

# Hrvatska zaklada za znanost

## Istraživački projekti (šifra natječaja: IP-01-2018)

### Prijavni obrazac

Izranjanje i poniranje u području srednjeg Jadrana  
(Middle Adriatic Upwelling and Downwelling)

### MAUD

Prijavni obrazac sastoji se od tri cjeline:

- ↗ **Cjelina A - Voditelj projekta (stranice 1 - 3)**
- ↗ **Cjelina B - Projektni prijedlog (stranice 4 - 17)**
- ↗ **Cjelina C - Istraživačka grupa**
- ↗ **Reference**

#### Naslovna stranica:

- Voditelj: Akademik Mirko Orlić
- Organizacija: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet
- Naziv projekta: Izranjanje i poniranje u području srednjeg Jadrana
- Trajanje: 48 mjeseci

#### Sažetak projektnoga prijedloga

Proces izranjanja ima značajne posljedice za život u moru jer se uzlaznim gibanjem prenosi nutrijentima bogata voda iz dubine prema površini i tako potiče primarna produkcija, a onda i razvoj viših razina hranidbenog lanca. Biološka istraživanja 1980-ih dovela su u vezu obilje planktona, zone mrijesta srdele te velike ulove u području Blitvenice s izranjanjem potpovršinske vode iz Jabučke kotline. Rezultati modeliranja te satelitska opažanja površinske temperature mora (SST) sugeriraju da dolazi do izranjanja uz istočnu obalu srednjeg Jadrana pod djelovanjem vjetera, uz albansku obalu za bure te uz zapadnu obalu za juga. Istraživanjem, što su ga proveli znanstvenici koji čine veliki dio projektne grupe, je u području oko Lastova ustanovljeno snažno dnevno izranjanje i poniranje te je pokazano da se radi o rezonantno pobuđenim valovima zarobljenima uz obalu, uslijed plimnog forsiranja te obalne cirkulacije vjetera.

Krajnji cilj projekta MAUD je stvoriti cjelovitu sliku procesa izranjanja i poniranja (I/P) vodenih masa u području srednjeg Jadrana, pobliže u širem akvatoriju otočića Jabuke i Blitvenice te na prostoru koji ih povezuje. Predloženi projekt se temelji na više preliminarnih istraživanja suradnika na ovom projektu. Dugotrajna mjerenja temperature mora, koja su načinjena kako bi se objasnila izuzetno bogata vegetacija bentoskih algi specifično za Jabuku i Blitvenicu, sugeriraju (i) da je sezonsko zagrijavanje u ovim područjima usporeno procesom izranjanja, (ii) da postoje znatne razlike između Jabuke i Blitvenice te (iii) da postoji naglašena međugodišnja varijabilnost. U svibnju 2017. u ovom području su pomoću undulirajućeg plovila obavljena intenzivna mjerenja hidrografskih svojstava s finom prostornom rezolucijom. Analiza prikupljenih polja je ukazala na složenu strukturu koja sugerira da se radi o prostorno lokaliziranim pojavama izranjanja vjerojatno povezanim s kompliciranom batimetrijom područja.

Predloženi projekt čine empirijska istraživanja i numeričko modeliranje. Prva uključuju kontinuirana mjerenja kod Blitvenice i Jabuke, intenzivna mjerenja tijekom dva krstarenja, numeričke analize podataka kao i laboratorijske analize. Modeliranjem će se provesti realistične simulacije I/P u srednjem Jadranu te kvazirealistične simulacije na području cijelog Jadrana. Na temelju meteoroloških podataka i produkata modela ALADIN odredit će se sinoptičke situacije

karakteristične za ovo područje i identificirat će se one koje pogoduju I/P. Analizom satelitskih mjerenja SST-a utvrdit će se područja izranjanja u Jadranu i istražiti će se međugodišnja varijabilnost. Na Jabuci i Blitvenici će se provesti dugotrajna mjerenja temperature uzduž vodenog stupca, razine mora i otopljenog kisika (DO) koja će poslužiti da se identificiraju pojave I/P, odrede vremenske skale i intenzitet, pobliže istraži dinamika I/P vezana uz lokalne pomake morske razine te pokuša utvrditi utjecaj I/P na koncentraciju DO. Tijekom dva ljetna krstarenja u akvatoriju Blitvenice i Jabuke te na području između njih, kontinuirano će se mjeriti hidrografska svojstva s velikom prostornom rezolucijom od površine do dubine od 50 metara, morske struje brodskim ADCP-om te meteorološki parametri, a na fiksnim postajama će se vršiti klasična CTD mjerenja da se dokumentiraju dublji slojevi, pri čemu će se sustavno primijeniti adaptivno planiranje. Analiza ovih podataka dat će informaciju o prostornoj strukturi I/P, a usporedbom rezultata s tri krstarenja (preliminarno i dva u okviru projekta) uzet će se u obzir međugodišnja varijabilnost. Zabilježeni procesi I/P reproducirat će se realističnim simulacijama hidrodinamičkim modelom ROMS, koji će se prilagoditi nizu ugniježđenih domena različitih prostornih rezolucija, a najfinija rezolucija će se odabrati uvažavajući kompleksnu batimetriju područja. Atmosfersko djelovanje odredit će se iz prizemnih polja modela ALADIN, a rezultati shematiziranih i realističnih simulacija ROMS-a koristit će se u tumačenju rezultata mjerenja. Numerički model SCHISM će se koristiti na domeni cijelog Jadrana da se ustanove područja I/P izazvanog dominantnim vjetrovima. Kvantificiranjem vegetacije Jabuke i Blitvenice te bliskih okolnih područja, analizom abiotičkih čimbenika te uz pomoć rezultata hidrodinamičkog modela, pokušat će se utvrditi oceanografski procesi koji pogoduju razvoju ovako lokalizirane i vrlo specifične vegetacije, polazeći od hipoteze da se radi o lokaliziranom uzdizanju vode bogate hranjivim solima. Istraživanja planktonskih zajednica uključuju sve trofičke skupine od piko- do mezoplanktonske veličinske frakcije, kako autotrofe tako i heterotrofe, koje su uključene u sve biogeokemijske procese u morskom okolišu. Naša je pretpostavka da lokalne pojave I/P mogu značajno utjecati na strukturu planktonskih zajednica te njihovu ulogu u protoku ugljika i energije prema višim trofičkim razinama. Konačno, usporednom analizom rezultata dobivenih na temelju satelitskih slika, dugotrajnih kontinuiranih mjerenja, mjerenja s velikom prostornom rezolucijom tijekom krstarenja te meteoroloških istraživanja u kombinaciji s modelskim rezultatima, formirat će se cjelovita slika procesa izranjanja i poniranja.

Planirano je da se rezultati projekta objave kroz 6 znanstvenih radova. Prikupljeni podaci bit će temelj za buduće aktivnosti na zaštiti Jabučke kotline.

## Cjelina A - Voditelj projekta

**Dio a: Popis postignuća** (*Track-record*) **voditelja projekta u zadnjih 5 godina** (najviše 1 stranica, uključujući:

1. *Pet publikacija: radovi u recenziranim znanstvenim časopisima uz navođenje njihovog faktora učinka, poglavlja u knjigama, radovi s konferencija, monografije itd.:*

Bonaldo, D., Orlić, M., & Carniel, S. (2017). Framing Continental Shelf Waves in the southern Adriatic Sea, a further flushing factor beyond dense water cascading. *Scientific Reports*, in press (IF 4.259).

Orlić, M. & Pasarić, Z. (2015). Some pitfalls of the semiempirical method used to project sea level. *Journal of Climate*, 28, 3779-3785 (IF 4.161).

Malanotte-Rizzoli, P., Artale, V., Borzelli-Eusebi, G. L., Brenner, S., Crise, A., Gačić, M., Kress, N., Marullo, S., Ribera d'Alcalà, M., Sofianos, S., Tanhua, T., Theocharis, A., Alvarez, M., Ashkenazy, Y., Bergamasco, A., Cardin, V., Carniel, S., Civitarese, G., D'Ortnezio, F., Font, J., Garcia-Ladona, E., Garcia-Lafuente, J. M., Gogou, A., Gregoire, M., Hainbucher, D., Kontoyannis, H., Kovačević, V., Kraskapoulou, E., Kroskos, G., Incarbona, A., Mazzocchi, M. G., Orlić, M., Ozsoy, E., Pascual, A., Poulain, P.-M., Roether, W., Rubino, A., Schroeder, K., Siokou-Frangou, J., Souvermezglou, E., Sprovieri, M., Tintoré, J., & Triantafyllou, G. (2014). Physical forcing and physical/biochemical variability of the Mediterranean Sea: a review of unresolved issues and directions for future research. *Ocean Science*, 10, 281-322 (IF 2.821).

Mihanović, H., Beg Paklar, G. & Orlić, M. (2014). Resonant excitation of island-trapped waves in a shallow, seasonally stratified sea. *Continental Shelf Research*, 77, 24-37 (IF 2.064).

Orlić, M. & Pasarić, Z. (2013). Semi-empirical versus process-based sea-level projections for the twenty-first century. *Nature Climate Change*, 3, 735-738 (IF 19.304).

2. *Popis projekata prihvaćenih za financiranje, status na projektu i izvor financiranja:*

Utjecaj atmosfere i topografske varijabilnosti na procese u moru (voditelj, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, 2007.-2013.).

3. *Dosadašnje sudjelovanje na HRZZ projektima (navedite status, najvažnije publikacije proizašle s tog projekta i najvažnije rezultate):*

Climate of the Adriatic Region in its Global Context (CARE, 2014.-2018.), voditelj.

*Najvažnije publikacije proizašle iz projekta:*

Bonaldo, D., Orlić, M., & Carniel, S. (2017). Framing Continental Shelf Waves in the southern Adriatic Sea, a further flushing factor beyond dense water cascading. *Scientific Reports*, in press.

Gajić-Čapka, M., Güttler, I., Cindrić, K., Branković, Č. (2017). Observed and simulated climate and climate change in the lower Neretva river basin. *Journal of Water and Climate Change*, doi: 10.2166/wcc.2017.034, in press.

Herceg-Bulić I., Mezzina, B., Kucharski, F., Ruggierie, P., & King, M. P. (2017). Wintertime ENSO influence on late spring European climate: the stratospheric response and the role of North Atlantic SST. *International Journal of Climatology*, 37(Suppl. 1), 87-108, doi: 10.1002/joc.4980.

Perčec Tadić, M., Zaninović, K., & Sokol Jurković, R. (2015). Mapping of maximum snow load values for the 50-year return period for Croatia. *Spatial Statistics*, 14, 53-69, doi: 10.1016/j.spasta.2015.05.002.

Güttler, I., Stepanov, I., Branković, Č., Nikulin, G., & Jones, C. (2015). Impact of horizontal resolution on precipitation in complex orography simulated by the regional climate model RCA3. *Monthly Weather Review*, 143, 3610-3627, doi: 10.1175/MWR-D-14-00302.1.

Međugorac, I., Pasarić, M., & Orlić, M. (2015). Severe flooding along the eastern Adriatic coast: the case of 1 December 2008. *Ocean Dynamics*, 65(6), 817-830, doi: 10.1007/s10236-015-0835-9.

Orlić, M., & Pasarić, Z. (2015). Some pitfalls of the semiempirical method used to project sea level. *Journal of Climate*, 28, 3779-3785, doi: 10.1175/JCLI-D-14-00696.1.

*Najvažniji rezultati:*

Mapiranje različitih klimatskih parametara za područje Hrvatske, prva klimatska projekcija načinjena za Hrvatsku s visokom prostornom rezolucijom (12,5 km), analiza tri verzije polu-empirijske metode koja se koristi za izradu projekcija morske razine, istraživanje jadranskih olujnih uspora i njihove povezanosti s nagibom morske razine u smjeru okomitom na os bazena.

**4. Pozvana predavanja na međunarodnim konferencijama i/ili ljetnim školama:**

M. Orlić: Coastal/open-sea exchanges. 41e *Congres de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Mediterranee* - Kiel, 2016, 63.

M. Orlić: Exploring relationship between global temperatures and global sea levels. *Proceedings of "Geostatistics and Machine Learning Applications in Climate and Environmental Sciences"* - Beograd, 2016, 9.

M. Orlić: Climate change, sea-level rise and coastal flooding. *Workshop "Breaking the Surface 2014"* - Biograd na Moru, 2014, 9-10.

**5. Druga važna akademska postignuća:**

Izbor za redovitog člana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (2016. godine).

**Dio b: Životopis voditelja projekta (najviše 2 stranice, prema sljedećem predlošku)****OSOBNE INFORMACIJE**

Prezime i ime: Orlić Mirko

Matični broj istraživača: 84292 (ae80a0a5-1759-4416-8e0f-7836e4f6607b)

Mrežna stranica: <http://geo101.gfz.hr/~morlic/index.html>

**OBRAZOVANJE**

1988., dr. sc., Sveučilište u Zagrebu

1981., mr. sc., Sveučilište u Zagrebu

1978., dipl. ing., Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geofizički odsjek

**ZAPOSLENJE**

2016.-danas, redoviti član, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

2005.-danas, redoviti profesor u trajnom zvanju, Sveučilište u Zagrebu

**PRETHODNA ZAPOSLENJA**

2004.-2008., gostujući profesor, Sveučilište u Osijeku

1999.-2009., gostujući profesor, Sveučilište u Splitu

1993., gostujući znanstvenik, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Ca, SAD

1983.-2005., asistent, docent, izvanredni profesor, redoviti profesor, Sveučilište u Zagrebu

1979.-1983., asistent, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

**STIPENDIJE I NAGRADE**

2010., Nagrada HAZU za najviše znanstveno dostignuće

2008., Državna nagrada za znanost

1993., Fulbrightova nagrada

**MENTORSTVA DOKTORSKIH STUDENATA I POSLIJEDOKTORANDA**

Doktorati: H. Mihanović (2009.), N. Leder (2004.), I. Vilibić (2002.), M. Pasarić (2000.), N. Supić (2000.), V. Malačić (1993.)

Magisteriji: H. Mihanović (2005.), I. Vilibić (1998.), N. Supić (1993.), M. Pasarić (1993.), V. Krajcar (1993.), I. Cerovečki (1992.)

**NASTAVNE AKTIVNOSTI**

2004.-2008., geofizika, Sveučilište u Osijeku

1999.-2009., geofizika, Sveučilište u Splitu

1983.-danas, geofizika, Sveučilište u Zagrebu

**ORGANIZACIJA ZNANSTVENIH SASTANAKA**

2008., Recent Advances in Adriatic Oceanography and Marine Meteorology (Dubrovnik, Hrvatska, predsjednik organizacijskog odbora)

2008., International Symposium on Meteotsunamis (Vela Luka, Hrvatska, član organizacijskog odbora)

2007., REA Conference - Challenges for Monitoring and Prediction (Lerici, Italija, član organizacijskog odbora)

2005., International Conference on Alpine Meteorology (Zadar, Hrvatska, član organizacijskog odbora)

2004., Venice Adriatic Workshop (Venecija, Italija, član organizacijskog odbora)

2000., Sea Level in Europe: Observation, Interpretation and Exploitation (Final Workshop of COST Action 40, Dubrovnik, Hrvatska, predsjednik organizacijskog odbora)

2000., Littoral 2000 (Cavtat, Hrvatska, član organizacijskog odbora)

1986., Observations and Modelling in Geophysics (Zagreb, Hrvatska, član organizacijskog odbora)

### **OBVEZE U ORGANIZACIJI**

2011.-danas, predsjednik Hrvatskog povjerenstva za geodeziju i geofiziku

2009.-2013., predsjednik Vijeća prirodoslovnog područja, Sveučilište u Zagrebu

2005.-2007., voditelj istraživačkog projekta "Internal tidal hydrodynamics and ambient characteristic of the Adriatic (ITHACA)" (Office of Naval Research, SAD)

2002.-2005., voditelj radne grupe istraživačkog projekta "ESEAS-RI" (European Commission, FP5)

2001.-2004., voditelj istraživačkog projekta "East Adriatic coastal experiment (EACE)" (Office of Naval Research, SAD)

2001.-2005., voditelj radne grupe istraživačkog projekta "ADRICOSM" (Ministero dell'Ambiente, Italija)

2000.-2002., prodekan Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu

1996.-2000., pročelnik Geofizičkog odsjeka, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

1996.-2013., voditelj nacionalnih istraživačkih projekata "Međudjelovanje atmosfere s morem", "Sustav atmosfera-Jadran", te "Utjecaj atmosfere i topografske varijabilnosti na procese u moru"

1994.-2000., voditelj Poslijediplomskog studija fizike, Sveučilište u Zagrebu

1983.-danas, voditelj Mareografske postaje u Bakru

### **ČLANSTVA (primjerice: znanstvena povjerenstva ili udruženja, odbori za vrednovanje, uredništva časopisa i sl.; navesti godinu i ustanovu.)**

2007.-2009., *Journal of Marine Systems* (gostujući urednik)

2005.-danas, *Acta Adriatica* (član uredničkog odbora)

2004.-2007., *Journal of Geophysical Research* (gostujući urednik)

1993.-danas, *Geofizika* (član uredničkog odbora)

1990.-1992., *Geofizika* (urednik)

### **NAJVAŽNIJE ZNANSTVENE SURADNJE**

2017.-danas, M. Gačić, Laboratorijsko modeliranje BiOS-a, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trst, Italija

2001.-2004., C. M. Lee, Istraživačka krstarenja u Jadranskom moru, University of Washington, Seattle, SAD

1999.-2005., N. Pinardi, Numeričko modeliranje Jadranskog mora, Università di Bologna, Bologna, Italija

### **PREKIDI U KARIJERI**

Nije ih bilo

## Cjelina B -Projektni prijedlog

### **Dio a. Trenutno stanje u području istraživanja**

Obalni vjetrovi uzrokuju izranjanje tako što u površinskom sloju uzrokuju transport od obale, što je kompenzirano transportom prema obali u potpovršinskom sloju, i uzlaznim gibanjem u blizini obale. Rana istraživanja obalnog izranjanja bila su fokusirana na četiri istočne rubne struje i jednu zapadnu rubnu struju (Kanarska struja kod sjeverozapadne Afrike, Benguelska struja kod jugozapadne Afrike, Kalifornijska struja kod zapadne Sjeverne Amerike, Peruanska struja kod zapadne Južne Amerike, i Somalijska struja kod Arapskog poluotoka) i potaknula su razvoj modela stacionarnog stanja (npr. Smith, 1968). Istraživanja su također pokazala važnost izranjanja za život u moru: uzlazno gibanje prenosi nutrijentima bogatu potpovršinsku vodu u površinski sloj koji je pod utjecajem sunca i tako potiče primarnu produkciju kao i razvoj, često veoma kratkog, hranidbenog lanca.

