



Sveučilište u Zadru
Universitas Studiorum
Jadertina | 1396 | 2002 |



Razvoj modela zasnovanoga na agentima za analizu rasprostiranja invazivnih planktonskih frakcija

IV. ZNANSTVENO-STRUČNI SKUP

Prilagodbe na klimatske promjene i očuvanje morskih ekosustava Jadranskog mora

prof. dr.sc. Dalibor Carević, dipl.ing.građ. ¹

dr.sc. Tin Kulić, dipl.ing.građ. ²

prof. dr.sc. Goran Lončar, dipl.ing.građ. ¹

¹Građevinski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26

²HidroKonzalt projektiranje d.o.o., Hvarska 11

26.-29. rujna 2024., Zadar



Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet



Projekt PROTECTAS 2019-2023

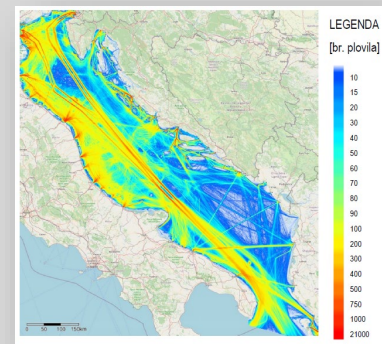


Razvoj sustava kontrole i obrane luka od unosa stranih vrsta (KK.05.1.1.02.0013)

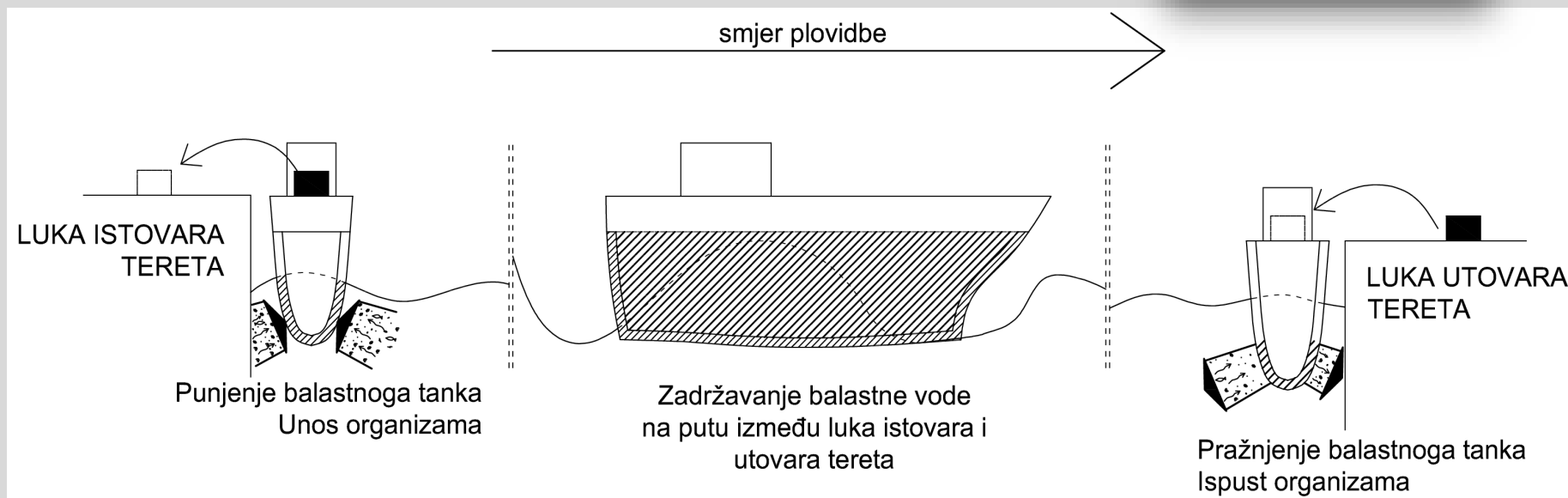
- **Izvor financiranja:** Europski fond za regionalni razvoj, operativni program Konkurentnost i kohezija 2014.-2020.
- **Ukupna vrijednost:** 3.419.088,34 kn (EU sufinanciranje 85%)
- **Voditelj:** Sveučilište u Dubrovniku
- **Partneri:** IRB (CIM Rovinj), GF Zagreb, NZZZ Primorsko-goranske županije, Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- **Cilj:** Razvoj sustava kontrole i obrane luka od unosa štetnih organizama i smanjenje ranjivosti obalnih područja na klimatske promjene (fokus na lukama u Jadranskom moru)
- **Područja istraživanja:** luke Ploče i Rijeka
- **Aktivnosti projekta:** Izrada sustava kontrole i obrane luka RH od unosa stranih vrsta, Mjerenje abiotičkih čimbenika i modeliranje morskih struja (GFZG), Istraživanje sastava planktonske zajednice, Istraživanje utjecaja abiotičkih čimbenika na patogene



