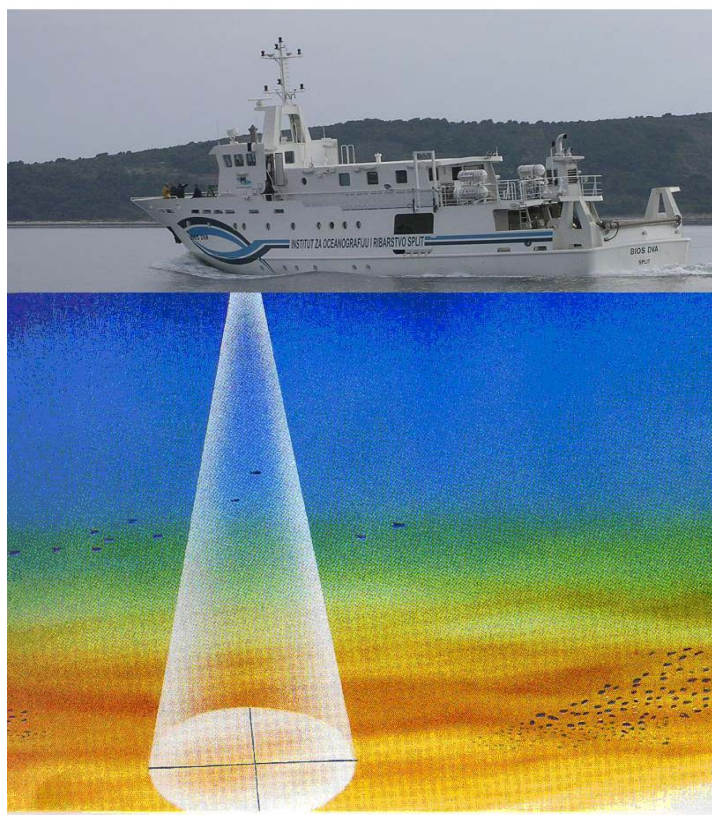




PELAGIJSKI MONITORING (Projekt PELMON)

*Procjena rasprostranjenosti i obimnosti populacija sitne plave ribe u
Jadranskome moru ultrazvučnom detekcijom (eho-monitoring)*



Split, 2009.

Institut za oceanografiju i ribarstvo - Split

Pelagijski monitoring u Jadranskome moru (PELMON)

Suradnici IOR-a:

dr.sc. Bogner Danijela
dr.sc. Dadić Vlado
dr.sc. Grbec Branka
dr.sc. Grubišić Leon
dr.sc. Kršinić Frano
dr.sc. Kušpilić Grozdan
dr.sc. Matić Skoko Sanja
dr.sc. Matijević Slavica
dr.sc. Ninčević Gladan Živana
dr.sc. Palaoro Armin
dr.sc. Tičina Vjekoslav
dr.sc. Vidjak Olja
mr.sc. Matić Frano
dipl.ing. Bubić Nikola
dipl.ing. Jelačić Ana
dipl. ing. Prelesnik Heliodor
dipl. ing. Žitko Maja
Jozić Mladen
Muslim Stipe

Vanjski suradnici:

mr.sc. Bojanić Dubravka
mr.sc. Emrić Tičina Vanja
Kristina Pikelj, prof.
Gašparević Denis
Milić Darko
Milić Vedran
Miljuš Milan
Perković Ivica
Zdionica Joško

Voditelj projekta:

Dr.sc. Vjekoslav Tičina

Ravnateljica Instituta:

Prof.dr.sc. Ivona Marasović

1. UVOD

Suradnjom između Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva te Instituta za oceanografiju i ribarstvo, krajem 2002. godine je započelo redovito praćenje stanja populacija sitne plave ribe na istočnom djelu Jadrana upotrebom izravnih opažanja hidroakustičkom metodologijom (eho-monitoring), uz istovremeni monitoring stanja njenog morskog okoliša.

Ovaj je monitoring nužno provoditi kako bi se došlo do znanstveno utemeljenih spoznaja za pravilno dugoročno gospodarenje živim prirodnim bogatstvima našega mora. Za to je, pored poznavanja socijalnih i ekonomskih prilika stanovništva, potrebno u prvom redu poznavanje rasprostranjenosti i obimnosti iskorištavanih populacija sitne plave ribe. Poznavanje obimnosti iskorištavanih populacija, predstavlja jednu od osnovnih spoznaja na kojima se temelji određivanje dozvoljene razine iskorištavanja. Temeljem brojnih znanstvenih istraživanja, danas je poznat dobar dio bioloških osobitosti gospodarski značajnih iskorištavanih populacija, ali je često nepoznata njihova obimnost, kao i njihova prirodna kolebanja tijekom vremena. Ovo se poglavito odnosi na populacije pelagičnih organizama među kojima se, po svojoj gospodarskoj važnosti u Jadranskom moru, poglavito ističu populacije sitne plave ribe (srdele, incuna i papaline).

Pored toga, provođenje ovog monitoringa je u skladu i s odredbom Europske Komisije (COUNCIL REGULATION (EC) No 199/2008) koja je na snazi od 1. siječnja 2009. godine, a po kojoj se od zemalja članica EU traži obavljanje procjena ribljih stokova potpuno neovisno od podataka prikupljenih temeljem gospodarskog ribolova.

Pored činjenice da je sitna plava riba osnovna hrana koja se koristi prilikom uzgoja tunja (vrlo važnoj, izveznoj usmjerenj grani marikulture), sitna plava riba predstavlja i osnovnu sirovinu riboprerađivačke industrije u Republici Hrvatskoj koja osigurava zaposlenje stanovnicima na obali i otocima. Zanemarivanje odgovarajućeg dugoročno-održivog gospodarenja navedenim živim prirodnim bogatstvima, moglo bi dovesti do osiromašenja biološke osnove ovih prirodnih bogatstava i smanjenja mogućnosti njihovog daljnjeg iskorištavanja, a što bi se negativno odrazilo na socio-ekonomske prilike zaposlenika u prije spomenutim djelatnostima. Dakle, glavni cilj koji se sustavnim praćenjem populacija sitne plave ribe putem pelagijskog monitoringa želi postići je dobivanje informacija potrebnih za procjenu obimnosti iskorištavanih populacija i

njihovih prirodnih kolebanja tijekom vremena, a koje predstavljaju temelj za dugoročno-održivo gospodarenje pelagijskim ekosustavom Jadranskog mora Republike Hrvatske.

2. CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA

Temeljni cilj predloženog monitoringa u okviru Projekta PELMON je praćenje stanja u pelagijskom ekosustavu, s naglaskom na procjenu prostorne rasprostranjenosti i obimnosti populacija gospodarski najvažnijih vrsta sitne plave ribe (srdela, inćun, papalina) u Jadranskom moru.

S tim u vezi, osnovni zadatak eho-monitoringa je da se primjenom hidroakustičkih metoda dođe do važnih bioloških spoznaja o pojedinim gospodarski značajnim vrstama živih organizama u Jadranskom moru. Najvažnije spoznaje do kojih se tijekom ovih istraživanja želi doći su prostorna raspodjela te procjena obimnosti i strukture populacija spomenutih organizama, uz neizostavnu procjenu ukupnog stanja u ekosustavu pelagijala. Uz obvezatno uvažavanje socio-ekonomskih prilika, ove bi biološke spoznaje trebale značajno doprinijeti pravilnom dugoročnom gospodarenju ovoga važnog dijela obnovljivih resursa Republike Hrvatske. Do ovih spoznaja se može doći provođenjem redovitog eho-monitoringa na području cijelog Jadranskoga mora u kojem zajednički surađuju hrvatski i talijanski znanstvenici. Ovakav međunarodni pristup problemu nužan je zbog činjenice da su populacije gospodarski najvažnijih vrsta sitnih pelagičnih riba (srdela, inćun, papalina) široko rasprostranjene i izvan nacionalnih granica navedenih zemalja te stoga predstavljaju zajednička prirodna bogatstva koja treba i zajednički nadzirati redovitim eho-monitoringom s ciljem pribavljanja informacija o stanju iskorištavanog ribljeg stoka kao i stanju u ekosustavu pelagijala Jadranskog mora, neophodnih za pravilno dugoročno održivo gospodarenje morskim ekosustavima.

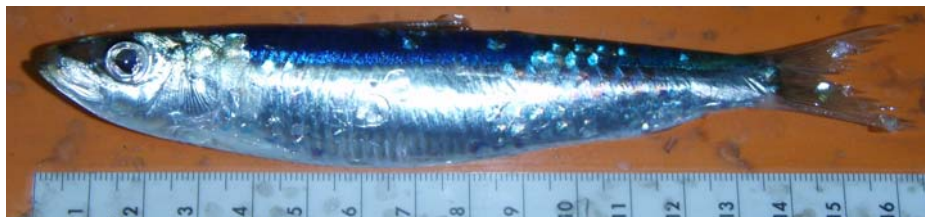
3. SITNA PLAVA RIBA U JADRANU

3.1. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu

3.1.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB)

Srdela pripada obitelji Clupeidae, reda Clupeiformes (Slika 1). U Jadranskom moru može doživjeti starost od 8 do 9 godina (Sinovčić i sur., 1991) i naraste do 25 cm ukupne tjelesne duljine, ali obično doseže 15 do 20 cm ukupne duljine. Hrani se uglavnom planktonskim račićima, ali također i većim organizmima (Vučetić, 1963; Whitehead, 1985). Osnovni ribolovni alati koji se koriste u lovu na srdele na Jadranu su mreže plivarice i pelagična koća koju vuče par brodova. Srdela predstavlja oko 80% ukupnog hrvatskog ulova u Jadranu (Sinovčić i sur., 1991; Jardas, 1996). Ova pelagična vrsta ribe tvori velike plove kojima se ponekada pridružuju i druge vrste pelagičnih riba. Srdela je rasprostranjena u cijelom Jadranu. Također je primijećeno da sjevernojadranska subpopulacija srdele longitudinalno migrira, odnosno da se zimi preseljava južnije, a ljeti povlači sjevernije duž zapadne obale Istre (Kačić, 1981; Tičina i sur., 2000a). Prema Teskeredžić (1978), te Gamulin i Hure (1983) srdela se mrijesti uglavnom u području Kvarnera i vodama izvan Dugog Otoka. Općenito govoreći, mrijesti se zimi u dubljim vodama Jadrana, sa maksimumom mrijesta u prosincu i siječnju (Mužinić, 1954). Sinovčić (1984) daje opis bioloških parametara populacije srdele za Jadran. Srdela na tržište dolazi svježa, zamrznuta, konzervirana, dimljena, sušena i usoljena. Pored toga, srdela se ponekada koristi u proizvodnji ribljeg brašna (Frimodt, 1995), a u novije vrijeme i kao neizostavna komponenta hrane pri tovu tunja u kavezima (Katavić i sur., 2001).

Uobičajeni nazivi na Jadranu:	hrvatski-	srdela
	talijanski-	sardina/sarda/sardella
	slovenski-	sardela
	FAO naziv-	European pilchard



Slika 1. Srdela, *Sardina pilchardus* (Foto: V. Tičina, 2009).

3.1.2. Inćun ili brgljun (*Engraulis encrasicolus* L.)

Inćun (Slika 2) je jedina borealna vrsta iz obitelji Engraulidae, reda Clupeiformes u Jadranskom moru. Prisutan je u cijelom Jadranu, gdje u prosjeku doživi 3 do 4 godine i doseže ukupnu duljinu tijela do 20 cm (Sinovčić, 2000). Pelagička je riba i u pelagijalu stvara velike plove. Podnosi širok raspon vrijednosti saliniteta, od 5 do 41 PSU što mu dopušta da zalazi i u ušća rijeka, naročito u vrijeme mriješćenja. U Jadranu se mrijesti od travnja do rujna, a najintenzivnije u najtoplijim mjesecima (Sinovčić, 1978, 2000; Zavodnik, 1969a; Gramitto, 2001). Tijekom ljeta inćun pokazuje tendenciju migriranja prema područjima pogodnim za mriješćenje. Tada se općenito zadržava u plićim slojevima mora, dok se zimi povlači i boravi na većim dubinama, sve do 100, odnosno 150 metara dubine. Jaja su elipsoidna do ovalna (Whitehead i sur., 1988). Sinovčić (2000) navodi da se u Jadranskom moru inćun na otvorenom moru počinje mrijestiti prije nego u priobalnim vodama. Isti autor daje detaljan opis biologije vrste i dinamike populacije ove vrste u Srednjem Jadranu.

Inćun se hrani uglavnom zooplanktonom i to uglavnom kopepodima, te ličinkama mekušaca i ostalih organizama (Tudela i Palomera, 1997). Na tržištu se pojavljuje u svježem stanju, te kao sušena, dimljena, konzervirana ili smrznuta riba, a koristi se i u proizvodnji ribljeg brašna (Frimodt, 1995).

Uobičajeni nazivi na Jadrani:	hrvatski-	inćun/brgljun
	talijanski-	acciuga/alice
	slovenski-	sardon/inćun
	FAO naziv-	European anchovy



Slika 2. Inćun, *Engraulis encrasicolus* (Foto: V. Tičina, 2009).

3.1.3. Papalina (*Sprattus sprattus* L.)

Papalina, *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) je mala plava riba koja pripada porodici Clupeidae (Slika 3). Poput inćuna, i papalina biogeografski pripada skupini atlantsko-borealnih vrsta unutar atlantsko-mediteranske regije. Glavnina jadranske populacije papaline zadržava se u srednjem i sjevernom dijelu mora (Zavodnik, 1969b). Prema nekim autorima moguće je da postoje dvije populacije papaline u sjevernom Jadranu, migratorna (koja dolazi do naših obala zimi) te stacionarna (koja se stalno zadržava uz talijansku obalu) (Zavodnik i Zavodnik, 1967; Tičina, 2000). Prema istraživanjima Krajnović-Ozretić (1975) postoje razlike između jadranske i atlantske populacije, a budući su i reproduktivno izolirane moguće je da se radi o dvije različite subpopulacije. U Jadranu papalina dostiže spolnu zrelost i počinje se mrijestiti krajem prve i početkom druge godine života, što odgovara ukupnoj duljini tijela od 11 do 12 cm (Zavodnik, 1969c; Tičina 2000). Mrijesti se od studenog do travnja. Procjenjuje se da papalina u Jadranu doživljava starost od 5 godina. Ženke su u prosjeku nešto malo veće od mužjaka. Hrani se isključivo zooplanktonom, uglavnom kopepodima, ali i drugim vrstama planktonskih organizama (Tičina i sur., 2000b). Poradi manjeg zanimanja tržišta za papalinu, gospodarska važnost ove vrste je, u usporedbi sa srdelom i inćunom, znatno manja, ali još uvijek značajna (Zavodnik, 1974; Tičina 2000).

Uobičajeni nazivi na Jadranu:	hrvatski- papalina
	talijanski- spratto
	slovenski- papalina
	FAO naziv- European sprat



Slika 3. Papalina, *Sprattus sprattus* (Foto: V. Tičina, 2009).

4. METODE ISTRAŽIVANJA

Osnovu eho-monitoringa predstavljala je kalibrirana metoda hidroakustičnog uzorkovanja upotrebom specijaliziranog eho-sondera s ehointegratorom, popraćena ciljanim uzorkovanjem sitne plave ribe pelagičnom kočom, te standardnim oceanografskim uzorkovanjem. Pored toga, tijekom cjelokupnog eho-monitoringa neprekidno su prikupljani i podaci o položaju i brzini kretanja istraživačkog broda upotrebom GPS-a točnosti ± 5 m.

4.1. Metoda hidroakustičkog uzorkovanja

Hidroakustično uzorkovanje se obavljalo duž pravca kretanja istraživačkoga broda pri brzini od oko 9 čvorova, korištenjem znanstvenog ehosondera s ugrađenim ehointegratorom. Na novom istraživačkom brodu „BIOS DVA“, u svrhu obavljanja hidroakustičkog uzorkovanja ugrađen je novi pretvarač SIMRAD ES38B (Slika 4) s radnom frekvencijom od 38 kHz. Tijekom eho-monitoringa, akustički podaci se prikupljaju u cijelom vodenom stupcu, odnosno od površine mora pa do dubine vodenog stupca od najviše 200 metara, osim na području Jabučke kotline gdje se podaci prikupljaju do 260 m dubine.



Slika 4. Novi pretvarač SIMRAD ES38B ugrađen na trup novog istraživačkog broda „BIOS DVA“ (Foto: V. Tičina, 2009.)

4.1.1. Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja

Akustično uzorkovanje tijekom eho-monitoringa temelji se na principima nastanka, širenja i odbijanja zvuka. Zvuk je fizički fenomen koji nastaje kad se poremeti stacionarno stanje čestica neke elastične sredine. Mjesto na kojem je došlo do poremećaja stacionarnog stanja čestica neke elastične sredine naziva se izvor zvuka. Od izvora, zvuk se u obliku zvučnih valova širi nekom određenom brzinom u prostoru koji se tada naziva zvučno polje. Ako zvučni valovi u svom širenju zvučnim poljem naiđu na neku prepreku, jedan dio zvučnih valova će se odbiti od prepreke natrag prema izvoru zvuka, u obliku jeke ili eha.

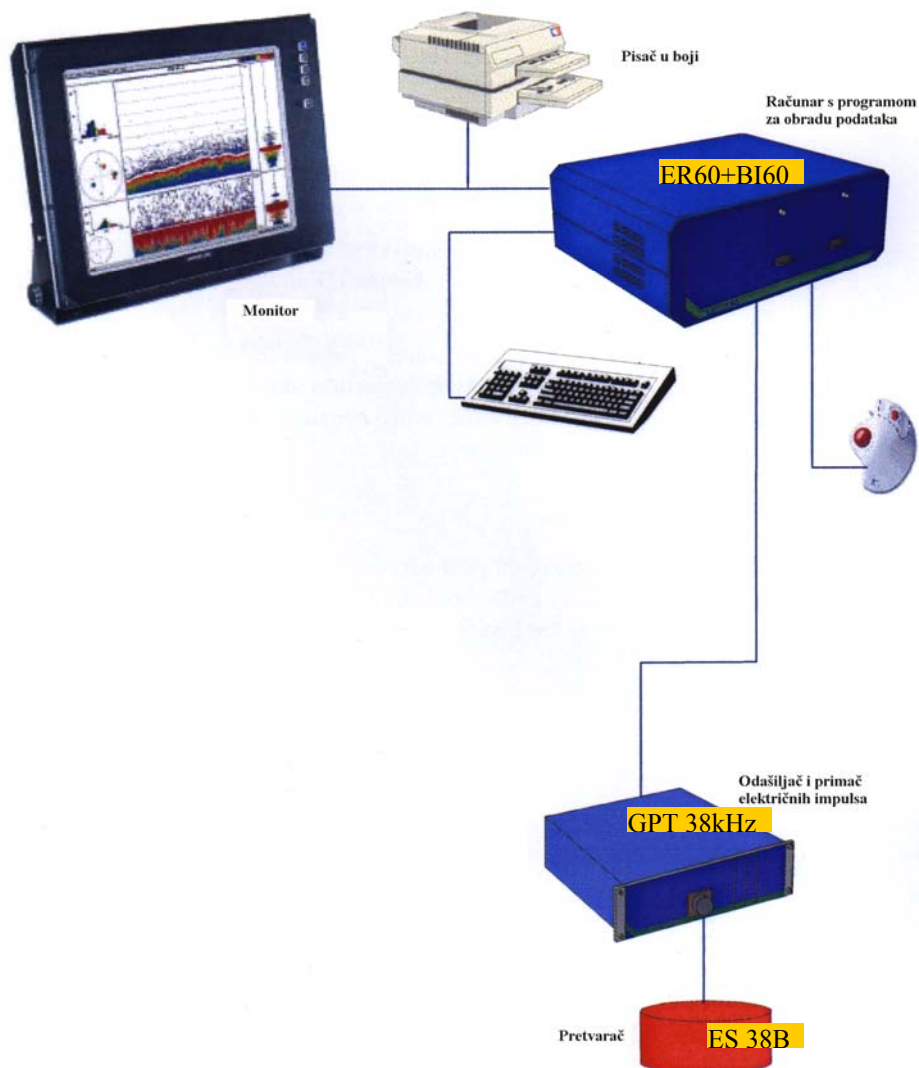
Tijekom eho-monitoringa sitne plave ribe, zvučni valovi nastaju i šire se u morskoj sredini, pa je zvučno polje ograničeno između površine i morskog dna. Brzina širenja zvučnih valova u moru je višestruko veća od brzine širenja u zraku. Međutim brzina širenja zvuka u moru nije stalna, već se mijenja u ovisnosti o gustoći morske vode. Budući da je gustoća morske vode određena temperaturom, slanošću i pritiskom (dubinom), to su glavni čimbenici koji utječu na brzinu širenja zvuka u moru. Brzina zvuka u moru (c) obično se izračunava korištenjem empirijske formule s tri nezavisne varijable i to: temperaturom (T) u $^{\circ}\text{C}$, salinitetom (S) izraženim u psu i dubinom mora (D) u metrima, prema formuli:

$$c = 1449,2 + 4,6 T - 0,055 T^2 + 0,00029 T^3 + (1,34 - 0,010 T)(S - 35) + 0,016 D$$

4.1.2. Opis sustava eho-sondera s ehointegratorom korištenog pri akustičkom uzorkovanju

Tijekom eho-monitoringa, s ciljem hidroakustičkog uzorkovanja, korišten je najsuvremeniji znanstveni eho-sonder SIMRAD EK60 s ugrađenim digitalnim ehointegratorom namjenjenim za ribarstvena istraživanja. Osnovna razlika između komercijalnih eho-sondera korištenih u ribarstvu i EK60 namjenjenog za znanstvena istraživanja je u neusporedivo većoj preciznosti elektroničke obrade odašlatih i primljenih signala, te mnogostruko većoj osjetljivosti samog pretvarača. Ove karakteristike omogućavaju eho-sonderu EK60 detekciju vrlo precizno mjerenje eho signala pojedinačnih riba i na dubinama mora preko 600 metara. Rad EK60 zasniva se na najsuvremenijoj tehnologiji podijeljenog zvučnog snopa (split-beam). Uređaj se sastoji od odašiljača i prijemnika električnih signala (GPT), pretvarača ili sonde i računara s

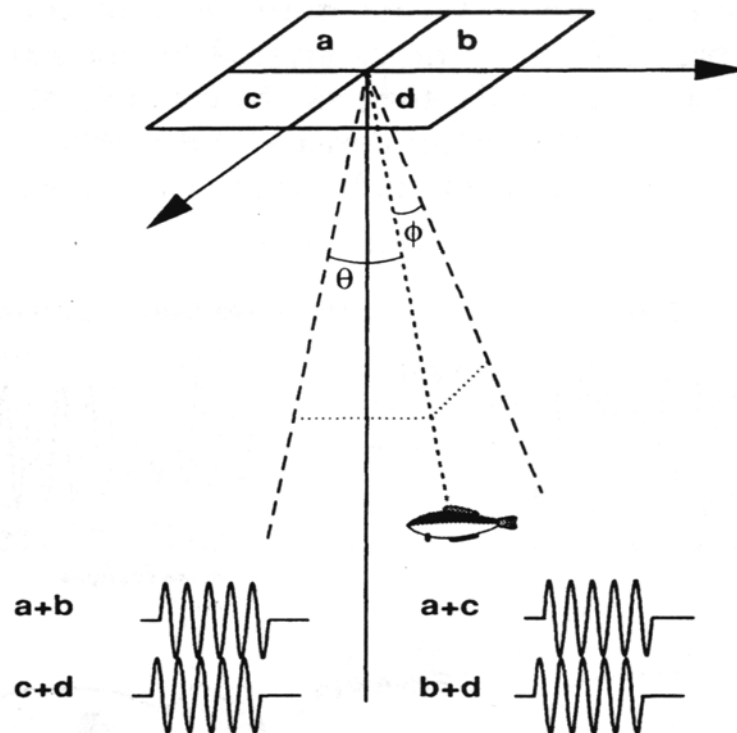
pripadajućim programskim paketom. Shematski prikaz cijelog sustava eho-sondera EK60 prikazan je na slici 5.



Slika 5. Shematski prikaz hidroakustičkog sustava eho-sondera EK60 instaliranog na istraživačkom brodu „BIOS DVA“.

Odašiljač eho-sondera (GPT) povezan je s pretvaračem SIMRAD tipa ES38B radne frekvencije 38 kHz i širine zvučnog snopa od 7° , koji je podijeljen u četiri jednaka dijela ili kvadranta. Početni električni impuls odašiljača, pretvarač pretvara u jedan jedinstveni zvučni impuls kojeg šalje prema ribi. Međutim, zahvaljujući podijeljenosti pretvarača, svaki od njegova četiri dijela zasebno analizira primljene eho signale. Na osnovi četiri istovremene, ali zasebne analize svakog eho signala pojedine ribe, omogućuje se točna prostorna određenost svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa. To se postiže na osnovi analize faznih razlika primljenog eho signala uzrokovanih različitim

položajem ribe u odnosu na akustičku os pretvarača s obzirom na njegova četiri dijela (Slika 6). Ovo istovremeno omogućuje i izravno mjerenje snage odjeka svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa (MacLennan i Simmonds, 1995). Valna duljina korištenog ultrazvuka tijekom eho-detekcije je bila 3,95 cm uz upotrebu zvučnih impulsa vremenskog trajanja od 1,024 ms.



Slika 6. Podijeljenost pretvarača na četiri segmenta (split-beam).

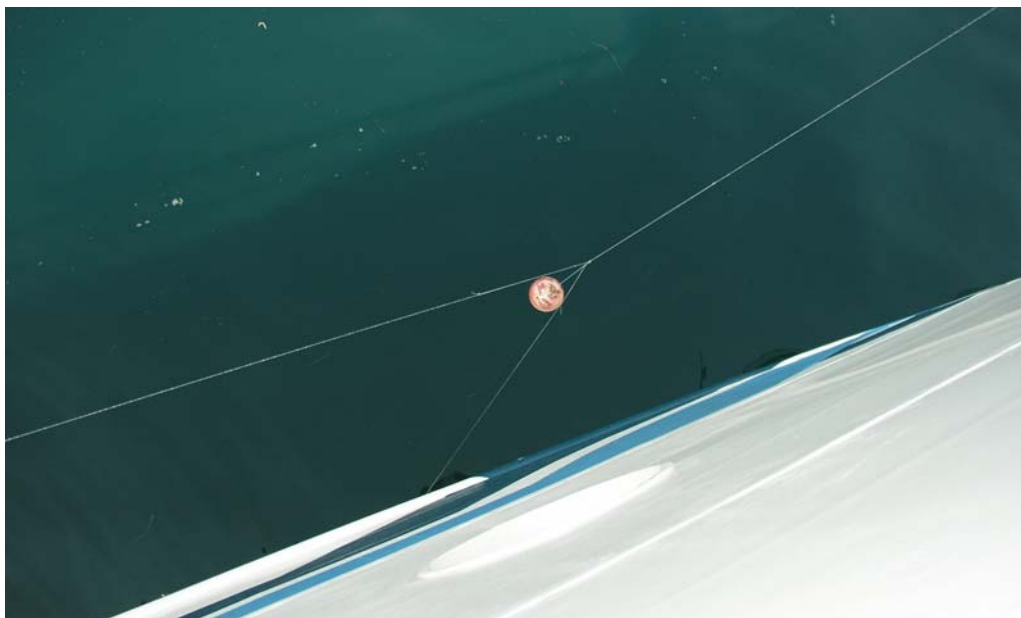
4.1.3. Kalibracija pretvarača eho-sondera

Poradi utvrđivanja točnosti mjerenja povratnih eho-signalâ, neposredno prije samog istraživanja obavljena je kalibracija pretvarača eho-sondera tipa ES 38B (serijski broj: 30825) ugrađenog na i/b «BIOS», u skladu sa SIMRAD-ovim naputcima. Pri tome je korišten standardni cilj za kalibraciju pretvarača radne frekvencije od 38 kHz, tj. standardizirana bakrena kugla gustoće 8945 kg/m^3 , promjera 60 mm i snage odjeka od $-33,6 \text{ dB}$ (Slika 7). Neposredno prije uranjanja u more, standardiziranu bakrenu kuglu se namače u blagoj otopini deterdženta da se izbjegne zadržavanje sitnih zračnih mjehurića na površini kugle (Slika 8). U suprotnom, prisustvo zračnih mjehurića na površini kugle promijenilo bi njene standardne karakteristike. Za vrijeme postupka kalibracije (Slika 9), bakrena kugla je uz pomoć tri najlonske niti držana na udaljenosti od 7,9 do 9,9 metara od pretvarača, te lagano pomicana u svim dijelovima zvučnog snopa. Dubina mora na mjestu

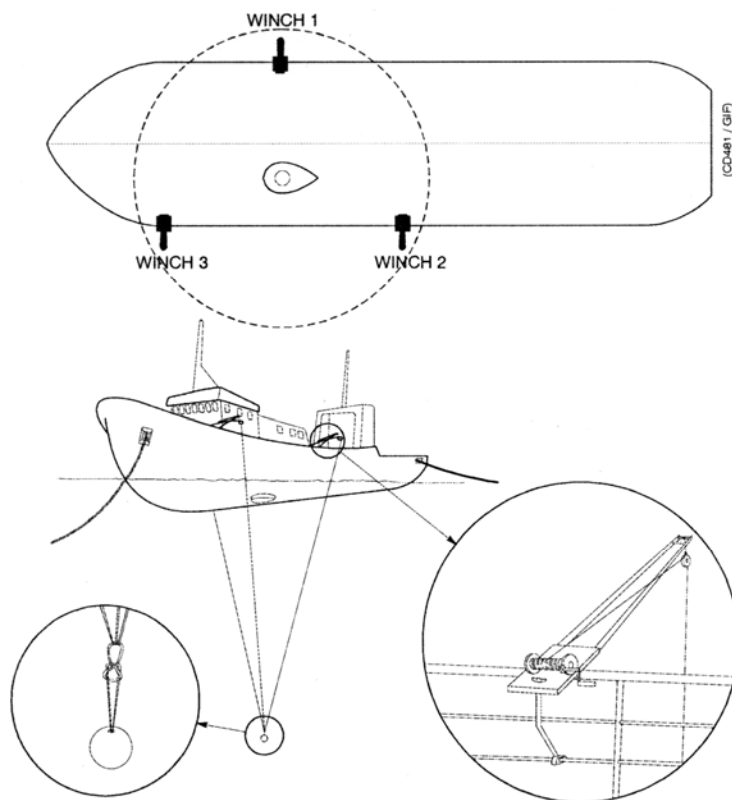
kalibracije je bila 19 m. Na osnovi izmjerene temperature i slanosti mora, izračunata je brzina širenja zvuka u moru tijekom kalibracije od 1528,7 m/s, te koeficijent upijanja zvuka od 8,1 dB/km. Rezultati kalibracije pri opisanim uvjetima, izneseni su u Tablici 1.



Slika 7. Namakanje bakrene kugle u blagoj otopini deterdženta neposredno prije kalibracije (Foto: V. Tičina).



Slika 8. Spuštanje trostrano povezane bakrene kugle u more zbog kalibracije eho-sondera.



Slika 9. Shematski prikaz kalibracije eho-sondera ugrađenog na i/b «BIOS DVA».

Za vrijeme trajanja kalibracije, izvršena su 122 pojedinačna mjerenja snage odjeka standardnog cilja (Cu-kugle) u različitim dijelovima zvučnog snop (Prilog 1).

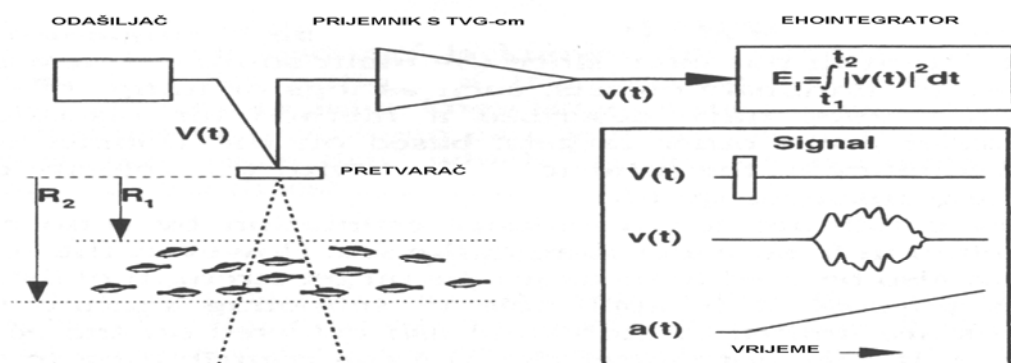
Tablica 1. Rezultati kalibracije pretvarača eho-sondera ES38B (serijski broj: 30825).

Reference target:			
TS	-33,60 dB	Min.distance	7,00 m
TS deviation	9,5 dB	Max. distance	9,00 m
Transducer:	ES38B	Serial no.	30825
Frequency	38000 Hz	Beam type:	split
Gain	26,12 dB	Two way beam angle	-20,6 dB
Athw. angle sens.	21,90	Along. angle sens.	21,90
Athw. beam angle	6,40 deg	Along. beam angle	6,81 deg
Athw. offset angle	-0,37 deg	Along. offset angle	-0,89 deg
SaCorrection	0,00 dB	depth	3,30 m
Transceiver GPT 38 kHz			
Pulse duration	1,024 ms	Sample interval	0,196 m
Power	2000 W	Receiver bandwidth	2,43 kHz

Sounder type: EK60 version 2.1.1.			
TS detection			
Min. value	-50,0 dB	Min. spacing	100%
Max. beam comp.	6,0 dB	Min. echo-length	80%
Max. phase dev.	8,0	Max. echo-length	180%
Environment			
Absorption coeff.	8,1 db/km	Sound velocity	1528,7 ms
Beam model results:			
Transducer gain	23,47 dB	SaCorrection	-0,52 dB
Athw. beam angle	7,17 deg	Along. beam angle	6,74 deg
Athw. offset angle	0,04 deg	Along. offset angle	-0,15 deg
Data deviation from beam model			
RMS = 0,16 dB			
Max. = 0,62 dB	No. = 45	Athw. = -2,3 deg	Along = 3,5 deg
Min. = -0,42 dB	No. = 22	Athw. = -4,4 deg	Along = 0,6 deg

4.1.4. Procjena količine ribe ehointegratorom

Prilikom ribarstvenih istraživanja kojima je cilj procjena relativne obimnosti ribljih naselja, pored okomitog ehosondera koristi se uređaj nazvan ehointegrator. Ehointegrator može biti napravljen kao zaseban uređaj koji se priključuje na ehosonder koji je predviđen za to, ili pak može biti ugrađen u kućište ehosondera kao što je to slučaj kod korištenog eho-sondera EK60. Eho-integrator je spojen s eho-sonderom tako da od njega dobiva pojačane eho-sigale. Pojednostavljeno rečeno, uloga ehointegratora bi bila integriranje svih pojedinačnih eho-signala riba, dobivenih iz ehosondera u određenom vremenskom periodu, tj. iz točno određenog dijela vodenog stupca (Slika 10).



Slika 10. Shematski prikaz rada ehointegratora (MacIennan i Simmonds, 1995).

Kod modernijih digitalnih ehointegratora vrijednosti eho-integrala izražavaju se preko tzv. NASC (Nautical Area Scattering Coefficient) ili S_A -vrijednosti. Korištenje S_A

vrijednosti eho integrala je iz praktičnih razloga u uporabu uveo sam proizvođač hidroakustičke opreme SIMRAD (Simrad, 1996). Izmjerena vrijednost zapravo predstavlja integral vrijednosti površine akustičkog poprečnog presjeka svih detektiranih riba izražen na jedinicu površine σ_A (m^2/m^2) u točno određenom dijelu vodenog stupca (R_2-R_1) koji se računa prema formuli:

$$\sigma_A = (4\pi \times 1^2) \times S_V \times (R_2 - R_1)$$

gdje je S_V snaga odjeka s obzirom na uzorkovani volumen određenog dijela vodenog stupca.

Nadalje, srednja vrijednost svih integrala površine akustičkog poprečnog presjeka (σ_A) na nekom području izračunava se prema formuli:

$$\sigma_A = (4\pi \times 1^2) \times \text{srednja vrijednost } [S_V \times (R_2 - R_1)] \quad (m^2/m^2).$$

Kada se dobivena srednja vrijednost svih integrala površine akustičkog poprečnog presjeka (σ_A) umjesto na SI-jedinicu površine (m^2) preračuna na jedinicu površine mora od 1 Nm^2 , dobiva se spomenuta S_A -vrijednost eho-integrala prema formuli:

$$\text{NASC } (S_A) = (1852 \text{ m/Nm})^2 \times \sigma_A \quad (m^2/\text{Nm}^2).$$

Međutim, da bi se moglo procijeniti količinu ribe u moru, potrebno je znati koja vrijednost eho-integrala (NASC) odgovara nekoj određenoj količini određene vrste i veličine ribe, za jednu točno određenu frekvenciju zvuka. Do ovih spoznaja se dolazi izvođenjem ciljanih eksperimenata mjerenja eho-signalu živih riba pod kontroliranim uvjetima. Na taj način se dolazi do “faktora konverzije” (CF) pomoću kojeg se dobiveni rezultati eho-integrala mogu preračunati u ukupnu količinu ribe. Faktor konverzije je definiran kao odnos mase ribe i površine njenog akustičkog poprečnog presjeka s obzirom na veličinu ribe:

$$\text{CF} = \frac{w(L)}{\sigma(L)} = \frac{w(L)}{4\pi * 10^{TS/10}}$$

Gustoća ribljih populacija (ρ) na određenom području se stoga računa kao umnožak S_A -vrijednosti eho-integrala i faktora konverzije prema formuli:

$$\rho = \text{NASC} \times \frac{w(L)}{\sigma(L)} = \text{NASC} \times \text{CF} \quad (\text{kg}/\text{Nm}^2).$$

Temeljem višestrukih eksperimentalnih mjerenja koja su proveli talijanski znanstvenici iz instituta (ISMAR) u Anconi korištenjem ultrazvuka frekvencije 38 kHz,

predloženo je da se u 2009. godini za sitnu plavu ribu u Jadranu primjenjuju slijedeći faktori konverzije (ISMAR-CNR, Ancona):

$$\begin{aligned} \text{- za srdelu:} \quad CF &= \frac{L_{\text{cm}}^{0.881} * 10^{2.303}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)} \\ \text{- za inćuna:} \quad CF &= \frac{L_{\text{cm}}^{1.247} * 10^{1.935}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)} \\ \text{- za papalinu:} \quad CF &= \frac{L_{\text{cm}}^{0.87} * 10^{2.15}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Prilikom obrade hidroakustičkih podataka, ove je godine po prvi put korišten novi software EchoView (Ver. 4.80).

4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora

Za vrijeme eho-monitoringa obavljenog u periodu rujan-studen 2009. izvršeno je 40 jednokratnih mjerenja temperature i saliniteta na unaprijed određenim oceanografskim postajama, kao i na mjestima uzorkovanja sitne plave ribe i/ili zooplanktona. Mjerenje temperature i saliniteta je obavljeno višeparametarskom sondom SEABIRD 25 (Slika 11), s korakom osrednjavanja od jedan metar, na ukupno 40 postaja.



Slika 11. Spuštanje višeparametarske sonde SEABIRD 25 (Foto: V. Tičina, rujan, 2009.).

Tijekom samog terenskog istraživanja, temeljem ovako prikupljenih podataka o salinitetu i temperaturi, procjenjivala se brzina širenja zvuka na svakom pojedinom području, a koja je služila kao jedan od ulaznih parametara za hidroakustičko uzorkovanje.

Uzorci morske vode za određivanje sadržaja kisika uzeti su crpcima “Hidro-Bios” (Kiel, Njemačka). Sadržaj otopljenog kisika u uzorcima određen je standardnom titracijom s tiosulfatom prema Winkler-u (Strickland i Parsons, 1972), a iz odnosa ustanovljenog i teoretskog sadržaja izračunato je zasićenje vodenog stupca kisikom (O_2 %).

4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona

Uzorkovanje morske vode za analizu fitoplanktona obavljeno je upotrebom Nansenovih crpaca volumena 1,7 litara (Slika 12). Uzorci za određivanje biomase fitoplanktona uzimani su uglavnom na 4 razine. Na pojedinim postajama zbog boljeg uvida u vertikalnu raspodjelu uzorci su uzeti na standardnim oceanografskim dubinama (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 i 100 metara), a u skladu s dubinom mora na svakoj pojedinoj postaji.



Slika 12. Nansenovi crpci za uzimanje uzoraka morske vode za analizu koncentracije otopljenog kisika i fitoplanktona na brodu BIOS DVA (Foto: V. Tičina).

4.3.1. Procjena biomase fitoplanktona

Procjena veličine fitoplanktonske biomase se dobiva mjerenjem koncentracije klorofila *a*. Klorofil *a* u uzorcima je određivan flourometrijskom metodom (Strickland i Parsons, 1972).

Poduzorci morske vode volumena 500 ml filtrirani su uz vakum od 65 Kpa kroz staklene filtere «Whatman» GF/F, promjera 47 mm i veličine pora oko 0,7 μm (Slika 13). Nakon filtriranja filteri su spremljeni u zamrzivač, a flourometrijska analiza je obavljena odmah nakon putovanja. Filter sa sadržajem je homogeniziran uz dodatak 90 % acetona. Suspenzija je zatim prelivena u epruvetu za centrifugiranje volumena 12 ml, a homogenizator ispran sa 90 % acetonom. Ekstrakti sakupljeni u epruveti nadopunjeni su acetonom do 12 ml, nakon čega su ostavljeni u mraku (120 minuta) da bi se završila ekstrakcija pigmenata. Acetonski ekstrakt je zatim centrifugiran 5-10 minuta na 5000 G. Nakon toga supernatant je prebačen u kivetu i određena mu je flourescencija prije i nakon zakiseljavanja (2 kapi 5% HCl). Za određivanje flourescencije korišten je flourometar Turner TD 700.



Slika 13. Filtriranje uzoraka morske vode za analizu klorofila *a* (Foto: V.Tičina, rujan, 2009.).

4.3.2. Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice

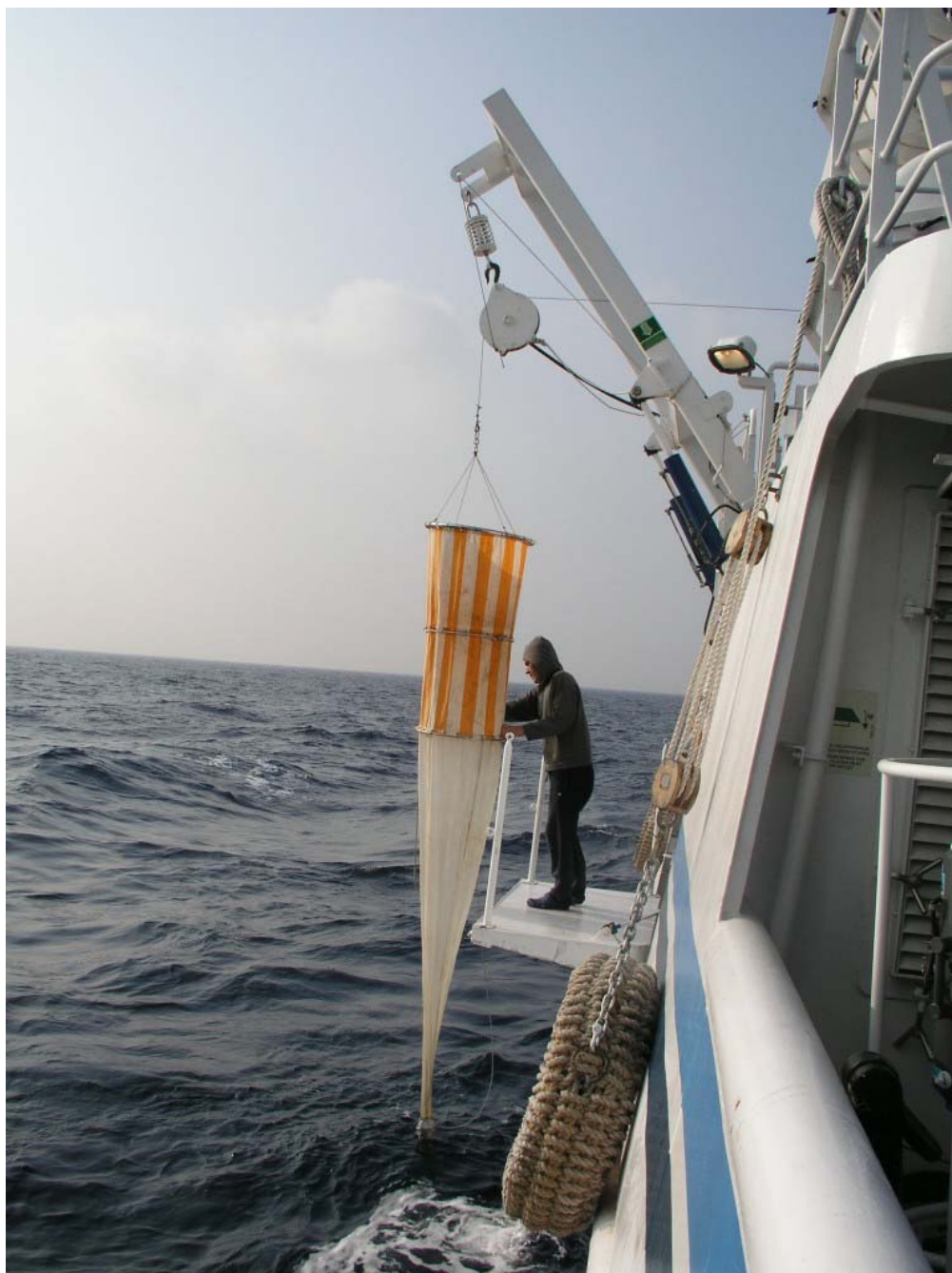
Strukturu fitoplanktonske zajednice na nekom području određuje sastav vrsta i abundancija fitoplanktonskih stanica. Za analizu fitoplanktonske zajednice u našim smo istraživanjima koristili metodu sedimentacije i brojenja stanica na obrnutom mikroskopu (Utermöhl, 1958).

Za fiksiranje uzoraka korištena je 2% otopina formaldehida, a za sedimentaciju uzoraka korištene su komorice od 25, 50 i 100 ml. Naime, za obalne uzorke korištene su manje komorice (25 ml) u kojima je proces taloženja trajao tijekom 24 sata, dok su za postaje u kanalskom području i na otvorenom moru korištene komorice od 50 i 100 ml u kojima je proces taloženja trajao dva, odnosno tri dana. Brojanje stanica i identifikacija vrsta obavljalo se na obrnutom mikroskopu «Olympus IX 51».

4.4. Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona

Za vrijeme eho-monitoringa uzorci su uzimani Nansenovom planktonskom mrežom (Slika 14) opskrbljenom mehanizmom za zatvaranje, promjera obruča 50 cm, dužine 250 cm i finoće tkanja 53 μm za uzorke mikrozooplanktona te promjera obruča 57 cm, dužine 255 cm i finoće tkanja 200 μm za uzorke mezozooplanktona i makrozooplanktona. Na plitkim postajama uzorci su sakupljeni vertikalnim potezom mreže od dna do površine, a na dubljim postajama u dva sloja, od dna do 50 m dubine i od 50 m do površine. Brzina poteza je iznosila oko 0,5 ms^{-1} . Organizmi su konzervirani neutraliziranim formaldehidom konačne koncentracije 2,5%. U laboratoriju uzorci mikrozooplanktona su analizirani korištenjem inverznog mikroskopa Olympus uz povećanja 100x i 400x, dok su uzorci mezozooplanktona i makrozooplanktona analizirani korištenjem stereomikroskopa Wild uz povećanje od 25 puta.

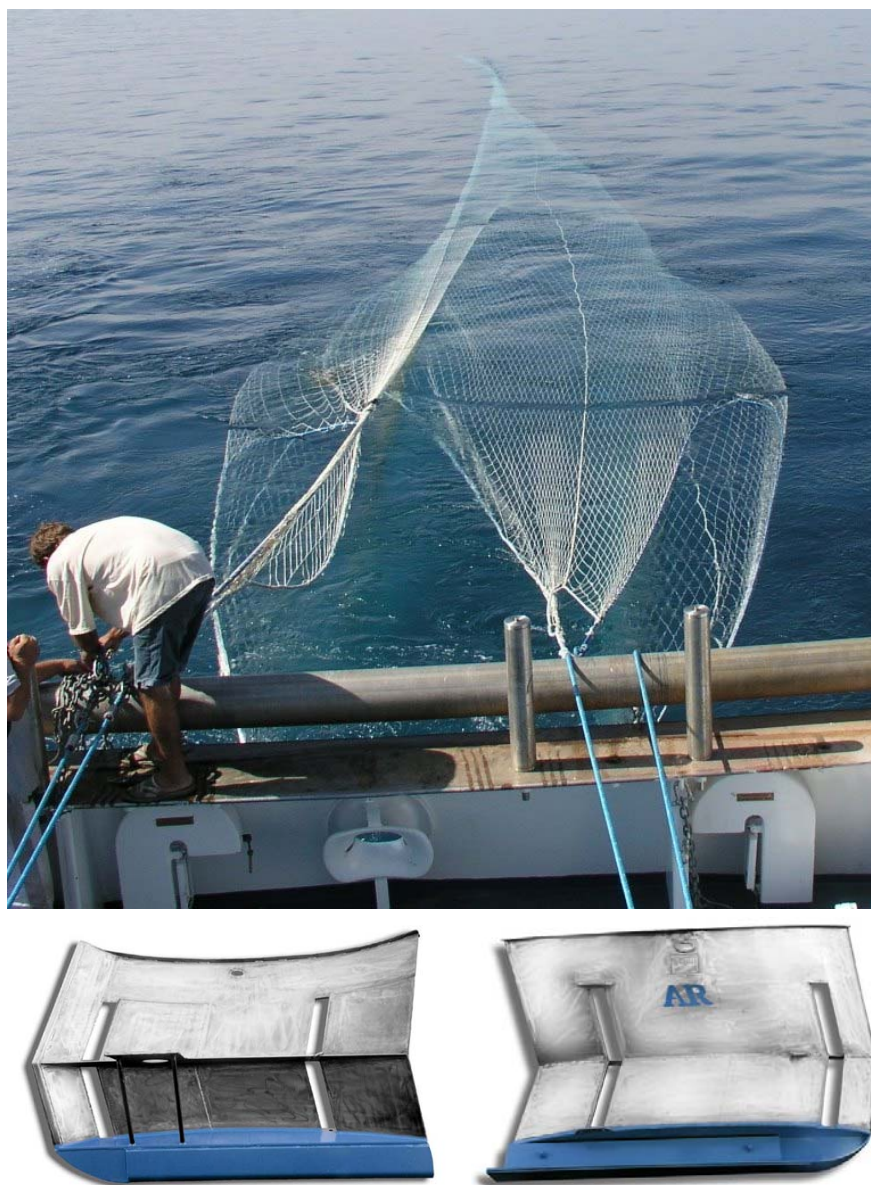
Organizmi su prebrojani u poduzorku od 1/32 ili 1/64, odnosno za mikrozooplankton u poduzorku od 1/16, a za rijetke i malobrojne vrste pregledan je cijeli uzorak. Za određivanje vrsta korištena je novija taksonomska literatura. Dobivene brojčane vrijednosti označavaju broj jedinki u 1 m^3 mora.



Slika 14. Uzorkovanje zooplanktona Nansen-ovom planktonskom mrežom s mehanizmom za zatvaranje (Foto: V. Tičina, rujan, 2009.).

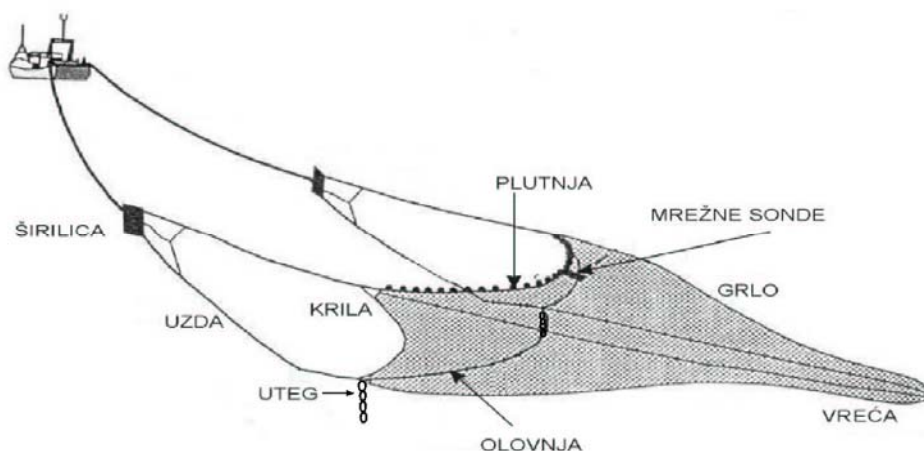
4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom koćom

Za potrebe biološkog uzorkovanja populacija riba tijekom ehomonitoringa, istraživački brod „BIOS DVA“ koristio je novu pelagičnu povlačnu mrežu (koća) sa polivalentnim širilicama (Slika 15), tj. ribolovni sustav istovjetan onom koji se koristi na talijanskom istraživačkom brodu „Dallaporta“ koji na zapadnom dijelu Jadrana obavlja istovjetna istraživanja.



Slika 15. Nova mreža i širilice istraživačkog broda „BIOS DVA“ za uzorkovanje riba pelagijskom koćom (Foto: V. Tičina, rujan, 2009.).

Shematski prikaz korištenog ribolovnog kompleksa pelagične koće prikazani su na slici 16.



Slika 16. Opća shema i prikaz armiranja pelagične koće upotrebljavane u istraživanju.

U prednjem dijelu mreže veličina jedne stranice oka je bila 300 mm, dok je u vreći (saki) veličina jedne stranice oka iznosila 10 mm. Zbog identifikacije sitnih pelagičnih organizama, korištena je i pokrovna saka sitnog oka mreže.

Visina mreže prilikom povlačenja iznosila je uglavnom od 6-8 m. Prilikom istraživanja korišteni su dodatni utezi (lanci) za dobivanje vertikalnog raspona mreže te dubine mreže. Masa lanaca je varirala u ovisnosti o željenoj dubini od 155 – 250 kg po strani mreže. Također u ovisnosti o željenoj dubini povlačenja količina ispuštene čelične užadi iznosila je od 50 do 500 m.

Prilikom uzorkovanja, uz pomoć bežičnih sonde je praćena ispravnost rada mreže i to vertikalni raspon mreže (mjereno od plutnje do olovnje), kao dubina na kojoj se nalazila mreža tijekom uzorkovanja, tj. ona dubina na kojoj se nalazila plutnja mreže (Slika 17).

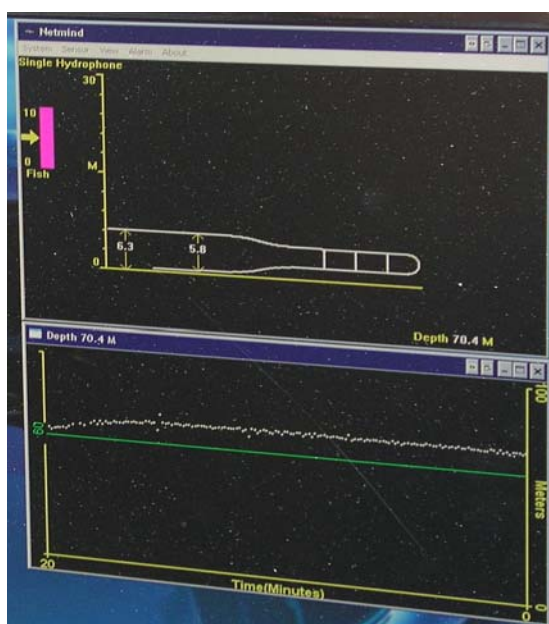
Mrežne sonde korištene u istraživanju dio su sustava za praćenje rada povlačnih mreža (koća) kanadske proizvodnje (Northstar Technical Inc., Vancouver Canada) pod nazivom NETMIND Trawl Monitor System.

Svaka od korištenih sonde je, radi zaštite, bila umotana u zaštitnu “košuljicu” od 3 mm impregniranog polietilenskog upletenog mrežnog tega, armiranu na gornju stranu mreže uz plutnju, te povezana sa dvolitarskim plastičnim plovcima radi boljeg rada sonde, tj. sprječavanju od tonjenja sonde u odnosu na mrežu.



Slika 17. Mrežne sonde (žuto) pričvršćene na plutnji pelagične koće (Foto: V. Tičina).

Sonde odašilju signal kojeg prima pokretni hidrofon. Hidrofon se povlači iza broda na dubini 3 – 5 m i 25 – 30 m iza krme broda po desnoj strani, a na njega je prikačeno kombinirano užde od 8 mm koje je radi osiguranja prikačeno na brod. Hidrofon prima signal i pomoću električnog kabela šalje signal u prijemnik na brodu. Prijemnik obrađuje signal i predaje ga računalu koje ga može pretvoriti u grafički (Slika 18), brojčani ili dijagnostički zaslon. Računalni program sustava ima mogućnost i memoriranja podataka radi kasnije obrade.



Slika 18. Grafički zasloni na računalu iz kojih se čitaju podaci o radu mreže.

Tehničke karakteristike upotrebljavanog sustava bile su sljedeće:

Brodski jedinica - prijemnik

Spajanje sa računalom: *Serial RS-232*

Data Logging: *moguće za sve sonde*

Napajanje: *110/220 VAC, 50/60 Hz, 30 W*

Dimenzije: *270 mm x 270 mm x 40 mm*

Masa: *2 Kg*

Software operativni zahtjevi:

- *PC sa Windows XP*
- *dodijeljeni serial port*

Baterijski punjač:

Napajanje: *110VAC, 50/60 Hz*

Broj jedinica za napajanje: *1*

Vrijeme punjenja: *4.5 sati (sporo), 45 minuta (brzo)*

Ugrađeni hidrofoni (na trupu broda):

Materijal kućišta: *čelik*

Kut: *50° konično*

Oprema: *provodni električni kabel (digitalni signal)*

SONDE:

Maksimalni doseg: *2 Km (1.5 Milja)*

Maksimalna dubina rada: *1500 Metara*

Konstrukcija: *Poliuretan, nerđajući čelik, titan*

Vrijeme rada baterija: *150 h*

Frekvencija rada: *27.7 do 29.9 kHz*

Sonda za dubinu

Mjerenje: *dubina (tlak).*

Mogućnost mjerenja: *0 do 1400 Metara*

Točnost: *±1% .*

Masa izvan vode: *7 Kg*

Sonda za vertikalni otvor

Mjerenje: *udaljenost plutnje od dna,*
 udaljenost plutnje od olovnje,
 relativna gustoća ribe u otvoru mreže.

