

D6.1 Izvještaj o tehničkim karakteristikama plovila

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Elektrotehnike i Računarstva
Laboratorij za podvodne sustave i tehnologije

31. Kolovoz 2018.



Sadržaj

Uvod	2
Bespilotno površinsko plovilo (USV) „PlaDyPos“	3
Mehaničke karakteristike USVa	3
Elektronički dijelovi	4
Potisnici	4
Senzori	4
Bespilotna ronilica (UUV) „BUDDY“	7
Mehaničke karakteristike UUVa i elektronika	8
Senzori	10

Uvod

Ovaj dokument predstavlja tehničke karakteristike autonomnih vozila/plovila koji će se koristiti tijekom projekta. Osnovni tehnički podaci o vozilima su predstavljeni u projektnom prijedlogu. D6.1. donosi više tehničkih detalja o vozilima koja su pripremljena za CroMarX istraživanje.

Istraživanje će se provesti na dva tipa vozila, jednim autonomnim površinskim vozilom USV i jednom autonomnom ronilicom UUV. USV se koristi u istraživačkim radnim paketima WP3 i WP4 i validacijskom paketu WP6, dok se UUV koristi u istraživačkom radnom paketu WP4 i validacijskom paketu WP6. Tijekom prvog dijela projekta, a u skladu s planom istraživanja, vozila su modificirana i pripremljena za istraživačke i validacijske aktivnosti. D6.1 dokumentira mehaničke karakteristike, elektroniku, aktuatore i senzore i daje njihovu specifikaciju za svako vozilo.

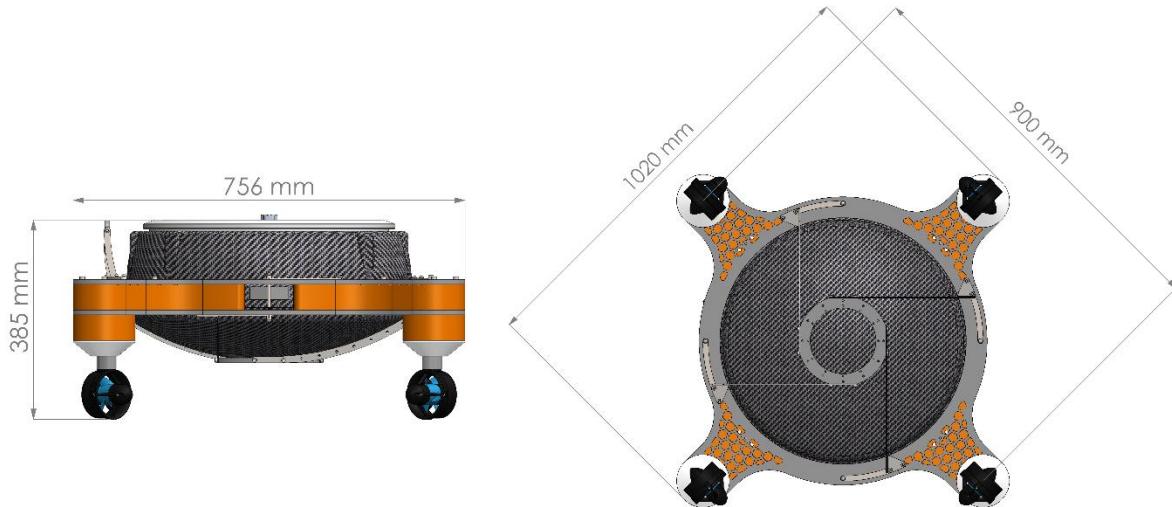
Ovaj dokument je prvi korak u dostizanju cilja 5 „Eksperimentalna validacija razvijenih kooperativnih upravljačkih algoritama primijenjenih na flotu bespilotnih plovila i bespilotnu ronilicu“ i predstavlja rezultat aktivnosti T6.1. „Integracija senzora i modifikacija plovila“

Bespilotno površinsko plovilo (USV) „PlaDyPos“

Pet površinskih vozila razvijeno je u LAPOST-u na UNIZG-FER. Ovo su višenamjenska vozila s velikim brojem senzora, sposobna za izvršavanje mnogih zadataka vođenja i upravljanja uz stanje mora do 3. Ime vozila je skraćenica za engl. “platform for dynamic positioning” - platforma za dinamičko pozicioniranje - što je i jedna od njegovih izvornih funkcionalnosti.

