



INSTITUT ZA OCEANOLOGIJU I RIBARSTVO

PELAGIJSKI MONITORING (Projekt PELMON)

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



Split, 2007.

Institut za oceanografiju i ribarstvo - Split

Pelagijski monitoring u Jadranskome moru (PELMON 2007)

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. Marasović Ivona
dr.sc. Matić Skoko Sanja
dr.sc. Ninčević Gladan Živana
dr.sc. Tičina Vjekoslav
dr.sc. Vidjak Olja
mr.sc. Matić Frano
dipl.ing. Arapov Jasna
dipl.ing. Bubić Nikola
dipl.ing. Prelesnik Heliodor
dipl. ing. Stipe Muslim
Jozić Mladen

Vanjski suradnici:

mr.sc. Bojanić Dubravka
mr.sc. Emrić Tičina Vanja
Marina Giunio

Voditelj programa:

Ravnateljica Instituta:

dr.sc. Vjekoslav Tičina

Prof.dr.sc. Ivona Marasović

SADRŽAJ:

	PREDGOVOR	3
1.	UVOD	4
2.	CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA	5
3.	SITNA PLAVA RIBA U JADRANU	6
3.1.	Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu	6
3.2.	Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu	9
3.2.1.	Srdela (<i>Sardina pilchardus</i> WALB)	9
3.2.2.	Inćun ili brgljun (<i>Engraulis encrasicolus</i> L.)	10
3.2.3.	Papalina (<i>Sprattus sprattus</i> L.)	11
4.	METODE ISTRAŽIVANJA	13
4.1.	Metoda hidroakustičkog uzorkovanja	13
4.1.1.	Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja	13
4.1.2.	Opis sustava eho-sondera s ehointegratorom korištenog pri akustičkom uzorkovanju	17
4.1.3.	Kalibracija pretvarača eho-sondera	20
4.1.4.	Procjena količine ribe ehointegratorom	23
4.2.	Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora	25
4.3.	Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona	26
4.3.1.	Određivanje biomase fitoplanktona	27
4.3.2.	Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice	28
4.4.	Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona	28
4.5.	Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom kočom	30
4.6.	Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom kočom	39
4.7.	Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti	42
5.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	44
5.1.	Način određivanja područja i zona za potrebe eho-monitoringa	44
6.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	50
6.1.	Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području	50
6.1.1.	Termohalina svojstva	50
6.1.2.	Otopljeni kisik	58
6.1.3.	Fitoplankton	65
6.1.4.	Zooplankton	86
6.2.	Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe	111
6.2.1.	Unutarnje more – sjeverni dio	111
6.2.2.	Unutarnje more – južni dio	114
6.2.3.	Otvoreno more – sjeverni dio	117
6.2.4.	Otvoreno more – srednji dio	122
6.2.5.	Otvoreno more – južni dio	125
6.3.	Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe	127
6.3.1.	Srdela	127
6.3.2.	Inćun	131
6.3.3.	Ostale pelagičke vrste	137
6.3.4.	Ostale vrste	140
6.3.5.	Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta	145
6.3.6.	Procjena najveće dozvoljene količine izlova (MSY)	147
7.	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	149
8.	KORIŠTENA LITERATURA	153
	PRILOG 1.	156

PREDGOVOR

Suradnjom između Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva te Instituta za oceanografiju i ribarstvo, 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.

Ova je istraživanja bilo nužno započeti kako bi se došlo do znanstveno utemeljenih spoznaja nužnih 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, kao i bioloških karakteristika koje određuju njihovo obnavljanje tijekom vremena. Poznavanje obimnosti te načina i brzine obnavljanja iskorištavanih populacija, predstavljaju osnovne spoznaje 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 činjenice da sitna plava riba predstavlja osnovnu sirovinu riboprerađivačke industrije u Republici Hrvatskoj koja osigurava zaposlenje mnogim ljudima (poglavito ženama) na obali i otocima, sitna plava riba se također smatra osnovnom hranom koja se koristi i u marikulturi, posebice prilikom kaveznog uzgoja tunja. Napominjemo da se krajnji proizvodi navedenih djelatnosti u većoj mjeri izvoze te predstavljaju Republiku Hrvatsku na svjetskom tržištu. Zanemarivanje odgovarajućeg dugoročno-održivog gospodarenja navedenim živim prirodnim bogatstvima, moglo bi uskoro dovesti do ozbiljnog 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 eho-monitoringa želi postići je dobivanje informacija nužno potrebnih za procjenu obimnosti iskorištavanih populacija i njihovih prirodnih kolebanja tijekom vremena, a koje predstavljaju temelj za odgovorno

dugoročno-održivo gospodarenje pelagijskim ekosustavom jadranskog mora Republike Hrvatske.