Čak i u ovoj ranoj fazi istraživanja, zaključeno je da pretpostavka stacionarnog stanja nije općenito primjenjiva i da obalno izranjanje često varira u vremenu zbog promjenjivosti vjetrovnog forsiranja. Prvo je prepoznata sezonska vremenska skala, osobito na području Arapskog poluotoka gdje je izranjanje povezano s jakim ljetnim monsunskim vjetrovima (Smith 1968). Istraživanja koja su uslijedila bila su omogućena novom tehnologijom kontinuiranog mjerenja struja i temperature, i otkrila su druge, kraće vremenske skale, uključujući višednevnu (npr. Smith, 1981; Codispoti, 1981) i dnevnu (npr. Halpern, 1977; Rosenfeld, 1988; Chen et al., 1996; Jarosz et al., 2007; Zhang et al., 2009), te ukazala na nekoliko novih područja gdje se događa vremenski promjenjivo izranjanje koje je često povezano s vremenski promjenjivim poniranjem. Ova istraživanja potaknula su zanimanje za modele obalnog izranjanja/poniranja uzrokovanog periodičkim vjetrovima (npr. Orlić i Pasarić, 2011., i literatura citirana u tom radu). Modeli su pokazali nekoliko zanimljivih osobina ovih periodičkih fenomena, osobito razliku između subinercijalnih frekvencija gdje dominira varijabilnost vezana uz obalu i superinercijalnih frekvencija gdje dominiraju valovi koji putuju od obale. Modeli su također pokazali da na obali piknoklina oscilira i na subinercijalnim i na superinercijalnim frekvencijama, pri čemu dužobalni vjetar više potiče oscilacije na subinercijalnim, a vjetar okomit na obalu one na superinercijalnim frekvencijama. Oscilacije su najaglašenije kad je periodičko vjetrovno forsiranje rezonantno združeno s lokalnim inercijalnim oscilacijama (ali samo ako vjetar ne rotira suprotno od inercijalnih struja) i frekvencijama blizu nule (ali ne za vjetar koji je potpuno okomit na obalu).

Imajući na umu važne ekološke posljedice izranjanja, a moguće i poniranja, iznenađujuće je da su ovi fenomeni rijetko privlačili zanimanje znanstvenika koji su u ranim fazama istraživali Jadransko more. Buljan i Zore Armanda (1976) u svom inače detaljnom pregledu jadranskih fizikalnih procesa izranjanje spominju samo usputno, u diskusiji o ljetnom hlađenju zabilježenom u potpovršinskom sloju blizu Visa. U kasnijim radovima povezanim s Jadranom fizika izranjanja i poniranja je češće spominjana. Bergamasco i Gačić (1996) su razmatrali odgovor Jadranskog mora na forsiranje burom uz pomoć baroklinog numeričkog modela i detektirali izraženo izranjanje kod albanske obale. Gačić et al., (1997) su analizirali površinske temperature mora zabilježene satelitskim sensorima u razdoblju od devet godina i našli anomalno niske vrijednosti kod albanske obale i u srednjem Jadranu kod hrvatske obale te ih pripisali izranjanju uzrokovanom vjetrom. Kourafalou (1999) je provela numeričko modeliranje ušća rijeke Po i dobila širenje perjanice slatke vode od obale pod utjecajem juga koje je pogodno za izranjanje. Potvrda da jugo može uzrokovati izranjanje na zapadnoj obali Jadrana došla je od Poulaina et al. (2004) na osnovi *in situ* i daljinski opaženih podataka prikupljenih u ljeto 2003. godine. Konačno, i izranjanje i poniranje je detektirano u vremenskim nizovima zabilježenim na području Lastova u ljeto 2006. godine (Mihanović et al., 2009, 2014; Orlić et al., 2011). Numeričko modeliranje je pokazalo da se velike oscilacije piknokline mogu pripisati valovima zarobljenim oko otoka koji su rezonantno pobuđeni plimnim forsiranjem s jedne i vjetrovnim forsiranjem s druge strane.

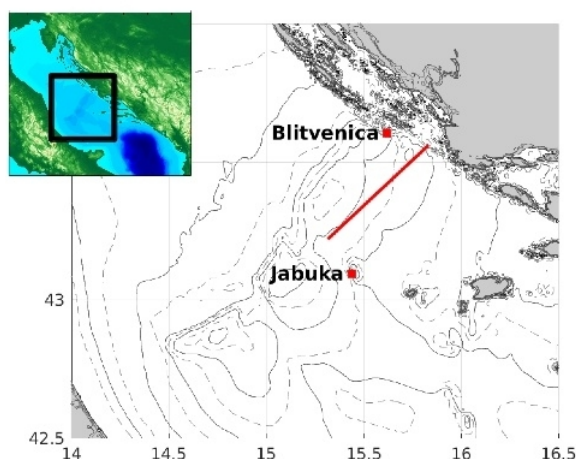
U literaturi povezanoj s Jadranom također je spomenuta i biogeokemija izranjanja. Tako je već Buljan (1974) sugerirao da bi veliki ulovi na području Blitvenice mogli biti povezani s izranjanjem potpovršinske vode iz Jabučke kotline koja je bogata nutrijentima. Tu su hipotezu podržali Županović (1985) i Županović i Jardas (1989), koji su analizirali vertikalne temperaturne profile zabilježene u proljeće i ljeto tijekom razdoblja od četiri godine kako bi dokumentirali izranjanje na istočnom dijelu Jabučke kotline i ukazali na njegovu vezu s pojavom raznih planktonskih vrsta. U najdetaljnijem istraživanju do sada, Regner et al. (1987) su koristili podatke o temperaturi prikupljene u proljeće 1982. godine kako bi detektirali dvije zone u

kojima izranjanje dominira, od kojih je jedna bila u istočnom dijelu srednjeg Jadrana, a druga na širem području Visa. Zatim su pokazali da su količine fitoplanktona i zooplanktona bile najveće na granicama tih zona, te, konačno, demonstrirali da su se srdele najintenzivnije mrijestile upravo u tim istim zonama.

Očito, u Jadranskom su moru barem četiri područja pod utjecajem izranjanja i jedno područje gdje su zabilježeni i izranjanje i poniranje. Od osobitog je interesa činjenica da je jedno od ovih područja – istočni dio srednjeg Jadrana – privuklo značajnu pozornost kemičara i biologa ali je samo jednom bilo razmatrano od strane fizičara, a i tada samo na osnovi daljinski opaženih podataka. Iz tog smo razloga izveli preliminarno istraživanje na širem području Blitvenice i Jabuke od 24. do 28. svibnja 2017. godine. Istraživanje, koje je kombiniralo CTD profiliranje pomoću undulatora i biološko uzorkovanje, je dalo jake naznake da sjeverozapadni vjetar uzrokuje izranjanje na tom području ali i da su procesi mnogo složeniji nego što se u početku mislilo. Otkriveno je da su zone izranjanja prošarane zonama poniranja na profilu koji se prostire od hrvatske obale do centra Jabučke kotline i da su značajke na maloj skali dobro razvijene u blizini Blitvenice i Jabuke. Složenost izranjanja i poniranja na tom području s jedne strane i očita važnost tog fenomena za biogeokemijske procese s druge strane predstavlja osnovu za ovaj projekt.

### **Dio b. Povezanost projektnog prijedloga s trenutnim stanjem u području istraživanja**

Krajnji cilj projekta MAUD je stvoriti cjelovitu sliku procesa izranjanja i poniranja (I/P) vodene mase u području srednjeg Jadrana, поближе u širem akvatoriju otočića Jabuke i Blitvenice te prostoru koji ih povezuje. Područjem srednjeg Jadrana dominira Jabučka kotlina, podmorska depresija relativno ravnog dna (prosječne dubine oko 250 m) i bočnih stranica koje se relativno strmo uzdižu do dubine od približno 150 m. Na dva mjesta na rubu Jabučke kotline, kod Blitvenice i Jabuke, dno se skokovito izdiže od nekih 200 m do nule. U okviru predloženog projekta će se detaljno istražiti specifičnosti fizikalnih procesa I/P, meteorološki uvjeti koji su pogodni za njihovo generiranje kao i uloga kompleksne batimetrije te posljedice I/P na biogeokemijske procese u vodenom stupcu i bentoska staništa. Zbog toga su u ovo istraživanje s jakim interdisciplinarnim karakterom uključeni meteorolozi te oceanografi fizičari, biolozi i kemičari, koji u ovaj projekt ulaze s bogatim znanstvenim iskustvom, ali su do sada bili u slaboj međusobnoj interakciji kada se radi o fenomenu I/P. Planirani radovi pretpostavljaju jaku suradnju tijekom cijelog projekta, pri čemu je zadnja godina najvećim dijelom posvećena sintezi stečenih spoznaja u pojedinom području. Treba reći da je direktni poticaj za ovo istraživanje došao iz neformalne suradnje biologa i fizičara. Naime, biolozi su, da bi objasnili specifičnosti izuzetne vegetacije u podmorju Blitvenice i Jabuke, proveli dugotrajna mjerenja temperature o kojima će biti govora dalje u tekstu, a za interpretaciju opažanja potražili su pomoć druge struke.



**Slika 1.** Područje istraživanja i lokacije intenzivnih mjerenja (označene crveno).

Predloženi projekt čine empirijska istraživanja i numeričko modeliranje. Prva uključuju kontinuirana mjerenja kod Blitvenice i Jabuke, intenzivna mjerenja tijekom dva krstarenja (MAUD1 i MAUD2, krajem svibnja/početkom lipnja 2020. odn 2021. godine), numeričke analize podataka kao i laboratorijske analize. Područje istraživanja prikazano je na Slici 1, a vremenski tijek i struktura složenih *in situ* mjerenja dani su na Slici 2. Modeliranjem će se provesti

realistične simulacije I/P u srednjem Jadranu te kvazirealistične simulacije na području cijelog Jadrana.

Zbog složenosti posla aktivnost na projektu je podijeljena po radnim grupama (1-9) koje zajedno rade na ostvarenju ciljeva (O1-O14). Prijedlog projekta je strukturiran prema radnim grupama, osim dijelova d. *Radni plan* te e. *Učinak istraživanja*, koji generalno slijede zadane ciljeve. Ciljevi su navedeni kronološki, prema vremenu početka rada na njima.

**1. Meteorologija.** Meteorološka mjerenja u širem području istraživanja kontinuirano se obavljaju dugi niz godina na nekoliko obalnih postaja te omogućuju klimatsku kategorizaciju područja. Ovo je područje meteorološki vrlo interesantno s obzirom da se nalazi na putanji premještanja ciklona uzduž i preko Jadrana. Međutim za procese I/P relevantna su mjerenja na otvorenom moru, ali ona postoje samo sporadično i ne daju uvid u finu strukturu polja vjetera te su zbog toga nedovoljna. Do sada nije provedeno detaljno istraživanje utjecaja meteoroloških procesa na izranjanje i poniranje vodenih masa u području Jadrana. U okviru eksperimentalnog dijela projekta MAUD, kontinuirano će se mjeriti promjenjivost meteoroloških parametara tijekom krstarenja, a bit će na raspolaganju i polja reanalize visoke rezolucije (2 km) koja je moguće dobiti iz modela ALADIN. Paralelna mjerenja i modeliranje atmosferskim modelima visoke rezolucija omogućit će razlučivanje dinamičkih procesa u atmosferi relevantnih za izranjanje i poniranje vodenih masa.

**2. Satelitska mjerenja površinske temperature mora (SST-a).** Proučavanjem satelitskih mjerenja površinske temperature mora (eng. sea surface temperature - SST) uočena su područja izranjanja na temelju jasne temperaturne razlike u odnosu na okolno područje. Na istočnom dijelu Jadrana područja izranjanja opažena su tijekom srpnja, kolovoza i rujna te su bila tranzijentne naravi i inducirana vjeterom (Gačić et al., 1997; Böhm et al., 2003). Razlika SST-a između okolnog područja i područja izranjanja u zapadnom Jadranu iznosila je i do 8 °C (Poulain et al., 2004). Zbog velikih gradijenata temperature uzrokovanih dotokom hladne vode iz rijeke Po, analize satelitskih podataka SST-a najviše su se bavile sjevernim Jadranom (Mauri & Poulain, 2001). Satelitska polja SST-a su korištena i u verifikaciji numeričkog oceanografskog modela (Džoić et al., 2017). U okviru projekta MAUD analizirat će se dostupna satelitska polja SST-a, s posebnim naglaskom na godine u kojima se vrše terenska istraživanja, s ciljem da se identificiraju područja izranjanja pomoću razlika površinske temperature mora duž istočne obale Jadranskog mora. Dosadašnja istraživanja uglavnom su rađena na prostornoj skali cijelog Jadrana, pri čemu je ponajviše promatrana varijabilnost SST-a na mjesečnoj skali, dok je područje oko Jabučke kotline relativno slabo istraživano, što ostavlja prostor za nova saznanja. Nadalje, u planiranom radu koristit će se novi satelitski produkti čija horizontalna rezolucija ide i do 6 km, što je tri puta bolje od ranije korištenih produkata (Gačić et al., 1997; Böhm et al., 2003). Vremenska rezolucija satelitskih produkata je povećana dostupnošću dnevnih mjerenja. Satelitska mjerenja SST-a će se koristiti i za verifikaciju numeričkog oceanografskog modela.

**3. Kontinuiranja mjerenja sondama.** Proces I/P uzrokovan je djelovanjem vjetera na raznim vremensko-prostornim skalama i u područjima koja nisu pod djelovanjem stalnih vjetrova tranzijentnog je karaktera. Hidrografska mjerenja na stalnim oceanografskim postajama u ovom području su niske prostorne rezolucije kada su u pitanju fenomeni kao I/P. Stoga je na temelju takvih mjerenja teško sa sigurnošću utvrditi da li je neka vodena masa, hladnija od klimatološki očekivane, posljedica izranjanja ili pak procesa površinskog miješanja uzrokovanog direktnim djelovanjem vjetera. Kontinuirana mjerenja temperature uzduž vodenog stupca omogućuju (i) da se praćenjem vertikalnih pomaka termokline jasno identificiraju pojave I/P te (ii) da se odredi vremenska skala I/P i lakše identificira neposredni fizikalni proces koji je za to odgovoran. Tako su Orlić et al. (2011), koji čine veliki dio istraživačke grupe na projektu MAUD, ustanovili pojavu jakog I/P u području Lastova na dnevnoj skali, i objasnili je rezonantnim djelovanjem plimnih oscilacija te obalne vjetrovne cirkulacije oko otoka specifičnih dimenzija. Nadalje, A. Žuljević i suradnici su, u okviru istraživanja bentosa Jabuke i Blitvenice, kroz dulje razdoblje kontinuirano mjerili temperaturu (2009-2012 na Jabuci, 2014-2016 na Blitvenici). Preliminarna analiza koja je napravljena kao priprema ovog projekta, sugerira (i) da postoje značajne razlike između Jabuke i Blitvenice, (ii) da je na Blitvenici u razdoblju od sredine/kraja lipnja do početka/kraja kolovoza sezonsko zagrijavanje značajno usporeno hlađenjem te (iii) da postoji primjetna međugodišnja varijabilnost ovakovog ponašanja. Ovi rezultati daju jak motiv da se provedu dugotrajna mjerenja temperature uzduž vodenog stupca i da se na temelju njih detaljno istraže oscilacije temperature, odrede vertikalni pomaci/oscilacije termokline te odrede vremenske skale i intenzitet I/P na ova dva lokaliteta koja su posebno zanimljiva zbog obilja biljnih i životinjskih organizama. Nadalje, proces I/P je povezan s lokalnim spuštanjem/podizanjem razine mora (npr. Gill & Clarke, 2011). Mjerenje razine mora na Blitvenici i Jabuci planirana u okviru MAUD-a te njihova usporedba s mjerenjima



na referentnim mareografskim postajama omogućit će detaljniju analizu procesa I/P. Izranjanje vode iz dubljih slojeva dovodi vodu siromašniju otopljenim kisikom (engl. dissolved oxygen, DO) bliže površini. Tako je uočeno da se pojave hipoksije uz obale Oregona (Roegner et al., 2011; Adams et al., 2013; Sutherland & O'Neill, 2016) mogu povezati sa sezonskim izranjanjem. Kontinuiranim mjerenjem DO na Blitvenici i Jabuci istovremeno s mjerenjima temperature i razine mora, istražiti će se vremenske promjene DO te će ih se pokušati povezati s pojavom izranjanja u ovim područjima.

**4. Mjerenja undulatorom.** Kada se u obzir uzmu i prostorno promjenjivi vjetrovi (npr. Pasarić et al., 2009) ograničenog trajanja u uvjetima složene batimetrije, može se očekivati I/P složene prostorne strukture i vremenski ograničeno. U stratificiranim uvjetima vertikalno gibanje u moru najlakše se vidi u pomacima termokline, no da bi se razlučile relativno kratke prostorne skale (reda veličine kilometra) potrebno je gusto uzorkovati u prostoru, što nije moguće postići zaustavljanjem broda na postajama i spuštanjem CTD sonde. Stoga će se mjerenje hidrografskih svojstava provesti pomoću CTD sonde montirane na tegleće undulirajuće vozilo (undulator) čime će se dobiti detaljna raspodjela temperature i saliniteta u vodenom stupcu do dubine od 50 m. Takva mjerenja do sada su provedena u blizini ušća rijeke Cetine (Pasarić et al., 2013) te u par navrata u sjevernom Jadranu (Pasarić et al., 2017). Prvo, preliminarno mjerenje undulatorom u srednjem Jadranu izvršeno je u širem području Blitvenice i Jabuke u svibnju 2017. u sklopu priprema za ovaj projekt. Visoka prostorna razlučivost mjerenja omogućila je da se otkrije kompleksna struktura temperature i saliniteta s promjenama dubine termokline od 10 do 20 metara na udaljenostima od 5 do 15 km, što ukazuje da I/P postoji, kako lokalno u okolini otočića Blitvenice i Jabuke tako i na širem području između njih. Zbog geomorfološke kompleksnosti područja te promjenjivih meteoroloških uvjeta, planirano je da se mjerenja undulatorom, kombinirana s mjerenjima struja brodskim ADCP-om, provedu u drugoj i trećoj godini projekta, pri čemu će svakom krstarenju prethoditi detaljna analiza rezultata prethodnog krstarenja. Pažljivom analizom rezultata s tri krstarenja (preliminarno i dva u okviru projekta) uzet će se u obzir međugodišnja varijabilnost. Ovo će stvoriti solidnu bazu za numeričko modeliranje i fizikalno razumijevanje I/P-a u srednjem Jadranu, a dat će uvid i u međugodišnju varijabilnost koja pak ima veliki utjecaj na primarnu proizvodnju, a onda i na ostatak hranidbenog lanca.

