

## **PROTOTYP BEZZAŁOGOWEGO SYSTEMU MORSKIEGO „NEOGOBIOUS-1”**

Chrabaszcz P., Olejnik A., Szumacher K.

Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Mechaniczno-Elektryczny w Gdyni

### **STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono konstrukcję bezzałogowego systemu morskiego Neogobius-1 opracowanego i zbudowanego w Akademii Marynarki Wojennej. Jest to powierzchniowa zdalnie sterowana łódź przeznaczona do realizacji zadań operacyjno-rozpoznawczych. W materiale przedstawiono także wyniki wstępnych badań funkcjonalnych systemu wskazujących na osiągnięcie VII poziomu gotowości technologicznej. System Neogobius-1 w 2021 roku zajął pierwsze miejsce w konkursie Ministra Obrony Narodowej na opracowanie i zbudowanie bezzałogowego systemu powietrznego/morskiego w kategorii operacyjno-rozpoznawczej. Obecnie system jest wykorzystywany przez studentów Wydziału Mechaniczno-Elektrycznego Akademii Marynarki Wojennej do rozwoju umiejętności praktycznych i ugruntowania wiedzy teoretycznej.

**Słowa kluczowe:** inżynieria morska, inżynieria mechaniczna, automatyka i robotyka, bezzałogowe statki morskie.

---

### **ARTICLE INFO**

---

PolHypRes 2022 Vol. 78 Issue 1 pp. 43 – 50

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

**DOI:** 10.2478/phr-2022-0003

Strony: 8, rysunki: 5, tabele: 0

**page www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

#### **Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

**Typ artykułu:** oryginalny

**Termin nadesłania:** 13.06.2021 r.

**Termin zatwierdzenia do druku:** 14.09.2021 r.



## WSTĘP

Bezzałogowe statki morskie należą obecnie do najbardziej żywołowego nurtu rozwoju techniki wykorzystywanej przez człowieka w środowisku wodnym. Perspektywa ostatnich dziesięciu lat pokazuje wyraźnie, że coraz większego znaczenia będzie nabierał podział sił morskich według określonych, funkcjonalnych, zestawów sił o połączonym charakterze wyposażonych dość szeroko w autonomiczne lub zdalnie sterowane środki techniczne. Co oznacza, że wielomodalne systemy obserwacji nawodnej i podwodnej będą w przyszłości wykorzystywane do obrony baz morskich i portów oraz szlaków komunikacyjnych [1]. Jest to podejście rekomendowane przez Departament Marynarki Wojennej USA od prawie 20 lat [2,3].

Należy zwrócić uwagę na fakt, że powszechnie stosowane w nazewnictwie bezzałogowych obiektów oceanotechnicznych określenie „dron” jest niewłaściwe. Ogromne znaczenie odgrywają tu media, gdzie powyższy termin zrobił zawrotną karierę, używany głównie jako synonim nowoczesności, a w odniesieniu do systemów morskich stoi on w przeciwieństwie do, po pierwsze tradycji, a po drugie do normy językowej oraz do aktualnej wiedzy. Przy tworzeniu nowej terminologii technicznej obowiązują szczególnie zasady dotyczące nazewnictwa, jedna z nich to zasada jednoznaczności, która mówi, że jednemu pojęciu odpowiada tylko jedna nazwa [4]. W piśmarstwie naukowym należy unikać wieloznaczności, ponieważ pojęciom technicznym odpowiadają określone nazwy techniczne [5]. Z czego wynika prosty wniosek, że statku powietrznego i statku morskiego nie należy określać tym samym mianem. Nazwa dron została przyporządkowana w terminologii technicznej do bezzałogowego statku latającego [6,7]. Tradycyjnie bezzałogowe statki morskie, których konstrukcja i zasada działania wywodzi się z okrętownictwa są określane właśnie jako statki lub pojazdy, co wynika z tłumaczenia ich angielskich akronimów i okrętowego rodowodu. Ponadto patrząc z gruntu teorii obiektów pływających, nazwa dron łącząca statek latający ze statkiem pływającym jest niejednoznaczna i myląca, ponieważ statek latający nie posiada środka wyporu, nie ma więc metacentrum. Próba wybrnięcia z tej sytuacji za pomocą dookreślenia „dron podwodny” lub „dron nawodny” jest karkołomna, gdyż oznaczałoby to, albo bezzałogowy statek latający pod wodą albo bezzałogowy statek latający po wodzie.

Z powyższych powodów nazywanie szeroko rozumianej rodziny bezzałogowych statków morskich mianem „dron” jest rażącym błędem metodologicznym.