Mehaničke karakteristike USVa

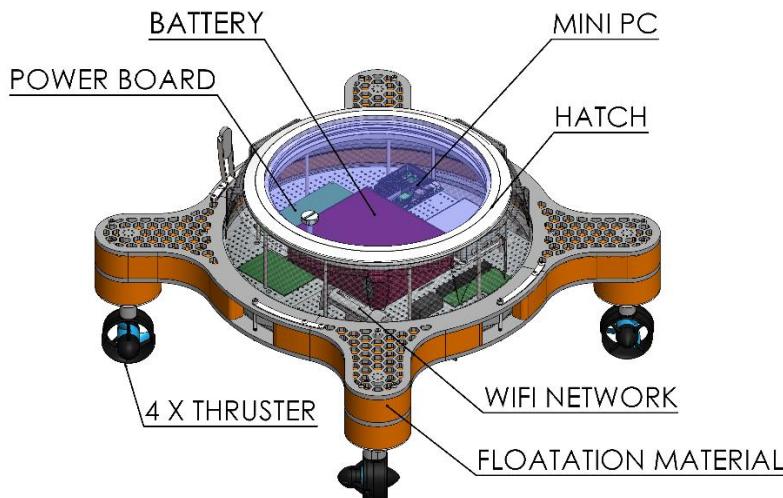
Dimenzije vozila su cca. 760x760x385 mm a težina je oko 25-35 kg u ovisnosti o tipu i kapacitetu baterije i ugrađenim senzorima (Slika 1). Vozila su dizajnirana tako da ih može prenositi jedan čovjek.



Slika 1 USV dimenzije

Glavni mehanički dijelovi USVa su (Slika 2):

1. Trup izrađen od ugljikovog vlakna u kojem su smješteni elektronički dijelovi i baterija,
2. Veliki vodonepropusni poklopac za jednostavan pristup unutarnjim dijelovima,
3. Izmjenjivi plovni elementi koji osiguravaju integraciju senzora različitih veličina i težina,
4. Četiri potisnika koja osiguravaju toleranciju na neispravnosti (fault tolerant redundancy),
5. Vanjska antena za WiFi mrežnu komunikaciju.



Slika 2 Glavni mehanički dijelovi USVa

Elektronički dijelovi

Glavni elektronički dijelovi su: ugradbeno računalo (CPU), elektronička pločica napajanja (Power board), komunikacijski modul (WiFi station), pobudna pločica potisnika (thruster drivers), baterija (battery), integrirani navigacijski modul sa inercijalnim mjernim sustavom (IMU) i sustavom za globalno pozicioniranje u stvarnom vremenu (RTK GPS) (integrated GPS/IMU module) i radio prijamnik (radio receiver). GPS/IMU modul se nalazi ispod baterije dok su radio prijamnik i GPS antena pričvršćeni za poklopac sa unutarnje strane.

Potisnici

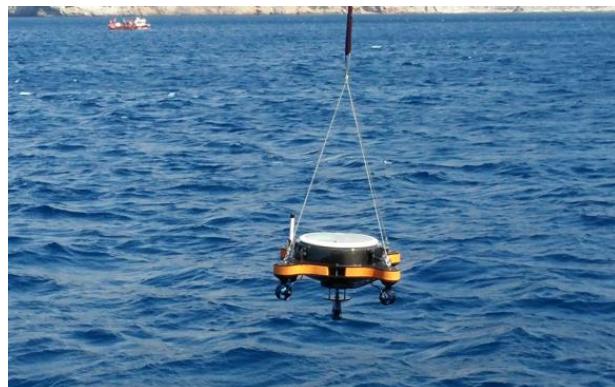
USV je mala nadaktuirana platforma s četiri potisnika smještenih tako da tvore X oblik, čime je omogućeno kretanje u svim smjerovima uz održavanje proizvoljne orijentacije. Instalirani potisnici su BLDC T100/T200 potisnici tvrtke by Blue Robotics. Maksimalna unaprijedna i bočna brzina USVa je oko 1 m/s tj. oko 2 čvora, dok je operativna i preporučena brzina oko 0.5 m/s tj. oko 1 čvor.