**5. Mjerenja struja brodskim ADCP-om.** Mjerenja struja brodskim ADCP-om najčešće se obavljaju kao sastavni dio oceanografskih terenskih istraživanja brodovima koji imaju ugrađen brodski ADCP uređaj (Hainbucher et al., 2014, 2015). Istraživanja na planiranim transektima su se rijede obavljala, no npr. između svibnja 1995. i veljače 1996. godine obavljeno je detaljno mjerenje cirkulacije uzduž tri transekta na zapadnoj obali Jadrana (Ursella & Gačić, 2001). Međutim, mjerenja brodskim ADCP-om dosada nisu bila povezivana s istraživanjem termohalinih svojstava na istočnoj obali Jadrana. Prva instalacija brodskog ADCP-a na hrvatske istraživačke brodove načinjena je 2009. godine izgradnjom i/b *Bios Dva*, omogućavajući mjerenje morskih struja na visokoj prostornoj i vremenskoj rezoluciji uzduž putanje broda tijekom istraživačkih krstarenja. Takva mjerenja će biti komplementarna mjerenjima undulatorom koja omogućavaju visoku prostornu i vremensku rezoluciju mjerenja termohalinih parametara, omogućavajući analizu dinamičkih procesa tijekom izranjanja i poniranja vodenih masa.

**6. Mjerenja na postajama CTD sandom.** Institut za oceanografiju i ribarstvo već 60-ak godina provodi, uglavnom sezonska, oceanografska krstarenja u području srednjeg Jadrana. Krstarenja su uglavnom uključivala hidrografska mjerenja na najdubljoj postaji Jabučke kotline, dok su redovita sezonska mjerenja duž Jabučkog transekta trajala od 1998. do 2008. godine, te se sporadično nastavila do danas. Od 2016. godine u širem akvatoriju otoka Jabuke i Žirja obavljaju se mjerenja na tri oceanografske postaje u sklopu nacionalnog Plana sustavnog monitoringa Jadrana. Mjerenja u Jabučkoj kotlini, zbog njenih geomorfoloških osobina, od ključne su važnosti za objašnjavanje termohaline cirkulacije Jadranskog mora, ali i istočnog Sredozemlja (Gačić et al. 2010, Matić et al. 2017). Postojeći podaci predstavljaju vrlo vrijedan povijesni niz koji će poslužiti za klimatsku analizu procesa I/P. Tijekom planiranih krstarenja napraviti će se mjerenja CTD sandom na postajama transekta koji je prethodni dan bio detaljno uzorkovan undulatorom, pri čemu će se primijeniti adaptivno planiranje postaja u skladu s mapiranim poljima. Klasična CTD mjerenja će se vršiti do dna kako bi se dobila informacija o dubljim slojevima (ispod 50 m), što nije moguće pokriti undulatorom.

**7. Numeričko modeliranje.** Izranjanja duž hrvatskog dijela istočne jadranske obale uočena u ljetnim mjesecima na satelitskim snimkama SST-a povezana su s etezijama, a izranjanja uz albansku obalu povezana su s puhanjem bure (Gačić et al., 1997). Nagla promjena smjera obalne linije pospješuje izranjanje uz albansku obalu, što je potvrđeno i rezultatima baroklinog modela primijenjenog na ljetnu epizodu bure nad Jadranom (Bergamasco & Gačić, 1996).

Izranjanje dnevnog perioda zabilježeno je ljeti u srednjem Jadranu oko otoka Lastova i povezano je s obalnom atmosferskom cirkulacijom i morskim mijenama. Simulacije u realističnoj jadranskoj domeni s horizontalnom rezolucijom od 2.5 km reproducirale su izranjanje uzrokovano shematiziranim poljem vjetra dnevnog perioda (Orlić et al., 2011), a simulacije u idealiziranoj pravokutnoj domeni s horizontalnom rezolucijom od 500 m reproducirale su karakteristike periodičnog izranjanja i poniranja uz otok Lastovo pod utjecajem unutrašnjih morskih mijena (Mihanović et al., 2014). U okviru projekta MAUD napraviti će se realistične numeričke simulacije epizoda izranjanja i poniranja dokumentiranih u srednjem Jadranu tijekom tri intervala koja su (svibanj 2017.) ili će biti pokrivena intenzivnim mjerenjima (ljeta 2020. i 2021.).

Dosadašnja numerička modeliranja izranjanja/poniranja u Jadranu bila su fokusirana na procese u ograničenom području (Orlić et al., 2011; Mihanović et al., 2014) ili na njihov razvoj pod specifičnim meteorološkim uvjetima (Bergamasco & Gačić, 1996). Bakun i Agostini (2001) su proveli simulacije sezonskog I/P u Mediteranu, pri čemu su za forsiranje uzeli sezonske srednjake vjetra. Rezultati su ukazali na vrlo slab signal u Jadranu, što ne iznenađuje s obzirom na grubu rezoluciju (0.5°x0.5°) modela i primjenu atmosferskih sezonskih strujanja. Kao jedan od ciljeva projekta, numeričkim modeliranjem će se istražiti I/P izazvano najčešćim vjetrovima – etezijama, burom i jugom (Pasarić et al., 2009), na području čitavog Jadrana. Dobivene rezultate će se usporediti s razdiobom SST-a te bioloških indikatora.

**8. Ekološka istraživanja planktona.** Lokalne pojave I/P vode u srednjem Jadranu mogu značajno promijeniti uvjete u okolišu, posebice u pogledu temperature i koncentracije hranjiva, a što može imati iznimno snažan utjecaj na procese u planktonskim zajednicama (Šolić et al., 2008, 2010, 2017; Ninčević Gladan, 2015). Izranjanje vode prirodni je način obogaćivanja eufotičkog sloja hranjivima, što ima za posljedicu povećanje planktonske biomase, fitoplanktonska cvjetanja, te promjene u sastavu fitoplanktona (Viličić et al., 1989, Moita et al., 2003; Mercado et al., 2005; Uiboupin et al., 2012). U područjima s niskim koncentracijama hranjiva, mali pokretni organizmi, koje karakterizira veliki omjer površina/volumen (piko- i nanoplankton), prevladavaju u planktonu s obzirom na njihovu veću sposobnost korištenja hranjiva u niskim koncentracijama. S druge strane, u područjima u kojima fenomen izranjanja donosi hranjiva u eufotički sloj prevladavaju veće skupine fitoplanktona, većinom dijatomeje (Lassiter et al., 2006; Anabalón et al., 2007). Porast produktivnosti u zonama izranjanja popraćen je i porastom abundancije zooplanktona, kao i lokalno koncentriranje zooplanktonskih organizama duž frontalnih zona (Foster & Battaerd, 1985; Regner et al., 1987; Queiroga et al., 2005). Naša je hipoteza da lokalne pojave I/P mogu značajno utjecati na strukturu planktonskih zajednica, brojnost i raspodjelu pojedinih skupina, kao i na ulogu ovih fenomena na protok ugljika i energije u morskom okolišu. Predloženim istraživanjem želi se utvrditi kvalitativna i kvantitativna svojstva planktonskih zajednica u područjima izranjanja vode u odnosu na bliska područja bez fenomena izranjanja pridnene vode i njenog prodora u eufotički sloj te definirati biološke pokazatelje kao potvrde ove pojave. Također će se istražiti utjecaj dinamike vodenih masa (s naglaskom na lokalne pojave izranjanja i poniranja vode) na strukturu planktonskih hranidbenih mreža i njenu ulogu u protoku ugljika i energije prema višim trofičkim razinama.

**9. Ekološka istraživanja bentosa.** Jedan od osnovnih čimbenika u razvoju bentoskih makroalga su hranjive soli (Lobban et al., 1985). One su vjerojatno uzrok da biomasa bentoskih makroalga uz istočnu obalu Jadrana opada od sjevera prema jugu te od obale prema vanjskim otocima (Ercegović, 1960). Područje Jabuke povijesno je poznato po jedinstvenosti bentoske vegetacije (specifični sastav, veliki broj vrsta i velika biomasa) koja se značajno razlikuje u usporedbi s drugim otocima (Ercegović, 1952). Ovo bi se moglo objasniti lokaliziranim uzdizanjem pridnene vode bogate hranjivim solima iz Jabučke kotline. Premda je uzdizanje morske vode jedan od glavnih mehanizama donosa hranjivih soli u obalna područja u oceanima (Bode et al., 2006, Nielsen & Navarrete, 2004), za Jadran ne postoje zabilježeni primjeri sličnih utjecaja. Naša preliminarna istraživanja podmorja Blitvenice (u zadnje tri godine), a što su ujedno i prva algološka istraživanja ovog područja, pokazala su kako je tamo razvijena vegetacija bentoskih alga slična onoj uz Jabuku. U njoj dominiraju svojite iz rodova *Cystoseira* (barem 7 vrsta) i *Sargassum*, a gusta se vegetacija proteže do 40 m dubine. Na dubinama između 20 i 40 m razvijaju se i svoje roda *Ulva*, *Gracilaria* ili *Hydroclathrus*, koje su tipične u plitkim eutrofičnim vodama poput Kaštelanskog zaljeva ili na uzgajalištima tuna (ne dublje od 5 m) (Špan & Antolić, 1997; neobjavljeni podaci). Suprotno, 2 km od Blitvenice udaljeni otočići imaju sasvim drugačiju vegetaciju sličnu južnim stranama vanjskih otoka s malim brojem svojiti *Cystoseira* (3 vrste) te bez vrsta roda *Sargassum* i indikatorskih vrsta za eutrofna područja. Predložena istraživanja nadopuniti će i omogućiti usporedbu s dosadašnjim objavljenim saznanjima o bentoskim algama uz Jabuku (Ercegović, 1952; Zavodnik et al., 2000) te upotpuniti naša preliminarna istraživanja područja Blitvenice i okolnih otočića. Podaci će se

povezati s abiotičkim čimbenicima te rezultatima realističnih hidrodinamičkim simulacija modelom ROMS koji će demonstrirati uzdizanje dubokomorske bogate vode. Očekujemo da će se na taj način identificirati oceanografski procesi koji utječu na razvoj makroalga ovih područja. U konkretnom slučaju to dovodi do mogućeg formiranja hot-spot mjesta biološke raznolikosti algi u Jadranu. Prikupljeni podaci služit će kao podloga za praćenje stanja okoliša sukladno MSFD direktivi te adekvatno vrednovanje i zaštitu.

### **Dio c. Metodologija**

**1. Meteorologija.** Za potrebe projekta koristit će se meteorološki podaci koji se mjere na obalnim meteorološkim postajama, te podaci koji će se tijekom krstarenja u drugoj i trećoj godini projekta mjeriti na brodskoj meteorološkoj postaji. S meteoroloških postaja analizirat će se satne vrijednosti temperature zraka, tlaka zraka, relativne vlage zraka i smjera i brzine vjetra kao i maksimalni udari vjetra. Za vrijeme krstarenja brodska meteorološka postaja osigurat će minutne podatke temperature zraka, tlaka zraka i smjera i brzine vjetra. Mjerenja će se nadopuniti poljima iz modela ALADIN te iz dostupnih meteoroloških baza podataka (ERA-INTERIM). Model ALADIN je najčešće korišten model za kratkoročnu prognozu vremena u Europi. Postavke modela ALADIN/HR kao i korišteni sustav asimilacije podataka posebno su prilagođeni korištenju nad područjem Hrvatske te je odabir upravo ovog modela za atmosfersku komponentu projekta optimalan.

**2. Satelitska mjerenja SST-a.** Za planirana istraživanja koristit će se nekoliko različitih satelitskih produkata koji su javno dostupni i besplatni za preuzimanje. L3S skup podataka, koji se sastoji od objedinjenih L3P SST podataka mapiranih preko Sredozemnog mora na visokoj prostornoj rezoluciji (1/16 stupnja), preuzet s portala <http://marine.copernicus.eu/> (Buongiorno Nardelli et al., 2013), će biti korišten kao primarni skup podataka, dok će AVHRR i MODIS satelitski podaci biti korišteni kao sekundarni skup podataka (<https://podaac.jpl.nasa.gov/>). Satelitski podaci SST-a će se koristiti i za verifikaciju rezultata numeričkih modela. Proučit će se i višegodišnji L3S skup satelitskih mjerenja SST-a počevši od 2008. (početna godina baze podataka), s ciljem da se detektira izranjanje na istočnoj obali Jadrana u prošlosti.

**3. Kontinuirana mjerenja sondama.** Kontinuirana mjerenja temperature provest će se temperaturnim sondama s internom memorijom (svaka 4 m do dubine od 40 m, trajanje ~30 mjeseci) koje će ronionci pričvrstiti na podvodnu stijenu. Istovremeno će se sličnim sondama mjeriti tlak u moru i tlak zraka te otopljeni kisik (DO), sve na lokacijama Blitvenice i Jabuke. Iz temperaturnih profila odredit će se vremenski niz dubine termokline. Analizirat će se oscilacije termokline i dovest u vezu s promjenama lokalne razine mora (dobivene iz mjerenja tlaka) te vjetrom. Usporedom lokalne razine s razinom mjerenom na referentnim mareografskim postajama (Split i Bakar) izdvojiti će se promjene vezane uz proces I/P. Kontinuirana mjerenja DO omogućit će da se analiziraju promjene na raznim vremenski skalama. Istražit će se veza između vertikalnih pomaka termokline i količine DO te pokušati procijeniti utjecaj izranjanja na DO. Vremenski nizovi i veza među njima analizirat će se u vremenskoj i frekvencijskoj domeni. Pri tome će se koristiti filtriranje, (višestruka) linearna regresija, spektralna i unakrsna spektralna analiza te valična i unakrsna valična analiza.

Mjerenja razine mora na stalnim mareografskim postajama Bakar i Split provodit će se kroz sve četiri godine projekta kako bi se osigurala visokokvalitetna mjerenja vodostaja na referentnim lokacijama radi (i) validacije numeričkih modela i (ii) usporedbe s razinom na Jabuci i Blitvenici, kako bi se identificirali intervali u kojima je lokalna razina spuštana/povišena što je jedan od indikatora izranjanja/poniranja.

**4. Mjerenja undulatorom.** Za mjerenje hidrografske svojstava koristit će se CTD sonda montirana na platformu koja se tegli iza broda i koja pomoću računalno upravljanih krila vrši periodičko gibanje između površine i neke zadane dubine, ovisno o duljini kabela. Upravljanje undulatorom te akvizicija izmjerenih podataka i njihov prikaz na ekranu broskog računala vrši se u realnom vremenu putem posebnog kabela za tegljenje. Plan za svaki idući dan se modificira na temelju preliminarne analize opažanja prethodnog dana (adaptivno uzorkovanje). Uz frekvenciju uzorkovanja od 8 Hz postiže se vertikalna rezolucija veća od 20 cm, dok tipična horizontalna rezolucija iznosi oko 200 m. Brzina broda u teglju je između 5 i 7 čvorova. Svakom izmjerenom podatku pridružuje se vrijeme i geografski položaj (GPS). Naknadnom obradom te objektivnom interpolacijom (npr. Daley, 1991) dobivaju se vrijednosti u pravilnoj mreži točaka, u dvije ili tri dimenzije, ovisno o stazi broda. Dobivena polja će se analizirati uzevši u obzir batimetriju, struje broskog ADCP-a i meteorološko forsiranje.

**5. Mjerenja struja brodskim ADCP-om.** U okviru projekta MAUD analizirat će se strujomjerni podaci prikupljeni tijekom oceanografskih i ribarskih mjerenja obavljenih na području

istraživanja u razdoblju 2011-2017. Tijekom krstarenja planiranih u drugoj i trećoj godini projekta bit će obavljena mjerenja struja uzduž putanje broda (do dubine od 80 m, s vertikalnom rezolucijom od 4m i vremenskom rezolucijom od 1 min), kako za vrijeme mjerenja undulatorom tako i za vrijeme ostalih istraživačkih mjerenja. Provjera podataka mjerenja će se načiniti korištenjem programskog paketa CODAS (Common Ocean Data Access System: [https://currents.soest.hawaii.edu/docs/adcp\\_doc/](https://currents.soest.hawaii.edu/docs/adcp_doc/)). Bit će korištena STA (Short Term Average) i LTA (Long Term Average) mjerenja, s rezolucijom od 1 minute (STA) i 5 minuta (LTA). Horizontalna prostorna rezolucija ovisi o brzini gibanja istraživačkog broda.

**6. Mjerenja na postajama CTD sondom.** Tijekom krstarenja MAUD1 i MAUD2 provest će se uzorkovanje multiparametarskom oceanografskom sondom Seabird 25 (CTD sonda) s visokom vertikalnom rezolucijom mjerenja uz usrednjavanje svakih 0.5 m dubine duž čitavog vodenog stupca na većem broju postaja, koje će se prilagoditi prema podacima prikupljenim undulatorom prethodnog dana.

**7. Numeričko modeliranje.** Realistične simulacije termohalinih svojstava i cirkulacije mora provodit će se Regionalnim oceanografskim modelskim sustavom (ROMS – Regional Ocean Modeling system; Shchepetkin & McWilliams, 2003; 2005), verzijom sa Sveučilišta Rutgers (Wilkin et al., 2005). ROMS je model konačnih razlika koji sadrži potpunu trodimenzionalnu nelinearnu hidro- i termodinamiku i temelji se na primitivnim jednadžbama gibanja, na jednadžbi kontinuiteta, na jednadžbama očuvanja topline i soli i na jednadžbi stanja. Model ROMS je danas jedan od najčešće korištenih oceanografskih modela s javno dostupnim kodom i korišten je u nizu znanstvenih aplikacija u mnogim oceanskim i morskim bazenima, a postoji i nekoliko uspješnih primjena modela za Jadran (Dutour et al., 2012; 2013; Janeković et al., 2010; 2014; Džoić et al., 2017). Atmosfersko prisilno djelovanje za sve morske domene u realističnim simulacijama računat će se na temelju prizemnih polja operativne verzije modela ALADIN/HR i površinskih temperatura mora iz ROMS-a. Na otvorenoj južnoj granici jadranski model će se ugnijezditi u dostupni mediteranski model, dok će se rubni uvjeti na otvorenim granicama manjih domena riješiti gnježdenjem u odgovarajući model grublje rezolucije. Plimno djelovanje nametnut će se na temelju denivelacija razine mora koje će se na otvorenim granicama računati kao suma sedam harmonijskih konstituenata (M2, N2, S2, K2, O1, P1 i K1) važnih za Jadran. Modelski sustav s nizom ugniježđenih domena će se prilagoditi području srednjeg Jadrana, a osobito visoka rezolucija (do 50 m) nastojat će se ostvariti u topografski zahtjevnim područjima u kojima je zabilježeno izranjanje. Testiranje i unapređenje rezultata modela ROMS provest će se na temelju usporedbe s SST-om iz satelitskih mjerenja, morskom razinom mjerenom mareografima, termohalinih svojstvima mjerenim CTD sondama i undulatorom te strujama broskog ADCP-a.