Maksimalna mjerna udaljenost: 60m

Točnost: $\pm 1\%$.

Frekvencija rada: 200 kHz

Masa izvan vode: 9 Kg

4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom koćom

Analizirani uzorci riba potječu iz lovina ostvarenih tijekom 30-45 minuta uzorkovanja pelagičnom povlačnom koćom (Slika 19). Uzorci su odmah po ulovu u potpunosti obrađeni u brodskom laboratoriju. Ličinke riba, kao i probavni organi ciljanih vrsta konzervirani su radi kasnije klasifikacije i obrade.



Slika 19. Uzorak ribe prikupljen pelagičnom koćom (Foto: V. Tičina, rujan 2009).

Za potrebe točnog određivanja mase pojedinih riba iz prikupljenih uzoraka odmah nakon ulova, tj. u uvjetima rada na moru, istraživački brod „BIOS DVA“ opremljen je s posebnom vagom za ovu namjenu Marel M1100 (Slika 20), s točnošću vaganja od ± 1 g.



Slika 20. Vaga Marel M1100 za točno vaganje ulovljenih organizama u terenskim uvjetima rada na moru dio je opreme novog istraživačkog broda „BIOS DVA“.

Ulovljene su ribe razvrstane po vrstama prema ključu za određivanje riba (Jardas, 1996). Naknadno su poduzete dužinske i masene analize prikupljenih jedinki pojedinih vrsta. Ukupna dužina tijela ribe (LT) je mjerena ihtiometrom s točnošću od 0,5 cm. Jedinkama iz porodice Scombridae je mjerena vilična dužina tijela (LF). Sve analizirane vrste provedenog istraživanja su podijeljene u skupine obzirom na važnost u ovom istraživanju, vrstu organizma te stanište istih (Tablica 2).

Podjela organizama po skupinama:

- ciljane vrste:

Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)

Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758)

Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758),

- ostale pelagičke vrste riba (s plivaćim mjehurom):

Aphia minuta (Risso, 1810)
Boops boops (Linnaeus, 1758)
Sardinella aurita (Valenciennes, 1847)
Scomber japonicus (Houttuyin, 1782)
Spicara flexuosa (Rafinesque, 1810)
Spicara smaris (Linnaeus, 1758)
Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868)
Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)
Trisopterus minutus (Linnaeus, 1758),

- pridnene vrste:

ribe,
 glavonošci,
 rakovi,
 školjkaši i
 ostalo.

Ciljane su vrste (srdela, inćun, papalina) analizirane po dužinskim frekvencijama u odnosu na dužinske razrede od 0,5 cm. Ukupna masa svih jedinki iz pojedinih dužinskih razreda kao i masa pojedinih jedinki mjerena s točnošću od ± 1 g. Obrađenim jedinkama nije određivan spol pa su stoga sve lovine obrađene s obzirom na oba spola zajedno. Dužinska i masena struktura prikupljenih uzoraka ciljanih vrsta sitne plave ribe je izračunata na temelju postotne brojčane i postotne masene zastupljenosti jedinki raspoređenih po 0,5 cm dužinskim razredima na cjelokupnom istraživanom području.

Dužinsko-maseni odnos te indeks kondicije ciljanih vrsta na cjelokupnom istraživanom području je analiziran preko srednjih vrijednosti mase (W) i ukupne dužine tijela (LT) ribe po 0,5 cm dužinskim razredima.

Dužinsko-maseni odnos prema izrazu (Ricker, 1975):

$$W = a LT^b,$$

a indeks kondicije pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

$$K = 100 W LT^{-3}.$$

Iz svakog uzorka je konzerviran (4% formaldehid) određeni broj jedinki ciljanih vrsta u svrhu istraživanja načina ishrane istih.

Tablica 2. Uzorkovane vrste organizama na cjelokupnom istraživanom području.

Znanstveni naziv	Hrvatski nazivi	Oznaka vrste
CILJANE VRSTE		
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Srdela	SARDPIL
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Inćun, brgljun	ENGRENC
<i>Spratus spratus</i> (Linnaeus, 1758)	Papalina	SPRASPR
OSTALE PELAGIČKE VRSTE		
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Mliječ ružični	APHIMIN
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Bukva, bugva	BOOPBOO
<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	Srdela golema	SARIAUR
<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyin, 1782)	Plavica, lokarda	SCOMJAP
<i>Scomber scombrus</i> * (Linnaeus, 1758)	Skuša	SCOMSCO
<i>Spicara flexuosa</i> (Rafinesque, 1810)	Oštrulja, lužina	SPICFLE
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Gira, menula	SPICSMA
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Šarun, Šnjur	TRACMED
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Šarun, Šnjur	TRACTRA
OSTALE PRIDNE VRSTE		
<i>Arnoglossus laterna</i> * (Walbaum, 1792)	Plosnata bljedica	ARNOLAT
<i>Centrolophus niger</i> * (Gmelin, 1788)	Pastir šiljoglavac	CENTNIG
<i>Cepola rubescens</i> * (Linnaeus, 1758)	Mačinac crveni, kurdela	CEPORUB
<i>Lepadogaster candollei</i> * (Risso, 1827)	Priljepnjak veliki	LEPACAN
<i>Lepidopus caudatus</i> * (Euphrasen, 1788)	Zmijačnjak repaš	LEPICAU
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Oslíč, mol	MERLMER
<i>Mullus barbatus</i> * (Linnaeus, 1758)	Trlja od blata	MULLBAR
<i>Myliobatis aquila</i> * (Linnaeus, 1758)	Golub	MYLIAQU
<i>Pagrus pagrus</i> * (Linnaeus, 1758)	Pagar	PAGRPAG
<i>Pomatoschistus knerii</i> * (Steindachner, 1861)	Glavočić knerov	POMAKNE
<i>Scyliorhinus canicula</i> * (Linnaeus, 1758)	Mačka bljedica	SCYOCAN
<i>Serranus hepatus</i> * (Linnaeus, 1758)	Čučin, vučić	SERAHEP
GLAVONOŠCI		
<i>Allotheutis</i> sp. vj. <i>A. media</i> * (Linnaeus, 1758)	Lignjica	ALLOSPP (ALLOMED)
<i>Eledone cirrosa</i> * (Lamarck, 1798)	Muzgavac	ELEDCIR
<i>Eledone moschata</i> * (Lamarck, 1798)	Muzgavac	ELEDMOS
<i>Illex coindetii</i> * (Verany, 1839)	Lignjun	ILLECOI
<i>Loligo vulgaris</i> * Lamarck, 1798	Lignja	LOLIVUL
<i>Sepiola</i> spp.	Sipice	SEPISTPP
RAKOVI		
Kozice razne	Kozice	KOZICE

* vrste koje ne sudjeluju u ukupnim vrijednostima eho-integrala

4.7. Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti

Prostornom interpolacijom nazivamo procjenu nepoznatih vrijednosti parametra na željenim pozicijama na osnovu poznatih vrijednosti u određenom broju pozicija. Većina metoda prostorne interpolacije polaze od postavke da su promjene veličina u prostoru nepravilne pa se znatno bolji rezultati interpolacije mogu opisati stohastičkim površinama

nego analičkim matematičkim funkcijama kao što su «spline» metoda, metoda pokretnog srednjaka, itd.

S obzirom da je Jadransko more pod velikim utjecajem kopna i značajno različitim dubinama i gradijentom u uzdužnoj i okomitoj osi, kod prostorne interpolacije nije prikladna primjena tzv. globalnih metoda. Zbog toga je ovdje primijenjena «kriging» obična interpolacijska metoda kod koje se interpolacija iz podataka slučajno raspoređenih u prostoru vrši u čvorovima pravilne mreže.

Prednosti ove metode u odnosu na ostale lokalne interpolacijske metode je što su pogreške interpoliranih vrijednosti najmanje u smislu da je zbroj svih pogreški nastalih kod interpolacije jednak nuli, a interpolirane vrijednosti u postajama s mjerenjima odgovaraju izmjerenim vrijednostima pa se ova metoda često zove i egzaktna interpolacijska metoda.

Kod ove metode interpolacija se vrši samo iz podataka čija je udaljenost manja od unaprijed određene najveće udaljenosti u odnosu na poziciju na kojoj se vrši interpolacija kako bi se na interpolaciju izbjegao utjecaj podataka iz područja s različitom populacijom pelagične riblje populacije u odnosu na točku u kojoj se vrši interpolacija. S obzirom na prostorni raspored pelagične populacije ova je udaljenost relativno mala u odnosu na globalne dimenzije Jadranskog mora i treba biti unutar prostora gdje postoji kontinuitet u vrijednostima mjerenog parametra, odnosno gdje su zadovoljeni uvjeti homogenosti. Uvjeti homogenosti se istražuju pomoću variograma koji formalno predstavlja varijancu koja se računa između svih parova mjernih postaja slučajno raspoređenih u prostoru. Variogram u stvari predstavlja mjeru međuzavisnosti u vrijednostima nekog parametra između pojedinih parova postaja, a koja postoji sve do udaljenosti do koje se vrijednost varijance povećava. Prestanak povećanja varijance s povećanjem razmaka među postajama ukazuje na prestanak postojanja međuzavisnosti u vrijednosti promatranog parametra, odnosno homogenosti.

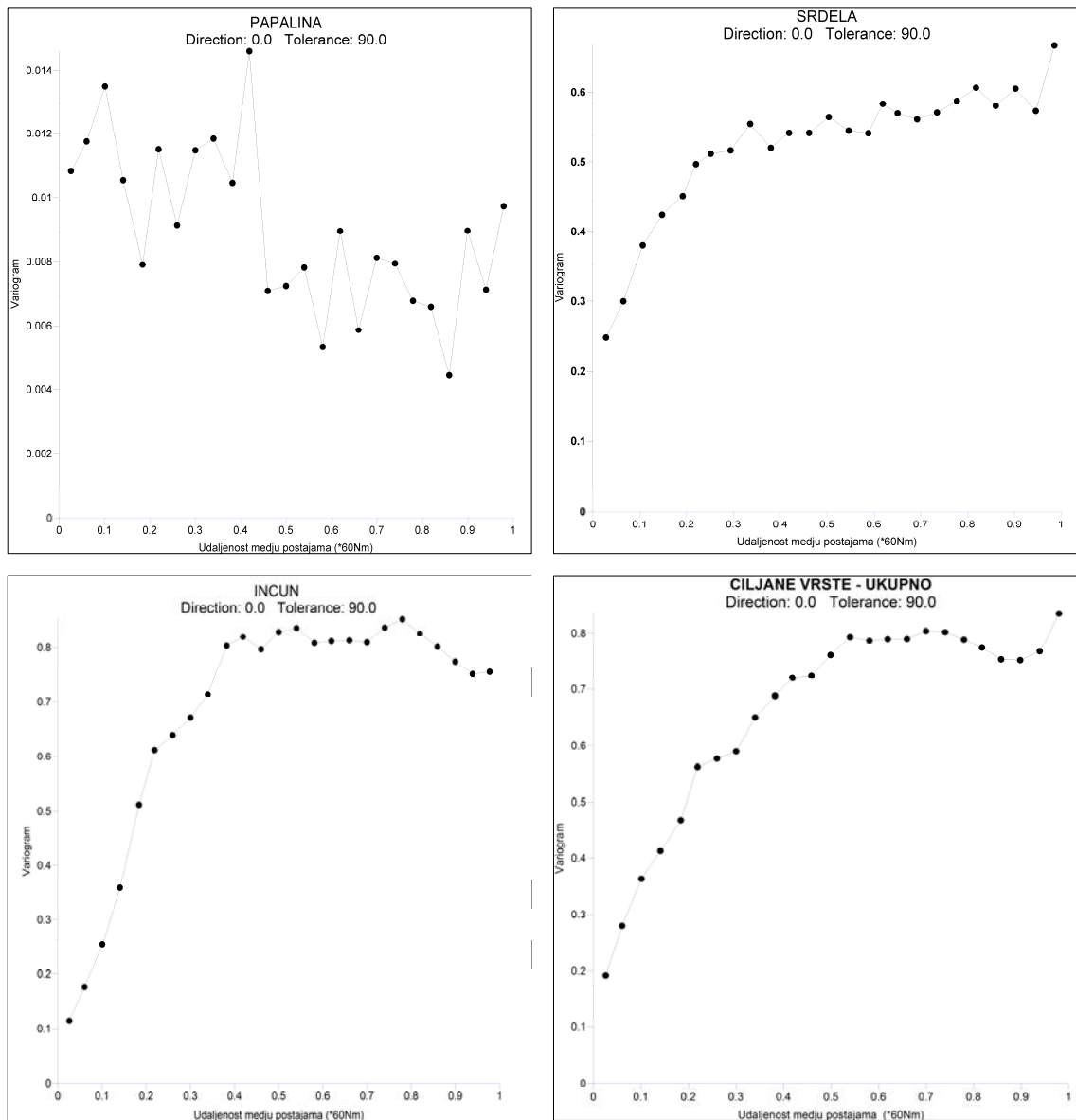
Istraživanja su pokazala da eksperimentalni variogrami koji predstavljaju prikaz izračunate poluvarijance iz mjerenih podataka u ovisnosti o udaljenostima među parovima postaja nisu jednostavni jer se u najčešćem broju slučajeva vrijednost varijance ne povećava jednoliko s povećanjem udaljenosti među parovima postaja. Uzrok ovome mogu biti različiti kao što su npr. vrlo velike razlike u vrijednostima na relativno bliskim postajama. Da bi se lakše odredila udaljenost u kojoj vrijede međuzavisnosti u vrijednostima parametara iz složenog izgleda variograma koriste se matematički modeli među kojima su najčešći Gausov, eksponencijalni i kružni modeli pomoću kojih se nastoje

simulirati rezultati dobijeni eksperimentalnim variogramom. Pomoću eksperimentalnog i matematičkih modela proizlazi da je homogenost sačuvana do prosječne udaljenosti među postajama od 10 do 12 Nm ako se kod obične «kriging» interpolacije uzima radijus pretraživanja od 15 Nm. Ovo znači da se za generiranje interpolirane vrijednosti u točkama bez mjerenja uzimaju u obzir samo podatci s postaja čija udaljenost nije veća od gore navedene.

4.7.1. Analiza variograma podataka dobijenih mjerenjima

Za podatke dobijene mjerenjima prikazani su variogrami po pojedinim ciljanim vrstama, te za sve ciljane vrst zbirno na Slici 21.

Eksperimentalni variogrami uz simulacije nelinearnim modelima (gaussov, ekspanencijani, sferni) pokazuju da postoje homogeni uvjeti među izmjerenim podacima za sve vrste razmatranih riba za udaljenosti među postajama od 0,01 do 0,2 prostorna stupnja, odnosno 0,6 do 12 Nm, osim za papalinu. S obzirom da je ova vrsta ribe locirana samo na ograničenom prostoru u Riječkom zaljevu i području ZERP-a u sjevernom Jadranu za geostatističku analizu zadovoljavao uvjet homogenosti među postajama od 6 Nm. Treba uočiti da se kod svih variograma javlja pomak (nugget efekt) te diskontinuitet na udaljenostima manjim od 0,6 Nm koji najvjerojatnije nastaje zbog toga što je osnovna jedinica usrednjavanja akustičkih podataka (elementary distance sampling unit – EDSU) uzduž transketa 1 Nm, dok je udaljenost među transektima oko 10 Nm.



Slika 21. Variogrami kao mjera prostorne homogenosti za ciljane vrste pelagičkih riba.

5. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe istraživanja populacija sitne pelagične ribe i njihove rasprostranjenosti u Jadranskome moru, područje istraživanja obuhvaćalo je područje unutarnjeg mora kao i područje otvorenog teritorijalnog mora Republike Hrvatske. Poradi bitno različitih geomorfoloških osobitosti unutarnjega i otvorenoga mora, eho-monitoring je podijeljen u dva osnovna dijela i to:

1) Eho-monitoring unutarnjega mora

Područje unutarnjeg mora podijeljeno je u dva dijela i to:

- a) Unutarnje more – sjeverni dio (Rt Kamenjak – Rt Ploča)
- b) Unutarnje more – južni dio (Rt Ploča – Cavtat)

2) Eho-monitoring otvorenog mora

Područje otvorenog mora podijeljeno je na 30 zona koje se protežu u smjeru jugozapad-sjeveroistok, počevši od vanjske granice unutarnjeg mora pa do granice epikontinentalnog pojasa RH. Širina svake pojedine zone je 10 Nm. U skladu s postojećom podjelom koja se primjenjuje tijekom redovitog eho-monitoringa od 1977. godine na talijanskoj strani Jadranskog mora, područje otvorenog mora podijeljeno je u tri dijela i to:

- a) Otvoreno more – sjeverni dio (zone 1 – 15)
- b) Otvoreno more – srednji dio (zone 16 – 24)
- c) Otvoreno more – južni dio* (zone 25 – 30)

5.1. Način određivanja područja i zona za potrebe eho-monitoringa

S obzirom na veličinu hrvatskog dijela Jadranskoga mora (oko 57000 km² zajedno sa ZERP-om), velikog broja otoka, otočića, hridi i grebena (1244), dužinu obale (5790 km) i njenu veliku razvedenost postavio se problem određivanja veličine pojedinih područja i pod-područja (zona) u kojima je potrebno računati osnovnu statistiku procjene ribljeg stoka pelagijala na osnovu izvršenih mjerenja. Uzimajući u obzir ove činjenice

* do izobate od 200 m

odustalo se od upotrebe planimetara za računanje površine pojedinih područja jer bi to zahtijevalo veliki napor, a rezultati bi bili dosta nesigurni zbog velike mogućnosti pojave pogreški kod proračuna zbog subjektivnih razloga.

Odlučeno je da se kreiranje kartografskih slojeva (obalne linije i batimetrije) te određivanje pojedinih područja i zona, kao i analiza prostorno statistički slučajno raspoređenih podataka izvrši pomoću računala i Geografskog informacijskog sustava (GIS-a). Upotreba računala i GIS sustava zahtijevaju veći materijalni i ljudski napor ali nakon izrade osnovnih slojeva i unosa podataka, njihove analize su znatno točnije i brže, mogu se u slučaju potrebe jednostavno ponavljati, a dobiveni rezultati minimalno ovise o subjektivnim pogreškama.

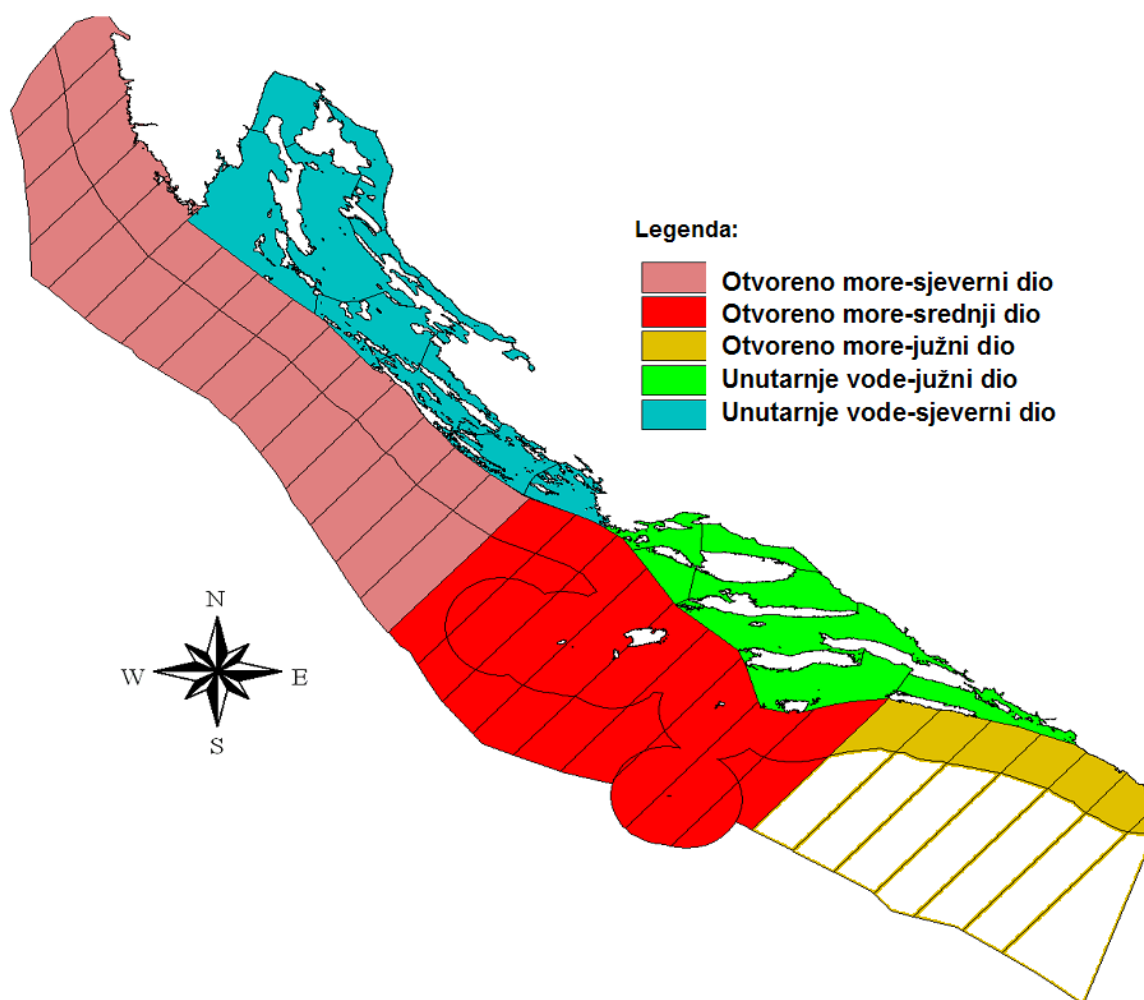
S obzirom na potrebe projekta odlučeno je da se za kreiranje zemljopisne podloge koriste postojeće karte u mjerilu 1:100000. Digitalizacija obalne linije Jadranskoga mora izvršena je pomoću CALCOMP A0 digitalizatora i ArcInfo GIS programskog alata; za pohranu faktografskih podataka korišten je ORACLE 9 i sustav za upravljanje bazama podataka, dok su za kreiranje područja i pod-područja te proračun njihove površine te za grafički prikaz izlaznih rezultata korišteni ArcInfo/ArcView GIS programski alati.

Osnovna je digitalizacija obale Jadranskoga mora izvršena u zemljopisnoj projekciji jer se ona najčešće upotrebljava u istraživanjima mora iz razloga što se kod oceanografskih istraživanja pozicije postaja određuju pomoću standardnih zemljopisnih koordinata (zemljopisne dužine i širine). S obzirom da se kod ove projekcije ne mogu dobiti točne površine zemljopisnih poligona bilo je neophodno zemljopisnu podlogu pretvoriti u standardni kartografski prikaz pomoću x i y koordinata. Problem koji se pojavio zbog činjenice da je Hrvatska kartografski podijeljena na petu i šestu zonu, a granica među njima prolazi kroz grad Split riješena je na način da je šesta zona transformirana na referentnu petu zonu i potom joj pridružena. Nakon ovoga određene su granice glavnih područja i pod-područja (Slika 22) te izračunane njihove površine (Tablica 3) na način da se od ukupne površine dobijene proračunom isključene površine pripadajućih otoka, otočića, hridi i grebena.

Položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje hidrografskih osobitosti, te fitoplanktona i zooplanktona određen je slučajnim odabirom, a prikazan je na slici 23. Detaljan opis uzorkovanja na pojedinim postajama iznesen je u Tablici 4. Akustičko uzorkovanje na području otvorenog mora obavljalo se po djelomično slučajno raspoređenim paralelnim transektima međusobno udaljenim po 10 Nm, dok je na području

kanalnih voda akustičko uzorkovanje obavljeno duž transekata prilagođenih geomorfološkim značajkama područja.

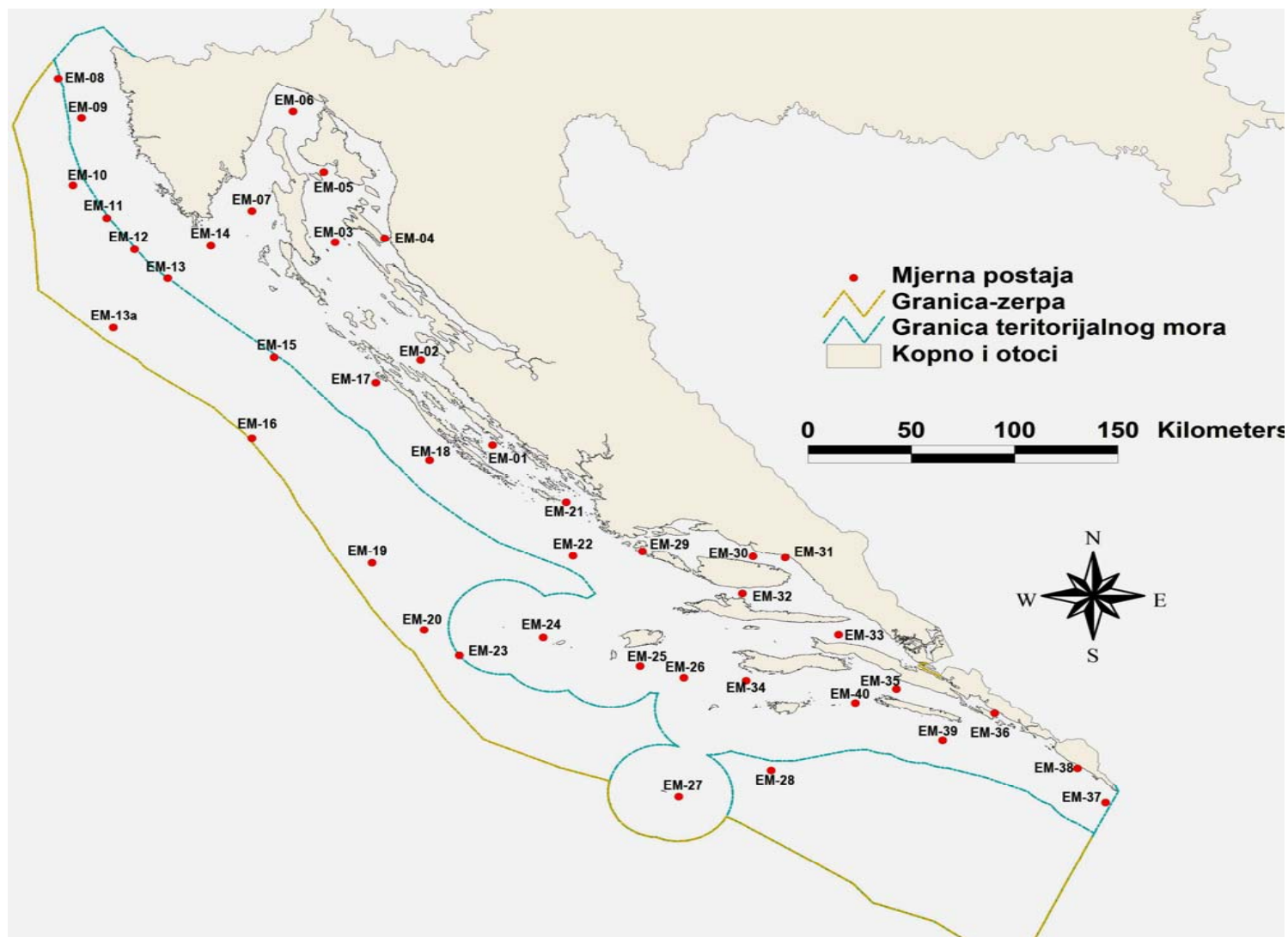
Planirani transekti duž kojih se obavljalo akustičko uzorkovanje i/b «BIOS DVA» pomoću eho-sondera SIMRAD EK60, prikazani su na slici 24.



Slika 22. Područje istraživanja i prostorni položaj glavnih područja i podpodručja.

Tablica 3. Površine 5 podpodručja obuhvaćenih akustičkim uzorkovanjem.

Područje		Površina (Nm ²)
1	Otvoreno more - sjeverni dio	5.134
2	Otvoreno more – srednji dio	4.306
3	Otvoreno more – južni dio	682
4	Unutarnje more – sjeverni dio	2.070
5	Unutarnje more – južni dio	1.386
Ukupna površina:		13.578



Slika 23. Prostorni položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje tijekom eho-monitoringa 2009. godine.

Tablica 4. Vrste uzorkovanja obavljenih na pojedinim postajama tijekom monitoringa.

Postaja	Područje	Dubina	Položaj postaje				Uzorkovanje				
		m	°	'	°	'	CTD	Fitopl.	Zoopl.	O ₂	ribe
EM-kal.	Postaja RM - Marjan	19	43	30,66	16	23,44	+	-	-	-	-
EM-01	Murtersko more	82	43	51,461	15	24,752	+	+	+	+	+
EM-02	Virsko more	53	44	12,812	15	3,139	+	+	+	+	+
EM-03	Kvarneric	75	44	42,159	14	37,394	+	+	+	+	+
EM-04	Velebitski k. (Jablanac)	105	44	43,098	14	52,296	+	-	+	-	-
EM-05	Cres-Plavnik	105	44	58,39	14	29,22	+	-	+	-	-
EM-06	Riječki zaljev	63	45	14,294	14	24,713	+	+	+	+	+
EM-07	Kvarner	50	44	49,812	14	12,357	+	+	+	+	+
EM-08	Transekt 1	27	45	22,440	13	14,120	+	+	+	+	+
EM-09	Transekt 2	34	45	12,712	13	21,117	+	-	-	-	+
EM-10	Transekt 3	40	44	56,084	13	18,518	+	+	+	+	-
EM-11	Transekt 4	43	44	48,039	13	28,706	+	+	-	+	-
EM-12	Transekt 5	46	44	40,362	13	37,060	+	+	+	+	+
EM-13a	Transekt 6	61	44	20,818	13	30,676	-	-	-	-	+
EM-13	Transekt 6	46	44	33,197	13	47,028	+	+	+	+	-
EM-14	Transekt 6a	49	44	41,250	13	59,981	+	-	-	-	+
EM-15	Transekt 9	65	44	13,468	14	19,007	+	+	+	+	+
EM-16	Transekt 10	74	43	53,198	14	12,297	+	-	-	-	+
EM-17	Transekt 11	64	44	07,216	14	49,585	+	-	-	-	+
EM-18	Transekt 13	85	43	47,772	15	05,752	+	+	+	+	+
EM-19	Transekt 14	104	43	21,928	14	48,456	+	-	-	-	+
EM-20	Transekt 16	263	43	04,819	15	04,108	+	-	+	-	+
EM-21	Transekt 16-Šb	88	43	37,105	15	46,821	+	-	-	-	+
EM-22	Transekt 17	155	43	23,669	15	48,902	+	-	-	-	+
EM-23	Transekt 17	224	42	58,342	15	14,726	+	-	-	-	+
EM-24	Transekt 18	112	43	02,865	15	39,936	+	+	+	+	-
EM-25	Transekt 20	130	42	55,607	16	09,000	+	-	-	-	-
EM-26	Transekt 21	125	42	52,705	16	22,144	+	-	-	-	-
EM-27	Transekt 23 (Palagruža)	89	42	22,047	16	20,661	+	+	+	+	-
EM-28	Transekt 24	188	42	28,906	16	48,395	+	+	+	+	-
EM-29*	Šoltanski kanal	73	43	24,84	16	09,73	+	-	+	-	+
EM-30*	Brački kanal	72	43	23,55	16	42,99	+	-	-	-	+
EM-31*	Vrulja	78	43	23,24	16	52,67	+	-	+	-	-
EM-32*	Hvarski kanal	85	43	14,10	16	39,72	+	+	+	+	+
EM-33*	Neretvanski kanal	52	43	3,54	17	08,74	+	-	+	-	+
EM-34*	Lastovski kanal	98	42	51,90	16	40,93	+	-	-	-	+
EM-35*	Mljetski kanal	87	42	49,77	17	26,05	+	+	+	+	+
EM-36*	Koločepski kanal	55	42	43,59	17	55,63	+	-	-	-	+
EM-37*	Transekt 30	135	42	20,53	18	29,01	+	+	+	+	-
EM-38*	Transekt 28a	95	42	29,47	18	20,52	+	-	-	-	+
EM-39*	Transekt 26	156	42	36,64	17	39,96	+	+	+	+	-
EM-40*	Transekt 25a	110	42	46,24	17	13,74	+	-	-	-	+

* - studeni '09.



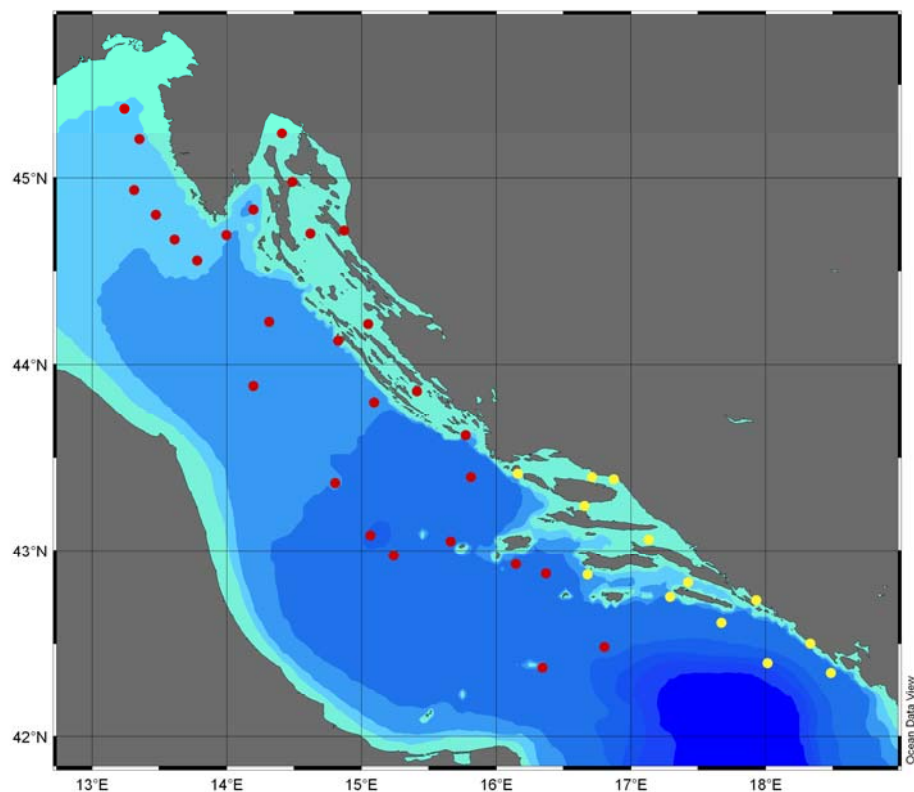
Slika 24. Planirani transekti duž kojih se obavlja akustičko uzorkovanje i/b «BIOS DVA» pomoću eho-sondera SIMRAD EK60 (crveno – unutarne more; plavo – otvoreno more).

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području

6.1.1. Termohalina svojstva

Ovogodišnja mjerenja temperature i saliniteta obavljena oceanografskom sondom tipa SEABIRD-25 odvijala su se tijekom dva sezonski i sinoptički različita razdoblja: od 21. rujna do 1. listopada (slika 25; crvene točke) te od 11. do 14. studenog (slika 25; žute točke).



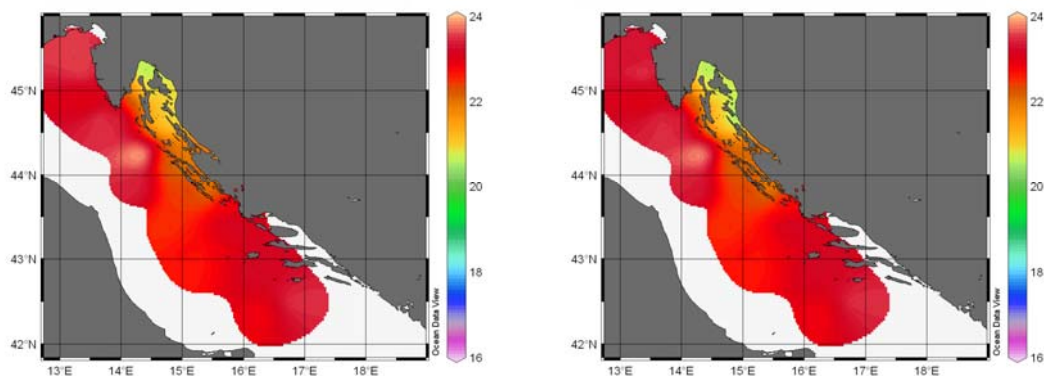
Slika 25. Karta Jadrana uz prostorni prikaz postaja za CTD mjerenja.

Uobičajeno je da tijekom rujna na termohaline osobine vodenog stupca djeluje pojačanim intenzitetom vjetar koji miješanjem izjednačava toplinu i sadržaj soli u vodenom stupcu, a ujedno se, zbog smanjenog zagrijavanja atmosfere, površinski sloj mora prestaje grijati. Početak jeseni razdoblje je kada more počinje predavati energiju atmosferi, a oborina prevladavati nad evaporacijom. Sve su to uvjeti koji pogoduju

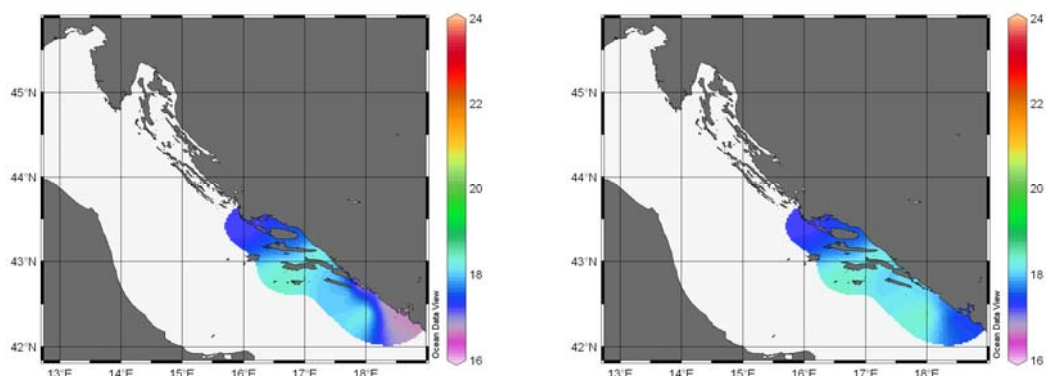
destratifikaciji vodenog stupca, koja je naravno, prostorno i vremenski ovisna o prevladavajućim sinoptičkim uvjetima neposredno pred mjerenjem te specifičnim lokalnim uvjetima. Tako se, primjerice ističu obalna područja u kojima je i vertikalni i horizontalni utjecaj (npr. advekcijom slatke vode s kopna) više izražen nego u vodama dalje od obale. Tijekom mjerenja u rujnu ove godine termoklina se na postajama otvorenog mora smjestila na dubini između 14 m i 20 m, dok se na postajama obalnog mora nalazila na dubinama između 25 m i 35 m. Na postajama sjevernog dijela unutarnjih voda uočena je i haloklina koja odvaja površinski sloj sniženog saliniteta od ostatka vodenog stupca.

Procesi hlađenja i vertikalne destratifikacije vodenog stupca pojačanim intenzitetom nastavljeni su tijekom listopada i studenog. Zbog toga je za vrijeme drugog dijela istraživanja na svim oceanografskim postajama vodeni stupac bio homogen u odnosu na sadržaj topline i soli sve do dubine od 75 m. Jača destratifikacija tijekom studenog u odnosu na rujan (Tablice 5-9) vidljiva je na iznosima standardnih devijacija kao i na rasponu temperature i saliniteta koji su manji u studenom nego u rujnu.

Temperatura površinskog sloja otvorenog mora krajem rujna kretala se između 22°C i 24°C, a početkom studenog između 18°C i 19°C (Tablice 5-9, Slike 26 i 27). Sjeverni dio unutarnjeg mora u rujnu je bio 1°C do 2°C hladniji od otvorenog mora (Slika 26).

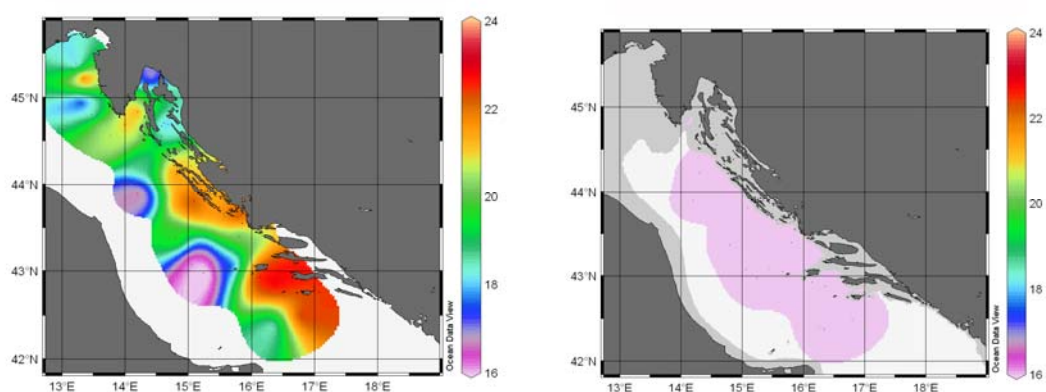


Slika 26. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2009. na površini (lijeva slika) i na 3 m dubine (desna slika).

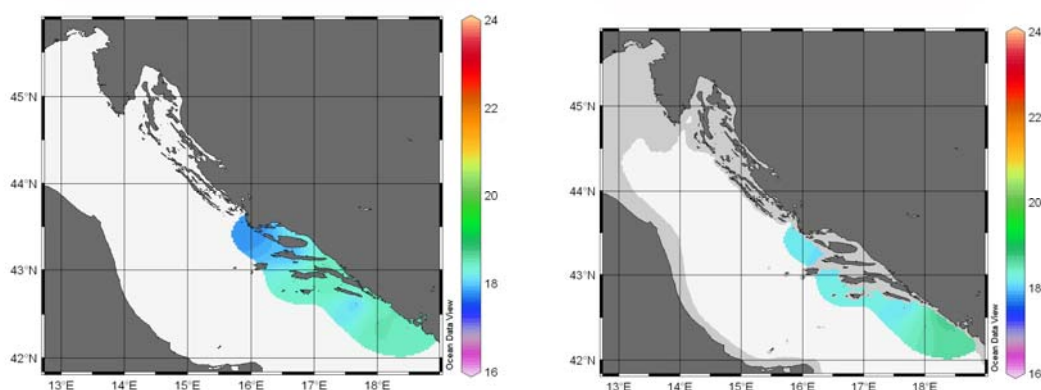


Slika 27. Prostorna raspodjela temperature u studenom 2009. na površini (lijeva slika) i na 3 m dubine (desna slika).

Tijekom rujna, na postajama otvorenog mora na dubini ispod termokline (približno 20 m) procesi advekcije značajniji su od vertikalnih procesima. U području srednjeg dijela obalnog mora vertikalni procesi uzrokovali su produbljivanje termokline ispod 20 m dubine zbog čega se u spomenutom području uočava pozitivna temperaturna anomalija (Slika 28). Nasuprot tome, negativna temperaturna anomalija javlja se u srednjem dijelu otvorenog mora. Najhladnije more temperature manje od $11,5^{\circ}\text{C}$ izmjereno je u sloju između 60 m dubine i dna na postajama sjevernog dijela unutarnjeg mora, EM-03, EM-04 i EM-05 (Tablica 5). Istovremeno, na dnu Jabučke kotline, na postaji EM-20 izmjerena je temperatura mora iznosa $11,93^{\circ}\text{C}$ (Tablica 8).



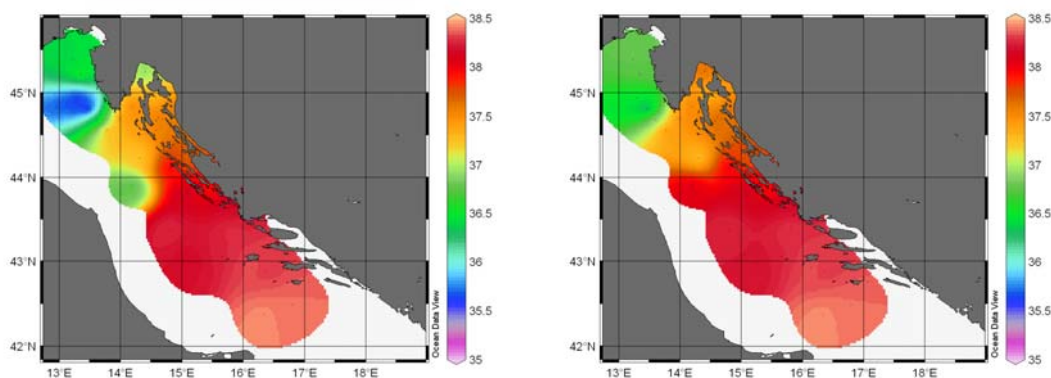
Slika 28. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2009. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini 50 m (desna slika).



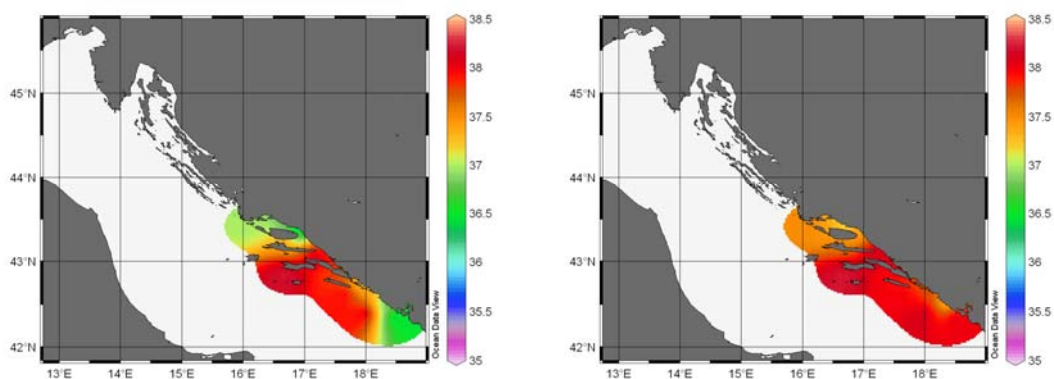
Slika 29. Prostorna raspodjela temperature u studenom 2009. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini 50 m (desna slika).

Zbog vertikalne destratifikacije vodenog stupca tijekom listopada, u drugom dijelu istraživanja, u slojevima između 20 m i 50 m (Slika 29) izmjerene su veće temperature mora nego u rujnu kad spomenuti sloj u manjoj ili većoj mjeri nije bio pod utjecajem procesa vertikalnog miješanja, a time i prenošenja topline iz gornjih zagrijanih slojeva u dublje hladnije slojeve. Temperature južnog dijela unutarnjeg i otvorenog mora prostorno su ujednačene i iznose u prosjeku 18°C.

Prostorna raspodjela saliniteta, u površinskom sloju ovisna o dotocima slatke vode s kopna, podzemnim slatkovodnim izvorima te vertikalnoj izmjeni mase s atmosferom prostorno su dosta varijabilne (Slika 30). Površinske vode u sjevernom dijelu unutarnjeg i otvorenog mora pod utjecajem su slatkovodnih dotoka s kopna zbog čega se primjetna haloklina koja je odvojila površinske vode manjeg saliniteta od dubljih voda izvan izravnog utjecaja slatkovodnih dotoka. Na slici 30 je izražen utjecaj rijeke Po.

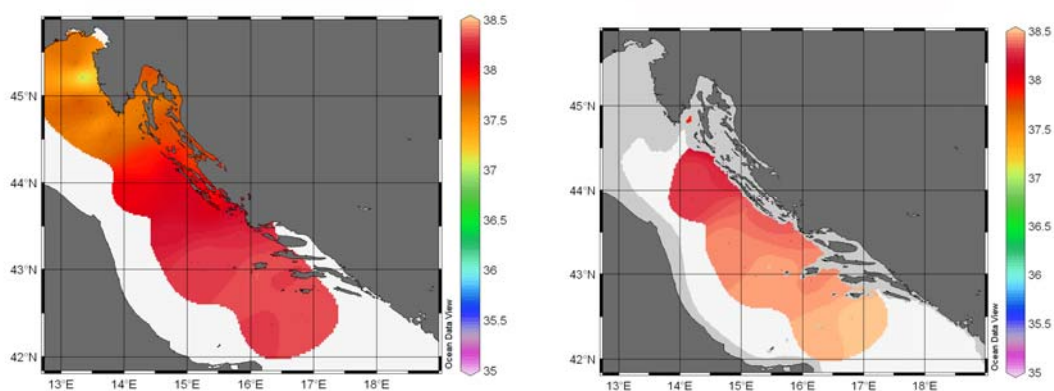


Slika 30. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2009. na 3 m dubine (lijeva slika) i na dubini 10 m (desna slika).

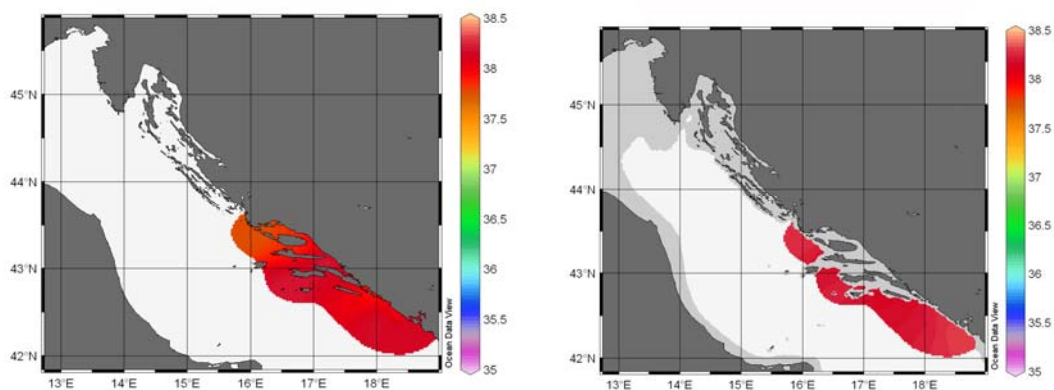


Slika 31. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom studenog 2009. na 3 m dubine (lijeva slika) i na dubini 10 m (desna slika).

Prostorne promjene saliniteta u slojevima ispod halokline su manje od površinskih. Iznosi saliniteta intermedijalnog sloja nalaze se unutar intervala 38.2 i 38.7 (Slika 32 i 33).



Slika 32. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2009. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini od 50 m (desna slika).



Slika 33. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom studenom 2009. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini od 50 m (desna slika).

Tablica 5. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2009, unutarne more – sjeverni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)				BRZINA ZVUKA (ms ⁻¹)
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	
EM-01	82	38,15	0,21	37,89	38,38	17,45	3,15	14,19	21,90	1517,84
EM-02	53	37,86	0,16	37,63	38,14	19,02	2,86	13,07	22,06	1522,00
EM-03	75	37,85	0,13	37,57	38,02	15,59	3,02	11,51	21,18	1511,91
EM-04	105	37,76	0,10	37,55	37,96	14,31	3,23	11,15	20,78	1507,79
EM-05	105	37,68	0,21	37,25	37,93	14,40	3,68	11,25	20,71	1507,98
EM-06	63	37,72	0,29	36,89	37,97	15,31	2,61	12,25	20,58	1510,89
EM-07	50	37,74	0,21	37,56	38,12	19,13	3,39	13,36	22,24	1522,17
EM-21	88	38,26	0,10	38,11	38,41	18,25	3,55	14,20	22,82	1520,28

Tablica 6. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, studeni 2009, unutarne more – južni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)				BRZINA ZVUKA (ms ⁻¹)
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	
EM-29	73	37,97	0,41	36,96	38,31	17,96	0,30	17,16	18,25	1519,11
EM-30	72	37,73	0,45	36,87	38,30	17,51	0,80	14,67	18,21	1517,53
EM-31	78	37,83	0,63	35,78	38,33	17,88	0,66	15,20	18,51	1518,72
EM-32	85	37,99	0,24	37,61	38,33	17,27	1,10	14,27	18,22	1517,13
EM-33	52	38,19	0,04	38,11	38,23	18,39	0,07	18,30	18,53	1520,60
EM-34	98	38,21	0,02	38,14	38,24	18,09	0,39	16,91	18,40	1519,77
EM-35	87	38,11	0,16	37,80	38,50	17,96	0,87	14,82	18,60	1519,28
EM-36	55	37,83	0,42	35,55	38,22	18,47	0,29	16,58	18,64	1520,40

Tablica 7. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2009, otvoreno more – sjeverni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)				BRZINA ZVUKA (ms ⁻¹)
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	
EM-08	27	36,90	0,51	36,27	37,85	21,86	1,93	17,00	23,54	1528,57
EM-09	34	36,87	0,36	36,62	37,78	22,52	1,99	17,09	23,70	1530,24
EM-10	40	37,18	0,87	35,44	37,89	18,98	2,85	15,96	22,97	1521,11
EM-11	43	37,10	1,04	35,07	37,91	18,55	3,09	15,26	23,00	1519,80
EM-12	46	37,33	0,65	35,70	38,06	19,40	3,46	14,51	23,63	1522,46
EM-13	46	37,78	0,26	37,47	38,16	19,09	4,07	13,48	23,47	1522,11
EM-14	49	37,78	0,25	37,53	38,15	19,25	3,75	13,56	23,59	1522,55
EM-15	65	37,93	0,41	37,21	38,30	17,01	4,46	13,07	23,99	1516,29
EM-16	74	38,07	0,41	36,69	38,30	15,47	3,38	12,79	23,38	1511,80
EM-17	64	38,18	0,11	38,00	38,33	18,43	3,44	13,66	22,17	1520,70
EM-18	85	38,27	0,12	38,14	38,45	17,74	3,65	13,71	22,45	1518,82
EM-19	104	38,39	0,10	38,19	38,50	16,03	3,32	13,57	22,49	1513,89

Tablica 8. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan, studeni* 2009, otvoreno more – srednji dio.

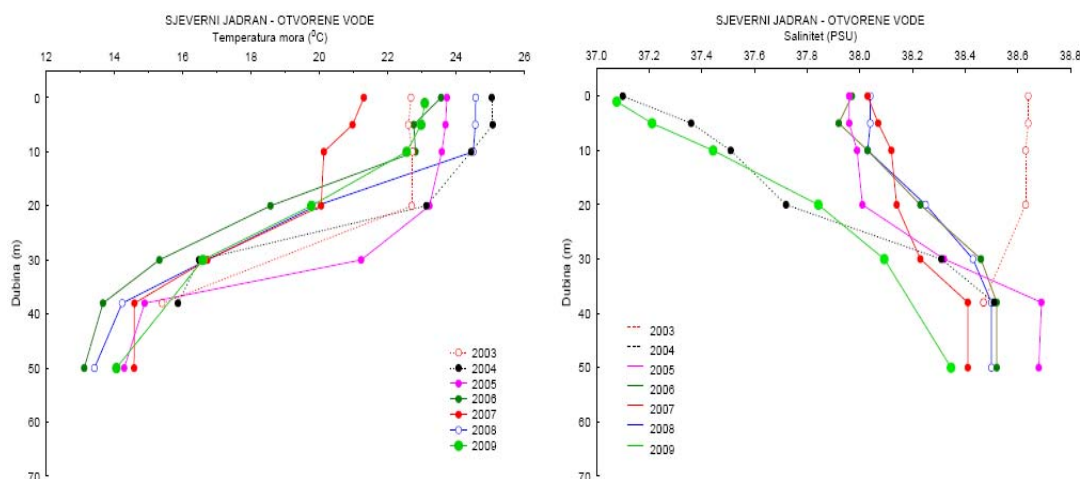
Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)				BRZINA ZVUKA (ms ⁻¹)
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	
EM-20	263	38,43	0,08	38,16	38,52	13,36	2,36	11,93	22,74	1505,52
EM-22	155	38,44	0,11	38,12	38,58	15,52	3,07	13,51	23,21	1512,39
EM-23	224	38,43	0,09	38,16	38,51	13,70	2,41	12,05	22,60	1506,63
EM-24	112	38,44	0,12	38,22	38,60	15,82	3,14	13,85	22,87	1513,63
EM-25	130	38,47	0,10	38,33	38,69	16,20	3,41	13,91	23,20	1514,50
EM-26	125	38,43	0,10	38,28	38,59	16,80	3,60	13,99	23,13	1516,25
EM-27	89	38,45	0,06	38,29	38,51	16,28	3,47	13,59	22,77	1514,72
EM-28	188	38,58	0,15	38,31	38,77	16,18	3,36	14,03	23,53	1514,57
EM-40*	110	38,14	0,10	38,00	38,38	17,93	0,39	16,59	18,23	1519,22

Tablica 9. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, studeni 2009, otvoreno more – južni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)				BRZINA ZVUKA (ms ⁻¹)
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	
EM-37	135	38,25	0,48	35,25	38,60	17,32	1,44	14,43	18,66	1517,58
EM-38	95	38,01	0,49	35,97	38,41	18,36	0,48	16,52	18,79	1520,31
EM-39	156	38,37	0,15	38,19	38,57	16,66	1,74	14,42	18,60	1515,76

6.1.1.1. Višegodišnje promjene termohalinih osobina tijekom mjerenja u okviru Projekta PELMON od 2003.-2009. godine

Termohaline osobine u kolovozu i rujnu tijekom višegodišnjeg razdoblja (2003-2009) za potrebe ovog Izvješća prikazane su analizom temperature i saliniteta za dio otvorenog mora sjevernog Jadrana (Slika 34). Ovdje se iznosi specifičnost mjerenja tijekom rujna 2009. godine u području otvorenih voda sjevernog Jadrana.



Slika 34. Vertikalne promjene temperature i saliniteta tijekom višegodišnjeg razdoblja mjerenja (2003-2009) -projekt PELMON u otvorenim vodama sjevernog Jadrana.

Iz mjerenja je vidljivo da su u otvorenim vodama sjevernog Jadrana termohaline osobine ove godine bile pod znatnim utjecajem oborine. Naime, iako rujan nije bio kišan, oborina koja je predhodila mjerenju u sjevernom Jadranu snizila je salinitet površinskih slojeva, kao što jer to bio i slučaj tijekom mjerenja 2004. godine. Temperature mora tijekom mjerenja 2009. bile su uobičajene, tj. ne ukazuju na bitna odstupanja u odnosu na mjerenje provedena prethodnih godina.

6.1.2. Otopljeni kisik

Otopljeni kisik je u prirodnim vodama nekonzervativan parametar, tj. njegov volumni udio je prostorno i vremenski promjenjiv. Osnovni su razlozi njegova uloga u procesima fotosinteze i respiracije kojima se sadržaj kisika povećava (primarna proizvodnja organske tvari), odnosno smanjuje (razgradnja otopljene i partikularne organske tvari). Iz praktičnih se razloga kisik osim kao volumni udio često izražava i kao postotak zasićenja (O_2 %) koji uključuje ovisnosti o temperaturi i salinitetu, pri čemu ravnotežnom stanju odgovara vrijednost zasićenja od 100 %.