Balastne vode



- Balastne vode i štetne vrste

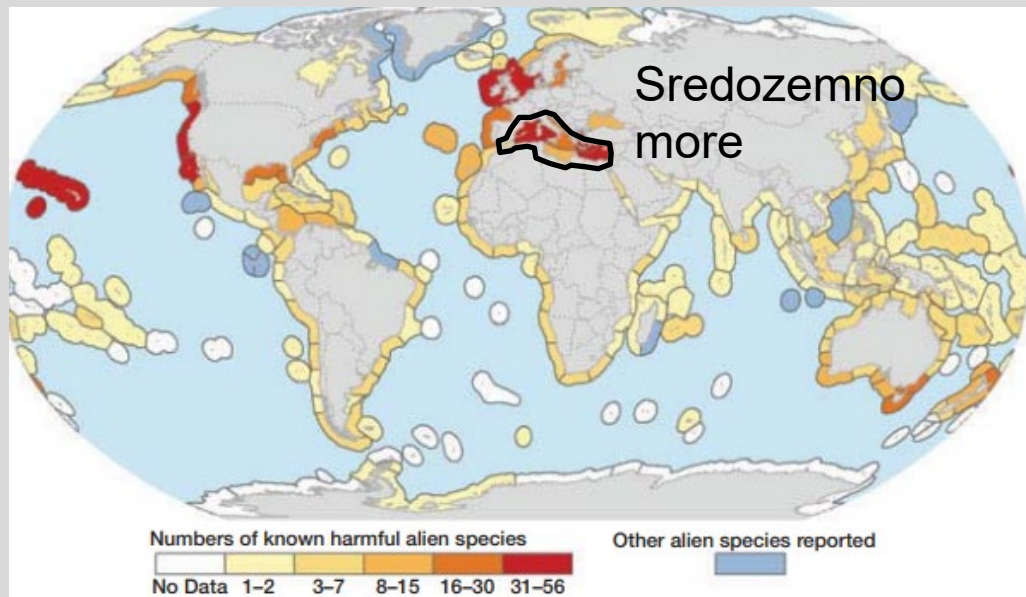


Shema upuštanja, zadržavanja i ispuštanja balastnih voda

- Prosječan godišnji unos u Jadransko more od 10 milijuna m³ i očekuje se porast (Cabrini i sur., 2019.)
- 1 m³ brodske balastne vode može sadržavati i do nekoliko milijuna jedinki zooplanktona, fitoplanktona i cista (Gollasch i Rosenthal, 2009.)
- Među primarnim putevima unosa stranih vrsta u europska mora (Molnar i sur., 2008.; Katsenevakis, 2013.; EEA, 2021.)

Balastne vode

- Strane i invazivne vrste
- Visoka mogućnost disperzivnog širenja, visoka stopa reprodukcije i ekološka prilagodba → najrelevantniji mehanizmi uspješne kolonizacije (Cardeccia i sur., 2016.)



Karta brojnosti štetnih stranih vrsta po obalnoj regiji na globalnoj razini (Molnar i sur., 2008.)