Simulacije I/P u Jadranu pod djelovanjem kvazirealnih polja etezija, bure i juga provodit će se modelom SCHISM (Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model). SCHISM je semi-implicitni model konačnih elemenata koji se koristi za modeliranje 3D cirkulacije (Zhang & Baptista, 2008, Zhang et al., 2016). Model radi na nestrukturiranoj mreži pa je povoljan za primjenu u bazenima kompleksne geometrije kao što je Jadran. Prinudna atmosferska djelovanja, za domenu cijelog Jadrana, nametnut će se kao kompozitna polja najčešćih vjetrova nad Jadranom reproducirana mezoskalnim modelom LAMI (Pasarić et al., 2009). Radijacijski rubni uvjet postaviti će se u Otrantu dok će početni uvjet biti zadan kao neporemećena morska razina i odsutnost cirkulacije u bazenu. Prostorna rezolucija mreže povećavat će se od otvorenog mora (~ 3 km) prema obalnom području (~ 600 m). Nametnuta meteorološka polja držat će se konstantnim u vremenu a model će se izvoditi dok se u bazenu ne postigne stacionarno stanje. Mapirana područja I/P će se usporediti sa satelitskim poljima SST-a i prostornom razdiobom bioških indikatora u Jadranu.

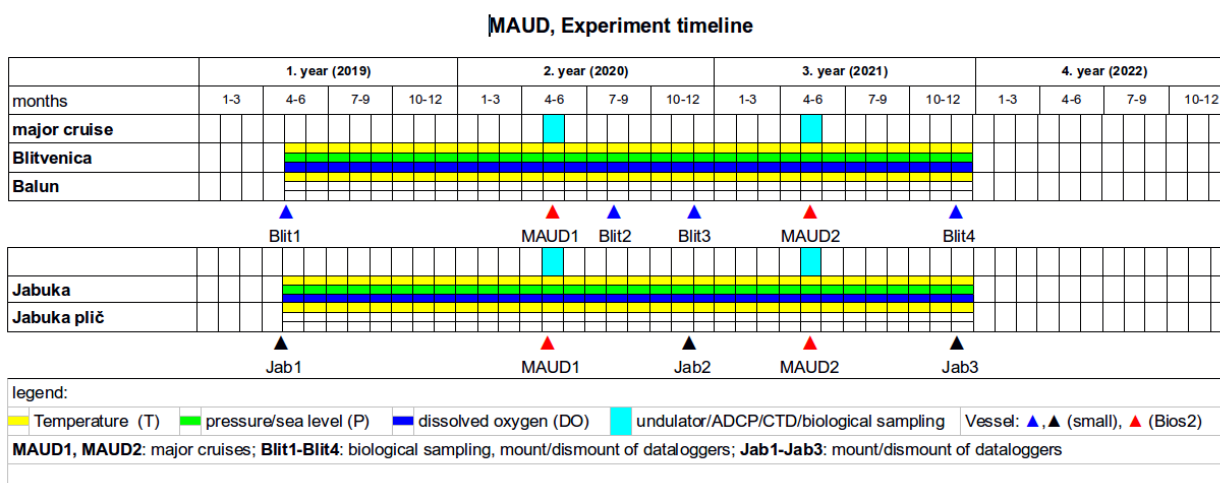
**8. Ekološka istraživanja planktona.** Metoda protočne citometrije koristit će se za određivanje brojnosti Heterotrofnih bakterija (Marie et al., 1997), autotrofnog pikoplanktona (Marie et al., 1999) i heterotrofnih nanoflagelata (Christaki et al., 2011). Bakterijska proizvodnja mjerit će se ugradnjom radioaktivnog <sup>3</sup>H-timidina u bakterijsku DNK (Fuhrman & Azam, 1982). Koncentracija klorofila *a* određivat će se metodom fluorometrije iz ekstrakta u 90% acetone (Strickland & Parsons, 1972). Primarna proizvodnja (PP) će se mjeriti *in situ* na istim dubinama na kojima će se analizirati fitoplanktonska biomasa i sastav zajednice. PP će se mjeriti metodom 14C (Steeemann-Nielsen, 1952). Brojnost i sastav fitoplanktona analizirat će se Utermöhlomovom metodom (Utermöhl, 1958). Mezozooplankton će se sakupljati planktonskom mrežom (veličina otvora 0.255 m<sup>2</sup>, ukupna dužina 2.55 m, veličina pora 200 μm). Uzorci će se sakupljati vertikalnim potezima u nekoliko vertikalnih slojeva, u ovisnosti o dubini postaje. Koncentracije otopljenih hranjivih soli određivat će se korištenjem standardne kolorimetrijske

metode (Grasshof, 1976), dok će se ukupni otopljeni dušik i fosfor analizirati prema McKelvie et al. (1995). Kisik će se određivati Winklerovom metodom prema Strickland i Parsons (1972).

**9. Ekološka istraživanja bentosa.** Istraživanje sastava makroalga bazirat će se na uzorcima sakupljenim na dubinskim transektima do 40 m dubine. Istraživanje vegetacije obavljat će se putem fotokvadrata (modificirano prema Salomidi et al., 2016). Odabir pozicija transekata bit će temeljen na preliminarnom SCUBA pregledu šireg područja kada će biti i postavljene sonde za dugoročna mjerenje temperature. Laboratorijska analiza sastava obaviti će se standardnim metodama korištenjem optičke lupe i mikroskopa, SEMa i adekvatnih molekularnih metoda za determinaciju određenih svojti prema potrebi. Fotokvadrati za određivanje postotka pokrovnosti vrsta će se analizirati u programu Adobe Photoshop CC. Terenska istraživanja provest će se korištenjem SCUBA opreme. Istraživanja će se provesti u sklopu dva zajednička krstarenja *i/b Bios Dva* i četiri samostalna terena za istraživanje šireg područja Blitvenice.

Rizici. Kod terenskog rada na moru uvijek postoji rizik od gubitka opreme. Ovaj se rizik ne može izbjeći, ali se može svesti na razumnu mjeru i to: 1. pažljivim planiranjem, 2. dobrim održavanjem opreme i testiranjem prije terena, 3. terenskim iskustvom projektnog tima, 4. dobrom koordinacijom s kapetanom broda i posadom, te 5. brodom koji može raditi pri određenom stanju mora i vjetrova. Pri kreiranju ovog projekta vodilo se računa o svim gornjim točkama. Postoji i rizik od kvara ili oštećenja opreme tijekom krstarenja i mogući gubitak dana broda. I u ovom slučaju pomaže gornjih pet čimbenika, a naročito drugi. Za slučaj lošeg vremena u svakom od dva krstarenja (MAUD1 i MAUD2) predviđen je jedan rezervni dan. U slučaju nepovoljnih okolnosti moguće je da se ta krstarenja realiziraju u lipnju umjesto u svibnju.

## Dio d. Radni plan



**Slika 2.** Vremenski tijek i struktura *in situ* mjerenja.

**01 Diskutirati aktivnosti na projektu i rezultate.** Projektna grupa ima 24 suradnika skupa s konzultantima, od čega njih 8 radi u Zagrebu, a ostali u Splitu. Stoga su, zbog usklađivanja aktivnosti i praćenja napredovanja rada na projektu, predviđen je početni sastanak (A1.1) te po jedan radni sastanak na kraju svake projektne godine (A1.2-5) (1 - 4. godina; svi suradnici).

**02 Uspostaviti mjerne sustave.** Projekt MAUD ima jaku eksperimentalnu aktivnost pa se u 1. godini planira osigurati instrumentalna baza uspostavom mjernih sustava, što uključuje nabavu novih instrumenata (sonde za mjerenje temperature, tlaka, DO (A2.1)), nabavu nove ronilačke (A2.3) i nadogradnju terenske opreme (kabel za tegljenje s okvirom za montažu i prijenosno računalo za upravljanje undulatorom (A2.2)), kao i testiranje združenog rada undulatora i CTD sonde (A2.4) koje će se raditi u laboratoriju, a potom i na moru (1. godina; Lučić, Matic, Medugorac, Mihanović, Muslim, M. Pasarić, Z. Pasarić, Žuljević).

**03 Detaljno analizirati i interpretirati podatke prikupljene na krstarenju u 05/2017.** Planiranju projekta su prethodila opsežna preliminarna istraživanja i u 1. godini će se detaljno analizirati podaci skupljeni na krstarenju *i/b Bios Dva* u 05/2017 (CTD mjerenja undulatorom (A3.4), klasična CTD mjerenja na postajama (A3.5) i struja s broskog ADCP-a (A3.6)). Također će se napraviti analiza svih povijesnih CTD podataka (A3.2) u ovom području kao i struja

mjerenih brodskim ADCP-om (A3.3), što će biti važno pri interpretaciji opažanja. Rezultati će biti prezentirani (2. godina) na prekomorskoj konferenciji (A3.8) (1 - 2. godina; Grbec, Matić, Mihanović, Orlić, Z. Pasarić).

#### **O4 Istražiti pojavu izranjanja i poniranja (I/P) na temelju kontinuiranih mjerenja temperature (T), razine mora (RM) te otopljenog kisika (DO) na Blitvenici i Jabuci.**

Ovaj cilj se proteže kroz sve 4 godine. U 1. godini će se napraviti detaljna analiza postojećih mjerenja temperature (2012-2017) (A4.1). U 1. godini je planiran i početak simultanih mjerenja T, RM i DO (A4.5, 4.6). Bitan dio aktivnosti tijekom čitavog trajanja eksperimenta (1.-3. godina) je postavljanje sonde, očitavanje podataka i vraćanje sonde za nastavak mjerenja (A4.5, 4.6, 4.9, 4.10, 4.11, 4.18, 4.19, 4.20). Ovaj je dio zajednički s O7, jer će rad sa sondama obaviti ronioci biolozi, zajedno s uzorkovanjem bentosa, a dobiveni podaci će koristiti i za praćenje ekoloških uvjeta (T, OD) staništa. Uz lokalnu RM, mjerit će se RM na referentnim postajama (Split, Bakar), što uključuje i kalibraciju mareografa u Bakru te digitalizaciju analognih zapisa (A4.2, 4.4, 4.7, 4.8, 4.13, 4.22, 4.27). U 2. godini planirana je u Bakru zamjena dotrajalog radarskog mareografa novim instrumentom (A4.14). U 2 - 4. godini analizirat će se izmjereni vremenski nizovi te odnosi među njima (A4.15, 4.16, 4.17, 4.23, 4.24, 4.26). U 3. godini je planirana prezentacija rezultata baziranih na mjerenjima sondama, na konferenciji (A4.25) (1-4. godina; Lučić, Međugorac, Mihanović, M. Pasarić, Šepić, Žuljević).

#### **O5 Istražiti pojavu izranjanja na temelju satelitskih mjerenja površinske temperature mora (SST).**

U 1. godini će se prikupiti sva dostupna satelitska mjerenja SST-a visoke rezolucije za područje Jadrana (<http://marine.copernicus.eu/> i <https://podaac.jpl.nasa.gov/>) za razdoblje od 01/2008. do 01/2019. te nakon provjere kvalitete i pokrivenosti Jadrana podacima, napraviti sažet pregled satelitskih mjerenja koji će biti korišten kao podloga u daljnjem radu (A5.1, 5.2). Analizirat će se satelitska mjerenja na višegodišnjoj skali, istražiti međugodišnja varijabilnost te odrediti područja izranjanja. Razdoblja pojave izranjanja na određenim područjima povezat će se s karakterističnim atmosferskim odnosno oceanografskim čimbenicima te će se utvrditi jasan prostorno-vremenski okvir fenomena izranjanja na cijelom bazenu Jadranskog mora (A5.3). Provest će se detaljna analiza satelitskih mjerenja s naglaskom na razdoblje i područje krstarenja *i/b Bios Dva* u 05/2017 (A5.4). U 2. i 3. godini će se provesti detaljna analiza SST-a s fokusom na krstarenja MAUD1 i MAUD2 (A5.5, 5.6). U 4. godini napraviti će se sveukupna prostorno-vremenska analiza svih skupljenih satelitskih mjerenja. Satelitska mjerenja svake sezone kao i cijeli skup će se povezati s *in situ* mjerenjima i modelskim rezultatima. Kao rezultat dobit će se klasifikacija satelitskih polja SST-a karakterističnih za procese izranjanja. Rezultati će biti prezentirani u zajedničkom znanstevom radu (A14.3) (1 - 4 godina; Džoić).

#### **O6 Realistično numerički simulirati izranjanje i poniranje modelom ROMS.**

Realistične numeričke simulacije izranjanja i poniranja tijekom ljeta 2017, 2020. i 2021. modelom ROMS će se provesti u srednjeadrskoj domeni visoke prostorne rezolucije koja će obuhvatiti područja u kojima je zabilježeno izranjanje i poniranje. Najfinija rezolucija će se odabrati na temelju topografije ciljanog područja, a sama domena će biti ugniježđena u modelski sustav s nizom domena rastućeg prostornog koraka. U 1. godini pripremit će se početna polja i polja s prisilnim djelovanjima za simulaciju dinamike tijekom ljeta 2017., provest će se simulacije i izračunati će se standardne statističke veličine za ocjenu kvalitete rezultata numeričkog modela. Verificirani rezultati modela te odabrane shematizirane simulacije koristit će se u tumačenju rezultata mjerenja (A6.1-6.4). U 2. i 3. godini, nakon krstarenja MAUD1 i MAUD2, provest će se realistične simulacije dinamike tijekom ljeta 2020. i 2021. i izračunati će se standardne statističke veličine za ocjenu kvalitete rezultata numeričkog modela. Rezultati realističnih i odabranih shematiziranih simulacija povezat će se s rezultatima mjerenja i ukazat će na uzroke zabilježenih izranjanja i poniranja (A6.6-6.12). Rezultati će biti prezentirani na međunarodnim konferencijama (A6.9, 6.14). U 4. godini izradit će se tabelarni i grafički prikazi s rezultatima modela za sve tri godine, te će se analizirati i objasniti uzroci međugodišnje varijabilnosti procesa I/P (A6.13) (1 - 4. godina; Šepić, Džoić).

#### **O7 Utvrditi stanje vegetacije Jabuke i Blitvenice i abiotičke čimbenike važne za tu vegetaciju.**

U prvoj godini će se prikupiti i obraditi podaci o vegetaciji s područja Jabuke iz 1950-ih te s naših preliminarnih istraživanja šireg područja Jabuke i Blitvenice koja su provedena u zadnje tri godine (A7.1-2). Ti podaci će poslužiti za pripremu terenskih istraživanja bentoske flore i vegetacije i to u sklopu zajedničkih krstarenja MAUD1 i MAUD2, kao i samostalnih istraživanja grupe za bentos (tereni Ben1-Ben4). Na području Jabuke, Blitvenice i referentne postaje postaviti će se mjerni uređaji (dataloggeri) te obaviti algološka istraživanja sakupljanjem uzoraka i fotografiranjem kvadrata (A7.3, 7.8-9, 7.11, 7.13-14). Tijekom laboratorijske obrade odredit će se sastav vrsta (morfološkim i genetičkim pristupom te

korištenjem SEMa prema potrebi) i pokrov vegetacije (iz fotokvadrata) (A7.4-5, 7.8-9, 7.11, 7.12, 7.17). Za potrebe mjerenja i terenskih istraživanja nabavit će se specifični dataloggeri (A2.1, veza s O4) i nužna ronilačka oprema (A2.3). Za potrebe usavršavanja planira se odlazak istraživača na taksonomsku specijalizaciju (A7.6, A7.10). Rezultati će se prezentirati na međunarodnim konferencijama (A7.15, 7.19) i pripremiti za publiciranje u visoko rangiranim časopisima (WOS baza) (A7.16, 14.2). Istraživanje će kvantificirati sastav i vegetaciju makroalga Jabuke i Blitvenice i definirati specifičnost tih područja u odnosu na vegetaciju okolnih otoka. Podaci abiotičkih čimbenika (A7.1820, veza s O3, O4, O9, O11, O12) te hidrodinamički model (O6) trebali bi objasniti lokalni donos hranjivih soli putem uzdizanja pridnene vode iz Jabučke kotline i time razloge za izniman razvoj vegetacije Jabuke i Blitvenice. Istraživanje će pridonijeti boljem razumijevanju prostorne rasprostranjenosti alga u Jadranskom moru kao i bazičnih odnosa alga prema abiotičkim čimbenicima i oceanografskim procesima (1 - 4. godina; Antolić, Lučić, M. Pasarić, Žuljević).

**O8 Osigurati meteorološke podatke i istražiti utjecaj atmosfere na more u kontekstu izranjanja i poniranja.** U 1. godini za potrebe projekta će se prikupiti povijesni meteorološki podaci i provjeriti njihova kvaliteta (A8.1). Modelom ALADIN izračunat će se meteorološka polja za povijesno razdoblje (A8.2). Načinit će se prostorno-vremenska analiza podataka i odrediti klimatske osobine područja (A8.4) i napisati znanstveni rad (2. godina) o karakterističnim sinoptičkim situacijama na ovom području (A8.5). Član projektnog tima će otići na usavršavanje kod vrhunskih stručnjaka za I/P na Sveučilište Balearskog Otočja (A8.3). Podaci s BMP će se usporediti s podacima s najbliže stalne postaje (A8.7). Modelom ALADIN će se proračunati meteorološka polja za razdoblje trajanja projekta (A8.2, 8.8, 8.13). Analizom svih meteoroloških podataka identificirat će se sinoptičke situacije karakteristične za I/P (A8.10) i rezultati će se prezentirati na međunarodnoj konferenciji (A8.11). Meteorološka aktivnost u 4. godini odvijat će se u okviru cilja O14, sudjelovanjem u pripremi zajedničkog sintetskog rada i prezentacije na konferenciji (1 - 3. godina; Bajić, Džoić, Grbec, Matić, Muslim, Stanešić, Šepić, Tudor).

**O9 Istražiti utjecaj I/P na planktonske zajednice te protok ugljika i energije.** Terenska istraživanja će se obaviti tijekom krstarenja MAUD1 i MAUD2 (A9.1, 9.3). Istraživat će se sve važne trofičke kategorije planktona, uključujući heterotrofne bakterije, autotrofni picoplankton (*Synechococcus*, *Prochlorococcus* i piko-eukarioti), heterotrofne nanoflagellate, fitoplankton, mezozooplankton, bakterijska proizvodnja, te primarna proizvodnja koja će se mjeriti u različitim veličinskim frakcijama. Analizirat će se brojnost/biomasa istraživanih skupina, kao i sastav vrsta fito- i zooplanktona te mjeriti održavajući fizikalno-kemijski parametri (temperature, salinitet, pH, kisik, hranjive soli) (A9.2, 9.4-5). Rezultati bi trebali pridonijeti boljem razumijevanju globalnog kruženja ugljika u morskom ekosustavu. Istraživanje će rezultirati znanstvenim radom (A9.9) i bit će prezentirano na međunarodnim konferencijama (A9.6, 9.8) (2 - 4. godina; Ninčević Gladan, Šolić, Veža, Vidjak).