1. UVOD

U suvremenim ribarstveno-biološkim istraživanjima, posebice sitne plave ribe i drugih pelagičnih organizama, primjena hidroakustičkih metoda je postala nezaobilazna metoda rada u svjetskim morima. Zašto je to baš tako? Pored mnoštva drugih različitih izravnih i neizravnih metoda korištenih u ribarstvenim istraživanjima, samo se tijekom izravnih terenskih opažanja korištenjem hidroakustičkih metoda može odgovoriti na pitanje:

«Koliko se riba neke određene vrste X nalazi u vodenom stupcu mora dubine Y , na području Z u određenom trenutku?»

Uređaj koji nam omogućuje pronalaženje odgovora na to pitanje je eho-sonder, koji zajedno s eho-integratorom predstavlja osnovu za korištenje metode eho-integracije kojom se omogućuje procjena količine ribe u moru.

Osnovni princip rada eho-sondera zasniva se na odašiljanju i primanju zvučnih signala pod morem. Poznato je da kada zvuk koji se širi u određenom pravcu dođe do neke prepreke, on se od nje odbija i vraća prema izvoru zvuka, tj. prema eho-sonderu. Taj odbijeni i vraćeni zvuk, koji se naziva odjek, jeka ili eho, uređaj analizira i prikazuje s obzirom na vrijeme proteklo od odašiljanja zvučnog signala pa do njegovog povratka kao eha i njegov intenzitet. Poznato nam je da se jeka ili eho ne čuje odmah, već nakon nekog određenog vremena. Budući da se zvuk širi određenom brzinom, vrijeme potrebno da se jeka ili eho vrate do nas ovisi o udaljenosti prepreke od koje se zvuk odbija i vraća prema nama. Što je ta prepreka (npr. morsko dno ili riba) udaljenija od nas, bit će potrebno više vremena da čujemo eho.

Ovaj princip širenja i odbijanja zvuka jednak je i u zraku i u vodi. Razlika je jedino u tome što se zvuk u vodi širi oko 4,4 puta brže nego u zraku, a razlog tome je veća gustoća vode nego zraka. Tako se zvuk u zraku širi brzinom od "samo" 340 metara u sekundi, a u vodi brzinom od oko 1500 metara u sekundi. Dakle, osnovni princip rada svakog eho-sondera (koji se u osnovi sastoji od odašiljača električnih impulsa, pretvarača ili sonde, prijemnika

s pojačalom električnih impulsa i prikazivača povratnih signala) zasniva se na odašiljanju zvučnih signala u moru ili vodi, mjerenju vremena koje je potrebno da se oni odbiju od morskog dna ili ribe i vrate natrag kao eho do uređaja koji ih registrira te mjerenju njihovog intenziteta. Pri tome najznačajniju ulogu u pretvorbi električnih impulsa u zvučne i obratno, ima pretvarač (sonda) koji je izrađen od piezoelektričnih kristala. Za izradu pretvarača koriste se najčešće kristali barijevog titanata koji imaju svojstvo da, na osnovu pojave piezoelektriciteta, električne impulse određene frekvencije pretvaraju u zvučne signale jednake frekvencije, te da zvučne signale pretvaraju u električne impulse određenog intenziteta u ovisnosti o intenzitetu primljenog eho signala.

2. CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA

Temeljni je cilj istraživanja provedenih tijekom eho-monitoringa utvrditi stanje populacija gospodarski najvažnijih vrsta sitne plave ribe (srdela, incun, papalina), kao i stanje njihove prirodne sredine, u Jadranskome moru.

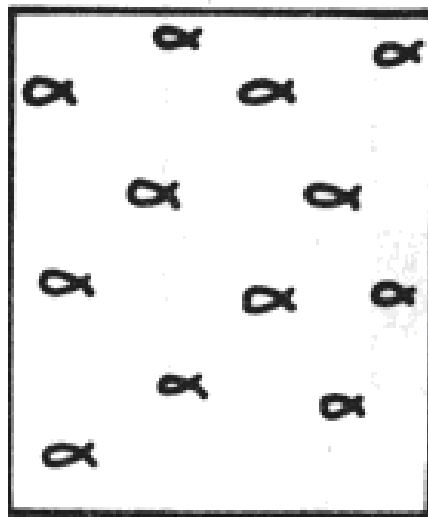
S tim u vezi, osnovni zadatak eho-monitoringa je da se primjenom hidroakustičkih metoda dođe do važnih bioloških spoznaja o pojedinim gospodarski značajnim vrstama živih organizama u Jadranskom moru. Najvažnije spoznaje do kojih se tijekom ovih istraživanja želi doći su prostorna raspodjela te procjena 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, incun, 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. Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu

Eho detekcija sitne plave ribe u moru kao i način prikaza njihovog ehograma uvelike je ovisna o načinima njihove prostorne raspodjele u morskoj sredini. Poznato je da svaka pelagička vrsta ribe može imati tri osnovna tipa raspodjele i to:

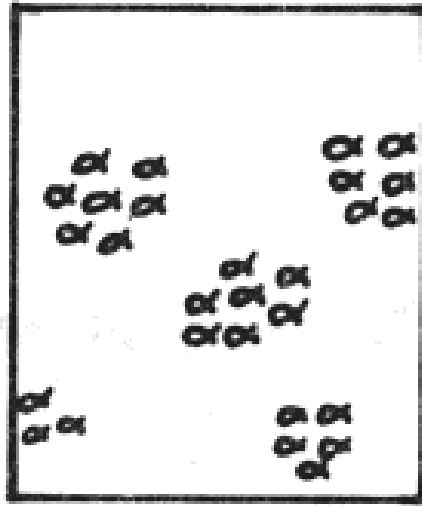
1. raspršena raspodjela pojedinačnih riba (Slika 1)
2. skup riba u manjim raspršenim nakupinama (plovama) (Slika 2)
3. velike nakupine (akumulacije) riba (Slika 3).



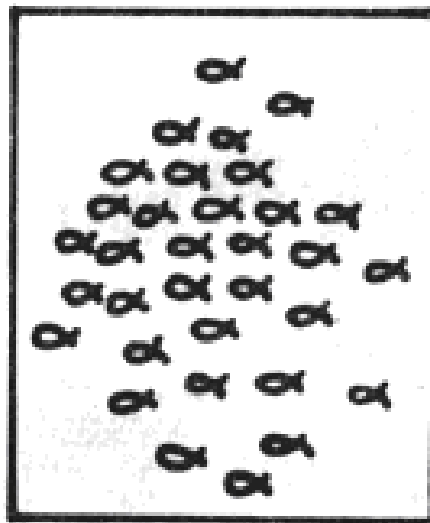
Slika 1. Shematski prikaz raspršene raspodjele pojedinačnih riba.

U hidroakustičkom smislu, raspršena raspodjela znači da ribe predstavljaju pojedinačne ciljeve, odnosno da su izdvojene te ne pokazuju nikakav oblik ujednačenog i organiziranog kretanja. Nasuprot tome, plova je manje-više kompaktna skupina riba iste vrste, slične veličine i sličnog ili jednakog biološkog stanja s obzirom na stupanj zrelosti pojedinih primjeraka (Yudanov, 1971). Nadalje, velike nakupine (akumulacije) nastaju međusobnim udruživanjem pojedinih manjih plova ili pak pojedinačnih riba. Ove nakupine se mogu sastojati od riba različitih starosnih skupina, a ponekada čak i različitih

vrsta riba. Ta izmiješanost različitih riba različitih veličina i vrsta ponekada dovodi do narušavanja ujednačenosti ponašanja pojedinih jedinki.



Slika 2. Shematski prikaz riba u manjim raspršenim nakupinama (plovama).



Slika 3. Shematski prikaz velike nakupine (akumulacije) riba.

Opisani oblici raspodjele riba mogu se nalaziti manje-više jednoliko raspoređeni na velikom području, biti koncentrirani na jednom manjem ograničenom prostoru, ili pak usko lokalizirani (npr. u blizini neke podmorske uzvisine i sl.).

U slučaju raspršene raspodjele, ehogram ima izgled mnoštva sitnih točaka, raštrkanih od površine do dna mora. Ako se ovaj tip prostorne raspodjele riba nalazi na području kraćem od 1 Nm (nautička milja), smatra se da ima lokalni karakter. Međutim,

ovaj tip raspodjele može biti prisutan i na mnogo većem području, koji se tada na ehogramu vidi kao manje ili više raspršeni sloj koji se može protezati duljinom od više nautičkih milja. Općenito govoreći, raspršena prostorna raspodjela sitne plave ribe je uobičajena tijekom noćnih sati tj. kada je vidljivost u morskoj sredini bitno smanjena.

