszowa [m/sek]	1,4 - w wynurzeniu, 1,2 - w zanurzeniu	
6	Konstrukcja nośna	prostokątnościenna rama stalowa	
7	Przedziały załogowe	kula + walczak stal PW	kula + walczak tytan albo stal PW
8	Pędniki, konfiguracja	6 pędników śrubowych w dyszy silniki elektryczne prądu stałego każdy o mocy 15 kW, po dwa wzdłużne, poprzeczne i pionowe	
9	Zasilanie	elektrohydrauliczny system napędowy 110 V, 16 MPa 2 silniki elektryczne prądu stałego 9,5 kW każdy	
10	Wyposażenie	2 kamery TV, 2 kamery foto, reflektory, 6cio funkcyjny manipulator - udźwig 500 N, zasięg 1150 mm, manipulator-uchwyt 10 kN, 1600 mm, zestaw narzędzi hydraulicznych, aparatura pomiarowo-kontrolna, aparat miniaturowy - nośnik kamery TV	
9	Zasięg [m]	5200	7000
Z	Autonomiczność [h]	10	10

Realizacja w Zakładzie Technologii Okrętów w Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej: Projekt Badawczy CPBR 9.2 Zadanie 27.09.01 pn. „Autonomiczny pojazd podwodny z wyjściem nurków”, lata 1989-1990.

Zespół Badawczy: Tadeusz Graczyk, Leszek Bednarski, Jerzy Grześkowiak, Marian Kukliński, Jerzy Minkowski, Eugeniusz Skrzymowski.



Rys. 7 Model nurkowego pojazdu głębinowego NPG 600/300 w skali 1:10.

TRANSPORTER URZĄDZEŃ MONITORUJĄCYCH TUM-600

We współpracy Zakładu Technologii Okrętów z Przedsiębiorstwem Projektowo-Usługowym "SUBMAR" w Gdyni, skupiającym m.in. specjalistów z Akademii Marynarki Wojennej, powstał projekt miniaturowego pojazdu obserwacyjnego, zwanego transporterem urządzeń monitorujących TUM-600, Rys. 8, Tabela 6. Przeznaczeniem pojazdu było zastosowanie go jako narzędzia obserwacyjnego dla nurków i pilotów pojazdów głębinowych NPG w celu zdalnego penetrowania wraków i innych trudno dostępnych bądź niebezpiecznych obiektów.

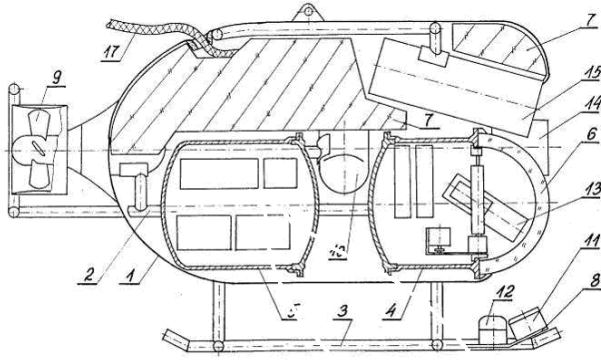
Realizacja w Zakładzie Technologii Okrętów w Instytucie Okrętowym Politechniki Szczecińskiej, rok 1990.

Zespół Badawczy: Tadeusz Graczyk, Leszek Bednarski, Bartłomiej Jakus, Eugeniusz Skrzymowski, Antoni Wiliński, Ryszard Wróbel.

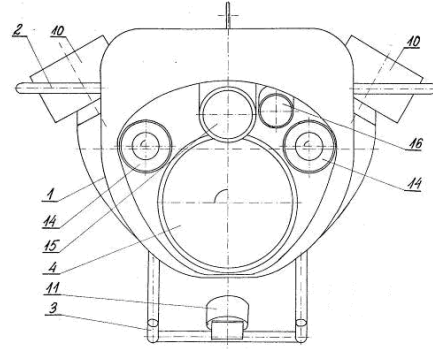
Tab. 6

Charakterystyka techniczna pojazdu TUM-600.

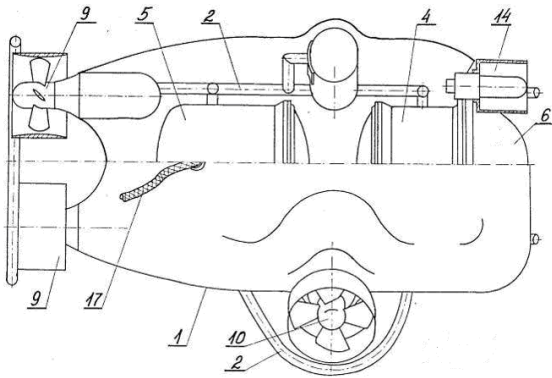
Lp	Wyszczególnienie		Opis
1	Masa	[kg]	82
2	Wymiary	[mm]	1000x800x630 mm
3	Głębokość robocza	[m]	600
3	Wysokość metacentryczna	[mm]	40
4	Prędkość	[m/sek]	1,5
5	Kształt kadłuba, konstrukcja	kształt kropli, szkielet – rury aluminiowe, pojemniki ciśnieniowe – stal, pływaki – piana syntaktyczna	
6	Pędniki, konfiguracja	2 wzdłużne, 2 skośne w płaszczyźnie poprzecznej	
7	Zasilanie	220 V/50Hz	
8	Wyposażenie	kamera TV monochromatyczna z pionowym mechanizmem uchylnym, 2 reflektory, aparat fotograficzny i lampa błyskowa, kompas, głębokościomierz	