Dugogodišnja istraživanja hidrografskih parametara u priobalnom i otvorenom moru Republike Hrvatske (Banke podataka IOR-Split i CIM-Rovinj) ukazuju na relativno

dobro stanje sadržaja kisika u vodenom stupcu Jadrana, pri čemu je zasićenost kisikom za većinu područja uravnotežena, dok su značajnija odstupanja zabilježena tek u obalnim područjima pod snažnim antropogenim utjecajem, kao i u dubokim bazenima s prirodno otežanom izmjenom vodenih masa.

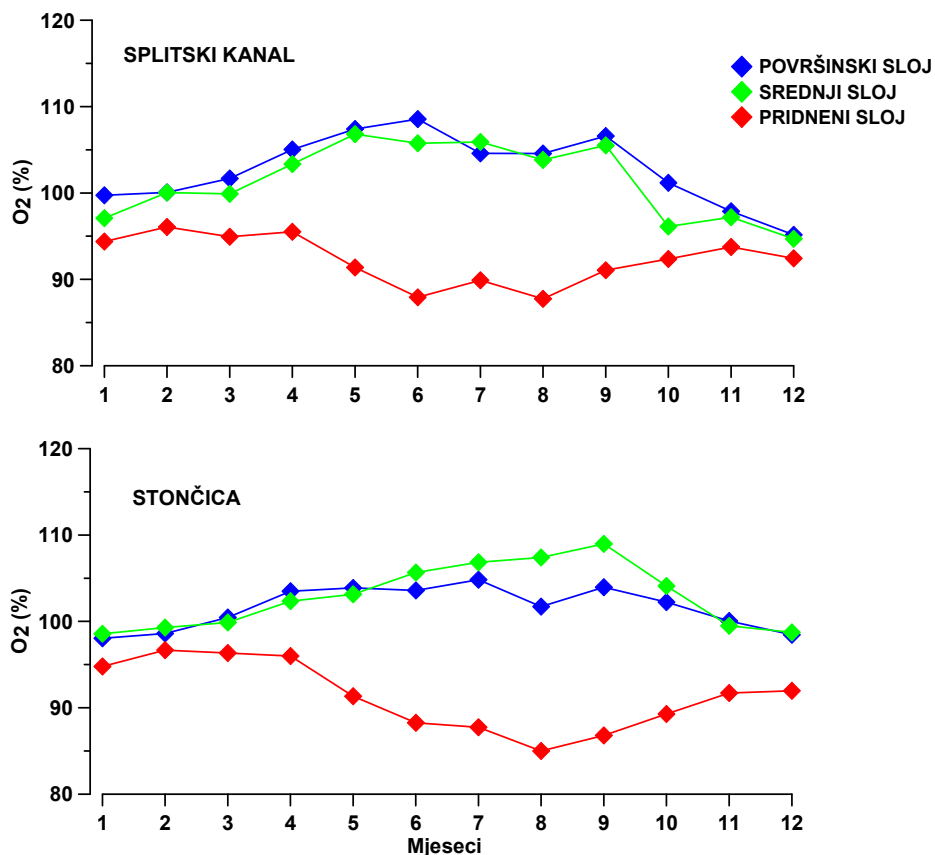
Obzirom da se projektom „PELMON“, uz osnovna istraživanja rasprostranjenosti i obima populacije sitne plave ribe, istražuje i zasićenost vodenog stupca kisikom, prije rasprave o ustanovljenom stanju otopljenog kisika tijekom krstarenja u rujnu (EM-01 do EM-26), listopadu (EM-28 i EM-29) i studenom 2009. (EM-29 do EM-40) svrsishodno je razmotriti:

- godišnji ciklus otopljenog kisika u područjima unutrašnjeg i otvorenog mora Jadrana,
- dugogodišnju, prosječnu zasićenost vodenog stupca kisikom na području unutarnjeg i otvorenog mora u odnosu na razdoblje istraživanja u 2009. godini.

Godišnji ciklus otopljenog kisika razmotrit ćemo na osnovi rezultata dugogodišnjih istraživanja hidrografskih svojstava područja unutarnjeg i otvorenog mora Jadrana (Buljan i Zore-Armanda, 1979; Zore-Armanda i sur., 1991; Banka podataka - Institut za oceanografiju i ribarstvo), uz prikaze mjesečnih fluktuacija kisika u karakterističnim slojevima vodenog stupca za postaje „Splitski kanal“ (unutarnje more) i „Stončica“ (otvoreno more) (Slika 35).

Početkom godine (zimsko razdoblje) vodeni stupac je u oba područja dobro izmiješan i relativno ujednačeno zasićen kisikom. Zbog smanjene temperature vodenog stupca, kao i manje insolacije tijekom ovog dijela godine proces fotosinteze je smanjen te je zasićenje kisikom niže ili na razini ravnotežne vrijednosti (100%). U proljetnom razdoblju (ožujak / travanj) se zasićenost površinskog i srednjeg dijela stupca zbog zagrijavanja i sve intenzivnije primarne proizvodnje povećava, dok se u pridnenom sloju (uslijed heterotrofne razgradnje sedimentirane organske tvari) smanjuje. Na oba područja se najveće raslojavanje vodenog stupca uspostavlja tijekom ljetnog razdoblja kada su površinski i srednji slojevi prezasićeni kisikom (povremeno i iznad 120 %), a pridneni sloj pokazuje izražen nedostatak kisika.

U području otvorenog mora zasićenost pridnenog sloja kisikom može, zbog većih dubina biti i niža od 70 %, dok se vrijednost u unutarnjem moru u pravilu ne smanjuje ispod 80 %. U jesen (studeni, prosinac) se vodeni stupac ponovo počinje homogenizirati, što u području unutarnjeg mora izaziva vertikalno ujednačenu zasićenost čitavog stupca, dok se u dubljem otvorenom moru izjednačava samo zasićenost gornjih slojeva vodenog stupca.

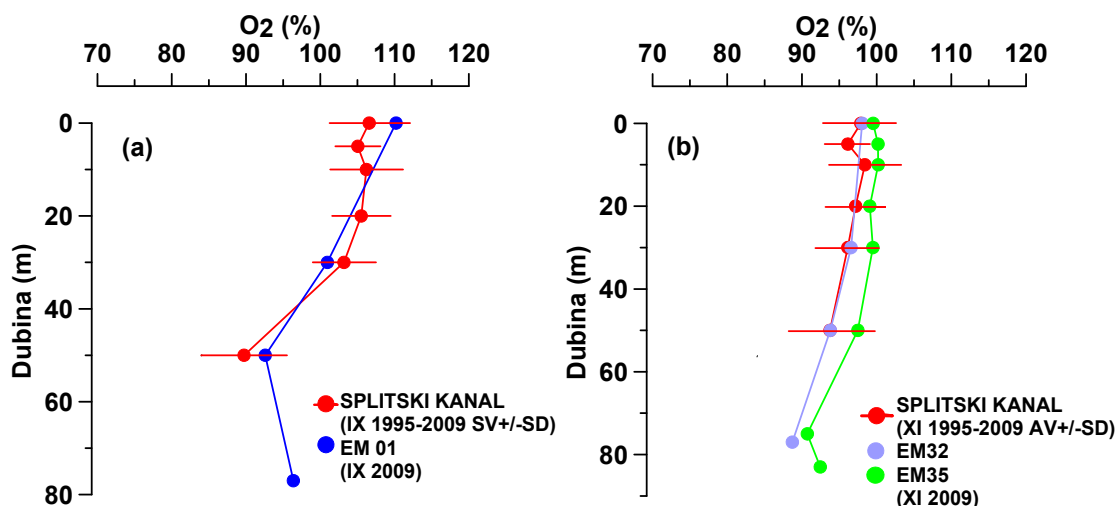


Slika 35. Srednje mjesečne vrijednosti zasićenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom na postaji Splitska kanal (unutarnje more) za razdoblje 1995-2008 i na postaji Stončica (otvoreno more) za razdoblje 1970-2008.

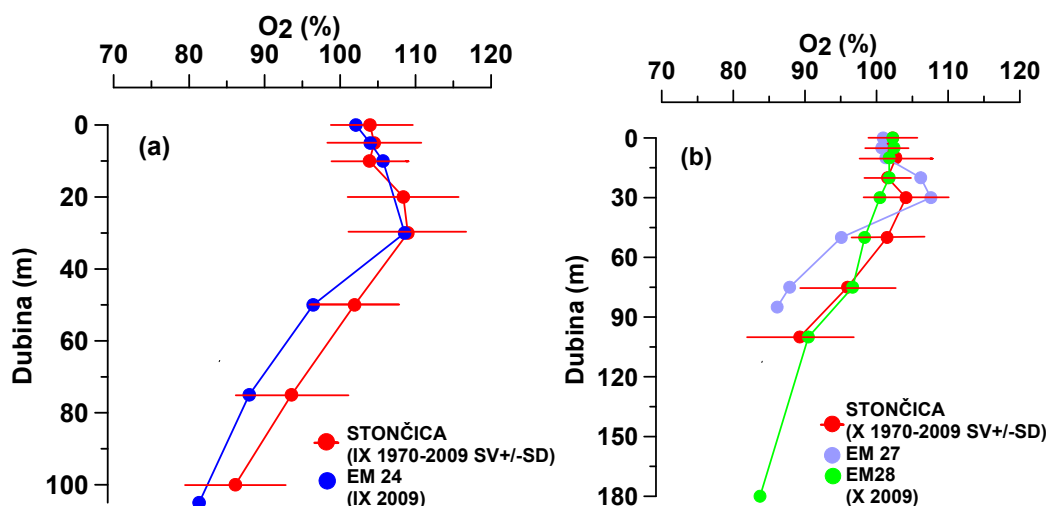
Usporedimo li rezultate dugogodišnjih istraživanja s postaja Splitski kanal (unutarnje more) i Stončica (otvoreno more) s rezultatima istraživanja projekta „PELMON“ (Slika 36) možemo utvrditi da je zasićenost vodenog stupca kisikom tijekom 2009. godine u:

- području unutarnjeg mora bila u skladu s dugogodišnjom, prosječnom vertikalnom raspodjelom, tj. sve su vrijednosti ustanovljene na postajama EM-01, EM-32 i EM-35 bile unutar srednjih vrijednosti $\pm$ standardne devijacije za postaju Splitski kanal (Slika 36),

- području otvorenog mora (postaje EM-24, EM-27 i EM-28) bila u skladu s dugogodišnjom, prosječnom vertikalnom raspodjelom u gornjem dijelu vodenog stupca od površine do 50 m, dok su u donjem dijelu vodenog stupca postaja EM-24 i EM-27 zabilježene nešto niže vrijednosti koje su na granici ili izvan srednje vrijednosti - standardne devijacije za postaju Stončica (Slika 37).



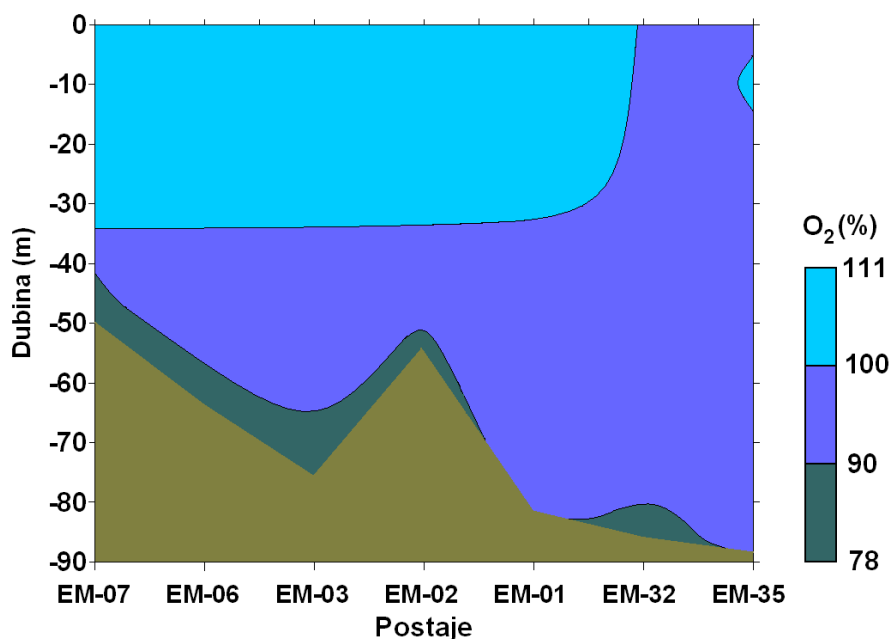
Slika 36. Prosječno zasićenje vodenog stupca kisikom ($SV \pm \text{std}$) za rujn (a) i studeni (b) u razdoblju 1995-2008 na postaji Splitski kanal uz vertikalne profile zasićenja ustanovljene tijekom rujna i studenog 2009. godine na odabranim postajama EM-01, EM-32 i EM-35 u području unutarnjeg mora.



Slika 37. Prosječno zasićenje vodenog stupca kisikom ($SV \pm \text{SD}$) za rujn (a) i listopad (b) u razdoblju 1970-2008 na postaji Stončica uz vertikalne profile zasićenja ustanovljene tijekom rujna i studenog 2009. godine na odabranim postajama EM-24, EM-27 i EM-28 u području otvorenog mora.

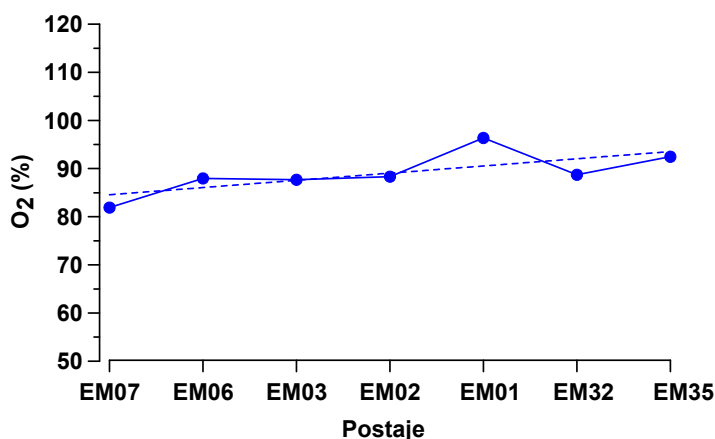
6.1.2.1. Područje unutarnjeg mora

Zasićenje vodenog stupca kisikom je u ovom dijelu Jadrana tijekom ovogodišnjeg istraživanja za projekt „PELMON“ bilo u rasponu od 78,3 do 110,2 %, što predstavlja uobičajeni raspon za ovo razdoblje godine (EIONET Baza podataka: <http://jadran.izor.hr/azo/>) (Slika 38).

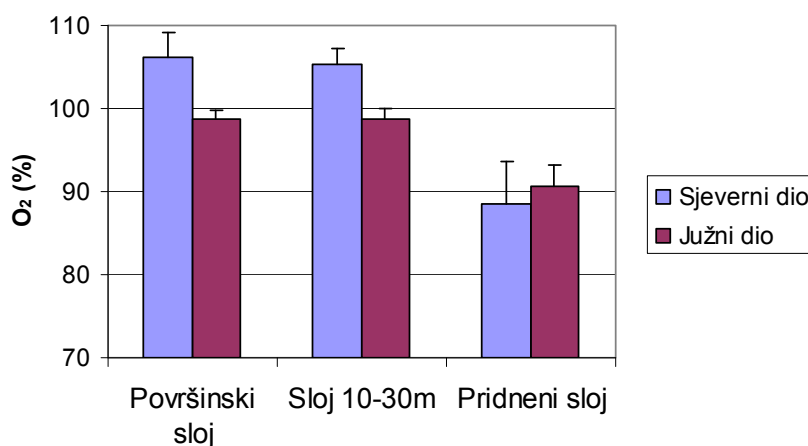


Slika 38. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području unutarnjeg mora tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.

Gornji dio stupca (0 - 33 m) je u sjevernom dijelu unutarnjeg mora (postaje EM-07, EM-06, EM-03, EM-02 i EM-01) bio umjereno prezasićen kisikom (100 – 111 %), dok su dublji slojevi (od 33 m do nekoliko metara iznad morskog dna) pokazivali tek blagi nedostatak kisika (90 – 100 %). Zasićenost pridnenog sloja kisikom je na ovim postajama bila u rasponu od 78 do 90 % (s izuzetkom postaje EM-01) i povećavala se od sjevera prema jugu (Slika 39). Vodeni stupac u južnom dijelu unutarnjeg mora (postaje EM-32 u Hvarskom i EM-35 u Mljetskom kanalu) bio je homogeniji u odnosu na sjeverni dio, te su sve izmjerene vrijednosti bile unutar raspona zasićenja od 90 do 100 %. Jedina su odstupanja zabilježena u pridnenom sloju postaje EM-32 (< 90 %) i u sloju od 10 m na postaji EM-35 (> 100 %). Detaljnija analiza izmjerenih podataka u sjevernom i južnom dijelu unutarnjeg mora (Slika 40) pokazuje značajne razlike u zasićenosti kisikom između ovih područja za fotosintetski najaktivniji dio stupca (površinski sloj i sloj od 10 do 30 m), dok su razlike u pridnenom sloju slabije izražene.



Slika 39. Zasićenje pridnenog sloja postaja unutarnjeg mora kisikom tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.



Slika 40. Prosječno zasićenje kisika (SV ± SD) u karakterističnim slojevima vodenog stupca sjevernog i južnog dijela unutarnjeg mora tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.

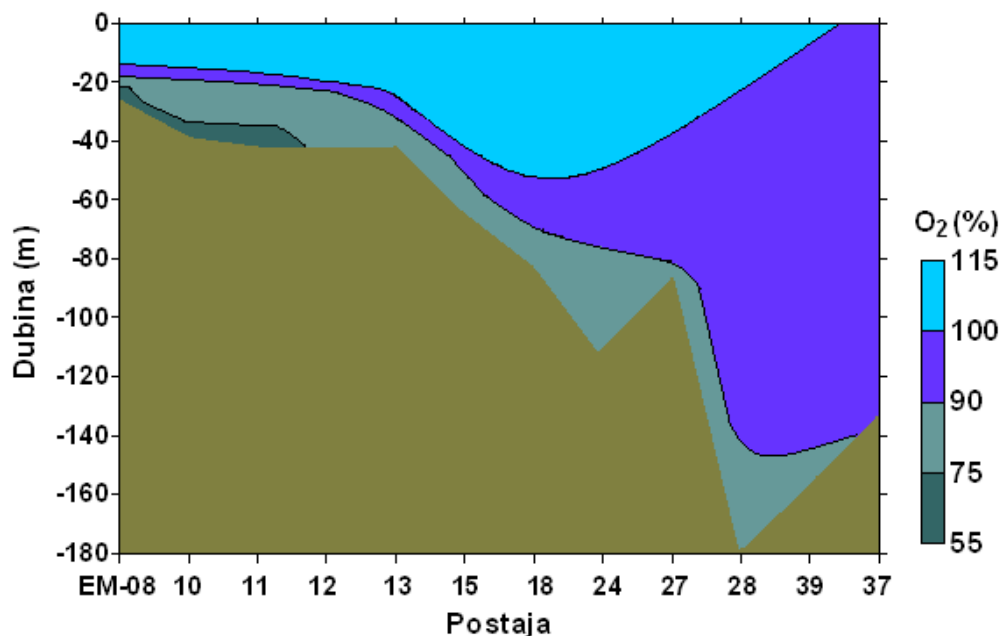
6.1.2.2. Područje otvorenog mora

Zasićenje vodenog stupca kisikom u području otvorenog mora je tijekom istraživanja od rujna do studenog 2009. godine bilo u rasponu od 54,3 do 114,3 %, što je više u odnosu na uobičajeni raspon vrijednosti za ovaj dio Jadrana (EIONET Baza podataka: <http://jadran.izor.hr/azo/>). Odstupanje od uobičajenog stanja odnosi se samo na pridnene slojeve sjevernih postaja EM-08 (68,2 %), EM-10 (63,5 %) i EM-11 (54,3 %), dok je zasićenost na ostalim postajama bila u rasponu uobičajenih vrijednosti.

Granični sloj ravnotežnog zasićenja (100 %) na većini sjevernih postaja (EM-08 do EM-13) je bio relativno plitko (na dubini od 15 do 20 m), a produbljuje se prema srednjem dijelu Jadrana do dubine od 45 - 50 m (postaje EM-15, EM-18 i EM-24). Na postajama smještenim u južnom području dubina uravnoteženog zasićenja se opet smanjuje tako da je na najjužnijoj postaji EM-37 u površinskom sloju (Slika 41).

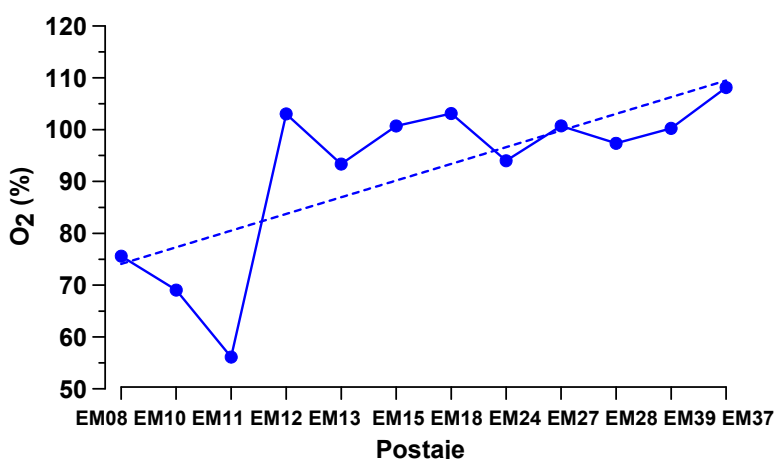
Vodena masa iznad ove granične razine je prezasićena kisikom (100 do 115 %), pri čemu su najveće vrijednosti zabilježene na sjevernim postajama. Vodeni stupac ispod dubine uravnoteženog zasićenja se može podijeliti u tri sloja; (I) sloj s umjerenim nedostatkom kisika ($O_2 = 90 - 100 \%$), (II) sloj s naglašenim nedostatkom kisika ($O_2 = 75 - 90 \%$) i (III) sloj s izrazitim nedostatkom kisika ($O_2 < 75 \%$).

Sloj s umjerenim nedostatkom kisika (I) pojavljuje se u čitavom području otvorenog mora i debljina mu je relativno mala (5 do 20 m). U srednjem dijelu s debljinom od 20 do 120 m sloj (I) zauzima značajan dio vodenog stupca, a na krajnjem jugu na postaji EM-37 i čitavi vodeni stupac. Sloj sa naglašenim nedostatkom kisika (II) javlja se također u cijelom području otvorenog mora (osim na postaji EM-37) i debljina mu je relativno ujednačena (od 10 do 30 m). U većem dijelu otvorenog mora ovaj sloj dopire do morskog dna, uz izuzetak sjevernih postaja EM-08, EM-10 i EM-11, gdje je iznad morskog dna tanak sloj izrazitog nedostatka kisika (III) u kojem je zabilježena zasićenost u rasponu od 55 do 75 %.



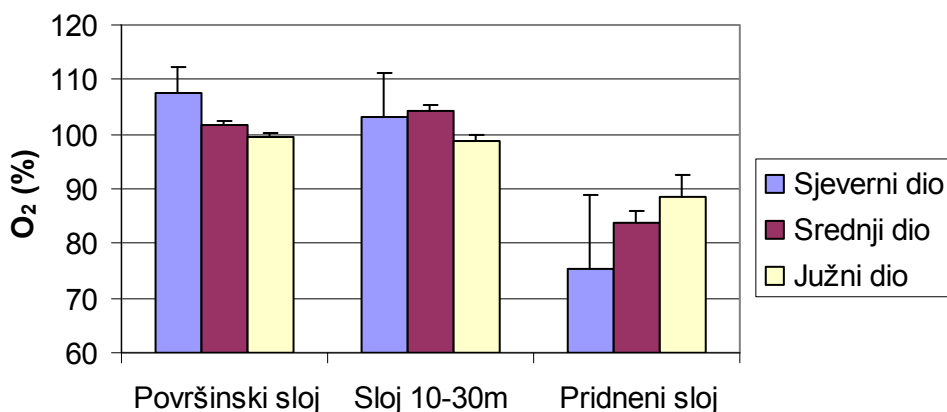
Slika 41. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području otvorenog mora tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.

Razlike u zasićenosti pridnenog sloja pojedinih postaja otvorenog mora kisikom uočljive su i na slici 42, a linija trenda jasno ukazuje na pozitivan gradijent kisika od sjevera prema jugu. Niža zasićenost u plitkom, sjevernom dijelu otvorenog mora u odnosu na duboki srednji i južni dio jasno upućuje na veću sedimentaciju (i razgradnju) partikulatne organske tvari u ovom dijelu otvorenog mora u odnosu na njegov srednji i južni dio.



Slika 42. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama otvorenog mora tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.

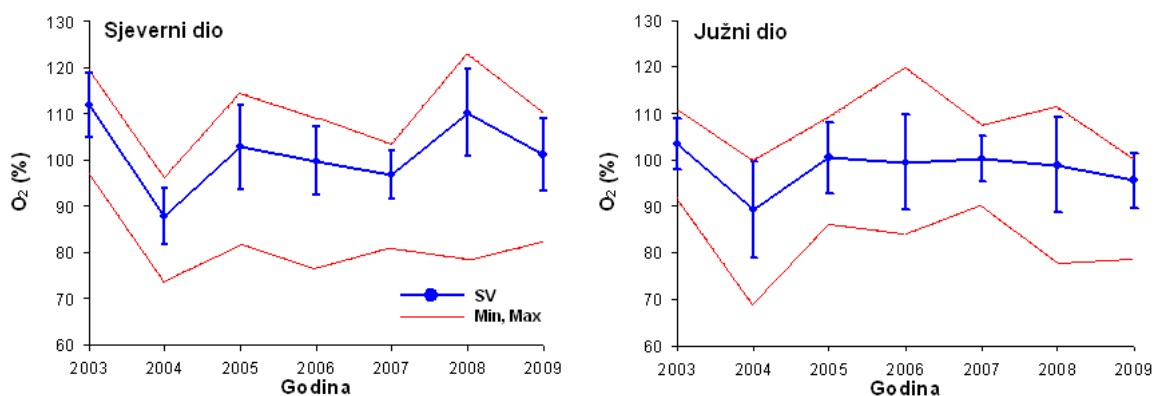
Prostorne razlike u zasićenju kisikom površinskog i srednjeg sloja (Slika 43) su manje izražene u odnosu na razlike u pridnenom sloju. Uočljivo je, međutim, povišeno zasićenje područja sjevernog Jadrana u površinskom sloju sa (SV = 107,5 %) u odnosu na ostale dijelove otvorenog mora (SV = 101,8 i 99,7 %).



Slika 43. Prosječno zasićenje kisika ($\pm$ std) u karakterističnim slojevima vodenog stupca sjevernog, srednjeg i južnog dijela otvorenog mora tijekom istraživanja za projekt „PELMON“ u 2009. godini.

6.1.2.3. Osvrt na cjelokupno razdoblje istraživanja

Činjenica da se istraživanja u sklopu projekta «PELMON» od 2003. godine provode u istom razdoblju godine omogućuje nam analizu višegodišnjeg stanja sadržaja otopljenog kisika u vodenom stupcu ispitivanog područja Jadranskog mora. U području unutrašnjeg mora (Slika 44) zasićenost kisikom tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja nije bila niža od 68 %, i nije porasla iznad 123%. Ovaj se apsolutni raspon može ocijeniti umjerenim, tj. u ovom području nisu ustanovljene kritične koncentracije kisika koji bi negativno utjecale na prostornu raspodjelu naselja sitne plave ribe i općenito na morski ekosustav područja.

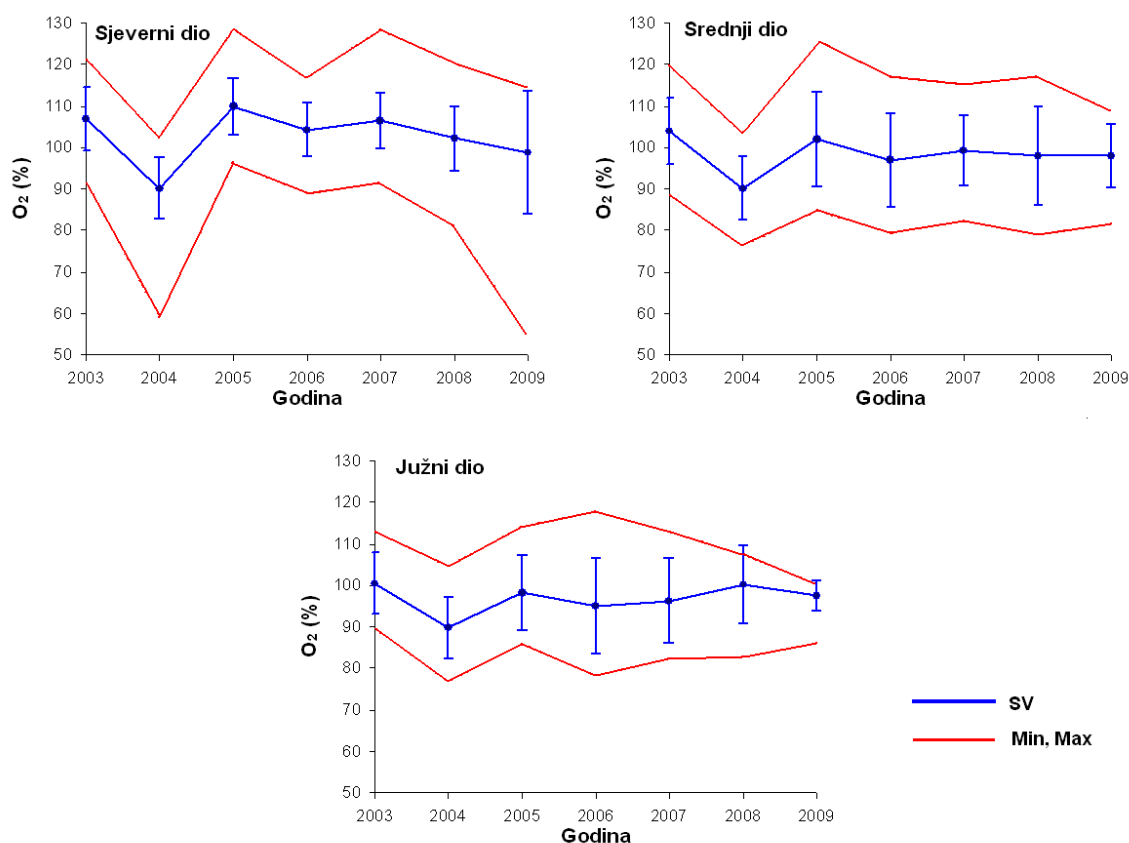


Slika 44. Minimalno, maksimalno i prosječno zasićenje ($\pm$ SD) vodenog stupca područja unutrašnjeg mora u razdoblju od 2003. do 2009. godine.

Prema prikazanim srednjim vrijednostima zasićenja jednoznačan trend promjene razine kisika u ovom području nije ustanovljen, ali su uočljive jače izražene oscilacije u području sjevernog dijela unutrašnjeg mora u odnosu na južni dio. Stanje sadržaja otopljenog kisika u području unutrašnjeg mora tijekom 2009. godine se može ocijeniti prosječnim u odnosu na dosadašnje razdoblje istraživanja.

Apsolutni raspon zasićenosti kisikom je u području otvorenog mora (Slika 45) bio od 54,3 do 128 %, što je nešto širi raspon u odnosu na područje unutrašnjeg mora. Razlog tome je veća dubina ovog područja (koja otežava prozračivanje pridnenih slojeva), ali i sporije hlađenje gornjeg eufotičnog sloja (koje potiče proces fotosinteze u čitavom području, te proces razgradnje partikulatne tvari u plićim, sjevernim područjima). Slično području unutrašnjeg mora, trend smanjenja ili povećanja sadržaja kisika nije ustanovljen, dok srednje vrijednosti zasićenosti kisikom također ukazuju na nešto izraženije oscilacije kisika u sjevernom dijelu otvorenog mora u odnosu na njegov srednji i južni dio. Prema

ustanovljenim vrijednostima otopljenog kisika u razdoblju od 2003. do 2009. može se zaključiti da i u ovom području nisu ustanovljene kritične koncentracije koje bi negativno utjecale na prostornu raspodjelu naselja sitne plave ribe i općenito na morski ekosustav područja.



Slika 45. Minimalno, maksimalno i prosječno zasićenje ($\pm$ SD) vodenog stupca područja otvorenog mora u razdoblju od 2003. do 2009. godine.

Stanje otopljenog kisika na većini postaja u području otvorenog mora tijekom 2009. godini može se ocijeniti prosječnim u odnosu na dosadašnje razdoblje istraživanja, a negativna odstupanja zabilježena su jedino na postajama EM-08, EM-10 i EM-11 u sjevernom dijelu ovog područja.

6.1.3. Fitoplankton

Fitoplankton su jednostanični, mikroskopski sitni organizmi koji plutaju u vodi i sposobni su sintetizirati organske spojeve iz neživog anorganskog materijala. Istodobno s izgradnjom organske tvari u procesu fotosinteze nastaje i kisik, koji je većini organizama neophodan za iskorištavanje energije. Organska tvar stvorena procesom primarne proizvodnje se preko hranidbenih lanaca prenosi na više trofičke razine, gdje se u procesu sekundarne proizvodnje koristi za izgradnju mnogo složenije organske tvari. Bakterijskom razgradnjom zatvara se ciklus u kojem se neprekidno odvija kruženje materije i energije kroz ekosustav.

Fitoplanktonski su organizmi najvažniji proizvođači organske tvari u morskom ekosustavu pa se trofički status nekog područja veoma dobro može procijeniti preko primarne proizvodnje odnosno biomase fitoplanktona. Budući da su fitoplanktonski organizmi veoma osjetljivi na promjene faktora okoliša, a ujedno predstavljaju i prvu kariku hranidbenih lanaca, sve eventualne promjene u ekosustavu najprije se očituju na promjenama u fitoplanktonskoj zajednici.

Za procjenu biomase fitoplanktona danas se koristi više metoda, pri čemu se do rezultata može doći posrednim ili neposrednim putem. Najjednostavnija, a istodobno i najčešće korištena metoda je metoda određivanja koncentracije klorofila *a*, preko koje se do rezultata dolazi posrednim putem. Koncentracija klorofila *a*, kao glavnog fotosintetskog pigmenta, pruža veoma dobar uvid u visinu biomase fitoplanktona, ali ne daje uvid u strukturu fitoplanktonske zajednice. Neke novije metode, poput procjene koncentracije dodatnih pigmenata (peridinin, fukoksantin), uz procjenu koncentracije klorofila *a* daju djelomičan uvid u strukturu fitoplanktonske zajednice, jer se preko njih može odrediti koja grupa organizama (dijatomeje ili dinoflagelati) prevladava u zajednici. Ipak za procjenu trofičkog statusa najbolje su neposredne metode, odnosno mikroskopska analiza uzoraka, koja uključuje brojenje stanica, određivanje njihovog plazmatskog volumena i determinaciju vrsta. Najbolje rezultate pruža kombinacija posrednih i neposrednih metoda, koja daje uvid u visinu biomase fitoplanktona i raznolikost vrsta unutar zajednice, prema čemu se dosta pouzdano može odrediti trofički status područja. U ovim smo istraživanjima koristili metodu procjene biomase preko koncentracije klorofila *a*, kao i metodu brojenja stanica i određivanja vrsta na obrnutom mikroskopu.

Dosadašnja istraživanja Jadrana ukazuju na postojanje različitih trofičkih područja u okviru kojih razlikujemo produktivniji i potencijalno eutrofni sjeverni dio, te dublji srednji

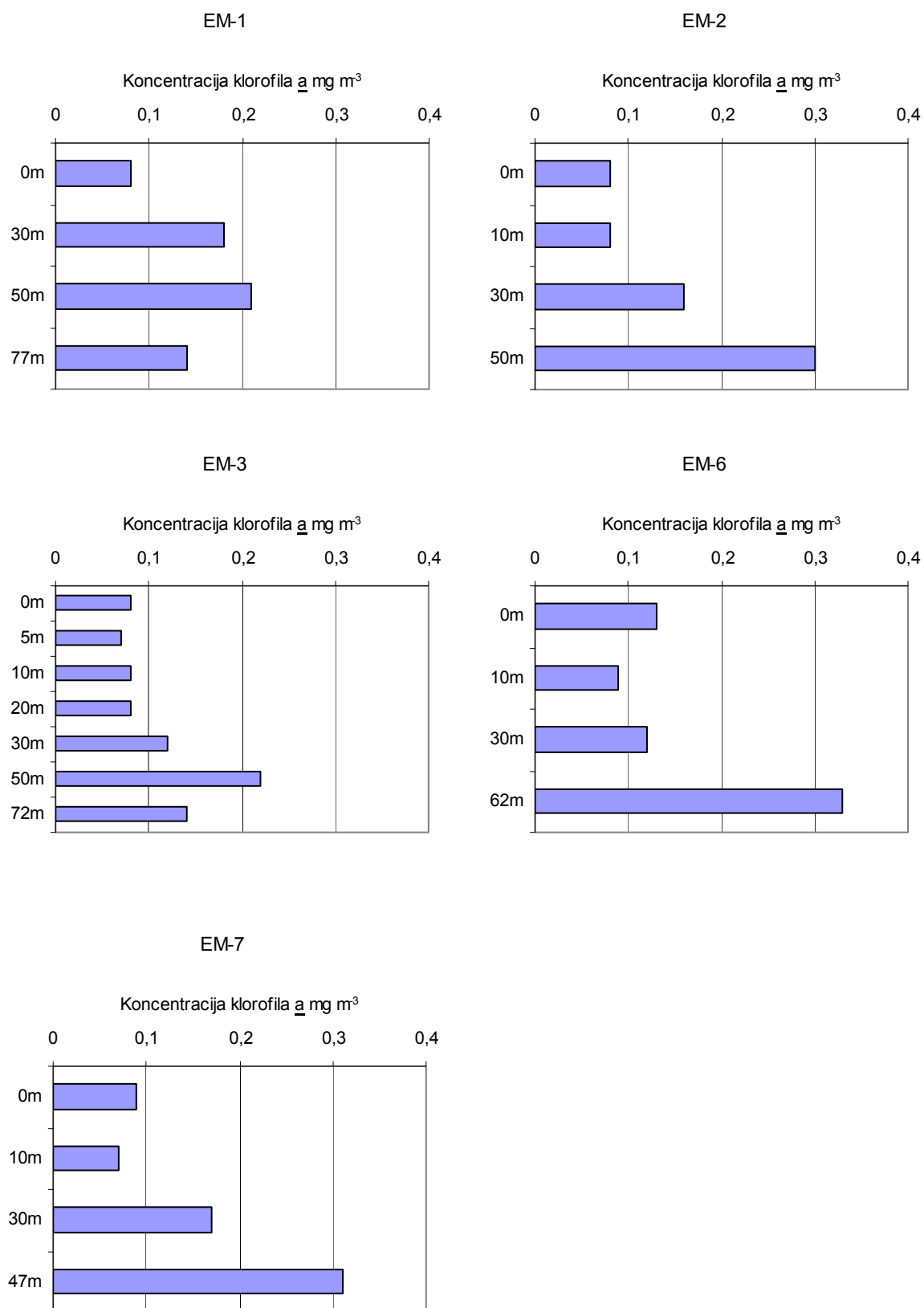
i južni dio sa znatno nižom primarnom proizvodnjom. S obzirom na stupanj trofije bitno se razlikuju obalne vode i otvorene vode, posebice otvorene vode srednjeg i južnog Jadrana. Otvorene vode srednjeg i južnog Jadrana pokazuju jasne oligotrofne karakteristike (Viličić i sur., 1989).

6.1.3.1. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica unutarnjeg mora

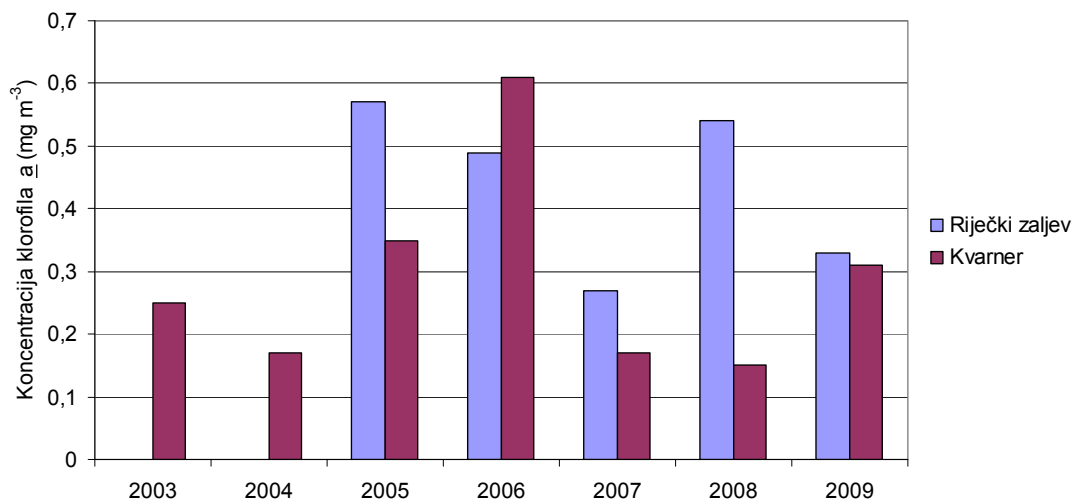
6.1.3.1.1. Unutarnje more –sjeverni dio

Koncentracija klorofila *a* je na području unutarnje more-sjeverni dio bila u rasponu od 0,07 do 0,33 mg m⁻³ (Slika 46). Navedene su vrijednosti niske i ukazuju na oligotrofne karakteristike istraživanog područja. Najveća je biomasa zabilježena u Riječkom zaljevu (EM-6) u pridnom sloju s tim da su zabilježene vrijednosti nešto niže od prošlogodišnjih. Na svim su istraživanim postajama najveće vrijednosti zabilježene u pridnom sloju što je uobičajeno za ovo doba godine u umjereno toplim morima kao što je Jadran. U toplijem je dijelu godinu zbog stratifikacije onemogućeno miješanje pa je u pravilu zbog veće koncentracije hranjivih soli, biomasa fitoplanktona najveća u pridnom sloju. Analiza rezultata za razdoblje od 2003 do 2009 je pokazala da su najveće biomase u riječkom zaljevu zabilježene 2005, 2006 i 2008 godine (Slika 47). Ovu godinu karakterizira pad biomase u Riječkom zaljevu u odnosu na prošlu godinu, a biomasa je slična onoj u 2007. godini. Na području Kvarnera je najveća biomasa zabilježena 2006. godine.

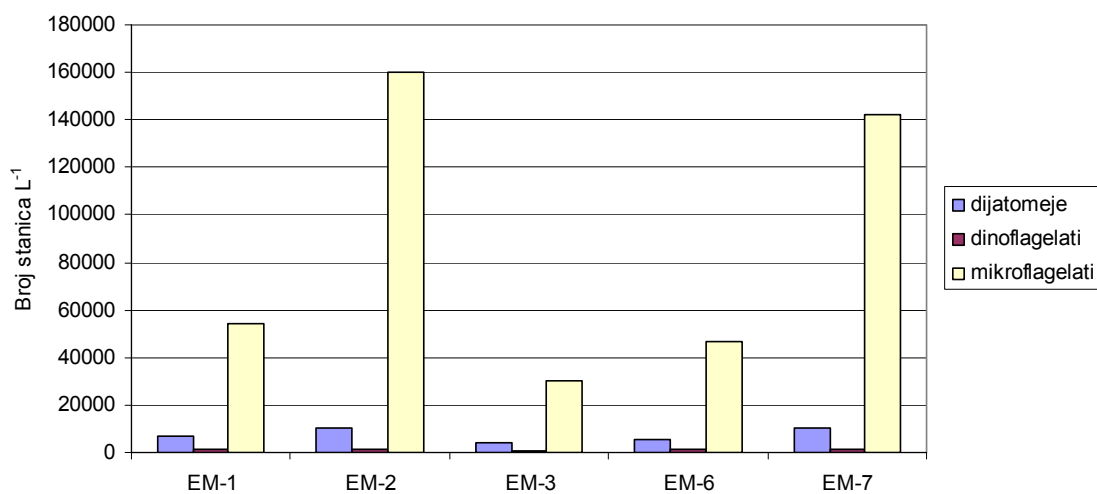
Brojnost fitoplanktona je bila nešto veća u odnosu na prošlu godinu i kretala se u rasponu od 4,69x10⁴ do 1,79x10⁵ stanica po litri morske vode (Slika 48). Na svim su postajama bili najbrojniji sitni mikroflagelatni organizmi koji su ukupnoj brojnosti doprinosili sa više od 85% (Tablice 10-14). Od većih fitoplanktonskih vrsta najzastupljenije su dijatomeje *Leptocylindrus danicus*, *L. mediterraneus*, *Pseudonitzschia* spp., dok su vrste roda *Chaetoceros* bile prisutne samo na sjevernijim postajama u Riječkom zaljevu i na području Kvarnera.



Slika 46. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području unutarnje more-sjeverni dio.



Slika 47. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona u Riječkom zaljevu i na području Kvarnera u razdoblju od 2003 do 2009. godine.



Slika 48. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-sjeverni dio.

Tablica 10. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-1 (Murtersko more)
unutarne more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-01	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-77 m
DIJATOMEJE	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	3303
<i>Navicula</i> sp.	367
<i>Pennatae</i> indeterminata	1101
<i>Proboscidea alata</i>	367
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1468
Ukupno:	6606
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)	734
<i>Oxytoxum variabile</i>	367
Ukupno:	1101
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagellati</i> spp.	54500
Ukupno:	54500
UKUPNO:	62207

Tablica 11. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-2 (Virsko more)
unutarne more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-02	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-50 m
DIJATOMEJE	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	5920
<i>Nitzschia longissima</i>	1480
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	2960
Ukupno:	10360
DINOFLAGELATI	
<i>Amphidinium</i> sp.	1480
Ukupno:	1480
KOKOLITOPHORINE	
<i>Coccolithophoridae</i> spp.	7400
Ukupno:	7400
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagellati</i> spp.	160200
Ukupno:	160200
UKUPNO:	179440

Tablica 12. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-3 (Kvarnerić) unutarnje more-sjeverni dio (br. stanica I¹).

EM-03				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	30 m	50 m	72 m
DIJATOMEJE				
<i>Bacteriastrum</i> sp.	2569			
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	3303			
<i>Navicula</i> sp.			734	
<i>Nitzschia longissima</i>	367			
<i>Pennatae</i> indeterminata		4404	2569	
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.				2569
<i>Rhizosolenia</i> sp.	367			
<i>Thalassionema</i> sp.				367
Ukupno:	6606	4404	3303	2936
DINOFLAGELATI				
<i>Ceratium trichoceros</i>			734	
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)		734		
<i>Gymnodinium</i> sp.			734	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	367	367		
<i>Gyrodinium</i> sp.	367			
Ukupno:	734	1101	1468	0
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae</i> sp.				367
Ukupno:	0	0	0	367
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagellati</i> spp.	39240	23980	15260	43600
Ukupno:				
UKUPNO:	46580	29485	20031	46903

Tablica 13. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-6 (Riječki zaljev) otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

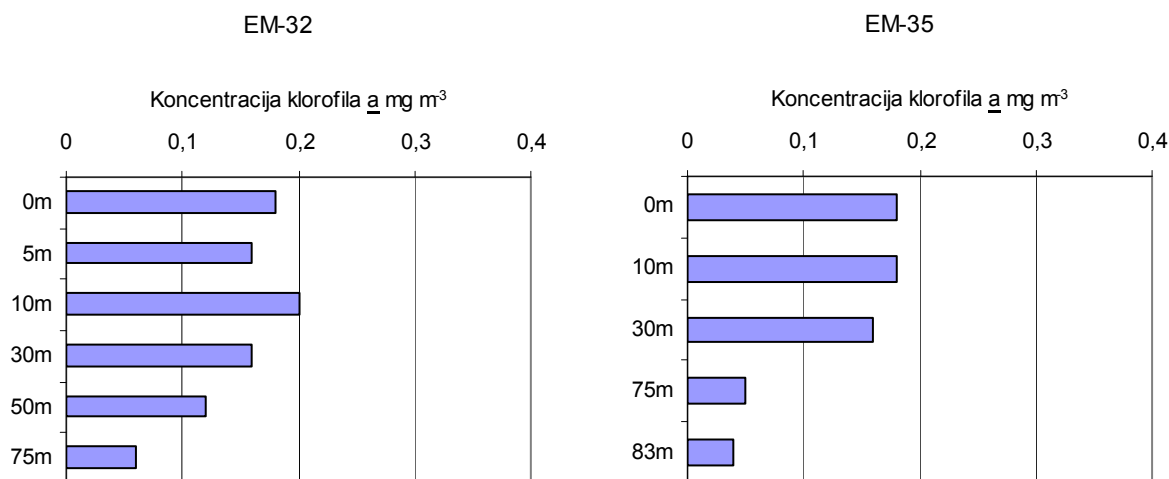
EM-06	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-62 m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros</i> sp.	1480
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	1110
<i>Pennatae indeterm</i>	740
<i>Proboscia alata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1850
Ukupno:	5550
DINOFLAGELATI	
<i>Ceratium candelabrum</i>	370
<i>Ceratium furca</i>	370
<i>Ceratium fusus</i>	370
<i>Goniodoma polyedricum</i>	370
Ukupno:	1480
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagellati</i> spp.	46830
Ukupno:	46830
UKUPNO:	53860

Tablica 14. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-7 (Kvarner) otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-07	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-47 m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros</i> sp.	2960
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	2960
<i>Navicula</i> sp.	1480
<i>Pennatae indeterm</i>	1480
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1480
Ukupno:	10360
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)	1480
Ukupno:	1480
KOKOLITOPORINE	
<i>Coccolithophoridae</i> sp.	1480
Ukupno:	1480
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagellati</i> spp.	142400
Ukupno:	142400
UKUPNO:	155720

6.1.3.1.2. Unutarnje more-južni dio

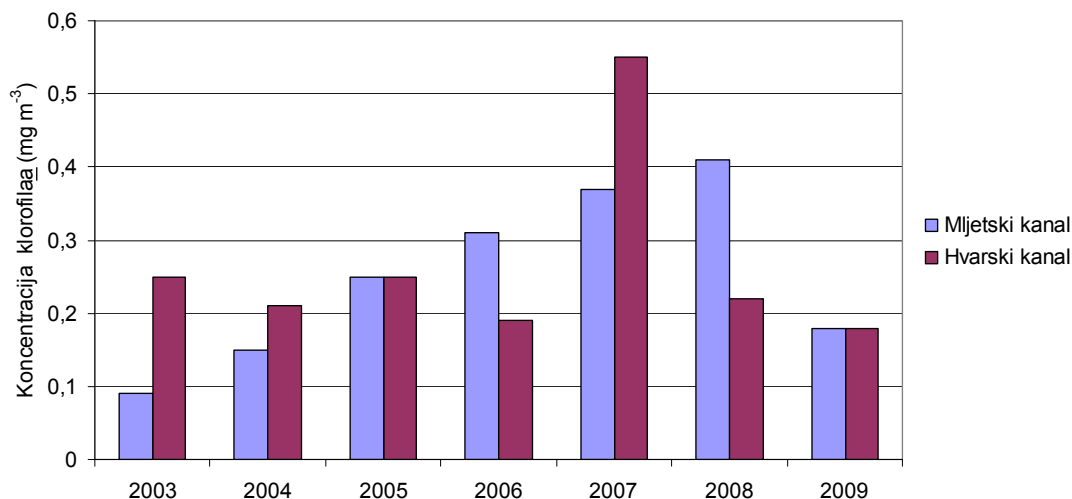
Koncentracija klorofila *a* je u Hvarskom i Mljetskom kanalu bila u rasponu od 0,04 do 0,2 mg m⁻³ (Slika 48). Veća biomasa u površinskom sloju rezultat je miješanja i donosa hranjivih soli površinski sloj.



Slika 48. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području unutarnje more-južni dio

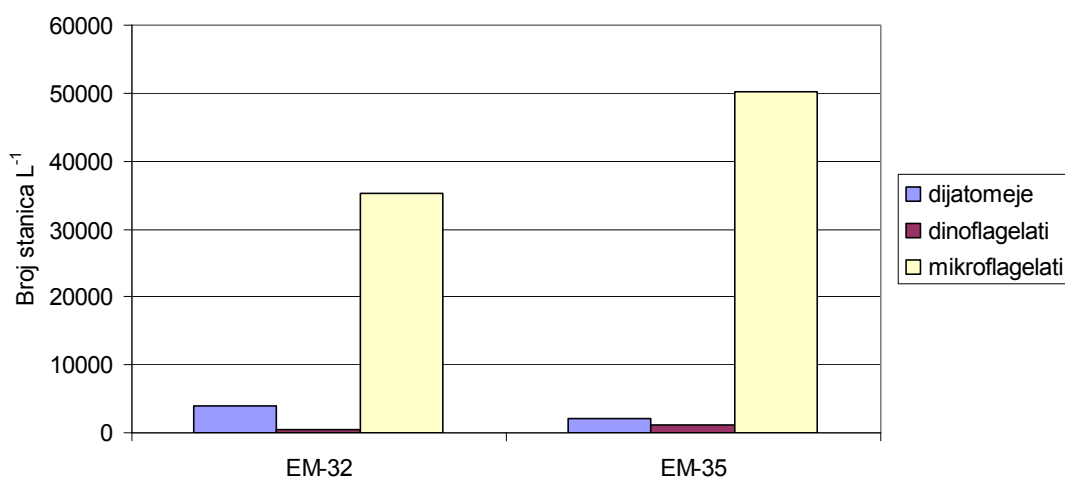
Ove su godine uzorci na ovom području uzeti u studenom za razliku od prijašnjih godina kada su uzorci uzimani u rujnu. Zbog toga je teško uspoređivati dobivene rezultate s prijašnjim jer uočene razlike velikim su dijelom rezultat sezonskih promjena u zajednici više nego međugodišnje promjene.

Uočeni konstantni rast biomase fitoplanktona u razdoblju od 2003 do 2008 u Mljetskom kanalu, ove godine nije nastavljen što može biti rezultat uzorkovanja u različitim sezonama (Slika 49). Pri uspoređivanju višegodišnjih razlika koristile su se maksimalne biomase zabilježene u stupcu vode. To su u razdoblju od 2003 do 2008 bile vrijednosti u pridnenom sloju dok su u 2009 zbog uzorkovanja u zimskom periodu to bile vrijednosti zabilježene u površinskom sloju. Biomasa u Hvarskom kanalu je konstantna ako se izuzme 2007. godina kada je biomasa fitoplanktona bila znatno viša u odnosu na ostale godine (Slika 49).



Slika 49. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene u Mljetskom i Hvarskom kanalu u razdoblju od 2003 do 2009. godine

Brojnost fitoplanktona je u Mljetskom kanalu bila $5,3 \times 10^4$ stanica po litri dok je u hvarskom kanalu bila u rasponu od $1,78-4,52 \times 10^4$ stanica po litri ovisno o dubini (Slika 50; Tablice 15, 16). Na obje su postaje najbrojniji bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelata. Od dijatomejskih su vrsta najbrojnije u Hvarskom kanalu bile *Thalassionema frauenfeldii*, *Chaetoceros curvisetus* i *Pseudo-nitzschia* spp. U Mljetskom su kanalu dijatomeje bile slabije zastupljene, a najbrojnije su bile *Proboscia alata* i *Pseudo-nitzschia* spp.



Slika 50. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-južni dio.

Tablica 15. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-32 unutarnje more-južni dio (Hvarski kanal) (br. stanica l⁻¹).

EM-32						
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	5 m	10 m	30 m	50 m	75 m
DIJATOMEJE						
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1101		2569		734	
<i>Guinardia flaccida</i>					367	
<i>Hemiaulus sinensis</i>	1468					
<i>Leptocylindrus danicus</i>						367
<i>Nitzschia longissima</i>					367	367
<i>Pennatae indeterminata</i>	1101	367	1835			367
<i>Proboscia alata</i>						
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1468		1468		1468	1101
<i>Thalassionema frauenfeldi</i>	2569					
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1101					
<i>Thalassionema</i> sp.		1835	367		1101	367
Ukupno:	8808	2202	6239	0	4037	2569
DINOFLAGELATI						
<i>Amphidinium</i> sp.						
<i>Gymnodinium simplex</i>						
<i>Gymnodinium</i> z.						
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)	734		367	367		367
<i>Gyrodinium</i> sp.	367					367
<i>Oxytoxum sphaeroideum</i>	367					
<i>Dinofl.</i> <20 µm					367	
Ukupno:	1468	0	367	367	367	734
KOKOLITOPHORINE						
<i>Coccolithophoridae</i> sp.		367				367
Ukupno:	0	367	0	0	0	367
MIKROFLAGELATI						
<i>Mikroflagella</i> spp.	34880	58860	45780	17440	37060	17440
Ukupno:	34880	58860	45780	17440	37060	17440
UKUPNO:	45156	61429	52386	17807	41464	21110

Tablica 16. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-35 unutarnje more-južni dio (Mljetski kanal) (br. stanica l⁻¹).