Modeliranje zasnovano na agentima (Agent-Based Modelling, dalje: ABM)

- Sustavi koji se sastoje od autonomnih i interaktivnih agenata
- Mogućnost samoorganizacije i stvaranja hijerarhije između dionika

- Elementi

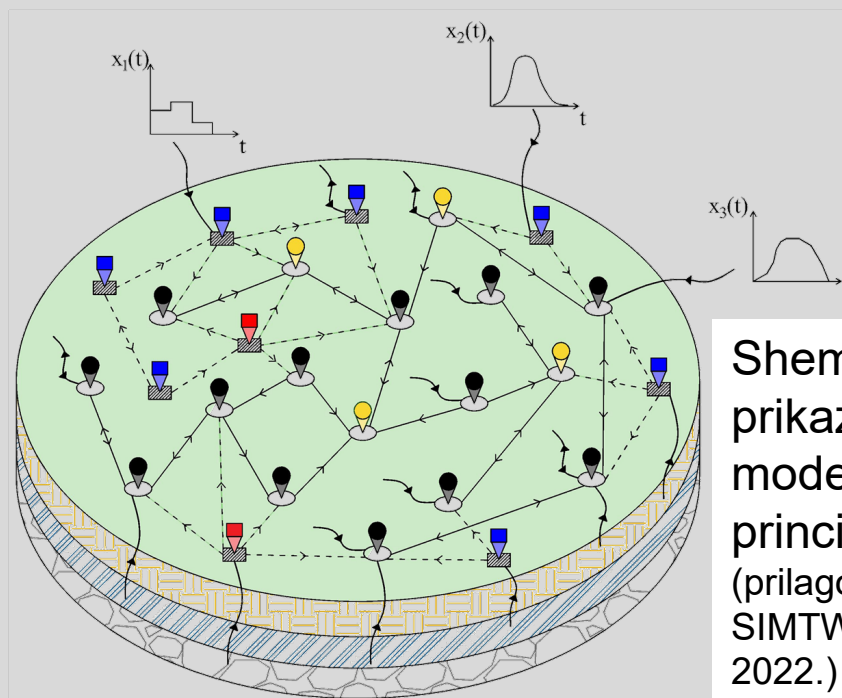
- agenti

- okoliš

- interakcije

- agent-agent

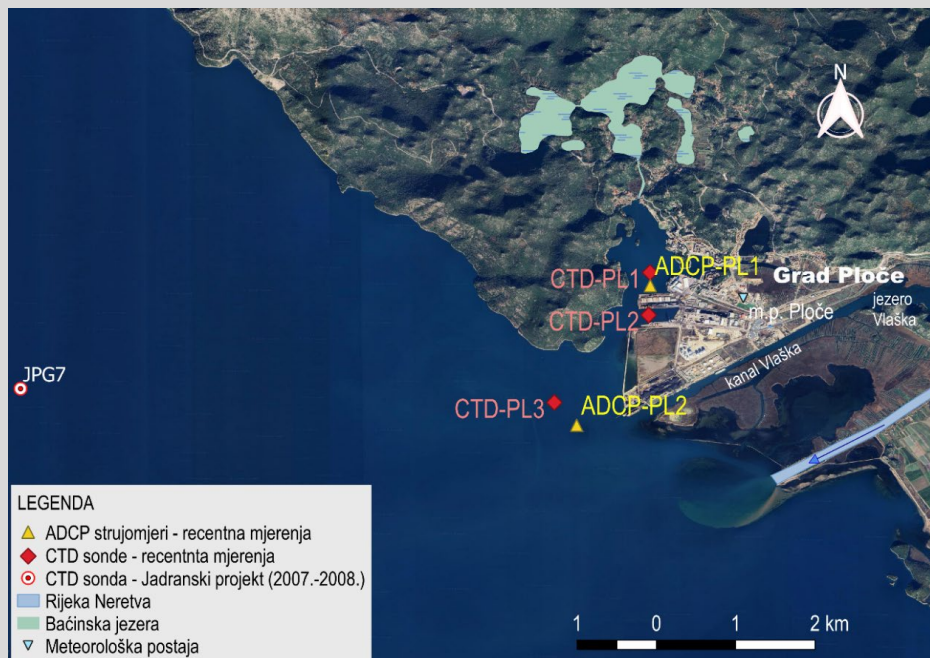
- agent-okoliš



Shematski prikaz sustava modeliranog na principu ABM-a (prilagođeno prema SIMTWIST Project, 2022.)

