

Anja Babić

mentor: izv. prof. dr. sc. Nikola Mišković,

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

## 1. Uvod

Kao dio H2020 FET projekta [subCULTron](#) razvija se višeslojno društvo podvodnih i pomorskih robota. Cilj ovog projekta, te predmet istraživanja disertacije, je postizanje dugoročne autonomije u ovome učećem, samoregulirajućem i samoodrživom heterogenom roju robota koji izvršava nadzornu i istraživačku misiju u akvatoriju Venecije. Roboti moraju biti sposobni donositi odluke, organizirati vlastiti rad te uspješno surađivati u stvarnim, promjenjivim i često izazovnim uvjetima na moru, bez intervencije operatera.



### aPad

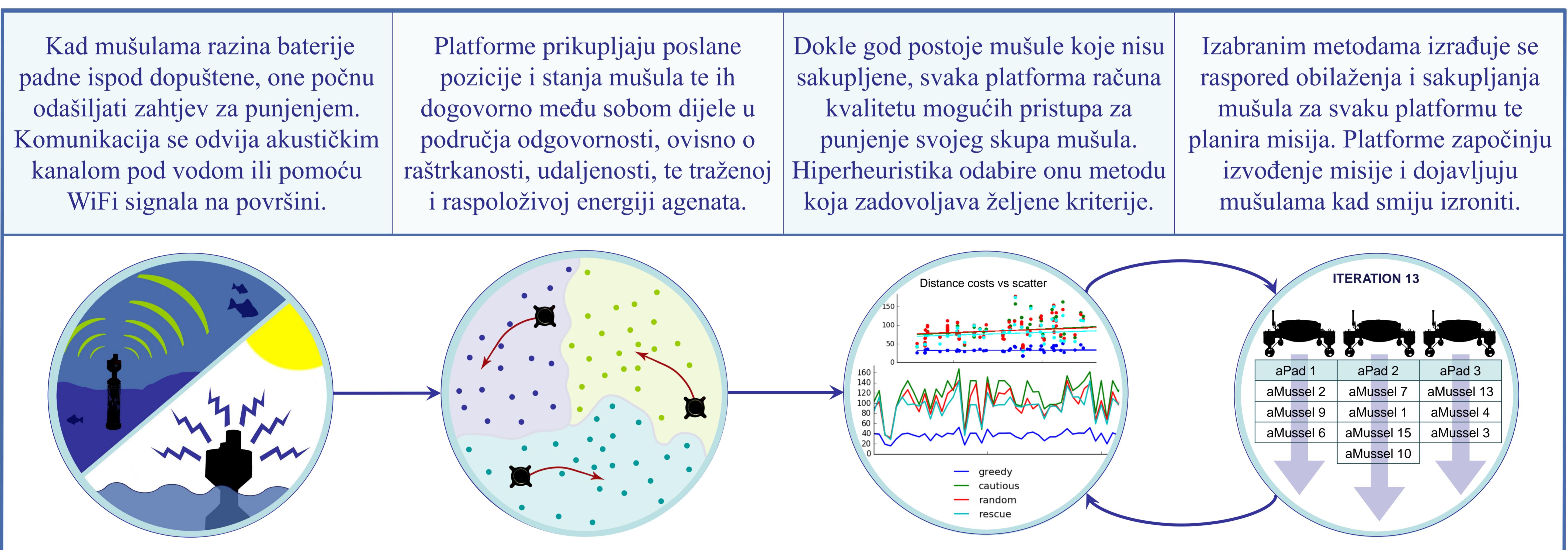
Umjetni lopoči koji omogućavaju razmjenu informacija i energije. Površinska vozila opremljena s četiri potisnika i mehanizma za hvatanje.



