



**Praćenje bioloških bogatstava mora u sklopu Nacionalnog plana prikupljanja podataka
u ribarstvu Republike Hrvatske u 2025. godini**

**Praćenje intenziteta mrijesta srdele i inćuna u istočnom Jadranu (SPAMon)
u razdoblju 2025. - 2027.**

Izješće o provedenim aktivnostima i rezultatima znanstvene studije SPAMon u 2025. godini

Split, veljača 2026. godine



Sufinancira
Europska unija



Program
ZA RIBARSTVO
I AKVAKULTURU



PROGRAM
PRIKUPLJANJA
PODATAKA U
RIBARSTVU RH



Naručitelj: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva

Izvršitelj: Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

Sukladno Ugovoru Ev. br. 84/2024/IZU Praćenje bioloških bogatstava mora u sklopu Nacionalnog plana prikupljanja podataka u ribarstvu Republike Hrvatske u 2025. godini (KLASA: 406-01/25-01/71, URBROJ: 525-05/156-25-1 od 30.siječnja 2025. godine)

15.02.2026. godine, Split

Voditeljica istraživanja: dr. sc. Barbara Zorica

Suradnici: Marija Šestanović, dipl. ing. biol.

Pave Kuzmanić, mag. ing. agr.

Filip Rožić, mag. ing. agr.

Goran Brzulja, dipl. ing. biol. i ekol. mora

Vedran Vuletin, dipl. ing. morskog ribarstva

Ravnateljica Instituta:

dr. sc. Živana Ninčević Gladan

Sadržaj

1. UVOD.....	4
2. MATERIJALI I METODE	6
3. REZULTATI.....	11
3.1 INĆUN.....	18
3.2 SRDELA.....	22
4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA.....	27
5. LITERATURA.....	29

1. Uvod

Ribolov na sitnu plavu ribu, poglavito srdelu (*Sardina pilchardus*) i incun (*Engraulis encrasicolus*), predstavlja okosnicu hrvatskog ribarstva i to zbog činjenice da prema službenim podacima njihovi ulovi u ukupnim lovinama Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: RH) čine 87,1% (prosjek u razdoblju 2014. – 2024. godine). Izuzev njihovog očitog gospodarskog značaja, njihov ekološki značaj je isto tako izniman s obzirom da sitna plava riba predstavlja bitnu sponu između nižih i viših hranidbenih nivoa u morskom ekosustavu.

U svrhu definiranja prostornog i vremenskog razdoblja mriješćenja srdele i incuna, tijekom 2013. godine je obavljeno istraživanje (Zorica i sur., 2013) u kojem su sudjelovali djelatnici resornog ministarstva odnosno Uprave ribarstva i znanstvenici Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita (u daljnjem tekstu: IOR). Rezultati navedenog istraživanja potvrdila su da duž istočne strane Jadranskog mora postoji nekoliko potencijalnih područja mrijesta ciljanih vrsta sitne plave ribe, od kojih se po abundanciji ranih razvojnih stadija srdele i incuna najviše ističu dva područja: Kvarnerić te područje srednjodalmatinski otoka (šire područje Jabuke i južno od Kornata). Također, istraživanje je pokazalo da se srdela i incun mrijeste gotovo tijekom šest mjeseci (srdela: listopad – ožujak; incun: travanj – rujanj). Praćenje ranih razvojnih stadija bi zasigurno pridonijelo ažuriranju postojećeg sustava zaštite kako vrsta tako i okoliša, kao i nedvojbene potrebe usmjeravanja prema konceptu održivog razvoja, jedne od dominantnih odrednica strategije razvoja morskog ribarstva RH.

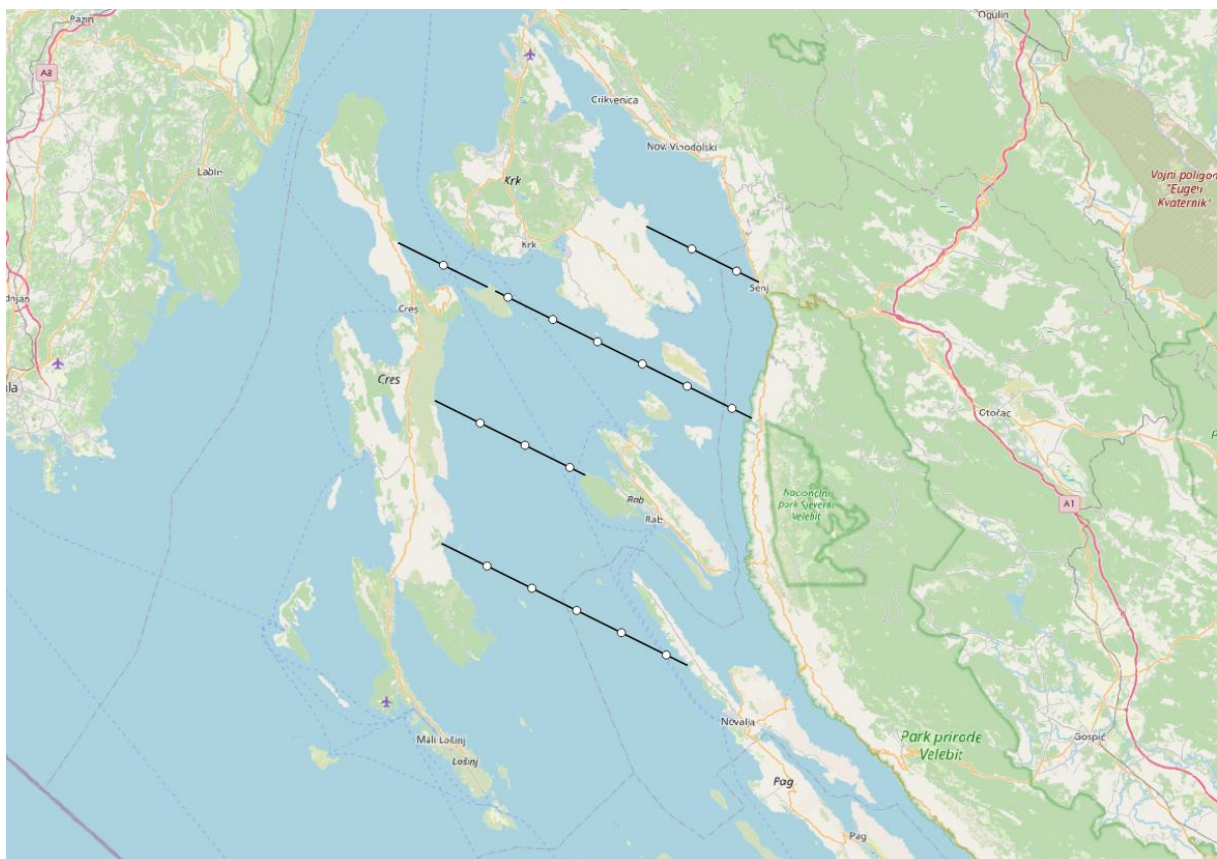
Ova znanstvena studija provodi se u okviru Nacionalnog plana prikupljanja podataka u ribarstvu Republike Hrvatske za razdoblje 2025.–2027. godine (u daljnjem tekstu: Nacionalni plan), u skladu s Uredbom (EU) 2017/1004 Europskog parlamenta i Vijeća od 17. svibnja 2017. godine o uspostavi okvira Unije za prikupljanje i upotrebu podataka u sektoru ribarstva te upravljanje njima i potporu za znanstveno savjetovanje u vezi sa zajedničkom ribarstvenom politikom, i o stavljanju izvan snage Uredbe Vijeća (EZ) br. 199/2008, te predstavlja test studiju pod nazivom „Praćenje intenziteta mrijesta srdele i incuna u istočnom Jadranu (SPAMon)“. Studija se provodi temeljem ugovora sklopljenog između Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i ribarstva – Uprave ribarstva i IOR-a, kao nadležnih tijela za provedbu Nacionalnog plana. Provedba studije u 2025. godini predstavlja početnu fazu trogodišnje test studije (2025.–2027.), usmjerenu na provjeru metodološkog pristupa, prostorne reprezentativnosti te operativne provedivosti planiranog uzorkovanja ranih razvojnih stadija srdele i incuna u prethodno

identificiranim područjima mriješta u istočnom Jadranu. Sukladno ciljevima Nacionalnog plana te obvezama RH u okviru Zajedničke ribarstvene politike Europske unije, aktivnosti provedene tijekom 2025. godine bile su usmjerene na prikupljanje i analizu ihtioplanktona u hladnijem i toplijem dijelu godine na odabranim postajama u području Kvarnerića i srednjodalmatinskih otoka. Dobiveni rezultati predstavljaju početnu znanstvenu podlogu za daljnju provedbu i nadogradnju istraživanja tijekom narednih godina provedbe test studije, s ciljem unaprjeđenja znanstvene osnove za upravljanje ribarstvom male plave ribe, primjenu ekosustavnog pristupa u ribarstvu (Ecosystem Approach to Fisheries – EAF) te doprinos provedbi Okvirne direktive o pomorskoj strategiji (2008/56/EZ), osobito u odnosu na treći kvalitativni deskriptor dobrog stanja okoliša (D3).

Cilj ove znanstvene studije je istražiti intenzitet mriješćenja gospodarski značajnih vrsta sitne plave ribe srdele i incuna, sa svrhom unaprjeđenja dosadašnjih upravljačkih mjera vezanih uz prostorno vremensku distribuciju sitne plave ribe. Predmetna studija se u potpunosti uklapa u najnovije trendove u ribarstvenoj biologiji, a to su ekosustavni pristup u ribarstvu te bi u budućnosti mogla pridonijeti boljoj procjeni ciljanih stokova gospodarskih vrsta riba.

2. Materijali i metode

Znanstvenici i stručni suradnici IOR-a su tijekom istraživanog razdoblja od siječnja do prosinca 2025. godine obavili ihtioplanktonska uzorkovanja na dva ciljana područja (Kvarnerić i srednjodalmatinski otoci). Svako ciljano područje je uzorkovano tijekom toplijeg (lipanj) i hladnijeg (studenj) dijela godine. Na području Kvarnerića i srednjodalmatinskih otoka ihtioplanktonsko uzorkovanje provedeno je na po 17 postaja (Slike 1 i 2; Tablice 1 i 2). Ihtioplanktonsko uzorkovanje se obavilo WP2 planktonskom mrežom (otvor mreže 0,255 m²; veličina oka 0,200 mm), koja se spuštala do dubine od 100 m ili dubine 5 m iznad dna u plićim područjima. Na svakoj postaji ihtioplanktonska mreža se spuštala dva odnosno tri puta, točnije na području Kvarnerića zbog manjih dubina mora mreža se spuštala dva puta dok se na području srednjodalmatinskih otoka spuštala tri puta. Od okolišnih parametra zabilježene su vrijednosti temperature i saliniteta sa sondom na standardnoj oceanografskoj dubini od 5 m. Sav sakupljeni ihtioplankton se spremao u 4% formalin te je po završetku ekspedicije dopremljen na IOR.