Pojedinačni primjerci različitih vrsta sitne plave ribe često se tijekom dana organiziraju u pojedine plove. Ove plove se mogu nalaziti manje-više lokalizirane na nekom manjem području, npr. na mjestima gdje se naglo povećava dubina mora ili na mjestu susreta tople i hladne vode, ili pak biti raštrkana na širem području npr. u područjima visokih koncentracija planktona kojima se hrane. Međusobno raspršena jata na ehogramu mogu imati različite oblike, a to su najčešće:

1. poput zrna;
2. poput nokta ili polumjeseca;
3. poput ptičjeg pera ili komete;
4. poput oblaka.

Velike lokalne nakupine riba na ehogramu se prikazuju poput zavjesa istegnutih od površine do dna. Obično su kraće od 1 Nm, ali se mogu prostirati i na većem području pa tada govorimo o prostornoj raspodjeli ribe u manje ili više gustom sloju koji se nalazi na određenoj dubini vodenog stupca. Pojedine vrste sitne plave ribe se obično sakupljaju u ove velike nakupine na određenim područjima tijekom mriješćenja ili neposredno prije samog mriješta.

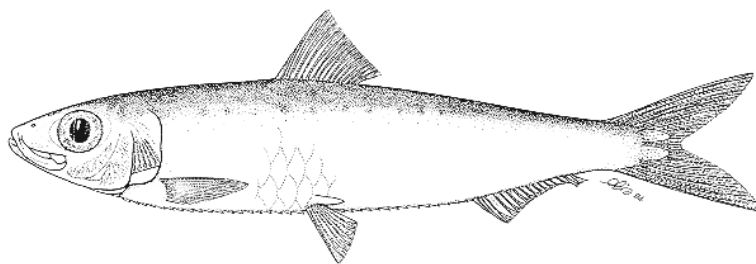
Pri pokušaju određivanja vrste ribe na temelju izgleda zabilježenih ehograma, svakako treba uzeti u obzir učinak osnovnih parametara hidroakustičnih instrumenata. Oblik, veličina i boja zapisa različitih riba i njihovih plova u znatnom stupnju ovise o odabranoj osjetljivosti samog uređaja, brzini kretanja ehograma, kao i brzini kretanja samog plovila. S druge strane, ne smije se zanemariti činjenice da odjek ili eho (kojega eho-sonder registrira) ovisi i o vrsti i veličini pojedinačnih riba, odnosno gustoći njihovih plova i/ili nakupina. Nadalje, u nastojanjima određivanja vrste na osnovi ehograma potrebno je prepoznati i utjecaj duljine trajanja zvučnog impulsa, usmjerenosti pretvarača, korištene radne frekvencije odašiljača i pretvarača te prisustva buke i reverberancije. Tek nakon razmatranja svih navedenih utjecaja, moguće je razlučiti prave geometrijske i strukturalne osobine ehograma korištenih za prepoznavanje pojedinih vrsta ribe. U tome nam je od velike pomoći poznavanje načina ponašanja pojedinih vrsta riba u određenim uvjetima.

3.2. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu

3.2.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB)

Srdela pripada obitelji Clupeidae, reda Clupeiformes (Slika 4). 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



FAD

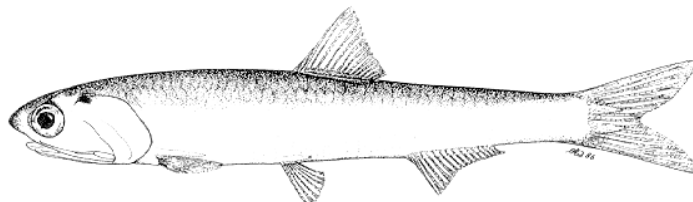
Slika 4. Srdela, *Sardina pilchardus* (Iz: www.fishbase.org).

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

Inćun (Slika 5) 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 ‰ 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
	talijski- acciuga/alice
	slovenski- sardon/inćun
	FAO naziv- European anchovy



FAO

Slika 5. Inćun, *Engraulis encrasicolus* (Iz: www.fishbase.org)

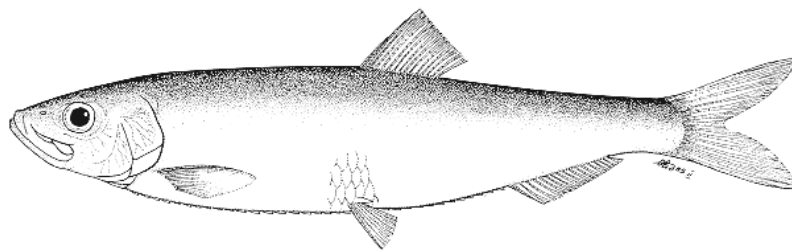
3.2.3. Papalina (*Sprattus sprattus* L.)

Papalina, *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) je mala plava riba koja pripada porodici Clupeidae (Slika 6). 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



FAO

Slika 6. Papalina, *Sprattus sprattus* (Iz: www.fishbase.org)

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 12-kanalnog GPS-a točnosti ± 5 m.