### aMussel

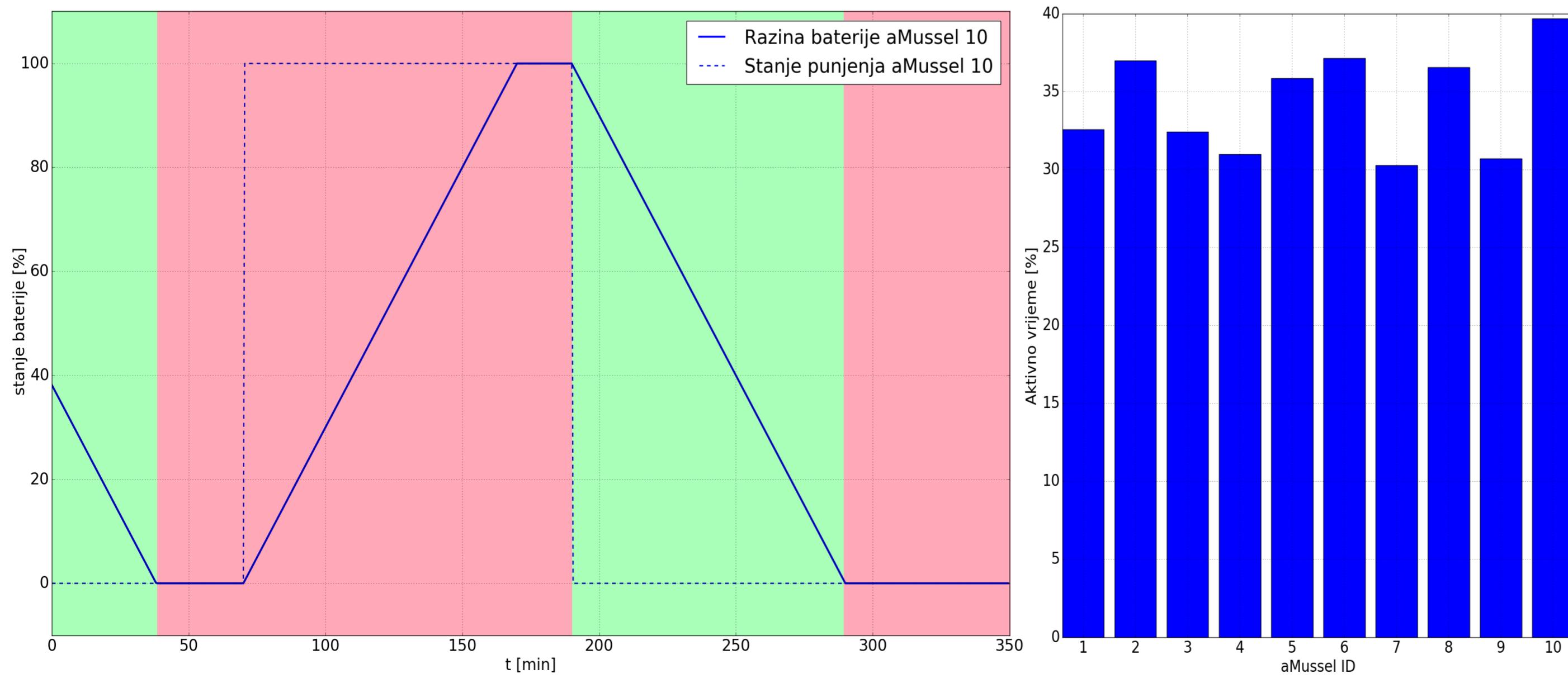
Umjetne mušule koje promjenom plovnosti putuju između morskog dna i površine. Glavni skupovi senzora za dugotrajno praćenje stanja okoliša.

Slika 1. Scenarij rada heterogenog robotskog sustava



## 3. Rezultati

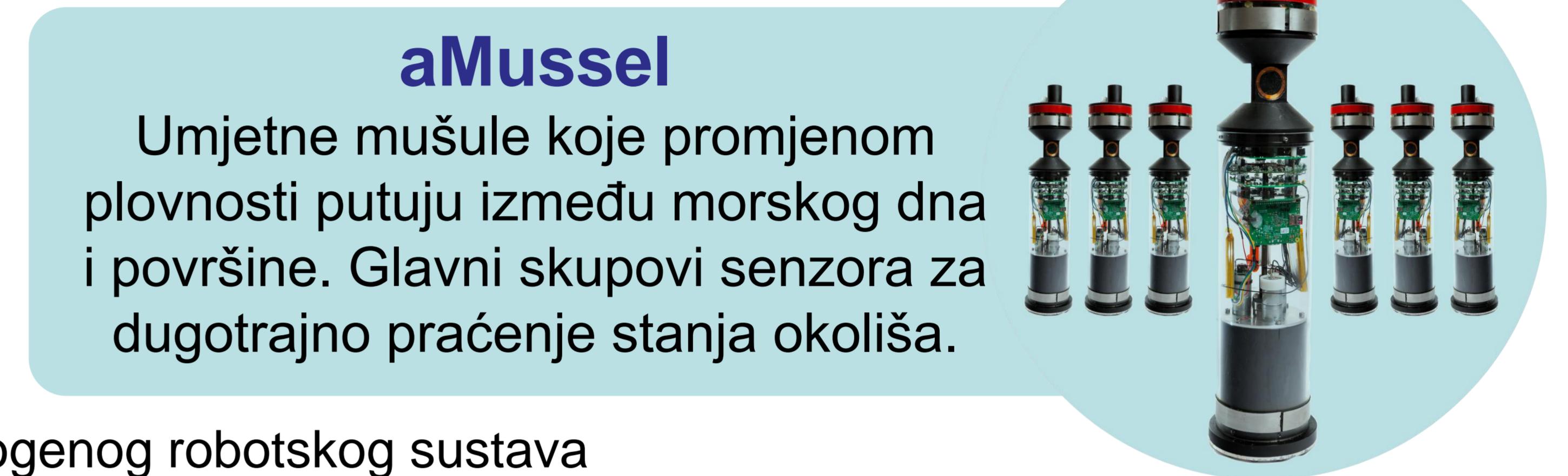
Osmišljeno je nekoliko heuristika koje dovode do poželjnih ponašanja u određenim situacijama, npr. *greedy* metoda, koja bira prvu sljedeću najbližu mušulu te je time prikladna za guse skupine robota bez velikih razlika u stanju baterije, ili pak *rescue* metoda koja u svakom koraku bira mušulu najudaljeniju od centra skupine, čime nastoji „spasiti“ robote koji su u opasnosti da otpoplataju i budu izgubljeni. Pristupe je moguće odabirati i kombinirati, a nove strategije je lako dodati u sustav jer je on modularan. Parametri koji se prate i koriste u izračunu kriterijskih funkcija su broj aktivnih i prisutnih agenata, prostorna raspodjela roja, razina napona i brzina punjenja i pražnjenja baterija svih robota, vjetar, morska struja te stanje potisnika platformi.