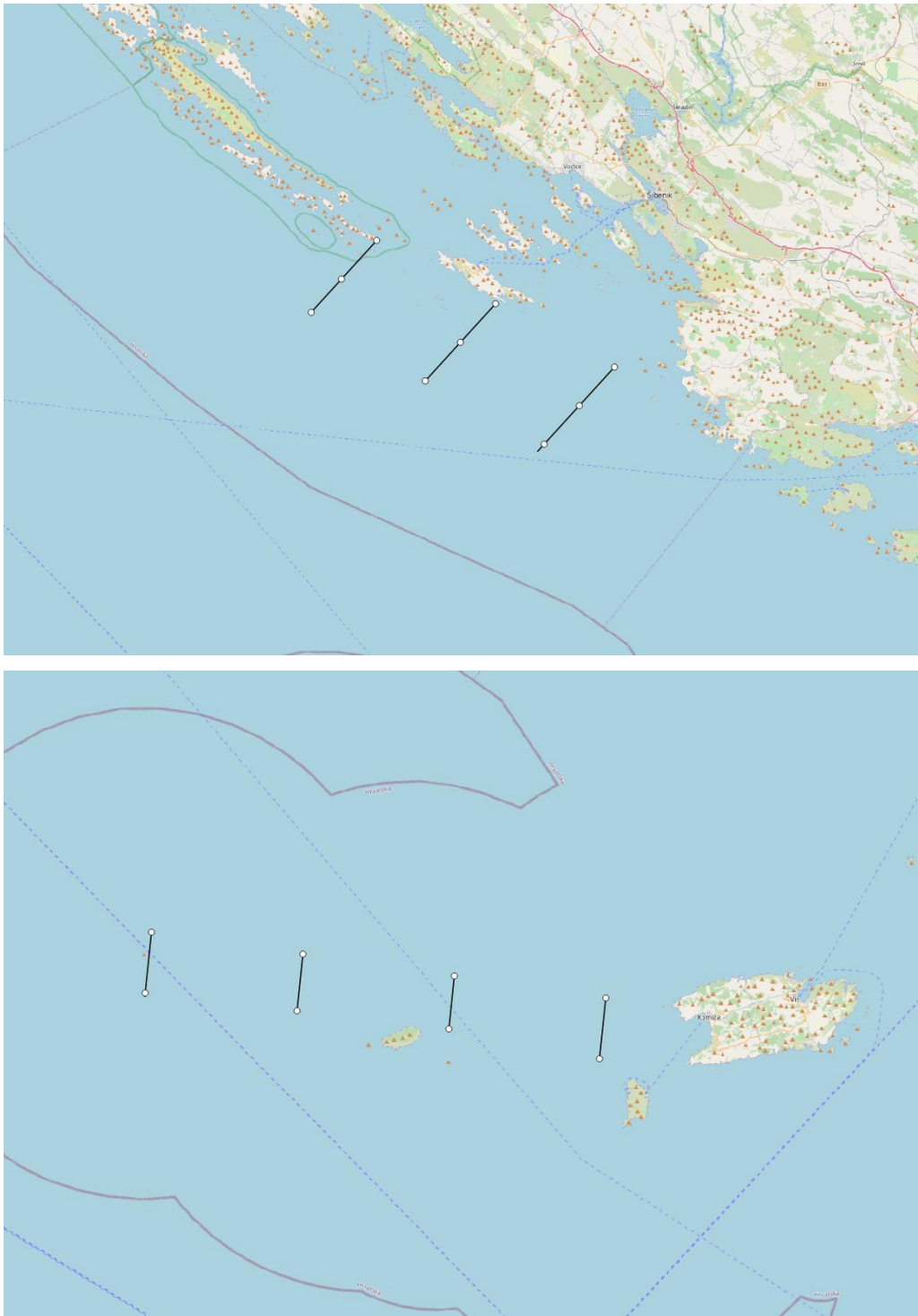


Slika 1. Prikaz prostorne raspodjele ihtioplanktonskih postaja uzorkovanih na području Kvarnerića tijekom razdoblja istraživanja (lipanj, studeni 2025. godina).

Tablica 1. Koordinate postaja na području Kvarnerića na kojima se uzorkovalo tijekom lipnja i studenoga 2025. godine.

Postaje	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina
1	45,026484	14,805291
2	45,005199	14,869060
3	45,004433	14,455768
4	44,974012	14,547850
5	44,952871	14,611651
6	44,931693	14,675406
7	44,910479	14,739115
8	44,889229	14,802778
9	44,867942	14,866394
10	44,847679	14,513019
11	44,826555	14,576691
12	44,805394	14,640317
13	44,704993	14,527542
14	44,683858	14,591050
15	44,662686	14,654513
16	44,641478	14,717931
17	44,620234	14,781303

Ihtioplanktonski uzorci su se analizirali pod binokularnom lupom ZEISS SteREO Discovery.V12 pri čemu su svi rani razvojni stadiji srdele i incuna (jaja i ličinke) bili prebrojani te se odredila njihova abundancija koja je standardizirana na broj po kvadratnom metru pomoću funkcije koju je dao Tanaka (1973) te se odredila i prostorno-vremenska distribucija istih.



Slika 2. Prikaz prostorne raspodjele ihtioplanktonskih postaja uzorkovanih na području srednjodalmatinskih otoka ((a) južno od Kornata, (b) šire područje Jabučke kotline) tijekom razdoblja istraživanja (lipanj, studeni 2025. godina).

Tablica 2. Koordinate postaja na području srednjodalmatinskih otoka na kojima se uzorkovalo tijekom lipnja i studenoga 2025. godine.

Postaje	Zemljopisna širina	Zemljopisna dužina
1	43,687640	15,520925
2	43,650267	15,475152
3	43,618022	15,435723
4	43,628257	15,678693
5	43,590946	15,632865
6	43,553617	15,587095
7	43,568658	15,836156
8	43,531409	15,790275
9	43,494143	15,744451
10	43,109704	15,467838
11	43,059900	15,461625
12	43,093140	15,637105
13	43,046721	15,631187
14	43,076427	15,806297
15	43,033084	15,800652
16	43,059335	15,975383
17	43,009555	15,968764

Svi prikupljeni podaci su analizirani i statistički obrađeni te su u *OceanDataView* računskom programu nacrtane karte distribucije ranih razvojnih stadija kako inćuna tako i srdele.

Pored ihtioplanktonskog uzorkovanja u razdoblju mrijesta inćuna (travanj - kolovoz) i srdele (veljača - ožujak; listopad - prosinac) u 2025. godini su prikupljeni biološki uzorci adultnih jedinki ciljanih vrsta iz lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivaricom „srdelalom“. Laboratorijska analiza prikupljenih uzoraka je uključivala mjerenje ukupne dužine tijela prikupljenih jedinki s točnošću od $\pm 0,1$ cm, nakon čega se zabilježila ukupna masa tijela kao i masa gonade svake pojedine ribe s točnošću od $\pm 0,01$ g. Spol i pojedini stadiji razvoja gonada su određeni makroskopski na temelju oblika, izgleda, veličine, strukture i boje gonada. Pri determinaciji stadija razvoja gonada se koristila empirijska skala od četiri stadija:

- Stadij 1 – gonade su vrlo malene i prozirne. Ovaj stadiji se odnosi na jedinke koje nisu dostigle prvu spolnu zrelost.
- Stadij 2 – gonade su u fazi razvoja
- Stadij 3 – gonade su potpuno zrele. Ikra i mliječ izlaze pri pritisku na abdomen. Ikra je prozirna odnosno hidratizirana.
- Stadij 4 – gonade su mlohawe, ispunjavaju oko trećine ili manje, visceralne šupljine.

Osim makroskopske analize ribljih gonada, a sve s ciljem boljeg opisivanja spolnog ciklusa prikupljenih jedinki sitne plave ribe, izračunala se vrijednosti gonadosomatskog indeksa (*GSI*) prema jednadžbi:

$$GSI = \frac{Wg}{W} \cdot 100$$

gdje je *Wg* masa gonade, a *W* masa tijela analizirane jedinke. Analizom kretanja vrijednosti gonadosomatskog indeksa ustanovilo se vrijeme najintenzivnijeg mriještenja ciljanih vrsta. Tjelesno stanje riba može se opisati izrazom kondicije koja je posljedica dužinsko - masenog odnosa, a izražava se vrijednostima koeficijenta kondicije ili ponderalnog indeksa (Thompson, 1942.; Le Cren, 1951.). Indeks kondicije se izračunao za cjelokupni materijal, te odvojeno po spolu i to pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

$$K = 100WL^{-3}$$

empirijskog faktora kondicije:

$$K_a = 100WL^{-b}$$

te relativnog faktora kondicije:

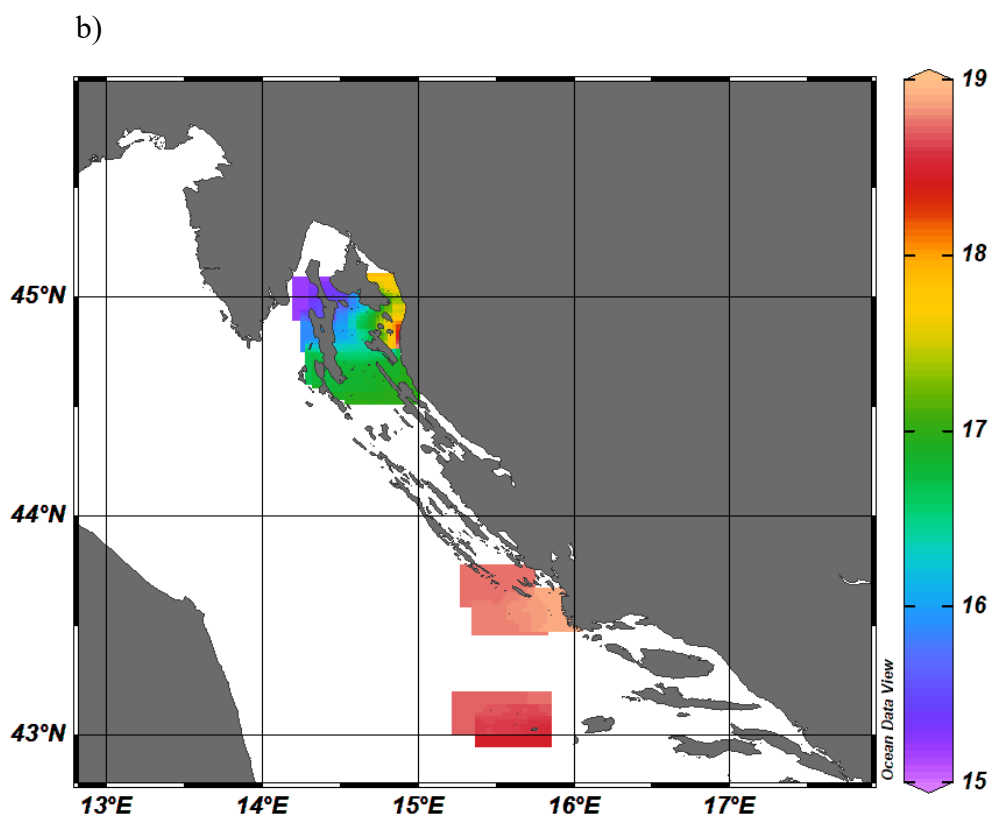
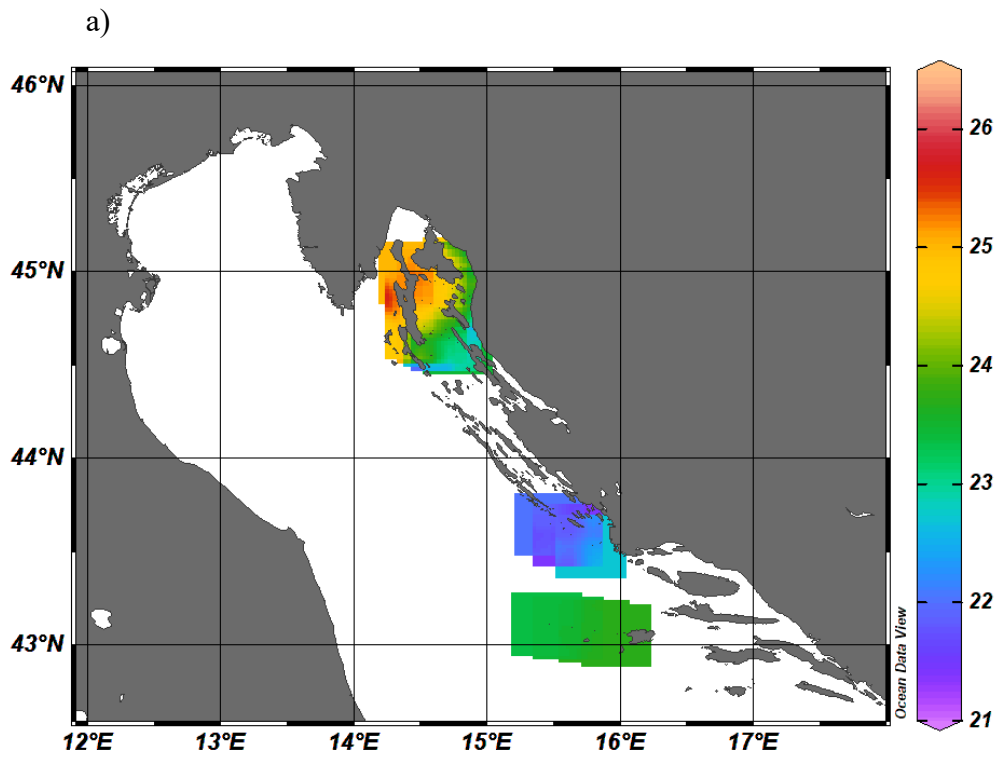
$$K_r = W(aL^b)^{-1}$$

Praćenjem promjena indeksa kondicije je moguće procijeniti i pratiti određena stanja u fiziologiji vrste kao i promjene koje se javljaju uslijed kolebanja abiotičkih i biotičkih čimbenika okoliša (podaci prikupljeni CTD sondom).

3. Rezultati

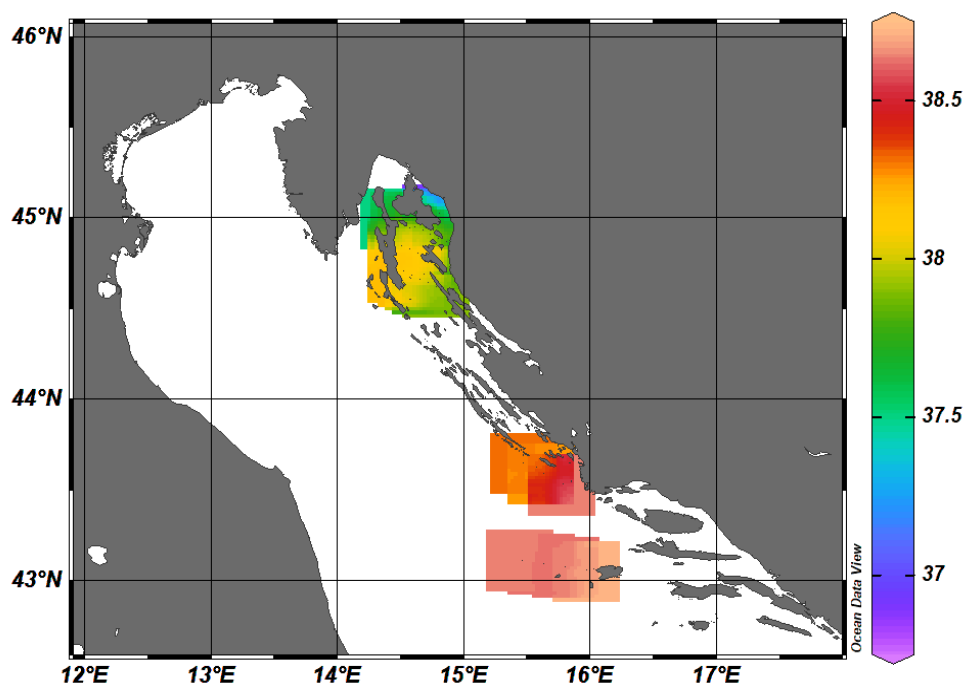
Tijekom ovog istraživanja izmjerene vrijednosti površinske temperature mora u toplijem (ljetno, lipanj) i hladnijem (zima, studeni) dijelu 2025. godine su se kretale u rasponima od $21,4^{\circ}\text{C} - 26,2^{\circ}\text{C}$ ($T=23,9\pm 1,33^{\circ}\text{C}$; Slika 3.a) odnosno $15,2^{\circ}\text{C} - 18,9^{\circ}\text{C}$ ($17,2\pm 1,2^{\circ}\text{C}$; Slika 3.b). Promatrajući po području uočava se da je područje Kvarnerića imalo tijekom oba razdoblja istraživanja veće raspone kako ljetnih ($22,0^{\circ}\text{C} < T < 26,2^{\circ}\text{C}$) tako i zimskih ($15,2^{\circ}\text{C} < T < 18,8^{\circ}\text{C}$) površinskih temperatura tijekom vremena uzorkovanja. Srednja vrijednost površinske temperatura mora na području srednjodalmatinskih otoka je tijekom toplijeg i hladnijeg dijela godine iznosila $22,9\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ odnosno $18,7\pm 0,13^{\circ}\text{C}$.

Tijekom toplijeg (ljetno) i hladnijeg (zima) dijela godine vrijednosti saliniteta su se kretale unutar većih raspona na području Kvarnerića, točnije tijekom ljeta od 36,9 do 38,3 i zime od 35,9 do 38,4 (Slika 4.). Srednja vrijednost saliniteta na području Kvarnerića tijekom obje sezone (ljetno: $37,9\pm 0,4$; zima: $37,2\pm 0,9$) istraživanja je bila nešto niža od vrijednosti izmjerenih na području srednjodalmatinskih otoka (ljetno: $38,6\pm 0,2$; zima: $38,8\pm 0,03$; Slika 4.). Imajući na umu da je područje Kvarnerića bogato vruljama i podvodnim izvorima (Viličić, 2014.) zabilježene oscilacije kako površinske temperature mora tako i saliniteta su bile očekivane.

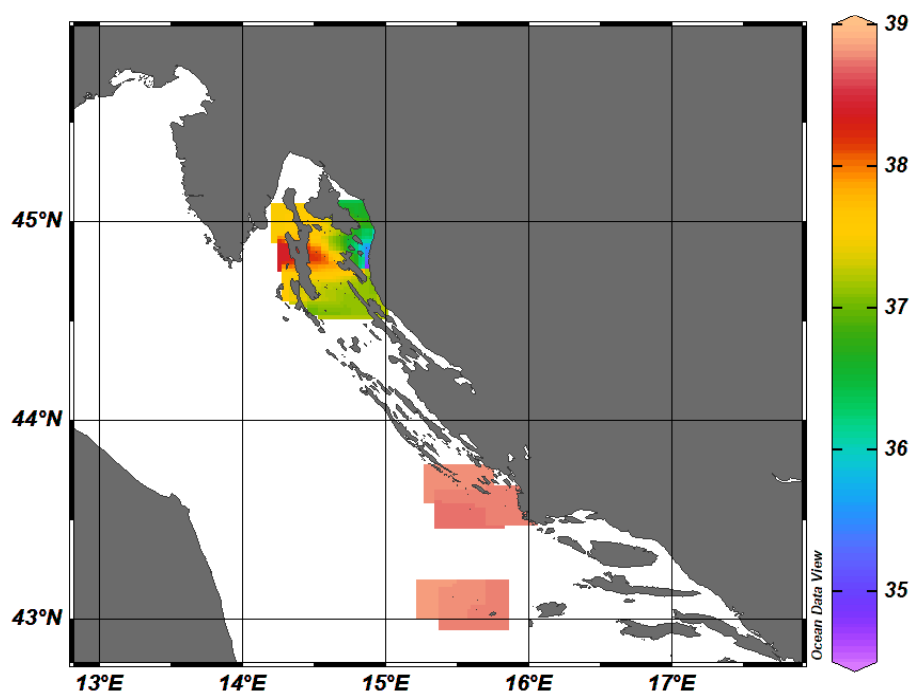


Slika 3. Interpolacijski prikaz izmjerenih vrijednosti površinske temperature mora tijekom toplijeg (a) i hladnijeg (b) dijela 2025. godine na istraživanom području.

a)

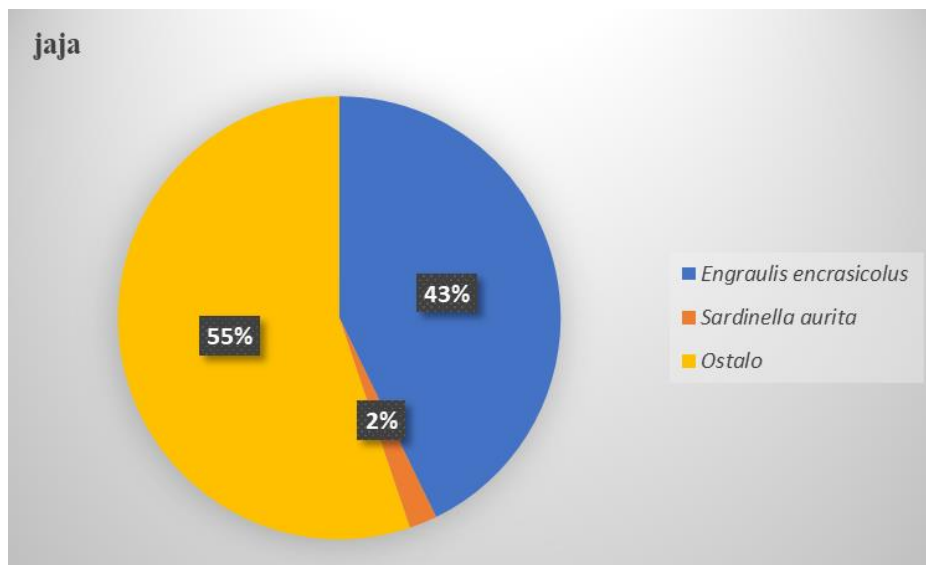


b)