4.1. Metoda hidroakustičkog uzorkovanja

Hidroakustično uzorkovanje se obavljalo duž pravca kretanja istraživačkoga broda pri brzini od 8 do 9 čvorova, korištenjem znanstvenog ehosondera s ugrađenim ehointegratorom, te pretvarača s radnom frekvencijom od 38kHz. Tijekom eho-monitoringa, akustički podaci su prikupljani u cijelom vodenom stupcu, odnosno od površine mora pa do dubine vodenog stupca od najviše 200 metara, osim na području Jabučke kotline gdje su i dubine više.

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 °C, salinitetom (S) izraženim u psu i dubinom mora (D) u metrima, prema formuli:

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

Utjecaj dubine u plitkim morima je relativno mali, pa se može i zanemariti.

Frekvencija je pojam koji označava broj titraja zvučnih valova u jedinici vremena. Jedinica za izražavanje frekvencije je 1 Hertz (Hz), a označava 1 titraj u sekundi. Frekvencija zvuka (f) i brzina širenja zvučnih valova (c), određuju nam njegovu valnu duljinu (λ) prema formuli:

$$\lambda = c / f$$

Ako je izvor zvuka manji od jedne valne dužine, tada će se zvučni valovi širiti jednoliko u svim smjerovima oko izvora zvuka. Međutim, ako je izvor zvuka neka ravna ploha, koja je veća od valne duljine nastalog zvuka, zvuk će se širiti u jednom određenom smjeru. Takav usmjereni zvuk koji se širi u određenom smjeru naziva se zvučni snop. Zamišljeni pravac koji prolazi sredinom zvučnog snopa, a okomit je na površinu izvora zvuka, naziva se akustička os.

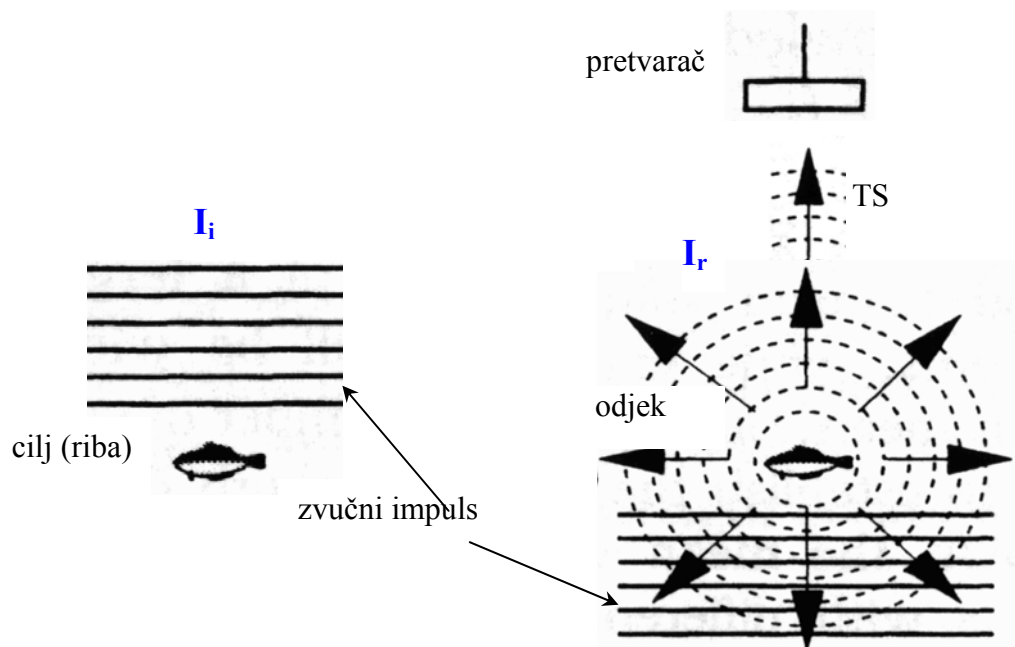
Zvučni val koji se širi u nekom sredstvu nosi sa sobom zvučnu ili akustičku energiju čija se veličina naziva intenzitet ili jakost zvuka. Ova energija se sastoji od dvije komponente. Jedna je kinetička energija koju imaju titrajuće čestice, a druga je potencijalna energija koju imaju čestice pomaknute iz svog ravnotežnog položaja i izravna je posljedica promjene okolnog tlaka. U skladu sa međunarodnim SI sustavom, jedinica za mjerenje tlaka je *Pascal* ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Isto tako u skladu sa SI sustavom, jedinica za mjerenje intenziteta (jakosti) zvuka bila bi 1 W/m^2 .