EM-35	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-83 m
DIJATOMEJE	
<i>Proboscia alata</i>	734
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	734
<i>Pennatae indeterminatae</i>	367
<i>Thalassionema sp.</i>	367
Ukupno:	2202
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.</i> (<20 µm)	1101
Ukupno:	1101
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	50140
Ukupno:	50140
UKUPNO:	53443

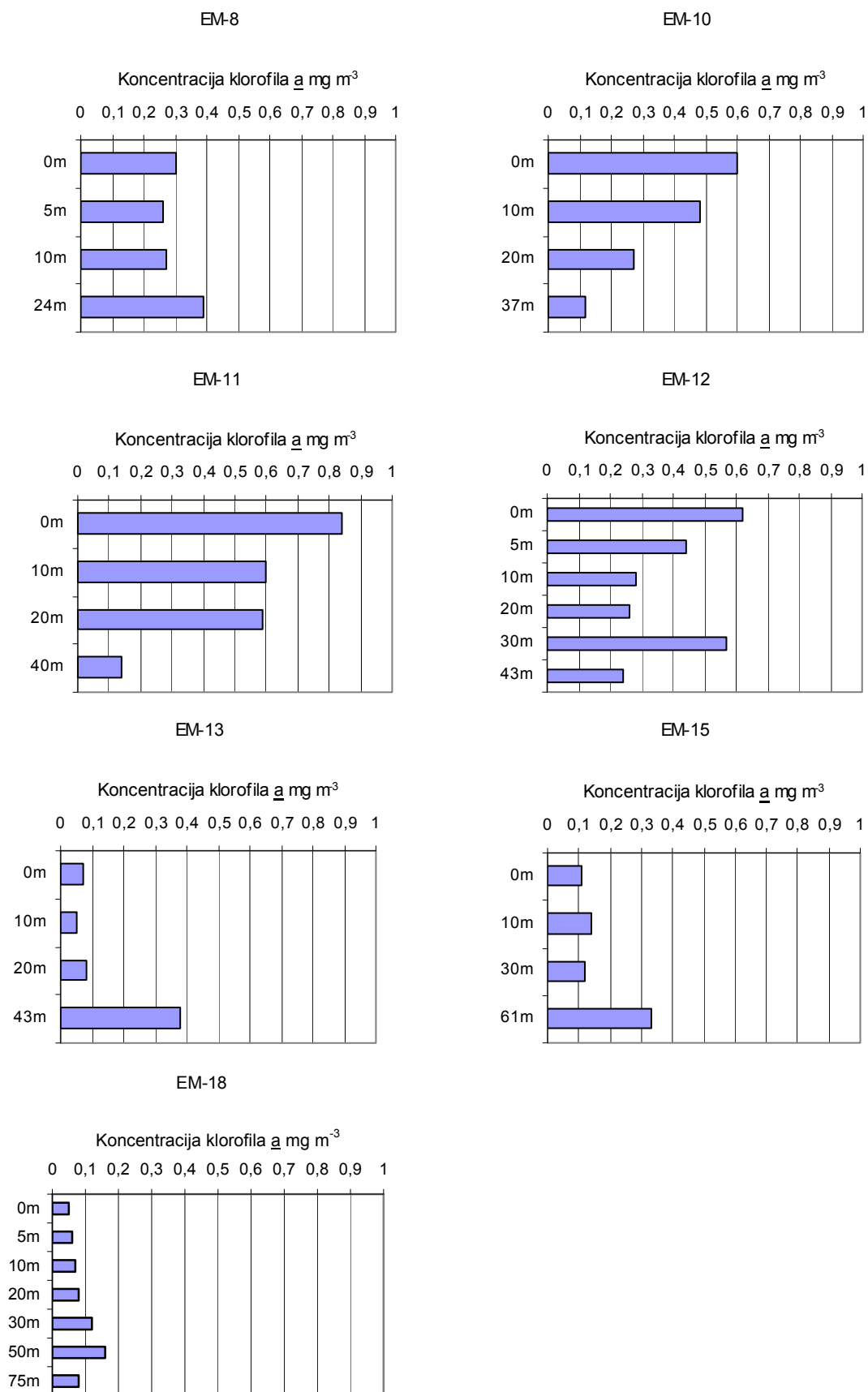
6.1.3.2. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica otvorenog mora

6.1.3.2.1. Otvoreno more - sjeverni dio

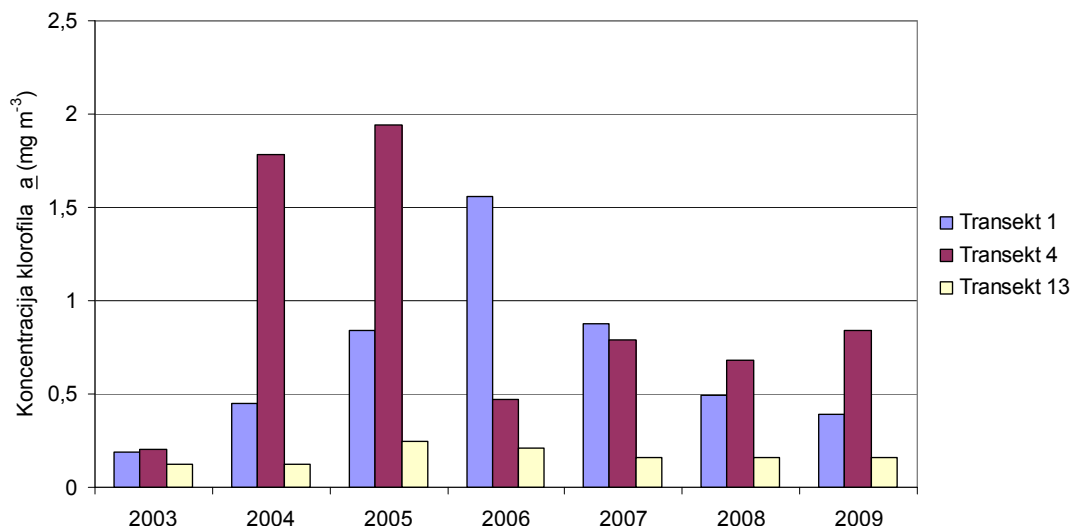
Koncentracija klorofila *a* je na području otvoreno more-sjeverni dio bila u rasponu od 0,05 do 0,84 mg m⁻³. Zabilježene vrijednosti su uobičajene za ovo područje i uglavnom su niže od 0,5 mg m⁻³ što je karakteristika ekosustava nižeg stupnja trofije. Na postajama EM-10, EM-11 i EM-12 su zabilježene najveće biomase i to u površinskom sloju dok je na ostalim postajama ovog područja veća biomasa bila u pridnenom sloju u odnosu na površinski (Slika 51). Veća biomasa u površinskom sloju na gore navedenim postajama upućuje na dotok hranjivih soli s kopna ili utjecaj rijeke Po, budući da je stupac vode uslojan i proces miješanja nije započeo. Najniža je biomasa fitoplanktona bila na na postaji EM-18 koja je smještena najjužnije.

Analiza rezultata za razdoblje od 2003 do 2009 je pokazala da je najniža biomasa zabilježena 2003. godine što je vjerojatno rezultat izuzetno sušnog razdoblja i male količine padalina koje su karakterizirale tu godinu (Slika 52). Koncentracija klorofila *a* je na najsjevernijoj istraživanoj točki (Transekt1, Slika 52) bila najveća 2006. godine, a zabilježene su i nešto veće vrijednosti 2005 i 2007 godine u odnosu na 2003, 2004, 2008 i 2009. Ovakva je raspodjela u skladu s količinom oborina u kolovozu i rujnu tijekom istraživanih godina. Veća količina oborina je popraćena većom biomasom fitoplanktona što je vjerojatno rezultat obilnijeg dotoka hranjivih soli rijekom Po, ali i ostalim rijekama. Biomasa fitoplanktona je na postaji Transekt 4 koja je smještena u otvorenim vodama u razini krajnje južne točke poluotoka Istra bila povišena 2004 i 2005 godine u odnosu na ostale godine (Slika 52). Biomasa fitoplanktona je na najjužnijoj postaji sjevernog dijela tijekom 7-godišnjeg razdoblja istraživanja nepromijenjena (Slika 52).

Brojnost fitoplanktona je na istraživanom području bila u rasponu od $3,75 \times 10^4$ do $3,93 \times 10^5$. Brojnost je na južnijim postajama (EM-15, EM-18) bila za red veličine manja od postaja smještenih sjevernije. Najveća je brojnost kao i koncentracija klorofila *a* bila na postaji EM-11. Na svim su istraživanim postajama u fitoplanktonskoj zajednici najbrojniji bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelati (Slika 53) (Tablice 17-23).

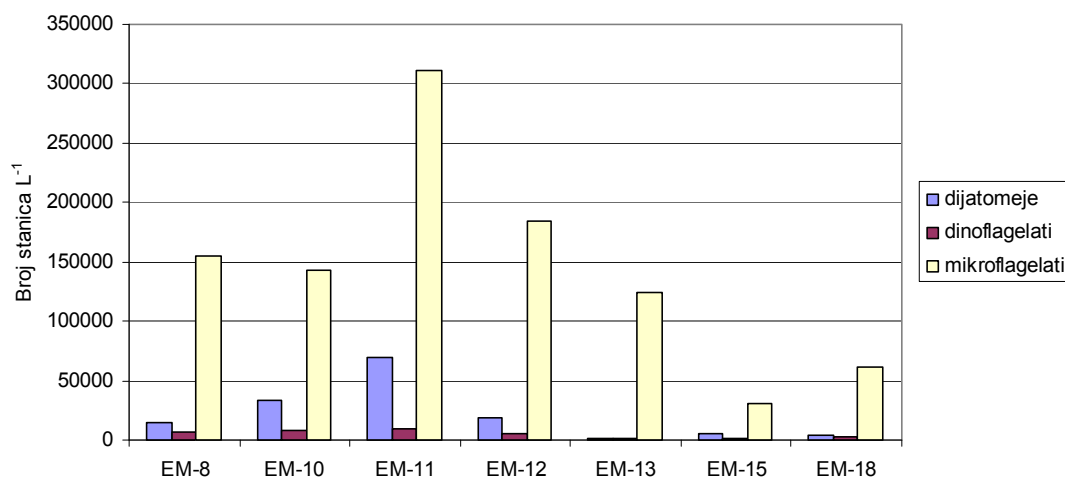


Slika 51. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvoreno more – sjeverni dio.



Slika 52. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – sjeverni dio u razdoblju od 2003 do 2008. Transekt 1 označava najsjeverniju istraživanu postaju; Transekt 4 označava postaju smještenu u razini krajnje južne točke poluotoka Istra; Transekt 13 označava najjužniju postaju sjevernog dijela.

Veća brojnost dijatomeja zabilježena je na sjevernijim postajama u odnosu na južnije EM-15 i EM-18 gdje je brojnost bila za red veličine manja. Na postaji EM-11 koju karakterizira i najveća brojnost, najzastupljenije dijatomeje u zajednici su *Hemiaulus hauckii* i *Chaetoceros* spp. Vrste roda *Chaetoceros* dobro su zastupljene i na postajama EM-10 i EM-12 gdje su uz *Cyclotella* sp na postaji EM-10 i *Pseudonitzschia* spp. na EM-12 bile najbrojnije dijatomeje u zajednici.



Slika 53. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more – sjeverni dio.

Na postaji EM-15 najbrojnija dijatomeja je bila *Thalassionema nitzschioides*, a na postaji EM-18 *Pseudonitzschia* spp.

Od dinoflagelata su na svim postajama prevladavali sitni neoklopljeni dinoflagelati *Gymnodinium* spp.

Tablica 17. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-8 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-08				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	5m	10m	24 m
DIJATOMEJE				
<i>Bacteriastrum</i> sp.	23520	8820		
<i>Guinardia striata</i>				1480
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>			8880	
<i>Nitzschia longissima</i>				1480
<i>Proboscia alata</i>			1480	
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.			1480	1480
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	1470			
<i>Rhizosolenia</i> sp.		1470		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		5880		
Ukupno:	24990	16170	11840	4440
DINOFLAGELATI				
<i>Diploneis</i> sp.				4440
<i>Gymnodinium</i> z.			1480	
<i>Gymnodinium</i> sp.	2940			
<i>Protoperidinium steinii</i>	1470			
<i>Protoperidinium</i> sp.				1480
<i>Scrippsiella</i> sp.			1480	
<i>Dinofl.</i> <20µm	8820	2940	1480	
Ukupno:	13230	2940	4440	5920
KOKOLITOFORINE				
Coccolithophoridae sp.	1470			1480
Ukupno:	1470	0	0	1480
CHRISOPHAERALES				
<i>Meringosphaera mediterranea</i>	1470			1480
Ukupno:	1470	0	0	1480
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella</i> spp.	148580	139840	89000	240300
Ukupno:	148580	139840	89000	240300
UKUPNO:	189740	158950	105280	253620

Tablica 18. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-10 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-10	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-37 m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros sp.</i>	23680
<i>Cosconodiscus sp.</i>	1480
<i>Cyclotella sp.</i>	5920
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1480
<i>Pennatae indeterminatae</i>	1480
Ukupno:	34040
DINOFLAGELATI	
<i>Diploneis sp.</i>	1480
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	2960
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	2960
Ukupno:	7400
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	142400
Ukupno:	142400
UKUPNO:	183840

Tablica 19. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-11 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-11	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-41 m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros affinis</i>	16280
<i>Chaetoceros decipiens</i>	11840
<i>Chaetoceros sp.</i>	22200
<i>Hemiaulus hauckii</i>	14820
<i>Leptocylindrus danicus</i>	2960
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	1480
Ukupno:	69580
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium z.</i>	1480
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	1480
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	1480
<i>Dinofl. <20µm</i>	4440
Ukupno:	8880
KOKOLITOPHORINE	
<i>Coccolithophoridae sp.</i>	2960
Ukupno:	2960
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	311500
Ukupno:	311500
UKUPNO:	392920

Tablica 20. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-12 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-12						
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	5 m	10 m	20 m	30 m	43 m
DIJATOMEJE						
<i>Chaetoceros decipiens</i>		7400				
<i>Chaetoceros sp.</i>					10360	
<i>Cyclotella sp.</i>	1480					
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>				1480		
<i>Leptocylindrus danicus</i>				1480	7400	
<i>Navicula sp.</i>			1480			2960
<i>Paralia sulcata</i>						7400
<i>Pennatae indeterminatae</i>				1480		
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>			8800	44400	2960	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>					8880	
<i>Thalassionema sp.</i>						2960
Ukupno:	1480	7400	10280	48840	29600	13320
DINOFLAGELATI						
<i>Ceratium candelabrum</i>	1480					
<i>Dinophysis caudata</i>	2960	1480				
<i>Diploneis sp.</i>						1480
<i>Gymnodinium z.</i>	1480	2960				
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	11840	1480	1480			1480
<i>Gymnodinium sp.</i>					1480	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	4440					
Ukupno:	22200	5920	1480	0	1480	2960
MIKROFLAGELATI						
<i>Mikroflagella spp.</i>	311500	311500	186900	106800	97900	89000
Ukupno:	311500	311500	186900	106800	97900	89000
UKUPNO:	335180	324820	198660	155640	128980	105280

Tablica 21. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-13 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-13	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-43 m
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	1480
Ukupno:	1480
DINOFLAGELATI	
<i>Diploneis</i> sp.	1480
Ukupno:	1480
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	124600
Ukupno:	124600
UKUPNO:	127560

Tablica 22. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-15 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

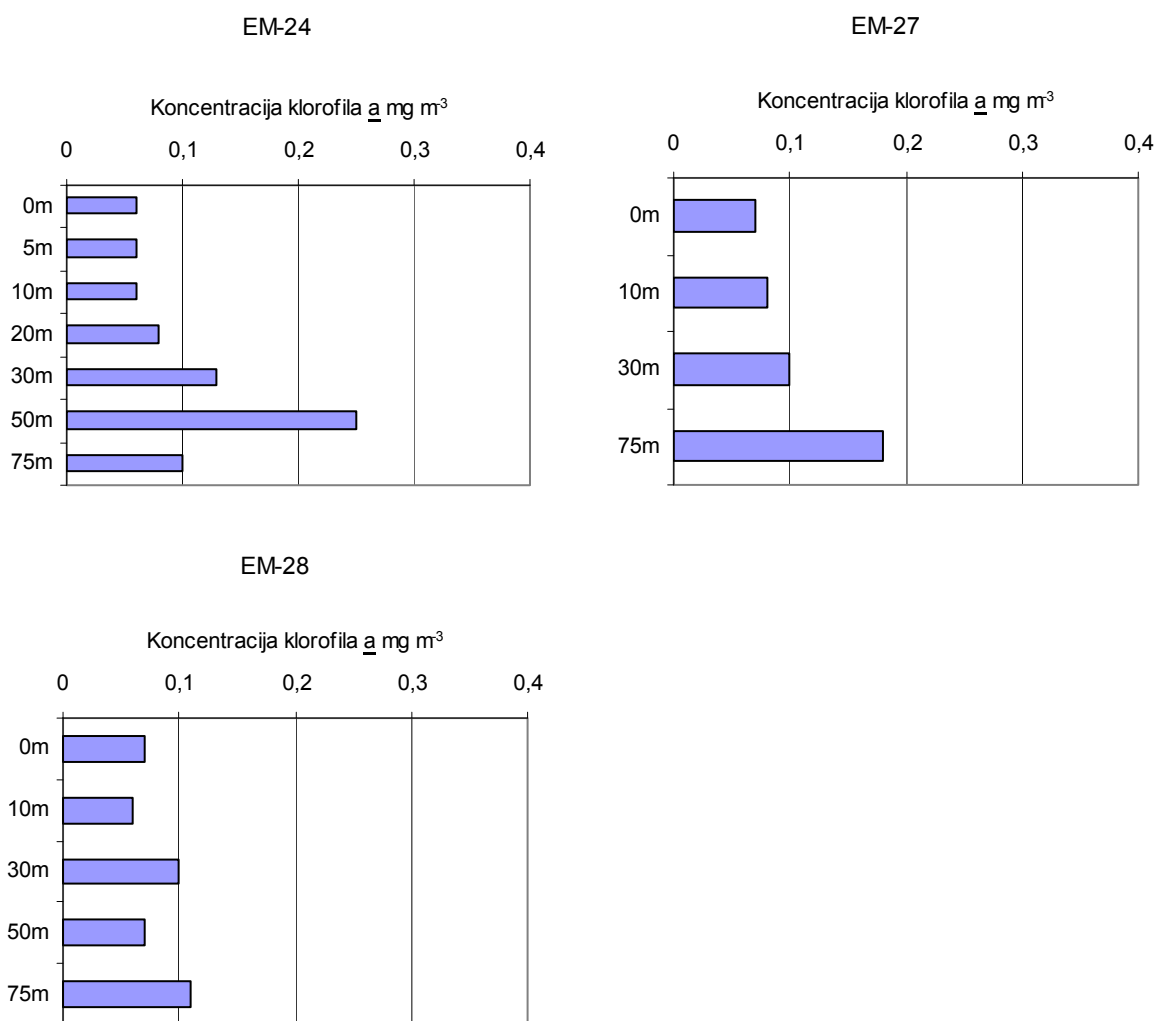
EM-15	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-61 m
DIJATOMEJE	
<i>Navicula</i> sp.	370
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370
<i>Proboscidea alata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1480
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	2220
Ukupno:	4810
DINOFLAGELATI	
<i>Diploneis</i> sp.	370
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)	740
<i>Karenia</i> sp.	370
Ukupno:	1480
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	31220
Ukupno:	31220
UKUPNO:	37510

Tablica 23. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-18 otvoreno more-sjeverni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-18				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	30 m	50 m	75 m
DIJATOMEJE				
<i>Bacteriastrum</i> sp.				370
<i>Chaetoceros</i> sp.			740	
<i>Coscinodiscus</i> sp.				370
<i>Leptocylindrus danicus</i>				740
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>			1480	
<i>Navicula</i> sp.	370	370		370
<i>Pennatae indeterm</i>		1480		
<i>Proboscia alata</i>	370	740	740	740
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.		740	4070	3700
Ukupno:	740	3330	7030	6290
DINOFLAGELATI				
<i>Amphidinium</i> sp.		740	370	
<i>Dinophysis rotundata</i>			370	
<i>Diploneis</i> sp.				370
<i>Gymnodinium simplex</i>			370	
<i>Gymnodinium</i> z.		370		
<i>Gymnodinium</i> sp. (<20 µm)	1480	1110	1480	
<i>Gymnodinium</i> sp.			370	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	370			
<i>Gyrodinium</i> sp.		370		
<i>Oxytoxum scolopax</i>			370	
Ukupno:	1850	2590	3330	370
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae</i> sp.	370			
Ukupno:	370	0	0	0
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella</i> spp.	57980	55750	57980	73590
Ukupno:	57980	55750	57980	73590
UKUPNO:	60940	61670	68340	80250

6.1.3.2.2. Otvoreno more-srednji dio

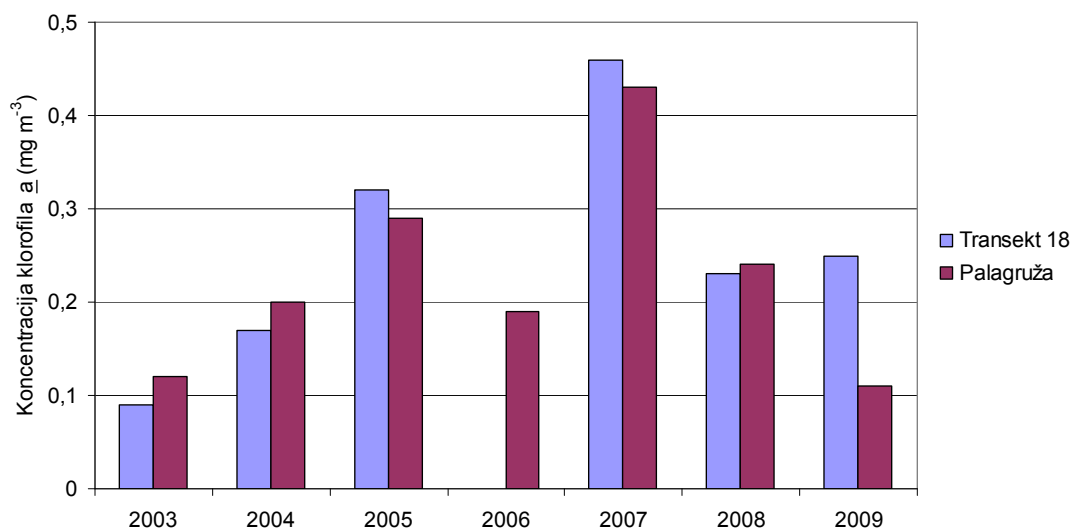
Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno – more srednji dio kretala se u rasponu od 0,06 do 0,25 mg m⁻³ (Slika 54). Koncentracija klorofila *a* je na svim postajama bila veća u podpovršinskom i pridnom sloju u odnosu na površinski sloj. Koncentracija klorofila *a* je ujednačena na svim postajama i niža je od 0,5 mg m⁻³ što ukazuje na niži stupanj trofije.



Slika 54. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvoreno more – srednji dio

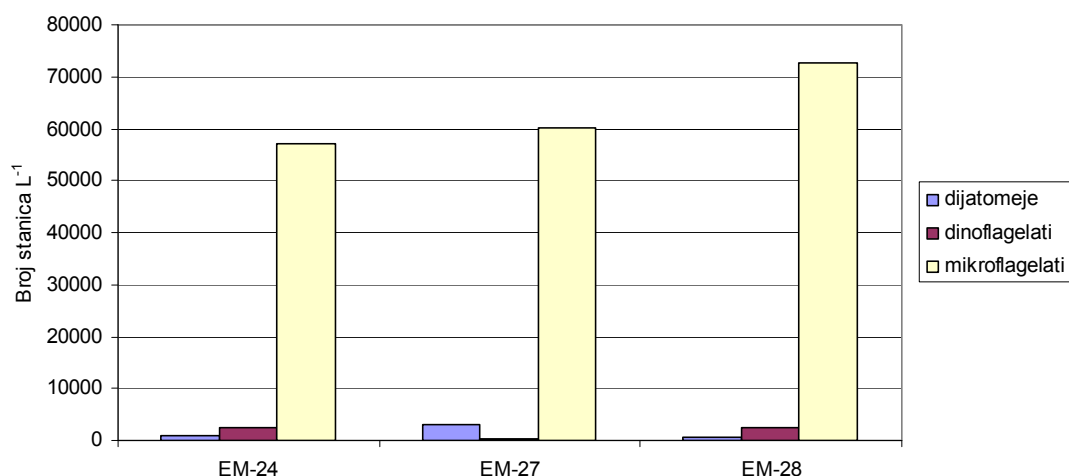
U razdoblju od 2003 do 2009 godine koncentracija klorofila *a* nije bila iznad 0,5 mg m⁻³ što ukazuje na niži stupanj trofije. Nešto je veća biomasa zabilježena 2007 godine u odnosu na ostale istraživane godine (Slika 55). Najniža je biomasa bila u 2003 godini

koju karakterizira iznimno sušno i toplo vrijeme. Niža biomasa na Palagruži bila je i ove godine u odnosu na prethodne.



Slika 55. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – srednji dio u razdoblju od 2003 do 2009. Transekt 18 označava postaju zapadno od otoka Visa

Brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $2,34 \times 10^4$ do $9,55 \times 10^4$ stanica po litri. Najbrojniji su u fitoplanktonskoj zajednici bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelata (Slika 56). Od dijatomejskih su vrsta na postaji EM-24 najzastupljenije bile *Chaetoceros* spp. dok su na postajama EM-27 i EM-28 najbrojnije bile *Peudonitzschia* spp. (Tablice 24 – 26). Od dinoflagelata su najbrojniji bili sitni neoklopljeni dinoflagelati.



Slika 56. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more – srednji dio

Tablica 24. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-24 otvoreno more – srednji dio (br. stanica l⁻¹).

EM-24					
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	10 m	30 m	50 m	75 m
DIJATOMEJE					
<i>Chaetoceros sp.</i>	1110				
<i>Leptocylindrus danicus</i>			370		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	740				
<i>Navicula sp.</i>					370
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370				
<i>Proboscia alata</i>					370
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	370		370	370	740
Ukupno:	2590	0	740	370	1480
DINOFLAGELATI					
<i>Amphidinium acutum</i>				370	
<i>Amphidinium sp.</i>			740	1110	370
<i>Gymnodinium z.</i>	1110	740	1480	1110	740
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	740		1110		
<i>Gymnodinium sp.</i>		370		370	
<i>Gyrodinium sp.</i>	370	370			
<i>Oxytoxum laticeps</i>				740	
<i>Protoperidinium tubum</i>			370		
<i>Torodinium robustum</i>		370			370
Ukupno:	2220	1850	3700	3700	1480
KOKOLITOFORINE					
<i>Coccolithophoridae sp.</i>		370			370
Ukupno:	0	370	0	0	370
MIKROFLAGELATI					
<i>Mikroflagella spp.</i>	57980	66900	71360	69130	20070
Ukupno:	57980	66900	71360	69130	20070
UKUPNO:	62790	69120	75800	73200	23400

Tablica 25. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-27 otvoreno more – srednji dio (Palagruža) (br. stanica l⁻¹).

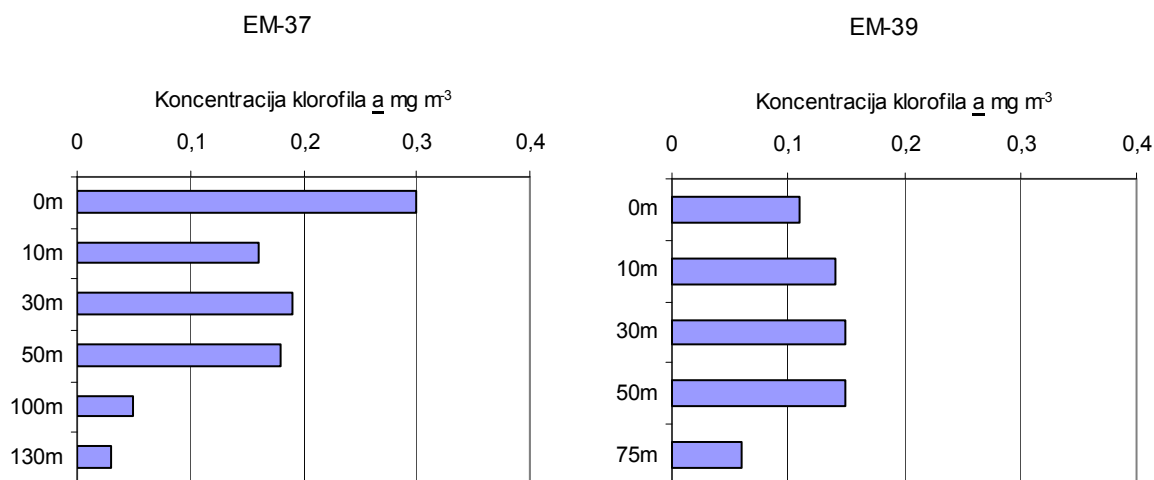
EM-27	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-75 m
DIJATOMEJE	
<i>Podolompas palmipes</i>	370
<i>Proboscia alata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	1850
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	370
Ukupno:	2960
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	370
Ukupno:	370
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	60210
Ukupno:	60210
UKUPNO:	63540

Tablica 26. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-28, otvoreno more – srednji dio (br. stanica l⁻¹).

EM-28					
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0 m	10 m	30 m	50 m	75 m
DIJATOMEJE					
<i>Navicula delicatula</i>		370			
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370	370	370		
<i>Proboscia alata</i>			370		
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	740			1110	
Ukupno:	1110	740	740	1110	0
DINOFLAGELATI					
<i>Amphidinium sp.</i>			370		
<i>Gymnodinium simplex</i>	370				370
<i>Gymnodinium z.</i>		1110		740	
<i>Gymnodinium sp. (<20 µm)</i>	2220	1110	1480	370	1110
<i>Gyrodinium fusiforme</i>			370		
<i>Protoperidinium tubum</i>	370				
<i>Dinofl. <20µm</i>			1110	740	
Ukupno:	2960	2220	3330	1850	1480
KOKOLITOFORINE					
<i>Coccolithophoridae sp.</i>					370
Ukupno:	0	0	0	0	370
MIKROFLAGELATI					
<i>Mikroflagella spp.</i>	80280	53520	91430	78050	60210
Ukupno:	80280	53520	91430	78050	60210
UKUPNO:	84350	56480	95500	81010	62060

6.1.3.2.3. Otvoreno more –južni dio

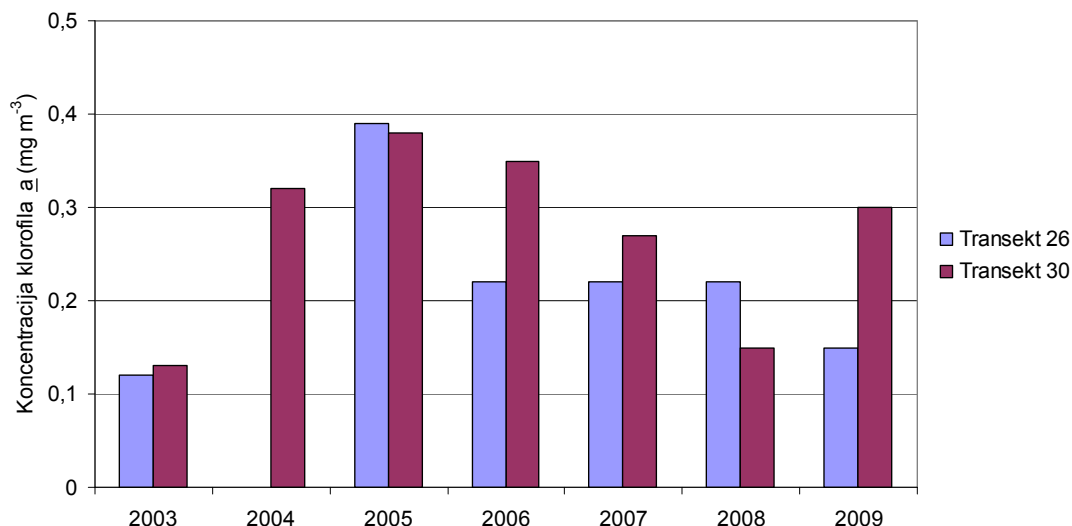
Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more-južni dio bila je u rasponu od 0,03 do 0,30 mg m⁻³. Biomasa je veća u površinskom sloju ili ujednačena u stupcu vode što je rezultat miješanja stupca vode u zimskom razdoblju (Slika 57). Ovakva vertikalna raspodjela uobičajena je za zimsko razdoblje.



Slika 57. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvoreno more-južni dio (br. stanica l⁻¹).

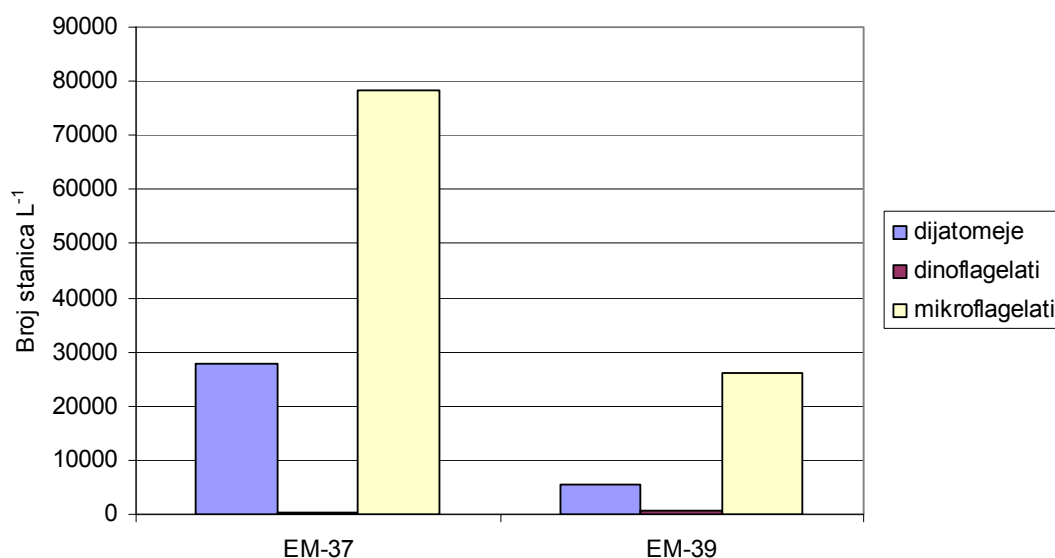
Koncentracija klorofila *a* je tijekom sedmogodišnjeg razdoblja bila ispod 0,5 mg m⁻³ što istraživano područje karakterizira kao oligotrofno (Slika 58). Nije zapažen trend porasta biomase već se razlike u biomasi između pojedinih godina mogu pripisati različitim klimatskim obilježjima pojedinih godina. Najveća je biomasa zabilježena 2005. godine. Rezultate istraživanja u 2009 godini je teško uspoređivati s prethodnim godinama jer je uzorkovano u različitim sezonama. Naime, u razdoblju od 2003 do 2008 uzorkovalo se u rujnu kada su uvjeti u stupcu vode zbog stratifikacije znatno drukčiji nego u studenom kada su zbog miješanja hranjive soli jednoliko raspoređene. U 2009 godini se uzorkovalo u studenom.

Brojnost fitoplanktona je na istraživanom području bila u rasponu $3,35 \times 10^4$ do $1,07 \times 10^5$ stanica po litri. Na obje su postaje sitni mikroflagelatni organizmi bili najbrojniji (Slika 59).



Slika 58. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – južni dio u razdoblju od 2003 do 2009. Transekt 26 označava postaju jugozapadno od otoka Mljeta; Transekt 30 označava najjužniju istraživanu postaju.

Na postaji EM-37 je bila zapažena nešto veća brojnost dijatomeje *Skeletonema costatum* dok su na postaji EM-39 dijatomeje bile najbolje zastupljene vrstama roda *Chaetoceros* (Tablice 27, 28). Dinoflagelati su jako slabo zastupljeni u zajednici što je uobičajeno za hladniji dio godine. Dinoflagelati preferiraju više temperature i u umjereno toplim morima najbrojniji su u razdoblju od svibnja do rujna.



Slika 59. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more – južni dio.

Tablica 27. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-37 otvoreno more – južni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-37	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-130m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros affinis</i>	2936
<i>Nitzschia longissima</i>	367
<i>Proboscia alata</i>	367
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	1101
<i>Skeletonema costatum</i>	21653
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1468
Ukupno:	27892
DINOFLAGELATI	
<i>Alexandrium tamarense</i>	367
Ukupno:	367
SILIKOFLAGELATI	
<i>Dictyocha fibula</i>	734
Ukupno:	734
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	78480
Ukupno:	78480
UKUPNO:	107473

Tablica 28. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-39 otvoreno more – južni dio (br. stanica l⁻¹).

EM-39	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-75 m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros decipiens</i>	3303
<i>Chaetoceros diversus</i>	1101
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	367
<i>Thalassionema sp.</i>	734
Ukupno:	5505
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.(<20 µm)</i>	367
<i>Gyrodinium sp.</i>	367
Ukupno:	734
SILIKOFLAGELATI	
<i>Dictyocha fibula</i>	1101
Ukupno:	1101
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	26160
Ukupno:	26160
UKUPNO:	33500

6.1.4. Zooplankton

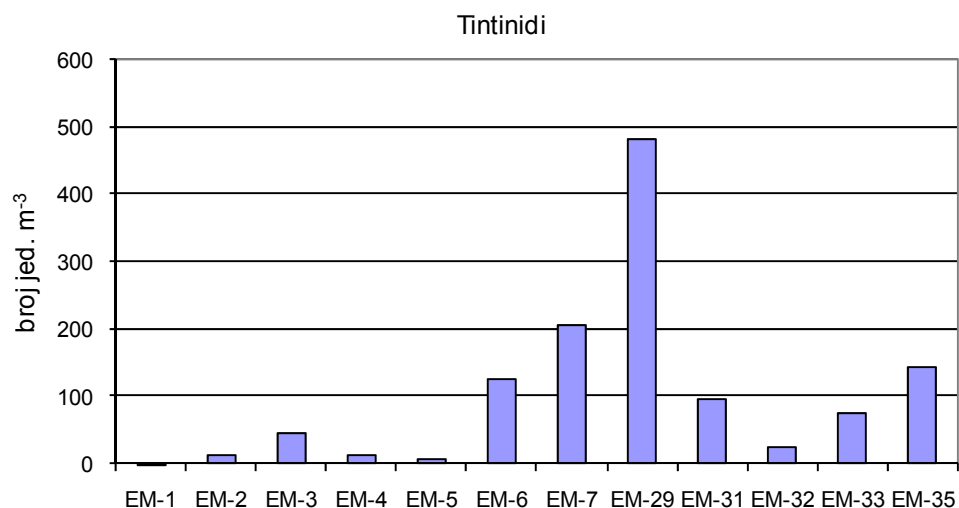
6.1.4.1. Mikrozooplankton

6.1.4.1.1. Unutarnje more

Fauna tintinida u području unutarnjeg mora – sjeverni i južni dio je siromašna. Također je i brojnost primjeraka bila vrlo niska na svim postajama, osobito za ovo doba godine. Samo vrsta *Codonellopsis schabi* dostiže brojnost od 368 jed. m⁻³ na postaji EM-29 u Šoltanskom kanalu. Na postaji EM-1 tintinidi nisu nađeni (Slika 60, Tablica 29 i 30).

Tablica 29. Protozoi i mikrometazoi (broj jed. m⁻³), mreža 53 µm, unutarnje more – sjeverni dio.

	Postaje	EM-1	EM-2	EM-3	EM-4	EM-5	EM-6	EM-7
Slojevi (m)	75-0	46-0	70-0	50-0	100-50	100-50	60-0	45-0
Tintinnina								
<i>D. elegans</i>			45		13		6	127
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i>		14						14
Ukupno tintinnina		14	45		13		6	127
COPEPODA								
Nauplii	3315	4200	3915	4480	1536	6912	1504	4929
Calanoida kopepoditi	867	658	333	793	249	2137	179	795
Oithona kopepoditi	816	378	423	448	1075	857	691	774
<i>Paroithona parvula</i>	59		54	77	58	154	26	66
<i>Oithona nana</i>	68		27	13			6	22
<i>O. similis</i>	43		36	13	154	26	83	106
<i>O. setigera</i>				13	13		6	16
<i>O. plumifera</i>		14		13		26		28
Ukupno Oithonida	986	392	540	577	1300	1063	812	984
Oncaea kopepoditi	280	336	540	1126	300	793	294	1261
<i>Monothula subtilis</i>	136	182	594	768	204	948	76	1537
<i>Oncaea zernovi</i>								
<i>O. waldemari</i>	119	252	81	358	6	64	6	286
<i>O. vodjanitskii</i>	9							
<i>O. media</i>				13				
<i>S. ivlevi</i>	34	14						
<i>Ticonia dentipes</i>	9							
Ukupno Oncaeida	587	784	1215	2265	510	1805	376	3084
<i>Microsetella norvegica</i>	9	56	9		19	26		32
<i>Euterpina acutifrons</i>	68	56						
Ukupno Harpacticoida	77	112	9		19	26		32

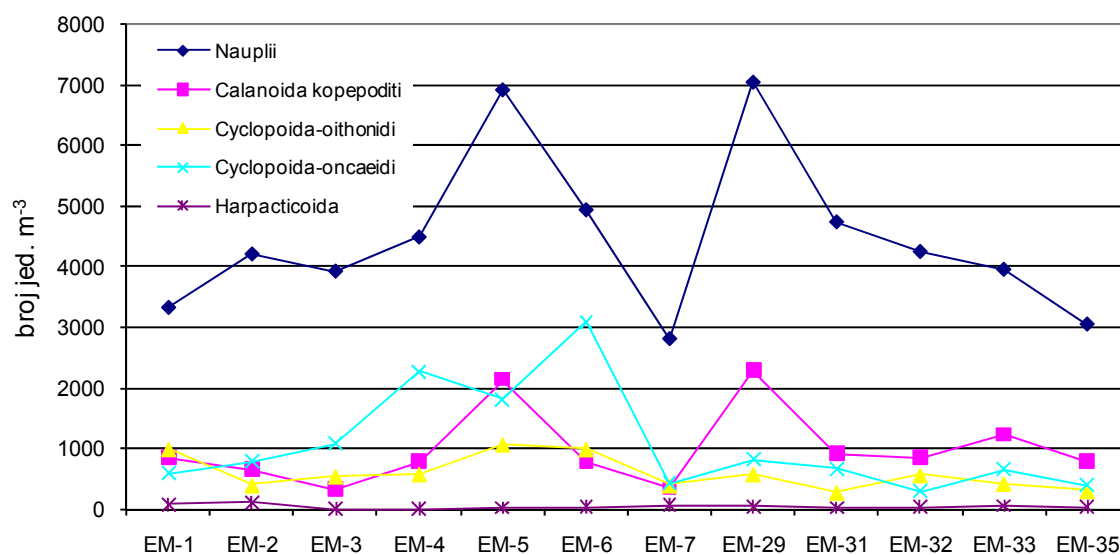


Slika 60. Brojnost tintinina na području unutarnjeg mora – sjeverni i južni dio.

Tablica 30. Protozoi i mikrometazoi (broj jed. m⁻³), mreža 53 μ m, unutarnje more – južni dio.

Postaje	EM29	EM-31	EM-32	EM-33	EM-35
Slojevi (m)	70-0	74-0	80-0	47-0	83-0
Tintinnina					
<i>Codonella aspera</i>	48				
<i>Codonaria cistellula</i>		9			
<i>Codonellopsis schabi</i>	368	60	16	54	26
<i>C. orthoceras</i>	16				
<i>Petalotricha ampulla</i>	16	9	8		
<i>Undella hyalina</i>	16			7	8
<i>U. biangulata</i>					62
<i>Dictyocysta mitra</i>					8
<i>D. elegans</i>	16	18		14	25
<i>Amphorides quadrilineta</i>					15
Ukupno tintinnina	480	96	24	75	144
COPEPODA					
Nauplii	7040	4730	4240	3944	3041
Calanoida kopepoditi	2288	928	864	1230	800
Oithona kopepoditi	448	197	400	340	238
<i>Paroithona parvula</i>		26	112	20	31
<i>Oithona nana</i>	96	19	16	27	23
<i>O. similis</i>		34	24		
<i>O. plumifera</i>	32		8	34	8
Ukupno Oithonida	576	276	560	421	300
Oncaea kopepoditi	416	602	200	333	238
<i>Monothula subtilis</i>	144	26	24	95	38
<i>Oncaea zernovi</i>	16			20	100
<i>S. ivlevi</i>		9			
<i>O. waldemari</i>	224		64	204	23
<i>O. media</i>	16	26			
Ukupno Oncaeida	816	663	288	652	399
<i>Microsetella norvegica</i>		26	40	61	38
<i>Euterpina acutifrons</i>	48				
Ukupno Harpacticoida	48	26	40	61	38

Gustoća mikrometazoa u unutarnjim vodama nije bila ravnomjerna. Kopepodski naupliji su dominantni mikrometazoi, a njihova gustoća varira od 2800 do 7040 jed. m⁻³. Relativno visoke vrijednosti gustoće su bile na postajama (EM-07), 6912 jed. m⁻³ u površinskom sloju, te na postaji EM-29 u Šoltanskom kanalu od 7040 jed. m⁻³ (Slika 61, Tablica 29 i 30). Na ovim postajama su zabilježene i vrlo visoke vrijednosti gustoće kalanoidnih kopepodita (Slika 61). Naprotiv oithona kopepoditi i adulti su bili vrlo brojni na postaji EM-4 u subpovršinskom sloju, a oncaea kopepoditi i adulti u površinskom sloju postaje EM-4 u Velebitskom kanalu EM-6 u Riječkom zaljevu. Na obje postaje su osobito dominirali kopepoditi vrste *Monothula subtilis* (Tablica 29). Za razliku od prethodnih istraživanja izdvaja se populacija u pridnenom sloju Podvelebitske depresije (EM-04), gdje su bili izrazito brojni oithona kopepoditi. Harpacticoidni kopepodi nisu bili od veće kvantitativne važnosti.

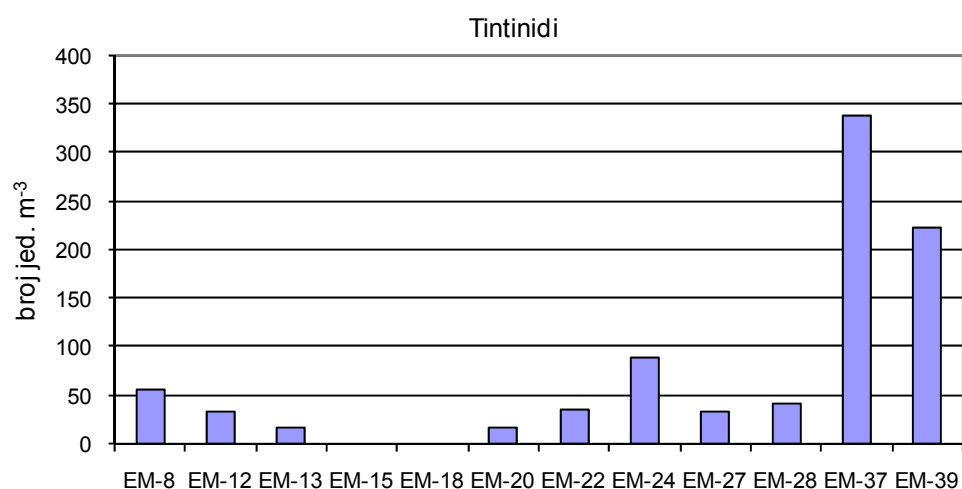


Slika 61. Brojnost mikrometazoa na području unutarnjeg mora.

6.1.4.1.2. Otvoreno more

Fauna tintinida u otvorenom moru je bila siromašna s vrlo niskim vrijednostima (Slika 62, Tablica 31-34). Neznatno povećane vrijednosti su bile samo na južnim postajama EM-37 i EM-39. Na ovim postajama je zabilježena i najveća raznolikost vrsta, što je u skladu s njihovom pojavom i dominacijom u kasnu jesen i zimu. Sve vrste su

površinske i subpovršinske otvorenog mora. Prvi put je utvrđena povećana gustoća vrste *Undella biangulata*, koja je inače rijetka vrsta južnog Jadrana.



Slika 62. Brojnost tintinina na području otvorenog mora – sjeverni i južni dio.

Tablica 31. Protozoi i mikrometazoi (broj jed. m⁻³), mreža 53 µm, otvoreno more – sjeverni dio.

Postaje	EM-8	EM-12	EM-13	EM-15	EM-18
Slojevi (m)	23-0	40-0	40-0	60-0	79-0
Tintinnina					
<i>Dictyocysta elegans</i>	56	32	16		
Ukupno tintinnina	56	32	16		
COPEPODA					
Nauplii	13496	8192	3856	2862	1160
Calanoida kopepoditi	2016	624	560	159	168
Oithona kopepoditi	1736	912	288	434	160
<i>Paroithona parvula</i>		48	48	127	32
<i>Oithona nana</i>	364	96	32		
<i>O. similis</i>		16	80	32	
<i>O. plumifera</i>		32	11		
Ukupno Oithonida	2100	1104	459	593	192
Oncaea kopepoditi	1204	1120	304	296	100
<i>Monothula subtilis</i>	84	256	224	371	108
<i>O. waldemari</i>	364	576	80	190	32
Ukupno Oncaeida	1652	1952	608	857	240
<i>Microsetella norvegica</i>	252	128	16	11	
Ukupno Harpacticoida	252	128	16	11	

U otvorenim vodama sjevernog Jadrana izražen je trofički gradijent nauplija i svih skupina kopepoda od krajnje sjeverne postaje prema srednjem Jadranu. Visoka vrijednost gustoće nauplija od 13496 jed. m⁻³ bila je na postaji EM-08 (Slika 63). Na istoj postaji zabilježene su i maksimalne vrijednosti calanoidnih kopepodita (2016 jed. m⁻³), oithona kopepodita (1736 jed. m⁻³), oncaea kopepodita (1204 jed. m⁻³) i harpacticoidnog

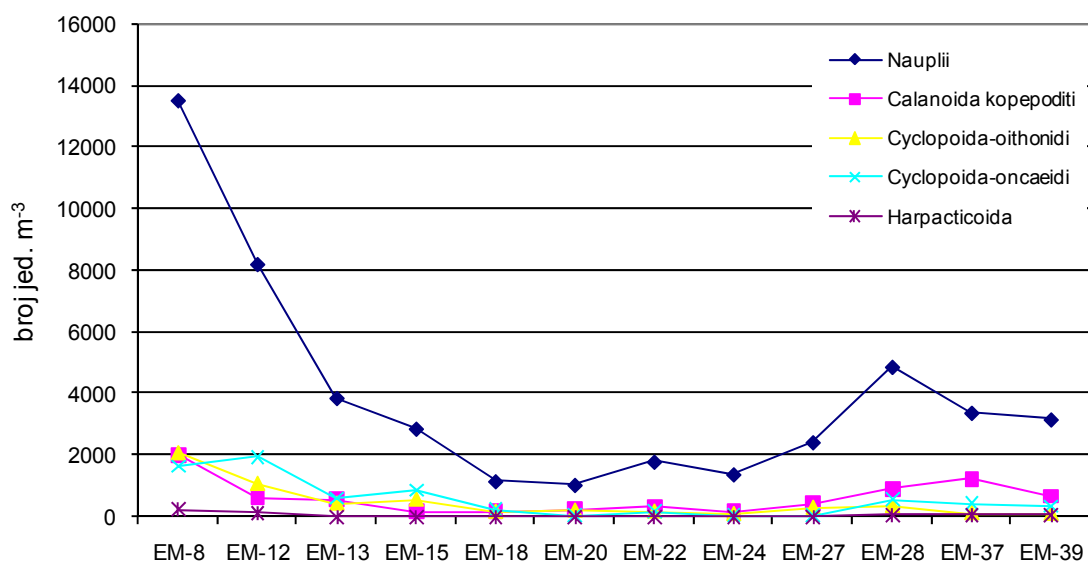
koepoda *Microsetella norvegica*. Na obje postaje otvorenog mora – južni dio u pridnenim slojevima je vrlo niska vrijednost gustoće svih grupa koepoda. Za razliku od ranijih istraživanja tipične subpovršinske vrste su malobrojne ili nisu nađene. Međutim u pridnenom sloju 260 – 200 m postaje EM-20 zabilježene su nešto više vrijednosti od onih u plićim slojevima i to za adultne primjerke *Oithona*, *Oncaea* i *Microsetella*.

Tablica 32. Protozoi i mikrometazoi (broj jed. m⁻³), mreža 53 µm, otvoreno more – srednji dio.

Postaje	EM-20				EM-22		EM-24		EM-27	EM-28	
Slojevi (m)	50-0	100-50	200-100	260-200	50-0	150-50	50-0	150-50	75-0	50-0	180-100
Tintinnina											
<i>Codonella aspera</i>	10		2	5	6	45	63	21		13	130
<i>C. galea</i>											20
<i>Codonaria cistellula</i>	3										
<i>Cyttarocyclus cassis</i>			2								4
<i>Petalotricha ampulla</i>	3	3	3	5				10			4
<i>Epiplocyclus acuminata</i>											
<i>Rhabdonella spiralis</i>					6		13		8		
<i>Xystonella longicauda</i>											
<i>X. treforti</i>						6				3	20
<i>X. lohmanni</i>					6				8	13	4
<i>X. paradoxa</i>											4
<i>Dictyocysta mitra</i>		3				6		3		13	4
<i>D. elegans</i>			2		18	6	13	10	17		
<i>Amphorides quadrilineta</i>											8
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i>										4	
Ukupno tintinnina	16	6	9	10	36	63	89	44	33	42	202
COPEPODA											
Nauplii	1040	624	42	212	1792	1280	1382	294	2422	4864	2240
Calanoida koepoditi	252	42	2	26	332	134	166	15	425	908	344
Oithona koepoditi	198	67	4	137	154	314	83	36	221	345	1880
<i>Paroithona parvula</i>	10	10	10	32	13	64		8			
<i>Oithona nana</i>					32		6		59	37	
<i>O. similis</i>	22	10		11		19	19	8	26		4
<i>O. setigera</i>				5			6				
<i>O. plumifera</i>							6		17		4
Ukupno Oithonida	230	87	14	185	199	397	120	52	323	382	1888
Oncaea koepoditi	29	10	2	26	166	70	13	10	34	460	460
<i>Monothula subtilis</i>	19				26	19	6	3	9	13	
<i>Oncaea zernovi</i>			2	16		6		2		64	20
<i>O. waldemari</i>	7		2			13	13				8
<i>O. media</i>						6					
<i>O. mediterranea</i>						6					
<i>O. conifera</i>								2			
<i>S. ivlevi</i>		6				6		6		26	44
<i>Triconia dentipes</i>											4
Ukupno Oncaeida	55	16	6	42	192	126	32	23	43	563	536
<i>Microsetella norvegica</i>	3	10	4	48						64	60
Ukupno Harpacticoida	3	10	4	48						64	60

Tablica 33. Protozoi i mikrometazoi (broj jed. m⁻³), mreža 53 µm, otvoreno more – južni dio.

	Postaje	EM-37		EM-39	
Slojevi (m)		50-0	129-50	50-0	145-50
Tintinnina					
<i>Codonella aspera</i>		58	20	19	20
<i>C. galea</i>			10		
<i>Codonellopsis schabi</i>		45	15	38	10
<i>Petalotricha ampula</i>		6	5		7
<i>Cyttarocylis eucecryphalus</i>			5		
<i>Cyttarocylis cassis</i>			5	13	
<i>Xystonella paradoxa</i>					14
<i>X. treforti</i>			5		
<i>X. lohmanni</i>		6		6	
<i>Xystonellopsis cymatica</i>			5		4
<i>Parundella lohmanni</i>					7
<i>Dictyocysta elegans</i>		6	10		
<i>Dictyocysta mitra</i>		38		19	
<i>Undella hialina</i>		19	5	6	
<i>U. claparedei</i>		13	25	26	34
<i>U. biangulata</i>		96	10	70	7
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>		6			
<i>E. fraknoi</i>				6	
<i>Amphorides quadrilineata</i>		32	5	19	
<i>A. amphora</i>		13			
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i>			13		
Ukupno tintinnina		338	138	222	103
COPEPODA					
Nauplii		3376	2350	3161	1360
Calanoida kopepoditi		1228	336	659	159
Oithona kopepoditi		115	90	108	105
<i>Paroithona parvula</i>			15		31
<i>Oithona nana</i>		32			
<i>O. similis</i>			5		8
<i>O. plumifera</i>			15	19	14
Ukupno Oithonida		147	125	127	158
Oncaea kopepoditi		294	165	179	153
<i>Monothula subtilis</i>		32		19	4
<i>Oncaea zernovi</i>		6	50	115	105
<i>O. waldemari</i>		77		19	4
<i>O. media</i>		13			
<i>O. vodjanitskii</i>			5		14
<i>Triconia dentipes</i>					8
<i>S. ivlevi</i>			60		41
Ukupno Oncaeida		422	280	332	329
<i>Microsetella norvegica</i>		58	50	38	58
<i>Euterpina acutifrons</i>		6		6	
Ukupno Harpacticoida		64	50	44	58



Slika 63. Brojnost mikrometazoa na području otvorenog mora – sjeverni i južni dio.

6.1.4.1.3. Osvrt na cjelokupno područje

Fauna tintinina je vrlo siromašna s iznimno malim brojem vrsta u cijelom području unutarnjeg i otvorenog mora sjeverni dio, a također su i brojnosti ukupnog broja vrlo niske. Na postajama EM-15 i EM-18 tintinidi nisu nađeni. Najveća raznolikost vrsta kao i povećana brojnost je bila na južnim postajama EM-37 i EM-39. Na ovim postajama je bila relativno brojna vrsta *Undella biangulata* inače rijetka vrsta otvorenog mora južnog Jadrana. Razlike u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu tintinida možemo povezati dugim razdobljem terenskih istraživanja. Međutim nije jasan potpuni izostanak tipičnih jesenskih vrsta tintinida u području unutarnjih i vanjskih voda sjevernog Jadrana.