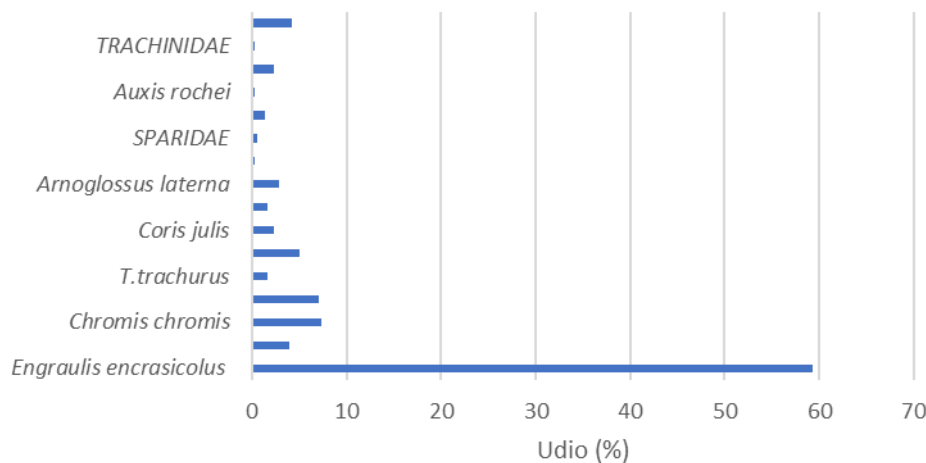


Slika 4. Interpolacijski prikaz izmjerenih vrijednosti saliniteta mora tijekom toplijeg (a) i hladnijeg (b) dijela 2025. godine na istraživanom području.

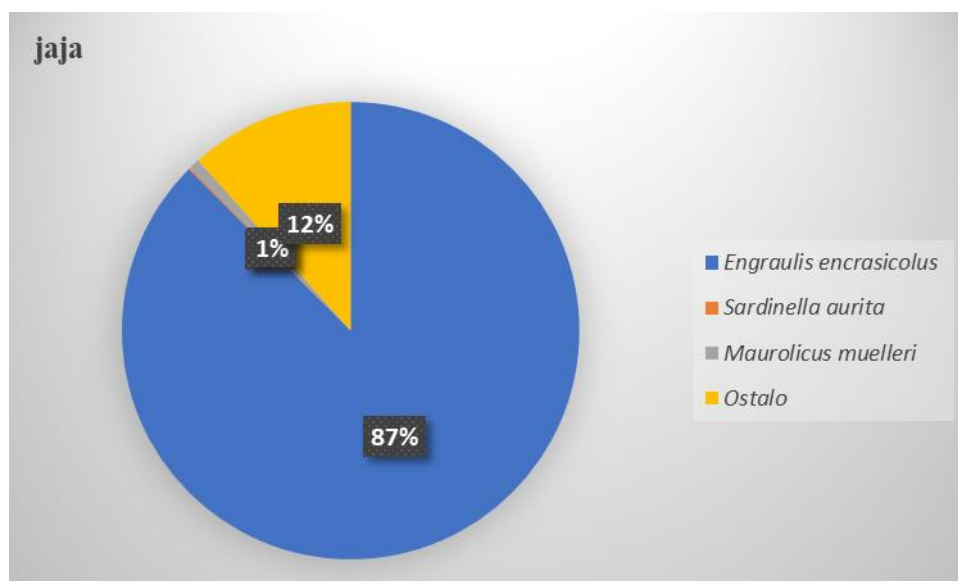
Tijekom čitavog razdoblja istraživanja sveukupno je prikupljeno 170 uzoraka ihtioplanktona. Iz prikupljenih ihtioplanktonskih uzoraka na temelju njihovih morfoloških karakteristika izolirano je 3865 rana razvojna stadija (2744 jaja i 1121 ličinki) sitne plave ribe, točnije srdele (345 jaja, 41 ličinki) i incuna (2399 jaja, 1080 ličinke), te 1064 rana razvojna stadija ostalih ribljih vrsta od kojih njih 784 nismo uspjeli morfološki determinirati. U toplijem razdoblju uzorkovanja u ihtioplanktonskim uzorcima su dominirali rani razvojni stadiji incuna (Slika 5; 6.), dok su tijekom hladnijeg razdoblja dominirali rani razvojni stadiji srdele (Slika 7; 8.).



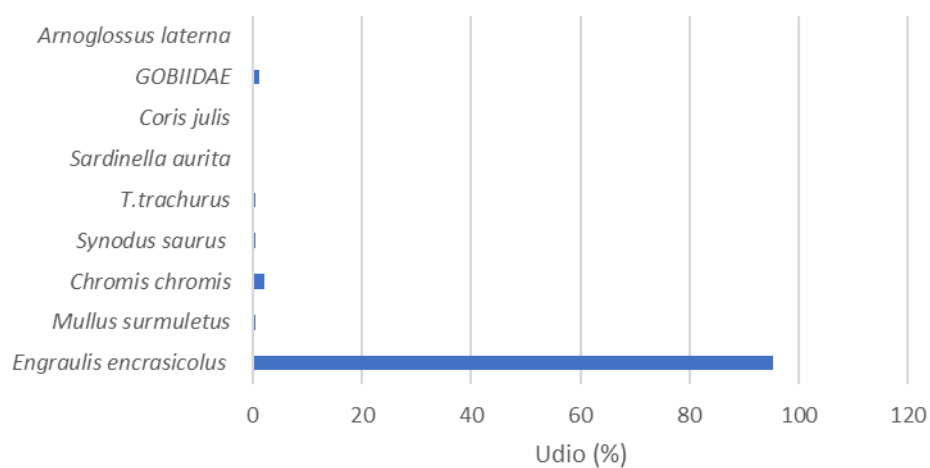
ličinke



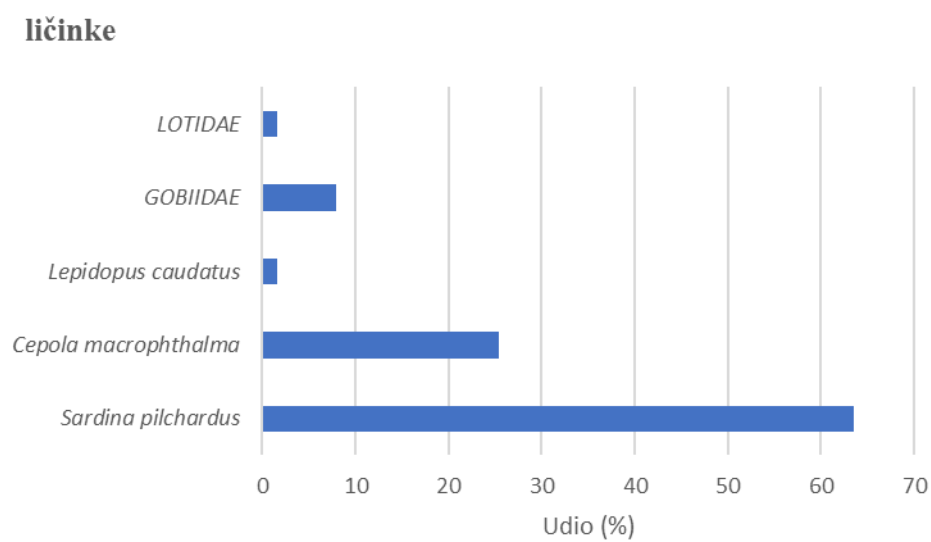
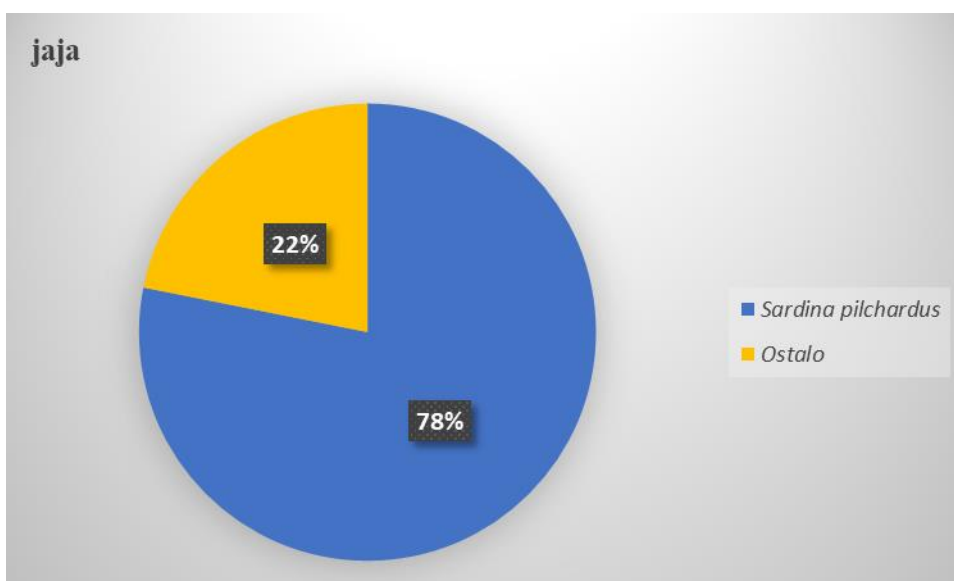
Slika 5. Pregled zastupljenosti pojedinih ribljih vrsta odnosno njihovih jaja i ličinki uzorkovanih tijekom toplijeg dijela 2025. godine na području Kvarnerića.