Međutim, u praksi se ove jedinice rijetko koriste. Budući da se u praksi umjesto apsolutnih vrijednosti zapravo koriste odnosi standardnog intenziteta zvuka i stvarnog intenziteta zvuka koji često mogu biti različiti i za više 10-aka redova veličina, puno je praktičnije izražavati ovaj odnos na logaritamskoj skali. Logaritam odnosa dvaju intenziteta zvuka (I_1, I_2) izražava se u *belima* (B). Iz praktičnih razloga, prikladnije je koristiti jedinicu deset puta manju od 1 B, odnosno *decibel* (dB). Prema dogovoru

standardni intenzitet zvuka je 10^{-12} W/m^2 , a koji predstavlja donju granicu čujnosti ljudskog uha, što odgovara intenzitetu zvuka od 0 dB. Smatra se da zvuk jakosti 120 dB (ili 1 W/m^2) predstavlja gornju granicu izdržljivosti ljudskog uha. Dakle, intenzitet zvuka u dB se izračunava na osnovu izraza:

$$\text{Intenzitet zvuka (dB)} = 10 \log (I_{\text{(W/m}^2\text{)}} / 10^{-12})$$

Sposobnost pojedinih vrsta organizama da reflektiraju više ili manje zvučne energiju natrag prema izvoru zvuka (Slika 7), odnosno da predstavljaju bolje ili lošije izvore eho signala (jeke), opisuje se pojmom koji se naziva snaga odjeka cilja (target strength) i označava kao TS.



Slika 7. Snaga odjeka (jeke) cilja.

Snaga cilja pojedine ribe izravno je proporcionalna površini njenog akustičkog poprečnog presjeka koja je okomita na smjer dolazećih zvučnih valova (acoustic cross-section). Ova površina poprečnog presjeka prepreke koja reflektira eho signale označava se sa sigma (σ), izražava se u m^2 i računa se prema formuli:

$$\sigma = 4\pi R^2 I_r / I_i,$$

gdje je R udaljenost od cilja na kojoj se mjeri I_i .

Snaga cilja se može definirati kao deseterostruki logaritam odnosa intenziteta zvučne energije koja dolazi do cilja (I_i) i intenziteta jeke (I_r) na udaljenosti od 1 m od cilja.

$$TS = 10 \log I_r / I_i \text{ (dB)}.$$

Međutim, u ribarstvenoj hidroakustici, snaga cilja se obično izražava kao površina poprečnog presjeka prepreke (σ) izražena u decibelima prema formuli:

$$TS = 10 \log (\sigma / 4\pi)$$

Za veliku većinu riba, snaga cilja se kreće u rasponu od -60 do -20 dB, što ovisi o veličini ribe i njenim akustičkim svojstvima. Riba s plivaćim mjehurom imaće mnogostruko veću snagu odjeka od riba bez plivaćeg mjehura, jer se upravo od njega prema izvoru zvuka odbija $>95\%$ ukupne zvučne energije eho-signala pojedine ribe. Matematički je moguće točno izračunati snagu cilja samo za objekte koji imaju najjednostavniji geometrijski oblik poput kugle i valjka. Međutim, morski organizmi kao što su ribe, plankton i drugi organizmi imaju vrlo složen oblik. Snaga odjeka morskih organizama nije ista pri različitim frekvencijama ultrazvuka, a pored toga ovisi i o mnogim biološkim čimbenicima kao što su građa, fiziološko stanje, veličina i ponašanje pojedinih organizama, pa nije moguće sa sigurnošću točno izračunati snagu cilja tih organizama. Zbog toga se u ribarstvenoj hidroakustici koriste empirijske jednadžbe do kojih se došlo različitim tehnikama eksperimentalnih mjerenja snage odjeka pojedinih vrsta morskih organizama. Danas je za srdele i drugu sličnu sitnu plavu ribu prihvaćena upotreba Foote-ove empirijske jednadžbe koja opisuje snagu odjeka u funkciji veličine ribe kao što slijedi:

$$TS = 20 \log L - 71,9 \text{ (Foote, 1987),}$$

gdje je L ukupna duljina ribe izražena u cm.

Međutim, pored navedene Foote-ove empirijske jednadžbe, na području Jadranskoga mora se u suradnji s talijanskim znanstvenicima iz instituta ISMAR-CNR u Anconi, koriste empirijske jednadžbe koje opisuju snagu odjeka srdele i inćuna u funkciji veličine ribe kao što slijedi:

$$TS = 20,2 \log L - 73,979 \quad (\text{srdele, 38kHz}),$$

$$TS = 19,1 \log L - 73,979 \quad (\text{inćun, 38kHz}),$$

gdje je L ukupna duljina ribe izražena u cm.