Biorąc pod uwagę wspomnianą powyżej rekomendację Departamentu Marynarki Wojennej USA oraz własne obserwacje i potrzeby rozwojowe polskiej floty, w Akademii Marynarki Wojennej od szeregu lat prowadzone są różnego rodzaju prace badawcze nad skonstruowaniem bezzałogowych statków morskich, przykładowo takich jak bezzałogowa autonomiczna łódź powierzchniowa o nazwie „Edredon” [8]. Jednym z najnowszych przejawów tej działalności jest budowa prototypu wielozadaniowej bezzałogowej łodzi powierzchniowej o bardzo specyficznych właściwościach i funkcjach celu, która może znaleźć różne zastosowania, od militarnych do badawczo-naukowych, co tylko potwierdza tezę, że jest to technika podwójnego przeznaczenia. Z założenia pojazd o roboczej nazwie *Neogobius*<sup>1</sup> to dwukadłubowa platforma pływająca z charakterystycznym wymiennym masztem przeznaczonym do instalacji różnego rodzaju sensorów oraz kilem balastowym. Pojazd zbudowano na Wydziale Mechaniczno-Elektrycznym Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni.

## KONSTRUKCJA SYSTEMU NEOGOBIUS-1

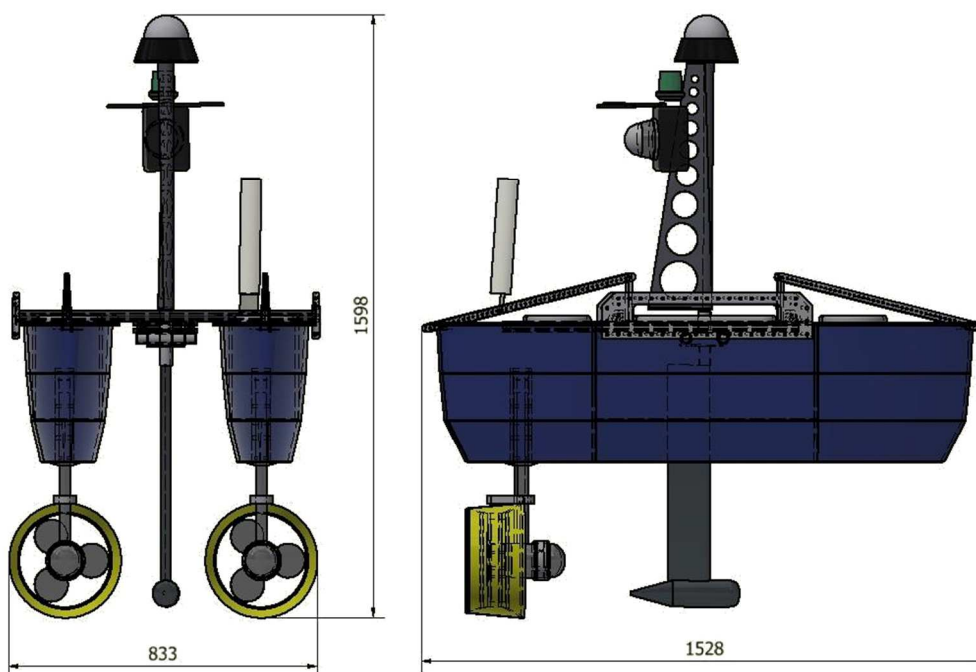
Bezzałogowy System Morski Neogobius-1 składa się z trzech zasadniczych komponentów (Rys. 1):

- łodzi powierzchniowej, której konstrukcję nośną stanowią dwa niezależne szczelne kadłuby wykonane ze zbrojonego laminatu,
- podsystemu zarządzania BSM - stanowiska do zdalnego zarządzania pracą łodzi podczas eksploatacji zawierającego moduł sterowania i obserwacji wizyjnej,
- urządzenia do transportu i przechowywania.

Kadłuby jednostki pływającej, o całkowitej długości między pionami 1528 mm, zostały wykonane z laminatu poliestrowo-szklanego o grubości do 7,5 mm z wylaminowaną siatką ekranującą w celu minimalizacji pól fizycznych. Wolne przestrzenie wypełniono pianką poliuretanową o zamkniętych porach w celu zwiększenia niezatapialności jednostki. Kadłuby są odseparowane od siebie i szczelnie zamknięte, co ma przeciwdziałać ewentualnemu zalaniu wyposażenia umieszczonego w środku (Rys. 2). Szerokość dwóch kadłubów połączonych stelażem montażowym wynosi 833 mm. Całkowita wyporność wynosi 95 kg. Na pokładzie jednostki zamontowano komputer pokładowy z oprogramowaniem, odbiornikiem GPS GSM, aparaturą zdalnego sterowania oraz cztery kamery – dwie kamery sterowane typu FPV, jedną kamerę szybkoobrotową i kamerę pomocniczą z systemami transmisji analogowej oraz cyfrowej. Wszystkie elementy elektroniczne zabudowano w szczelnych oddzielnych pojemnikach z wymuszonym chłodzeniem.