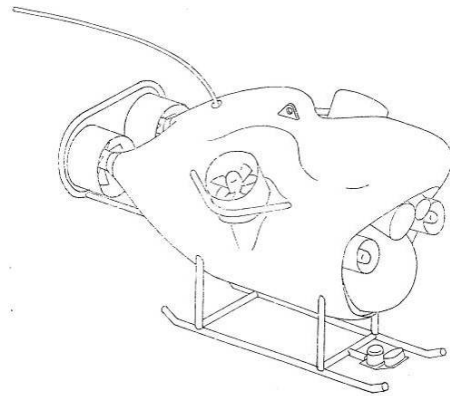
Przekrój w płaszczyźnie symetrii



Widok z przodu



Widok z góry



Widok ogólny

- | | | |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 2 - rama nośna | 8 - wspornik | 14 - reflektor |
| 3 - płoza | 9 - pędnik wzdłużny | 15 - kamera foto |
| 4 - pojemnik kamery tv | 10 - pędnik skośny | 16 - lampa błyskowa |
| 5 - pojemnik zasilacza | 11 - głębokościomierz | 17 - kablolina |
| 6 - okno akrylowe | 12 - kompas | |

Rys. 8 Transporter urządzeń monitorujących TUM-600.

PODSUMOWANIE

Pierwszy okres prac badawczych w dziedzinie techniki głębinowej umożliwił rozpoznanie problemów teoretycznych i technicznych dotyczących pojazdów głębinowych.

Zbudowano doświadczalny aparat podwodny *AiTS* i rozpoznano problemy zdalnego sterowania. Zaprojektowano i zbudowano pojazd *MUNA* rozwiązując problemy techniczne związane z zapewnieniem szczelności aparatu pod wysokim ciśnieniem, problemy zaopatrzenia energetycznego, komunikacji i sterowania. Zaprojektowano pojazd *NUR* do współpracy z nurkiem, opracowano i zbudowano prototypy istotnych elementów wyposażenia pojazdu.

Podjęto też prace projektowe nad pojazdami załogowymi *PAO* i *NPG*, które mogłyby się znaleźć w ofercie Stoczni Szczecińskiej, w której budowano już inne obiekty wysokociśnieniowe, a mianowicie komory hiperbaryczne dla nurków [10]. System podtrzymania życia w pojazdach stanowił ważniejszy element systemu. Na tym polu zawiązała się bliska współpraca Uczelni i Stoczni.

Wprawdzie prace nad pojazdami załogowymi nie wyszły poza etap projektowy, to wiedza i doświadczenie zdobyte w trakcie projektowania wykorzystane zostały podczas budowy innych systemów głębinowych i ich eksploatacji, także z udziałem nurków.

Dalsze prace badawcze nad pojazdami głębinowymi, obejmujące projektowanie, budowę i aplikację systemów pojazdów bezzałogowych, będą tematem osobnego opracowania pt. „Pojazdy głębinowe w pracach badawczych uczelni szczecińskich – systemy i aplikacje”.

LITERATURA

1. Graczyk T.: Optymalizacja dystrybucji mocy w układzie ruchowym bezzałogowego pojazdu głębinowego, rozprawa doktorska, promotor dr hab. inż. Anon Wiliński, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia, 1992, s. 267.
2. Jastrzębski T.: Wybrane problemy teorii projektowania morskich konstrukcji pływających, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 1994.
3. Piegat A.: *Bewegungsverhalten und automatische Kursteuerung von unbemannten Unterwasserfahrzeugen mit offener Rahmenkonstruktion*, Wilhelm-Pieck Universität, Rostock, 1988.
4. Skrzymowski E.: Oceanotechnika i jej rozwój na Pomorzu Zachodnim, Budownictwo Okrętowe, nr 5/1989, s. 4-5.
5. Orłowska A., Skórski W., Matejski M.: Zdalnie sterowany nośnik aparatury do pracy na głębokości do 400 m. V Konferencja "Projektowanie i Budowa Obiektów Oceanotechniki", Komisja Oceanotechniki Sekcji Okrętowców ZG SIMP, Instytut Okrętowy Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 12-13.10.1989 r., s. 212-218.
6. Graczyk T.: *Remotely operated vehicle NUR as a sophisticated equipment for ships supporting offshore industry*, proc. of the International Ship Technique Symposium, Wilhelm Pieck University of Rostock, 3-6 October 1989, vol. 4, pp. 381-387.
7. Piotrowski K.: Badania metod realizacji wybranych operacji technologicznych związanych z wykorzystaniem zmechanizowanych narzędzi ręcznych w eksploatacji urządzeń offshore, rozprawa doktorska, promotor prof. dr hab. inż. Leszek Pacholski, Politechnika Poznańska, 1991.
8. Bednarski L.: Charakterystyka podwodnego aparatu obserwacyjnego PAO-100, Konferencja "Ergonomia w gospodarce morskiej", Sesja Naukowa "Ergonomiczne Problemy Technologii Prac podwodnych", Instytut Okrętowy Politechniki Szczecińskiej, SIMP, PTE, MOSZ, ODOK, Szczecin, 21-22.04.1988, s. 67-85.
9. Bednarski L., Graczyk T.: Diver lock-out submersible of *NPG-600* type destined for deep ocean penetration, proc. of the 5th International Congress on Marine Technology Athens '90, The Hellenic Institute of Marine Technology, Athens, 28-31 May 1990, pp. 196-198.
10. Skrzymowski E.: Stocznia Szczecińska im. A.Warskiego – producent i dostawca urządzeń i wyposażenia oceanotechnicznego, Konferencja Krajów RWPG, Suzdal, ZSRR, 27.11-2.12.1988.

dr hab. inż. Tadeusz Graczyk, prof. nadzw.
Akademia Morska w Szczecinie
Wydział Nawigacyjny
Katedra Oceanotechniki i Budowy Okrętów
ORCID 0000-0001-7136-0773