Budući da je intenzitet zvuka zvučnog snopa najveći duž akustičke osi, a opada postupno kada se udaljavamo od nje, širina zvučnog snopa definirana je točkama u kojima je intenzitet zvuka opao na polovicu (I_0) od početne vrijednosti intenziteta zvuka (I_0).

Širina ovako definiranoga zvučnog snopa izražava se u stupnjevima ($^{\circ}$), a kod pretvarača pravilnog kružnog oblika se označava sa $b(\theta)$:

$$b(\theta) = I_{\theta} / I_0 = 1/2$$

Odnosno ako se ovaj odnos intenziteta prikaže u dB, to bi bilo:

$$b(\theta) = 10 \log (I_{\theta} / I_0) = 10 \log (1/2) = 10 \log 0.5 = -3.0 \text{ dB}$$

Mogućnost korištenja zvučnih valova tijekom eho-monitoringa izravno je određena dometom zvuka u morskoj vodi. On je obrnuto proporcionalan slabljenju intenziteta zvuka do kojeg dolazi za vrijeme njegovog širenja. Gubici zvuka koji nastaju njegovm širenjem u moru uzrokovani su najvećim dijelom disperzijom zvučne energije i upijanjem energije zvuka u zvučnom polju. Gubici zvuka koji nastaju tijekom njegovog širenja u moru (TL), mogu se procijeniti koristeći formulu:

$$TL = 20 \log R \text{ (u dB / m),}$$

gdje R predstavlja udaljenost od izvora zvuka. Ove gubitke zvučne energije uzrokovane širenjem zvuka u zvučnom polju, eho-sonder nadoknađuje korištenjem vremenski promjenjivog pojačala signala ili tzv. TVG (Time Varied Gain) funkcije.

Upijanje zvučne energije izravno ovisi o specifičnom akustičkom otporu, koji se suprotstavlja širenju zvučnih valova u zvučnom polju. Pored toga, upijanje zvuka je proporcionalno frekvenciji zvuka. Utjecaj frekvencije (f) na upijanje zvuka u moru opisan je Thorp-ovom formulom:

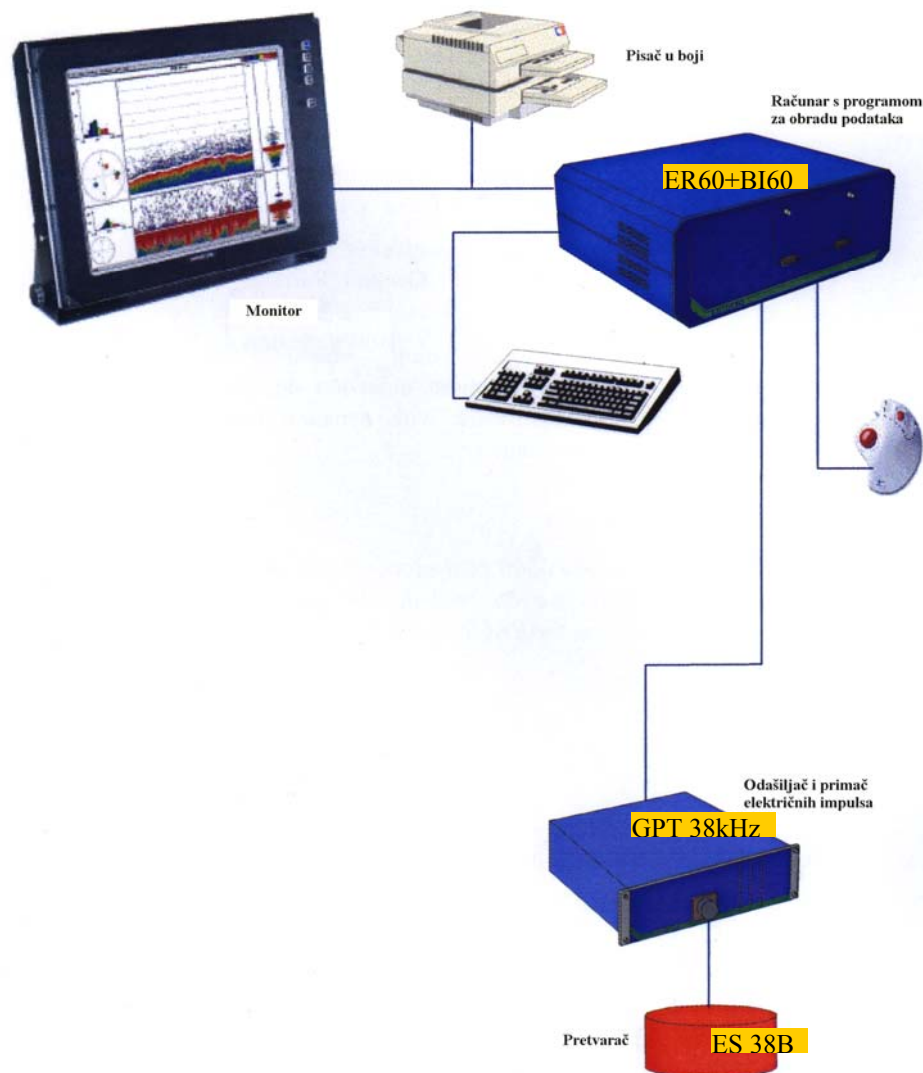
$$\alpha = \frac{0,11 f^2}{1 + f^2} + \frac{44 f^2}{4100 + f^2} \text{ (dB / km)}$$