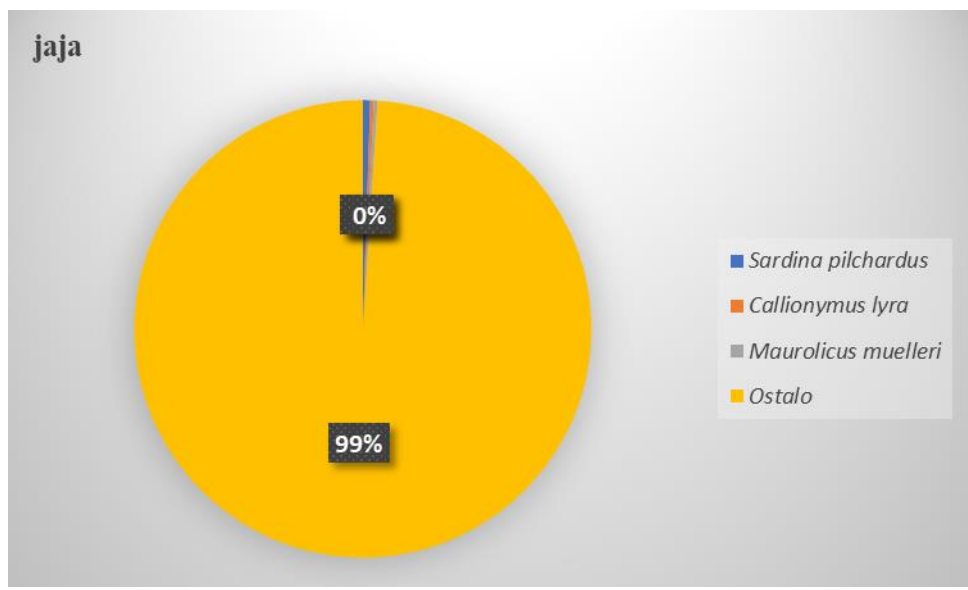
ličinke



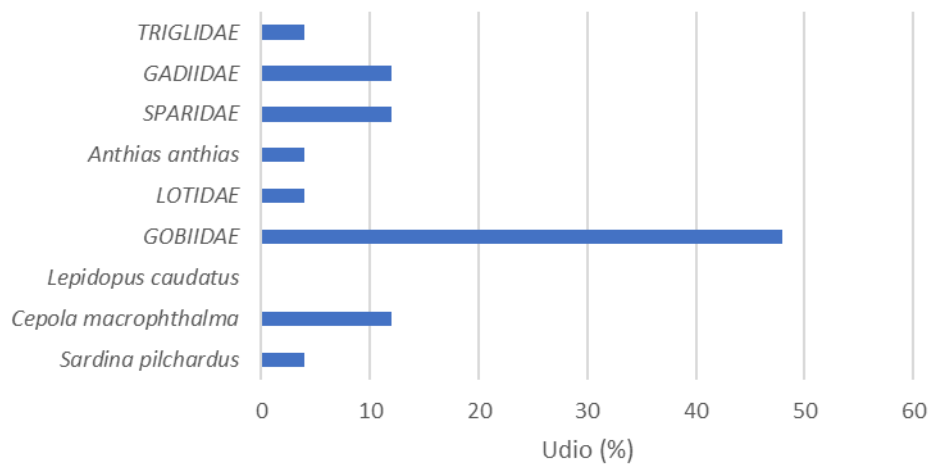
Slika 6. Pregled zastupljenosti pojedinih ribljih vrsta odnosno njihovih jaja i ličinki uzorkovanih tijekom toplijeg dijela 2025. godine na području srednjodalmatinskih otoka.



Slika 7. Pregled zastupljenosti pojedinih ribljih vrsta odnosno njihovih jaja i ličinki uzorkovanih tijekom hladnijeg dijela 2025. godine na području Kvarnerića.



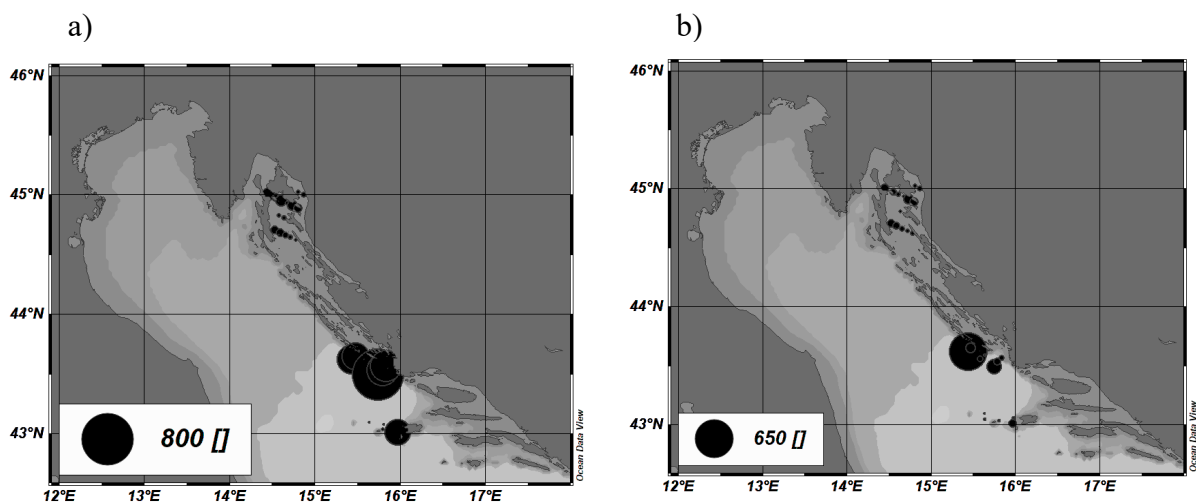
ličinke



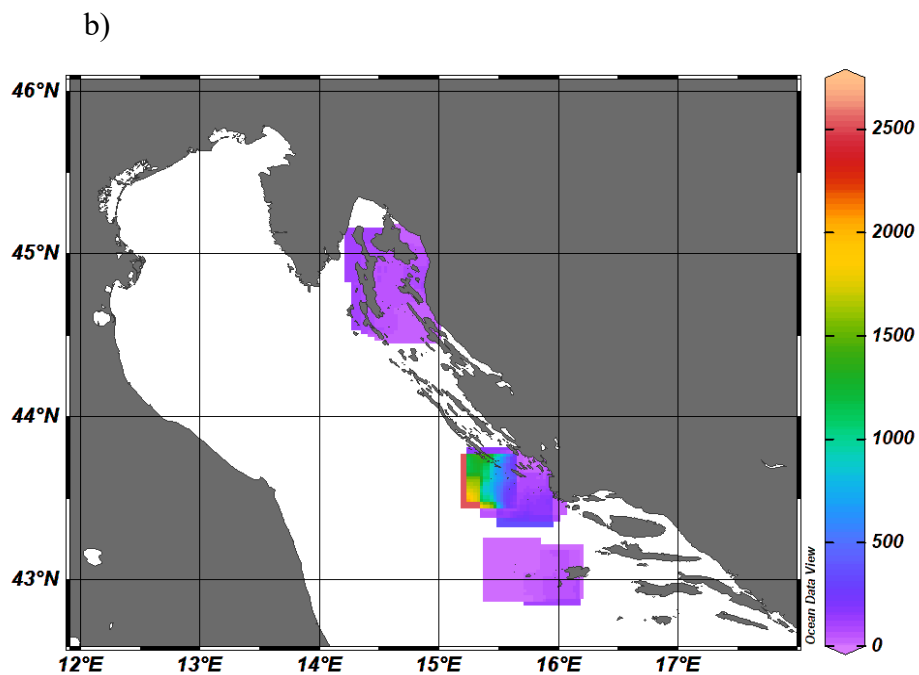
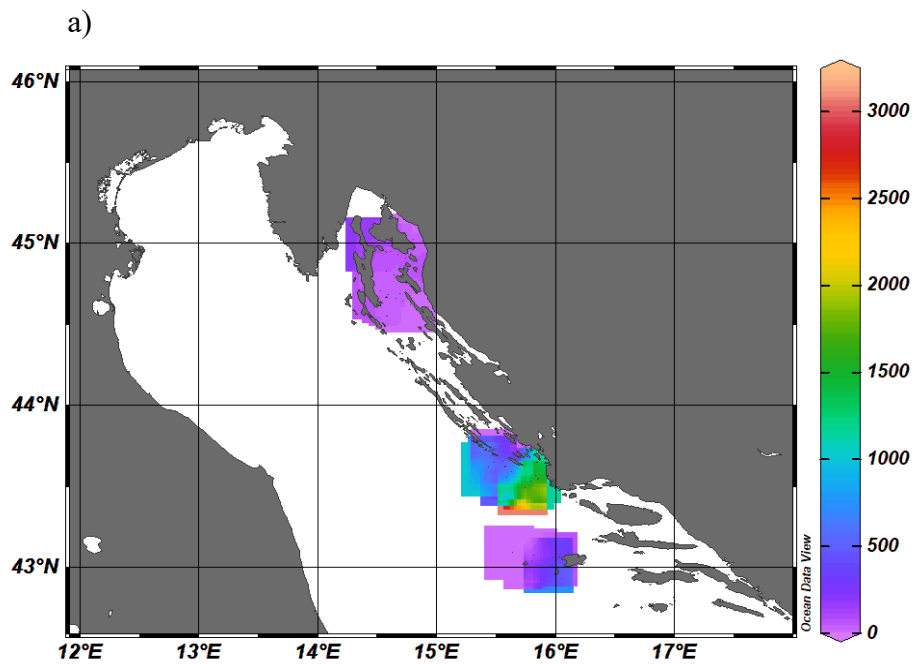
Slika 8. Pregled zastupljenosti pojedinih ribljih vrsta odnosno njihovih jaja i ličinki uzorkovanih tijekom hladnijeg dijela 2025. godine na području srednjodalmatinskih otoka.

3.1 Inćun

Analizom prikupljenih ihtioplanktonskih uzoraka, u toplijem dijelu 2025. godine kad je ujedno i sezona mrijesta inćuna, je utvrđena prisutnost njihovih jaja i ličinki na 28 od sveukupno 34 postaje na istraživanom području – Kvarnerić, područje srednjodalmatinskih otoka, točnije Kornati i šire područje Jabuke. Brojnost jaja inćuna na pozitivnim postajama tijekom ovog istraživanja se kretala u rasponu od 1 do 772 jaja po postaji, dok se broj ličinki po postaji kretao u rasponu od 1 do 633 (Slika 9.). Temeljem dobivenih podataka izračunata je i abundancija ranih razvojnih stadija inćuna, koja se kretala u rasponu od 4 do 3088 jaja/m² odnosno od 4 do 2532 ličinki/m². Obradom prikupljenih podataka u programu Ocean Data View (odv.awi.de) dobila se slika rasprostranjenosti ranih razvojnih stadija inćuna duž područja istraživanja u toplijem dijelu 2025. godine (Slika 10.). Promatrajući interpolacijski prikaz abundancije ranih razvojnih stadija inćuna uočava se da su ista bila prisutna na čitavom području istraživanja s tim što je nešto veća abundancija kako jaja tako i ličinki inćuna zabilježena na području oko Kornata.

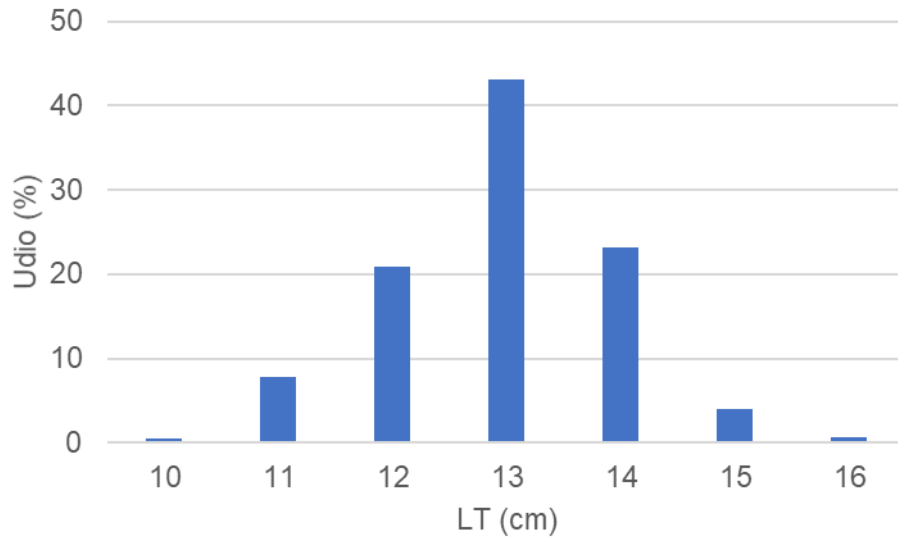


Slika 9. Prostorna razdioba a) jaja i b) ličinki inćuna tijekom toplijeg dijela 2025. godine na istraživanom području – Kvarnerić, šire područje srednjodalmatinskih otoka.