**O10 Javna prezentacija projekta.** Provedba projekta i prikupljena saznanja biti će adekvatno prezentirana široj javnosti kroz medije i društvene mreže te putem dokumentarnog filma o provedbi projekta (A10.1-6). Potrebne su učestale prezentacije u cilju senzibilizacije javnosti na biološke vrijednosti i specifične oceanografske procese područja Jabučke kotline s posebnim naglaskom na jedinstvena naselja bentoskih alga. Njima će se podići svijest o važnosti i potrebi zaštite bentoske vegetacije Jabuke i Blitvenice, ali i cijelog ekosustava Jabučke kotline. U tu svrhu cilj je i izraditi 20-minutni dokumentarni film o provedbi projekta (A10.2, 10.4, 10.6). Kako područja Jabuke i Blitvenice ne pripadaju niti pod jednu kategoriju zaštite koja bi štitila jedinstvena naselja algi koja se tamo razvijaju, cilj je pripremiti podloge za adekvatno praćenje stanja, vrednovanje i zaštitu bentoskih naselja Jabuke i Blitvenice kao jedinstvenih područja u Jadranu (2 - 4. godina; Orlić, Žuljević).

**O11 Realizacija mjerenja s finom prostornom rezolucijom.** Hidrografska svojstva će se mjeriti tijekom dvaju 7-dnevnih krstarenja koja će se organizirati 2020. (MAUD1) i 2021. (MAUD2) u svibnju u meteorološkim uvjetima pogodnim za nastanak izranjanja i poniranja. Undulatorom će se, do dubine od 50 metara, mjeriti temperatura i salinitet na području Blitvenice (2 dana), između Blitvenice i Jabuke (1 dan), te na području Jabuke (2 dana) (A11.1, A11.8). U pauzama rada undulatora, zaseba CTD sonda će se spuštati do dna na određenim postajama (A11.3, A11.10). Brodski ADCP će mjeriti struje cijelo vrijeme krstarenja (A11.5, A11.12). Na kraju svakog dana napraviti će se osnovna provjera kvalitete podataka i jednostavna interpolacija (A11.2, A11.4, A11.6, A11.9, A11.11, A11.13), na temelju čega će se planirati daljnja mjerenja. Jedan suradnik će pohađati usavršavanje za rad s brodskim ADCP-om (A11.7) (2. i 3. godina; Grbec, Matić, Međugorac, Mihanović, Muslim, Z. Pasarić).

**O12 Analizirati i interpretirati podatke prikupljene na krstarenjima.** Nakon obavljenih krstarenja MAUD1 i MAUD2, obradit će se i analizirati svi prikupljeni podaci: temperatura,

salinitet i gustoća s undulatora te sa zasebne CTD sonde, struje dobivene brodskim ADCP-om te meteorološki podaci (A12.1-4, A12.6, A12.8-10). Početkom 3. godine zajednički će se interpretirati svi podaci prvog krstarenja (A12.5), a početkom 4. godine isto tako, ali za drugo krstarenje (A12.12). U 3. godini rezultati će biti prezentirani na međunarodnim konferencijama (A12.7, 12.11) (2 - 4. godina; Bajić, Džoić, Grbec, Matić, Međugorac, Mihanović, Muslim, Orlić, Z. Pasarić, Šepić).

**O13 Numeričko modeliranje izranjanja i poniranja u Jadranu pod djelovanjem dominantnih vjetrova.** Simulacije će se provesti modelom SCHISM u domeni cijelog Jadrana koristeći nestrukturiranu mrežu visoke rezolucije. Uspostavljeni model prvo će se verificirati primjenom realnog vjetrova (model ALADIN) i usporedbom razine mora s mjerenim nizovima na postajama Bakar i Split (A13.1-3). Zatim će se provesti simulacije primjenom kompozitnih polja bure, juga i etezija te će se mapirati područja izranjanja/poniranja (A13.4-6). Dobivne razdiobe izranjanja usporedit će se s prostornom razdiobom SST-a i bioloških indikatora u Jadranu (A13.7-8). Planira se prezentacija na međunarodnoj konferenciji i znanstveni rad (3 - 4. godina; Bubalo, Međugorac, M. Pasarić, Z. Pasarić).

**O14 Sinteza istraživanja i stvaranje cjelovite slike o fizikalnim aspektima procesa izranjanja i poniranja u Jadranu, s osvrtom na biogeokemijske procese i bentos.** U 4. godini će se detaljno usporedno analizirati rezultati dobiveni na temelju satelitskih slika SST-a, kontinuiranih mjerenja T, RM i DO, mjerenja s velikom prostornom rezolucijom tijekom krstarenja te meteoroloških istraživanja u kombinaciji s modelskim rezultatima, kako bi se dobila cjelovita slika fizikalnog procesa I/P. Istražit će se kako I/P utječe na biogeokemijske procese i staništa te kako se biološki indikatori očituju u područjima izraženog I/P (A14.1). Sinteza istraživanja će rezultirati radom u visokorangiranom časopisu (Q1 iz WoS baze) (A14.3) te će biti prezentirana na međunarodnoj konferenciji (A14.2) (4. godina; svi članovi Grupe MAUD).

Grupu MAUD čine: Boris Antolić, Alica Bajić, Maja Bubalo, Tomislav Džoić, Branka Grbec, Petra Lučić, Frane Matić, Iva Međugorac, Hrvoje Mihanović, Stipe Muslim, Živana Ninčević Gladan, Mirko Orlić, Miroslava Pasarić, Zoran Pasarić, Antonio Stanešić, Jadranka Šepić, Mladen Šolić, Martina Tudor, Jere Veža, Olja Vidjak, Ante Žuljević, kao i tri konzultanta, Gordana Beg Paklar, Žarko Kovač and Ivica Vilibić.

Gordana Beg Paklar je stručnjak u hidrodinamičkom numeričkom modeliranju i svojim iskustvom ona će podupirati sve aktivnosti vezane uz modeliranje. Žarko Kovač je stručnjak u modeliranju primarne proizvodnje i ekološkom modeliranju i on će pripomoći kod interpretacije modelskih rezultata. Ivica Vilibić ima bogato iskustvo u širokom rasponu tema, poglavito iz fizičke oceanografije, i jedan je od naših najproduktivnijih oceanografa. On će se angažirati oko klimatskih aspekata U/D i njegova pomoć će biti dragocjena pri interpretaciji povijesnih hidrografskih podataka.

### **Dio e. Učinak istraživanja**

Planirano je da se rezultati projekta objave kroz 6 znanstvenih radova.

1. Analiza i interpretacija rezultata mjerenja i numeričkih simulacija za ljeto 2017, (Q2, 2. godina),
2. Karakteristične sinoptičke situacije na području istraživanja, (Q2, 2. godina),
3. Karakterizacija bentoske vegetacije Jabuke i Blitvenice (Q2, 3. godina),
4. Sastav planktonske zajednice na području Jabučke kotline (Q2, 4. godina),
5. Izranjanje u Jadranu i raspodjela bioloških indikatora (Q1, 4. godina),
6. Fizikalni aspekti izranjanja i poniranja s osvrtom na posljedice po biološke uvjete i procese (Q1, 4. godina).

Prikupljeni podaci služit će kao podloga za praćenje stanja okoliša sukladno MSFD direktivi te za adekvatno vrednovanje i zaštitu bentoskih naselja Jabuke i Blitvenice kao jedinstvenih područja u Jadranu.

Javnom promidžbom senzibilizirat će se javnost na vrijednosti cijelog ekosustava Jabučke kotline kao i potrebu njegove zaštite ali i upoznati sa specifičnim oceanografskim procesima tog područja.



## **Dio f. Resursi**

Resursi su prikazani po radnim grupama, a brojevi u zagradama se odnose na stavke iz finacijskog plana.

**1. Meteorologija.** DHMZ će osigurati pristup podacima sa sinoptičkih meteoroloških postaja, a IOR podacima s brodske meteorološke postaje. DHMZ će osigurati pristup rezultatima atmosferskog numeričkog modela ALADIN/HR. Nabavit će se radna stanica (3.1.2) za obradu i pohranu te laptop (3.1.3) za analizu rezultata meteorološkog modela.

**2. Satelitska mjerenja SST-a.** Podaci satelitskih mjerenja SST-a su javno dostupni i besplatni.

**3. Kontinuirana mjerenja sondama.** Za kontinuirano mjerenje temperature uzduž vodenog stupca (svaka 4 m do 40 m dubine) nabavit će se 41 temperaturna sonda, od kojih tri za rezervu (3.1.7). Nabavit će se po 2 sonde za tlak u moru, tlak zraka te za otopljeni kisik (DO) s 5 kapica (3.1.8). Postavljanje/zamjena sondi obavit će se kroz terene Blit1-Blit4, Jab1-Jab3 te krstarenja MAUD1 i MAUD2 (vidi zadnju točku, Terenski rad). Mareografske podatke osigurat će PMF (za Bakar) te IOR (za Split). Kako bi se osigurali visokokvalitetni podaci, predviđena je redovita kalibracija instrumenata (stavka (3.2.1) pokriva putne troškove djelatnika iz Zagreba koji će kalibrirati mareograf u Bakru, dok instrument u Splitu umjeravaju tamošnji zaposlenici), digitalizacija analognih zapisa u Splitu (1.2.1) i nabava novog radarskog mareografa u Bakru (3.1.9). Za motritelja na postaji Bakar predviđena je novčana naknada (putem Ugovora o djelu) radi redovitog obilaska stanice, provjere rada instrumenta, mijenjanja blanketa na analognom instrumentu i arhiviranja istih (1.2.1). Predviđena je i nabavka dva vanjska diska (3.1.1) za pohranu podataka razine mora te jedne monografije o izranjanju (1.4.1).

**4. Mjerenja undulatorom.** Koristit će se undulator PMF-a. U more ulazi undulator u užem smislu (okvir s motorom i računalno upravljivim krilima proizvođača SeaSciences Inc.), modul za napajanje mjernih uređaja i transmisiju podataka u realnom vremenu (SBE PDIM) te kabel za tegljenje, napajanje i komunikaciju. Na palubi se nalazi električno vitlo s kliznim prstenom, kontrolna jedinica za upravljanje undulatorom, jedinica za komunikaciju s mjernim uređajima (SBE36), dubinomjer s GPS-om te tri računala (za upravljanje, za akviziciju podataka i za prikaz rezultata u realnom vremenu). Koristit će se CTD sonda SBE25 (IOR), zbog čega je predviđena nabavka dodatnog okvira za montažu (3.3.3). U prvoj godini projekta predviđena je nabava i integracija novog kabela (3.3.2), duljine 250 m, koji će omogućiti mjerenje u cijeloj eufotičkoj zoni (dubina do 50 m, što sada nije moguće), uz istovremeno manja dinamička naprezanja i manji sveukupni rizik. Neispravni odašiljač zvučnih signala (pinger) te neispravni GPS prijemnik s dubinomjerom će se zamijeniti novima (3.3.4, 3.3.5). Nabavit će se i rezervna upravljačka kartica (3.3.6). Jedno dotrajalo računalo (laptop) će se zamijeniti novim (3.3.1), a nabavit će se i vanjski disk za pohranu rezultata mjerenja (3.1.1) te radna stanica za obradu i analizu podataka (3.1.2). Potrošni materijal se pokriva s projekta (1.1.4). Nakon integracije sustava obavit će se testiranje u Kaštelanskom zaljevu (1.3.6).

**5. Mjerenja struja brodskim ADCP-om.** ADCP je dio opreme *i/b Bios Dva* (IOR). Uređaj radi na frekvenciji od 300 kHz, omogućavajući mjerenja struja vremenske rezolucije od 1 minute, vertikalne rezolucije od 4 m i maksimalne dubine mjerenja do oko 80 m. Nabavit će se računalo za analizu (3.1.2) te vanjski disk za pohranu relativno velike količine podataka koji će biti izmjereni (3.1.1).

**6. Mjerenja na postajama CTD sondom.** Koristit će se CTD sonda SBE25, u vlasništvu IOR-a. Sonda kontinuirano, s frekvencijom 8 Hz, mjeri tlak, temperaturu i vodljivost, a podaci se odmah po dizanju očitavaju i preliminarno analiziraju.

**7. Numeričko modeliranje.** Simulacije modelom ROMS provest će se na višeprocorskom poslužitelju PowerEdge R820 s Red Hat Enterprise Linux operativnim sustavom i fortranskim kompajlerom Intel Fortran Composer XE 2013. u vlasništvu IOR-a. Tijekom projekta obnavljat će se godišnja pretplata operativnog sustava (1.1.1). Simulacije modelom SCHISM provodit će se na računalnom grozdu PMF-a koji uključuje potrebnu programsku podršku. Programski paket MATLAB (1.1.1) će se, osim za analizu podataka, koristiti i za analizu i grafičku prezentaciju rezultata modela. Dodatni vanjski diskovi (3.1.1) će se koristiti za pohranu rezultata.

**8. Ekološka istraživanja planktona.** Koristit će se oprema Laboratorija za mikrobiologiju, Laboratorija za plankton i toksičnost školjkaša te Laboratorija za kemijsku oceanografiju i sedimentologiju (IOR), koja uključuje dva protočna citometra, epifluorescentni mikroskop, tri invertirana mikorskopa, fluometar, scintilacijski analizator, elektronski mikroskop, planktonske mreže s mehanizmom za zatvaranje, i drugo. Sredstvima projekta će se nabaviti mjerač

protoka (3.1.6) koji se montira na planktonsku mrežu te potrošni materijal za analize (filteri i kemikalije) (1.1.3).

**9. Ekološka istraživanja bentosa.** Koristit će se oprema IOR-a (oprema laboratorija za bentos koji uključuje i dva mikroskopa i lupe opremljene digitalnim foto aparatima, gumeni čamac s motorom i trajlerom, SCUBA ronilačka oprema i kompresori, podvodna foto i video oprema; oprema iz drugih laboratorija IORa: elektronski mikroskop, oprema za molekularna istraživanja). Video oprema (Sony FS7) s kućištem (Sealux) biti će korištena za izradu dokumentarnog filma o provedbi projekta, a za pohranu visoko rezolutnih snimaka (HD i 4K), podvodnih fotografija i podataka analiza, planira se nabava vanjskog diska (3.1.1.). Zbog veće učinkovitosti i manje nepovoljnog utjecaja na zdravlje, naročito pri većim dubinama i zimskim ronjenjima, kupit će se dva suha ronilačka odijela (3.1.5). Očekuje se kupnja novih pojedinih komponenti SCUBA opreme prema potrebi (3.1.5) Za molekularne analize (DNA, PCR) potrebno je nabaviti odgovarajuće kitove i reagense (1.1.2) te pokriti troškove sekvencioniranja DNA uzoraka (1.2.3). Terenski rad će se obaviti kroz Blit1-Blit4 i MAUD1-MAUD2 (vidi 10. Terenski rad), a ronilačke poslove će uz članove projektnog tima obavljati i ronioci IOR-a.

**Terenski rad.** Predviđeno je korištenje broda *Bios Dva* (IOR), koji je jedini hrvatski oceanografski brod sposoban odraditi krstarenja MAUD1 i MAUD2 (sposobnost višednevnog rada na otvorenom moru, ugrađena oprema, prostor za znanstvenike, tehničare i ronioce) (1.3.9, 1.3.11). Tereni Blit1-Blit4 će se obaviti gumenim čamcem IOR-a uz boravak na Žirju (1.3.1-4). Tereni Jab1-Jab3 će se obaviti iznajmljenim gliserom, jer je tako najjeftinije (1.3.7, 1.3.10, 1.3.13).

#### **Dio g. Etička pitanja**

Nema etičkih pitanja.

## Cjelina C - Istraživačka grupa

**Navedite sve osobe koje će sudjelovati u provedbi predloženog istraživanja** (navedite suradnike (S), doktorande (D)\*, poslijedoktorande (P)\* koji će biti zaposleni na projektu i konzultante (K))

Ime i prezime	Titula	Organizacija	Država	Godina stjecanja doktorata znanosti (ako je primjenjivo)	Status na projektu (S, D, P, K)	Postotak radnog vremena za rad na projektu
Boris Antolić		IOR <sup>1,2</sup>	Hrvatska	1994.	S	40%
Alica Bajić		DHMZ <sup>3</sup>	Hrvatska	2011.	S	10%
Gordana Beg Paklar		IOR	Hrvatska	2000.	K	
Maja Bubalo		PMF <sup>4</sup>	Hrvatska		S	20%
Tomislav Džoić		IOR	Hrvatska		S	40%
Branka Grbec		IOR	Hrvatska	1996.	S	30%
Žarko Kovač		IOR	Hrvatska	2016.	K	
Petra Lučić		IOR	Hrvatska		S	40%
Frano Matić		IOR	Hrvatska	2011.	S	40%
Iva Međugorac		PMF	Hrvatska		S	30%
Hrvoje Mihanović		IOR	Hrvatska	2009.	S	20%
Stipe Muslim		IOR	Hrvatska		S	20%
Živana Ninčević Gladan		IOR	Hrvatska	2000.	S	10%
Miroslava Pasarić		PMF	Hrvatska	2000.	S	70%
Zoran Pasarić		PMF	Hrvatska	1999.	S	60%
Antonio Stanešić		DHMZ	Hrvatska		S	10%
Jadranka Šepić		IOR	Hrvatska	2015.	S	30%
Mladen Šolić		IOR	Hrvatska	1993.	S	20%
Martina Tudor		DHMZ	Hrvatska		S	10%
Jere Veža		IOR	Hrvatska		S	20%
Olja Vidjak		IOR	Hrvatska	2004.	S	15%

Ivica Vilibić		IOR	Hrvatska	2002.	K	
Ante Žuljević		IOR	Hrvatska	2005.	S	30%

<sup>1</sup> IOR - Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

<sup>2</sup> Dr sc. Boris Antolić je umirovljenik Instituta za oceanografiju i ribarstvo koji će mu za potrebe projekta omogućiti korištenje resursa Instituta.

<sup>3</sup> DHMZ - Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

<sup>4</sup> PMF - Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Treba naglasiti da će pojedini suradnici tijekom projekta povećati svoj angažman kada završe trenutno aktivni projekti na kojima sudjeluju, a dr. sc. Gordana Beg Paklar će iz statusa konzultanta prijeći u status suradnika tijekom prve godine projekta, kao što se vidi iz Pisma namjere *Instituta za oceanografiju i ribarstvo*.