Ovo krstarenje kao i prethodnih godina karakteriziraju kopepodni rakovi i njihovi raniji razvojni stadiji, naupliji i kopepoditi. Više nađenih vrsta su tipične za obalno more i nisu zabilježeni uobičajeni imigranti iz subpovršinskih slojeva južnog dubokog Jadrana. Na većem području sjevernog dijela obalnog i otvorenog mora, kao i južnog dijela nađene su povećane vrijednosti gustoće svih skupina kopepoda, osobito na nekoliko postaja otvorenog mora – sjeverni dio (EM-08, EM-12) i unutarnje more – sjeverni dio, postaje EM-4 do EM-6. Također su visoke vrijednosti i u području unutarnje more – južni dio (EM-29). Maksimalne vrijednosti kalanoidnih kopepodita su bile na najsjevernijoj postaji

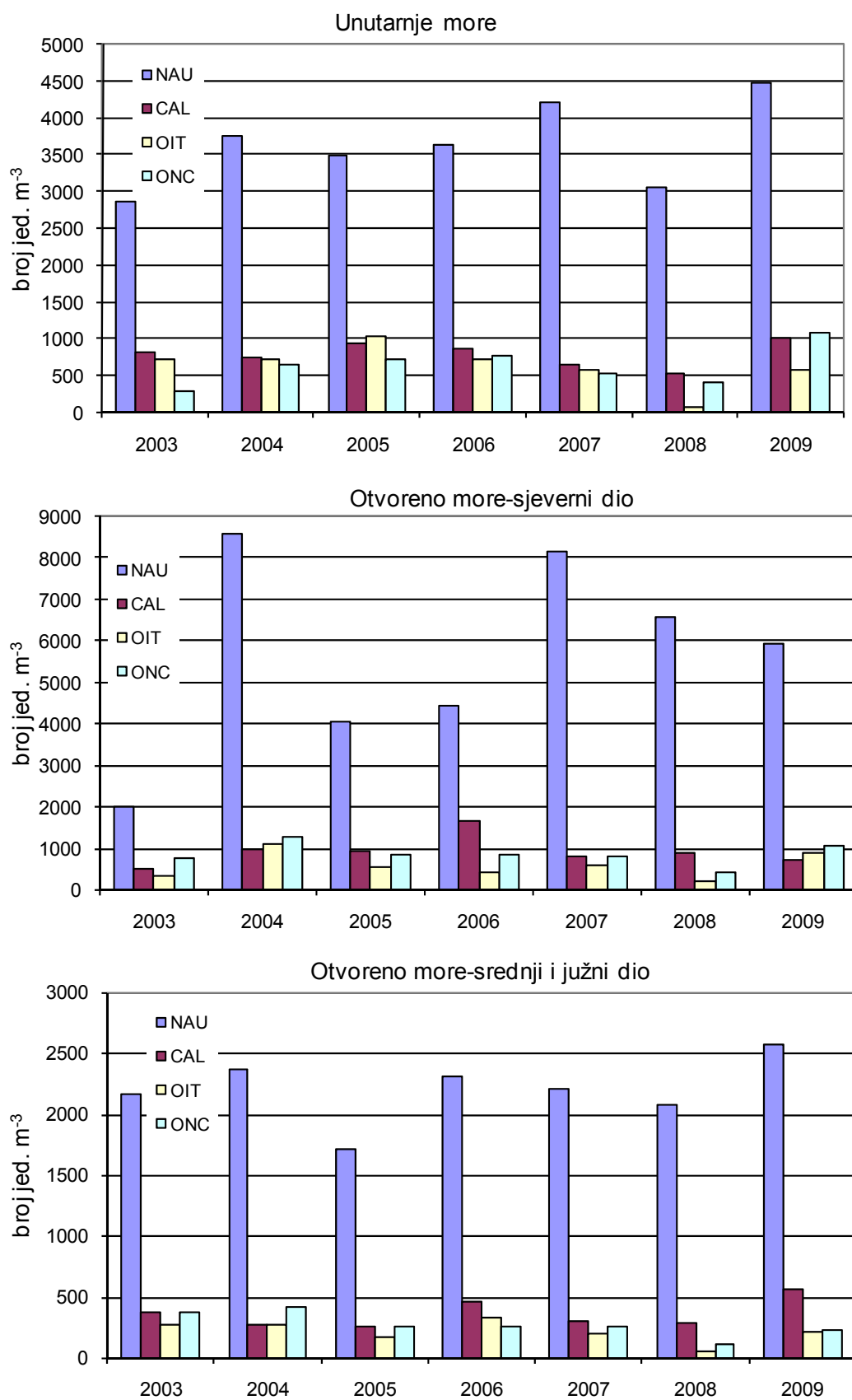
(EM-08) i postaji u Šoltanskom kanalu (EM-29), a oithonida također na postaji EM-8 i u subpovršinskim slojevima postaja EM-4 i EM-28. Kopepoditi i adulti iz skupine bili su osobito brojni na postajama EM-12 s dominacijom vrste *Oncaea waldemari*, te EM-4 i EM-5 s izrazitom dominacijom vrste *Monothula subtilis*. Niske vrijednosti gustoće svih skupina kopepoda bile su u području otvorenog mora – srednji dio. Za vrijeme ranijih istraživanja na postajama EM-04 u Velebitskom kanalu i EM-5 između Plavnika i Cresa sve skupine kopepoda su bile znatno brojnije u površinskom sloju u odnosu na pridneni, osim oithona kopepoduta u Velebitskom kanalu.

Prema brojnosti kopepoda i njihovih razvojnih stadija, kopepodita i nauplija u obalnom moru sjevernog i južnog Jadrana, te na većem dijelu otvorenog mora sjevernog dijela i Palagruškog praga tijekom rujna, listopada i studenog 2009. godine bili su vrlo povoljni uvjeti za ishranu svih veličinskih kategorija sitne plave ribe.

Osvrt na razdoblje 2003-2009.

Razdoblje od 2003. do 2005. karakterizirale su niske vrijednosti gustoće tintinida s znatno višom raznolikosti vrsta u otvorenim vodama srednjeg i južnog Jadrana. Tijekom krstarenja 2006. je bilo manje vrsta, ali i vrlo visoka gustoća vrste *Dictyocysta elegans* od 61180 jed. m⁻³ u Riječkom zaljevu. Najveća raznolikost (31 vrsta) je 2007, s dominacijom obalno – jesenske vrste *Codonellopsis schabi* u otvorenim vodama sjevernog Jadrana. Premda subpovršinski i mezopelagični tintinidi nisu bili brojni, od važnosti je njihova imigracija iz južnog u srednji Jadran. U dubljim slojevima Jabučke kotline nađeno je nekoliko mezopelagičnih vrsta radiolarija. Naprotiv tijekom krstarenja u 2008 i 2009 utvrđeno je kvalitativno i kvantitativno osiromašenje (ukupno 15 vrsta), s potpunom odsutnošću imigrantskih vrsta.

Analiza abundancije nauplija i dominantnih skupina kopepoda, kao važnijih pokazatelja stanja u zooplanktonskoj populaciji prikazana je na slici 64. Izdvojene su slične produkcijske zone: unutarnje more, otvoreno more – sjeverni dio i otvoreno more – srednji i južni dio. U otvorenom moru – srednji i južni dio su najniže vrijednosti, a nisu utvrđene značajnije razlike abundancije između godina. Tijekom 2005 zabilježene su najmanje vrijednosti gustoće nauplija i kalanoidnih kopepodita. Tijekom 2006. su relativno visoke vrijednosti kalanoidnih kopepodita, a 2008. vidljivo je smanjenje gustoće svih skupina kopepoda, osobito oithonida i oncaeida. Naprotiv u rujnu 2009. su maksimalne prosječne vrijednosti gustoće nauplija i kalanoidnih kopepodita. Unutarnje more je druga zona prema abundanciji kopepoda, sa relativno malim razlikama između godina.



Slika 64. Pregled prosječnih vrijednosti abundancije nauplija, kalanoidnih kopepodita, postnaupliarnih oithonida i oncaeida od 2003 do 2009.

Međutim tijekom 2008. zapaženo je smanjenje svih skupina kopepoda, a osobito za oithonide i oncaeide. Za vrijeme uzorkovanja 2009. utvrđena je maksimalna prosječna vrijednost gustoće nauplija, te kalanoidnih kopepodita i postnauplijarnih oncaeida. Treća ili najbogatija zona prema brojnosti kopepoda je otvoreno more – sjeverni dio. U ovoj zoni su najveće varijabilnosti prosječne abundancije svih grupa kopepoda u cijelom razdoblju. Tijekom 2003 iznimno su niske vrijednosti gustoće, što može ukazivati na poremećaje u pelagijalu sjevernog Jadrana. Također značajno smanjenje gustoće nauplija je bilo tijekom 2005. i 2006, te oithonida i oncaeida 2008. godine. Smanjenje prosječnih vrijednosti gustoće nauplija i kalanoidnih kopepodita je bilo tijekom uzorkovanja 2009 u odnosu na nekoliko ranijih godina, ali i povećanje gustoće postnauplijarnih oithonida i oncaeida. Promatrajući cjelokupno područje u rujnu 2009, zooplanktonsku zajednicu su karakterizirali kalanoidni kopepoditi uz značajno povećanje brojnosti oithonidnih i oncaeidnih kopepoda. Iznesene podatke je neophodno usporediti s drugim dostupnim parametrima kako bi mogli procijeniti njihov odnos prema populaciji male plave ribe u našem dijelu Jadranskog mora.

6.1.4.2. Mezozooplankton i makrozooplankton

6.1.4.2.1. Unutarnje more

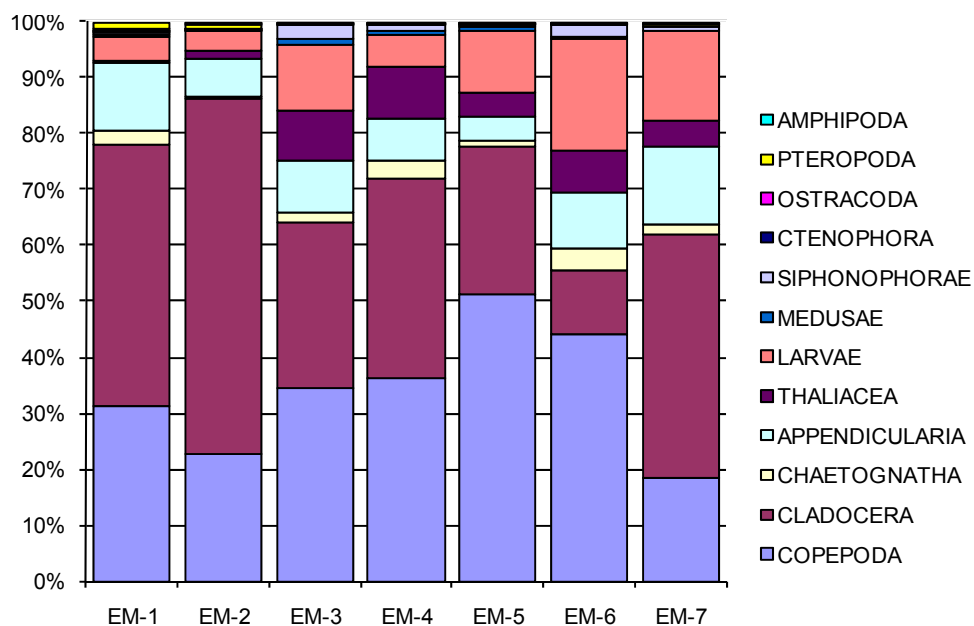
Na sjevernom dijelu unutarnjeg mora uzorkovalo se na sedam postaja. Na području Plavnika i Riječkog zaljeva većinu u ukupnom zooplanktonu čine kopepodi (51 tj. 44%) (Slika 65), te je maksimalnih 1547 jed. m^{-3} zabilježeno u površinskom sloju postaje Cres-Plavnik (Tablica 34). U Murterskom i Virskom moru, te na području Kvarnera većinu čine kladocere (44-63%) (Slika 65), s maksimalno zabilježenih 2766 jed. m^{-3} na postaji u Virskom moru. Na istim je postajama nađena povećana koncentracija apendikularija 250-400 jed. m^{-3} (Tablica 34) što je u skladu s njihovim jesenskim maksimumom na tom području. Od želatinoznog zooplanktona značajan je još udio Thaliacea na postajama Kvarnerić, Jablanac i Riječki zaljev (oko 9%) (Slika 65). U području Riječkog zaljeva i Kvarnera veliki udio u ukupnom zooplanktonu čine ličinke (20 tj. 16%) zbog povišenog broja ličinki školjkaša (>300 jed. m^{-3}) (Slika 65, Tablica 34).

Ličinke riba su zabilježene na svim postajama, dok jaja riba nisu pronađena samo u pridnom sloju postaje Jablanac. U Virskom moru zabilježena je 1 jed. m^{-3} jaja i 3,8

jed. m⁻³ ličinki, dok je na postaji Kvarner nađeno 2,4 jed. m⁻³ ličinki i 1,5 jed. m⁻³ jaja od čega preko 40% čine ona vrste *Engraulis encrasicolus*. Ostale su vrijednosti manje od 1 jed. m⁻³ (Tablica 34).

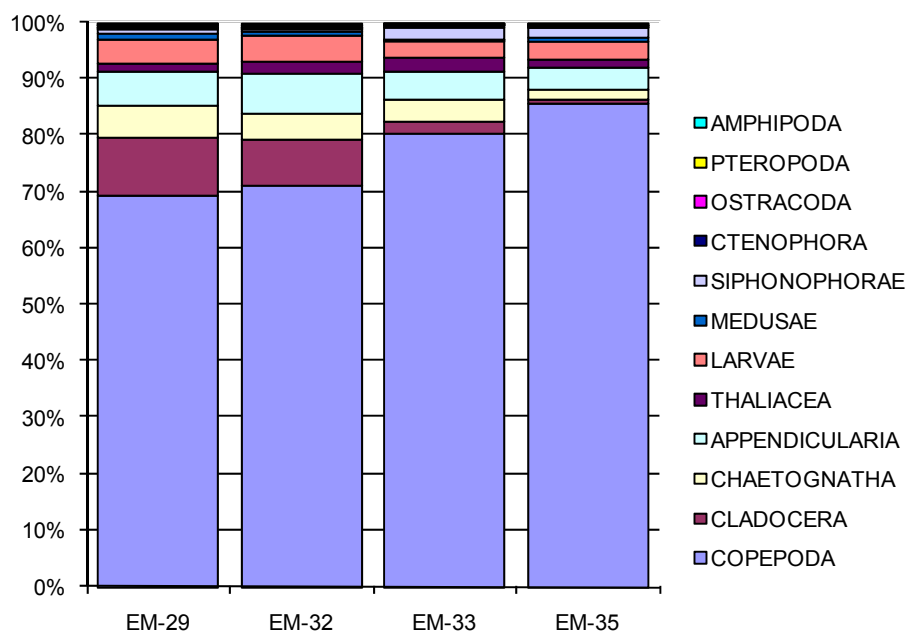
Tablica 34. Raspodjela gustoće zooplanktona na sjevernom dijelu unutarnjeg mora (jed. m⁻³).

	EM-1 75-0	EM-2 46-0	EM-3 70-0	EM-4 50-0	EM-4 100-50	EM-5 50-0	EM-5 102-50	EM-6 60-0	EM-7 45-0
MEDUSAE	3,4	5,6	18,3	2,6	10,2	5,1	22,2	4,3	
SIPHONOPHORAE	13,7	11,1	40,2	10,2	35,8	25,6	7,4	55,5	14,2
CTENOPHORA	1,7	0,3		0,1				0,5	
OSTRACODA	6,8		0,2				0,1		
CLADOCERA	945,5	2766	446,2	939,5	28,2	952,3	27,1	238,9	1240,2
PTEROPODA	27,3	50,1	3,7	0,6			0,6		28,4
AMPHIPODA		0,1						0,1	0,2
COPEPODA									
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	40,7	62,3	7,3	20,6	12,8	51,2	14,8	21,3	12,1
Calanoida	135,2	227,7	93,4	75	75,3	180,2	34,5	142,9	122,1
Calanoida kopepoditi	450,6	706,8	416,9	404,5	399,4	1315,8	292,9	750,9	386,8
COPEPODA UKUPNO	626,5	996,8	517,6	500,1	487,5	1547,2	342,2	915,1	521
CHAETOGNATHA									
APPENDICULARIA	249,2	283,8	139	115,2	92,2	128	29,5	209,1	398,2
THALIACEA	3,4	66,8	139	133,1	112,6	128	27,1	157,9	130,8
LARVAE									
Bivalvia	58	77,9	146,3	23	43,5	71,7	162,5	324,3	352,7
Gastropoda	13,7	22,3	18,3	30,7	20,5	51,2	81,2	38,4	54
Polychaeta	0,1	5,6	3,7	5,1	5,1	5,1	9,8	4,3	8,5
Decapoda	17,1	39	3,7	15,4	5,1	5,1	2,5	4,3	11,4
Mysida		0,1	0,1	0,2	0,3			0,4	2
Euphausiida									
Cirripedia									
Phoronida				0,3	0,3	3,8	2,5	3,2	0,2
Nemertina		0,3							
Echinida			0,9	5,1	5,1	2,6	4,9	25,6	14,2
Ophiurida			0,7		0,6	0,3		12,8	2,8
Asteroidea	0,1	11,1			0,1	0,3	1,8	2,1	8,5
Ova piscis	0,6	1	0,4	0,1		0,6	0,2	0,2	1,5
Pisces	0,3	3,8	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,6	2,4
LARVAE UKUPNO	89,9	161,1	174,2	80,2	80,8	140,8	265,6	416,2	458,2
UKUPNO	2015,2	4369,5	1504	1825,1	888,3	2957,7	736,6	2074,4	2848,1



Slika 65. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu unutarnjeg mora.

Na četiri postaje južnog dijela unutarnjeg mora dominantna skupina su kopepodi, te se njihov udio u ukupnom zooplanktonu povećava od sjevera prema jugu, od Šoltanskog kanala gdje čine 69% do Mljetskog kanala gdje čine čak 86%. Suprotno tome, udio kladocera opada idući prema jugu; od 10% u Šoltanskom kanalu do <1% u Mljetskom kanalu (Slika 66). Od želatinoznog zooplanktona najzastupljenije su skupine Appendikularia i Chaetognatha, a od ličinki one puževa i ježinaca.



Slika 66. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora.

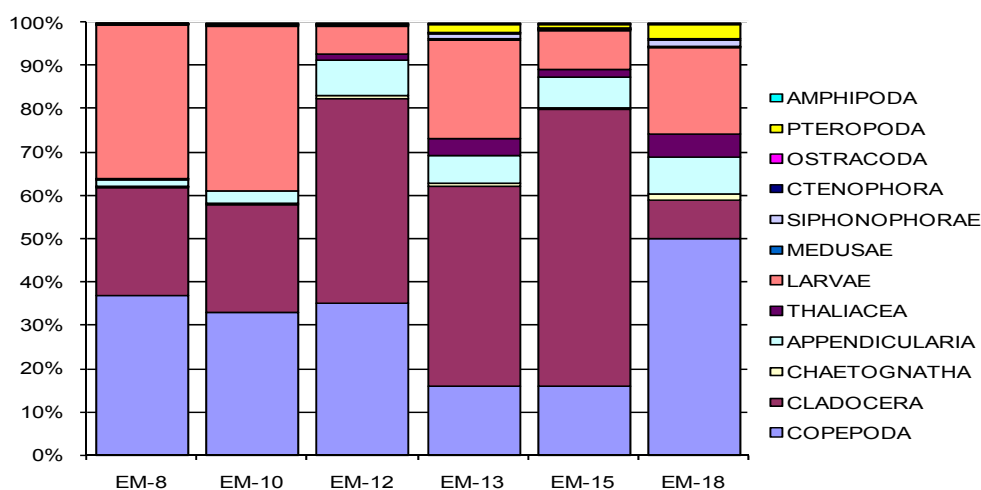
Jaja riba, iako nađena na svim postajama, malobrojna su ($<0,5$ jed. m^{-3}). Ličinke su zabilježene samo u području Hvarskog kanala ($0,5$ jed. m^{-3}) (Tablica 35).

Tablica 35. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu unutarnjeg mora (jed. m^{-3}).

	EM-29	EM-32	EM-33	EM-35
	70-0	80-0	47-0	83-0
MEDUSAE	11	4,8	0,7	4,6
SIPHONOPHORAE	11	4,8	16,3	17
CTENOPHORA	1,8	1,6	5,5	1,5
OSTRACODA	1,8	1,6	0,5	1,5
CLADOCERA	117	64	19,1	4,6
PTEROPODA	7,3	4,8	2	3,1
AMPHIPODA	0,1		0,2	0,2
COPEPODA				
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	44,8	6,8	22	38,8
Calanoida	132,2	91	158	80,2
Calanoida kopepoditi	607,1	459,2	465,7	607,6
COPEPODA UKUPNO	784,1	557	645,7	726,6
CHAETOGNATHA	62,2	35,2	30	17
APPENDICULARIA	69,5	56	40,9	30,8
THALIACEA	14,6	16	19,1	12,3
LARVAE				
Bivalvia	3,7	0,4	0,3	3,1
Gastropoda	21,9	9,6	5,5	4,6
Polychaeta	1,1	9,6	2,7	3,1
Decapoda	3,7	1,6	8,2	1,5
Mysida		0,8	0,3	0,2
Euphausida	0,9			3,1
Cirripedia				
Phoronidea	0,2			
Echinida	18,3	9,6	5,5	12,3
Ophiurida	0,2	3,2	2,7	
Asteroidea	0,4	0,8		0,2
Ova piscis	0,3	0,1	0,2	0,1
Pisces		0,5		
LARVAE UKUPNO	50,7	36,2	25,4	28,2
UKUPNO	1131,1	782	805,4	847,4

6.1.4.2.2. Otvoreno more

U sjevernom dijelu otvorenog mora zabilježene su najveće koncentracije ukupnog zooplanktona u istraživanom razdoblju, nasuprot tomu to je i kvalitativno najsiromašnije područje. Vrlo brojni kopepodi (naročito na postaji EM-8 sa 2154 jed. m⁻³) dominantni su samo na postaji EM-18 (50%) koja se i razlikuje od ostalih postaja ovog područja sa prosječno 10 puta nižim vrijednostima zooplanktona (tek ukupno 366 jed. m⁻³) (Tablica 36, Slika 67). Na postajama EM-12, EM-13 i EM-15 većinu u ukupnom zooplanktonu čine kladocere (>45%).



Slika 67. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu otvorenog mora.

Zabilježena je vrlo velika koncentracija ličinki školjaka na postajama EM-8 (1853 jed. m⁻³), EM-13 (730 jed. m⁻³) i EM-10 (790 jed. m⁻³) gdje su visoke i vrijednosti ličinki ježinaca (388 jed. m⁻³) i puževa (249 jed. m⁻³) (Tablica 36).

Jaja i ličinke riba nađene su na svim postajama. Kvantitativno značajne vrijednosti jaja bile su na postaji EM-10 (1,1 jed. m⁻³) i EM-8 (0,9 jed. m⁻³; 88% jaja pripada incunu), a ličinki na postajama EM-12 i EM-13 (1 tj. 1,8 jed. m⁻³) (Tablica 36).

Zooplanktonska zajednica otvorenih voda Srednjeg Jadrana u istraživanom razdoblju vrlo je siromašna, usporedimo li podatke s onima prethodnih godina. Izdvaja se jedino postaja EM-28, koja je po brojnosti i sastavu populacija bliža onima u otvorenim vodama Južnog Jadrana. Kopepodi dominiraju u svim uzorcima, naročito na najdubljoj postaji Jabučke kotline gdje čine čak 91% ukupnog zooplanktona. Od krustacejskog zooplanktona značajan je još udio kladocera na postaji EM-27 (30%), dok od želatinoznog zooplanktona znatniju zastupljenost bilježe samo apendikularije na postaji EM-22 (19%) (Slika 68).

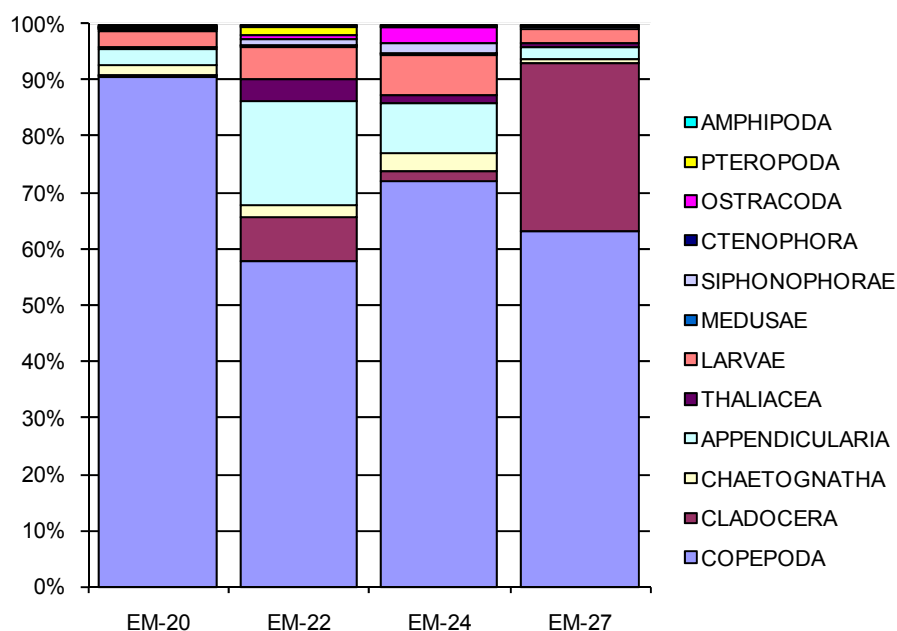
Tablica 36. Raspodjela gustoće zooplanktona na sjevernom dijelu otvorenog mora (jed. m⁻³).

	EM-8	EM-10	EM-12	EM-13	EM-15	EM-18
	23-0	35-0	40-0	40-0	60-0	79-0
MEDUSAE	5,6	3,7	0,8	6,4	1,1	0,4
SIPHONOPHORAE	5,6	14,6	19,2	51,2	8,5	4,9
CTENOPHORA		3,7		0,4	0,3	
OSTRACODA					0,3	1,6
CLADOCERA	1469,2	965,5	1459,2	1689,6	1305,6	32,4
PTEROPODA	1,4		0,4	89,6	25,6	13
AMPHIPODA	0,2			0,7	0,2	0,4
COPEPODA						
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	50,1	25,6	70,6	35,2	8,5	6,7
Calanoida	295	279,3	141,8	110,8	57,3	49,7
Calanoida kopepoditi	1808,7	987,4	864	428,8	260,3	126,4
COPEPODA UKUPNO	2153,8	1292,3	1076,4	574,8	326,1	182,8
CHAETOGNATHA	5,6	21,9	19,2	32	8,5	4,9
APPENDICULARIA	94,6	109,7	256	224	145,1	32,4
THALIACEA	5,6		38,4	140,8	38,9	19,4
LARVAE						
Bivalvia	1853,2	790	108,8	729,6	170,7	56,7
Gastropoda	22,3	248,7	32	76,8		4,9
Polychaeta	5,6	29,3	12,8	2	4,3	0,8
Decapoda	1,4	25,6	6,4	4,8	1,1	3,2
Mysida	0,2	1	1,7	2,1		0,1
Euphausida						4,9
Cirripedia						
Nemertina		0,9		1,6	0,5	
Phoronida	0,2	0,5	1,2	1,6	0,1	
Echinida	139,1	387,7	12,8	12,8	4,3	0,4
Ophiurida	61,2	18,3	25,6	1,6	1,1	0,1
Asteroidea	1,4	0,9	1,6	1,6	1,1	1,6
Ova piscis	0,5	1,1	0,6	0,2	0,4	0,9
Pisces	0,7	0,2	1	1,8	0,5	0,1
LARVAE UKUPNO	2085,8	1504,2	204,5	836,5	184,1	73,7
UKUPNO	5827,4	3915,6	3074,1	3646	2044,3	365,9

Jaja riba nisu pronađena na postaji EM-28, a ličinke na postaji EM-27. Sve su vrijednosti manje od 1 jed. m⁻³ (Tablica 37).

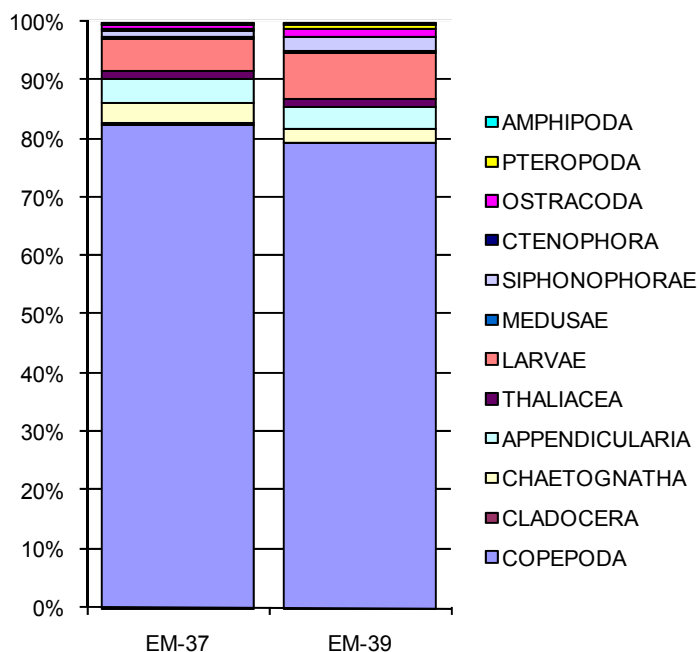
Tablica 37. Raspodjela gustoće zooplanktona na srednjem dijelu otvorenog mora (jed.m⁻³).

	EM-20				EM-22		EM-24		EM-27	EM-28	
	50-0	100-50	200-100	260-200	50-0	150-50	50-0	105-50	75-0	50-0	180-100
MEDUSAE		1,3	0,2	0,1		0,1	0,2			2,6	0,8
SIPHONOPHORAE	0,2	1,3	0,2		3,8	2,6	2,6	0,6	1,3	14,1	0,8
CTENOPHORA	0,2										0,1
OSTRACODA		0,5	0,6			4,5	0,2	4,7	0,1	1,3	11,2
CLADOCERA	0,6			0,1	44,8	1,9	3,2		57,2	67,8	2,4
PTEROPODA		1,3	0,3	0,2	9	1,3	0,6			0,3	
AMPHIPODA		0,1				0,4	0,1	0,2			0,1
COPEPODA											
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	1,3		0,2	0,1	10,2	0,8	1,3	0,3	0,9	20,6	13,2
Calanoida	20,4	16,3	1,6	0,8	31,8	28,6	11,2	6,3	14,4	55,8	24,9
Calanoida kopepoditi	178,6	185,6	7,4	15,2	180,5	86,4	64,6	42,5	105,4	353,3	125,6
COPEPODA UKUPNO	200,3	201,9	9,2	16,1	222,5	115,8	77,1	49,1	120,7	429,7	163,7
CHAETOGNATH A	1,9	5,1	0,3	0,1	3,8	7	4,5	1,2	1,3	19,2	3,2
APPENDICULARI A	7,7	6,4	0,2	0,1	75,5	34,6	6,4	8,7	4,3	5,1	4
THALIACEA		1,3			5,1	17,9	2,6	0,3	0,9	7,7	0,1
LARVAE											
Bivalvia	0,6	1,3	0,3	0,5	8	3,8	1,3	0,6	0,2		1,6
Gastropoda	0,3	1,3	0,5	0,5	7,7	5,1	1,9	0,3	3,4	1,3	0,8
Polychaeta		0,3	0,5	0,1	0,6	0,6	0,2	1,2	0,1	1,3	1,6
Decapoda	0,2	1,3		0,1	1	0,6	1,9	0,2	0,4	2,6	0,8
Mysida						0,1	0,1	0,1			
Euphausida	2,6	1	0,2	0,2	0,6	3,2	3,2	1,2	0,4	1,3	0,4
Cirripedia										1,3	
Phoronida										0,1	
Echinida				0,1	1,3					3,8	4
Ophiurida			0,1		0,3	1,3					
Asteroidea										0,1	
Ova piscis	0,3		0,1		0,1	0,1	0,1		0,8		
Pisces			0,1	0,1	0,2		0,4			0,5	
LARVAE UKUPNO	4	5,2	1,8	1,6	19,8	14,8	9,1	3,6	5,3	12,3	9,2
UKUPNO	214,9	224,4	12,8	18,3	384,3	200,9	106,6	68,4	191,1	560,1	195,6



Slika 68. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u srednjem dijelu otvorenog mora.

Kvantitativno i kvalitativno vrlo bogate zajednice kopepoda čine većinu u ukupnom zooplanktonu (>80%) na dvjema postajama južnog dijela otvorenog mora (Slika 69, Tablica 38).



Slika 69. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu otvorenog mora.

Zabilježeno je 37 vrsta kalanoidnih kopepoda među kojima ima površinskih i subpovršinskih predstavnika faune otorenih voda npr. *Neocalanus gracilis*, *Paracalanus*

denudatus, *Euchaeta acuta*, *E. marina*, *Xantocalanus agilis*, *Phaena spinifera*, *Acartia negligens*,... Skupine želatinoznog zooplanktona predstavljene su također s velikim brojem vrsta, a neznatno su brojniji pripadnici Chaetognatha i Appendicularia.

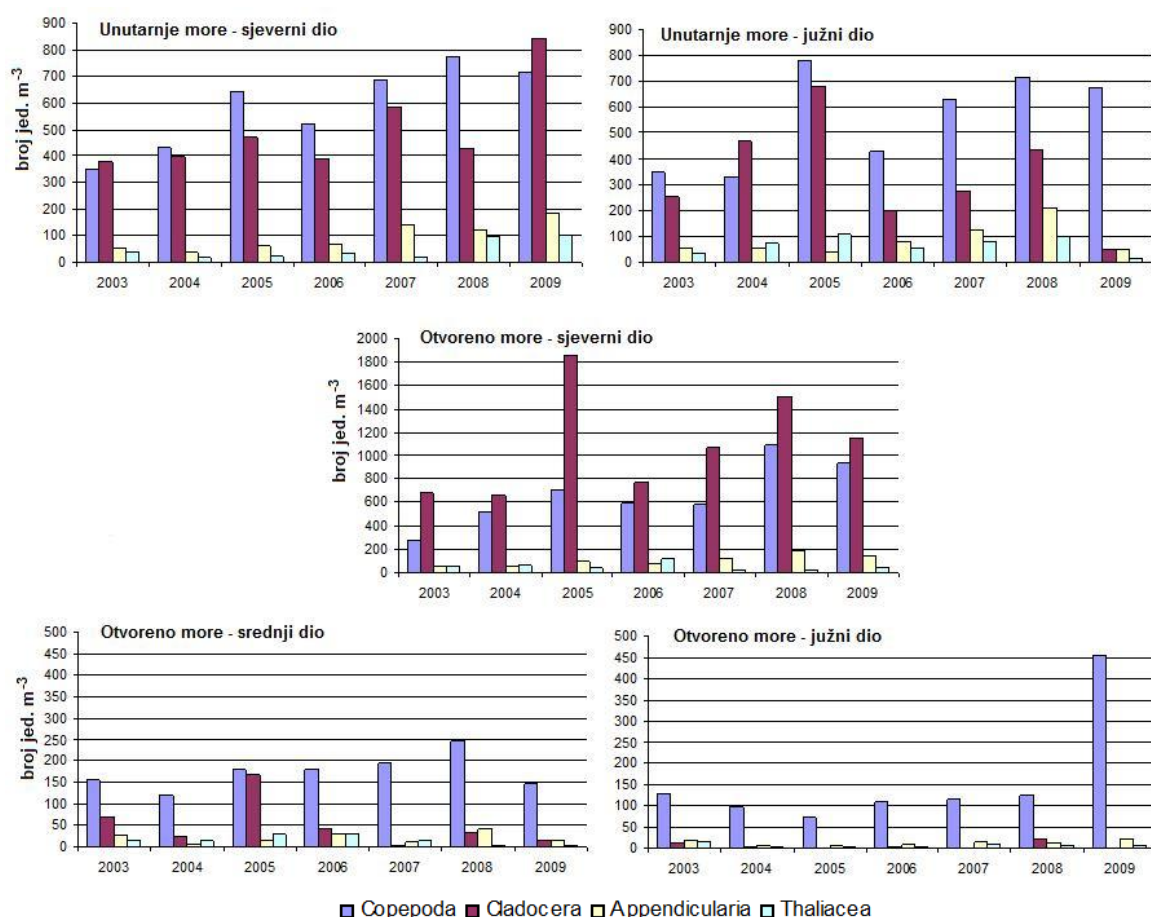
Tablica 38. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu otvorenog mora (jed. m⁻³).

	EM-37 50-0	EM-37 129-50	EM-39 50-0	EM-39 145-50
MEDUSAE	1,9	0,4	1,3	0,2
SIPHONOPHORAE	10,2	8,1	15,4	1,3
CTENOPHORA	5,1			
OSTRACODA	2,6	8,1	2,6	6,1
CLADOCERA		3,2		
PTEROPODA	2,6	3,2	7,7	0,1
AMPHIPODA	0,4	0,5	0,1	0,2
COPEPODA				
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	28,5	22,8	10,5	6,4
Calanoida	119,2	54	38	13,9
Calanoida kopepoditi	704	353,2	387,8	82,9
COPEPODA UKUPNO	851,7	430	436,3	103,2
CHAETOGNATHA	25,6	29,2	12,8	2
APPENDICULARIA	30,7	34	19,2	6,1
THALIACEA	12,8	6,5	9	1,3
LARVAE				
Bivalvia	1,9	0,4		
Gastropoda	38,4	13	12,8	2,7
Polychaeta	5,1	1,6	7,7	2
Decapoda	1,3	1,6	0,3	0,7
Mysida		0,2	0,1	
Euphausida	5,1	3,2	1,3	
Cirripedia				
Phoronidea		0,4		
Echinida	7,7	3,2	21,8	4
Ophiurida	2,6		0,3	
Asteroidea		0,4		
Ova piscis	0,1			
Pisces	0,2	0,3	0,1	
LARVAE UKUPNO	62,4	24,3	44,4	9,4
UKUPNO	1006	547,5	548,8	129,9

Jaja riba nađena su samo u površinskom sloju postaje EM-37, a ličinke nisu pronađene u pridnom sloju postaje EM-39. Vrijednosti su tek 0,3 jed. m⁻³ i manje (Tablica 38).

6.1.4.2.3. Osvrt na razdoblje 2003-2009

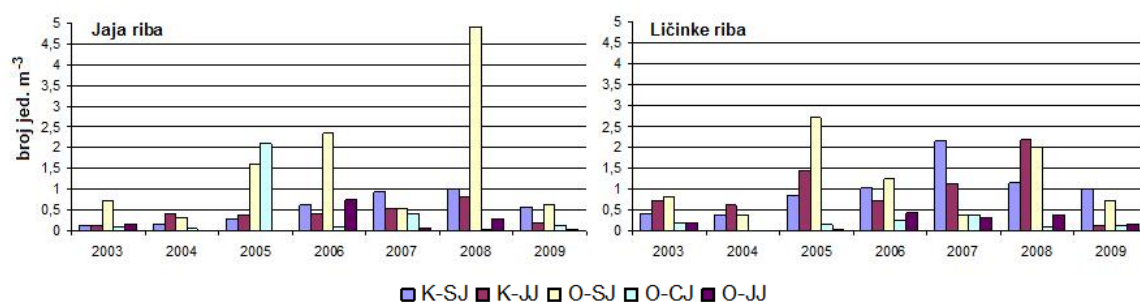
Najbrojnije skupine krustacejskog zooplanktona su kopepodi i kladocere, a želatinoznog apendikularije i Thaliacea. Prosječne vrijednosti gustoće njihovih populacija daju sliku sveopćeg stanja mezozooplanktonskih i makrozooplanktonskih zajednica u proteklom sedmogodišnjem razdoblju (Slika 70). Pregled prosječnih vrijednosti jaja i ličinki riba prikazan je na slici 71. Očite su razlike u brojnosti pojedinih skupina zooplanktona među različitim područjima istraživanja.



Slika 70. Pregled prosječnih vrijednosti najbrojnih skupina zooplanktona od 2003 do 2009. godine.

Južni i srednji dio otvorenog mora najsiromašnija su istraživana područja, ali kvalitativno vrlo značajna zbog velikog broja pučinskih vrsta. U južnom dijelu apsolutnu

dominaciju bilježe kopepodi, te nema značajnije razlike u abundanciji tijekom prvih šest godina. Ističe se 2009. godina sa gotovo četiri puta većim vrijednostima kopepoda koje u istraživanom razdoblju bilježe jesenski maksimum populacije. Tolika razlika u brojnosti ne iznenađuje, s obzirom da su uzorkovanja prethodnih godina obavljena koncem ljeta, gotovo dva mjeseca ranije nego 2009. Jaja i ličinke riba se u ovom području javljaju povremeno i u vrlo malom broju. Iznimno je 2006. godine na otvorenom moru kod Prevlake zabilježen ponešto veći broj jaja incuna i ličinki male plave ribe. Otvorene vode Srednjeg Jadrana neznatno su produktivnije od prethodnog područja, a i ovdje su kopepodi najbrojnija skupina zooplanktona, s iznimkom 2005. godine kada su kladocere bile jednako brojne. Najmanja gustoća populacija kopepoda zabilježena je 2004. godine, a maksimalna 2008. Zanimljivo je spomenuti povećanu brojnost Thaliacea u otvorenim vodama srednjedalmatinskog otočnog područja prethodnih godina, koja izostaje 2008 i 2009. Kvantitativno značajna je pojava jaja male plave ribe 2005 i ličinki 2007. godine u površinskom i subpovršinskom sloju najdubljeg dijela Jabučke kotline.



Slika 71. Pregled prosječnih vrijednosti jaja i ličinki riba od 2003 do 2009. godine po područjima.

Analizom brojnosti populacija važnih mezozooplanktonskih i makrozooplanktonskih skupina, uviđa se golema sličnost između južnog i sjevernog dijela unutarnjeg mora. Pored dominantnih kopepoda, vrlo zastupljena skupina su kladocere koje maksimum populacije upravo bilježe u obalnom području koncem ljeta i u ranu jesen. Razlikuju se godine 2003, 2004 i 2006 sa relativno nižim vrijednostima tih skupina od 2005, 2007 i, osobito, 2008. godine kada je njihova brojnost znatno viša. Različita situacija javlja se 2009. godine kada su kladocere u sjevernom dijelu unutarnjeg mora izrazito brojne, najbrojnije u sedmogodišnjem razdoblju, dok su u južnom dijelu unutarnjeg mora zabilježene najniže vrijednosti za istraživano razdoblje. Razlog tomu je dug period terenskih istraživanja, pa je u sjevernom dijelu uzorkovano koncem rujna kada

kladocere bilježe svoj maksimum u tom području, dok je u južnom dijelu uzorkovano sredinom studenog kada im je brojnost znatno niža.

Od želatinoznog zooplanktona bilježi se porast gustoće populacija apendikularija 2007 i 2008. godine na cijelom području unutarnjeg mora, te 2009. u njegovom sjevernom dijelu. Visoke vrijednosti Thaliacea, i to Salpida, zabilježene su u Riječkom zaljevu 2008. i u Mljetskom kanalu 2005 i 2008. godine što je uzrokovalo niže vrijednosti ostalih skupina zooplanktona na tom području. Prateći vrijednosti zooplanktona, jaja i ličinke male plave ribe se u 2003 i 2004. godini javljaju u malom broju. Od 2005 do 2009. godine zabilježena je njihova znatna brojnost u području Virskog mora i Kvarnera, gdje među jajima prevladavaju ona vrste *Engraulis encrasicolus*, te u području Neretvanskog i Mljetskog kanala, gdje su zabilježene visoke koncentracije ličinki.

Najproduktivnije istraživano područje je otvoreno more Sjevernog Jadrana, gdje su dominantna skupina zooplanktona kladocere. Izrazito visoke vrijednosti zabilježene su 2005, i nešto niže, 2008 godine. I kopepodu se javljaju s osobito velikom brojnošću 2008 i 2009. godine. Nasuprot tomu, iznimno mala gustoća populacija kopepoda nađena je 2003. godine, što se slaže s mikrozooplanktonskim nalazima. Jaja i ličinke male plave ribe malobrojne su 2003, 2004 i 2007. godine. Ostalih godina su zabilježene povećane gustoće populacija na postajama otvorenog mora sa zapadne strane Istre i postaji južno od Rta Kamenjak, naročito jaja 2008. godine.

Promatrajući cjelokupno područje možemo izdvojiti; 2003, 2004 i 2006 godinu zbog relativno nižih vrijednosti ukupnog zooplanktona, 2005. godinu zbog vrlo brojnih kladocera, a potom i kopepoda, 2007, 2008 i 2009. godinu zbog povećanog udjela želatinoznog zooplanktona i visokih vrijednosti kopepoda.

6.1.4.3. Analiza zooplanktona u ishrani male plave ribe

Analizirani su sadržaji probavila nasumično uzetih primjeraka iz prikupljenih lovina ciljanih vrsta srdela (*Sardina pilchardus*) i inćun (*Engraulis encrasicolus*). Čitav sadržaj probavila pregledan je na invertnom mikroskopu OLYMPUS IX 51.

6.1.4.3.1. SRDELA (Sardina pilchardus WALB.)

Analizirani su uzorci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-01, EM-02 i EM-07) i otvorenog mora (EM-8, EM-13A, EM-14, EM-16 i EM-18), te s područja južnog dijela unutarnjeg (EM-29, EM-30, EM-32, EM-34, EM-35 i EM-36) i

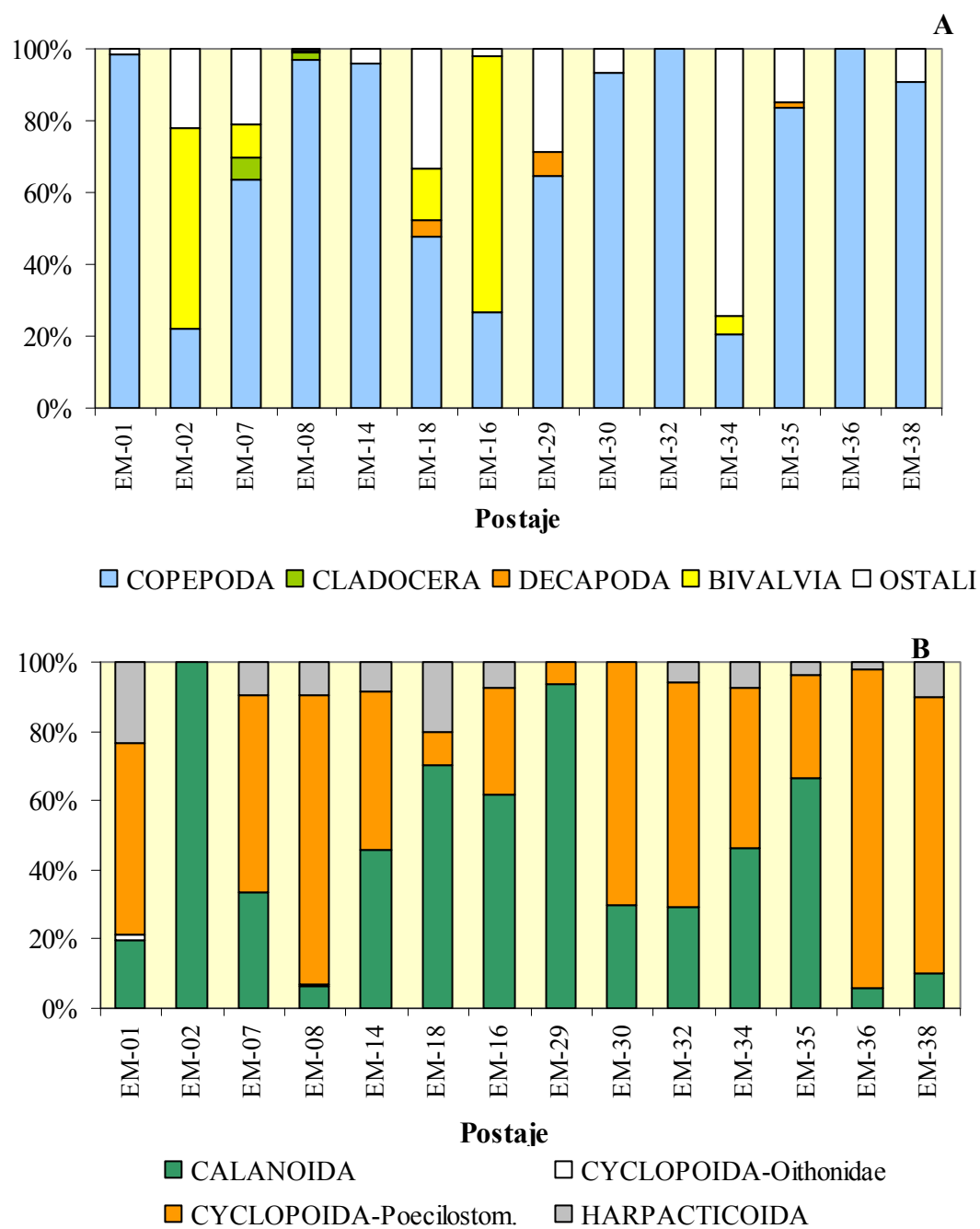
otvorenog mora (EM-38). U većini probavila nađena je mala količina jako probavljenog plijena, a najbrojniji su ostaci rakova veslonožaca (kopepoda) i ličinačkih stadija školjkaša, dok su za razliku od prošlogodišnjeg istraživanja vrlo slabo zastupljeni ostaci rakova škrgonožaca (kladocere) (Slika 72A).

U probavilima srdela iz unutrašnjeg i otvorenog sjevernog Jadrana zabilježeni su malobrojni fitoplanktonski ostaci i to dijatomeja (*Coscinodiscus* sp.) i dinoflagelata (*Protoperidinium* sp., *Ceratium* spp).

Među kopepodima u sadržaju probavila srdele određeno je 30 taksona, a na većini postaja dominiraju mali poecilostomatoidni ciklopoidi (Slika 72B). Među identificiranim vrstama kopepoda zastupljenošću se ističu kalanoid *Temora stylifera* i ciklopoid *Oncaea waldemari* koji su zabilježeni u uzorcima sa 85,7% postaja, zatim harpaktikoid *Microsetella* spp. (57,1 %), te ciklopoidi *Ditrichocorycaeus brehmi* i *Monothula subtilis* (50,0%). Sve spomenute vrste kopepoda široko su rasprostranjene u Jadranskom moru, i nastanjuju i obalne i otvorene vode. Najveći ukupni broj kopepoda u sadržaju jednog probavila od 1728 jedinke uglavnom vrsta *Oncaea waldemari* i *Monothula subtilis* zabilježen je na postaji sjevernog otvorenog mora EM-08.

U ovogodišnjem istraživanju su u probavilima uz već uobičajene skupine krustacejskog zooplanktona (rakovi) zabilježeni i ostaci želatinoznih organizama kao što su repnjak *Oikopleura dioica* (EM-07, EM-18) i streličar *Sagitta* sp. (EM-29, EM-30). Pripadnici želatinoznog zooplanktona rjeđe se identificiraju u ostacima sadržaja probavila planktivornih riba jer su zbog nedostatka vanjskog skeleta i visokog sadržaja vode u tijelu podložniji brzom razgradnji probavnim procesima.

Na postajama sjevernog dijela unutarnjeg (EM-07) i otvorenog (EM-08, EM-18) mora u probavilima srdele zabilježene su pojedinačne lorike trepetljikaša *Tintinnopsis radix*.



Slika 72. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona (A) i pojedinih redova kopepoda (B) u ishrani srede na istraživanim postajama.

6.1.4.3.2. INĆUN (*Engraulis encrasicolus* L.)

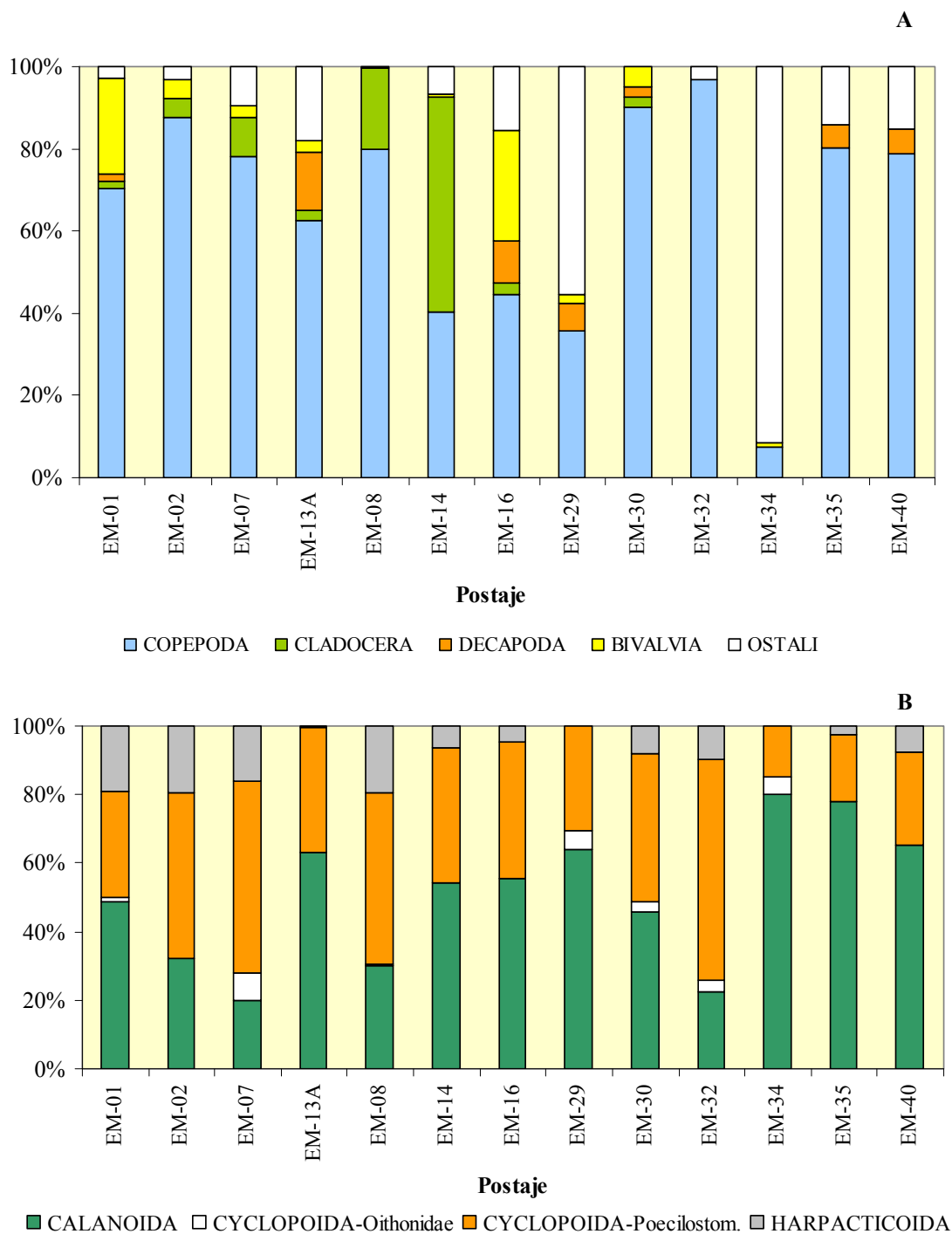
Analizirani su primjerci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-01, EM-02 i EM-07) i otvorenog (EM-08, EM-13A, EM-14 i EM-16) mora, s područja srednjeg dijela otvorenog mora (EM-40), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-29, EM-30, EM-32, EM-34 i EM-35).

U sadržaju probavila zabilježeni su uglavnom pripadnici zooplanktona, samo je u jednom probavilu sa postaje sjevernog otvorenog mora (EM-08) zabilježena i dijatomeja *Rhizosolenia* sp.. Stupanj probavljenosti hrane je visok, a punoća probavila razmjerno mala gotovo na svim postajama. Nešto punija probavila zabilježena su na postajama EM-08 i EM-13A (sjeverno otvoreno more).

Kopepodni rakovi na 76,9% postaja čine glavninu prepoznatog sadržaja (Slika 73A). Izuzetak su probavila sa postaje EM-14 u kojima su najbrojnije kladocere, te postaja EM-29 i EM-34 na kojima je u probavilima zabilježen visok udio pteropodnih i heteropodnih puževa (*Creseis acicula*, *Limacina inflata*, *Atlanta peroni*).

Među kopepodima u želučanom sadržaju zabilježeni su 44 taksona, a zastupljenošću na postajama prevladavaju *Oncaea waldemari* (93,3%), *Temora stylifera* (84,6%), *Euterpina acutifrons* i *Microsetella* sp. (76,9%) i *Calanus helgolandicus* (61,5%). Općenito su u probavilima najzastupljeniji kalanoidi i ciklopoidni poecilostomatoidi i harpaktikoidi (Slika 73B), dok su ostaci *Oithona* spp. jako malobrojni. Sve spomenute vrste su široko rasprostranjene u Jadranskom moru. Najveći ukupni broj jedinki zabilježen je u probavilima sa postaje EM-08 (sjeverno unutarnje more).

Osim navedenih skupina u analiziranim probavilima inćuna zabilježeni su i ostaci razvojnih stadija dekapodnih rakova, ličinke puževa i mnogočetinaša, streličara (Chaetognatha), kao i ostaci rakova eufauzida, amfipoda i ljuskara (Ostracoda) Na postajama EM-13A i EM-14 u sjevernom otvorenom Jadranu u probavilima inćuna nađeni su i ostaci želatinoznih salpida (Thaliacea).



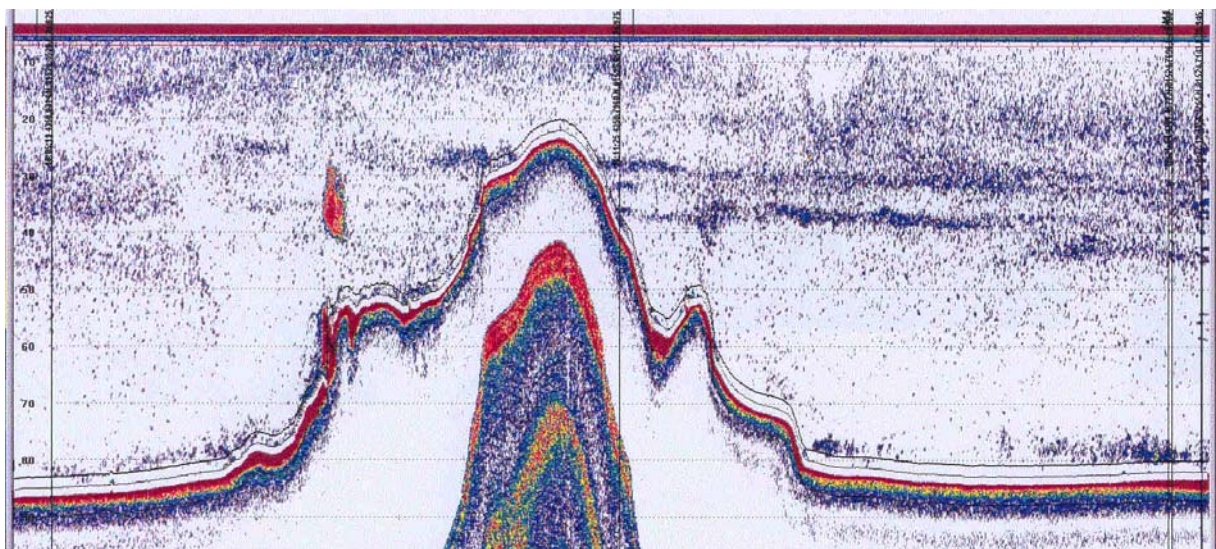
Slika 73. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona (A) i redova kopepoda (B) u ishrani inćuna na istraživanim postajama.

6.2. Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe (2008.)