Senzori

USV je opremljen opremom za navigaciju i komunikaciju sa operatorom Navigacijski senzori su: 9-osni inercijski senzor za mjerjenje orijentacije i GPS za pozicioniranje.

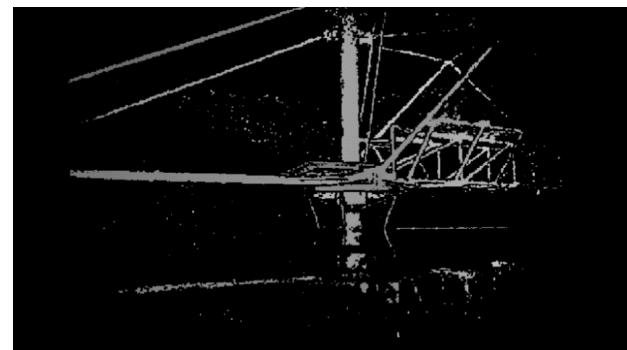
Dodatne senzorske opcije su:

- Ultra-Short Base Line (USBL) sustav za akustičku lokalizaciju i komunikaciju s podvodnim agentima kao što su ronioni i podvodna vozila. Sustav će biti korišten u radnom paketu WP4.



Slika 3 USV sa USBL transponderom instaliranim ispod

- Akustički modem za podvodnu komunikaciju i određivanje međusobne udaljenosti vozila/agenata.
- Pilot HD kamera: daje HD sliku scene ispred vozila (Slika 4). Obično se koristi za pilotiranje ili vizualnu inspekciju. Dodatno, kamera može biti postavljena na mehanički gimbal za stabilizaciju.
- Noćna, Infra-crvena (IR) kamera: daje noćnu sliku ispred vozila. Koristi se za noćno osmatranje (Slika 4).



Slika 4 Pogled ispred vozila za HD i IR kamerom

- Podvodna kamera može biti postavljena s pogledom prema dole ili ispred. Daje nam pogled u dno ili ispred vozila detektirajući potencijalne prepreke (Slika 5).



Slika 5 Slika dna snimljena podvodnom kamerom

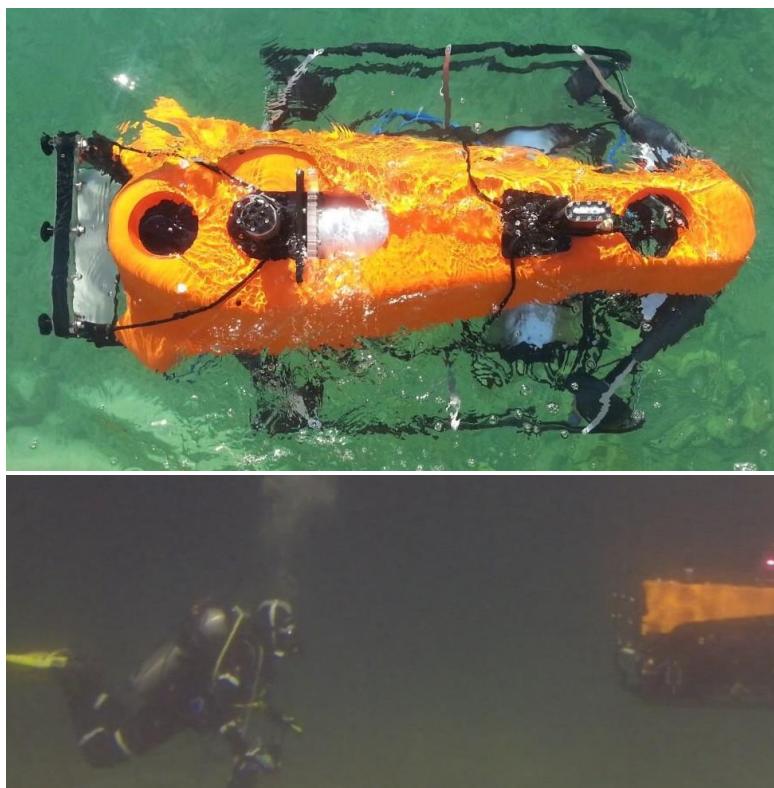
- Echo-sounder mjeri udaljenost od morskog dna i temperaturu vode.
- Senzori za kvalitetu vode mjere kemijske, fizičke i biološke karakteristike vode.
- Profiling sonar daje nam batimetrijske podatke i služi za hidrografske izmjere.