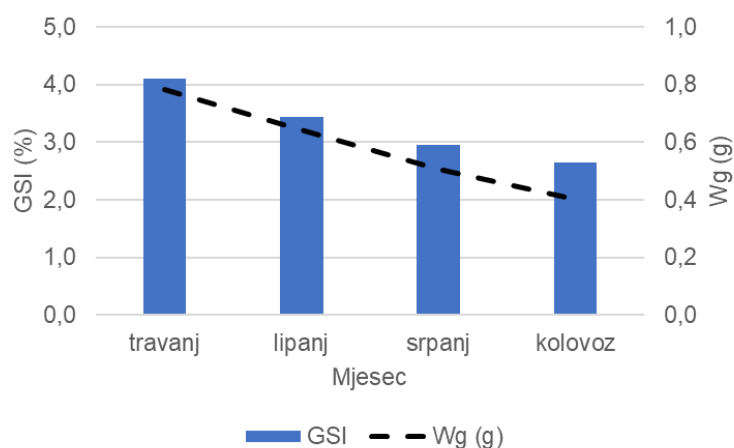
Slika 10. Interpolacijski prikaz abundancijske razdiobe a) jaja i b) ličinki incuna tijekom toplijeg dijela 2025. godine na istraživanom području – Kvarnerić, šire područje srednjodalmatinskih otoka.

U razdoblju mrijesta incuna (travanj-kolovoz, 2025. godine) sveukupno je prikupljeno 450 jedinki incuna, čija se ukupna dužina tijela kretala u rasponu od 10,5 do 16,3 cm, s tim što je srednja vrijednost iste postignuta pri ukupnoj dužini tijela od $13,4 \pm 0,98$ cm (Slika 11.).



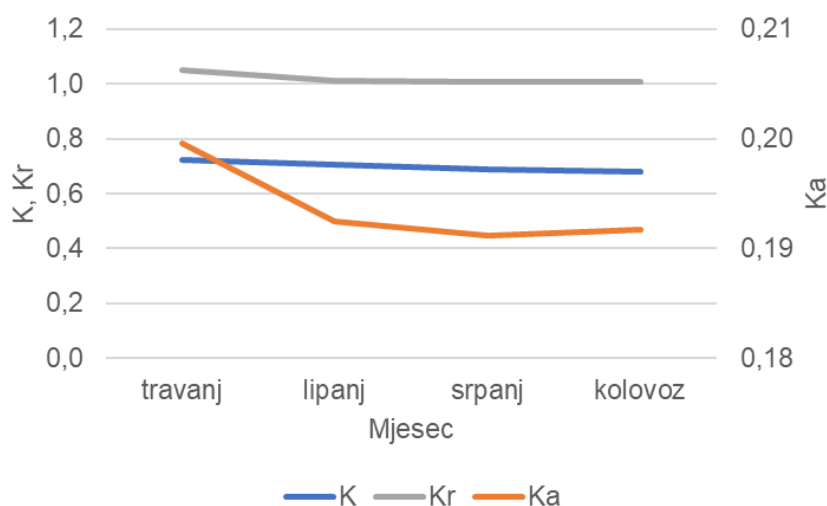
Slika 11. Učestalost totalnih tjelesnih dužina (LT) analiziranih jedinki incuna prikupljenih iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivaricom „srdelarom“ u razdoblju od travnja do kolovoza 2025. godine na istraživanom području.

Gonade analiziranih adultnih jedinki incuna prikupljenih tijekom sezone mrijesta bile su u stadiju 4, odnosno sve su se jedinice već izmrijestile. Takav rezultat je očekivan jer se mrijest odvija nešto prije ponoći, dok se ulovi okružujućom mrežom „srdelarom“ ostvaruju pred zoru, zbog čega su jedinice u stadiju 3 u uzorcima znatno rjeđe. Mase gonada (Wg) analiziranih jedinki incuna su kolebale u rasponu od 0,09 g do 2,04 g (srednja $Wg \pm SD$: $0,58 \pm 0,31$ g), dok su se vrijednosti gonadosomatskog indeksa kretale u rasponu od 0,95 do 7,76 (srednja $GSI \pm SD$: $3,24 \pm 1,3$). Tijekom promatranog mrijesta vrijednosti mase gonada i gonadosomatskog indeksa su se pratile - najveće vrijednosti su zabilježene početkom mrijesta, točnije u travnju, nakon čega su se iste počele smanjivati kako se ljeto bližilo kraju (Slika 12.).



Slika 12. Kretanje srednjih mjesečnih vrijednosti mase gonada i gonadosomatskog indeksa adultnih inćuna prikupljenih iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivaricom „srdelarom“ u razdoblju od travnja do kolovoza 2025. godine na istraživanom području.

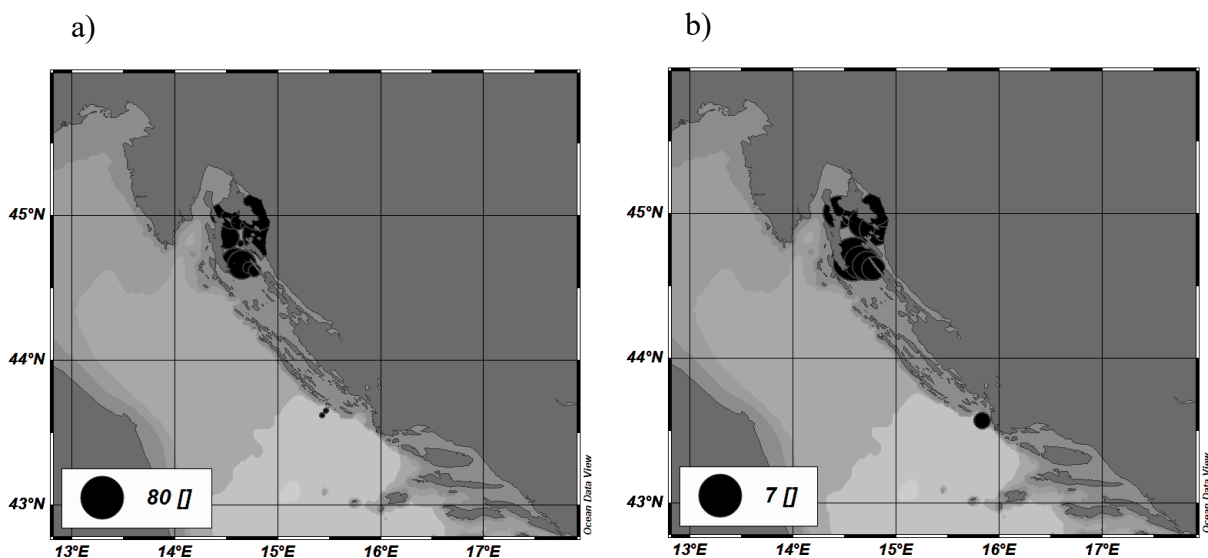
Srednje mjesečne vrijednosti kubičnog (K), empirijskog (Ka) i relativnog (Kr) koeficijenta kondicije inćuna (Slika 13.) su kod sva tri promatrana koeficijenta pokazala isti trend odnosno njihove su vrijednosti opadale od travnja do kolovoza s tim što su te oscilacije bile izraženije kod empirijskog koeficijenta kondicije. Temeljem dobivenih vrijednosti očito je da su analizirane jedinke inćuna imale najbolju kondiciju u travnju, nakon čega je ista s razvojem ljeta polako opadala.



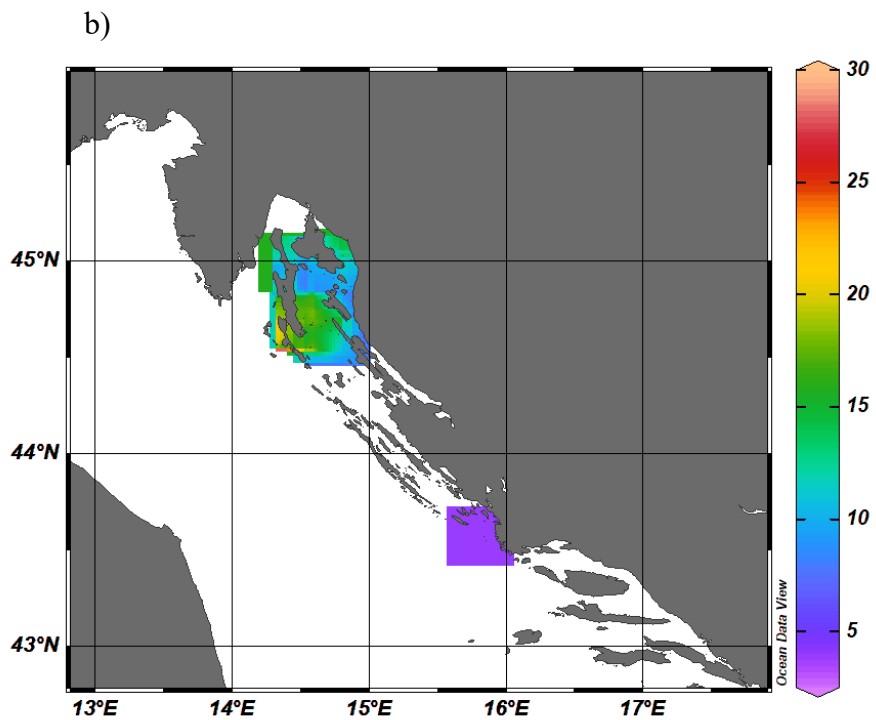
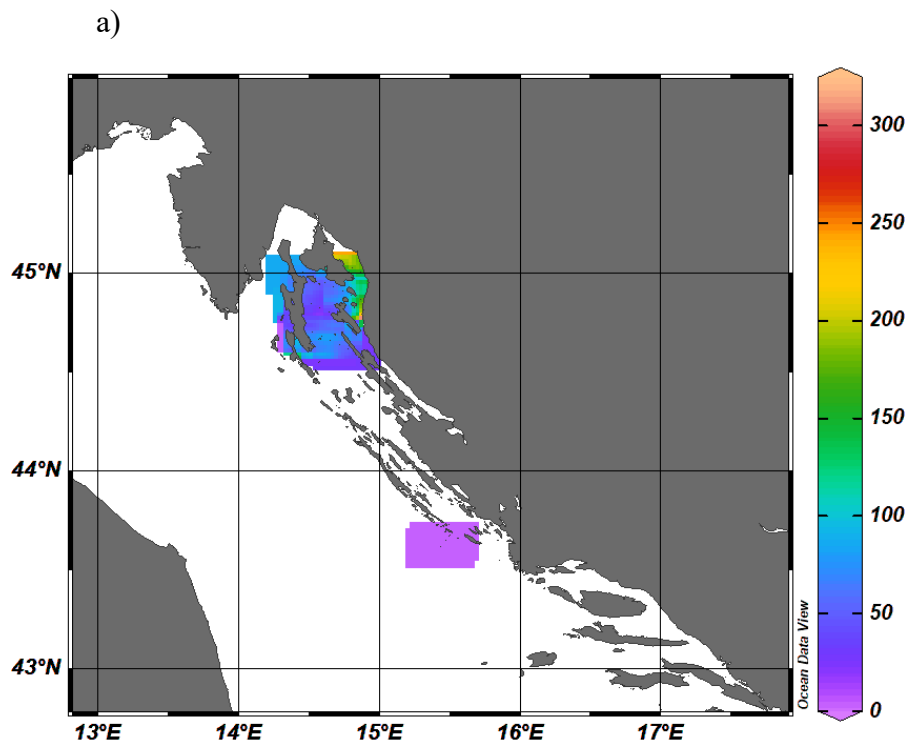
Slika 13. Kolebanje mjesečnih srednjih vrijednosti kubičnog (K), empirijskog (Ka) i relativnog (Kr) koeficijenta kondicije inćuna prikupljenih iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivaricom „srdelarom“ u razdoblju od travnja do kolovoza 2025. godine na istraživanom području.