## Životopisi suradnika

### Boris Antolić

Identifikacijski broj istraživača: 766

CROSBI poveznica: <https://bib.irb.hr/lista-radova?autor=766>

Službena adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split, Hrvatska

#### Obrazovanje

1994. Doktorirao na poslijediplomskom studiju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu iz područja prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija, na temi: "Floristički sastav i struktura zajednice posidonije, *Posidonia oceanica* (L.) Delile, u srednjem Jadranu"

1976. Magistrirao na poslijediplomskom studiju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu iz područja prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (ekologija), na temi: "Utjecaj zagađenja na zajednice bentoskih alga u području Šibenika"

1973. Diplomirao na VII stupnju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu, Biologija, stručni smjer.

#### Područje istraživanja

Bentoske alge i morske cvjetnice, ekologija i taksonomija

#### Bibliografija

Poglavlja u knjizi: 7

Radovi u časopisima koje registrira CC: 29

Znanstveni radovi u drugim WOS časopisima: 28

Kongresno priopćenje (sažeci) u CC časopisu: 3

Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunar.rec. : 23

Citiranost radova prema Web of Science: 348

H-indeks prema Web of Science: 10

### Alica Bajić

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 95224

CROSBI profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=95224>

#### Obrazovanje

- 2011 - Doktorat znanosti iz Meteorologije; Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Geofizički odsjek

- 1984 - Magisterij iz područja geofizike i meteorologije, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Geofizički odsjek

- 1980 - Dipl. ing fizike

#### Profesionalno iskustvo

- Tečaj "The severe mountain induced winds" Yale University, Department of Geology and Geophysics. New Haven, USA, 1988.

- Tečaj "Air pollution modelling in case of nuclear accident", Air Resource Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Agency, Silver Spring, USA, 1997

#### Zaposlenja

- 1981 - Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

- Trenutna pozicija- Načelnica Službe za meteorološka istraživanja i razvoj

#### Istraživačke aktivnosti

- Dinamike atmosfere u uvjetima složene orografije, priroda i teorija bure, Numeričko modeliranje atmosferskih procesa, statistička analiza dugih vremenskih nizova, klimatske značajke strujanja na području Hrvatske, ekstremne vremenske prilike. Sudjelovanje i vođenje mnogih stručnih studija na temu ocjena očekivanog režima vjetra na područjima složene orografije u nedostatku mjerenih vrijednosti.

#### Publikacije i recenzije

- 49 radova, neki od njih u visoko rangiranim peer-review časopisima kao što su *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society*, *Wind and Structures*.

#### Međunarodni istraživački projekti

- 2015-2018 "A panEuropean framework for strengthening Critical Infrastructure resilience to climate change (EU-CIRCLE)" H2020-DRS-201, GA no 653824

- 2013-2015 "ENHEMS-Buildings - Enhancement of Research, Development and Technology Transfer Capacities in Energy Management Systems for Buildings", EU IPA IIIC - Science Investment and Innovation Fond

- 2013-2015 "WILL4WIND - Weather intelligence for wind energy", EU IPA IIIC - Science Investment and Innovation Fond

- 2010-2013 "WIRE - Weather Intelligence for Renewable Energies". COST ES1002

- 1991-1993 "Nature and Theory of Severe Bora Storms" - Croatia-USA / NSF project 990-0

- 1987-1989 "The Adriatic Bora"- Slovenia-Croatia-US/ NSF project No. 735.

### **Maja Bubalo**

Magistra fizike-geofizike, broj u bazi OBAD -333693

#### Obrazovanje

2010. prvostupnica geofizike; 2013. magistra fizike-geofizike (diplomski rad: Proces izranjanja i nagib termokline u području srednjeg Jadrana); od 2015. pohađa poslijediplomski studij iz fizike, smjer geofizika, sve na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

#### Radno iskustvo

Od rujna 2012. do listopada 2013. je bila zaposlena kao meteorologinja u RTL Hrvatska d.o.o.; od studenog 2013. do prosinca 2014. kao meteorologinja u Geo-Meteo j.d.o.o.; od siječnja 2015. do prosinca 2016. kao stručna suradnica, te od siječnja 2017. kao asistentica na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

#### Sudjelovanja na projektima

Klima jadranske regije u njenom globalnom kontekstu (HRZZ-2831). U sklopu projekta radila je na numeričkom modeliranju meteotsunamija u Jadranu.

#### Područje zanimanja

Numeričko modeliranje, izranjanje

#### Usavršavanje

2016. ASTARTE-PEARL-TANDEM Joint Summer School, Khania, Kreta

2017. studijski boravak na institutu SOCIB, Palma, Španjolska

### **Tomislav Džoić**

Matični broj znanstvenika: 334216

CROSBİ profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=334216>

#### Obrazovanje

- 2012. - u procesu stjecanja doktorata iz fizičke oceanografije, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- 2012. - magistar fizike-geofizike, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- 2009. - prvostupnik fizike-geofizike, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

#### Usavršavanje

- 2016. - COAWST Training workshop, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, USA

- 2015. - ROMS User Workshop, Rovinj, Croatia

- 2013. - Indo-Mareclim Winter School on Climate Change and Variability, Marine Ecosystems and Coastal Zone Management, Kochi, India

#### Radno iskustvo

- 2012. - znanstveni novak, Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo

#### Istraživačke aktivnosti

- Dinamika obalnog područja, Hidrodinamičko modeliranje (POM, ROMS), Disperzijsko modeliranje, Ekološko disperzijsko modeliranje ihtio planktonske dinamike (ICHTHYOP)

#### Znanstvene publikacije

- 4 znanstvena rada u WoS, uključujući znanstvene časopise poput: *Continental Shelf Research*, *Mediterranean Marine Science*, *PLOS ONE*

Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- MARIPLAN - 2015. - 2019.
- MESSI - 2015. - 2017.
- Kooscilacije atmosfere i mora važne za jadranski ekosustav - 2012. -2013.

**Branka Grbec**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 148111

CROSBİ profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=148111>

Obrazovanje

- 1996 - Doktorat znanosti iz Fizičke oceanografije; Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Geofizički odsjek
- 1989 - Magisterij iz područja geofizike i meteorologije, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Geofizički odsjek
- 1982 - Dipl. ing fizike

Profesionalno iskustvo

- Tečaj "Ocean Waves and tides " ICTP International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italy, 1989.
- Tečaj "Extra-tropical Weather System", ECMRWF, European Center for Medium Range Weather Forecast, Reading, UK, 1987.
- Tečaj "Oceanography of Semi-enclosed Seas" ICTP International Center for theoretical Physics, Trieste, Italy, 1991.

Zaposlenja

- 1985 - 1989 - Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb
- 1989 - Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
- Trenutna pozicija- Znanstveni savjetnik u trajnom zvanju

Istraživačke aktivnosti

- Termohalina cirkulacija, klimatske promjene, interakcija klima-ekosustav. Analiza dugoročnih serija. Sudjelovanje i vođenje mnogih stručnih studija vezanih za okoliš, organizacija radnih sastanaka i sudjelovanje u nacionalnim izvještajima o klimatskim promjenama za Ministarstvo zaštite okoliša.

Publikacije i recenzije

- 45 znanstvenih radova koje citira WoS, kao što su Journal of marine system, Journal of Geophysical Research, Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Journal of Sea Research, Journal of Coastal Research, Botanica Marina, Deep Sea Research, Fisheries Oceanography.
- Recenzirala sam radove za: Science of the Total Environment, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Journal of Geophysical Research, Acta Adriatica.

Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- 2015.-2019: MARIPLAN HRZZ project
- 2012-2015: Policy-oriented marine Environmental Research for the Southern European Seas (PERSEUS), Financirano od: EU's Seventh Framework Programme for Research; Aktivnosti: Utjecaj pritisaka na ekosustav obalnih voda. Uloga: istraživač.
- 2006-2011: Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem changes (SESAME) (FP6, voditelj projekta E. Papathanassiou): Aktivnosti: Usporedba nizova temperature i saliniteta; Uloga: istraživač
- 2002- 2013: Kooscilacije atmosfere i mora važne za ekosustav Jadrana - KAMEJA. Financirano od: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta. Uloga: istraživač.
- 2002-2004: East Adriatic Coastal Experiment (EACE), Financirano od: Department of the Navy, Office of Naval Research (University of Washington, Seattle, WA, USA (projekt No. 493264) i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, Uloga: su-voditelj.
- International Commission for the Scientific Exploitation of the Mediterranean Sea (CIESM)

**Petra Lučić**

Službena adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split, Hrvatska

Obrazovanje

- 2016. doktorski student na Doktorskom studiju iz oceanologije Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu
- 2014. magistra Ekologije I zaštite prirode Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu
- 2012. prvostupnica Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu

Ostale vještine

ronilačka dozvola (The Advanced Scuba Diver NAUI)

Područje istraživanja

Bentoske alge i morske cvjetnice, strane vrste, bentoske zajednice

Bibliografija

Poglavlja u knjizi: 1

Radovi u časopisima koje registrira CC: 2

Znanstveni radovi u drugim WOS časopisima: 1

Kongresno priopćenje (sažeci): 7

**Frano Matić**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 261862

CROSBI profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=261862>

Obrazovanje

- 2011. – dr. sc. Oceanologija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

- 2004. – mr. sc. Oceanologija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

- 1999. – dipl. ing. Fizika, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Usavršavanje

- 2007: Ljetna škola, "World Climate and Overturning Circulation in Oceans and Mediterranean Seas", ICTP Advanced School on Oceanography, Trst, Italija.

- 2006: Ljetna škola, "Coastal dynamics modelling 2006", Universite de Toulon, Toulon, Francuska.

- 2006: Ljetna škola, "Climate Changes Impact On Marine Ecosystems", Ankara, Turska.

- 2005: Radionica, "Data validation and quality control", 2005, IFREMER, Brest, Francuska.

Zaposlenje

- 2016. – Stručni suradnik, Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo.

- 2011. – 2016. Viši stručni suradnik, Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo.

- 2009. – 2011. Stručni suradnik, Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo.

- 2001. – 2009. Znanstveni novak, Laboratorij za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo.

Publikacije

- Objavio 13 publikacija u peer-reviewed časopisima indeksiranih u Web of Science bazi , 4 publikacije u peer-reviewed časopisima te 22 konferencijska članka.

Važnija znanstvena suradnja

- Plan monitoringa Jadrana za 2016. godinu. 2016., istraživač.

- Eho-monitoring - procjena rasprostranjenosti i obimnosti populacija sitne plave ribe. 2003. - . istraživač.

- Monitoring of transitional and coastal waters according to the EU WDF. 2011. - , istraživač.

- Internal Tidal Hydrodynamics and Ambient Characteristics of the Adriatic (ITHACA). 2005. - 2007., istraživač.

- Adriatic Sea integrated coastal areas and river basin management system pilot project. 2001.

- 2005., istraživač.

- East Adriatic Coastal Experiment. 2001. - 2004., istraživač.

**Iva Međugorac**

Dipl. ing. fizike-geofizike, broj u bazi OBAD -333433

Obrazovanje

2001 - 2008 diplomski studij meteorologije i fizičke oceanografije (diplomski rad: Klimatska varijabilnost razine mora u Bakru); od 2009. pohađa poslijediplomski studij iz fizičke oceanografije, sve na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Radno iskustvo

Od travnja 2009. radi kao stručni suradnik na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Rad u nastavi

Drži vježbe iz dva kolegija na preddiplomskom studiju (Uvod u geofizičku dinamiku fluida i Dinamika atmosfere i mora).

Sudjelovanja na projektima

Klima jadranske regije u njenom globalnom kontekstu (HRZZ-2831) i Istraživanje dinamike Jadrana pomoću naprednih mjerenja i metode asimilacije podataka (HRZZ-5928). U prvom projektu istraživala je karakteristike atmosferskih polja pogodnih za poplavljanje istočne obale Jadrana. Na drugom projektu sudjelovala je u mjerenjima hidroloških svojstava mora koristeći undulirajuće vozilo.

Područje zanimanja

Empirijska analiza i numeričko modeliranje olujnih uspora u Jadranu

Objavljeni radovi

Međugorac, I., Orlić, M., Janeković, I., Pasarić, Z., and Pasarić, M. (2018). Storm surges in the Adriatic and cross-basin sea-level slope. *Journal of Marine Systems* (uvjetno prihvaćeno).

Međugorac, I., Pasarić, M., Pasarić, Z., and Orlić, M. (2016). Two recent storm-surge episodes in the Adriatic. *International Journal of Safety and Security Engineering* 6, 589-596.

Šepić, J., Međugorac, I., Janeković, I., Dunić, N., and Vilibić, I. (2016) Multi-meteotsunami event in the Adriatic Sea generated by atmospheric disturbances of 25–26 June 2014. *Pure and Applied Geophysics* 173(12), 4117-4138.

Međugorac, I., Pasarić, M. and Orlić, M. (2015). Severe flooding along the eastern Adriatic coast: the case of 1 December 2008. *Ocean Dynamics* 65(6), 817-830.

**Hrvoje Mihanović**

Matični broj znanstvenika: 261746

CROSBİ profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=261746>

Obrazovanje

- 2009 - dr.sc. iz znanstvenog područja prirodnih znanosti, polje fizike, grana geofizika s meteorologijom, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- 2005 - mr.sc. iz znanstvenog područja prirodnih znanosti, polje fizike, grana geofizika s meteorologijom, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- 1998 - dipl. ing. fizike, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Usavršavanje

- Analiza podataka mjerenja struja brodskim ADCP-om, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Udine, Italija, listopad 2016

- Group of Eight (Go8) European Fellowship, University of Western Australia (Perth, Australija), stipendija za mlade poslijedoktorande iz Europe u okviru jačanja znanstvene suradnje između Australije i Europe, travanj - prosinac 2011

- Japanese International Cooperation Agency (JICA) tečaj "Marine Environment Protection II", Japan Coast Guard, Okinawa, Japan, rujan - listopad 2003

- Specijalizacija iz fizičke oceanografije na OGS, Trst, Italija, stipendija "Abdus Salam" Međunarodnog centra za teorijsku fiziku (The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics - ICTP, Trst, Italija), rujan - prosinac 2000

Radno iskustvo

- 2016 - znanstveni suradnik, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

- 2015 - 2016: stručni suradnik, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

- 2013 - 2015: poslijedoktorand, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

- 1999 - 2013: fizičar oceanolog, Hrvatski hidrografski institut, Split, Hrvatska

Znanstveni interesi

- Unutarnje morske mijene, rezonantno pobuđivanje valova vezanih uz otoke, mjerenja struja visokofrekventnim radarima, neuronske mreže, obalna oceanografija, formiranje guste vode, jadranski seši i uspori, promjene razine mora, oceanografija Jadrana i Sredozemlja

Znanstvene publikacije

- 38 WoS radova, većina od njih u visoko-kvalitetnim časopisima s međunarodnom recenzijom, uključujući: *Geophysical Research Letters*, *Journal of Physical Oceanography*, *Scientific Reports*, *Journal of Geophysical Research*, *Ocean Modelling*, *Journal of Marine Systems*, *Marine Environmental Research*

Uredništvo i recenzije

- recenzent za niz časopisa s međunarodnom recenzijom: *Progress in Oceanography*, *Scientific Reports*, *Journal of Marine Systems*, *Ocean Science*

Odabrani nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- 2015-2019: Sklerokronologija kao alat za otkrivanje dugoročnih okolišnih promjena u Jadranu (SCOOL). Financiranje: HRZZ. Uloga: istraživač

- 2015-2017: Meteotsunamis, destructive long ocean waves in the tsunami frequency band: from observations and simulations towards a warning system (MESSI). Financiranje: UKF fond. Uloga: istraživač

- 2014-2018: Istraživanje dinamike Jadrana pomoću naprednih mjerenja i metode asimilacije podataka (ADAM-ADRIA). Financiranje: HRZZ. Uloga: istraživač

- 2005-2007: Internal Tidal Hydrodynamics and Ambient Characteristics of the Adriatic (ITHACA), Financiranje: bilateralni američko-hrvatski projekt. Uloga: istraživač



**Stipe Muslim**Obrazovanje

- 2015. - inženjer elektrotehnike i informacijske tehnologije, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Splitu, Hrvatska
- 1997. - elektrotehničar (elektroničar) slabe struje, srednja Elektrotehnička škola, Split, Hrvatska

Usavršavanje

- dozvola za vođenja brodice kategorija C, od 2017., Split, Hrvatska
- Oceanology International Exhibition and Conference, London, UK, 2016.
- WERA Ocean Remote Sensing - Operators Seminar, Helzel Messtechnik GmbH, Kaltenkirchen, Njemačka, prosinac 2013.

Radno iskustvo

- 2014. - 2017., koordinator poslova i aktivnosti vezanih za brod Bios Dva, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska
- 2011. - 2014., tehnički konzultant za brod Bios Dva, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska
- 2007. - 2017., sistem inženjer računskog centra i CARNET administrator, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska
- 2005. - 2007., stručni suradnik u Laboratoriju za fiziku mora, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska
- 1998. - 2005., sistem inženjer (projektiranje, prodaja, instalacija i održavanje poslovnih računalnih sustava), Swing Consulting d.o.o., Split, Hrvatska

Stručni interesi

- računalne mreže, poslovni računalni sustavi, tehnike mjerenja u oceanografiji (oceanografske plutače - AMOS sustavi, obalne mjerne stanice, strujomjeri, CTD, XBT, optičke sonde, ehosunderi, side-scan sonari, multibeam sonari, hidrofonski sustavi, USBL sustavi podvodnog pozicioniranja, GPS sustavi, mikrobarografi, ROV), izrada, instalacija i održavanje mjernih sustava u oceanografiji (mikrobarografi, mareografi, održavanje HF radarskih sustava CODAR i WERA, drifteri i floatera za mjerenje površinskih struja)

Znanstvene i stručne publikacije

- 1 poglavlje u knjizi, 4 rada u zbornicima skupova s recenzijom, 5 sažetaka u zbornicima skupova, 2 neobjavljena sudjelovanja na skupovima, 1 elaborat

Sudjelovanje na istraživačkim projektima

- SUO TUNA, SUO LAMJANA, Cavtat, MOST ČIOVO - KOPNO, PLOČE - STON, SMRKA - otok Brač, DRAGE - PAKOŠTANE, PERSEUS, ITHACA, NadEx, Deskriptori D10 - D11 - praćenje, JADRANSKI PROJEKT, ITHACA, ADRICOSM, NASCUM, EUROFLEETS, HAZADR, MESSI, POZOR, MEDIAS (prije PELMON) - detalji projekta dostupni na: [http://baltazar.izor.hr/roscop/projekti\\_v](http://baltazar.izor.hr/roscop/projekti_v)

**Živana Ninčević Gladan**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 204912

Službena adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovića 63, 21000 Split

Obrazovanje

- 2000. - Doktorat znanosti iz biologije; Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF), Sveučilište u Zagrebu
- 1996. - Magisterij iz područja biologije, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu
- 1992 - Dipl. ing biologije (smjer: ekologija) Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu

Istraživačke aktivnosti

Ekologija i taksonomija fitoplanktonske zajednice; obrada vremenskih nizova podataka biomase fitoplanktona, primarne proizvodnje i sastava fitoplanktonske zajednice; procjena utjecaja eutrofikacije na promjene biomase i sastav fitoplanktonske zajednice.