Postojeće podloge

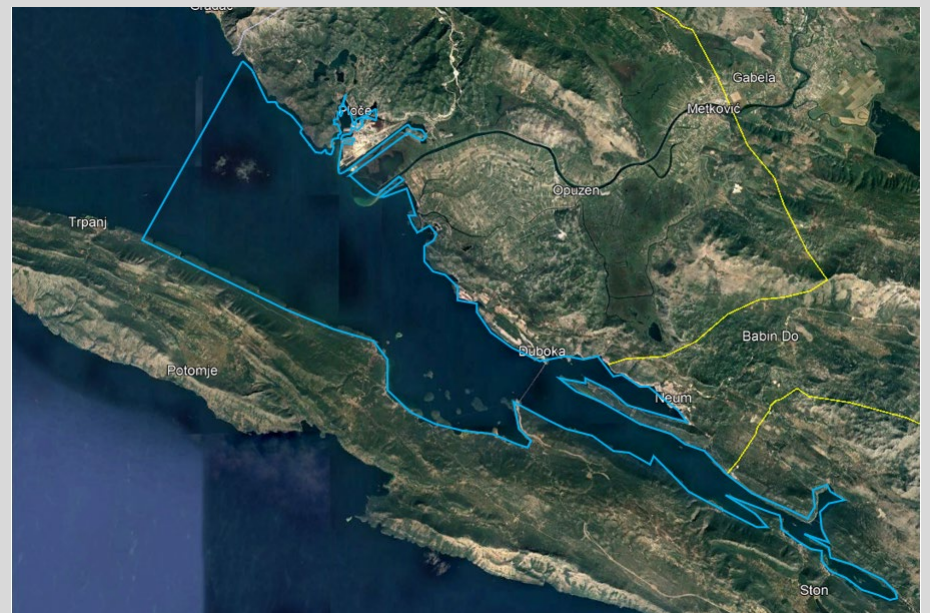
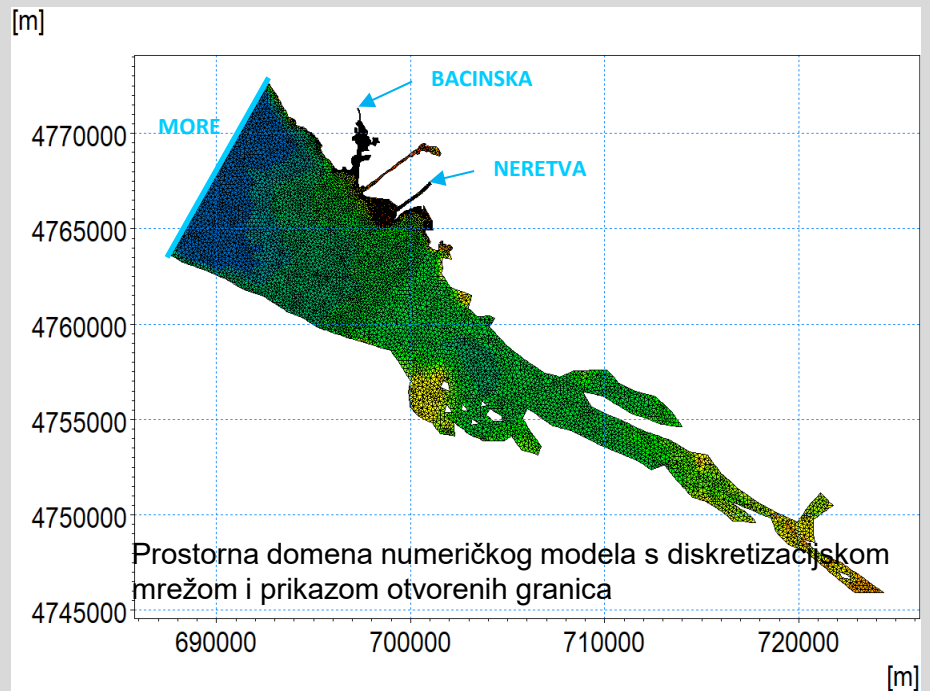
- Prikupljene podloge
- protoci Neretve, dotoci iz Baćinskih jezera, vjetar, temperatura, salinitet, intenzitet svjetlosti
- **Terenska mjerenja (ProtectAS projekt)**
 - Luka Ploče – 2x ADCP-a
 - ZIMSKO → (24.10.2020.-7.1.2021.)
 - LJETNO → (9.7.-25.10.2021.)