3.2 Srdela

Analizom prikupljenih ihtioplanktonskih uzoraka, u hladnijem dijelu 2025. godine kad je ujedno i sezona mrijesta srdele, je utvrđena prisutnost njihovih jaja i ličinki na 19 od sveukupno 34 postaje na istraživanom području – Kvarnerić, područje srednjodalmatinskih otoka, točnije Kornati i šire područje Jabuke. Brojnost jaja srdele na pozitivnim postajama tijekom ovog istraživanja se kretala u rasponu od 1 do 78 jaja po postaji, dok se broj ličinki po postaji kretao u rasponu od 1 do 7 (Slika 14.). Temeljem dobivenih podataka izračunata je i abundancija ranih razvojnih stadija srdele, koja se kretala u rasponu od 4 do 312 jaja/m² odnosno od 4 do 28 ličinki/m². Obradom prikupljenih podataka u programu Ocean Data View (odv.awi.de) dobila se slika rasprostranjenosti ranih razvojnih stadija srdele duž područja istraživanja u hladnijem dijelu 2025. godine (Slika 15.). Promatrajući interpolacijski prikaz abundancije ranih razvojnih stadija srdele uočava se da su ista bila prisutna gotovo isključivo na području Kvarnerića, dok na južnijem dijelu Jadrana, točnije na području srednjodalmatinskih otoka ih gotovo nije bilo, točnije samo na jednoj postaji na području Kornata imali smo samo jedno jaja i ličinku srdele.

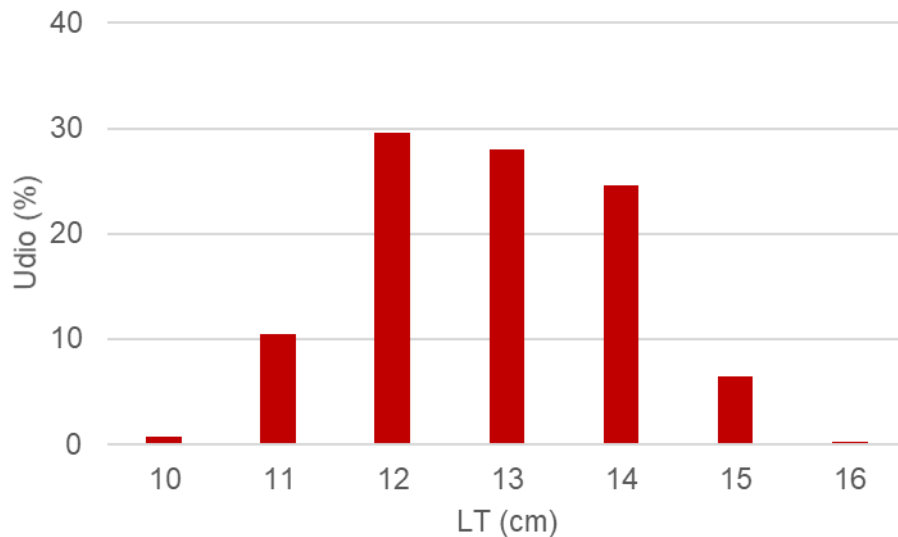


Slika 14. Prostorna razdioba a) jaja i b) ličinki srdele tijekom hladnijeg dijela 2025. godine na istraživanom području.



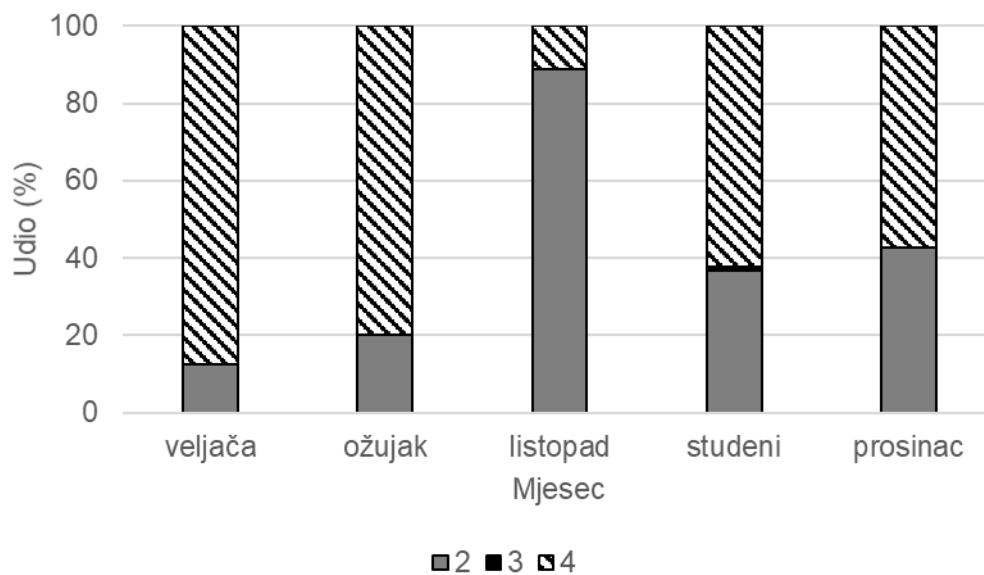
Slika 15. Interpolacijski prikaz abundancijske razdiobe a) jaja i b) ličinki srdele tijekom hladnijeg dijela 2025. godine na istraživanom području.

U razdoblju mrijesta srdele (veljača-ožujak, listopad-prosinac, 2025. godine) sveukupno je prikupljeno 700 jedinki srdele, čija se ukupna dužina tijela kretala u rasponu od 10,4 do 16,2 cm, s tim što je srednja vrijednost iste postignuta pri ukupnoj dužini tijela od $13,2 \pm 1,10$ cm (Slika 16.).

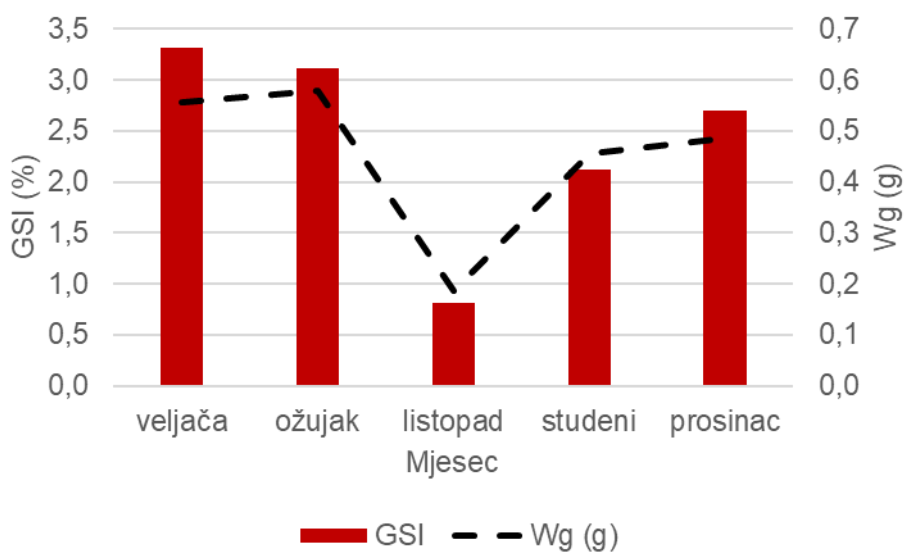


Slika 16. Učestalost totalnih tjelesnih dužina (LT) analiziranih jedinki srdele prikupljenih iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivaricom „srdelalom“ u razdoblju od veljača-ožujak i listopad-prosinac 2025. godine na istraživanom području.

Tijekom sezone mrijesta srdele prikupljeni su podaci o prisutnosti pojedinih stadija gonada i masi gonada analiziranih jedinki. Pregled mjesečnih zastupljenosti pojedinih stadija zrelosti gonada dan je na slici 17. Gonade u stadiju razvoja (stadij 2) kao i izmriještene gonade (stadij 4) su bile prisutne tijekom svih mjeseci uzorkovanja, dok su najnapredniji stadiji gonada stadij 3 (potpuno zrele gonade) bili prisutni tijekom studenoga. Mase gonada (W_g) analiziranih jedinki srdele tijekom čitavog razdoblja istraživanja su kolebale u rasponu od 0,01 g do 1,86 g (srednja $W_g \pm SD$: $0,40 \pm 0,33$ g). Najniža srednja mjesečna vrijednost mase gonade je zabilježena u listopadu kad je ona iznosila $0,18 \pm 0,02$ g, dok je najveća vrijednost iste ostvarena u ožujku pri vrijednosti od $0,57 \pm 0,04$ g. Vrijednosti gonadosomatskog indeksa srdele tijekom promatranog mrijesta su uglavnom pratile trend kretanja mase gonada te su sukladno tome najniže i najviše vrijednosti spomenutog indeksa zabilježene u listopadu odnosno veljači (Slika 18.).