Slika 6 Profiling sonar i rezultat hidrografskog mjerenja u luci

Bespilotna ronilica (UUV) „BUDDY“

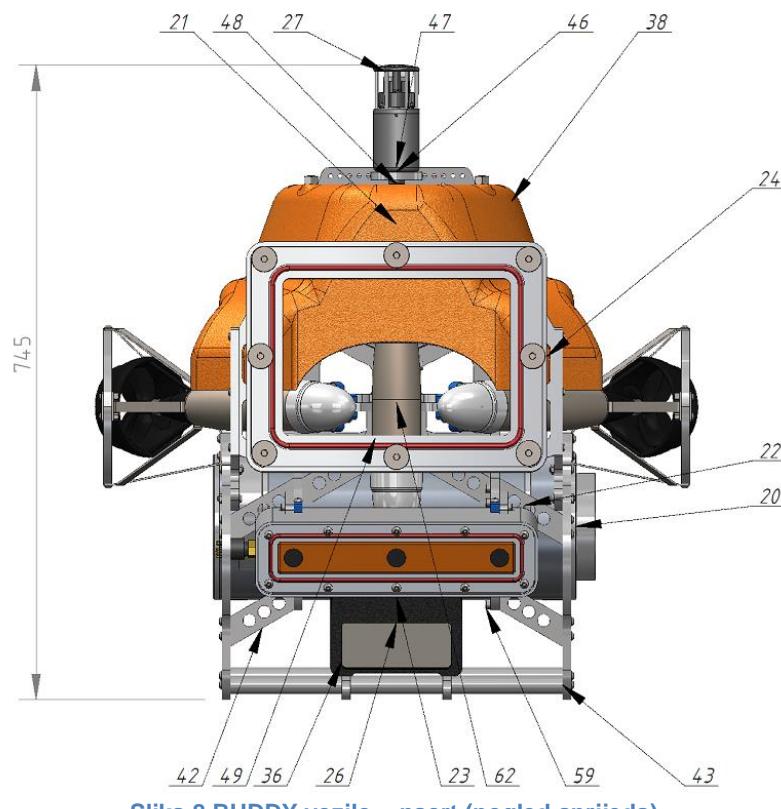
Bespilotna ronilica (Slika 7) razvijena je u LAPOST-u na UNIZG-FER s glavnom primjenom u pomaganju roniocima tijekom njihovih podvodnih aktivnosti - odakle i ime “BUDDY” (engl. prijatelj). Ronilica ima izvrsne manevarske sposobnosti (potpunu aktuaciju) i opremljena je vrlo bogatim senzorskim kompletom koji osigurava preciznu navigaciju, percepciju ronioca i akustičku vezu za komunikaciju sa površinom. Neke od dosadašnjih primjena BUDDY ronilice su a) podrška roniocu kroz interakciju robota i čovjeka-ronioca u sklopu FP7 CADDY projekta, i b) mapiranje podvodnih arheoloških nalazišta. U sklopu CroMarX projekta, ronilica će se koristiti zajedno s površinskim plovilom kako bi se ostvarilo kooperativno upravljanje sa svrhom istraživanja morskog dna.



