

„STIUART”

Projekt i budowa mobilnego, podwodnego robota inspekcyjnego

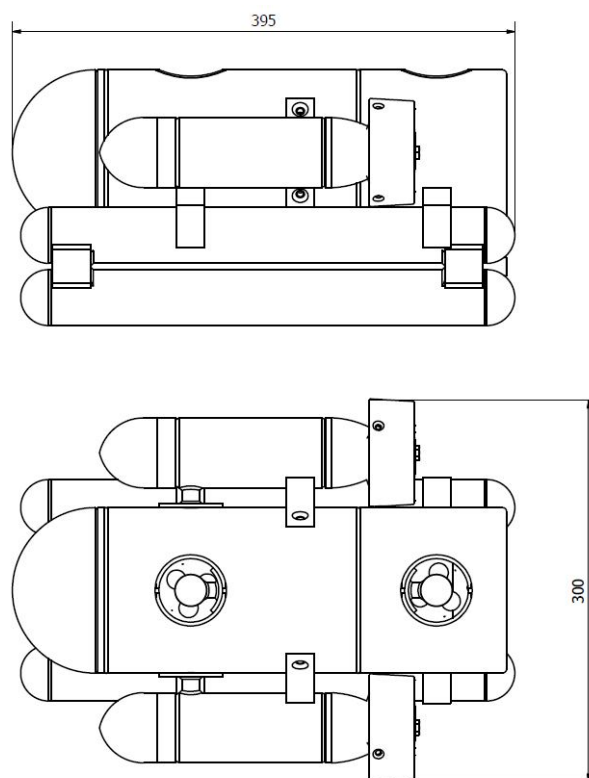


Model trójwymiarowy robota podwodnego STIUART przygotowany w środowisku do modelowania Autodesk Inventor

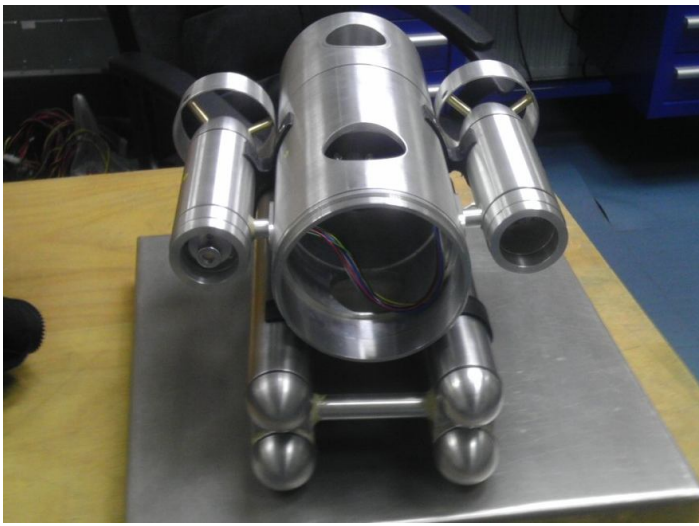
Tego typu inspekcje przeprowadza się okresowo ze względu na możliwość wystąpienia uszkodzeń podwodnych części kadłubów, jak również urządzeń techniki napędowej i sond czujników pomiarowych – w tym nawigacyjnych. Obecnie tego typu inspekcje są przeprowadzane coraz częściej celem ustalenia skali występującego na kadłubie naturalnego porostu roślinno-zwierzęcego jak i do oceny kondycji urządzeń zaburtowych przed najbliższym remontem dokowym. Obecnie wykonuje się inspekcje głównie z wykorzystaniem nurków, podczas postoju statku przy nabrzeżu. Zastosowanie robotów, chociażby częściowe, zmniejsza koszty inspekcji, ogranicza niebezpieczeństwo wykorzystywania ludzi do przeprowadzania czynności kontrolnych, co jest szczególnie ważne, w przypadku badania przyczyn i skutków wszelkiego rodzaju kolizji morskich.

W ramach dyplomu wykonano szereg obliczeń dotyczących oporów ruchu i dobór stosownej mocy napędu elektrycznego. Zaprojektowano również trójwymiarowy model pojazdu, mający zastosowanie jako wizualizacja koncepcji na etapie projektowania oraz jako baza do wykonania poszczególnych elementów robota m.in. za pomocą frezarki sterowanej numerycznie (CNC) do obróbki aluminiowych detali korpusu robota.