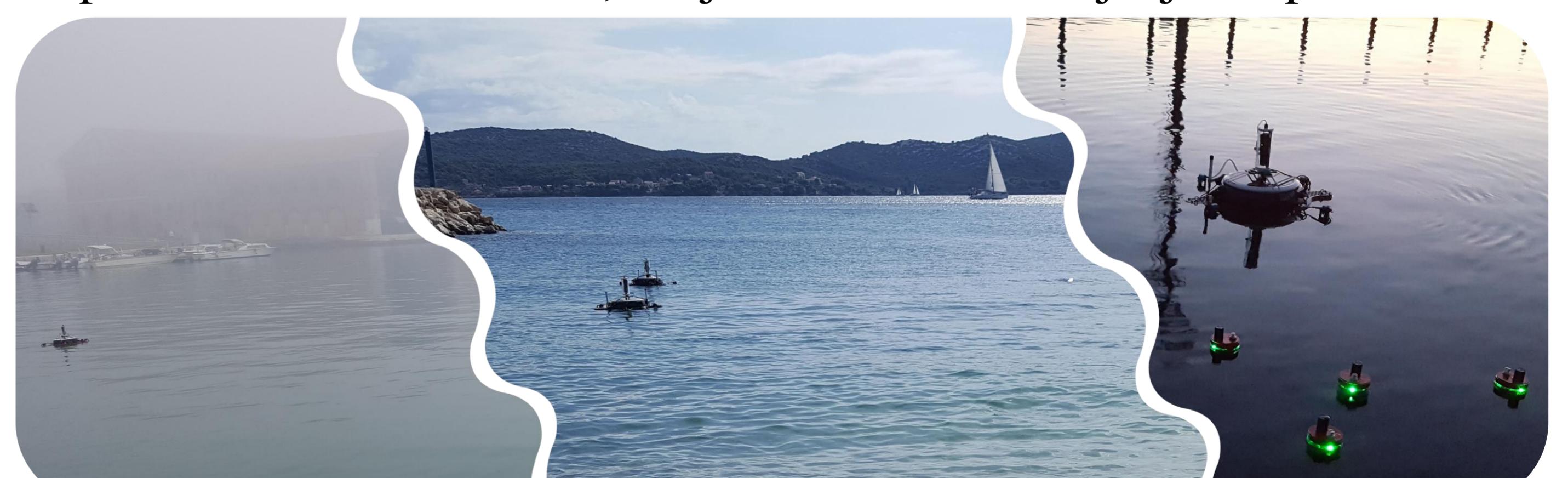
Slika 2. Razina baterije i aktivnost odabrane mušule tijekom eksperimenta (lijevo) i postotak aktivnosti svih mušula (desno)

## 2. Opis sustava

U sustavu su razmatrane dvije glavne vrste robota: preaktivirana površinska platforma (**aPad**, 5 agenata) i podvodni robot s mnogo senzora ali ograničenom mogućnošću gibanja (**aMussel**, 120 agenata). Svaka platforma može prihvati i prenositi četiri robota istovremeno, te im pritom puniti baterije. Njihovu suradnju omogućava sustav za donošenje odluka, koji ima dva glavna sloja: na nižoj razini nalazi se skup algoritama (**heuristika**) za dodjelu zadataka, dok algoritam na višoj razini (**hiperheuristika**) odabire između njih.



Kao glavni pokazatelj uspješnog dugoročnog rada sustava definiran je postotak vremena koji su mušule provele u aktivnom radu, tzv. *uptime* mušula. Na Slici 2 je dan primjer rezultata simulacije jedne iteracije scenarija koji se odvija na mirnoj vodi uz sudjelovanje 3 platforme i 10 mušuli. Istaknuta je aMussel 10, koja simulaciju započinje već oslabljene baterije. Crvenom bojom označeni su periodi u kojima promatrana mušula ne obavlja mjerjenja jer je na površini ili ima praznu bateriju, a zelenom bojom periodi u kojima ona može aktivno doprinositi nadzoru okoliša, što je iznosilo 40% trajanja eksperimenta.



Pojedini segmenti sustava validirani su na stvarnim robotima. Nakon provjere i poboljšanja rezultata u simulaciji te integracije, rad cijelokupnog sustava bit će ispitati na vozilima u kontroliranim prilikama te naponstjetku u realnim morskim uvjetima.

## 4. Zahvala projektu

Rad doktorandice financiran je od strane Europske Unije u sklopu H2020 FET-Proactive projekta „subCULTron“, br. 640967.