ADCP strujomjeri postavljeni u luci Ploče

Uspostava HD modela cirkulacije mora

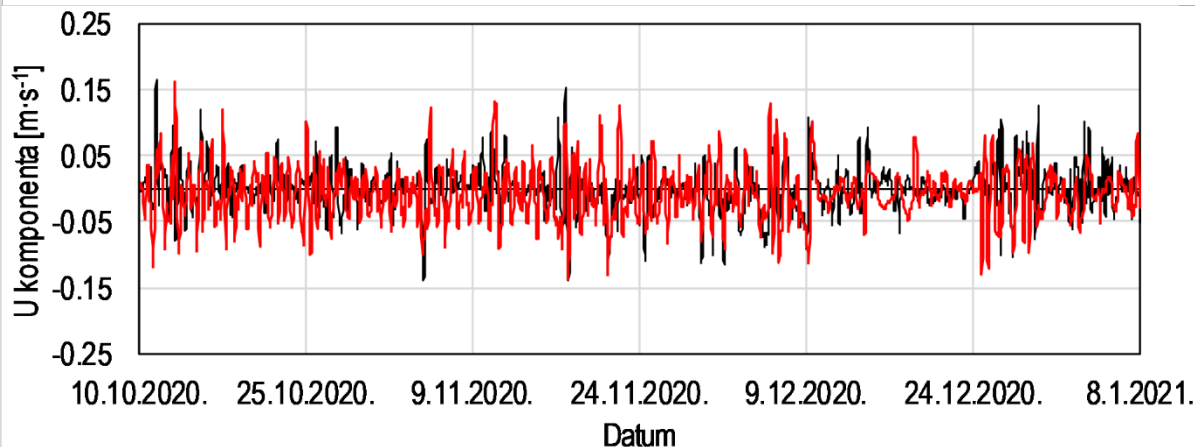
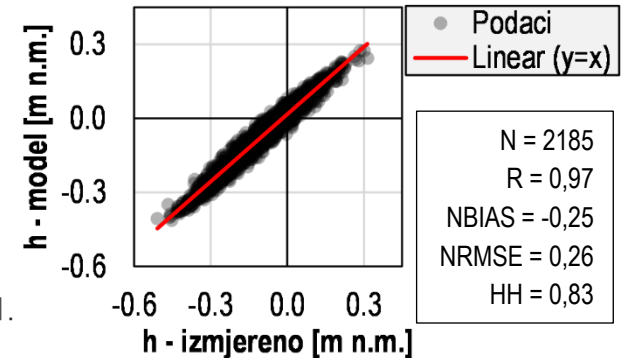
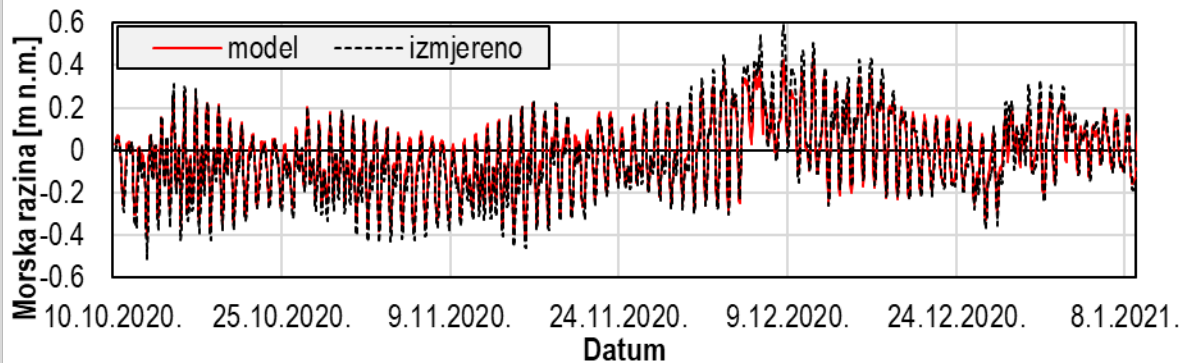
- Šire akvatorijalno područje luke Ploče
- Početni uvjeti
 - 3D polje temperature i saliniteta
 - Morska razina
- Rubni uvjeti
 - Nestacionarno i prostorno homogeno djelovanje vjetra (m.p. Ploče-DHMZ)
 - Dinamika morskih razina(ADCP+COPERNICUS)
 - Vertikalnih profila temperature i saliniteta (CTD+ADCP)
 - Slatkovodni dotok rijeke Neretve (h.p. Metković-HV) i
 - Slatkovodni dotok iz Baćinskih jezera (h.p. Šipak-DHMZ)