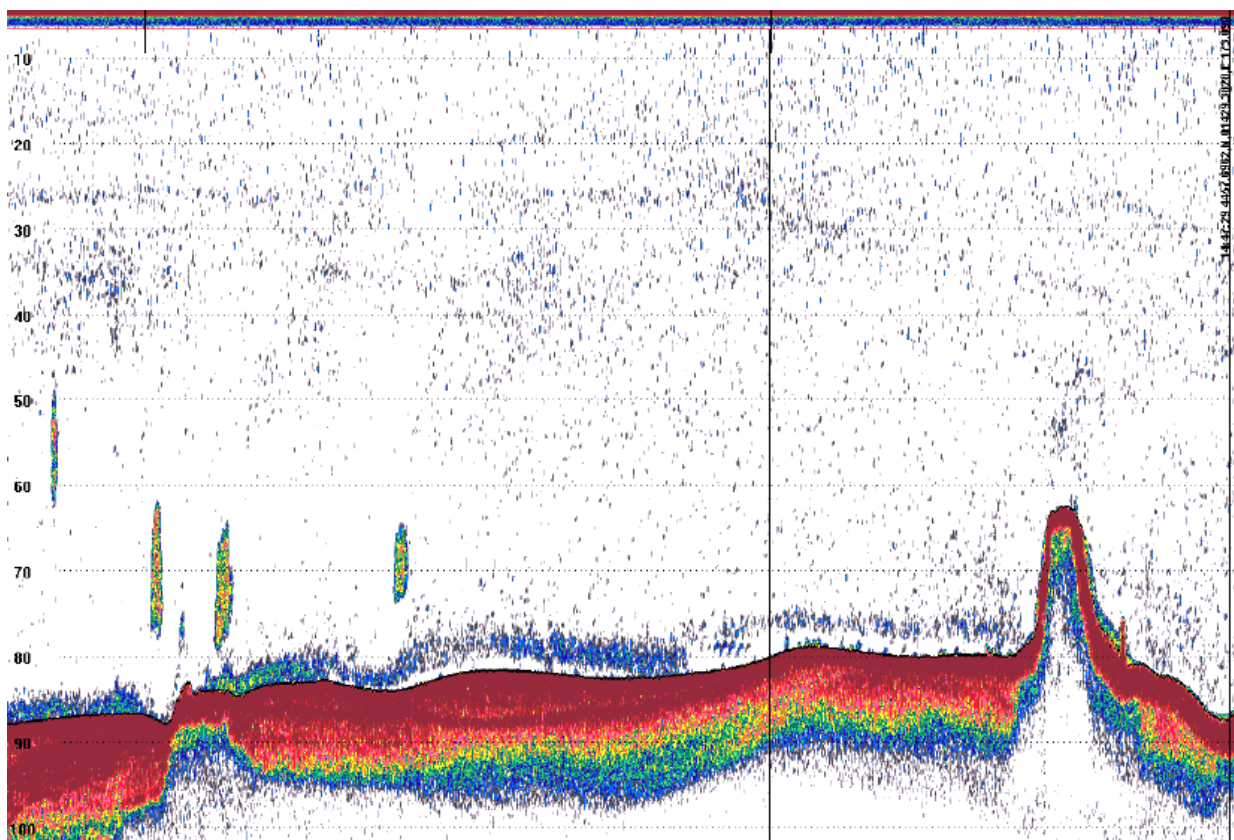
6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela unutarnjeg mora tijekom rujna 2009., akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 269 Nm. U ovom području, zastupljene su bile sve tri ciljane vrste.

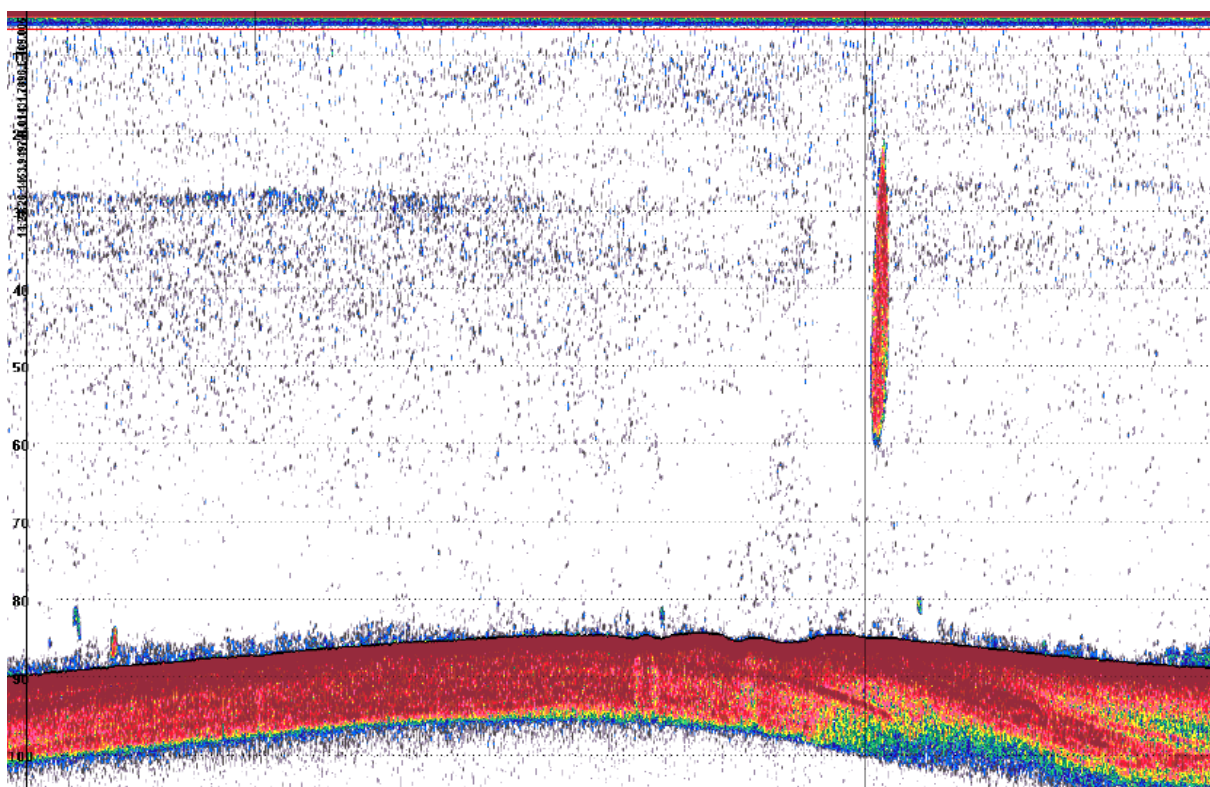
Vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $2.777,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Veličina srdele u ovom području je bila u rasponu od 12,5 do 16,5 cm, sa srednjom vrijednosti od 15,25 cm. Gustoća naselja srdele, kao i ostalih vrsta sitne plave ribe, je bila prostorno vrlo heterogena. Ukupna srednja procjenjena vrijednost eho-integrala (NASC_{avg}) je bila $97,80 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na procjenjenu vrijednost dobivenu akustičkim uzorkovanjem, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele početkom rujna 2009. u ovom području bila značajno veća od gustoće naselja srdele registrirane tijekom rujna 2008. godine, te je iznosila $17,25 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 2.070 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna bila prisutna u ovom području u procjenjuje na 35.711 tona. Glavnina ove količine srdele je, zajedno s drugim vrstama sitne plave ribe, detektirana na području Kvarnera, Murterskog mora (Slika 74) i Kvarnerića (Slika 75 i 76).



Slika 74. Ehogram plove srdele na dubini od 28 do 42 m registrirane uz podmorsku uzvisinu (brak) na području Murterskog mora (rujan, 2009).

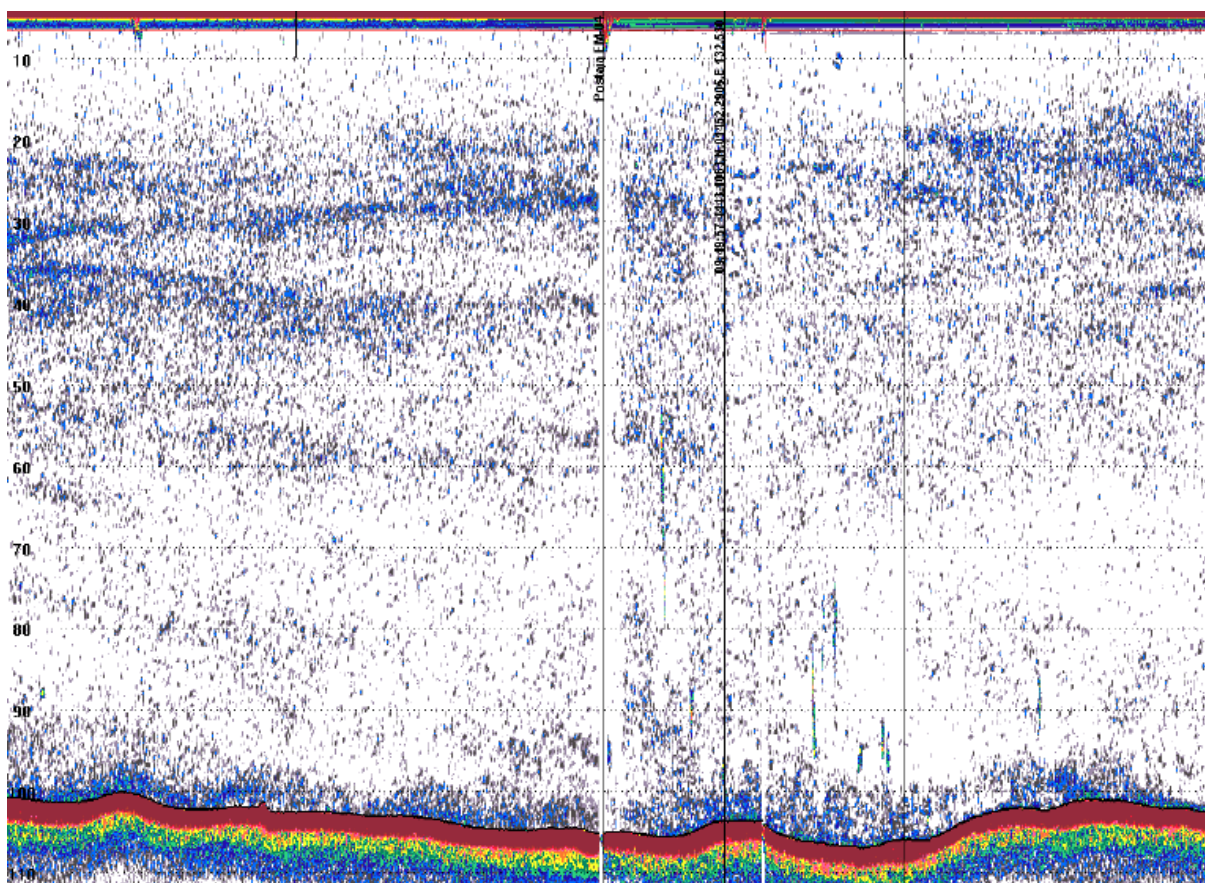


Slika 75. Ehogram plova srdele registriranih na području Kvarnerića.

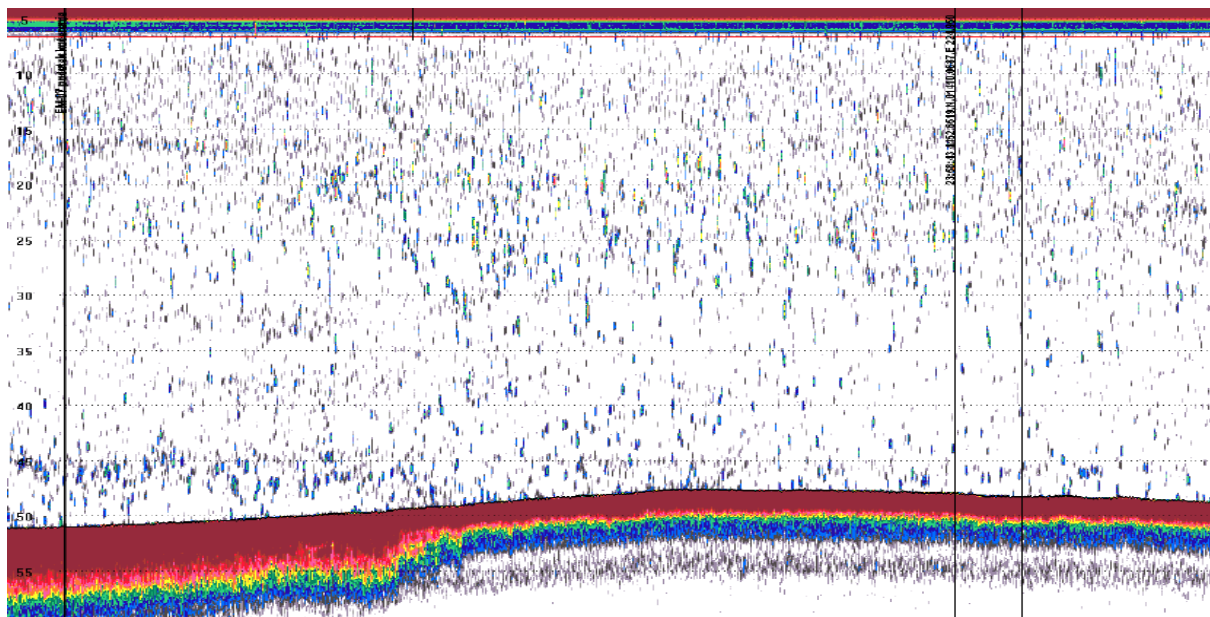


Slika 76. Ehogram velike plove srdele na dubini od 20-60 m, te plova incuna i drugih riba blizu morskog dna, registriranih na području Kvarnerića (rujan '09).

Kao kod srdele, tako su i kod inćuna vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $3.977,8 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) za inćuna se procjenjuje na $165,28 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti eho-integrala, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna početkom rujna 2009., bila veća od gustoće naselja ove vrste registrirane tijekom rujna 2008. godine. te je iznosila $20,68 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja bila 2.070 Nm^2 , procjenjuje se da bi srednja vrijednost ukupne količine inćuna prisutne na ovom području početkom rujna 2009. bila 42.817 tona. Najveći dio inćuna nalazio se na području Virskog mora i Kvarnera, a njegova prisutnost je registrirana i u srednjem dijelu Velebitskog kanala. Ehogrami inćuna i drugih vrsta sitne plave ribe snimljeni na spomenutim djelovima ovog područja prikazani su na slikama 77 i 78.



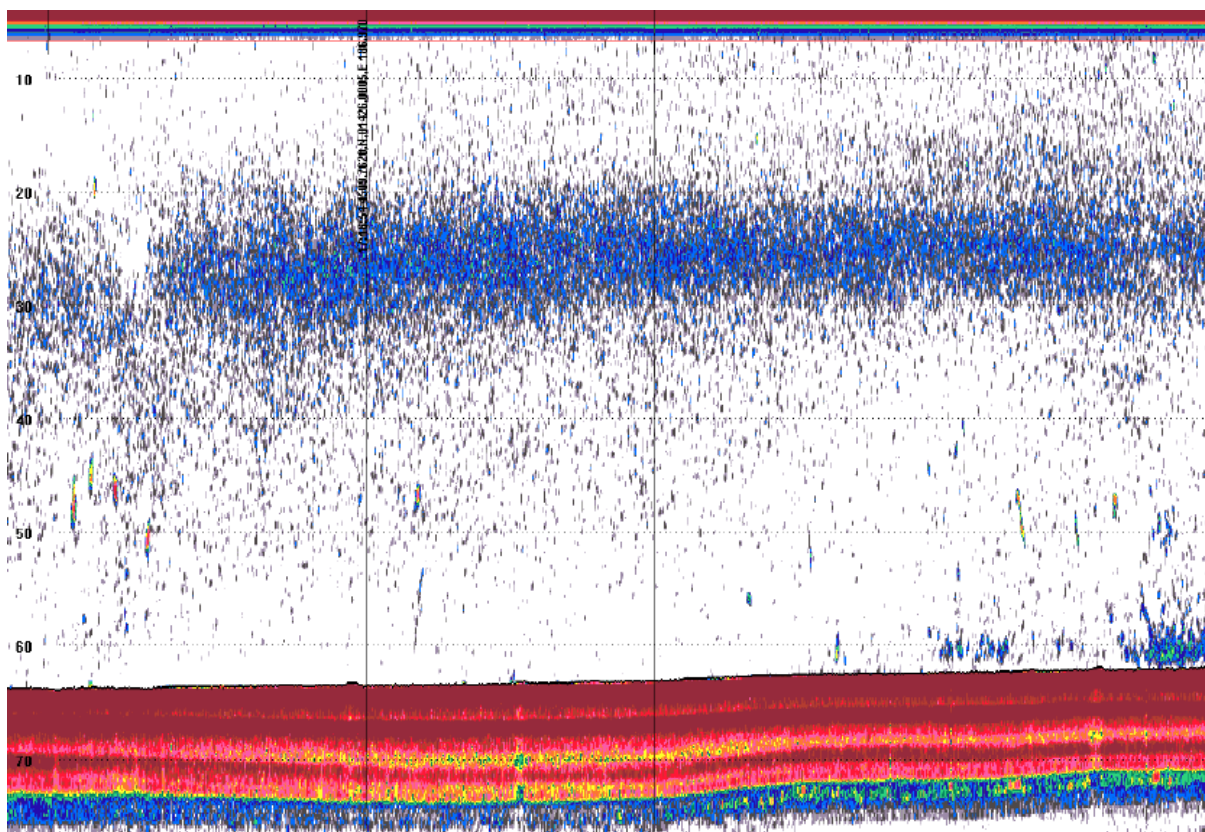
Slika 77. Ehogram brojnih plova inćuna na dubini od 60-100 m, registriranih u srednjem dijelu Velebitskog kanala (Jablanac) bogatog planktonom (rujan, '09).



Slika 78. Ehogram sitne plave ribe (inćun 71,0%, srdela 2,0%, papalina 13,7 i OPS 13,3%) snimljen noću na području Kvarnera (rujan, '09).

Veličina inćuna na ovom području je bila u rasponu od 5,0 do 15,5 cm. Najmanji primjerci inćuna s ovog područja potječu iz Riječkog zaljeva (modalna veličina: 6 cm). Sveukupna je srednja dužina inćuna na ovom području bila 10,27 cm. Prisustvo sitnog, nedoraslog inćuna manjeg od 3,0 cm, a čija se brojnost 207. godine poglavito isticala na području Kvarnerića i Riječkog zaljeva, ove godine nije zabilježeno.

Prisustvo najvećeg dijela papaline na ovom području je zabilježeno u akvatoriju Kvarnera (Slika 78) i Riječkog zaljeva (Slika 79). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od 0 m^2/Nm^2 , pa do čak 919,81 m^2/Nm^2 . Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) za papalinu se procjenjuje na 28,53 m^2/Nm^2 . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline početkom rujna 2009. bila 2,44 tona/ Nm^2 . Ukupna je srednja procjena količine papaline koja je početkom rujna 2009. bila prisutna u ovom području bila čak 5.056 tona.



Slika 79. Ehogram brojnih plova papaline na dubini od 40-60 m, registriranih u akvatoriju Riječkog zaljeva bogatog planktonom (rujan '09).

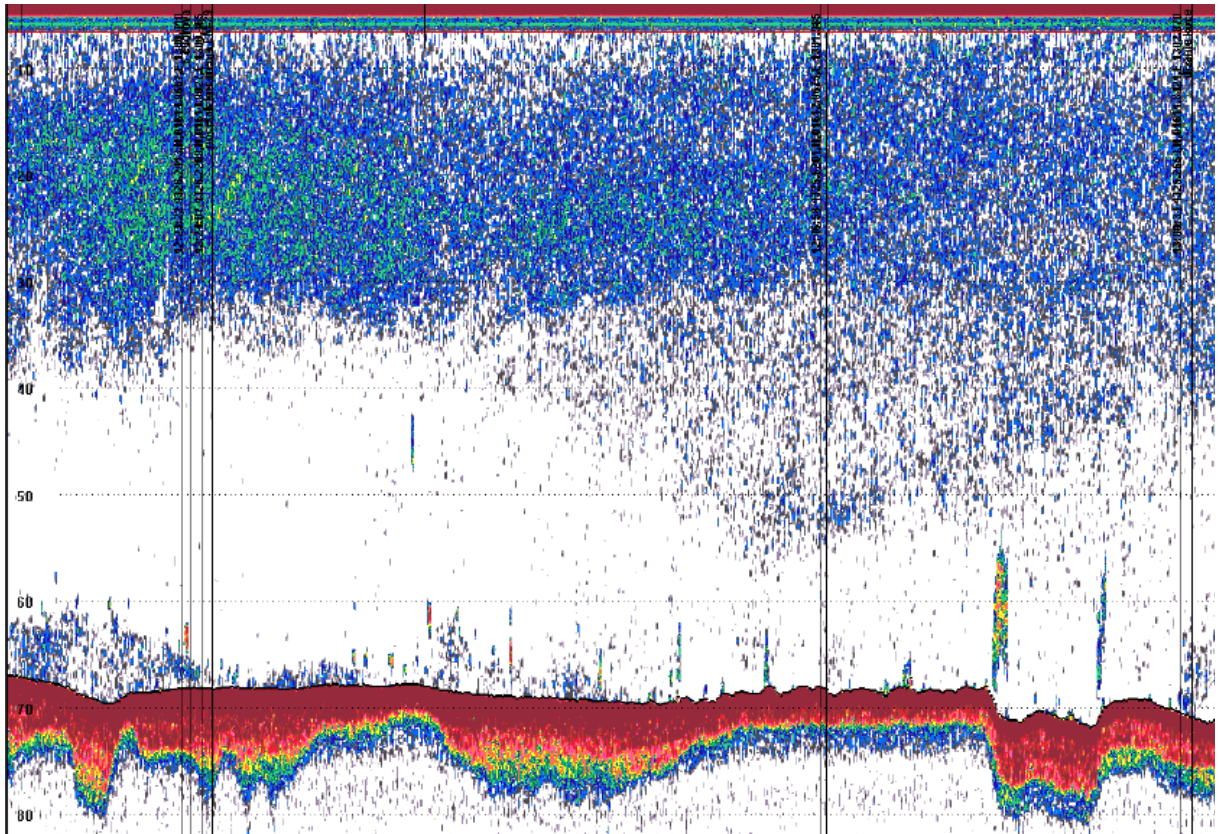
Od ostalih pelagičkih vrsta na cijelom ovom području najzastupljeniji su bili mliječ ružični (*Aphia minuta*), te plavica (*Scomber japonicus*) i šnjur (*Trachurus mediterraneus*), a u manjoj mjeri gire (*Spicara smaris* i *S. flexuosa*), bukva (*Boops boops*) i skuša (*Scomber scombrus*). Od glavonožaca prisutnih u pelagijalu ovog područja, zabilježeno je prisustvo lignji (*Loligo vulgaris*) i lignjuna (*Illex sp.*).

6.2.2. Unutarnje more – južni dio

U istraživanom području sjevernog dijela unutarnjeg mora tijekom mjeseca studenog 2009., akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 236 Nm. U ovom području, od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun (Slika 80), dok prisutnost populacije papaline nije bila zamijećena.

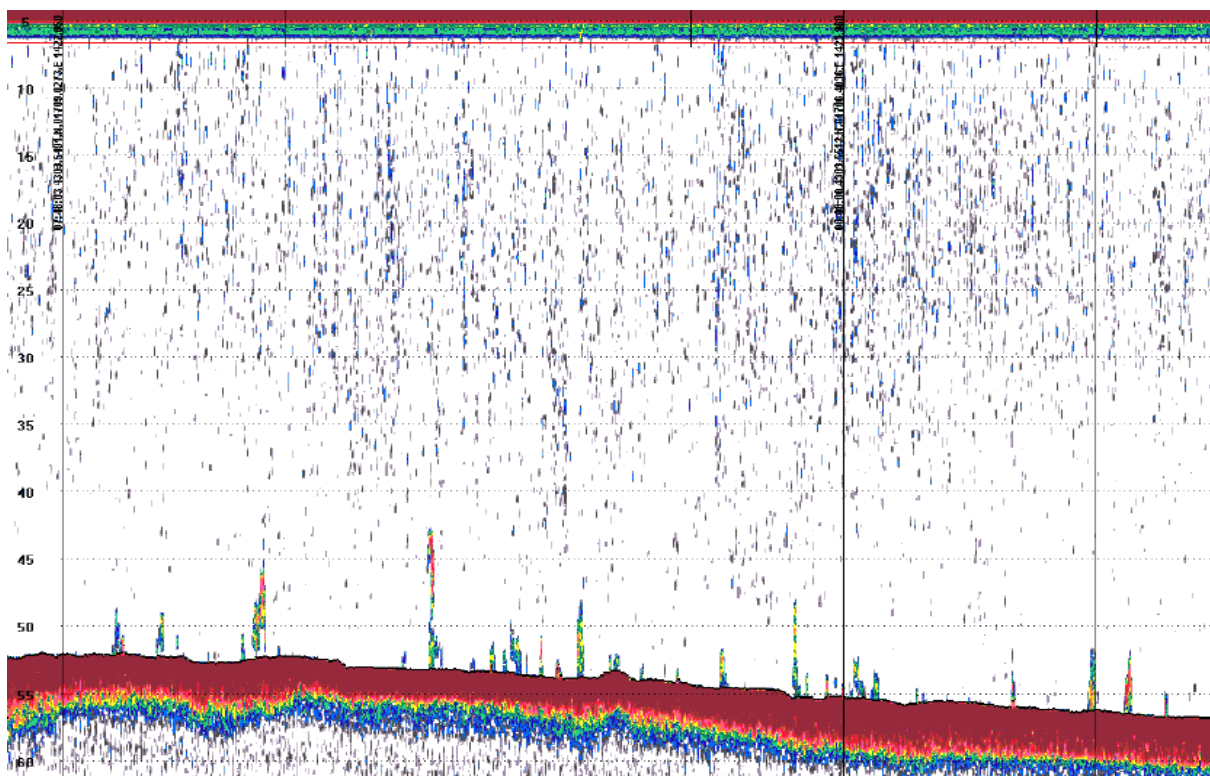
U ovom je području gustoća naselja srdele bila prostorno vrlo heterogena, pa su na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su, varirali u rasponu od 0 m²/Nm² do 349,32 m²/Nm². Srednja vrijednost eho-integrala (NASC_{avg}) je procijenjena na

36,78 m²/Nm². Veličina srdele na ovom području je bila u rasponu od 8,0 do 15,5 cm, sa srednjom veličinom od 11,0 cm. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele tijekom studenog 2009. bila 4,87 tona/Nm². Budući da je površina ovog područja bila 1.386 Nm², procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele prisutne na ovom području za vrijeme istraživanja bila 6.743,2 tona.

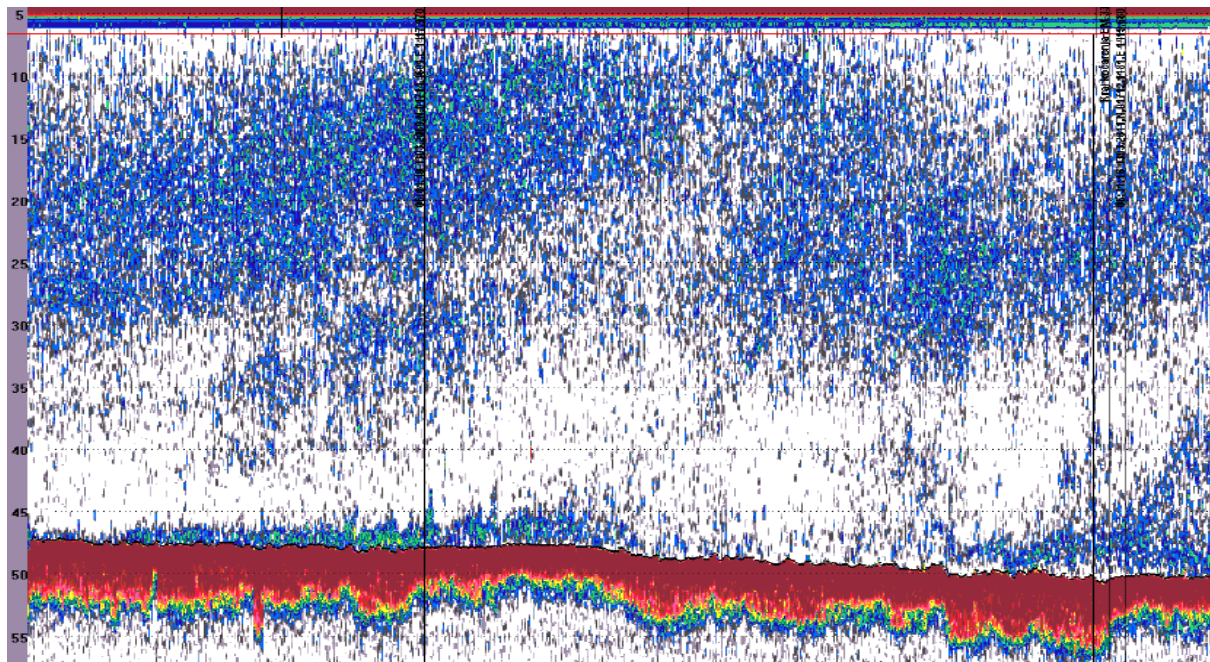


Slika 80. Ehogram plove srdele na dubini od 55-70 m, te više manjih plova incuna snimljen na području Splitskog kanala bogatog planktonom (studen, '09).

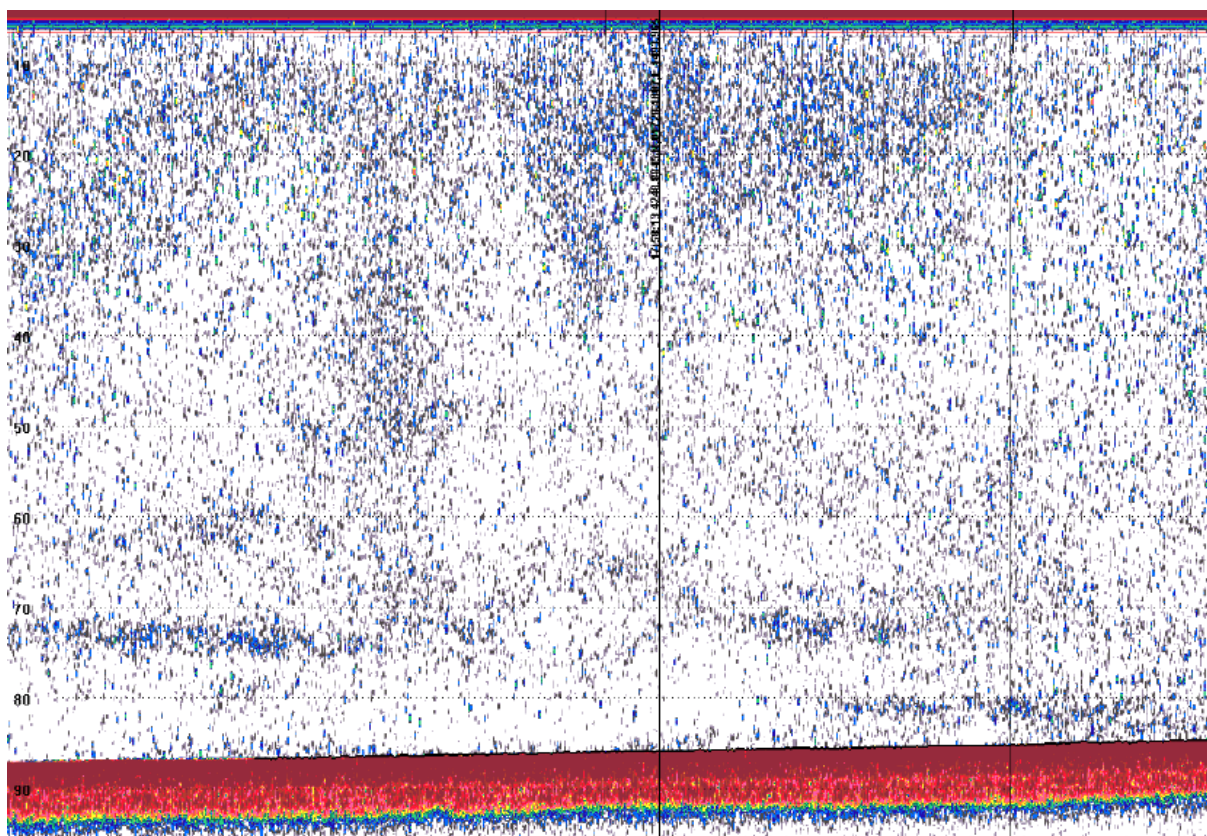
Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna varirale su u rasponu od 0 m²/Nm² do 1.442,6 m²/Nm². Procjene ukazuju da bi srednja vrijednost eho-integrala incuna (NASC_{avg}) bila 173,69 m²/Nm². S obzirom na dobivene vrijednosti, a uzimajući u obzir srednju veličinu primjeraka incuna u ovom području od 11,30 cm, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna tijekom studenog 2009., bila 24,49 tona/Nm². Budući da je površina ovog područja 1.386 Nm², to se ukupna količina incuna prisutna u ovom području procjenjuje na 33.941 tona. To je veća količina od one procjenjene u rujnu 2008. Najveće količine incuna detektirane su na području Mljetskog, Neretvanskoga i Splitskog kanala. Ehogrami incuna i druge sitne plave ribe na navedenim područjima prikazani su na slikama 81, 82 i 83.



Slika 81. Ehogram većeg broja plova inćuna, srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih u akvatoriju Rta Lovište (studeni, '09).



Slika 82. Ehogram sitne plave ribe (srdela 33,8%, inćun 16,7%, OPS 49,4%) snimljen noću na području planktonom bogatog Neretvanskog kanala (studeni, '09).



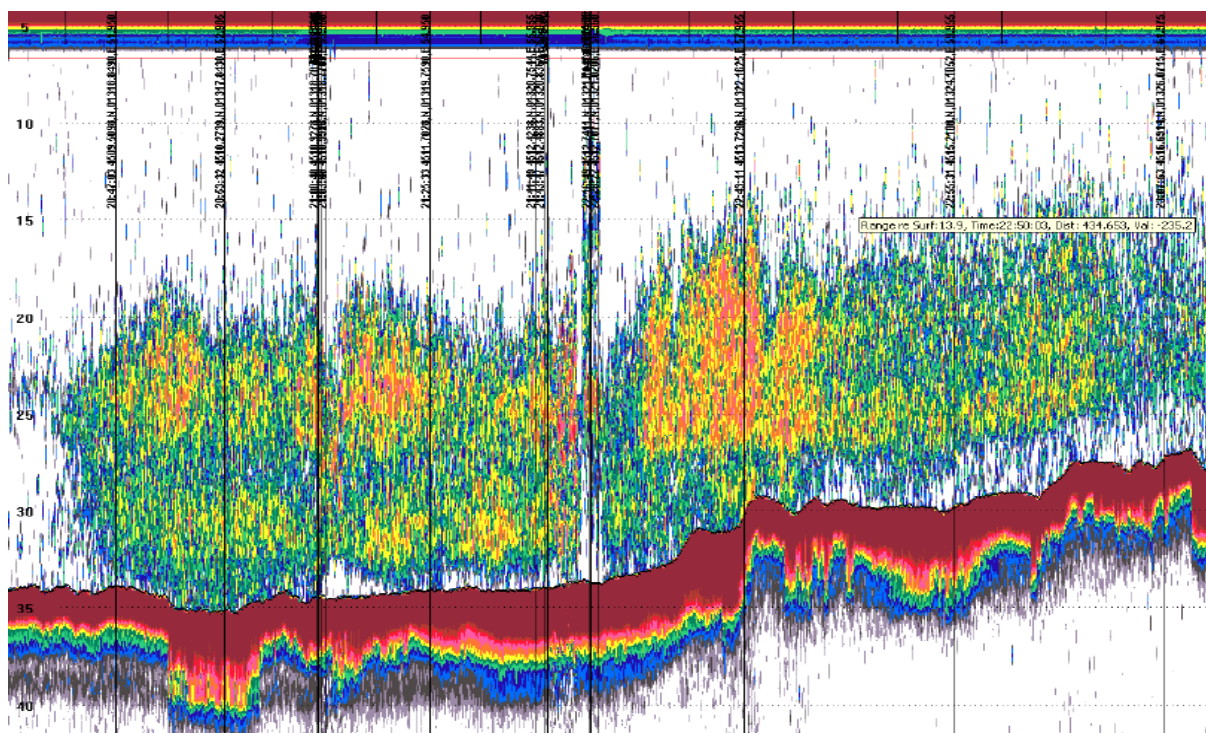
Slika 83. Ehogram sitne plave ribe (incun 99% , srdela 1%) registrirane noću na dubini od 10-50 m u Mljetskom kanalu (studen, '09).

Od ostalih pelagičkih vrsta u području južnog dijela unutarnjeg mora najviše su bile zastupljene bukve (*Boops boops*), šnjuri (*Trachurus trachurus* i *T. mediterraneus*), te mliječ ružični (*Aphia minuta*). U nešto manjoj mjeri je zabilježeno i prisustvo gira (*Spicara flexuosa* i *S. smaragdina*), plavice (*Scomber japonicus*) i skuše (*Scomber scombrus*), a prisutni u ovom području su bili i mali primjerci srdele goleme (*Sardinella aurita*). Od glavonožaca u pelagijalu prisutni su bili lignja (*Loligo vulgaris*), lignjica (*Aloteuthis sp.*) i sipica (*Sepiella sp.*), te lignjun (*Illex sp.*).

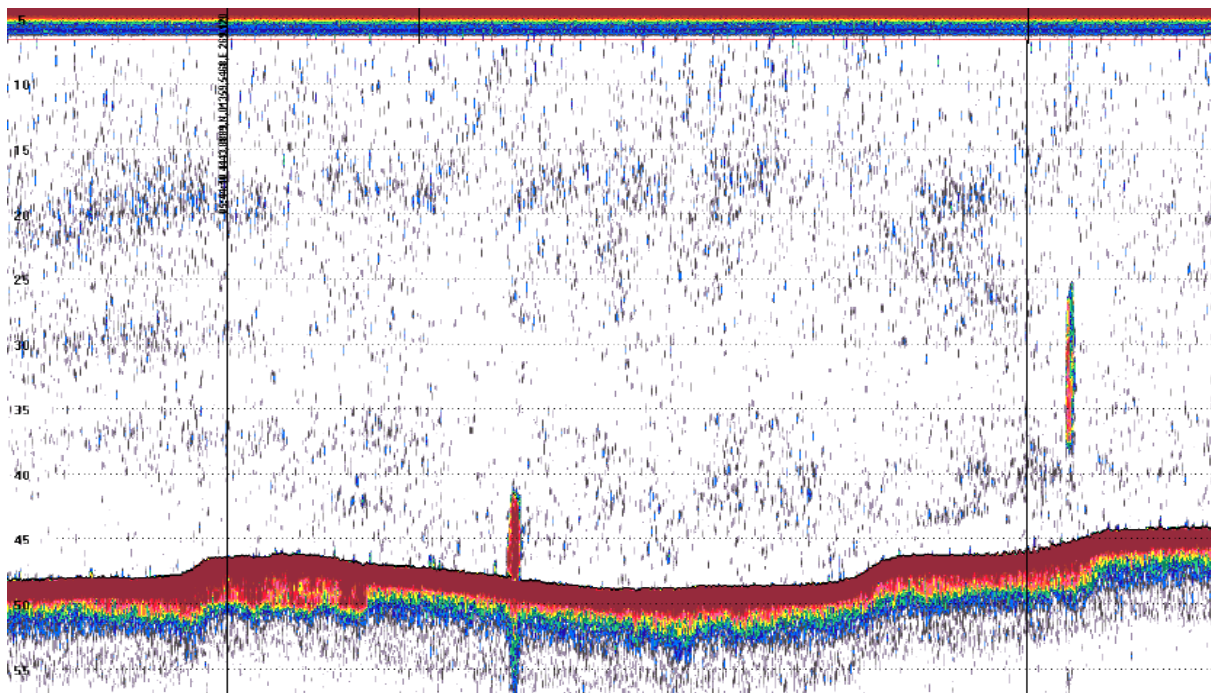
6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela otvorenog mora, tijekom rujna 2009., akustički uzorci su prikupljeni duž 15 transekata usklađenih s protokolom EU-MEDIAS-a ukupne duljine 494 Nm. Na području sjevernog dijela otvorenog mora bile su od ciljanih vrsta zastupljeni srdela, incun i papalina.

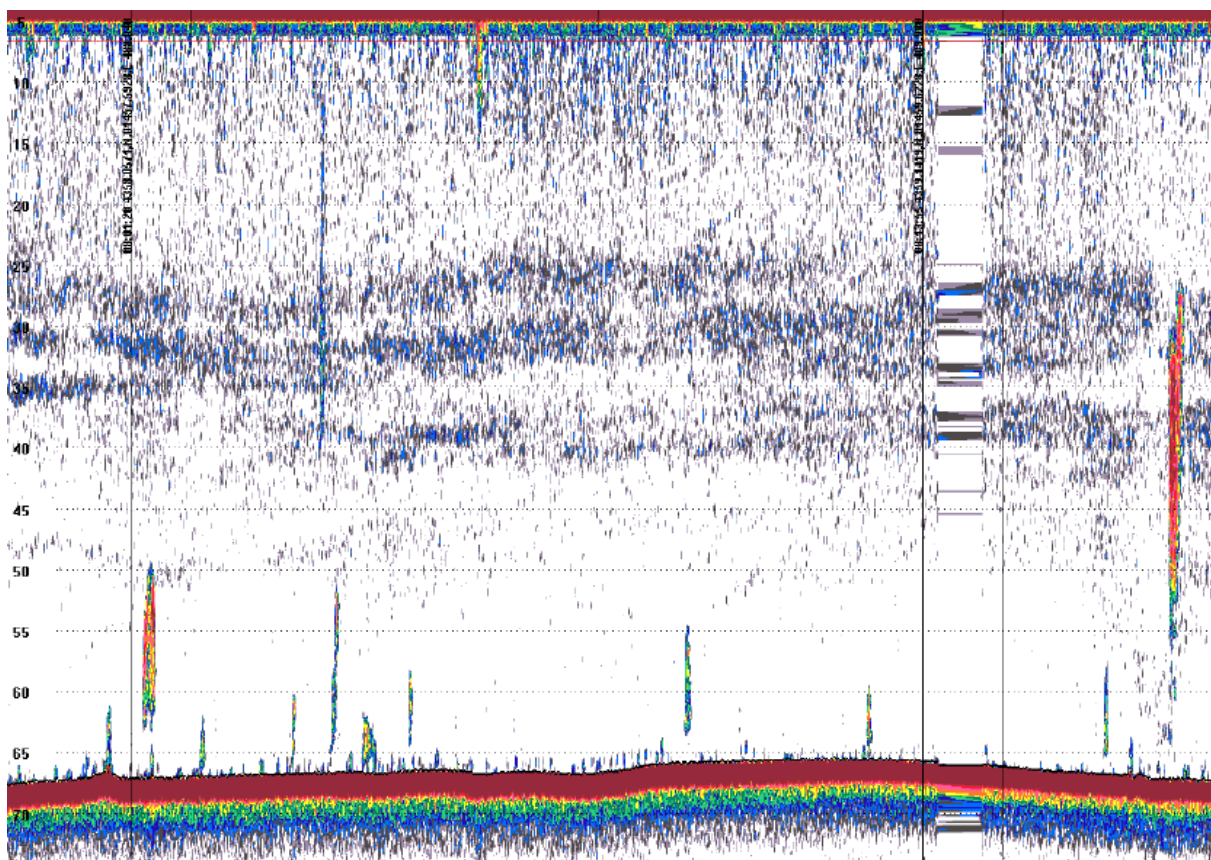
Prostorna raspodjela gustoće naselja srdele je bila prostorno izrazito heterogena, ukazujući na vrlo veliku gustoću njene populacije na području zapadne obale poluotoka Istre, dok je nekim u drugim dijelovima ovog područja bila potpuno odsutna. Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od 0 m^2/Nm^2 , pa sve do 8.336,96 m^2/Nm^2 . Procjena srednje vrijednosti eho-integrala srdele (NASC_{avg}) je bila 197,47 m^2/Nm^2 . Srednja dužina srdele na području otvorenog mora je iznosila 14,94 cm. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele tijekom rujna 2009. bila 34,21 tona/ Nm^2 . Imajući na umu površinu istraženog područja sjevernog dijela otvorenog mora od 5.134 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna 2009. bila prisutna u ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje (srednja vrijednost) na 175.619 tona. Najveće količine srdele detektirane su na dijelu uz zapadnu obalu Istre (Slike 84 i 85), te u akvatoriju jugozapadne strane Dugog otoka (Slika 86).



Slika 84. Ehogram velike nakupine sitne plave ribe (srdela 98,2%, inćun 1,7%, OPS 0,1%) dužine oko 12 nm, snimljen u akvatoriju zapadne obale Istre (rujan, '09).

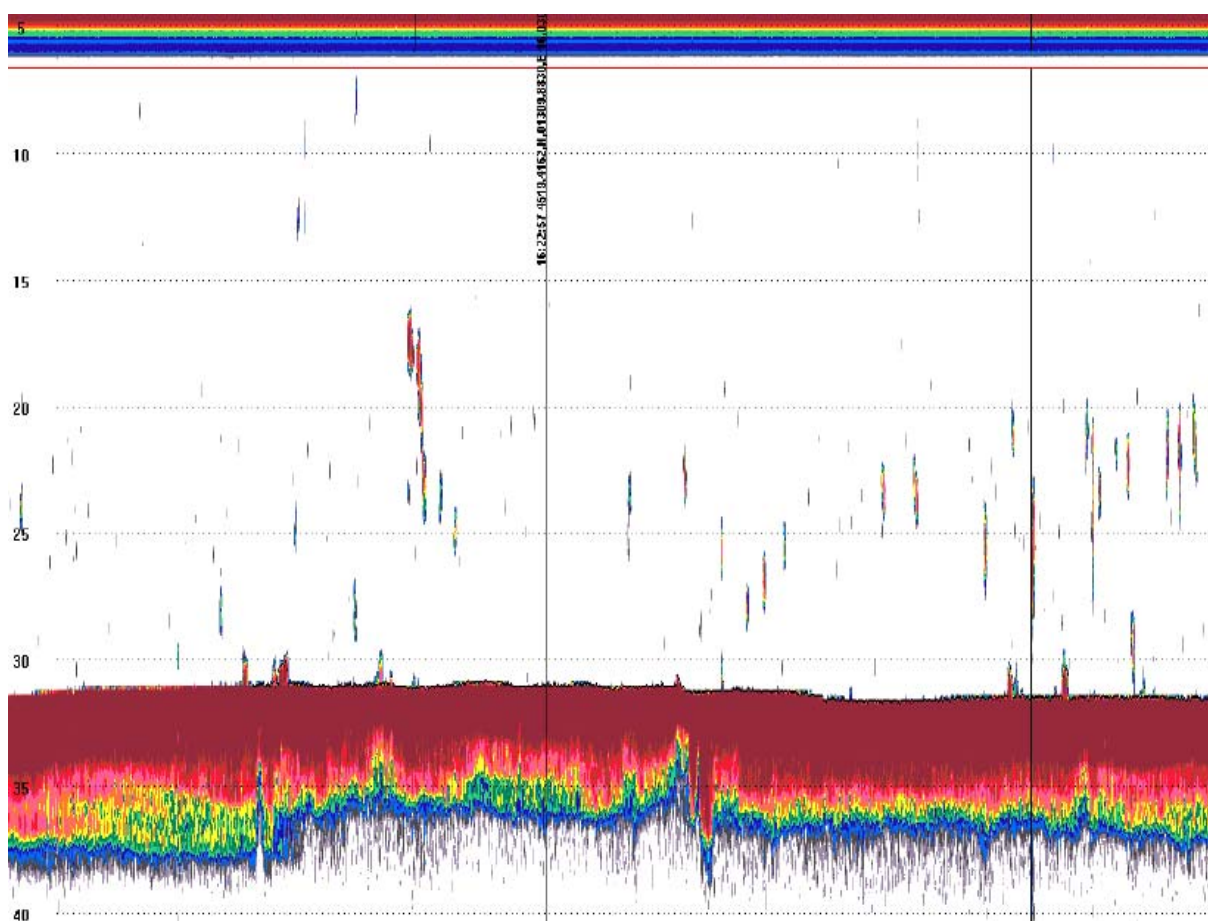


Slika 85. Ehogram plova srdele registriran u akvatoriju južnog dijela Istre blizu Rta Kamenjak (rujan, '09).

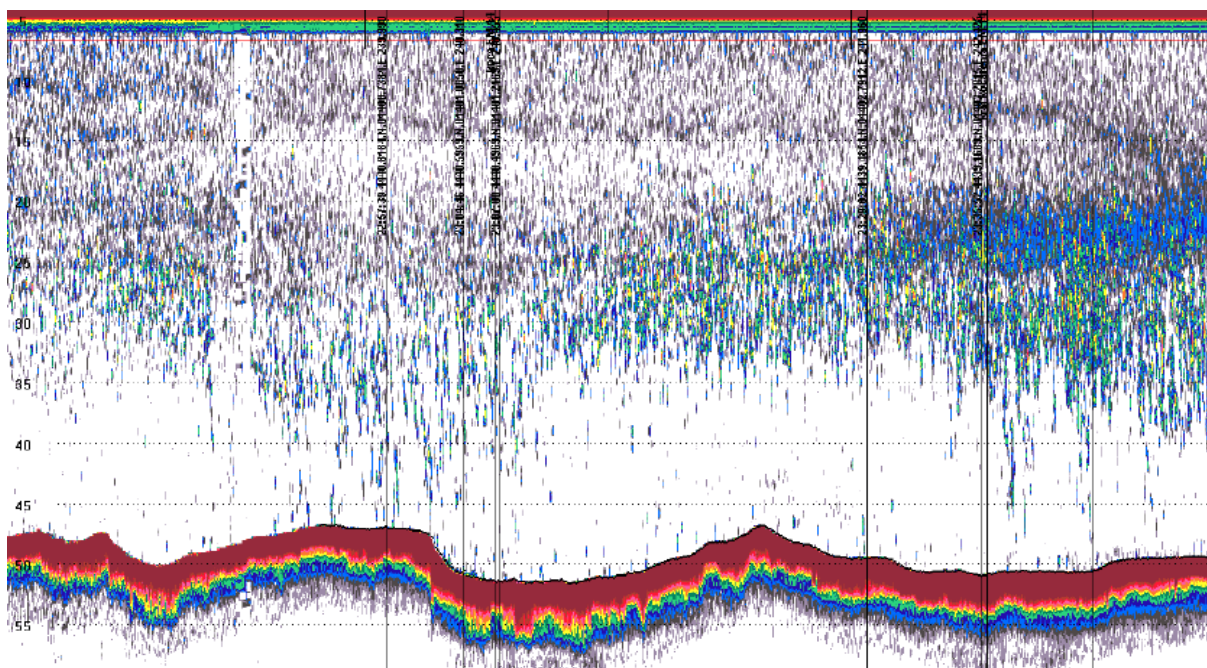


Slika 86. Ehogram plova srdele, inćuna i ostalih vrsta sitne plave ribe registriran u akvatoriju jugozapadne strane Dugog otoka (rujan, '09).

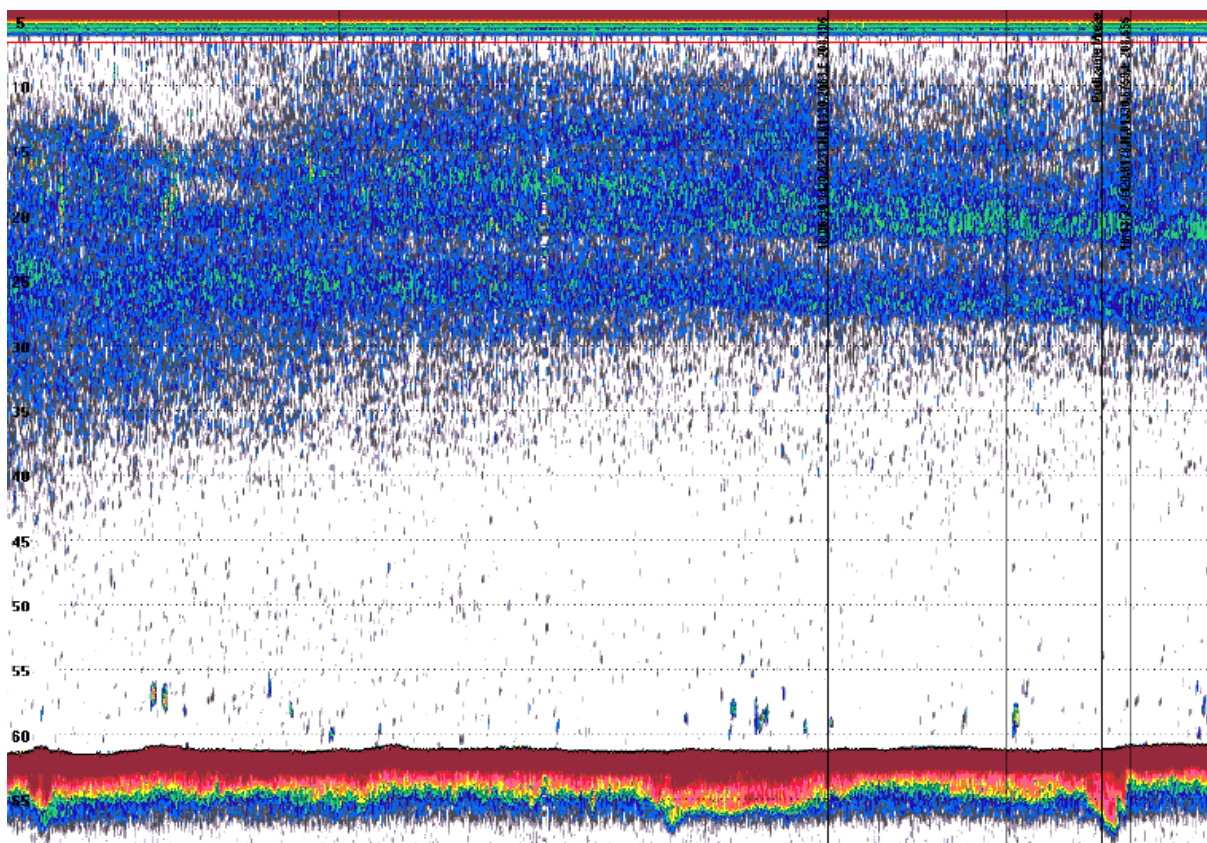
Na ovom području vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $1.014,36 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjenjena srednja vrijednost eho-integrala inćuna (NASC_{avg}) iznosila je $50,20 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2009. bila $8,14 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Uzimajući u obzir veličinu površine sjevernog dijela otvorenog mora, ukupna se količina inćuna koja je početkom rujna 2009. bila prisutna u ovom području na 41.787 tona. To je značajno manja količina inćuna od količine procjenjene u ovom području tijekom rujna 2008. Znatnije količine inćuna na ovom području registrirane su u akvatoriju zapadne obale Istre (Slika 87), ispred Kvarnera (Slika 88), te u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu (89 i 90).



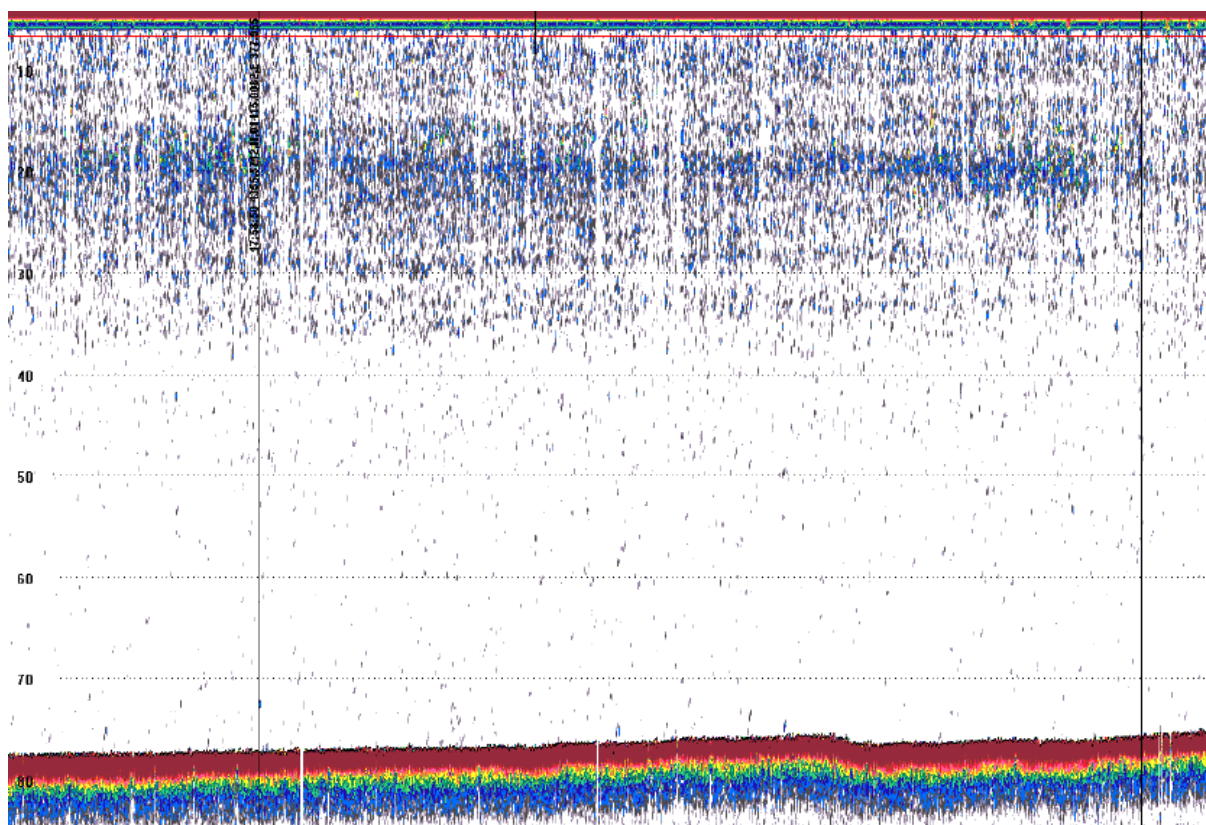
Slika 87. Ehogram brojnih plova inćuna na dubini od 20-30 m, registriranih u akvatoriju zapadne obale Istre (rujan, '09).



Slika 88. Ehogram sitne plave ribe (srdela 82,4%, inćun 16,7%, OPS 0,8%) snimljen noću u akvatoriju ispred Kvarnera.