Rys. 1 Bezzałogowy system morski Neogobius.



Rys. 2 Wymiary główne systemu Neogobius.

Jednostkę wyposażono w lampę nawigacyjną, niezależny lokalizator GPS, tyfon, wyłącznik awaryjny, zabezpieczenia oraz oprogramowanie trybu fail-safe – zaprogramowane działanie na wypadek utraty łączności ze stanowiskiem zdalnego sterowania i kontroli. Układ napędowy jednostki pływającej stanowią dwa silniki bezszczotkowe prądu stałego sprzężone mechanicznie z trzyłopatkowym pędnikiem śrubowym o średnicy 240 mm umieszczone w obrotowych dyszach korta. Na pokładzie jednostki zamontowano cztery akumulatory litowo-żelazowo-fosforanowe z wbudowanym układem zabezpieczającym przed skutkami nierównomiernego ładowania, przeładowania, nadmiernego rozładowania lub przegrzania, sprzężone z blokiem super kondensatorów wspomagających stany dynamiczne zasilania. Dwa akumulatory są przeznaczone do zasilania elektroniki łodzi, a dwa do zasilania układu napędowego.

Stanowisko zdalnej kontroli i sterowania składa się z trzech zasadniczych komponentów umieszczonych w dwóch mobilnych zasobnikach. Największym komponentem stanowiska jest zasobnik wyposażony w system łączności z układem wizyjnym (cyfrowej oraz analogowej) jednostki. Zaimplementowano w nim układ sterowania kamerą obrotową oraz rejestrator umożliwiający gromadzenie i post-procesing danych wizyjnych z kamer cyfrowych. Wbudowane źródło energii umożliwia do 15 godzin pracy dla wszystkich podłączonych komponentów stanowiska. Wyposażono go w instalację pozwalającą na bezprzewodowe korzystanie z zasobów sieci internetowej w obrębie stanowiska. Drugi zasobnik wyposażony jest w aparaturę pozwalającą na ręczne sterowanie bezzałogową łodzią morską. Zawiera układ podglądu wizji z kamer FPV wykorzystywanych do prowadzenia nawigacji. Wbudowany akumulator umożliwia pracę w przypadku nie podłączenia do

zasobnika pierwszego. Trzeci niezależny komponent stanowi komputer służący do planowania przebiegu misji. Wyposażony jest w moduł telemetryczny, który umożliwia wysyłanie zadań do komputera pokładowego bezzałogowej łodzi morskiej (nawet do 15 km) oraz odbieranie parametrów dotyczących stanu jednostki, takich jak: położenie geograficzne, prędkość, parametry źródła zasilania, przechyły. Konstrukcja stanowiska zdalnej kontroli umożliwia dwuosobowemu personelowi przygotowanie go do pracy w ciągu dwóch minut. Stanowisko to może działać niezależnie zasilane z wbudowanych akumulatorów lub może być zasilane z sieci elektroenergetycznej.

Do przewożenia, wodowania i przechowywania systemu zaprojektowano specjalnej konstrukcji transporter przedstawiony na Rys. 3. Transporter pozwala na różne warianty wodowania i podjęcia łodzi z wody. Za jego pomocą można slipować łódź (wtoczenie po rampie), wykorzystać żurawik do opuszczenia lub podniesienia łodzi z pokładu jednostki lub nabrzeża. W ostateczności można go przenieść do wody ręcznie, do czego wymaganych jest czterech ludzi obsługi. Całkowita masa systemu Neogobius z uwzględnieniem wszystkich komponentów wynosi 150 kg.

### WSTĘPNE BADANIA FUNKCJONALNE SYSTEMU

Badania omawianego systemu zaplanowano w warunkach zbliżonych do warunków rzeczywistych, w akwenu portowym i na redzie portu Gdynia. Zanim zrealizowano badania w wodach morskich, pierwsze sprawdzenie wykonano na akwenu śródlądowym (Rys. 4). Celem badań było sprawdzenie konstrukcji oraz weryfikacja współdziałania elementów systemu, a także określenie niektórych parametrów eksploatacyjnych.



Rys. 3 System Neogobius w wariantcie transportowym.



Rys. 4 System Neogobius podczas wstępnych badań funkcjonalnych w akwenu śródlądowym.