Kalibracija HD modela cirkulacije mora

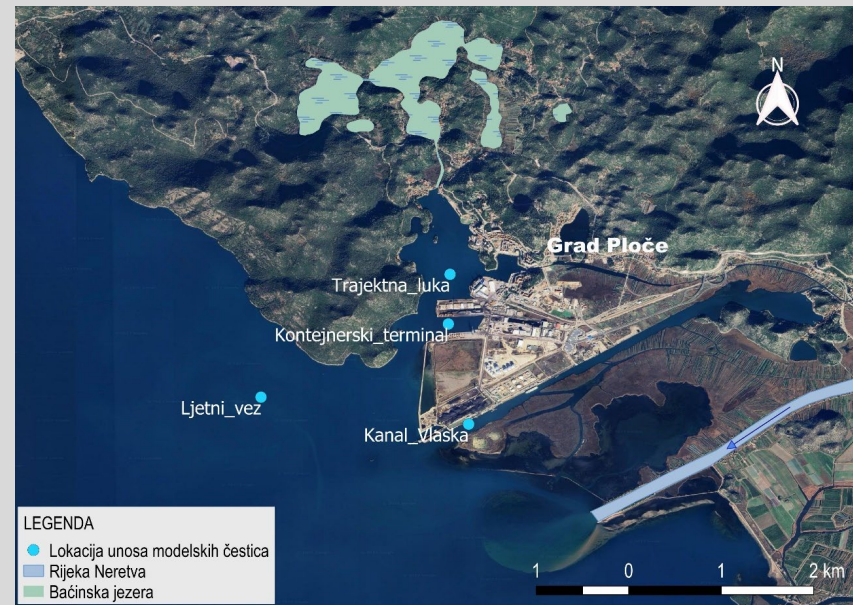
- Kalibracija HD modela → ZIMSKO
- Validacija HD modela → LJETNO

Usporedba modelirane i izmjerene promjene morskih razina i U komponente strujanja na poziciji ADCP-RI1