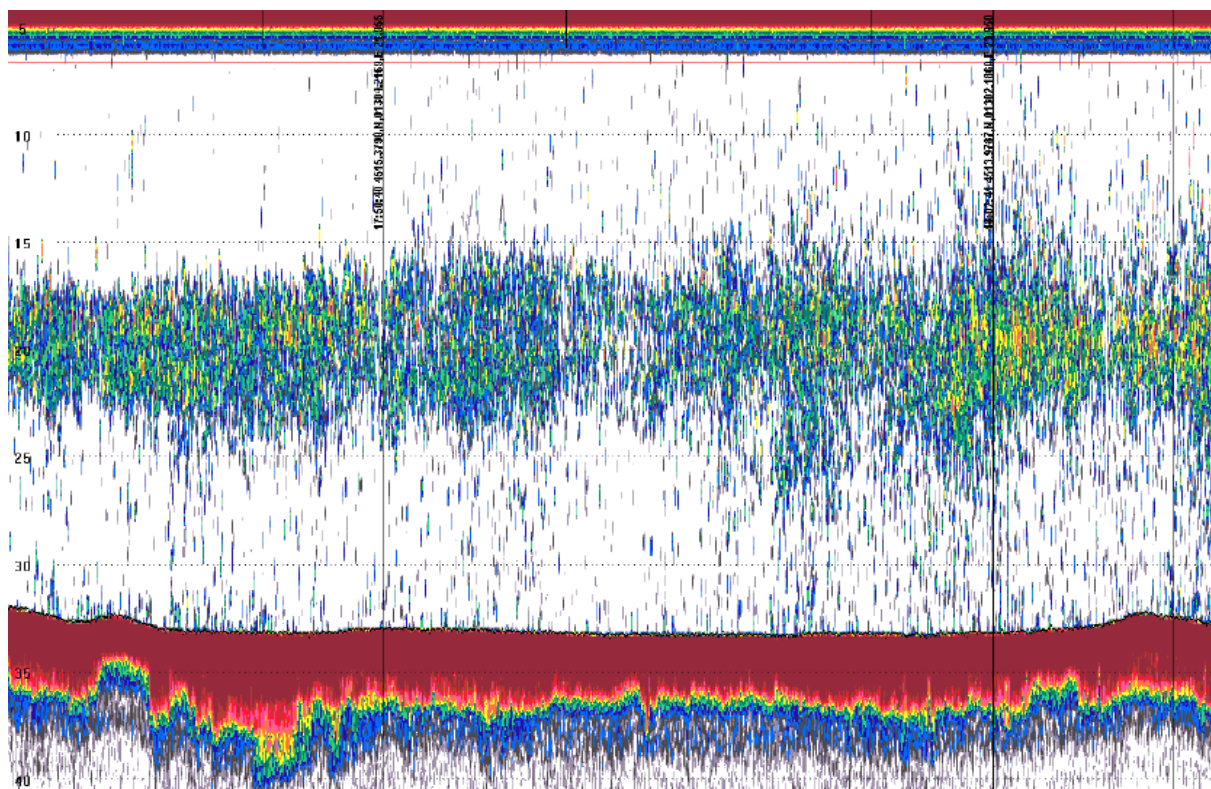


Slika 89. Ehogram planktona i sitne plave ribe na dubini od 10-25 m (inćun 99,3%, srdela 0,2%, OPS 0,5%) snimljen noću na području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, jugozapadno od Rta Kamenjak.



Slika 90. Ehogram planktona i sitne plave ribe na dubini od 10-35 m (inćun 99,9%, srdela 0,1%) snimljen noću na području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, jugozapadno od otoka Premuda (rujan, '09).

I kod papaline je uslijed velikih nejednakosti u prostornoj raspodjeli gustoće naselja na području sjevernog dijela otvorenog mora, vrijednosti eho-integrala su varirale u rasponu vrijednosti od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ pa do $77,38 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho integrala (NASC_{avg}) je bila samo $1,53 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene rezultate procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline tijekom rujna 2009. na ovom području bila $0,14 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, srednja vrijednost ukupne količine papaline u istraživanom periodu se procjenjuje na 713 tona. Papalina se uglavnom nalazila pomiješana s drugim vrstama sitne plave ribe, te je detektirana uglavnom samo na sjevernom dijelu ovog područja uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (Slika 91).



Slika 91. Ehogram velike nakupine sitne plave ribe (srdela 21,1%; inćun 72,2%; papalina 5,5%; OPS 1,2%) zabilježene u sjevernom Jadranu uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa.

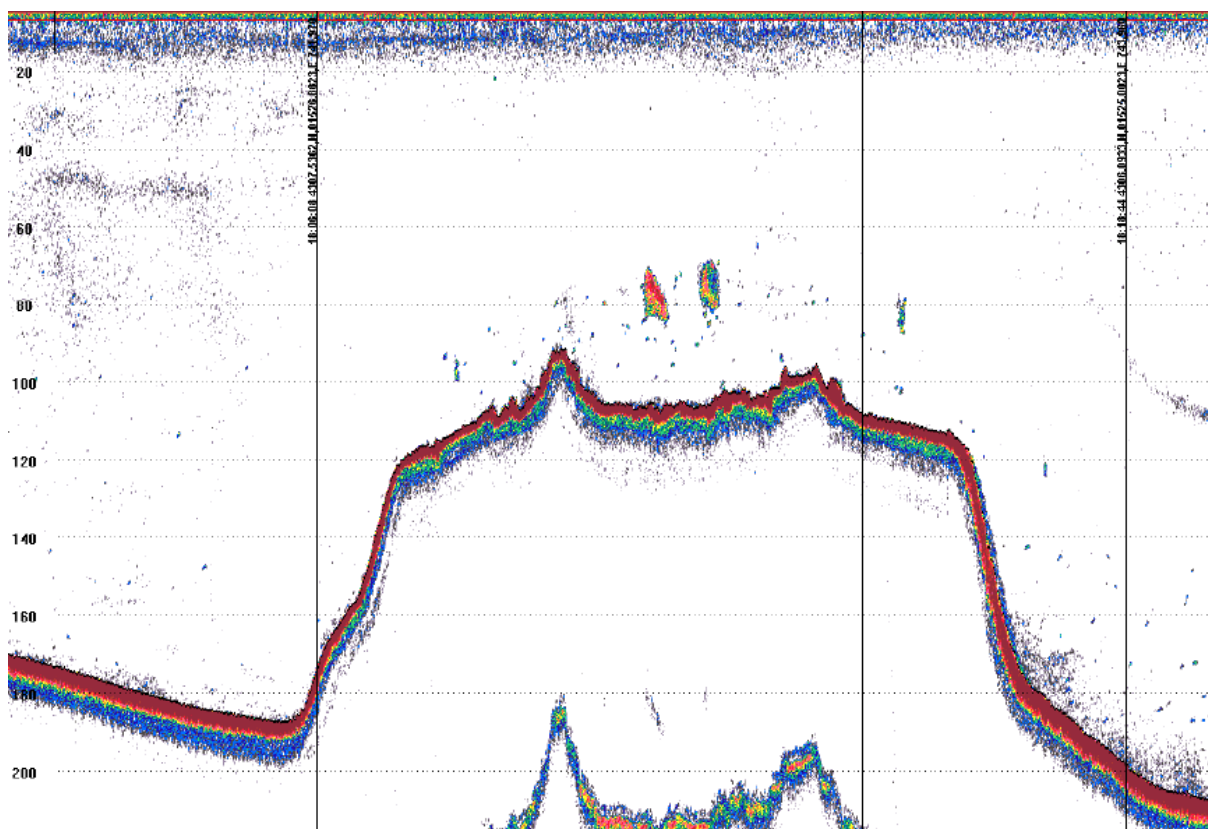
Ovaj nalaz papaline uz granicu ekološko-ribolovne zone ukazuje na to da se jedan dio njene populacije u ovo doba godine nalazio i u zapadnom dijelu Jadranskoga mora.

Od ostalih pelagičkih riba u uzorcima prikupljenim na ovom području smo nalazili ponajviše skušu (*Scomber scombrus*) prisutnu na najsjevernijem dijelu ovog područja, te šnjura (*Trachurus mediterraneus* i *T. trachurus*) i giru oštrulju (*Spicara flexuosa*). U manjoj mjeri na ovom području zamijećeno je i prisustvo mliječa ružičnog (*Aphia minuta*), bukve (*Boops boops*) te srdele goleme (*Sardinella aurita*). Od glavonožaca u uzorcima su najviše bile zastupljene lignje (*Loligo vulgaris*) i lignjuni (*Ilex coindetti*).

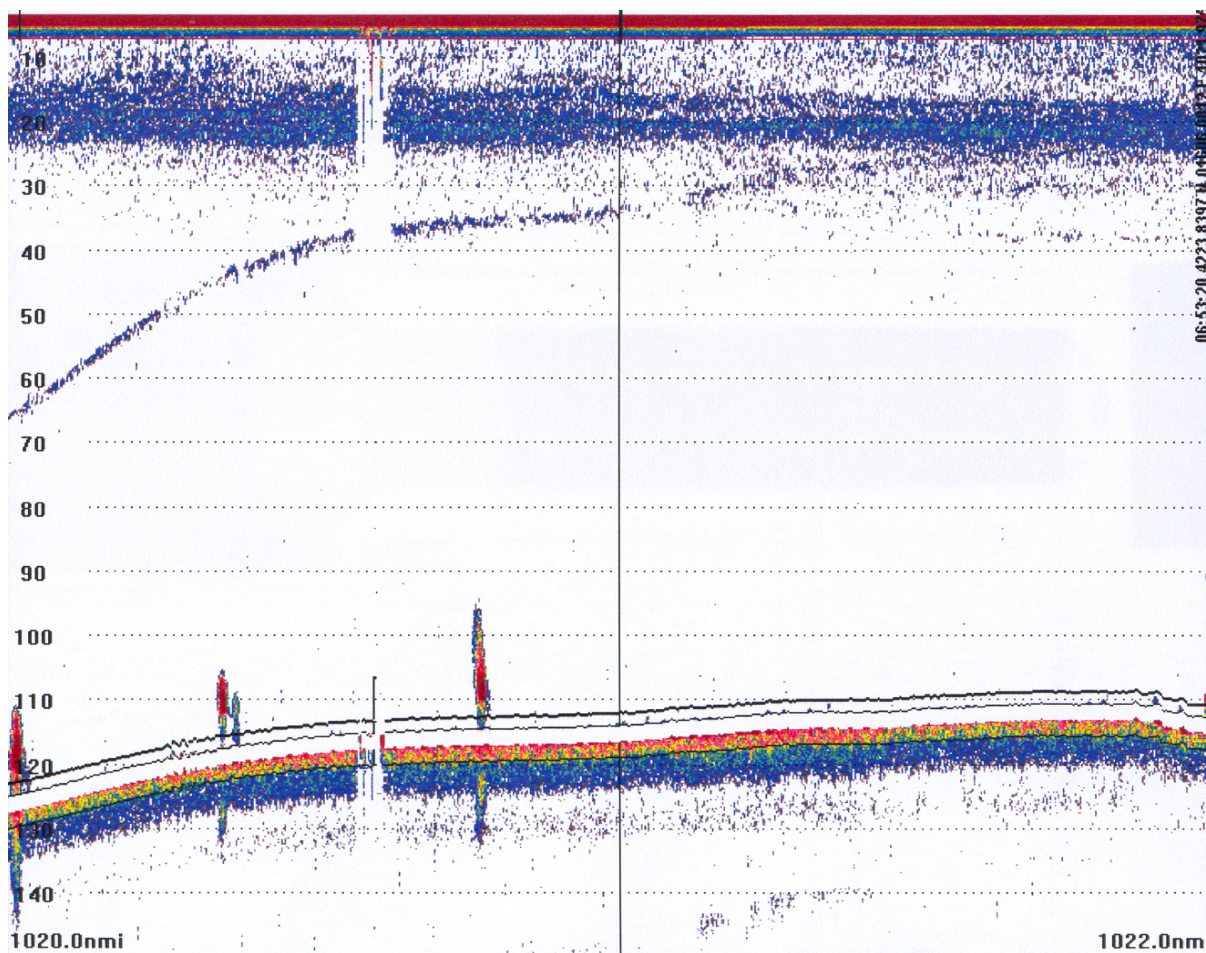
6.2.4. Otvoreno more – srednji dio

U istraživanom području sjevernog dijela otvorenog mora, tijekom rujna 2009., akustički uzorci su prikupljeni duž 9 transekata usklađenih s protokolom EU-MEDIAS-a ukupne duljine 447 Nm. U području srednjeg dijela otvorenog mora, tijekom rujna 2009., od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena.

Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od 0 m²/Nm² do 3.494,83 m²/Nm². Procjena srednje vrijednosti eho-integrala srdele (NASC_{avg}) je bila 1841 m²/Nm². S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da srednja gustoća naselja srdele u ovom području tijekom rujna 2009. u ovom području je bila 3,19 tona/Nm². Budući da je površina ovog područja 4.306 Nm², to se ukupna količina srdele koja je tijekom rujna 2009. bila prisutna u ovom području, procjenjuje na 13.730 tona, što je nešto više od količine procijenjene prošle godine na ovom području. Rijetke plove srdele na ovom području registrirane na ovom području nalazile su se u akvatoriju o. Jabuke (Slika 92), zapadne strane otoka Visa, u akvatoriju Palagruže (Slika 93).



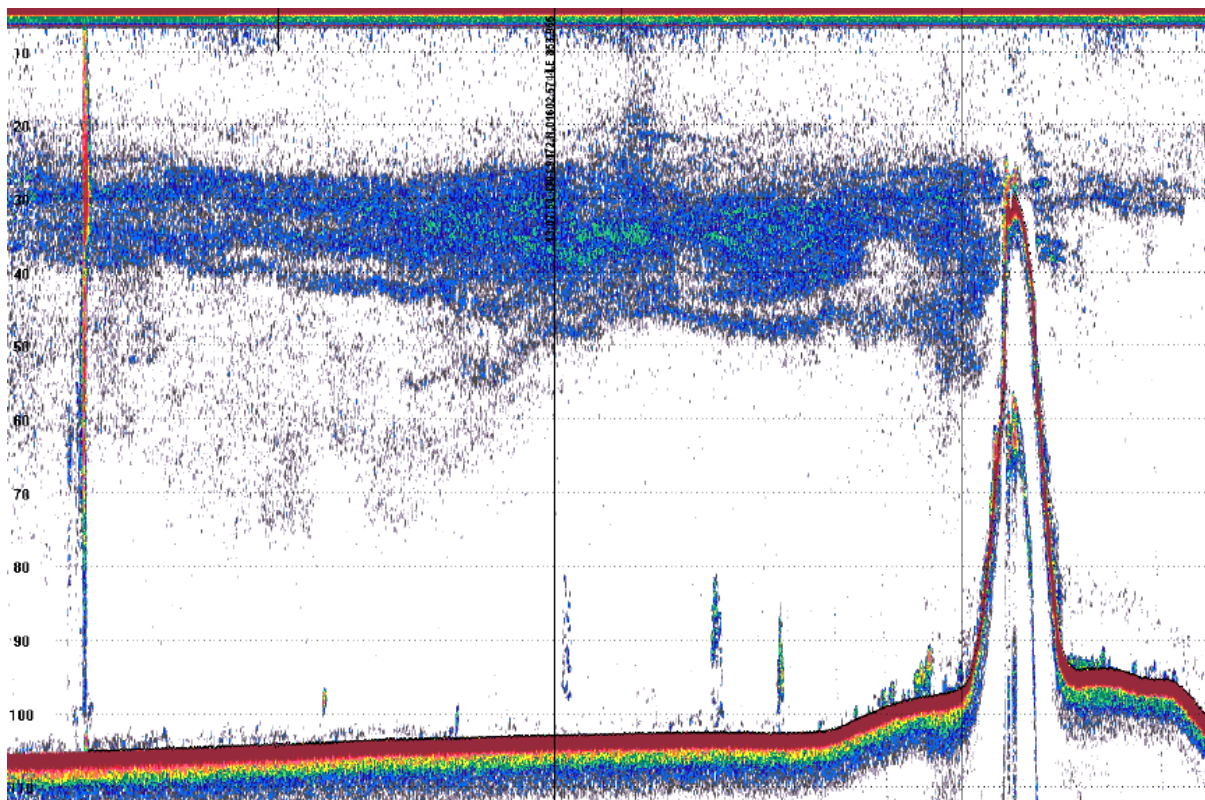
Slika 92. Ehogram plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriran u akvatoriju o. Jabuke (rujan, '09).



Slika 93. Ehogram velikih plova srdele blizu morskog dna registrirane na srednjem dijelu otvorenog mora u akvatoriju palagruškog praga (rujan, '09).

Na ovom području vrijednosti echo-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $306,61 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ (Slika 94). Srednja vrijednost echo-integrala inćuna (NASC_{avg}) je procjenjena na $4,82 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna na ovom području tijekom rujna 2009. bila $0,78 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja 4.306 Nm^2 , ukupna se količina inćuna koja je početkom rujna 2009. bila prisutna u ovom području procjenjuje na 3.367 tona.

U pelagijalu ovog područja također je bila zamijećena i prisutnost mlađi inćuna ($\text{LT} < 3\text{cm}$), te mlađi i ranih razvojnih stadija različitih pelagičnih, a vjerojatno i pridnenih organizama.



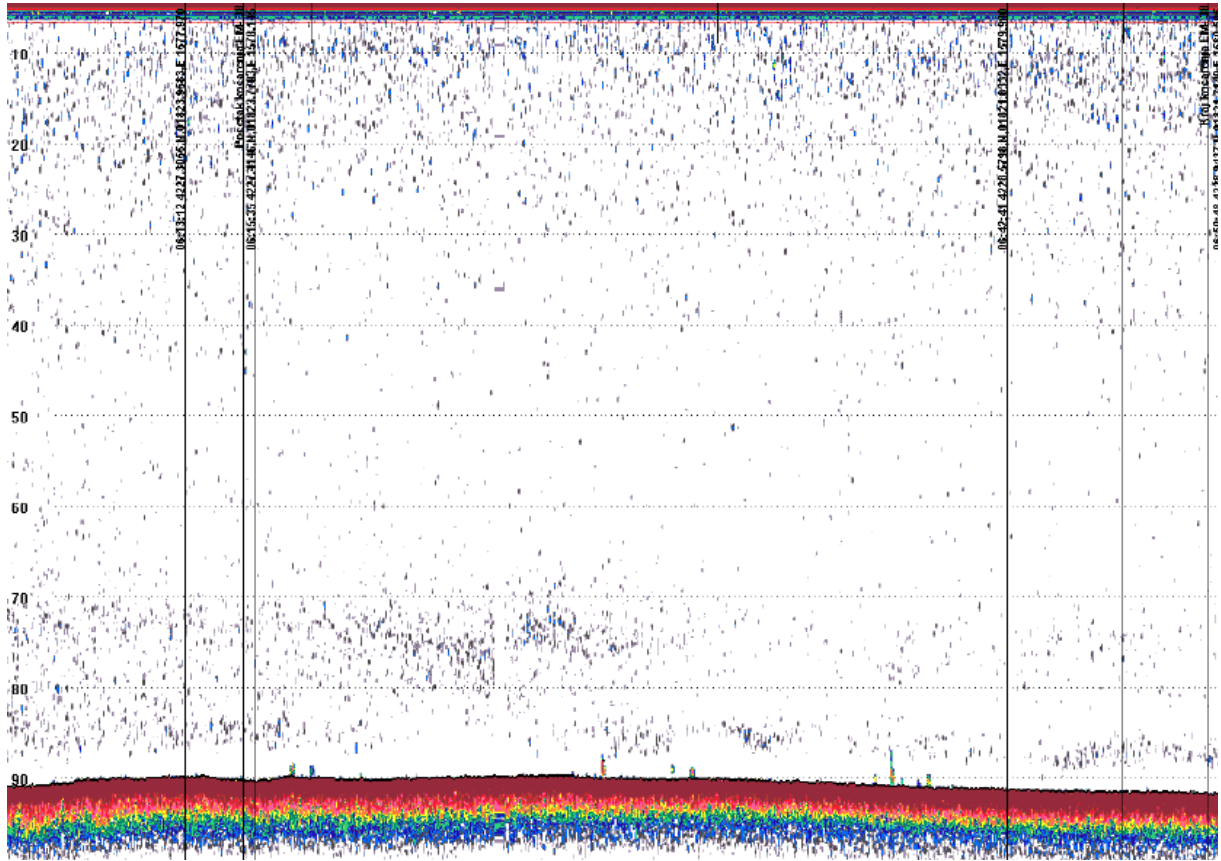
Slika 94. Ehogram brojnih plova sitne plave ribe registriranih u akvatoriju zapadne strane otoka Visa (rujan, '09).

6.2.5. Otvoreno more – južni dio

U istraživanom području sjevernog dijela otvorenog mora, tijekom rujna 2009., akustički uzorci su prikupljeni duž 6 transekata usklađenih s protokolom EU-MEDIAS-a ukupne duljine 58 Nm. U području srednjeg dijela otvorenog mora, tijekom studenog 2009., od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena.

Srdela je bila skoro potpuno odsutna s ovog područja, registrirana u manjim količinama samo u akvatoriju Cavtata (Slika 95). Ove su godine na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su bile najmanje u odnosu na dosadašnja istraživanja, a varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do svega $1,5 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjenjuje se da je srednja vrijednost eho-integrala srdele (SA_{avg}) u ovom području bila samo $0,05 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele tijekom mjeseca studenom u ovom području bila samo $0,01 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Imajući na umu razmjerno malu površinu istraženog dijela ovog područja (do izobate od 200 m) od samo 682 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je tijekom studenog 2009. bila prisutna

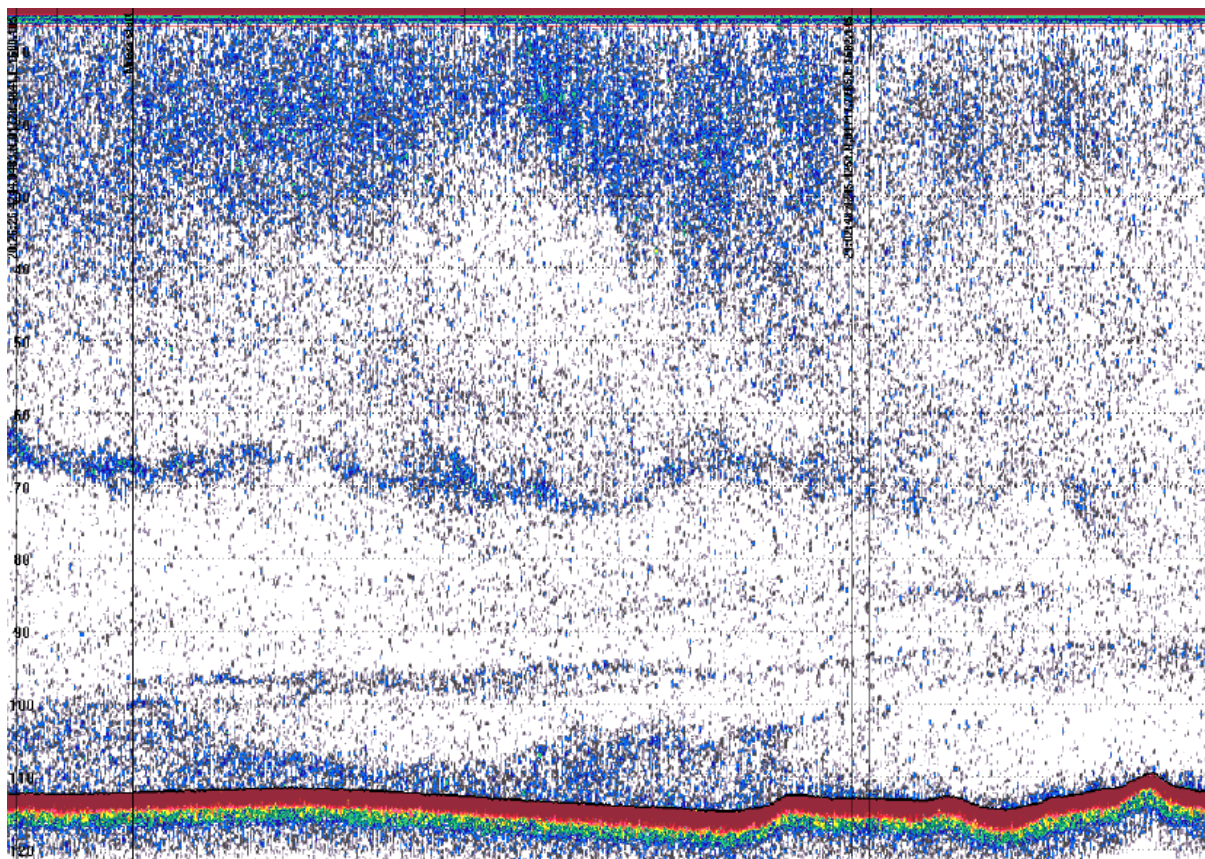
na ovom području, procjenjuje na samo 5,7 tona. S obzirom na različiti sezonu akustičkog uzorkovanja, ovu vrijednost ne bi trebalo uspoređivati s vrijednostima iz rujna prethodnih godina.



Slika 95. Ehogram malih plova sitne plave ribe (srdela 8%; OPS 92%) registrirane uz morsko dno u akvatoriju Cavtata (rujan, '09).

Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna su bile vrlo male i varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $56,9 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (NASC_{avg}) se procjenjuje na $2,34 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna tijekom studenog 2009. bila samo $0,38 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 682 Nm^2 , ukupna se količina incuna koja je u studenom 2009. bila prisutna u ovom području procjenjuje na 258 tona. S obzirom na različiti sezonu akustičkog uzorkovanja, ovu vrijednost ne bi trebalo uspoređivati s vrijednostima iz rujna prethodnih godina.

Slično kao i prošle godine, najveći dio ove količine registriran je na jugozapadnoj strani o. Mljeta (Slika 96), te u akvatoriju Cavtata.



Slika 96. Ehogram adultnog inćuna (EM-40) registriranog noću u sloju planktona na dubini od 20-40 m u akvatoriju jugozapadne strane o. Mljeta (rujan, '09).

6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe

6.3.1. Srdela

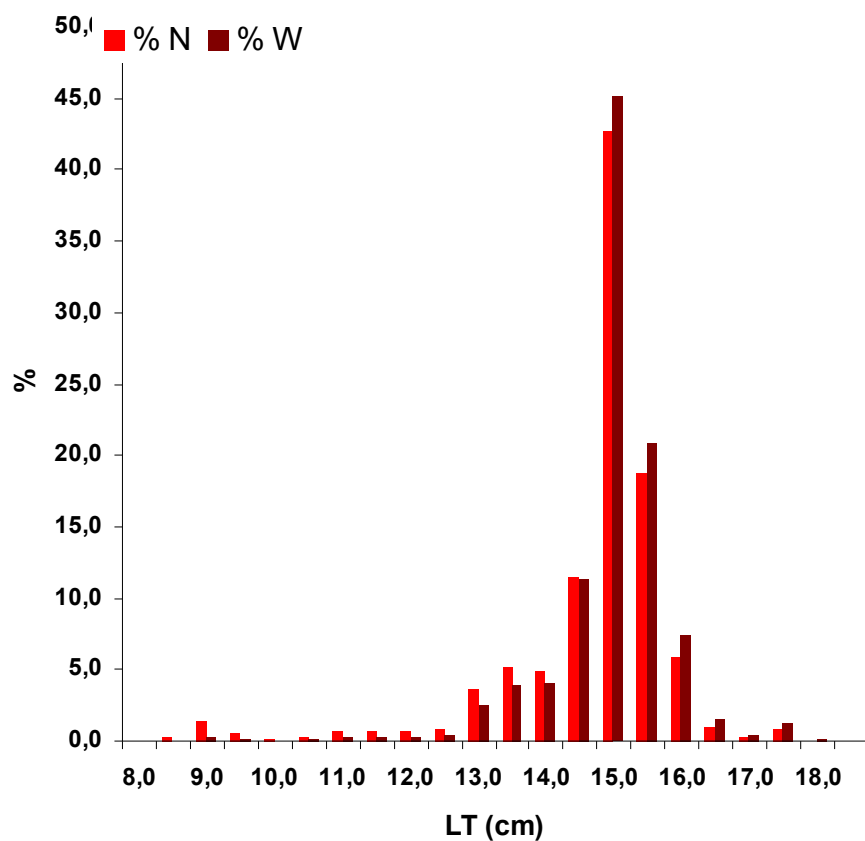
Srdela, *Sardina pilchardus* je u ovogodišnjem uzorkovanju bila zastupljenija nego prijašnjih godina. Tako je bila česta u lovinama unutarnjeg (Murtersko more, Virsko more i Kvarner) i otvorenog mora sjevernog dijela te na gotovo svim postajama unutarnjeg mora južnog Jadrana (osim na Vrulji), dok je otvorenom dijelu srednjeg Jadrana nađena samo na EM-27 (oko Palagruže), a od onih otvorenog mora južnog dijela samo na EM-38. Analizirane su i komercijalne lovine plivaričara koji je obavljao ribolov oko Palagruže. Najobimniji je ulov srdele ostvaren u popodnevnom potegu u otvorenom moru sjevernog

dijela Jadrana (EM-9) i to 12.290 jedinki mase 329 kg (Slika 96). Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 1564 jedinki srdele ukupne mase 25,652 kg.



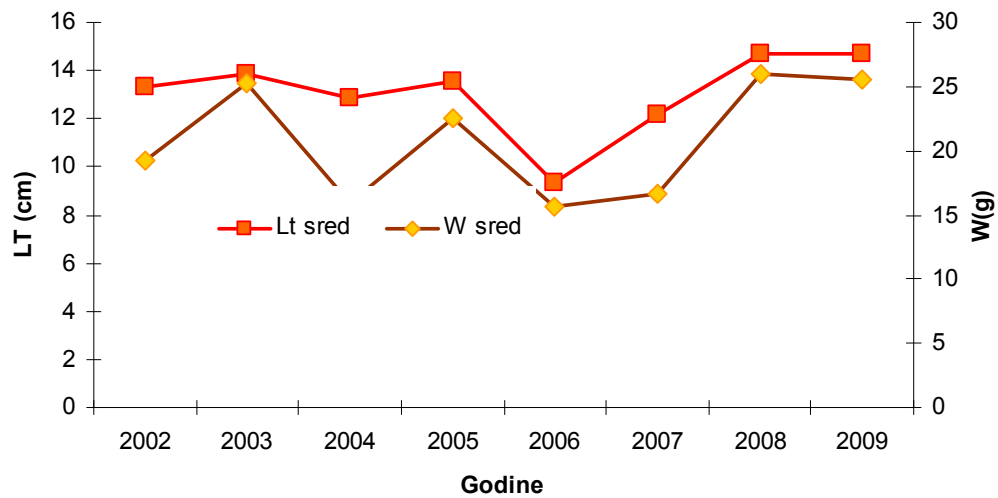
Slika 96. Srdela ulovljena pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan, 2009).

Ulovljene jedinke srdele su bile u rasponu od 8,5 cm do 18,5 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 14,70 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje se snažna jednomodalna raspodjela (Slika 97) pri dužini od 15,0 cm s učestalošću od 42,7%. Jedinke manjih dužinskih frekvencija (8,5 – 12,0 cm) ulovljene su uglavnom na području Šoltanskog, Neretvanskog i Lastovskog (unutarnje more-južni dio). Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 3,9 g do 50,0 g sa srednjom vrijednošću od 25,49 g. Srdela ulovljena u unutarnjem moru sjevernog dijela imala je srednjak dužine od 15,25 cm te srednjak mase od 28,17 g dok je ona u unutarnjem moru južnog dijela imala srednju vrijednost ukupne dužine od 11,00 cm te srednju masu od 9,17 g. Ulov srdele u otvorenom moru karakteriziran je srednjakom dužine od 14,94 cm i srednjakom mase od 26,55 g iz čega je vidljivo da se u kanalima južnog dijela Jadrana nalazi srdela manjih dužina i mase, odnosno niže starosti.



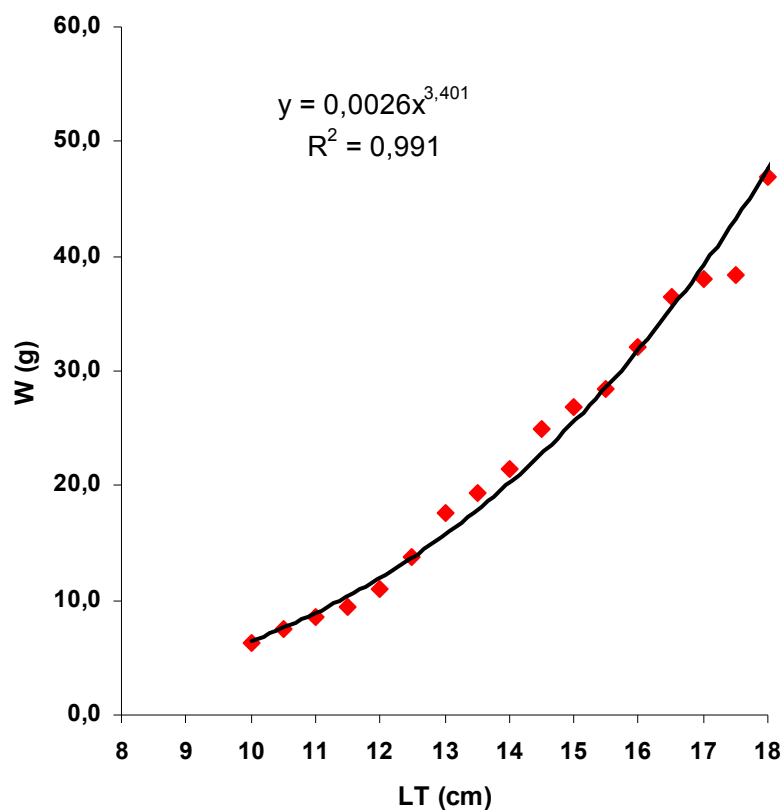
Slika 97. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije srdele s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2009).

Usporedba višegodišnjeg kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase srdele pokazuje proporcionalnu povezanost istih, s neznatno negativnim trendom nakon izraženog pozitivnog trenda u prethodne dvije godine istraživanja (Slika 98).



Slika 98. Višegodišnja kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase za analizirane jedinke populacije srdele na cjelokupnom analiziranom području

Analizom je dužinsko-masenog odnosa srdele iz cjelokupnog ulova (Slika 99) dobiven koeficijent regresije $b = 3,401$ koji ukazuje na pozitivan alometrijski ($R^2 = 0,991$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 39.



Slika 99. Dužinsko-maseni odnos srdele s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2009).

Tablica 39. Parametri dužinsko-masenog odnosa srdele s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2009. godine.

Godina	LT (cm)	LT _{avg.}	W (g)	W _{avg.}	a	b	R ²
2002	7,0-19,0	13,30	2,2-52,9	19,27	0,0028	3,349	0,985
2003	7,5-18,5	13,88	2,5-50,0	25,33	0,0028	3,381	0,996
2004	6,0-18,0	12,89	1,5-52,5	15,95	0,0033	3,321	0,995
2005	10,0-17,5	13,57	9,2-43,5	22,52	0,0022	2,635	0,987
2006	6,5-17,0	9,34	1,5-39,0	15,71	0,0066	3,065	0,974
2007	6,0-16,5	12,21	1,5-39,0	16,58	0,0077	2,997	0,990
2008	10,0-18,5	14,68	9,0-52,0	25,91	0,0100	2,921	0,985
2009	8,5-18,5	14,70	3,9-50,0	25,49	0,0026	3,401	0,991

Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije b , tijekom prve tri godine (2002-2004) kao i u eho-monitoringu iz 2006.godine, na istraživanom je području utvrđeni ukupni relativni rast srdele bio pozitivno alometrijski, odnosno s većim porastom

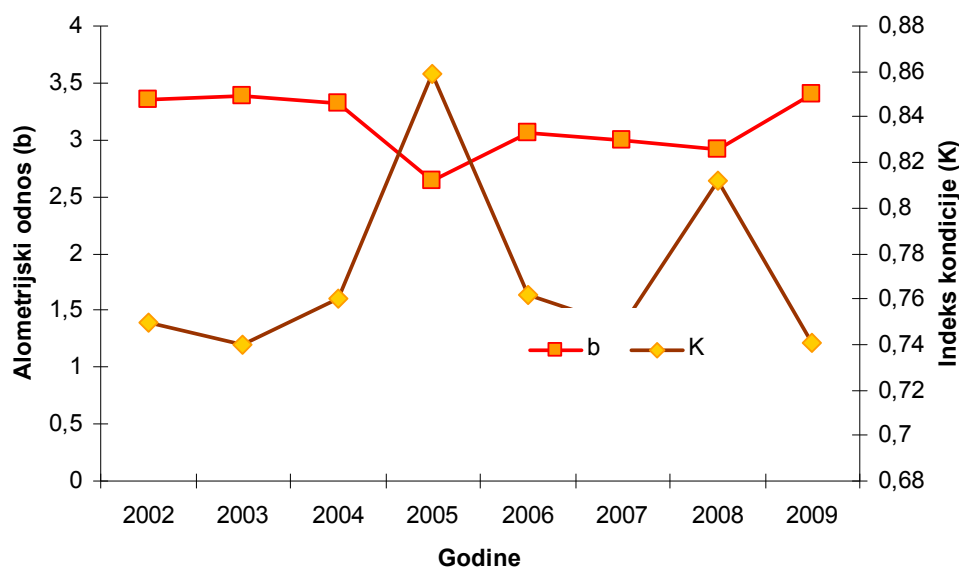
mase u odnosu na dužinu. Pad je vrijednosti tog parametra utvrđen 2005. godine, ali i posljednje tri godine istraživanja parametar b imao je negativni trend. No, ovu posljednju godinu uzorkovanja, utvrđen je visoki pozitivno alometrijski rast, ukazujući na znatno veći maseni rast od onog u dužinu. Kondicija ribe je izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa i ovogodišnja srednja vrijednost ovog indeksa je 0,741. Ovom analizom su dobivene najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,61 zabilježene kod jedinki iz dužinskog razreda 9,5 cm. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,82 imale jedinke dužinskog razreda 14,5 cm (Tablica 40).

Tablica 40. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2009).

Razred	N	$W_{avg.}$ (g)	K
8,5	33	3,94	0,64
9,0	199	4,60	0,63
9,5	87	5,24	0,61
10,0	23	6,35	0,63
10,5	40	7,48	0,65
11,0	100	8,63	0,65
11,5	95	9,49	0,62
12,0	95	11,07	0,64
12,5	90	13,85	0,71
13,0	158	17,67	0,80
13,5	109	19,32	0,79
14,0	72	21,44	0,78
14,5	62	25,02	0,82
15,0	168	26,86	0,80
15,5	102	28,39	0,76
16,0	57	32,05	0,78
16,5	34	36,44	0,81
17,0	24	38,07	0,78
17,5	9	38,45	0,72
18,0	6	47,00	0,81
18,5	1	50,00	0,79

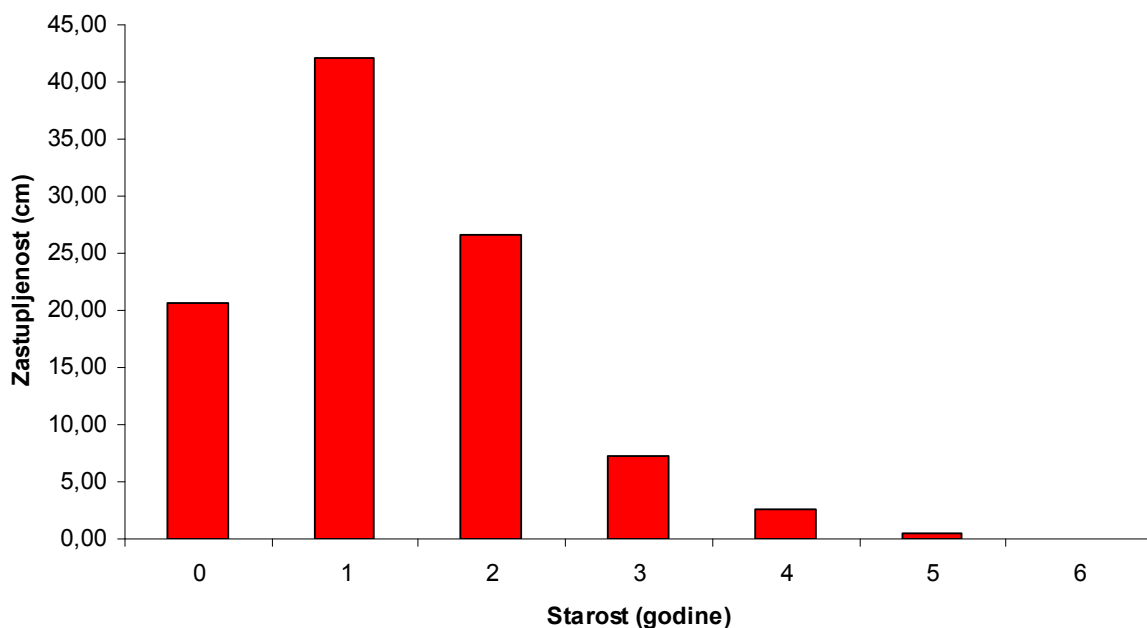
Višegodišnja usporedba dužinsko-masenog odnosa i indeksa kondicije, pokazuje manja kolebanja parametra b u odnosu na K . U 2009. godini vidljiv je pozitivni trend parametra b nakon njegovih nižih vrijednosti zadnjih godina istraživanja, ali i najniža srednja vrijednost indeksa kondicije. Sličan poremećaj, ali s drugim predznakom promatranih

parametara, je zabilježen 2005. godine, kada je utvrđena najniža vrijednost parametra $b = 2,635$, te najviša srednja vrijednost indeksa kondicije $K = 0,86$ (Slika 100).



Slika 100. Višegodišnja usporedba alometrijskog odnosa i indeksa kondicije istraživane populacije srdele na cjelokupnom analiziranom području

U starosnoj strukturi populacije srdele (Slika 101) dominira 1-godišnja klasa (42,09%) koju slijedi 2^+ (26,67%), slično kao što je to bilo i u prošlogodišnjem istraživanju. Ove dvije starosne kategorije predstavljaju gotovo 70% ulovljene populacije srdele. Ukupno 258 jedinki su bile nedorasle (0^+), a uzorkovanjem je obuhvaćeno i 6 petogodišnjih te jedna šestogodišnja jedinka. Niži postotak najmlađe (20,72%) i nedostatak najstarije klase (0,08%) ukazuje na ovisnost o novačenju. Smrtnost je uglavnom rezultat predacije i nedovoljnih količina hrane, a rast uglavnom ovisi o temperaturi i količini dostupne hrane. Novija istraživanja govore o promjeni raspodjele stocka srdele zbog promjena u okolišu. Nedorasle jedinke se drže bliže obali, dok su odrasle na području otvorenog mora. Smanjenja područja raspodjele, odnosno lokalno manji ulovi mogu biti rezultat neuspješnog novačenja ili promjena u migraciji odraslih u potrazi za hranom.



Slika 101. Starosna struktura uzorka srdele iz eho-monitoringa 2009 na cijelom istraživanom području

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti srdele u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2009. nedvojbeno ukazuju na to da se glavina populacije srdele nalazila na području sjevernog dijela otvorenog mora, u akvatoriju zapadne obale poluotoka Istre.

Ukupne su srednje vrijednosti procjena obimnosti naselja srdele detektiranih u tijekom monitoringa u 2009. godini, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Srednja vrijednost procjene(t)
Unutarnje more – sjeverni dio	35.711
Unutarnje more – južni dio	6.743
Otvoreno more – sjeverni dio	175.619
Otvoreno more – srednji dio	13.730
Otvoreno more – južni dio	6
UKUPNO (t):	231.809

6.3.2. Inćun

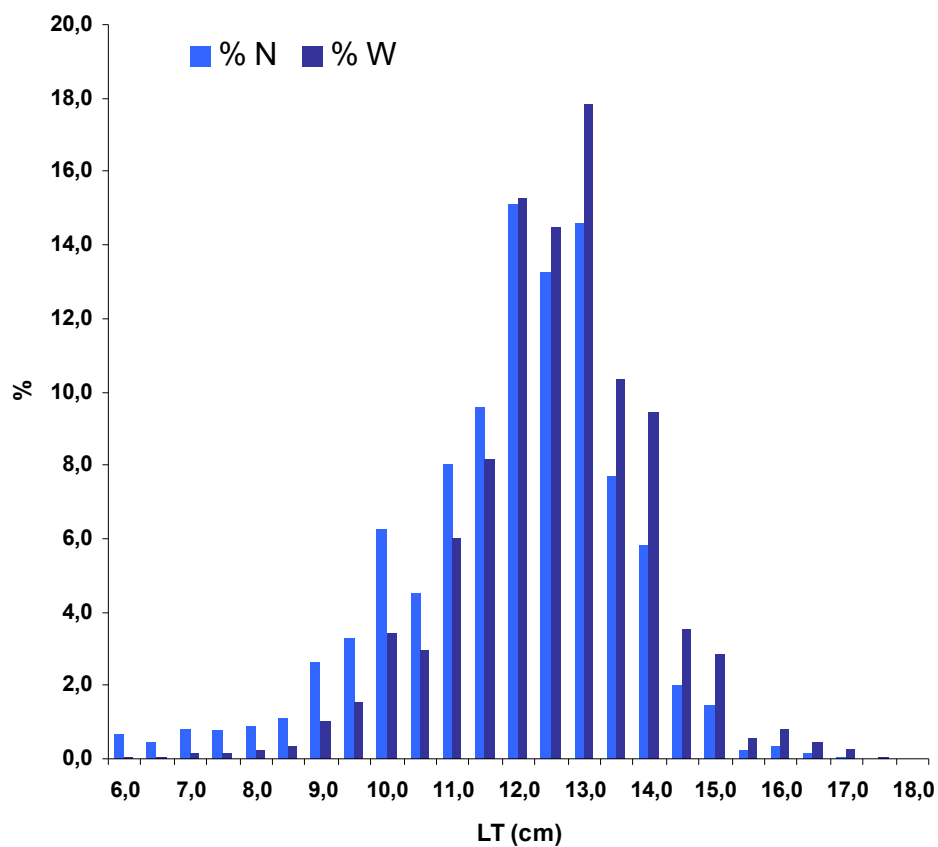
Tijekom eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2009. godine inćun, *Engraulis encrasicolus* je zabilježen gotovo samo u unutarnjem moru sjevernog i južnog Jadrana, s tim da nije zabilježen na području Kvarnerića, Velebitskog kanala i Cresa te na području Vrulja. Ulovljen je na nekoliko postaja otvorenog mora sjevernog Jadrana, no nije ga bilo u lovinama iz otvorenog mora srednjeg i južnog Jadrana. Najveći je raspon dužina ulovljenih jedinki (5,0-15,0 cm) kao i najobimniji ulov inćuna (554 jedinki mase 4,624 kg) ostvaren u Kvarneru (EM-7). Najveći broj nedoraslih inćuna ukupne tjelesne dužine od 3,0 do 10,5 cm se zadržao u mreži tijekom uzorkovanja na području Riječkog zaljeva i Kvarnera.

Na cjelokupnom istraživanom području je ukupno analizirano 4002 jedinki inćuna (Slika 102) od čega 37 nedoraslih jedinki (< 6,0 cm). Ukupne dužine tijela inćuna bez nedoraslih jedinki su bile u rasponu od 6,0 do 17,5 cm (3965 jedinki) sa srednjom vrijednošću od 11,88 cm.



Slika 102. Uzorak inćuna prikupljen tijekom eho-monitoringa na području otvorenog mora (Foto: V. Tičina, rujna, 2009).

Analiza raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki incuna upućuje na zaključak o jednomodalnoj raspodjeli (Slika 103). Najsnažnije je izražena modalna vrijednost na 12,0 cm (15,12%). Najviše modalne vrijednosti mase su na 13,0 cm (17,80%).

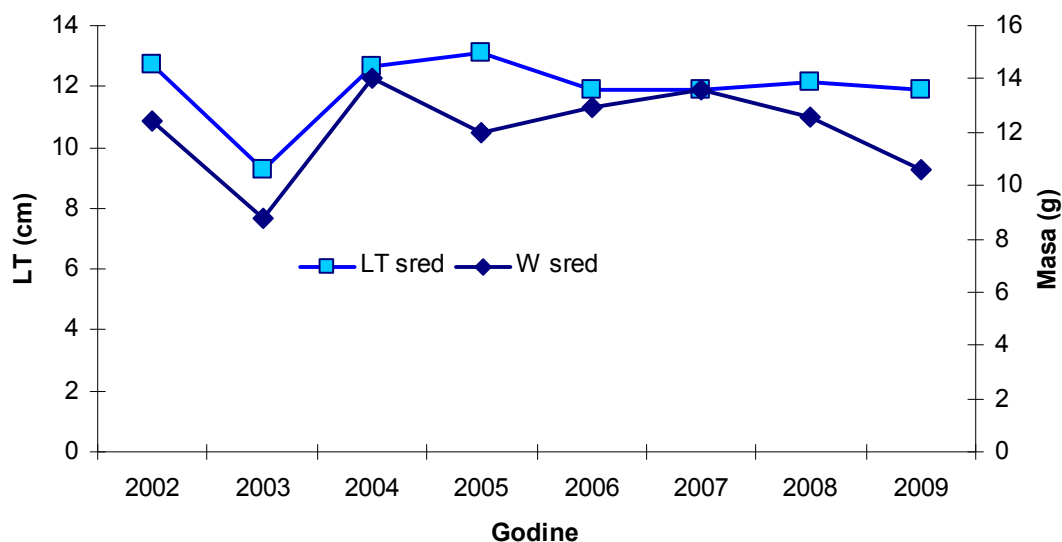


Slika 103. Dužinska i masena struktura populacije incuna na cjelokupnom istraživanom području (rujan, 2009).

Masa je analiziranih jedinki inćuna (> 6 cm) bila u rasponu od 0,09 g do 34,3 g sa srednjom vrijednošću od 10,58 g. Među njima, inćuni najmanje mase su ulovljeni u Riječkom zaljevu i Kvarneru, a oni najveće mase su bili ulovljeni oko Palagruže (uzorak s plivarice).

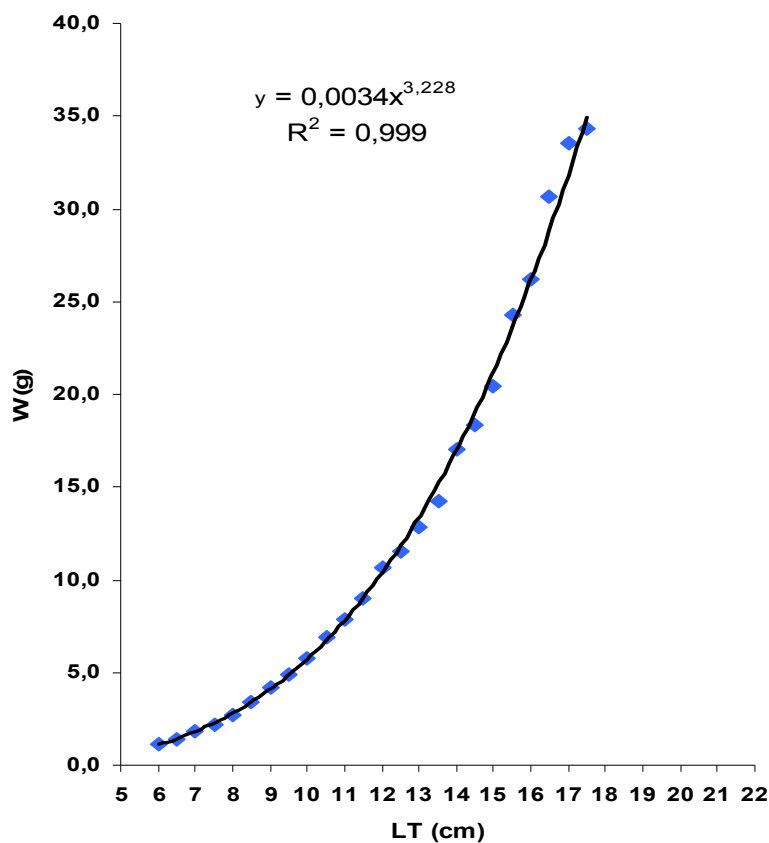
Inćun ulovljen u unutarnjem moru sjevernog dijela imao je srednjak dužine od 10,58 cm te srednjak mase od 8,86 g dok je onaj u unutarnjem moru južnog dijela imao srednju vrijednost ukupne dužine od 11,43 cm te srednju masu od 8,71 g. Ulov inćuna u otvorenom moru karakteriziran je srednjakom dužine od 12,40 cm i srednjakom mase od 12,41 g iz čega je vidljivo da se inćun većih dužina i mase, odnosno više starosti drži otvorenog mora.

Usporedba višegodišnjeg kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase inćuna pokazuje proporcionalnu povezanost istih do 2004. godine, a obrnuto proporcionalnu od 2005. godine. I dok srednjak dužine u razdoblju 2006-2009 pokazuje stagnirajući trend rasta, srednjak mase pokazuje negativni trend u zadnje tri godine istraživanja, a 2009 je jasno vidljiv (Slika 104).



Slika 104. Višegodišnja kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase za analizirane jedinke populacije inćuna na cjelokupnom analiziranom području

Dužinsko-maseni odnos (Slika 105) analiziranih jedinki incuna ukazuje na pozitivan alometrijski rast jer je koeficijent regresije $b = 3,228$ ($R^2 = 0,999$). U Tablici 41 su uspoređeni parametri ovog odnosa tijekom dosadašnjeg eho-monitoringa (2002-2009).



Slika 105. Dužinsko-maseni odnos incuna s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2009).

Tablica 41. Parametri dužinsko-masenog odnosa incuna s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2008. godine.

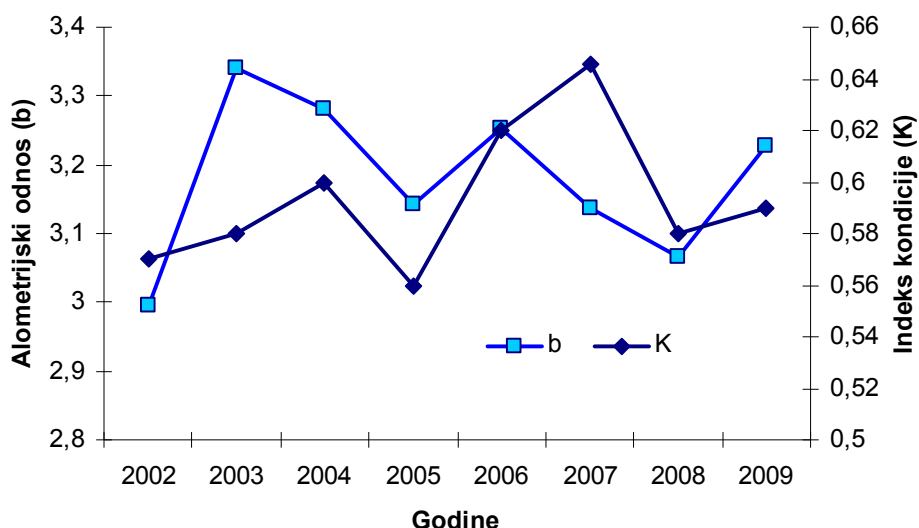
Godina	LT (cm)	LT _{avg.}	W (g)	W _{avg.}	a	b	R ²
2002	4,0 -17,0	12,69	0,3-40,0	12,40	0,0063	2,994	0,958
2003	6,5 -16,5	9,28	1,3-25,0	8,74	0,0025	3,341	0,986
2004	6,5 -18,0	12,65	1,5-42,0	14,03	0,0030	3,280	0,998
2005	6,0 -17,5	13,10	0,3-32,0	11,98	0,0055	3,142	0,990
2006	6,0-17,0	11,89	2,0-32,8	12,95	0,0029	3,253	0,998
2007	6,0-19,5	11,91	1,7-55,8	13,56	0,0046	3,138	0,992
2008	6,0-18,0	12,15	1,2-30,0	12,54	0,0049	3,065	0,994
2009	6,0 -17,5	11,88	0,09-34,3	10,58	0,0034	3,228	0,999

Usporedbom je dobivenih vrijednosti koeficijenta regresije tijekom dosadašnjih istraživanja utvrđen pozitivan alometrijski rast incuna osim gotovo izometrijskog rasta tijekom prve godine eho-monitoringa što se može pripisati uzorkovanju u hladnijem razdoblju godine (studenj) kada dolazi do određenog zaostajanja u rastu uslijed sporijeg metabolizma uzrokovanog sniženim temperaturama mora. Koeficijent kondicije incuna kolebao je s obzirom na dužinsku strukturu jedinki i imao je srednju vrijednost od 0,59 (Tablica 42). Tako su najniže vrijednosti ovog koeficijenta od 0,52 utvrđene za jedinke iz dužinskih razreda 6,5 i 7,5 cm, dok su jedinke iz dužinskog razreda 16,5 cm i 17,0 cm imale najbolju kondiciju ($K = 0,68$).

Tablica 42. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije (K) incuna po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2009).

Razred	N	$W_{avg.}$ (g)	K
6,0	80	1,14	0,53
6,5	56	1,43	0,52
7,0	100	1,83	0,53
7,5	91	2,18	0,52
8,0	100	2,73	0,53
8,5	101	3,40	0,55
9,0	201	4,22	0,58
9,5	185	4,87	0,57
10,0	303	5,77	0,58
10,5	217	6,90	0,60
11,0	307	7,87	0,59
11,5	243	8,99	0,59
12,0	259	10,66	0,62
12,5	315	11,53	0,59
13,0	440	12,88	0,59
13,5	297	14,24	0,58
14,0	335	17,04	0,62
14,5	142	18,36	0,60
15,0	106	20,45	0,61
15,5	26	24,30	0,65
16,0	30	26,24	0,64
16,5	18	30,69	0,68
17,0	10	33,50	0,68
17,5	3	34,33	0,64

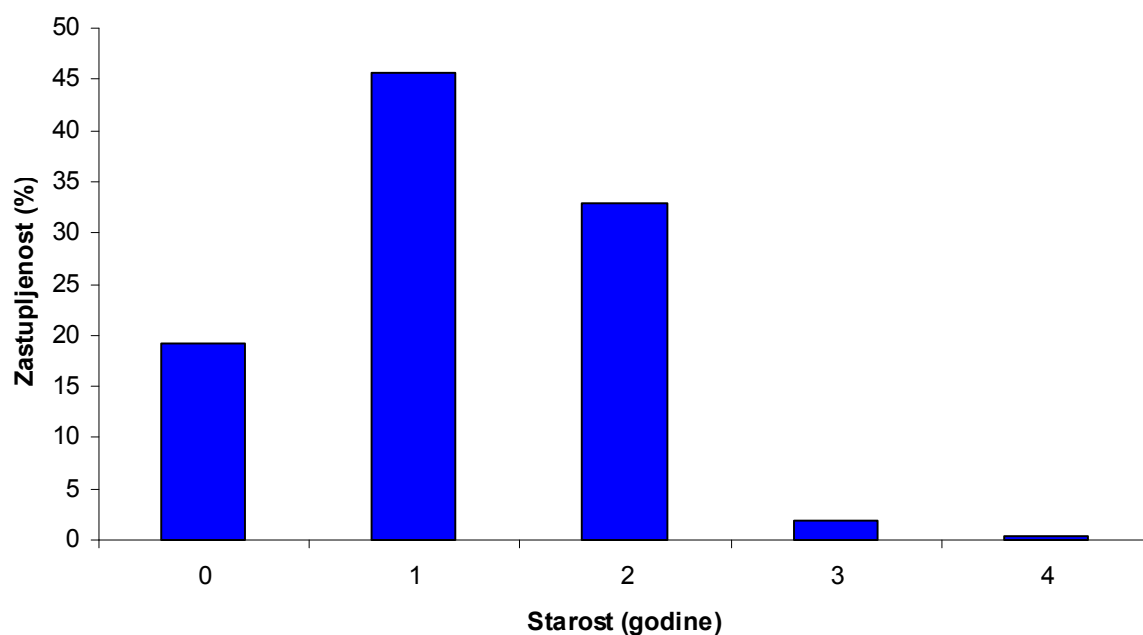
Višegodišnja usporedba dužinsko-masenog odnosa i indeksa kondicije, pokazuje manja kolebanja parametra K tijekom godina te znatno veće kolebanje parametra b . Vidljiv je proporcionalan odnos ovih dvaju parametara kroz cijelo razdoblje monitoringa. Najveći poremećaj u trendu i jednog i drugog parametra relativnog rasta kod inćuna, kao i kod sredele, zabilježen je 2005. godine, kada je utvrđena najviša stopa pada vrijednosti oba dva parametra (Slika 106).