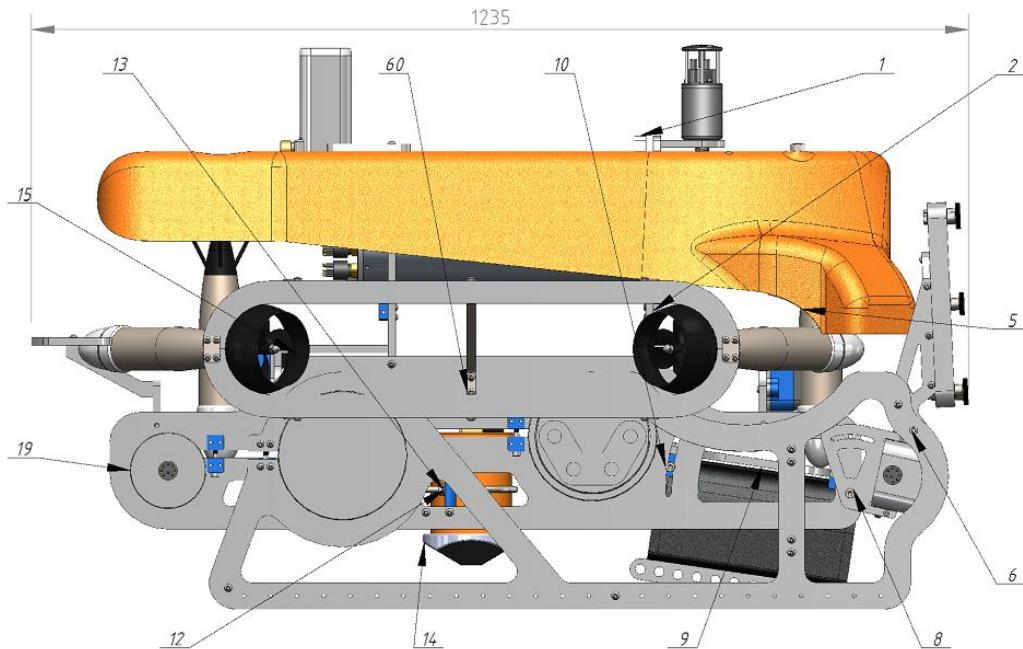
Slika 7 BUDDY ronilica

Mehaničke karakteristike UUVa i elektronika

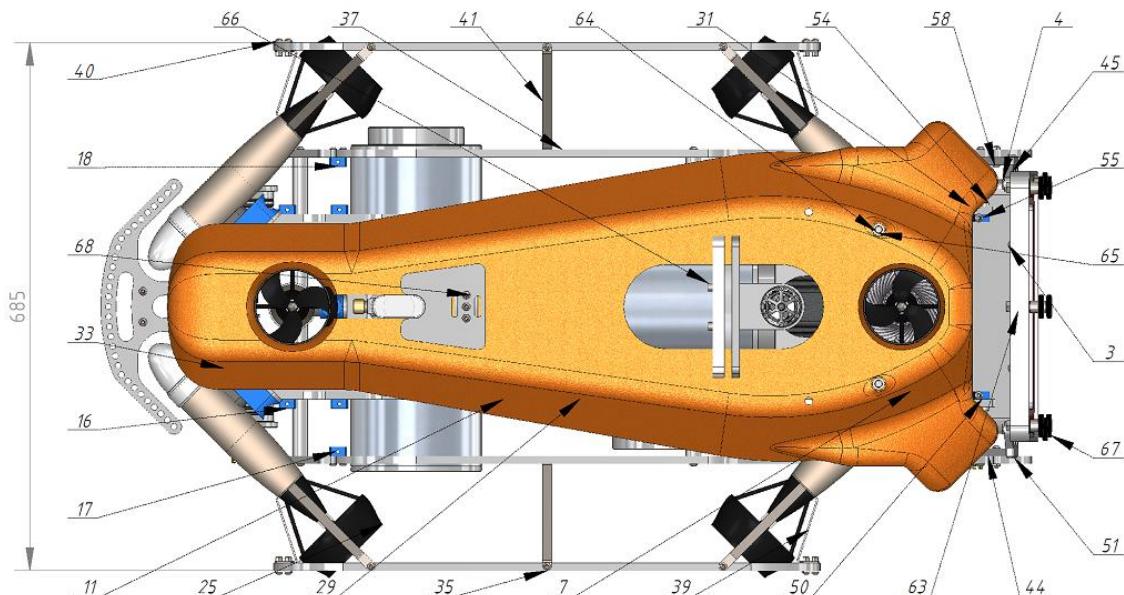
Okvir autonomnog podvodnog vozila napravljen je od plastike, a dimenzije vozila su 1220x700x750 mm, uz težinu od oko 70kg. Elektronika i baterija su smješteni u 3 aluminijkska vodo-nepropusna cilindra: cilindar s baterijom (Slika 8, stavka 20), glavni cilindar (stavka 21) i cilindar za daljinski osjet (remote sensing, stavka 22). Neutralna plovnost UUVa je osigurana adekvatnim plovnim elementom (stavka 38). BUDDY je opremljen sa četirima horizontalnim i dvama vertikalnim potisnicima, snage po 300W svaki, zahvaljujući kojima je sposoban efikasno se nositi s podvodnim okruženjem (primjer zadnjeg desnog potisnika Slika 10 stavka 25). Maksimalna unaprijedna brzina UUVa je oko 0.75 m/s tj. oko 1.5 čvora, dok je maksimalna bočna brzina oko 0.4 m/s tj. oko 0.8 čvorova. Ovakva konfiguracija potisnika osiguravaju toleranciju na neispravnosti u horizontalnoj ravnini (fault tolerant redundancy in horizontal plane). Glavni elektronički dijelovi su: glavno ugradbeno računalo (CPU) zaduženo za rad UUVa i navigaciju, ugradbeno računalo za daljinski osjet (CPU2) zaduženo za obradu i interpretaciju informacija sa senzora daljinskog osjeta, elektronička pločica napajanja (Power board), pobudna pločica potisnika (thruster drivers), baterija (battery), inercijalni mjerni sustav (IMU) i sustav za globalno pozicioniranje (GPS). Kapacitet baterije osigurava 4-8 sata neprekidnog rada.