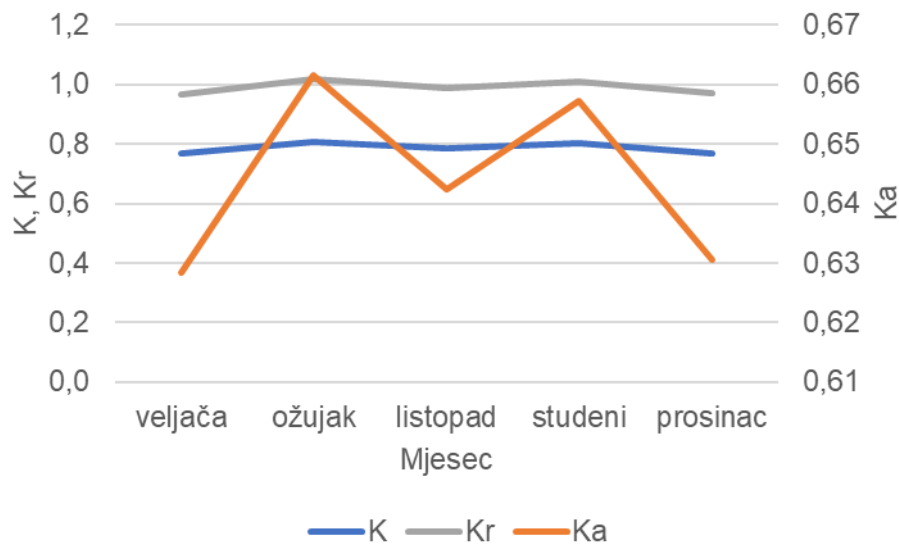


Slika 17. Prosječni postotni udio svakog pojedinog stadija zrelosti gonada srdele tijekom svakog pojedinog mjeseca istraživanja u 2025. godini



Slika 18. Kretanje srednjih mjesečnih vrijednosti mase gonada i gonadosomatskog indeksa adultnih srdela prikupljenih iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivarićom „srdelarom“ u razdoblju od veljače do ožujka te od listopada do prosinca 2025. godine na istraživanom području.

Srednje mjesečne vrijednosti kubičnog (K), empirijskog (Ka) i relativnog (Kr) koeficijenta kondicije incuna (Slika 19.) su kod sva tri promatrana koeficijenta pokazala isti trend odnosno njihove su kolebale tijekom mrijesta srdele te su najniže vrijednosti zabilježene u listopadu. Nešto izraženije oscilacije su zabilježene kod empirijskog koeficijenta kondicije.



Slika 19. Kolebanje mjesečnih srednjih vrijednosti kubičnog (K), empirijskog (Ka) i relativnog (Kr) koeficijenta kondicije srdele prikupljene iz komercijalnih lovina ostvarenih okružujućom mrežom plivarićom „srdelom“ u razdoblju od veljače do ožujka te od listopada do prosinca 2025. godine na istraživanom području.

4. Zaključna razmatranja

Tijekom istraživanja provedenog 2025. godine, u toplijem i hladnijem dijelu godine, na razmatranim područjima istraživanja – Kvarneriću te širem području srednjodalmatinskih otoka (južno od Kornata te širem području Jabuke) – utvrđena je prisutnost ranih razvojnih stadija ne samo sitne plave ribe (inćuna i srdele), već i drugih, kako gospodarskih, tako i ostalih ribljih vrsta.

U toplijem dijelu godine, odnosno tijekom lipnja, rani razvojni stadiji inćuna zabilježeni su na cijelom istraživanom području, pri čemu je nešto veći broj utvrđen na području južno od Kornata. Sva tri promatrana područja i ranije su istaknuta kao područja mrijesta sitne plave ribe (Morello i Arneri, 2009; Zorica i sur., 2020.), a imajući u vidu da inćun tijekom vrhunca mrijesta izbacuje spolne produkte u prosječnim razmacima od 2,7 dana, moguće je da je uzorkovanje u području Kornata provedeno upravo u vrijeme intenzivnog mrijesta.

Istraživana područja, zbog relativno većeg sadržaja nutrijenata – bilo da se radi o područjima „upwellinga“, utjecaju obližnjih estuarija ili prisutnosti podmorskih izvora (Bergamasco i Gačić, 1996; Gačić i sur., 1997; Mauri i Paulain, 2001.) – očito su pogodna za mrijest ne samo sitne plave ribe, već i ostalih ribljih vrsta, što je vidljivo iz prikupljenih jaja i ličinkama ostalih ribljih vrsta.

Što se tiče srdele, većina ranih razvojnih stadija prikupljena je na području Kvarnerića, dok je na južnijim postajama njezina prisutnost bila izrazito mala. Razlog tome leži u činjenici da mrijest i srdele i inćuna, prema dosadašnjim istraživanjima (Varagnolo, 1965; Regner, 1974; Vučetić, 1975; Gamulin i Hure, 1983; Coombs i sur., 1997; Zorica i sur., 2019.) započinje na sjevernom dijelu Jadrana, koji se brže zagrijava i hladi, te se potom postupno premješta prema južnom dijelu Jadrana te je lako moguće da u vrijeme uzorkovanja mrijest srdele na promatranom području još uvijek nije bio punog intenziteta premda su jedinke srdele uzorkovane na spomenutom području bile u tom trenutku spolno zrele (Slika 17.).

Ukupna dužina tijela adulta kako inćuna tako i srdele se kretala unutar očekivanog raspona za ulov okružujućom mrežom plivaricom „srdelaram“ ($10\text{ cm} < LT < 17\text{ cm}$; Kraljević i sur., 2014.) pri čemu ni jedna jedinka nije bila ulovljena ispod minimalno dozvoljene lovne dužine odnosno nije bila nezrela. Dužinska raspodjela za obje vrste je bila unimodalna s tim što je kod inćuna modalna vrijednost ukupne dužine tijela zabilježena pri dužinskom razredu od 13 cm, a kod srdele pri dužinskom razredu od 12 cm. Kod obje istraživane vrste još jednom se potvrdila

sezona mrijesta koja je kod inćuna potvrđena u razdoblju od travnja do kolovoza, a kod srdele od veljače do ožujak i od listopada do prosinca. U slučaju srdele treba istaknuti da je mrijest koji je uočen od veljače do ožujka 2025. godine praktički započeo prethodne godine odnosno u listopadu 2024. godine, dok je u listopadu 2025. godine započeo mrijest u 2025. godini. U svakom slučaju gonadosomatski indeks je pratio trend kretanja mase gonada kod obje vrste, s tim da isto tako valja istaknuti kako zbog trajne i privremene obustave ribolova okružujućom mrežom plivaricom „srdelalom“ u uzorcima nismo imali odnosno imali smo jako mali broj jedinki, čije su gonade bile u mrijestu odnosno sa hidratiziranim jajima (stadij 3). Što se tiče indeksa kondicije kod obje vrste uočavamo da su adultne jedinke u najboljoj odnosno najlošijoj kondiciji bili na početku odnosno na kraju mrijesta, što je u skladu s očekivanjima osobito kada se uzme u obzir da je sam taj dio životnog ciklusa odnosno samo mriještenje iznimno energetski zahtjevno za samu jedinku kao što su to i prethodno potvrdili Zorica i sur. (2016; 2019; 2024).

U konačnici, dobiveni rezultati prikupljeni tijekom prve godine ove trogodišnje studije predstavljaju vrijedan znanstveni doprinos unapređenju procjene dobrog stanja okoliša u okviru Okvirne direktive o morskoj strategiji, osobito u odnosu na deskriptor D3 (gospodarski važne riblje populacije). Analiza prostorne i sezonske raspodjele ranih razvojnih stadija inćuna, srdele i drugih ribljih vrsta omogućuje preciznije prepoznavanje ključnih područja i razdoblja mrijesta, što je od izravne važnosti za procjenu reproduktivnog potencijala (D3C2), obnovu stokova i održivo upravljanje ribarstvom u okviru D3. Uključivanje ovakvih integriranih bioloških pokazatelja u nacionalne programe praćenja smanjuje nesigurnosti u procjenama stanja okoliša te dodatno jača ekosustavni pristup provedbi MSFD-a.

5. Literatura

Bergamasco A., Gačić M. (1996) Baroclinic response of the Adriatic Sea to an episode of bora wind. *Journal of Physical Oceanography* 26, 1354–1369.

Coombs S.H., Giovanardi O., Conway D.V.P., Manzueto L., Halliday N.C., Barrett C.D. (1997) The distribution of eggs and larvae of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in relation to hydrography and food availability in the outflow of the river Po. *Acta Adriatica* 38(1), 33–47.

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, 2937–2946.

Gamulin T., Hure J. (1983) Mriješćenje i mrestilišta pelagičnih riba u Jadranskom moru (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* and *Sprattus sprattus sprattus*). /The spawning and spawning areas of pelagic fishes (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita* and *Sprattus sprattus sprattus*)/. *Acta Adriatica* 24, 97–131.

Kraljević V., Čikeš Keč V., Zorica B. (2014) Analiza ulova ostvarenih plivaricom srdelarom u Jadranu. *Ribarstvo*, 72 (2014), 142-149.

Mauri E., Poulain P. M. (2001) Northern Adriatic Sea surface circulation and temperature/pigment fields in September and October 1997. *Journal of Marine Systems* 29, 51–67.

Regner S. (1974) The oscillations of the quantity of the anchovy's planctonic phase in the central Adriatic from 1968 to 1971. *Acta Adriatica* 15(5), 3–17.

Tanaka S. (1973) Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Report* 122. 33-51.

Varagnolo S. (1965) Alcune osservazioni sulla distribuzione delle uova galleggianti di Teleostei nell'alto Adriatico. *Bollettino di Zoologia* 32, 849–858.

Viličić D. (2014) Specifična oceanološka svojstva hrvatskog dijela Jadrana. *Hrvatske vode*, 2014, 22.90: 297-314.

Vučetić T. (1975) Synchronism of the spawning season of some pelagic fishes (sardine, anchovy) and the timing of the maximum food (zooplankton) production in the central Adriatic. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 39 (Supplemento 1), 347–365.

Zorica B., Anđelić I., Čikeš Keč V. (2019) Sardine (*Sardina pilchardus*) spawning in the light of fat content analysis. *Scientia marina*, 83 (3): 207-213.

Zorica B., Ezgeta-Balić D., Schmidt L., Šestanović M. (2024) Insights into ‘Srdelara’ Purse Seines: Landing Composition and Trophic Relationships in the Pelagic Food Web. *Fishes*, 9, 12; 516, 13.

Zorica B., Čikeš Keč V., Vidjak O., Mladineo I., Ezgeta Balić D. (2016) Feeding habits and helminth parasites of sardine (*S. pilchardus*) and anchovy (*E. encrasicolus*) in the Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science*, 17 (1): 216-229.

Zorica B., Čikeš Keč V., Pešić A., Gvozdenović S., Kolutari J., Mandić M. (2019) Spatiotemporal distribution of anchovy early life stages in the eastern part of the Adriatic Sea in relation to some oceanographic features. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 99, 5; 1205-1211.

Zorica B., Čikeš Keč V., Vrgoč N., Isajlović I., Piccinetti C., Mandić M., Marčeta B., Pešić A. (2020) A review of reproduction biology and spawning/nursery grounds of the most important Adriatic commercial fish species in last two decades. *Acta Adriatica*, 61 (1): 89-100.