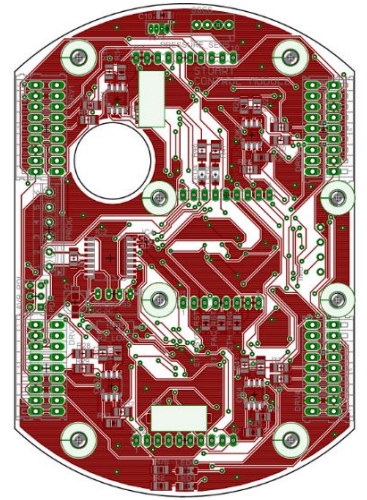
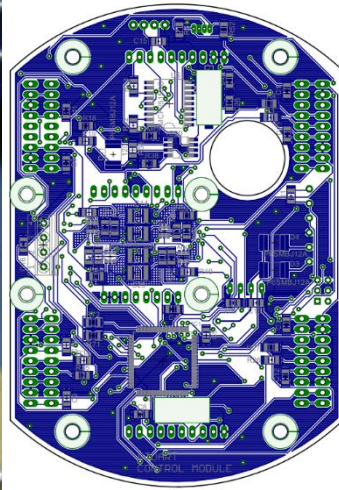
W pracy dyplomowej zaprojektowano i wykonano prototyp w pełni mobilnego, zdalnie sterowanego robota podwodnego z funkcją transmisji obrazu video z zainstalowanej w pojeździe kamery wideo. Zbudowany mobilny robot może być wykorzystywany do inspekcji podwodnych części kadłubów statków oraz instalacji elektroenergetycznych, takich jak: podwodne kable przesyłowe HVDC, morskie farmy wiatrowe, czy też elementy hydrotechniczne elektrowni pływowych lub zbiorników elektrowni szczytowo pompowych.



Fragment dokumentacji technicznej. Rysunek gabarytowy konstrukcji robota.



Zmontowane elementy obudowy robota po wykonaniu elementów z aluminium przed malowaniem – widok z przodu bez zamontowanej kopuły komory suchej



Projekt ścieżek na płycie sterującej: warstwa czerwono - top, warstwa niebieska – bottom

Sterowanie robota odbywa się za pomocą komputera i dedykowanej aplikacji. Na pokładzie pojazdu za kontrolę parametrów pracy i przetwarzanie sygnałów sterowniczych odpowiada mikrokontroler ATxmega128, działający według dedykowanego programu napisanego w ramach realizacji dyplomu. Komunikacja z pojazdem zrealizowana została z wykorzystaniem połączenia światłowodowego, służącego do transmisji sygnałów sterowniczych, odczytu kluczowych parametrów stanu robota, ustawień dotyczących napędów, jak i przesłania obrazu z pokładowej kamery.

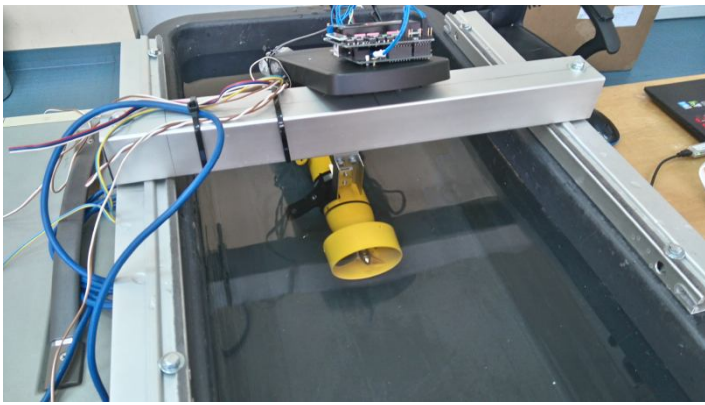


Zmontowane płyty elektroniczne wraz z zamontowanymi od dołu sterownikami silników – zespół gotowy do montażu końcowego



Test transmisji obrazu pokładowej kamery IP. Połączenie bezpośrednie komputera do kamery poprzez sieć bezprzewodową tworzoną przez router umieszczony w bębnie kablowym

Obraz ze wspomnianej kamery jest widoczny w trybie podglądu rzeczywistego (on-line) na ekranie komputera z uruchomioną aplikacją operatorską. Rejestrowany jest również na wewnętrznej karcie pamięci, w celu odtworzenia przebiegu inspekcji lub eksploracji podwodnej w wysokiej rozdzielczości, po zakończeniu pływania. W celu poprawy jakości ujęć wykonywanych przy słabym oświetleniu naturalnym, robot został wyposażony w zestaw 2 paneli LED, doświetlających przestrzeń w obszarze bezpośrednio przed robotem.