Profesionalno iskustvo

- 2017. Posjet stručnjaku za taksonomiju cista dinoflagelata dr. Kenneth Mertens u IFREMER Concarneau, Francuska
- 2016. Sudjelovanje u međunarodnoj interkalibraciji i procjeni sposobnosti identifikacije štetnih algi (International Phytoplankton Intercomparison) koju organiziraju Marine Institute Galway, Irska u suradnji s IOC i Communication Centre for Harmful Algae Danska
- 2008. Regionalna radionica o provođenju bioloških istraživanja u lukama, Istanbul, Turska
- 2007. Međunarodna radionica o metodama određivanja planktonske biomase i proizvodnje u okviru FP6 Projekta SESAME, Hellenic Centre of Marine Research
- 2002/2003 Fulbright-fellowship, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida, USA

2001. Posjet stručnjaku dr. Larry Brand u Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami i rad s kulturama fitoplanktona (2 mjeseca), European Science Foundation  
1995. Međunarodna radionica o programu praćenja toksičnih vrsta fitoplanktona i fiktoksina u školjkašima: Monitoring of PSP Plankton and Shellfish Toxicity, IOC-WESTPAC, International Training Workshop, Faculty of Agriculture, Tohoku University  
1994. Međunarodna radionica o određivanju fiktoksina: Qualitative and Quantitative Determination of Algae Toxins, IOC-WHO-FAO, International Training Workshop held at Friedrich-Schiller University of Jena

#### Tekući projekt

Morski plankton kao alat za procjenu klimatskog i antropogenog utjecaja na morski ekosustav, MARIPLAN (MARIPLAN)(HRZZ; IP-2014-09-3606). Uloga na projektu: definirati utjecaj lokalne promjene dinamike vodenih masa na biomasu fitoplanktona, primarnu proizvodnju kao i promjenu sastava fitoplanktonske zajednice.

Znanstvena postignuća: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=204912>

Poglavlja u knjizi: 2

Znanstveni radovi u časopisima s međunarodnom recenzijom: 57

Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom: 12

Sažeci u zbornicima skupova: 33

WoS citiranost: 474

h-index (WoS): 15

### **Miroslava Pasarić**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 187581

CROSBI profil: [bib.irb.hr/lista-radova?autor=187581](http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=187581)

#### Obrazovanje

Diplomirala fiziku (1986), magistrirala oceanologiju (1993) te doktorirala fiziku/geofiziku (2000), sve na Prirodoslovno matematičkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu.

#### Usavršavanje

- Tečaj iz geofizičke dinamike fluida, Trst, Italija, 1996.

- UNESCO/IOC tečaj za upravljanje oceanografskim podacima, Trst, Italija, 2006.

#### Zaposlenje

Tehnički suradnik na Institutu Ruđer Bošković (1986-1989), asistent i viši asistent (1991-2004), stručni suradnik (2005-2008), znanstveni suradnik (2008-2013) i viši znanstveni suradnik (2013-) na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

#### Članstva

Međunarodna komisija za znanstveno istraživanje Mediterana, Europska geofizička unija, Hrvatsko meteorološko društvo.

#### Nagrade

Nagrada za najbolji poster na 39. kongresu CIESM, Venecija, 2008.

#### Istraživački interesi

Međudjelovanje atmosfere i mora, varijabilnost razine mora, visokofrekventna varijabilnost u moru.

#### Publikacije

- 20 znanstvenih radova koje citira WoS; časopisi uključuju Journal of Geophysical Research, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Journal of Marine Systems, Continental Shelf Research, Natural Hazards.

#### Nastavna aktivnost

Drži nastavu iz fizičke oceanografije i fizike atmosfere.

#### Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- Klima Jadranskog područja u globalnom kontekstu (CARE), suradnik, financira Hrvatska zaklada za znanost, 2014-2018. Istražuje klimatsku varijabilnost razine mora u Sredozemlju.

- Istraživanje dinamike Jadrana pomoću naprednih mjerenja i metode asimilacije podataka (ADAM-ADRIA), suradnik, financira Hrvatska zaklada za znanost, 2014-2018. Istražuje visokofrekventnu varijabilnost struja u sjevernom Jadranu.

- European Coastal sea Operational observing and Forecasting system (ECOOP), suradnik, financiran od FP6 okvirnog programa Europske komisije, 2007-2010.

- Internal Tidal Hydrodynamics and Ambient Characteristics of the Adriatic (ITHACA), suradnik, financirao američki Office of Naval Research i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2004-2007.

- East Adriatic Coastal Experiment (EACE), suradnik, financirao američki Office of Naval Research i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2002-2004.

- Adriatic Sea integrated coastal areas and river basin management system pilot project - Extension (ADRICOSM-EXT), suradnik, financiralo Ministarstvo za okoliš Italije, Međuvladina

oceanografska komisija i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2004-2006.

- Adriatic Sea integrated coastal areas and river basin management system pilot project (ADRICOSM PP), suradnik, financiralo Ministarstvo za okoliš Italije i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2001-2004.

- Climatic and anthropogenic impact on the environmental dynamics of the Northern Adriatic Sea (CAIEDAS), suradnik, financiralo Ministarstvo za okoliš Italije i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2000-2001.

### **Zoran Pasarić**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 122685

CROSBI profil: [bib.irb.hr/lista-radova?autor=122685](http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=122685)

#### Obrazovanje

Diplomirao (1983), magistrirao (1989) i doktorirao (1999), sve iz primijenjene matematike na Prirodoslovno matematičkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu.

#### Usavršavanje

- Tečaj iz oceanografije okrajnih mora, Trst, Italija, 1991.

- Napredna škola iz asimilacije podataka, Bolonja, Italija, 2008.

#### Zaposlenje

Asistent i viši asistent na Institutu Ruđer Bošković (1986-2001), viši predavač (2001-2006), docent (2006-2011) i izvanredni profesor (2011-) na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

#### Članstva

- Međunarodna komisija za znanstveno istraživanje Mediterana, Europska geofizička unija, - Hrvatsko meteorološko društvo.

#### Istraživački interesi

Razvoj i primjena matematičkih i statističkih metoda u fizičkoj oceanografiji i klimatologiji, analiza geofizičkih podataka.

#### Publikacije i recenzije

- 27 znanstvenih radova koje citira WoS; časopisi uključuju Nature Climate Change, Journal of Geophysical Research, Journal of Physical Oceanography, Journal of Marine Systems, Continental Shelf Research, International Journal of Climatology, Theoretical and Applied Climatology.

- Recenzirao za Journal of Geophysical Research, Journal of Marine Systems, Meteorology and Atmospheric Physics, Nonlinear Processes in Geophysics, Ocean Dynamics, Geofizika, Acta Adriatica.

#### Nastavna aktivnost

Drži kolegije iz statistike, računarstva i klimatologije na preddiplomskom i diplomskom studiju te kolegije iz analize podataka i numeričkog modeliranja na doktorskom studiju.

#### Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- Klima Jadranskog područja u globalnom kontekstu (CARE), suradnik, financira Hrvatska zaklada za znanost, 2014-2018.

- Istraživanje dinamike Jadrana pomoću naprednih mjerenja i metode asimilacije podataka (ADAM-ADRIA), suradnik, financira Hrvatska zaklada za znanost, 2014-2018.

- European Coastal sea Operational observing and Forecasting system (ECOOP), suradnik, financiran od FP6 okvirnog programa Europske komisije, 2007-2010.

- Internal Tidal Hydrodynamics and Ambient Characteristics of the Adriatic (ITHACA), suradnik, financirao američki Office of Naval Research i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2004-2007.

- East Adriatic Coastal Experiment (EACE), suradnik, financirao američki Office of Naval Research i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2002-2004.

- Adriatic Sea integrated coastal areas and river basin management system pilot project - Extension (ADRICOSM-EXT), su-voditelj, financiralo Ministarstvo za okoliš Italije, Međuvladina oceanografska komisija i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2004-2006.

- Adriatic Sea integrated coastal areas and river basin management system pilot project (ADRICOSM PP), suradnik, financiralo Ministarstvo za okoliš Italije i Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH, 2001-2004.

### **Antonio Stanešić**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: -603

CROSBI profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=-603>

#### Obrazovanje

- 2007-sadp poslijediplomski studij - Fizika atmosfere i mora, PMF, Sveučilište u Zagrebu

- 1998-2006 dipl. ing. - fizike - Sveučilište u Zagrebu, PMF, Fizika, Geofizički odsjek

- 1994–1998 Gimnazija dr. Ivana Kranjčeva, Đurđevac

#### Profesionalno iskustvo

- 2007, 26–30 ožujak - ALARO Training course, Radostovice, Češka

- 2008, 04–07 ožujak - 2nd AROME Training Course, Lisabon, Portugal

- 2008, 09 ožujak–19. travanj - Phasing - specijalizacija u području asimilacije podataka, Toulouse, Francuska

- 2009, 28 rujan - 15 studeni - Specijalizacija u području asimilacije radarskih podataka, Norman, OK, USA

-2011, 4–13 svibnja - Data assimilation and use of satellite data, ECMWF, Reading, UK

- 2012, 01–04 listopad - SURFEX training course , Toulouse, Francuska

- 2012, 22–26 listopad - Hirlam-B/ALADIN Training Week on C++ and OOPS, Madrid, Španjolska

- 2016, 22 - 26 veljače, ECMWF - Introduction to ECMWF computing facilities, services and the Meteorological Archival and Retrieval System (MARS), ECMWF, Reading, UK

#### Zaposlenja

- 2007 - sad: Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

- 2006 rujan - prosinac: učitelj matematike i fizike u "Strukovna škola Đurđevac", Đurđevac

- 2003 rujan - 2005 rujan: učitelj matematike i fizike u "Gimnazija dr. Ivana Kranjčeva", Đurđevac

- Trenutna pozicija - viši stručni savjetnik

#### Istraživačke aktivnosti

- Numerička prognoza vremena i asimilacija podataka.

#### Publikacije i recenzije

- Nekoliko radova objavljeno u *Current Contents* časopisima, koautor poglavlja u knjizi i brojni radovi objavljeni u ostalim časopisima sa međunarodnom recenzijom i zbornicima skupova.

#### Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- 2013-2015 "ENHEMS-Buildings - Enhancement of Research, Development and Technology Transfer Capacities in Energy Management Systems for Buildings", EU IPA IIIC - Science Investment and Innovation Fond

- 2013-2015 "WILL4WIND - Weather intelligence for wind energy", EU IPA IIIC - Science Investment and Innovation Fond

### **Jadranka Šepić**

Matični broj znanstvenika: 310662

CROSBİ profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=310662>

#### Obrazovanje

- 2015 - Doktorica znanosti, geofizika, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

- 2007 - Dipl. ing. fizike, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

#### Usavršavanje

- 2008 - POGO-SCOR stipendija za projekt "Use of advanced analysis and modelling techniques in investigation of unusual oceanography phenomena". Sveučilište Balearskog otočja, Palma de Mallorca, Španjolska, rujan - studeni 2008

- 2009 - 2010 - Stipendija Nacionalne Zaklade za Znanost za projekt: "Numeričko modeliranje neuobičajenih dinamičkih procesa u Jadranskom moru". Institute of Ocean Sciences, Sidney, Kanada, listopad 2009 - srpanj 2010.

#### Radno iskustvo

- 2016 - znanstvena suradnica, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

- 2015 - 2016 poslijedoktorandica, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

- 2007 - 2015 znanstvena novakinja, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Hrvatska

#### Znanstveni interesi

- Meteorološki tsunamiji, ekstremne oscilacije razine mora, dugoperiodičke promjene termohalinih svojstava, oceanografsko numeričko modeliranje (ROMS, POM, SCHISM)

#### Znanstvene publikacije

- 33 WOS rada, većina od njih u visoko-kvalitetnim časopisima s međunarodnom recenzijom, uključujući: Scientific Reports, Geophysical Research Letters, Climate Dynamics, Progress in Oceanography, Journal of Geophysical Research, Global and Planetary Change, Biogeosciences and Fisheries Oceanography

#### Uredništvo i recenzije

- 2015 - : urednica u časopisu Pure and Applied Geophysics

- recenzentica za niz časopisa s međunarodnom recenzijom: Geophysical Research Letters, Limnology and Oceanography, Natural Hazards, Physics and Chemistry of the Earth, Geophysical Model Development, Acta Adriatica

#### Odabrani nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- 2015-2017: Meteotsunamis, destructive long ocean waves in the tsunami frequency band: from observations and simulations towards a warning system (MESSI). Financiranje: UKF Fund. Uloga: voditeljica projekta
- 2015-2017: Praćenje potencijalno opasnih oscilacija razine mora i njihov doprinos poplavama obalnih područja u budućoj klimi (POZOR). Financiranje: FZOEU. Uloga: voditeljica projekta
- 2015-2019: Sklerokronologija kao alat za otkrivanje dugoročnih okolišnih promjena u Jadranu (SCOOOL). Financiranje: HRZZ. Uloga: istraživačica

**Mladen Šolić**

Identifikacijski broj istraživača: 117375

Službena adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split, Hrvatska

Obrazovanje

1993.- Dr.Sc. Biologija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

1987.- Mr.Sc. Oceanologija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

1982.- B.Sc. Biologija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Područje istraživanja

Morska mikrobna ekologija

Specijalizacije

- Regionalna radionica Environmental Impact Assessment for Trainers in METAP Countries.
- Radionica: The eastern Mediterranean climatic transient; its origin, evolution and impact on the ecosystem. Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italy
- Studijski boravak: Institute für Meereskunde, Kiel, Germany - Laboratory for marine microbiology
- Radionica: Statistical treatment and interpretation of marine community data. FAO/IOC/UNEP (MED POL - Phase II).
- Radionica: Inter-calibration Exercise on Microbiological Methods for Marine Pollution Monitoring. WHO and UNEP in collaboration with the Environmental Pollution Control Project. Athens, Greece (Ministry of Environment, Planning and Public Works).
- Radionica Inter-calibration exercise and consultation meeting on microbiological methods for coastal water quality monitoring (WHO/UNEP).

Tekući projekti

Procesi u mikrobnoj hranidbenoj mreži u perspektivi globalnog zatopljenja (MICROGLOB) (HRZZ; IP-2014-09-4143). Predmet istraživanja projekta: određivanje strukturnih i funkcionalnih značajki mikrobne hranidbene mreže na različitim prostornim (trofičkim) i vremenskim skalama; definiranje utjecaja temperature na rast i grazing pikoplanktona, te protoka pokoplanktonske biomase prema višim trofičkim razinama.

Bibliografija: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=117375>

Knjige:8

Poglavlja u knjizi: 4

Članci u znanstvenim časopisima: 71

Stručni radovi: 45

Konferencijski radovi: 14

Sažetci u Knjigama sažetaka sa znanstvenih skupova: 59

**Martina Tudor**

Znanstveni osobni identifikacijski broj: 300826

CROSBI profil: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=300826>

Obrazovanje

- 2007 - Magisterij iz područja geofizike i meteorologije, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Geofizički odsjek
- 2000 - Dipl. ing fizike

Trening

- Workshop on meso and micro meteorology, 3-4. 11. 2014., Terme Jezerčica, Hrvatska
- High Performance Computing Facility (HPCF), European Center for Medium Range Weather Forecastes, 2017
- Advanced numerical methods, Advanced numerical methods

Profesionalno iskustvo

- Razvoj i primjena numeričkog mezoskopskog modela ALADIN

Zaposlenja

- 2000 - Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

Istraživačke aktivnosti

- Numerička prognoza vremena, fizikalni procesi u atmosferi, interakcija atmosfera-ocean, numeričke metode i numeričko modeliranje atmosferskih procesa

#### Publikacije i recenzije

- 20 znanstvenih radova u Current Contents, kao što su *Journal of marine system*, *Journal of Geophysical Research*, *Geoscientific Model Development*, *Monthly Weather Review*, *Atmospheric research*. *Recenzirala sam radove za mnoge časopise*

#### Nacionalni i međunarodni istraživački projekti

- 2010 -2015 HYMEX Multidisciplinary Program on the Mediterranean Water Cycle, WMO

- 2015-2017 MESSI Meteotsunamis, destructive long ocean waves in the tsunami frequency band: from observations and simulations towards a warning system (MESSI), UKF fond

### **Jere Veža**

Adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split

E- mail: veza@izor.hr

#### Obrazovanje

2006 - dipl. ing. Biologije i ekologije mora, Sveučilište u Splitu, Hrvatska

#### Znanstveni interes

Biogeokemijsko kruženje hranjivih soli, partikularna tvar

#### Trenutni projekti

Sustavno ispitivanje kakvoće prijelaznih i priobalnih voda u 2017.