Testy w środowisku wodnym wykazały, że siła ciągu dwuśrubowego układu napędowego wynosi łącznie 55 kg. Ponadto okazało się, że założenie usytuowania dość głęboko pędników śrubowych sprawdza się podczas pływania na fali. Śruby nie zasysają powietrza przy dynamicznych manewrach oraz na fali, a obrotowe dysze korta zapewniają dużą manewrowość jednostki. Ponadto, stwierdzono, że łódź ma spory zapas mocy umożliwiający holowanie obiektów wielokrotnie od niej cięższych. Maksymalna prędkość pozioma wynosiła 4 kn. Zapas energetyczny zgromadzony w akumulatorach na łodzi pozwala na pływanie z prędkością ok. 3 kn w czasie do 4 godzin, a z prędkościami do 2 kn w czasie do 10 godzin. Natomiast akumulatory zasilające stanowisko zdalnego sterowania i kontroli pozwalają na 15 godzin niezależnej pracy stanowiska. Ponadto stwierdzono, że wymagane jest zamontowanie układu stabilizacji kamer obserwacyjnych, programowo lub mechanicznie. Zauważono także, że konstrukcję należy wyposażyć w dźwiękowy system antykolizyjny sygnalizujący zbliżanie się do przeszkody, albo zamontować stereoskopowy układ kamer dla operatora, który wtedy mógłby samodzielnie określać odległość od przeszkód.

Wstępne badania funkcjonalne systemu Neogobius wykazały poprawne współdziałanie mechanizmów i komponentów systemu oraz pozwoliły na zdefiniowanie podstawowych parametrów eksploatacyjnych. Wskazały też potencjalne kierunki rozwoju tego urządzenia, np. w zakresie kamer obserwacyjnych i systemu antykolizyjnego. Badania pokazały też, że niecelowe jest dalsze dążenie do miniaturyzacji konstrukcji, ponieważ ograniczyłoby to jej dzielność morską.

## PODSUMOWANIE

W materiale opisano konstrukcję bezzałogowego systemu morskiego Neogobius oraz przedstawiono wyniki wstępnych badań funkcjonalnych tego urządzenia. Wyniki badań potwierdziły, że opracowana konstrukcja sprawdza się w warunkach operacyjnych w zakresie wód przybrzeżnych i śródlądowych, dokonano więc demonstracji prototypu technologii, a zatem osiągnięto VII poziom rozwoju gotowości technologicznej. Oczywiście rozwiązanie można dalej rozwijać. Konstrukcja nie była opracowywana w ramach jakiegoś projektu badawczego, to było działanie w ramach koła naukowego AIROMECH działającego przy Laboratorium Napędów Elektrycznych w Katedrze Elektrotechniki Okrętowej oraz we współdziałaniu z Katedrą Technologii Prac Podwodnych. Obecnie urządzenie jest wykorzystywane przez studentów Wydziału Mechaniczno-Elektrycznego Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni i stanowi bazę do rozwoju umiejętności praktycznych i ugruntowania wiedzy teoretycznej. Może też stanowić punkt wyjścia do dalszych prac nad rozwojem takiego typu rozwiązań. Rozbudowane i ulepszone rozwiązanie konstrukcyjne może znaleźć szerokie zastosowanie w działalności na morzu od militarynych po naukowo-badawcze.

W połowie 2021 roku pojazd Neogobius został zgłoszony do konkursu Ministra Obrony Narodowej pt. „Opracowanie i realizacja projektu bezzałogowego systemu powietrznego/morskiego”, gdzie w kategorii operacyjno-rozpoznawczej zajął I miejsce.



Rys. 5 Zespół opracowujący konstrukcję pojazdu Neogobius: z lewej Karol Szumacher (obecnie student jest na IV roku mechatroniki), z prawej kpt. mar. mgr inż. Przemysław Chrabąszcz.

<sup>1</sup> Neogobius caspius – rodzaj ryb okoniokształtnych z rodziny babkowatych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Olejnik A.: Activity citivity tactics of an unmanned underwater Remotely Operated Vehicle from the deck of an unmanned surface vehicle in underwater inspection task; Polish Hyperbaric Research No. 3 (40) 2012; pp. 23 – 56; ISSN 1734-7009; e-ISSN 2084-0535;
2. Molchan M.: The role of microROV in marine safety and security; Molochan Marine Sciences, USA 2005 rok;
3. Collective work: The Navy Unmanned Undersea Vehicle Master Plan, Department of the Navy, USA 2004;
4. Nowicki W.: On accuracy of concepts and culture of words in technology; Publ. Komunikacji i Łączności W-wa 1978 rok;
5. Leszek W.: The technology of scientific writing; Instytut Technologii Eksploatacji PIB, Poznań 2007 r., ISBN 978-83-7204-655-0;
6. Collective work: Słownik Języka Polskiego - <https://sjp.pwn.pl/sjp/dron;5574734.html> – 05.2022;
7. Praca zbiorowa: Oxford University Press - <https://www.lexico.com/definition/drone> - 05.2022;
8. Kitowski Z.: Autonomous unmanned surface vessel "Edredon" Polish Hyperbaric Research No. 3 (40) 2012; pp. 7 – 22; ISSN 1734-7009; e-ISSN 2084-0535.