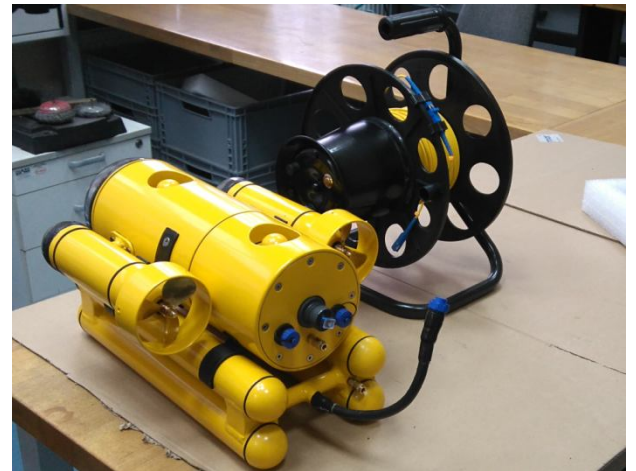


Stanowisko do badania siły ciągu i parametrów elektrycznych pędników – pędnik umieszczony w uchwycie z tensometrem, zanurzony w wodzie, widok od strony śruby napędowej



Robot STUART podczas testu pędników w wannie testowej

Wewnątrz robota zastosowano szereg czujników służących do diagnostyki hermetyczności poszczególnych części kadłuba. Zainstalowano sensory ciśnienia, temperatury i wilgotności wewnętrznej oraz czujnik inercyjny do określenia pozycji robota w przestrzeni pływania. W ramach pracy dyplomowej wykonano badania i wykreślono charakterystyki mechaniczne wykonanych pędników napędu horyzontalnego. Dokonano parametryzacji sterowników i optymalizacji strategii sterowania wykorzystanych silników BLDC. Zaimplementowano regulator odpowiedzialny za autonomiczną kontrolę pochyleń głównej komory robota, sterujący napędami wertykalnymi, minimalizujący kąt przegłębienia.

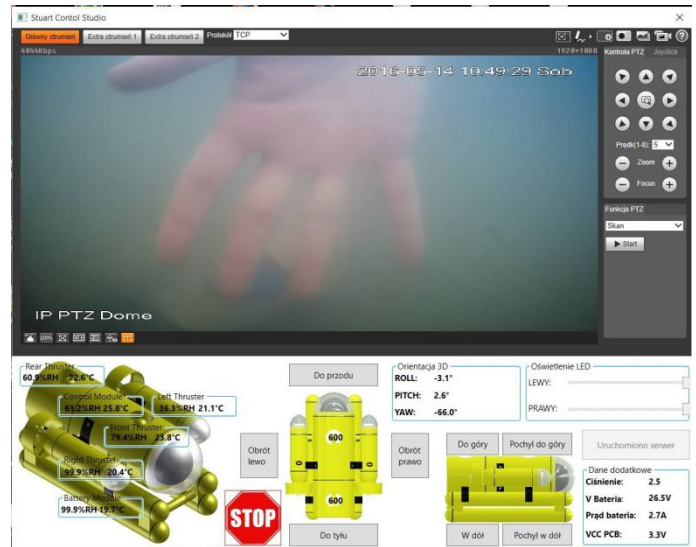


Robot i akcesoria robota po zakończeniu montażu wszystkich komponentów: ładowarka do robota i bębna kablowego, bęben kablowy z nawiniętym kablem światłowodowym.

W ramach testów konstrukcji, przeprowadzono szereg prób działania pojazdu w warunkach basenowych i środowisku otwartego zbiornika wodnego (Zbiornik Retencyjny Gdańsk Kowale). Podsumowując zakres zrealizowanych prac, w pracy dyplomowej sprecyzowano szereg wniosków dotyczących wykonanej konstrukcji, które należałoby zastosować budując kolejny prototyp.



Robot STIUART podczas pierwszego pływania podwodnego w wodach otwartego zbiornika retencyjnego Gdańsk-Kowale.



Zrzut ekranu z aplikacji komputerowej do sterowania robotem. Na obrazie z kamery widoczna ręka w wodzie, w odległości około 20cm od obiektywu kamery. Zrzut wykonano podczas testów robota w zbiorniku retencyjnym Gdańsk-Kowale.



Wnętrze walizki transportowej do przechowywania i przenoszenia robota

Przystosowując wykonany prototyp robota do wprowadzenia go w przyszłości jako produkt skierowany na potrzeby badań urządzeń podwodnej infrastruktury elektroenergetycznej, przygotowano specjalną walizkę transportową. Rozmiary walizki i masa całego zestawu inspekcyjnego, tj.: robot, akumulator, bęben z kablem światłowodowym oraz ładowarka, pozwalają na zabranie urządzeń na pokład samolotu jako standardowy bagaż lotniczy. Walizka ułatwiła również transport robota na miejsce testów jego parametrów operacyjnych i bieżące przechowywanie.

Autorzy pracy dyplomowej:

Marcin Skibowski

Robert Przystalski