Uspostava ABM modela

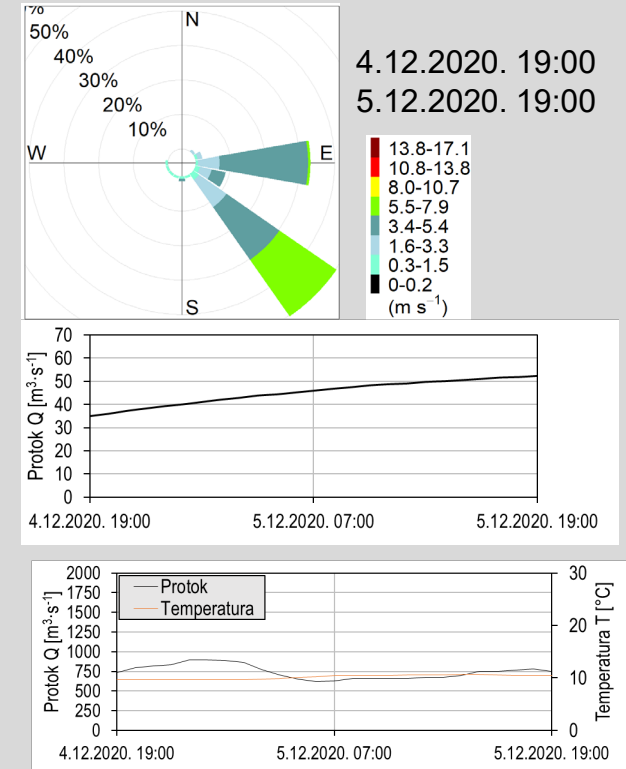
- **Uspostava ABM-a (gibanje planktona)**
 - Analizirano gibanje dijatomeja, dinoflagelata i kopepoda
 - Razmnožavanje i odumiranje zanemareni (slično kao Hansen i sur., 2015; Dye i sur., 2022.)
 - Usvojen vremenski korak od 30 [s]
 - Dijatomeje → samo tonjenje
 - Dinoflagelati i kopepodi → adaptacija promjenama u okolišu (intenzitet svjetlost i temperatura)
 - Lokacije unosa agenata
 - Dubina unosa -2,5 [m] od površine
 - Na otvorenim granicama nema unosa
 - U model se ubacuje količina balastne vode prosječno 10000 [m³ · d⁻¹]
 - Učestalost ispuštanja prosječno 7x mjesečno
 - Trajanje ispuštanja prosječno 2,5 [h] po pojedinom ispuštanju



Lokacije unosa agenata u prostorne domene luka Ploče

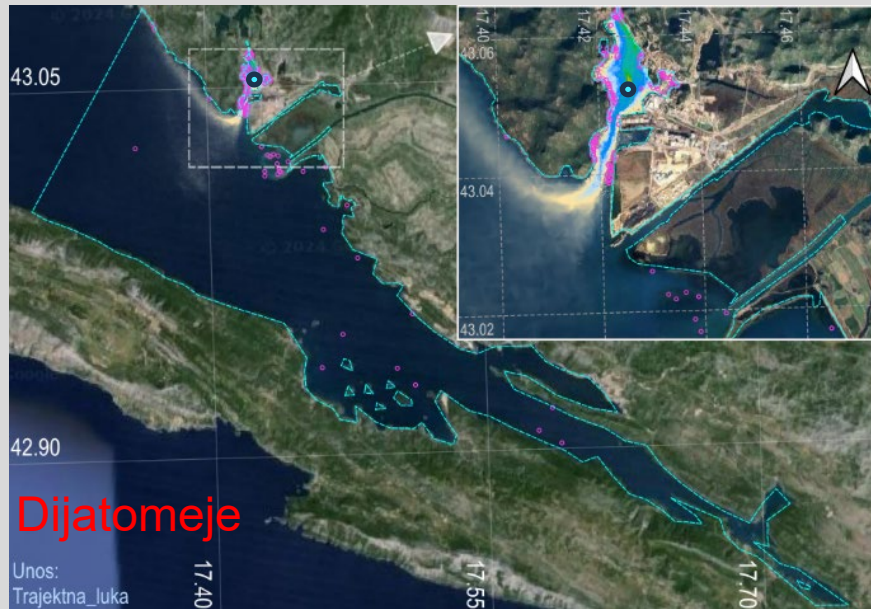
Rezultati ABM modela

Združeni HD-ABM model (raspršenje modeliranih planktonskih frakcija)