#### Bibliografija

Znanstveni članci u WoS: 4

Conference papers:1

WoS citations: 56

h-index (WoS): 12

### **Olja Vidjak**

Matični broj znanstvenika: 226115

Službena adresa: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split

E- mail: vidjak@izor.hr

#### Obrazovanje

2004. - Doktor prirodnih znanosti, područje Biologija; Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF), Sveučilište u Zagrebu

1998. - Magistar prirodnih znanosti, grana Oceanologija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu

1993 - Prof. Biologije i kemije; Prirodoslovno-matematički fakultet Split, Sveučilište u Splitu

#### Istraživačke aktivnosti

Ekologija i taksonomija zooplanktona

#### Profesionalno usavršavanje

2015., Plymouth, UK: Međunarodna radionica: „Marine Crustacean Zooplankton Workshop 2015“ (Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science)

2015., The Cyprus Institute, Cyprus Nicosia: Međunarodna radionica: PERSEUS Training Course on the Implementation of the Continuous Plankton Recorder (CPR) within the Mediterranean (Project PERSEUS)

2014., Marine Biology Station, Piran, Slovenia: Međunarodna radionica: „Theoretical and Practical Training on Ballast Water Sampling and Analysis for Compliance Monitoring and Enforcement of the BWM Convention and for Scientific Purposes. (project BALMAS, Adriatic IPA)

2008., Atena, Grčka, Hellenic Centre for Marine Research: Međunarodna radionica: ZOOPLANKTON TAXONOMY WORKSHOP (Project SESAME)

2007, Atena, Grčka, Hellenic Centre for Marine Research: Međunarodna radionica: Laboratorijske metode u istraživanju planktona (Lab/Field Training under the activity of WP 8 «Capacity building, training and public outreach for system-wide integration»)

2007., Sofija, Bugarska, Bugarska akademija znanosti: Tečaj iz Biostatistike - «Statistic course in environmental sciences - Univariate statistics

2000/2001, London, UK, The Natural History Museum: Taksonomija kopepodnih rakova (ALIS program British Council i MZOS)

#### Tekući projekti

MEDCIS - "Support Mediterranean Member States towards coherent and Coordinated Implementation of the second phase of the MSFD " (DG Environment, 2017.-2019.) - istraživač

Morski plankton kao alat za procjenu klimatskog i antropogenog utjecaja na morski ekosustav, MARIPLAN (MARIPLAN)(HRZZ; IP-2014-09-3606) - istraživač

Znanstvena postignuća: <http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=226115>

Znanstveni radovi u WoS-u: 25

Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunarodnom recenzijom: 3  
Sažeci u zbornicima skupova: 9  
WoS citiranost: 184  
h-index (WoS): 9

### **Ante Žuljević**

Identifikacijski broj istraživača: 244365

CROSBI poivenica: <https://bib.irb.hr/lista-radova?autor=244365>

#### Službena adresa

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovica 63, 21000 Split, Hrvatska

#### Obrazovanje

2005. Doktorirao na na poslijediplomskom studiju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu iz područja prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija, na temi: "Rod *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) u Jadranskom moru"

2001. Magistrirao na poslijediplomskom studiju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu iz područja prirodnih znanosti, znanstveno polje biologija (ekologija), na temi: "Pojava i širenje vrste *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) u Jadranu"

1997. Diplomirao na VII stupnju Prirodoslovno matematičkog fakulteta u Zagrebu, biološki odsjek, smjer inž. biologije - ekologija, na temi: "Pojava i širenje tropske alge *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh u Starigradskom zaljevu"

#### Stručna osposobljenost

2013. Ronitelj u pomoćnim poslovima za potrebe podvodnih istraživanja.

2013. Rukovatelj kompresorom i kompresorskim strojevima.

#### Područje istraživanja

Bentoske alge i morske cvjetnice, strane vrste, bentoske zajednice

#### Bibliografija

Autorske knjige: 3

Uredničke knjige: 1

Poglavlja u knjizi: 5

Radovi u časopisima koje registrira CC: 32

Znanstveni radovi u drugim WOS časopisima: 18

Kongresno priopćenje (sažeci) u CC časopisu: 3

Znanstveni radovi u zbornicima skupova s međunar.rec. : 18

Citiranost radova prema Web of Science: 609

H-indeks prema Web of Science: 11

Citiranost radova prema Scopus-u: 602

H-indeks prema Scopus-u: 12

## Literatura

- Adams, K. A., Barth, J. A., & Chan, F. (2013). Temporal variability of near-bottom dissolved oxygen during upwelling off central Oregon. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, *118*, 4839–4854. doi: 10.1002/jgrc.20361
- Anabalón, V., Morales, C. E., Escribano, H. R., Varas, M. A. (2007). The contribution of nano- and micro-planktonic assemblages in the surface layer (0–30 m) under different hydrographic conditions in the upwelling area off Concepción, central Chile. *Progress in Oceanography*, *75*, 396–414.
- Bakun, A., & Agostini V. A. (2001). Seasonal patterns of wind-induced upwelling/downwelling in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina* *65*(3), 243–257.
- Bergamasco, A., & Gačić, M. (1996). Baroclinic response of the Adriatic Sea to an episode of bora wind. *Journal of Physical Oceanography*, *26*, 1354–1369.
- Bode, A., Alvarez-Ossorio, M. T., & Varela, M. (2006). Phytoplankton and macrophyte contributions to littoral food webs in the Galician upwelling estimated from stable isotopes. *Marine Ecology Progress Series*, *318*, 89–102.
- Böhm, E., Banzon, V., D'Acunzo, E., D'Ortenzio, F., & Santoleri, R. (2003). Adriatic Sea surface temperature and ocean colour variability during the MFSPP, *Annales Geophysicae*, *21*, 137–149. <https://doi.org/10.5194/angeo-21-137-2003>
- Buljan, M. (1974). Basic characteristics of the Adriatic Sea as a production basin (in Croatian). *Acta Adriatica*, *16*(2), 31–62.
- Buljan, M., & Zore-Armanda M. (1976). Oceanographical properties of the Adriatic Sea. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, *14*, 11–98.
- Buongiorno Nardelli, B., Tronconi, C., Pisano, A., & Santoleri, R. (2013). High and Ultra-High resolution processing of satellite Sea Surface Temperature data over Southern European Seas in the framework of MyOcean project, *Remote Sensing of Environment*, *129*, 1–16. doi: 10.1016/j.rse.2012.10.012
- Chen, C. S., Reid, R. O., & Nowlin, W. D. (1996). Near-inertial oscillations over the Texas Louisiana shelf. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, *101*, 3509–3524.
- Christaki U., Courties C., Massana R., Catala P., Lebaron P., Gasol J. M., & Zubkov M. V. (2011). Optimized routine flow cytometric enumeration of heterotrophic flagellates using SYBR Green I. *Limnology and Oceanography: Methods*, *9*, 329–339.
- Codispoti, L. A. (1981). Temporal nutrient variability in three different upwelling regions. In F. A. Richards (Ed.), *Coastal Upwelling* (pp. 209–220). American Geophysical Union, Washington D.C.
- Daley, R. (1991). *Atmospheric Data Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, 457 pp.
- Dutour Sikirić, M., Roland, A., Janeković, I., Tomažić, I., & Kuzmić, M. (2013). Coupling of the Regional Ocean Modeling System (ROMS) and Wind Wave Model. *Ocean Modelling*, *72*, 59–73.
- Dutour Sikirić, M., Roland, A., Tomažić, I., & Janeković, I. (2012). Hindcasting the Adriatic Sea near-surface motions with wave-current model. *Journal of Geophysical Research*, *117*, C00J36.
- Džoić, T., Beg Paklar, G., Grbec, B., Ivatek-Šahdan, S., Zorica, B., Šegvić-Bubić, T., Čikeš Keč, V., Lepen Pleić, I., Mladineo, I., Grubišić, L., & Verley, P. (2017). Spillover of the Atlantic bluefin tuna offspring from cages in the Adriatic Sea: A multidisciplinary approach and assessment. *PLoS One*, *12*(11), e0188956. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188956>
- Ercegović, A. (1952). *Cystoseira from Adriatic Sea*. Split, IOR, Fauna i flora Jadrana, Knjiga II.
- Ercegović, A. (1960). Significant vegetation of algae in the Adriatic Sea (in Croatian). *Acta Botanica Croatica*, *18/19*, 17–36.
- Foster, B. A., & Battaerd, W. R. (1985). Distribution of zooplankton in a coastal upwelling in New Zealand, New Zealand. *Journal of Marine and Freshwater Research*, *19*(2), 213–226. doi: 10.1080/00288330.1985.9516088



- Fuhrman, J. A., & Azam, F. (1982). Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: evaluation and field results. *Marine Biology* 66, 109-120.
- Gačić, M., Borzelli, G. L. E., Civitarese, G., Cardin, V., & Yari, S. (2010). Can internal processes sustain reversals of the ocean upper circulation? The Ionian Sea example. *Geophysical Research Letters*, 37, L09608. doi: 10.1029/2010GL043216
- Gačić, M., Marullo, S., Santoleri, R., & Bergamasco, A. (1997). Analysis of the seasonal and interannual variability of the sea surface temperature field in the Adriatic Sea from AVHRR data (1984–1992). *Journal of Geophysical Research*, 102, 22937–22946. <https://doi.org/10.1029/97jc01720>
- Gill, A. E., & Clarke, A. J. (2011). Wind-induced upwelling, coastal currents and sea-level changes. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 21, 325-345. doi: 10.1016/0011-7471(74)90038-2
- Grasshoff, K. (1976). *Methods of seawater analysis*. Weinheim: Verlag, Chemie.
- Hainbucher, D., Cardin, V., Siena, G., Hübner, U., Moritz, M., Drübbisch, U. & Basan, F. (2015). Hydrography in the Mediterranean Sea during a cruise with RV *Poseidon* in April 2014. *Earth System Science Data*, 7, 231-237.
- Hainbucher, D., Rubino, A., Cardin, V., Tanhua, T., Schroeder, K., & Bensi, M. (2014). Hydrographic situation during cruise M84/3 and P414 (spring 2011) in the Mediterranean Sea. *Ocean Science*, 10, 669-682.
- Halpern, D. (1977). Description of wind and of upper ocean current and temperature variations on the continental shelf off northwest Africa during March and April 1974. *Journal of Physical Oceanography*, 7, 422-430.
- Janeković, I., Dutour-Sikirić, M., Tomažić, I., & Kuzmić, M. (2010). Hindcasting the Adriatic Sea surface temperature and salinity: A recent modeling experience. *Geofizika*, 27, 85–100.
- Janeković, I., Mihanović, H., Vilibić, I., & Tudor, M. (2014). Extreme cooling and dense water formation estimates in open and coastal regions of the Adriatic Sea during winter of 2012. *Journal of Geophysical Research*, 119, 3200-3218.
- Jarosz, E., Hallock, Z. R. & Teague, W. J. (2007). Near-inertial currents in the DeSoto Canyon region. *Continental Shelf Research*, 27, 2407-2426.
- Kourafalou, V. H. (1999). Process studies on the Po River plume, North Adriatic Sea. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, 104, 29963-29985.
- Lassiter, A. M., Wilkerson, F. P., Dugdale, R. C., & Hogue, V. E. (2006). Phytoplankton assemblages in the CoOP-WEST coastal upwelling area. *Deep-Sea Research Part II*, 53, 3063-3077.
- Lobban, C. S., Harrison, P. J., & Duncan, M. J. (1985). *The physiological ecology of seaweeds*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marie D., Brussaard C., Partensky F., & Vaultot D. (1999). Flow cytometric analysis of phytoplankton, bacteria and viruses. In J. P. Robinson (Ed), *Current Protocols in Cytometry* (pp. 11.11.1-11.11.15). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Marie D., Partensky F., Jacquet S., & Vaultot D. (1997). Enumeration and cell cycle analysis of natural populations of marine picoplankton by flow cytometry using the nucleic acid stain SYBR Green I. *Applied and Environmental Microbiology* 63, 186-193.
- Matić, F., Kovač, Ž., Vilibić, I., Mihanović, H., Morović, M., Grbec B., Leder, N., & Džoić, T. (2017). Oscillating Adriatic temperature and salinity regimes mapped using the Self-Organizing Maps method. *Continental Shelf Research*, 132, 11-18. doi: 10.1016/j.csr.2016.11.006
- Mauri, E., & Poulain, P. M. (2001). Surface chlorophyll distribution and currents in the Adriatic in fall 1997 and winter 1998. *Journal of Marine Systems*, 29, 51-67.

- McKelvie, I. D., Peat, D. M. W., & Worsfold, P. J. (1995). Techniques for the quantification and speciation of phosphorus in natural waters. *Analytical Proceedings Including Analytical Communications*, 32, 437-445.
- Mercado, J. M., Ramírez, T., Cortés, T., Sebastián, T., & Vargas-Yáñez, M. (2005). Seasonal and inter-annual variability of the phyto-plankton communities in an upwelling area of the Alboran Sea (SW Mediterranean Sea), *Scientia Marina*, 69, 451-465.
- Mihanović, H., Beg Paklar, G., & Orlić, M. (2014). Resonant excitation of island-trapped waves in a shallow, seasonally stratified sea. *Continental Shelf Research*, 77, 24-37.
- Mihanović, H., Orlić, M., & Pasarić, Z. (2009). Diurnal thermocline oscillations driven by tidal flow around an island in the Middle Adriatic. *Journal of Marine Systems*, 78 (Suppl. 1), S157-S168.
- Moita, M. T., Oliveira, P. B., Mendes, J. C., & Palma, A. S. (2003). Distribution of chlorophyll *a* and *Gymnodinium catenatum* associated with coastal upwelling plumes off central Portugal. *Acta Oecologica*, 24, S125-S132.
- Nielsen, K. J., & Navarrete, S. A. (2004). Mesoscale regulation comes from the bottom-up: intertidal interactions between consumers and upwelling. *Ecology Letters*, 7, 31-41.
- Ninčević-Gladan, Ž., Bužančić, M., Kušpilić, G., Grbec, B., Matijević, S., Skejić, S., Marasović, I., & Morović, M. (2015). The response of phytoplankton community to anthropogenic pressure gradient in the coastal waters of the eastern Adriatic Sea. *Ecological Indicators*, 56, 106-115.
- Orlić, M., Beg Paklar, G., Dadić, V., Leder, N., Mihanović, H., Pasarić, M., & Pasarić, Z. (2011). Diurnal upwelling resonantly driven by sea breezes around an Adriatic island. *Journal of Geophysical Research*, 116, C09025.
- Orlić, M., & Pasarić, Z. (2011). A simple analytical model of periodic coastal upwelling. *Journal of Physical Oceanography*, 41, 1271-1276.
- Pasarić, Z., Belušić, D., & Chiggiato, J. (2009). Orographic effects on meteorological fields over the Adriatic from different models. *Journal of Marine Systems* 78, S90-S100, doi: 10.1016/j.jmarsys. 2009.01.019
- Pasarić, Z., Međugorac, I., & Orlić, M. (2013). First CTD measurements with towed undulating vehicle in Croatian coastal waters. Rapport du 40e Congres de la CIESM. Briand, Frederic (ed.). Monaco, 137.
- Pasarić Z., Međugorac I., Supić N., Djakovac T., & Orlić M. (2017). Mesoscale variability observed in the Northern Adriatic in autumn 2016. Geophysical Research Abstracts. Vol. 19, EGU2017-11677-2.
- Poulain, P. M., Mauri, E., & Ursella L. (2004). Unusual upwelling event and current reversal off the Italian Adriatic coast in summer 2003, *Geophysical Research Letters*, 31, L05303. doi: 10.1029/2003GL019121
- Queiroga, H., Silva, C., Sorbe, J. C., & Morgado F. (2005). Composition and distribution of zooplankton across an upwelling front on the northern Portuguese coast during summer. *Hydrobiologia* 545, 195-207.
- Regner, S., Regner, D., Marasović, I., & Kršinić F. (1987). Spawning of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the Adriatic under upwelling conditions. *Acta Adriatica*, 28(1-2), 161-198.
- Roegner, G. C., Needoba, J. A., & Baptista, A. M. (2011). Coastal Upwelling Supplies Oxygen-Depleted Water to the Columbia River Estuary. *PLoS ONE*, 6(4), e18672. doi: 10.1371/journal.pone.0018672
- Rosenfeld, L. K. (1988). Diurnal period wind stress and current fluctuations over the continental shelf off Northern California. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, 93, 2257-2276.
- Salomidi, M., Giakoumi, S., Gerakaris, V., Issaris, Y., Sini, M., & Tsiamis, K. (2016). Setting an ecological baseline prior to the bottom-up establishment of a marine protected area in Santorini Island, Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 17, 720-737.

- Shchepetkin, A. F., & McWilliams, J. C. (2003). A method for computing horizontal pressure-gradient force in an oceanic model with a nonaligned vertical coordinate. *Journal of Geophysical Research*, *108* (C3), 3090. <https://doi.org/10.1029/2001JC001047>
- Shchepetkin, A. F., & McWilliams, J. C. (2005). The Regional Ocean Modeling System (ROMS): A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model. *Ocean Modelling*, *9*, 347-404. <https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2004.08.002>
- Smith, R. L. (1968). Upwelling. *Oceanography and Marine Biology - An Annual Review*, *6*, 11-46.
- Smith, R. L. (1981). A comparison of the structure and variability of the flow field in three coastal upwelling regions: Oregon, Northwest Africa, and Peru. In F. A. Richards (Ed.), *Coastal Upwelling* (pp. 107-118). Washington D.C.: American Geophysical Union.
- Stemann-Nielsen, E. (1952). The use radioactive carbon (<sup>14</sup>C) for measuring organic production in the sea. *Journal du Conseil-International pour l'Exploration de la Mer*, *18*, 117-140.
- Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R. (1972). A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, *167*, 1-310.
- Sutherland, D. A. & O'Neill, M. A. (2016). Hydrographic and dissolved oxygen variability in a seasonal Pacific Northwest estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *2016*, 47-59. doi: 10.1016/j.ecss.2016.01.042
- Šolić, M., Krstulović, N., Kušpilić, G. et al. (2010). Changes in microbial food web structure in response to changed environmental trophic status: A case study of the Vranjic Basin (Adriatic Sea). *Marine Environmental Research*, *70*, 239-249.
- Šolić, M., Krstulović, N., Vilibić, I., Kušpilić, G., Šestanović, S., Šantić, D., & Ordulj, M. (2008). The role of water mass dynamics in controlling bacterial abundance and production in the middle Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, *65*, 388-404.
- Šolić, M., Krstulović, N., Šantić, D., Šestanović, S., Kušpilić, G., Bojanić, N., Ordulj, M., Jozić, S., & Vrdoljak, A. (2017). Impact of 3°C temperature rise on bacterial growth and carbon transfer towards higher trophic levels: empirical models for the Adriatic Sea. *Journal of Marine Systems*, *173*, 81-89. doi: 10.1016/j.jmarsys.2017.01.001
- Špan, A., & Antolić, B. (1997). Composition, distribution and condition of benthic flora in the wider area of Split (in Croatian). *Tisuću godina prvog spomenara ribarstva u Hrvata*, HAZU, Zagreb. 493 - 513.
- Uiboupin, R., Laanemets, J., Sipelgas, L., Raag, L., Lips, I., Buhhalko, N. (2012). Monitoring the effect of upwelling on the chlorophyll a distribution in the Gulf of Finland (Baltic Sea) using remote sensing and in situ data. *Oceanologia* *54*, 395-419.
- Ursella, L., & Gačić, M. (2001). Use of the Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) in the study of the circulation of the Adriatic Sea. *Annales Geophysicae*, *19*, 1183-1193.
- Üthermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilung Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie, *9*, 1-38.
- Viličić, D. (1989). Phytoplankton population density and volume as indicators of eutrophication in the eastern part of the Adriatic Sea. *Hydrobiologia*, *174*, 117-132.
- Wilkin, J. L., Arango, H. G., Haidvogel, D. B., Lichtenwalner, C. S., Durski, S. M., & Hedstrom, K. S. (2005). A regional Ocean Modeling System for the Long-term Ecosystem Observatory. *Journal of Geophysical Research*, *110*, C06S91. <https://doi.org/10.1029/2003JC002218>
- Zavodnik, D., Jaklin, A., Radošević, M. & Zavodnik, N. (2000). Distribution of benthos at Jabuka, an islet of volcanic rock (Adriatic Sea). *Periodicum Biologorum*, *102*(2), 157-167.
- Zhang, X., DiMarco, S. F., Smith, D.C., Howard, M. K., Jochens, A. E., & Hetland, R. D. (2009). Near-resonant ocean response to sea breeze on a stratified continental shelf. *Journal of Physical Oceanography*, *39*, 2137-2155.
- Zhang, Y., & Baptista, A. M. (2008). SELFE: A semi-implicit Eulerian-Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation. *Ocean Modelling* *21*(3-4), 71-96.

Zhang, Y. J., Stanev, E. V., & Grashorn, S. (2016). Seamless cross-scale modeling with SCHISM. *Ocean Modelling* 102, 64-81.

Županović, Š. (1985). Biological effects of the hydroclimatic changes in the Middle Adriatic. *Acta Adriatica*, 26(2), 165-189.

Županović, Š., & Jardas, I. (1989). Flora and Fauna of the Adriatic Sea - The Jabuka Pit (in Croatian). Logos, Split, 415+526 pp.