Slika 8 BUDDY vozilo – nacrt (pogled sprjeda)



Slika 9 BUDDY vozilo – bokocrt (pogled sa strane)



Slika 10 BUDDY vozilo – tlocrt (pogled odozgo)

Senzori

Obzirom da GPS podaci nisu dostupni pod vodom u vozilo su integrirani sljedeći proprioceptivni senzori potrebni da bi se razvio precizni navigacijsku modul:

- sustav pozicioniranja zasnovan na 9-osnom inercijskom senzoru (IMU),
- sustav za mjerjenje brzine u odnosu na morsko dno, Doppler Velocity Logger (DVL) ,
- sustav za akustičko pozicioniranje Ultra Short BaseLine (USBL).

Za percepciju i mapiranje podvodnog okruženja, vozilo ima integrirane i eksterioceptivne senzore:

- stereo kameru (Slika 8 stavka 22) služi za vizualnu percepciju prostora ispred vozila tj. objekata/agenata od interesa ili prepreka. Informacije se obrađuju u CPU2 (CPU za daljinski osjet). Obrađene informacije sa stereo kamere daju nam mogućnost 3D percepcije prostora u stvarnom vremenu.
- mono kameru (Slika 9 stavka 19), služi za vizualnu percepciju prostora isod vozila tj. morskog dna. Informacije se također obrađuju u CPU2 i omogućavanju mapiranje morskog dna.
- višezračni slikovni sonar visoke rezolucije također služi za percepciju prostora ispred vozila. Ovaj senzor je vrlo dobar nadomjestak vizualnoj kamери jer iako daje monokromatsku sliku u slabijoj rezoluciji, ima puno veći domet (možemo objekt vidjeti i na udaljenostima od više desetaka metara) i nije osjetljiv na slabu vidljivost pod vodom. Percepcija u stvarnom vremenu je osigurana procesiranjem sonarskog signala u CPU2.

Iako nije primarna tema ovog istraživanja, napomenimo da je UUV opremljen i podvodnim tabletom za komunikaciju sa roniocima (Slika 8 stavka 24 i Slika 10 stavka 3).