Slika 106. Višegodišnja usporedba alometrijskog odnosa i indeksa kondicije istraživane populacije inćuna na cjelokupnom analiziranom području

U starosnoj strukturi populacije prevladavaju niže starosne strukture, a dominira 1-godišnja klasa (45,69%), a slijede 2^+ (32,98%) koja je dominirala lani i 0^+ (19,14%) godišnje klase. 3^+ klasa je u ukupnom uzorku zastupljena s 1,85%, a 4^+ tek s 0,35%. Ukoliko se uzmu u razmatranje sve jedinke (< 6 cm LT), tada je zastupljenost 0^+ klase nešto viša, a ostalih manja, no trend je isti. Nedostaju najstarije klase (ulovljeno je samo 14 jedinki starosti 4^+ ; 0,35%) što ukazuje na snažnu ovisnost o novačenju, ali i ribolovu (Slika 107). Zrelost inćuna nastupa kod mužjaka oko 8,0 cm, a kod ženki oko 9,0. To su jedinke koje pripadaju starosti 0^+ . Jednogodišnje jedinke su u dužinskom razredu od 9,5-12,5 cm, a dvogodišnje od 13,0-15,0 cm. Jedinke ukupnih dužina tijela od 15,5 cm pripadaju 3^+ starosnom razredu, a one > 18 cm su četverogodišnje jedinke inćuna. Jačina godišnje klase uglavnom ovisi o preživljavanju najranijih razvojnih stadija (jaja, ličinki,

nedoraslih). Smrtnost je uglavnom rezultat predacije i nedovoljnih količina hrane, a rast uglavnom ovisi o temperaturi i količini dostupne hrane.



Slika 107. Starosna struktura uzorka inćuna iz eho-monitoringa 2009 na cijelom istraživanom području

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti inćuna u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2009. pokazuju da je populacija inćuna bila ravnomjernije prostorno raspodijeljena u odnosu na populacije srdele i papaline

Ukupne su srednje vrijednosti procjenjene obimnosti naselja inćuna detektiranih tijekom eho-monitoringa 2009. godine, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Srednja vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	42.817
Unutarnje more – južni dio	33.941
Otvoreno more – sjeverni dio	41.787
Otvoreno more – srednji dio	3.368
Otvoreno more – južni dio	258
UKUPNO:	122.171

6.3.3. Papalina

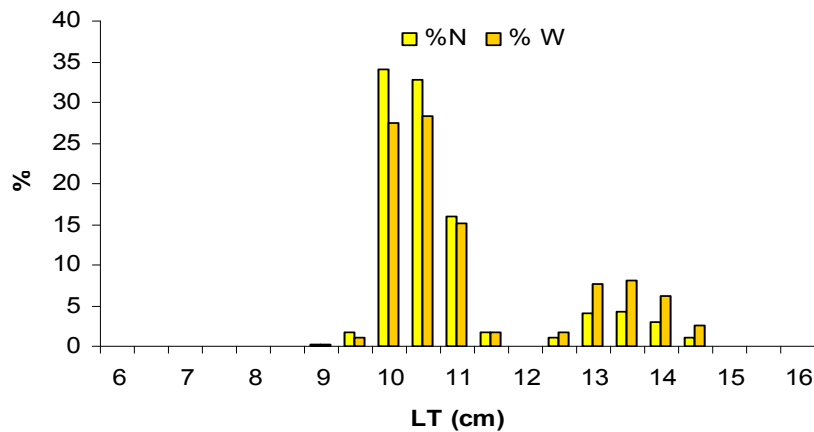
Papalina, *Spratus spratus* (Slika 108) je bila zastupljena samo u lovinama Riječkog zaljeva i Kvarnera (unutarnje more sjevernog dijela: EM-6, EM-7) i na EM-8 (otvoreno more sjevernog dijela). Gotovo ukupni je ulov papaline ostvaren u noćnim potezima u Kvarneru (EM-7; 113 jedinki mase 891 g) i na EM-8 (301 jedinki mase 3,062 kg). Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 446 jedinki papaline ukupne mase 4,193 kg.



Slika 108. Papalina ulovljena pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan, 2009).

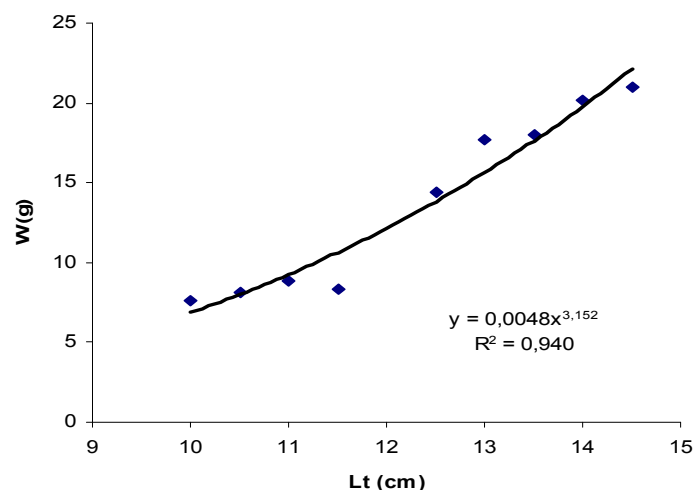
Ulovljene jedinke papaline su bile u rasponu od 9,0 cm do 14,5 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 10,80 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje snažna bimodalna raspodjela (Slika 109)

s modalnim vrijednostima pri dužini od 10,0 cm i s učestalošću od 34,1% te pri 13,5 cm s učestalošću od 4,3%. Ova dužina odgovara odrasloj populaciji papaline, zahvaljujući zapravo ukupnom ulovu. Jedinke manjih dužinskih frekvencija (< 9,0 cm) nisu ulovljene. Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 6,0 g do 21,00 g sa srednjom vrijednošću od 9,40 g.



Slika 109. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije papaline s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2009).

Analizom je dužinsko-masenog odnosa papaline iz cjelokupnog ulova (Slika 110) dobiven koeficijent regresije $b = 3,152$ koji ukazuje na pozitivan alometrijski ($R^2 = 0,940$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 43.



Slika 110. Dužinsko-maseni odnos papaline s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2009).

Tablica 43. Parametri dužinsko-masenog odnosa papaline s cjelokupnog istraživnog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2005. do 2009. godine.

Godina	LT (cm)	LT _{avg.}	W (g)	W _{avg.}	a	b	R ²
2005	9,0-15,5	10,89	4,9-25,0	9,31	0,0070	2,968	0,998
2006	10,0-14,0	12,06	7,5-19,0	13,35	0,0011	2,833	0,994
2008	10,0-15,0	12,28	6,0-24,8	14,26	0,0057	3,108	0,932
2009	9,0-14,5	10,80	6,0-21,00	9,40	0,0048	3,152	0,940

Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije *b*, tijekom zadnje četiri godine (bez 2007) kada je njen ulov ostvaren u određenom obilju, na istraživnom je području utvrđeni pozitivni trend ukupnog relativnog rasta papaline. U ovogodišnjem istraživanju zabilježene su najmanje srednje vrijednosti ukupne dužine i mase, a rast papaline je bio pozitivno alometrijski, odnosno s najvećim porastom mase u odnosu na dužinu za razliku od rezultata iz preostalih godina istraživanja. Kondicija ribe je izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa i srednjak ovog parametra kod papaline za 2009. godinu iznosi 0,72. Ovom analizom su dobivene najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,55 zabilježene kod jedinki iz dužinskog razreda 11,5 cm. Najvišu je vrijednost indeksa kondicije od 0,82 imala jedinka iz dužinskog razreda od 9,0 cm (Tablica 44).

Tablica 44. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2009).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
9,0	1	6,00	0,82
9,5	8	6,00	0,70
10,0	152	7,59	0,76
10,5	146	8,15	0,70
11,0	71	8,86	0,67
11,5	8	8,38	0,55
12,0	0	-	-
12,5	5	14,4	0,74
13,0	18	17,67	0,80
13,5	19	18,05	0,73
14,0	13	20,15	0,73
14,5	5	21,00	0,69

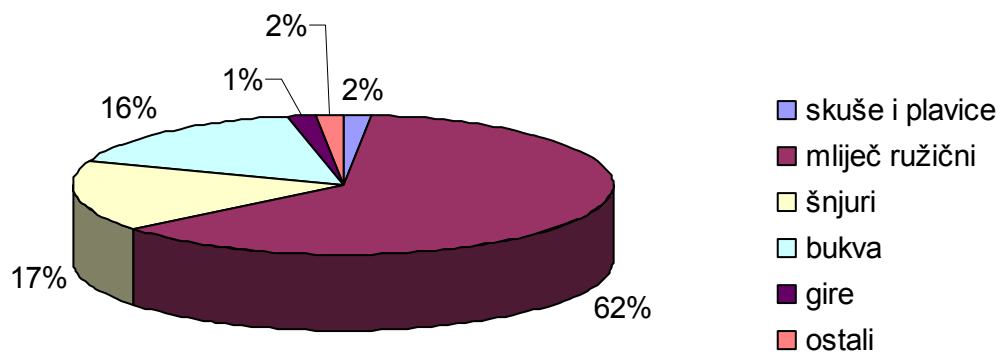
Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti papaline u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2009. su pokazale da je glavnina naselja ove vrste bila prisutna na području sjevernog dijela unutarnjeg mora, te sjevernog dijela otvorenog mora uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa.

Ukupne su procjene obimnosti naselja papaline detektiranih u rujnu 2009, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Srednja vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	5.056
Unutarnje more – južni dio	0
Otvoreno more – sjeverni dio	713
Otvoreno more – srednji dio	0
Otvoreno more – južni dio	0
UKUPNO (t):	5.769

6.3.4. Ostale pelagičke vrste

Od ostalih su pelagičkih vrsta u eksperimentalnim lovinama pelagičke koće utvrđeno njih 9 i to: mliječ ružični (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), lokarda (*Scomber japonicus*), skuša (*Scomber scombrus*), gira oštrulja (*Spicara flexuosa*), gira (*Spicara smaris*), srdela golema (*Sardinella aurita*), šnjur (*Trachurus trachurus*) i šnjur (*Trachurus mediterraneus*). Kvalitativno-kvantitativni sastav ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku prikupljenom pelagičkom koćom je prikazan na Slici 111.



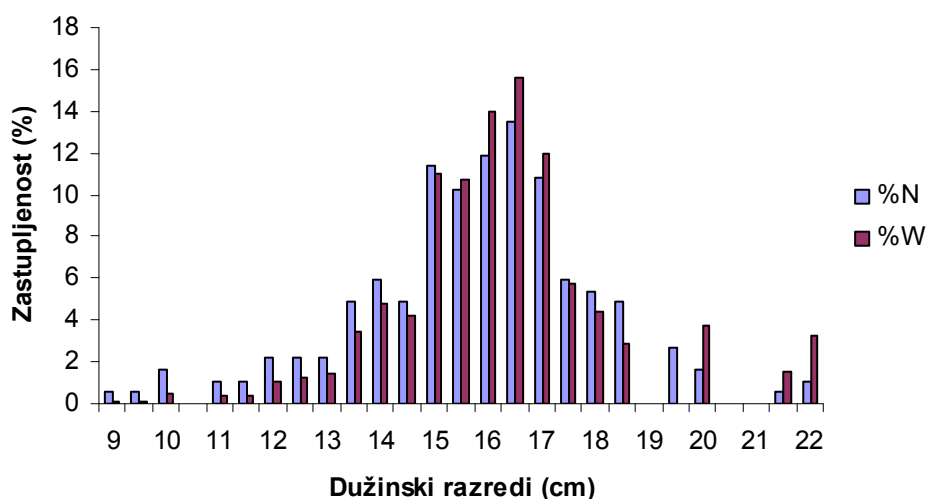
Slika 111. Zastupljenost pojedinih vrsta iz skupine ostalih pelagičkih riba s obzirom na njihovu brojnost u lovinama pelagičkom koćom (rujan, 2009).

Mliječ ružični, *A. minuta* je dominirao brojčano (841; 62,48%) dok se bukva, *B.boops* i šnjur, *T. mediterraneus* nalaze na drugom (16,12%), odnosno trećem (12,41%) mjestu po brojčanoj zastupljenosti, a šnjur (42,60%) i bukva (34,77%) su dominirali i maseno u skupini ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku. Mliječ ružični, *A. minuta* je ulovljen na najviše postaja (11). Brojčana zastupljenost ove vrste ne odražava pravo stanje, jer se zbog njenih malih veličina tek rijetke jedinke zadržavaju u mreži dok ih većina prolazi kroz oka mreže.

Dužinsko-masena struktura bukve (Slika 112) s izraženom jedno modalnom raspodjelom pri 16,5 cm prikazana je na Slici 113. Najobimniji je ulov ove vrste zabilježen u Koločepskom kanalu (EM-36) gdje je ulovljeno ukupno 167 jedinki. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki bukve bila 15,86 cm, a mase 31,65 g. Parametar $b = 2,627$ ($R^2=0,860$) iz dužinsko masenog odnosa upućuje na negativan alometrijski rast ove vrste.



Slika 112. Bukva (*Boops boops*) često prisutna u uzorcima prikupljenim pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa. (Foto: V. Tičina, rujan 2009).

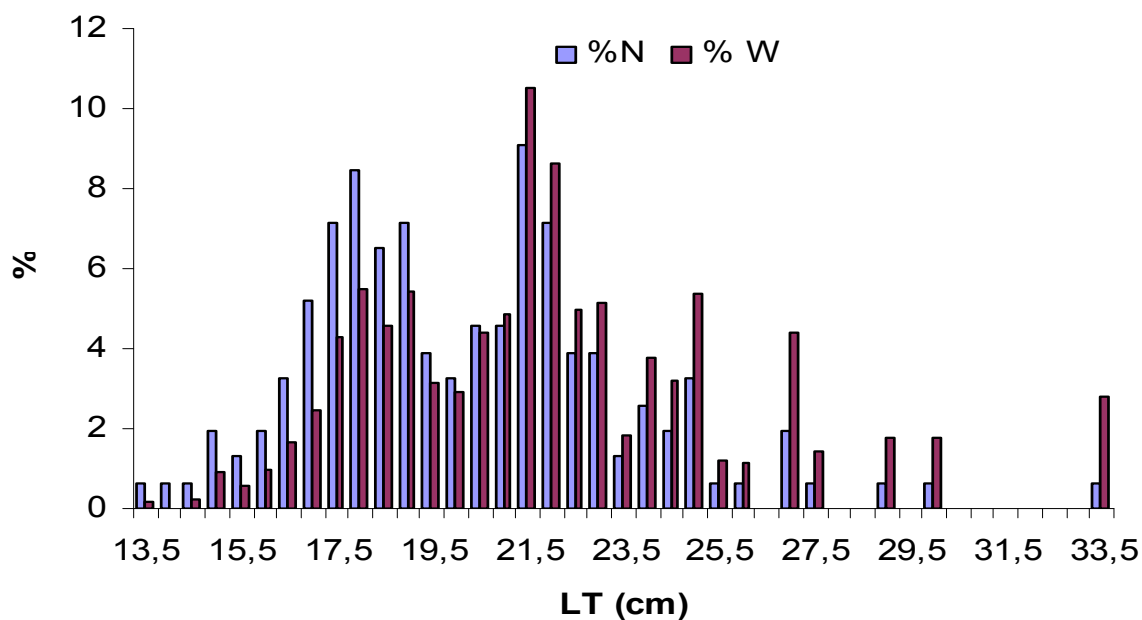


Slika 113. Dužinsko-masena struktura bukve, *B.boops* na cijelom istraživanom području tijekom eho monitoringa, rujan 2009.

Dužinsko-masena struktura vrste *T. trachurus* (Slika 114) s više modalnom raspodjelom s izraženijim modalnim vrijednostima pri 18,0 cm i 21,5 cm prikazana je na Slici 11. Najobimniji je ulov ove vrste zabilježen u otvorenom moru južnog Jadrana (EM-39) gdje je ulovljeno ukupno 139 jedinki. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki ovog šnjura bila 20,28 cm, a mase 65,02 g. Parametar $b = 2,862$ ($R^2=0,991$) iz dužinsko masenog odnosa upućuje na negativan alometrijski rast ove vrste.



Slika 114. Šnjur (*Trachurus trachurus*) često prisutan u uzorcima prikupljenim pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa. (Foto: V. Tičina, rujan 2009).



Slika 115. Dužinsko-masena struktura šnjura, *T. trachurus* na cijelom istraživanom području tijekom eho monitoringa, rujan 2009.

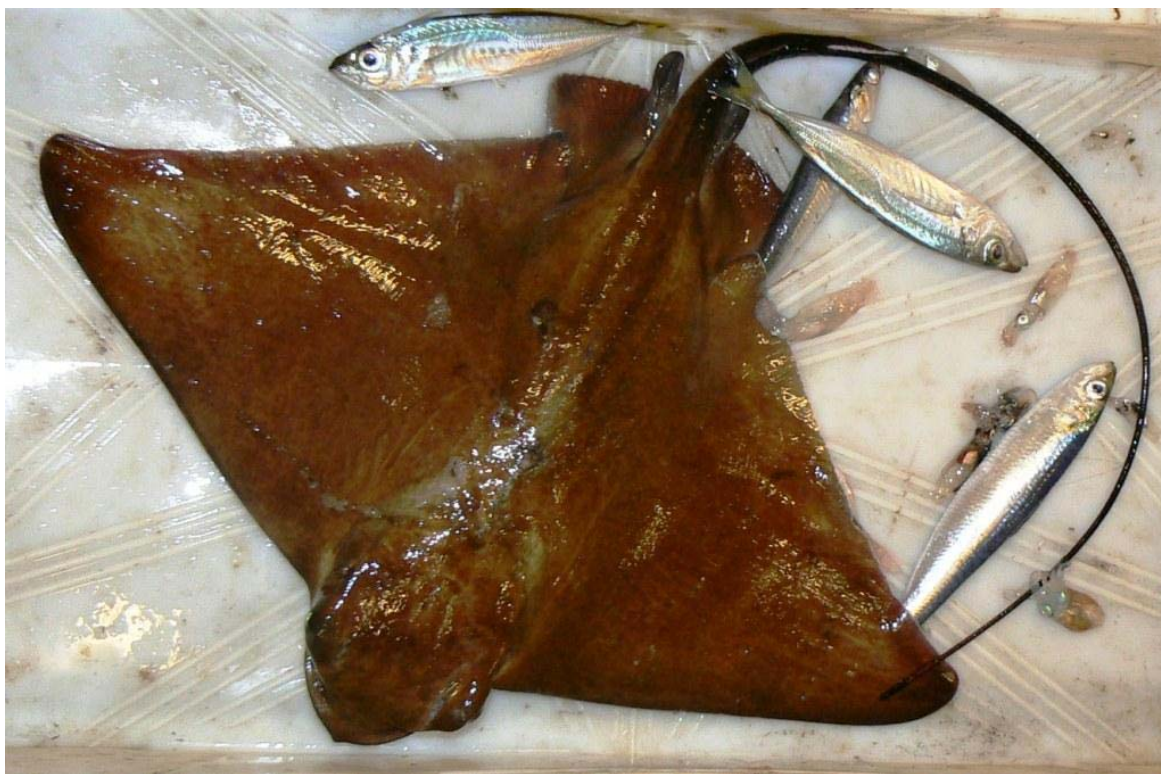
Nakon ove dvije vrste obimnije su u uzorku bile zastupljene šnjur, *T.mediterraneus* (na 8 postaje 56 jedinki, 1,665 kg). Srdela golema, *S. aurita* ulovljena je samo u Koločepskom kanalu, ali s čak 23 jedinke (2,316 kg). Slijede lokarda (na 7 postaja 20 jedinki, 1,011 kg), te gire *S. flexuosa* (5 postaja, 11 jedinki, 174 g) i *S. smaris* (3 postaje, 9 jedinki, 30 g). Skuša, *S. scombrus* ulovljena je samo u Neretvanskom kanalu s 2 jedinke (315 g).

Budući da bi procjene obimnosti ukupne količine svih ostalih pelagičkih vrsta riba zajedno detektiranih tijekom rujna 2009. bile vrlo nesigurne, zbog velike heterogenosti i vrlo različitih akustičkih svojstava pripadnika ove skupine riba, ovdje se ne iznose. Za pouzdaniju procjenu količine nekih pojedinih vrsta iz ove skupine riba, potrebna su daljnja istraživanja njihovih akustičkih svojstava (snage cilja), kao i poboljšanja ribolovnog sustava za njihovo točnije i neselektivno uzorkovanje.

6.3.5. Ostale vrste

a) pridnene vrste riba

Analizom je ukupnog uzorka prikupljenog pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu, 2009. godine utvrđeno 12 pridnenih vrsta riba. Ukupno je ulovljena 74 jedinki s ukupnom masom od 6,345 kg. Inače, brojčano najzastupljenija vrsta je bila trlja blatarica, *M. barbatus* (44 jedinke, 2146 g) koja je utvrđena na 6 postaja. Ukupnoj masi pridnenih vrsta riba najviše doprinose golub, *Myliobatis aquila* (Slika 116) s 3 jedinke mase 3760 g ulovljene u otvorenom moru sjevernog dijela i mačka bljedica, *Scyolirhinus canicula* (jedna jedinka mase 183 g ulovljena u Šoltanskom kanalu). Sve pridnene vrste osim trlje od blata ulovljene su tek na jednoj ili eventualno dvije postaje i najčešće s 1-4 jedinke.



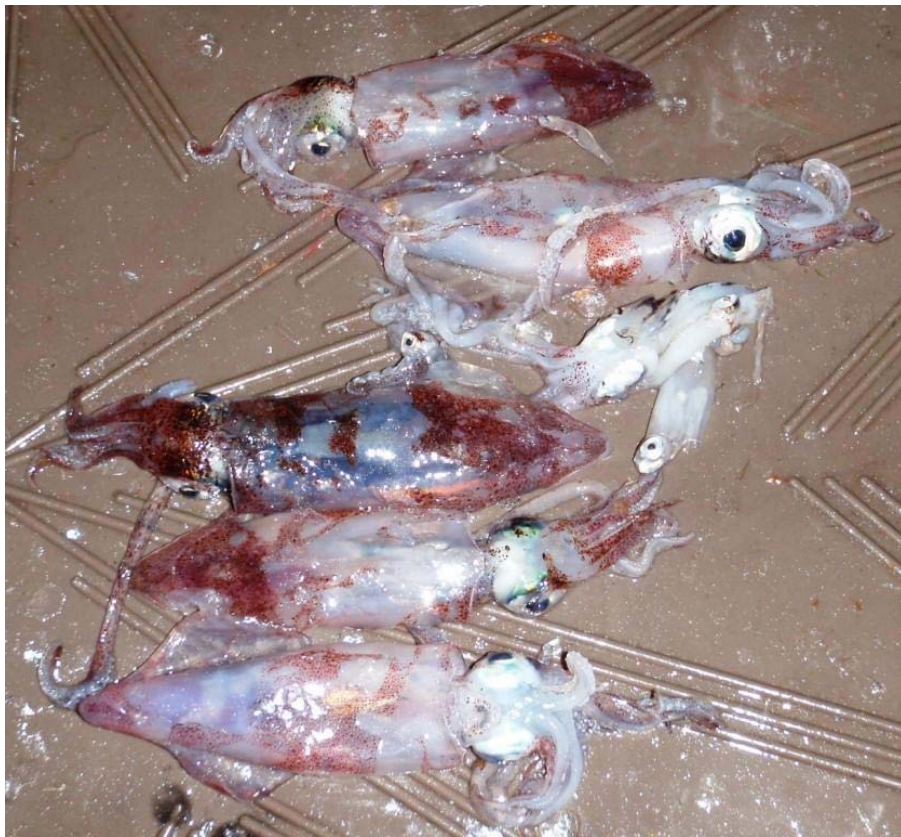
Slika 116. Golub (*Myliobatis aquila*), maseno najznačajnija pridnena vrsta u uzorcima prikupljenim tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan 2009).

b) glavonošci

U lovinama je pelagičkom kočom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2009. godine utvrđeno i 6 vrsta glavonožaca. Ukupno je ulovljeno 728 jedinki ukupne mase 2920 g. U uzorku je brojčano (489) prevladavala lignja, *Loligo vulgaris* (Slika 117) koja je zabilježena i na najvećem broju postaja (18) kao i kod prošlogodišnjeg uzorkovanja. Lignja je prevladavala i meseno u uzorku (1823 g; 62,4%). Najveći je ulov lignje zabilježen u Bračkom kanalu (137 jedinka; 251,0 g), Kvarneru (113 jedinki; 380,0 g) i Virskom moru (112 jedinki; 158,0 g).

OD ostalih 5 vrsta, sipice, *Sepiolo* spp. su utvrđene na 6 postaja sa 148 jedinki, slijede lignjun, *Illex coindetii* (56 jedinki; 680 g) i lignjica, *Allotheutis media* (12 jedinki; 28 g) koji su ulovljeni na po 4 postaje, te muzgavci, svaka od vrste na jednoj postaji. na čak 14 postaja te muzgavac, *Eledone moschata* (1810 g; 35,5%) ulovljen na 8 postaja. Te tri vrste su ujedno i dominantne, dok su sipa, *Sepia officinalis* (ulovljena na dvije postaje otvorenog mora sjevernog Jadrana i u Mljetskom kanalu) i lignjica, *Allotheutis media*

(zabilježena samo jedna jedinka ulovljena u Splitskom kanalu) neznatno doprinosile brojčano i maseno ukupnom ulovu glavonožaca.



Slika 117. Lignje iz uzorka prikupljenog pelagijskom koćom (Foto: V. Tičina, rujan 2009)

c) rakovi i ostalo

U lovinama su pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2009. godine od rakova utvrđene samo skupina kozica kojima nije utvrđena pripadnost vrsti. Nađene su samo u Murterskom moru (EM-1) i to ukupno samo 3 jedinki ukupne mase oko 4 g. Na mreži su se zadržale još različite ličinke i nedorasle jedinke riba, meduze, eufazidi i salpe.

7. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Tijekom razdoblja od rujna do studenog temperatura i salinitet mora stratificirani su u vodenom stupcu od sjevernog do južnog Jadrana. Temperatura površinskog sloja otvorenog mora krajem rujna kretala se između 22°C i 24°C, a početkom studenog između 18°C i 19°C. U prvom dijelu istraživanja, u rujnu, termoklina na postajama otvorenog mora smjestila se na dubini između 14m i 20m, dok se na postajama obalnog mora nalazila na dubinama između 25m i 35m. U drugom dijelu istraživanja na svim oceanografskim postajama vodeni stupac je bio homogen u odnosu na sadržaj topline i soli sve do dubine od 75 m. Salinitet površinskih voda sjevernog Jadrana i obalnog područja srednjeg Jadrana je snižen zbog slatkovodnih dotoka s kopna. Temperatura i salinitet intermedijalnog sloja mora južnog Jadrana karakterističnih su vrijednosti za godine kad nije izražen utjecaj Levantinske intermedijalne vode u Jadransko more.

Apsolutni raspon zasićenosti kisikom tijekom eho-monitoringa ukazuje na to da se kisik ni u ovom području ne može smatrati kritičnim abiotskim čimbenikom koji bi ograničavao rasprostranjenost pojedinih vrsta na području istraživanja.

Najveća je biomasa fitoplanktona kao i prethodnih godina zabilježena u sjevernom Jadranu i to na području otvoreno more-sjeverni dio. Na čitavom istraživanom području biomasa nije prelazila 1 mg m^{-3} , a zabilježene vrijednosti su uobičajene za obalne vode i ukazuju na normalano funkcioniranje ekosustava. Brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $1,78 \times 10^4$ do $3,93 \times 10^5$ stanica po litri. U sastavu fitoplanktonske zajednice najbrojniji su bili sitni mikroflagelatni organizmi na svim istraživanim postajama. Najveća brojnost dijatomeja je zabilježena na postaji EM-37 gdje je najbrojnija dijatomeja bila *Skeletonema costatum*. Razlog tome je što se na ovoj postaji uzorkovalo u studenom kada u zajednici u pravilu prevladavaju dijatomeje. Na ostalim su postajama najčešće dijatomeje bile *Pseudonitzschia* spp i *Chaetoceros* spp. Dinoflagelati su uglavnom bili zastupljeni malim neoklopljenim dinoflagelatnim vrstama *Gymnodinium* spp. Rezultati koncentracije klorofila *a* i sastava fitoplanktonske zajednice upućuju da istraživano područje ima karakteristike normalnog ekosustava kakve su uobičajene u obalnim i otvorenim vodama Jadrana.

Za vrijeme uzorkovanja 2009. utvrđena je maksimalna prosječna vrijednost gustoće nauplija, te kalanoidnih kopepodita i postnauplijarnih oncaeida. Treća ili najbogatija zona prema brojnosti kopepoda je otvoreno more-sjeverni dio. U ovoj zoni su

najveće varijabilnosti prosječne abundancije svih grupa kopepoda u cijelom razdoblju. Tijekom 2003 iznimno su niske vrijednosti gustoće, što može ukazivati na poremećaje u pelagijalu sjevernog Jadrana. Također značajno smanjenje gustoće nauplija je bilo tijekom 2005. i 2006, te oithonida i oncaeida 2008. godine. Smanjenje prosječnih vrijednosti gustoće nauplija i kalanoidnih kopepodita je bilo tijekom uzorkovanja 2009 u odnosu na nekoliko ranijih godina, ali i povećanje gustoće postnauplijarnih oithonida i oncaeida. Promatrajući cjelokupno područje u rujnu 2009, zooplanktonsku zajednicu su karakterizirali kalanoidni kopepoditi uz značajno povećanje brojnosti oithonidnih i oncaeidnih kopepoda. Iznesene podatke je neophodno usporediti s drugim dostupnim parametrima kako bi mogli procijeniti njihov odnos prema populaciji male plave ribe u našem dijelu Jadranskog mora.

Kao i prethodnih godina, i ovo krstarenje karakterizira dominacija kopepoda u ukupnom zooplanktonu. Njihove prosječne vrijednosti u kanalima i sjevernom dijelu otvorenog mora odgovaraju onima posljednjih godina. Međutim, sastav i brojnost populacija kopepoda, i zooplanktona uopće, u srednjem i južnom dijelu otvorenog mora razlikuje se od prethodnih godina. Razlog je relativno dugo razdoblje istraživanja (od sredine rujna do sredine studenog) koje se ni sezonski ne poklapa s prethodnim godinama. Tako je u otvorenim vodama Srednjeg Jadrana zabilježen znatan pad brojnosti svih skupina zooplanktona što se može povezati s povećanom ishranom nekih vrsta plave ribe (npr. incun, lokarda) nakon intenzivnog razdoblja mrijesta na tom području. Suprotno tome, ali iz istog razloga, prosječne vrijednosti zooplanktona, posebice kopepoda, u otvorenim vodama Južnog Jadrana i do četiri su puta veće nego prethodnih godina. Fauna kopepoda bogata je subpovršinskim vrstama koje u jesenskom razdoblju dolaze u površinske slojeve i tamo se zadržavaju do proljeća. Značajno je spomenuti izrazito visoke vrijednosti kladocera u kanalima Sjevernog i Srednjeg Jadrana što je u skladu s njihovim maksimumom u tom području. Vrijednosti jaja i ličinki riba znatno su niže nego prethodnih godina, ipak najveća koncentracija zabilježena je u Virskom moru i Kvarneru.

U ishrani ispitivanih vrsta planktivornih riba srdele i incuna dominiraju kopepodni rakovi. U želučanom sadržaju prevladavaju uobičajene vrste kalanoidnih kopepoda karakteristične za jesensku sezonu, te mali ciklopoidni poecilostomatoidi čija je prisutnost u zooplanktonu stalna tijekom čitave godine. Ličinački stadiji dekapodnih rakova, školjkaša i puževa, veći rakovi eufauzidi i mizidi, te pojedini želatinozni zooplanktoni također su zabilježeni u sadržaju probavila. Kladocera je u probavilima malo, naročito kod

srdele. I ovogodišnji rezultati ukazuju na zanemarivu ulogu fitoplanktona u ishrani srdele i inćuna tijekom istraživanog jesenskog razdoblja.

Prostorna raspodjela gustoće naselja sitne plave ribe, poglavito inćuna i papaline, neposredno uz granicu našeg zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, tj. uz sam rub područja istraživanja obuhvaćenog ovim monitoringom, naglašava utjecaj trofičkih i/ili genetičkih migracija (iz ili u područje istraživanja) riba na njihovu ukupnu količinu prisutnu na području istraživanja za vrijeme izvođenja monitoringa. Kod srdele je zamijećena izrazito neravnomjerna prostorna raspodjela, pri čemu je utvrđeno da se veći dio ukupno procijenjene količine nalazilo na području sjeverno od Jabučke kotline, dok je na području južno od nje bilo tek manji dio ukupno procijenjene količine. Prostorna je raspodjela gustoće naselja inćuna bila nešto ravnomjernija, ukazujući ipak na nešto veće koncentracije inćuna u unutarnjem moru.

Procjene količine ciljanih vrsta sitne plave ribe ukazuju da je tijekom eho-monitoringa u istraživanom području bila prisutna značajno veća količina srdele nego prošle godine, ali i nešto manja količina inćuna nego prethodne godine. Pored toga, zabilježena je i prisutnost populacije papaline na području istraživanja, s razmjerno velikom gustoćom naselja na području Riječkog zaljeva i Kvarnera. Sveukupno, ovo predstavlja povećanje ukupne biomase ciljanih vrsta sitne plave ribe registrirane tijekom eho-monitoringa 2009. od oko 27% u odnosu na rujan 2008. Pretpostavlja se da su ove promjene biomase ciljanih vrsta u području istraživanja, u odnosu na prošlu godinu, u jednoj mjeri rezultat migracija ovih migratornih vrsta, ali i rezultat prirodnih kolebanja njihovih biozaliha u Jadranu. Da bi se dobila potpunija slika cjelokupnog stanja populacija ciljanih vrsta u Jadranskom moru, preporučuje se međunarodna suradnja sa znanstvenicima iz Instituta ISMAR u Anconi koji obavljaju istovjetna istraživanja na području zapadnog dijela Jadranskoga mora, ili pak organiziranje jedinstvenog pelagijskog monitoringa Jadranskog mora (npr. u okviru EU Projekta MEDIAS). Potrebno je međutim napomenuti da je ove godine, u okviru prilagodbe dosadašnjih istraživanja prema MEDIAS protokolu, pri obradi akustičkih podataka po prvi put korišten novi EchoView software (Ver. 4.80), to se dobivene procjene treba uzeti u obzir s određenom dozom opreza, budući da će biti naknadno preispitane.

S obzirom na ukupno procijenjene «bruto» količine sitne plave ribe u moru, a koje su inače podložne velikim prirodnim kolebanjima, prilikom gospodarenja ovim obnovljivim biološkim resursima, uvijek treba imati na umu da su one samo jedan dio cjelovitog

ekosustava mora, u kojem čovjek sa svojim ribolovnim alatima nije njihov jedini «predator». Naime, sitna plava riba predstavlja hranidbenu osnovu za mnogo veći broj prirodnih predatora (npr. dupine, morske pse...) od kojih su neki vrlo važni i kao objekti lova u našem morskom ribarstvu (npr. tunj, palamida, gof, luc...), pa bi se gospodarenje ovim resursima u budućnosti trebalo obavljati u okviru gospodarenja cjelovitim ekosustavima.

U skladu s postojećom Strategijom razvoja ribarstva koja predviđa povećanje ulova sitne plave ribe, s ciljem učinkovitijeg obnavljanja populacija vrsta koje se mriješte u zimsko doba godine (srdela i papalina), uveden je lovostaj u vremenu od 15. prosinca do 15. siječnja, koji se ove godine po peti put primjenjuje u praksi. Pored lovostaja, kao dodatna mjera zaštite nedoraslih primjeraka na područjima njihovih rastilišta preporučuje se zabrana korištenja određenih ribolovnih alata (npr. obalnih potegača i malih plivarica) tijekom proljeća i ljeta. Ova mjera bi imala pozitivne učinke i na zaštitu mlađi drugih vrsta na području rastilišta. Preporuča se i učinkovitiji inspekcijski nadzor poštivanja zakonskih odredbi u vezi lova sitne plave ribe, a poglavito učinkovitiji nadzor i sankcioniranje prodaje primjeraka manjih od minimalno dozvoljenih veličina.

Budući da se pretpostavlja postojanje jedinstvenih populacija sitne plave ribe koje iskorištava više država («shared stock»), u budućim dogovorima o ribarenju u Jadranskome moru treba se zalagati za ujednačene kriterije gospodarenja. Pri tome poseban naglasak treba dati na ukidanje derogacije EU za izlov nedoraslih stadija sitne plave ribe («bianchetto») uz zapadnu obalu Jadrana, a s ciljem da se ne ugrožava prirodna obnova jedinstvene populacije srdele u Jadranu, te omogućiti njeno očuvanje i dugoročno održivo razumno iskorištavanje. Vjerujemo da je statistički značajan negativan trend promjena biomase srdele u području južno od Jabučke kotline u izravnoj vezi s izlovom mlađi srdele na talijanskoj obali Jadrana, poglavito na području Manfredonije.

8. KORIŠTENA LITERATURA

- BAILEY, R.S., E.J. SIMMONDS, 1990. The use of acoustic surveys in the assessment of the North Sea herring stock and comparison with other methods. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Perm. Int. Explor Mer, 189: 9-17.
- BEDDINGTON J.R., J.G. COOKE, 1983. The potential yield of fish stocks. FAO Fish.Tehc.Pap., (242): 47 p.
- BULGAKOVA, Y. 1996. Feeding in the Black Sea anchovy. Diet composition, feeding behaviour, feeding periodicity and daily rations (Abstract). Scientia Marina, 60 Suppl.2: 283-284.
- BULJAN, M., M. ZORE-ARMANDA, 1979. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1965 through 1970. Acta Adriat. , 20 (1-2): 1-368.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003a. Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-12.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003b. Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-11.
- DORMAN, C., S.CARNIEL, L. CAVALERI, M. SCLAVO, J.CHIGGIATO, J. DOYLE, T. HAACK, J. PULLEN, B. GRBEC, I. VILIBIĆ, I. JANEKOVIĆ, C. LEE, V. MALAČIĆ, M. ORLIĆ, E. PASCHINI, A.RUSSO, R. SIGNELL, 2007. February 2003 marine atmospheric conditions and the bora over the northern Adriatic. Journal of Geophysical Research - Oceans. 112: 1-21.
- DULČIĆ, J. 1999. The diet of larval sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the eastern central Adriatic. Annales Ser. hist. nat. 9 1 (15). 9-13.
- ESPINOZA, P., BERTRAND, A. 2008. Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt current system. Progress in Oceanography, 79: 215-227.
- FERNÁNDEZ, I. M., R.GONZALES-QUIROS. 2006. Analysis of feeding of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) larval stages in the central Cantabrian Sea. Scientia Marina, 70S1: 131-139.
- FRIMODT, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- GAMULIN, T., J. HURE, 1983. The spawning and spawning areas of pelagic fishes in the Adriatic Sea. Acta Adriat., 24: 97-131.

- GRAMITTO, M.E., 2001. I pesci marini. In (Ed. Gramitto, M.E.) La gestione della pesca marittima in Italia., 83-147.
- GRBEC, B., I. VILIBIĆ, A. BAJIĆ, M. MOROVIĆ, G. BEG PAKLAR, F. MATIĆ, V. DADIĆ, 2007. Response of the Adriatic Sea to the atmospheric anomaly in 2003. *Annales Geophysicae - Atmospheres Hydrospheres & Space Sciences*. 25 (4): 835-846.
- JARDAS, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 536 pp.
- KAČIĆ, I., 1981. Pelagic fish in the northern Adriatic -distribution and moviments. *FAO Fish Rep.*, 253: 131-136. (in Croatian)
- KATAVIĆ, I., V. TIČINA, V. FRANIČEVIĆ, 2001. A preliminary study of the growth rate of bluefin tuna from Adriatic when reared in the floating cages. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 54(2): 472-476.
- KRAJNOVIĆ-OZRETIĆ, M., 1975. Elektroforeske analize hemoglobina papaline (*Sprattus sprattus* L.) iz sjevernog Jadrana. *Ichthyologia*, 7(1): 25-30.
- MACKENZIE K.V. (1981) Nine-term equation for sound speed in the ocean. *J. acoust. Soc. Am.*, 70: 807-12.
- MACLENNAN, D.N., E.J. SIMMONDS, 1995. Fisheries Acoustics. Chapman&Hall, London, 325 pp.
- MUŽINIĆ, R. 1959. On the schooling and feeding habits of the sardine. In: Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardine and Related Species. Exp. paper No. 17, FAO, Roma.
- MUŽINIĆ, R., 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. *Acta Adriat.*, 5(10): 237-457.
- ORLIĆ, M., V. DADIĆ, B. GRBEC, N. LEDER, A. MARKI, F. MATIĆ, H. MIHANOVIĆ, G. BEG PAKLAR, M. PASARIĆ, Z. PASARIĆ, I. VILIBIĆ, 2007 Wintertime buoyancy forcing, changing seawater properties, and two different circulation systems produced in the Adriatic. *Journal of Geophysical Research - Oceans*. 112: 1-21.
- PALOMERA I., M. P. OLIVAR, J. SALAT, A. SABATÉS, M. COLL, A. GARCIA, B. MORALES-NIN. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: An ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.
- PAULY, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J.Cons.Int.Explor. Mer.*, 39(2): 175-192.
- PAULY, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech.Pap.*, 234: 52pp.
- PLOUNEVEZ, S., CHAMPALBERT, G. 1999. Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biskay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 177-191.

- PLOUNEVEZ, S., CHAMPALBERT, G. 2000. Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*, 23 (2): 175-192.
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fish Res Board of Canada*, 191: 1-382.
- SEVER T.M., B. BAYHAN, E. TASKAVAK. 2005. A preliminary study on the feeding regime of european pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in Izmir Bay, Turkey, eastern Aegean Sea. *NAGA, WorldFish Center Quaterly*, 28 (3-4): 41-48.
- SIMRAD, EK500 Scientific Echo Sounder, 1996. Instruction manual. P2172E.
- SINOVČIĆ, G., 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. In the central Adriatic. *Acta Adriat.*, 19(2): 1-32.
- SINOVČIĆ, G., 1984. Summary of biological parameters of sardine, *Sardina pilchardus* WALB.), from the Central Adriatic. *FAO Fish. Rep.*, 290: 147-148.
- SINOVČIĆ, G., 1986. Estimation of growth, mortality, production and stock size of sardine, *Sardina pilchardus* (WALB.), from the middle Adriatic. *Acta Adriatica*, 27(1-2): 67-74.
- SINOVČIĆ, G., 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriat.*, 41 (1): 3-53.
- SINOVČIĆ, G., V. ALEGRIA, I. JARDAS, 1991. Biološka osnova pelagijskog i priobalnog ribolova Jugoslavije. *Pom. Zborn.*, 29:383-408.
- SPARE, P., S.C. VENEMA, 1992. Introduction to tropical fish assessment. Part 1, Manual. *FAO Fisheries Technical Papers (Revision 1) Rome*, 306(1): 376 pp.
- STRICKLAND, J.D.H., T.R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin Fisheries Research. Board of Canada*, 167, 310 pp.
- TESKEREDŽIĆ, Z., 1978. The spawning of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Kvarner region of the Adriatic Sea. *Thalassia Jugoslav.*, 14: 232-338.
- TIČINA, V., 2000. Biologija i gospodarski značaj papaline (*Sprattus sprattus phalericus* L.) u Jadranskome moru. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet – Zagreb, p 133.
- TIČINA, V., I. IVANČIĆ, V. EMRIĆ, 2000a. Relation between the hidrographic properties of the northern Adriatic Sea water and sardine (*Sardina pilchardus*) population schools. *Period. Biol. Vol.102, Supplement 1*: 181-192.
- TIČINA, V., O. VIDJAK, I. KAČIĆ, 2000b. Feeding of adult sprat, *Sprattus sprattus*, during spawning season in the Adriatic Sea. *Ital. J. Zool.*, 67: 307-311.
- TIRELLI, V., D. BORME, T. ZOLLET, M. CONSTANTINI, A. DE OLAZABAL, M. CIGAR, S. FONDA-UMANI. 2006. Osservazioni sui contenuti stomacali di *Engraulis*

- encrasicolus* (Linneo, 1758) e *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), catturati con lampara nel Golfo di Trieste. Biol. Mar. Medit., 13 (1): 904-906.
- TUDELA, S., I. PALOMERA, 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser., 160: 121-134.
- UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 9: 1–38.
- VIDJAK, O., N. BOJANIĆ. (2009) Species composition and distribution patterns of the family Corycaidae Dana, 1852 (Copepoda: Cyclopoida) in the middle Adriatic Sea. Marine Biology Research (u tisku).
- VILIČIĆ, D., VUČAK, Z., SKRIVANIĆ, A., Z. GRŽETIĆ, 1989. Phytoplankton blooms in the oligotrophic open South Adriatic waters. Marine Chemistry, 28:89-107.
- VUČETIĆ, T., 1963. Ishrana odrasle srdele *Sardina pilchardus* Walb. u srednjem Jadranu. Acta Adriat., 10(2):1-47.
- VUČETIĆ, T. 1963. Ishrana odrasle srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) u srednjem Jadranu. Acta Adriatica 10 (2): 1-45.
- WHITEHEAD, P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1 -Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 303 pp.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON, T.WONGRATANA, 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. (Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2 – Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 305-579.
- YUDANOV, K.I., 1971. Interpretation of echograms of hydroacoustic fish-finding instruments. Israel Program for scientific Translations, Jerusalem 1971 (original version in Russian), 101pp.
- ZAVODNIK, D., 1969a. On the spawning of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) along the coast of the istrian peninsula (north Adriatic). Ichthyologia, 1 (1): 89-97.
- ZAVODNIK, D., 1969b. The distribution and migration of sprat (*Sprattus sprattus* L.) within the Adriatic Sea. Medd. Fr. Avsfiskelab. Lyseki, 66:1-4.
- ZAVODNIK, D., 1969c. Studies on the life history of Adriatic sprat. FAO C.G.P.M. Etud. et Rev., 40: 1-26.
- ZAVODNIK, D., 1974. Jadranska papalina-biologija i ribolov. Acta Adriat., 16 (26):435-440.

ZAVODNIK, D., i N. ZAVODNIK, 1967. Observations on the biometry and numerical characteristics in sprat (*Sprattus sprattus* L.) in the northern Adriatic. *Thalasia Jugosl.*, 3: 183-194.

ZORE-ARMANDA, M., BONE, M., DADIĆ, V., MOROVIĆ, M., RATKOVIĆ, D., STOJANOSKI, L., VUKADIN, I., 1991. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1971 through 1983. *Acta Adriatica*, 31 (1): 5-567.

IOR Baza podataka

PRILOG 1

Mjerenja odjeka standardiziranog cilja prilikom kalibracije eho-sondera.

Data:							
No.	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m ² /nm ²]
1	11:09:40.18	8.13	-41.40	-45.19	1.65	-2.58	4950
2	11:09:44.18	8.14	-40.62	-43.99	1.72	-2.19	6491
3	11:09:45.18	8.15	-40.04	-43.28	1.78	-1.94	7717
4	11:09:46.18	8.15	-39.17	-42.37	1.91	-1.42	9581
5	11:09:47.20	8.15	-39.38	-42.69	1.91	-1.61	8883
6	11:09:55.20	8.17	-38.01	-41.99	2.23	-1.04	10352
7	11:09:56.18	8.17	-37.84	-41.63	2.17	-0.84	11275
8	11:09:58.18	8.18	-37.10	-41.52	2.36	-0.59	11489
9	11:10:34.18	8.20	-37.83	-40.39	1.65	-0.33	14804
10	11:10:35.18	8.21	-38.15	-40.04	1.33	-0.27	16064
11	11:10:37.20	8.22	-38.35	-39.92	1.14	-0.20	16505
12	11:10:38.18	8.23	-39.02	-39.69	0.43	-0.14	17469
13	11:10:39.18	8.29	-38.98	-39.45	-0.02	-0.01	17667
14	11:10:44.18	8.30	-39.30	-39.71	-0.46	-0.01	16612
15	11:10:45.20	8.30	-39.19	-39.89	-0.79	0.18	15812
16	11:10:46.18	8.31	-39.53	-40.31	-1.11	0.06	14354
17	11:10:50.18	8.33	-39.46	-41.64	-1.94	0.31	10419
18	11:10:51.18	8.33	-39.46	-42.09	-2.13	0.38	9360
19	11:10:53.18	8.35	-39.60	-43.66	-2.71	0.44	6564
20	11:10:54.18	8.36	-39.70	-45.93	-3.42	0.44	3856
21	11:10:55.18	8.37	-39.99	-47.98	-3.87	0.50	2371
22	11:10:56.18	8.38	-40.25	-50.80	-4.45	0.57	1237
23	11:10:57.20	8.39	-40.15	-49.82	-4.25	0.57	1544
24	11:10:59.18	8.39	-40.16	-49.91	-4.25	0.63	1523
25	11:11:29.18	8.36	-39.60	-44.98	-3.16	0.44	4760
26	11:11:43.18	8.33	-39.42	-41.16	-1.68	0.31	11663
27	11:11:47.18	8.32	-39.06	-40.07	-1.04	0.31	15066
28	11:12:26.18	8.29	-40.67	-41.69	-1.62	-0.46	10473
29	11:12:28.18	8.30	-42.65	-43.84	-1.62	-1.61	6358
30	11:12:31.18	8.29	-41.44	-42.36	-1.62	-0.91	8929
31	11:12:37.18	8.29	-41.79	-42.93	-1.75	-1.10	7827
32	11:12:38.18	8.30	-40.33	-40.97	-1.30	-0.39	12281
33	11:12:39.18	8.31	-40.13	-41.03	-1.43	-0.20	12132
34	11:12:43.20	8.29	-41.65	-42.58	-1.62	-1.04	8522
35	11:12:45.18	8.23	-42.94	-44.50	-1.88	-1.55	5723
36	11:13:32.18	8.30	-38.58	-40.50	-1.49	0.63	13756
37	11:13:33.18	8.30	-37.38	-40.99	-1.75	1.34	12321
38	11:13:37.18	8.30	-37.68	-40.60	-1.56	1.15	13447
39	11:13:40.18	8.28	-35.92	-42.41	-2.26	2.11	8882
40	11:13:41.18	8.21	-34.56	-44.06	-2.52	2.88	6313
41	11:13:45.18	8.29	-36.56	-41.02	-1.68	1.72	12205
42	11:13:46.18	8.29	-36.97	-41.13	-1.81	1.53	11892
43	11:13:47.18	8.23	-36.28	-41.72	-1.88	1.98	10896
44	11:13:48.18	8.23	-35.55	-42.79	-2.13	2.43	8502
45	11:14:04.18	8.22	-33.16	-44.84	-2.33	3.52	5296
46	11:14:07.18	8.30	-36.72	-40.23	-1.30	1.53	14689
47	11:14:12.18	8.30	-37.81	-40.18	-1.30	1.02	14889
48	11:14:18.18	8.32	-40.37	-40.45	-0.59	-0.59	13817
49	11:14:19.18	8.33	-41.10	-41.12	-0.40	-1.10	11741
50	11:14:20.18	8.33	-40.89	-40.89	-0.46	-0.91	12409

51	11:14:22.18	8.34	-41.92	-42.30	-0.08	-1.68	8850
52	11:14:25.18	8.34	-42.16	-42.76	0.05	-1.87	8086
53	11:14:33.18	8.35	-42.39	-43.48	0.24	-2.19	6831
54	11:15:15.18	8.37	-42.96	-43.77	-0.53	-2.13	6327
55	11:15:16.20	8.37	-42.64	-43.18	-0.79	-1.81	7247
56	11:15:17.18	8.37	-42.83	-43.53	-0.72	-2.00	6633
57	11:15:21.18	8.39	-43.01	-44.17	-1.43	-1.87	5689
58	11:15:38.18	8.38	-42.69	-43.32	-1.11	-1.68	6957
59	11:15:39.18	8.33	-41.59	-43.86	1.14	-2.26	6205
60	11:15:42.18	8.38	-42.87	-43.74	-1.17	-1.87	6313
61	11:15:47.18	8.39	-43.01	-45.42	-2.26	-1.68	4262
62	11:18:28.20	8.30	-40.16	-46.44	2.55	-2.58	3437
63	11:18:30.18	8.31	-39.44	-49.15	3.32	-2.96	1844
64	11:18:31.18	8.34	-42.80	-43.97	0.05	-2.32	6110
65	11:18:35.18	8.32	-40.85	-45.06	1.91	-2.45	4718
66	11:18:41.18	8.35	-42.40	-43.84	0.43	-2.32	6301
67	11:18:46.18	8.34	-41.83	-43.27	0.69	-2.13	7088
68	11:18:47.18	8.31	-39.90	-45.70	2.49	-2.38	4120
69	11:18:50.18	8.29	-38.18	-49.47	3.77	-2.71	1717
70	11:18:53.18	8.33	-41.47	-43.56	1.08	-2.19	6667
71	11:19:00.18	8.31	-39.57	-47.39	2.94	-2.71	2782
72	11:19:01.18	8.30	-38.98	-46.93	3.07	-2.45	3112
73	11:19:10.18	8.29	-38.64	-48.69	3.52	-2.64	2050
74	11:19:13.18	8.31	-39.75	-44.51	2.23	-2.19	5420
75	11:23:26.18	8.35	-40.45	-42.65	-2.20	-0.20	8299
76	11:23:29.18	8.34	-38.71	-42.69	-2.46	0.83	8237
77	11:23:30.18	8.36	-40.43	-41.89	-1.81	-0.20	9855
78	11:23:40.18	8.33	-37.97	-42.94	-2.58	1.21	7710
79	11:23:44.18	8.36	-41.05	-42.21	-1.75	-0.59	9086
80	11:23:54.18	8.37	-41.94	-42.47	-1.24	-1.29	8503
81	11:23:55.18	8.35	-40.91	-42.86	-2.13	-0.39	7901
82	11:23:59.18	8.33	-37.42	-43.41	-2.78	1.47	6889
83	11:24:11.18	8.30	-35.24	-45.94	-3.23	2.75	3892
84	11:24:12.18	8.31	-36.09	-44.71	-3.03	2.24	5185
85	11:24:13.18	8.33	-37.37	-42.45	-2.39	1.47	8642
86	11:24:23.18	8.33	-38.43	-43.08	-2.65	0.95	7483
87	11:24:24.18	8.35	-38.59	-41.63	-2.01	0.83	10527
88	11:24:27.18	8.32	-37.45	-43.93	-2.90	1.53	6159
89	11:24:29.18	8.31	-36.08	-45.05	-3.10	2.30	4758
90	11:24:37.18	8.30	-35.82	-46.45	-3.48	2.50	3454
91	11:25:09.20	8.36	-41.38	-41.45	-0.59	-1.16	10854
92	11:25:15.18	8.34	-40.83	-40.96	0.05	-1.10	12255
93	11:25:17.18	8.34	-40.70	-40.96	0.24	-1.16	12106
94	11:25:21.18	8.33	-40.24	-41.13	0.82	-1.23	11708
95	11:25:22.18	8.33	-40.24	-41.47	1.01	-1.36	10823
96	11:25:35.18	8.23	-37.65	-45.38	3.20	-1.68	4657
97	11:25:37.18	8.31	-39.66	-42.24	1.65	-1.49	9144
98	11:25:38.20	8.31	-39.50	-41.72	1.53	-1.36	10343
99	11:25:39.18	8.22	-36.57	-46.93	3.77	-1.74	3256
100	11:25:45.18	8.30	-38.49	-44.00	2.62	-1.68	6131
101	11:25:49.18	8.23	-37.18	-45.38	3.32	-1.55	4658
102	11:25:57.18	8.32	-40.58	-41.78	0.95	-1.49	10141
103	11:26:24.18	8.23	-39.06	-44.85	2.62	-2.00	5259
104	11:26:25.18	8.21	-37.55	-48.45	3.77	-2.38	2278
105	11:26:26.18	8.21	-37.35	-47.75	3.71	-2.19	2695
106	11:26:32.18	8.24	-42.12	-44.27	0.95	-2.38	6019
107	11:26:34.18	8.20	-40.11	-49.54	3.20	-3.09	1772
108	11:26:37.18	8.20	-41.00	-47.72	2.49	-2.96	2703
109	11:26:38.18	8.22	-41.52	-46.25	1.91	-2.77	3778
110	11:26:40.18	8.21	-42.54	-45.88	1.20	-2.83	4110
111	11:26:45.18	8.17	-41.40	-51.53	3.07	-3.67	1141
112	11:26:46.18	8.20	-42.72	-48.47	1.85	-3.35	2268
113	11:26:54.18	8.17	-43.05	-50.73	2.23	-3.73	1374
114	11:28:16.18	8.13	-41.49	-42.83	-1.88	-0.84	8572
115	11:28:20.20	8.12	-41.18	-43.31	-2.26	-0.65	7733
116	11:28:25.18	8.11	-42.40	-44.31	-2.13	-1.29	6161
117	11:28:32.20	8.04	-41.76	-44.64	-2.58	-0.84	6027
118	11:28:33.18	8.02	-38.50	-45.26	-3.23	1.21	5214
119	11:28:47.18	8.03	-40.46	-44.18	-2.78	-0.07	6695
120	10:54:42.93	8.56	-39.78	-39.96	0.32	-0.51	14220
121	11:05:20.18	8.16	-40.45	-42.46	1.33	-1.68	9357
122	11:05:25.18	8.14	-42.85	-45.78	0.95	-2.83	4303