Rezultati ABM modela

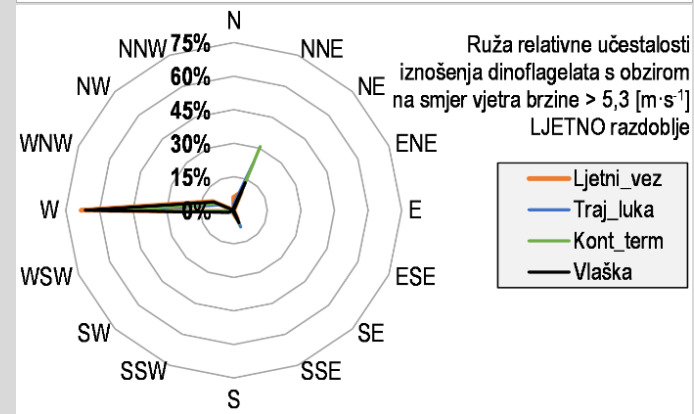
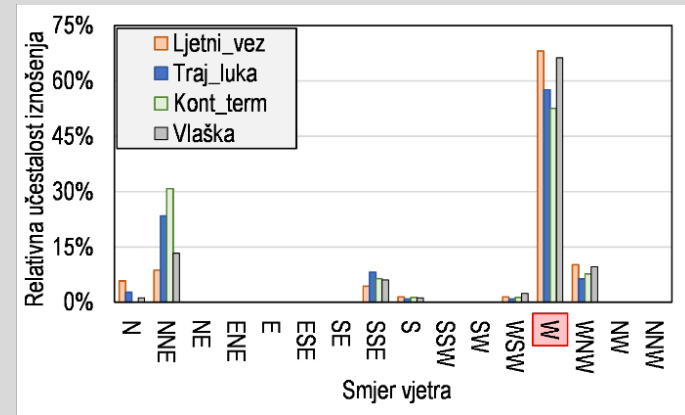
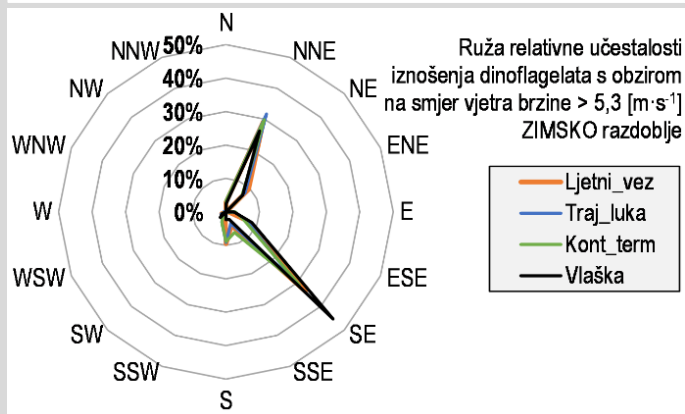
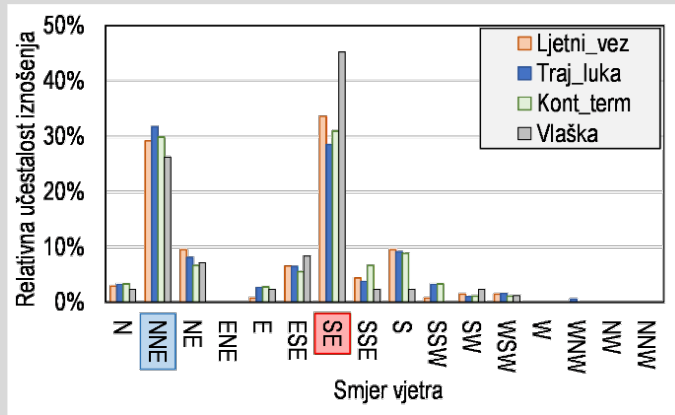
- Združeni HD-ABM model (prosječna brojnost modeliranih frakcija)
- Prostorno (vertikalno, iz 3D u 2D polja) i vremensko usrednjavanje kroz simulacijsko razdoblje



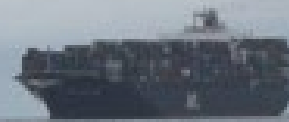
Usporedba 2D polja prosječne brojnosti raspršenih dijatomeja (lijevo) i kopepoda (desno) u ZIMSKOM simulacijskom razdoblju (paleta boja) te prikaz dijatomeja istaloženih na kraju simulacije.

Rezultati ABM modela

- Združeni HD-ABM model (učestalost iznošenja s obzirom na smjer intenzivnoga vjeta)



Relativna učestalost iznošenja dinoflagelata kroz otvorene granice modela za ZIMSKO (lijevo) i LJETNO (desno) simulacijsko razdoblje s obzirom na pojedinu lokaciju unosa modelskih čestica u prostornu domenu luke Ploče prikazana kao stupčasti dijagram (gore) i ruža (dolje).



Hvala na pažnji!

<https://protectas.com.hr/>