Upijanje zvuka je mnogo izraženije pri višim nego nižim frekvencijama. Ova pojava se objašnjava time što se jedan dio zvučne energije pretvara u toplinu. Općenito, zvukovi nižih frekvencija (većih valnih duljina) imaju manje gubitke tijekom širenja i veći domet nego zvukovi viših frekvencija (manjih valnih duljina).

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 eho-integratorom namjenjenim za ribarstvena istraživanja. Osnovna razlika između komercijalnih eho-sondera korištenih u ribarstvu i EK60 namjenjenog za znanstvena

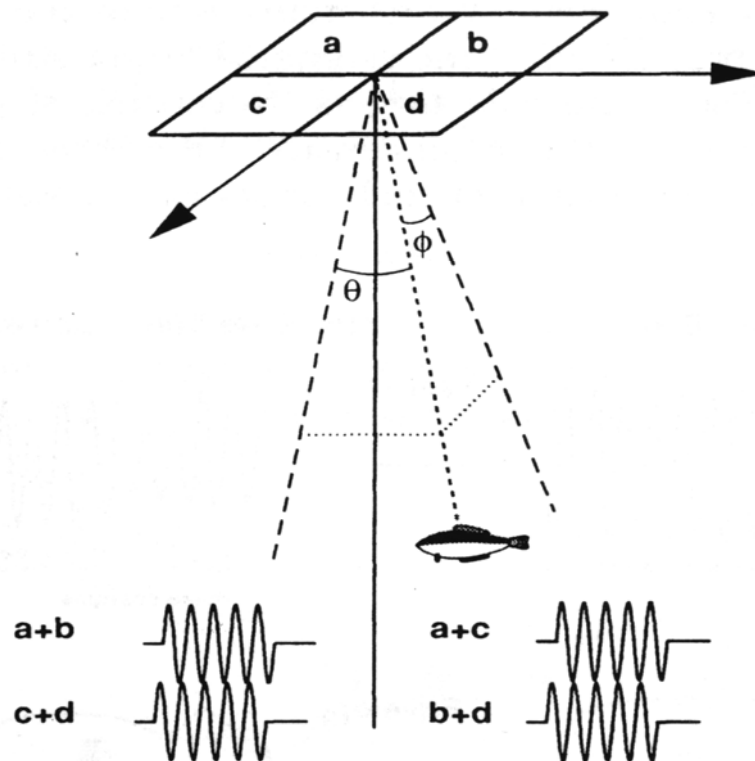
istraživanja je u neusporedivo većoj preciznosti elektroničke obrade odaslatih i primljenih signala, te mnogostruko većoj osjetljivosti samog pretvarača. Ove karakteristike omogućavaju eho-sonderu EK60 detekciju vrlo precizno mjerenje eho signala pojedinačnih riba i na dubinama mora preko 600 metara. 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 8.



Slika 8. Shematski prikaz korištenog hidroakustičkog sustava eho-sondera EK60.

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 9). 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 9. Podijeljenost pretvarača na četiri segmenta (split-beam).

Tijekom ovog istraživanja korišten je pretvarač ugrađen na podvodnom dijelu trupa istraživačkog broda «BIOS», a hidroakustičko uzorkovanje se obavljalo pri brzini kretanja broda od oko 8-9 čvorova. Za prikupljanje akustičkih podataka korišten je programski paket za eho-sonder ER60 (verzija 2.1.1.), a za obradu podataka programski paket BI60 (verzija 2.1.1.).

4.1.3. Kalibracija pretvarača eho-sondera

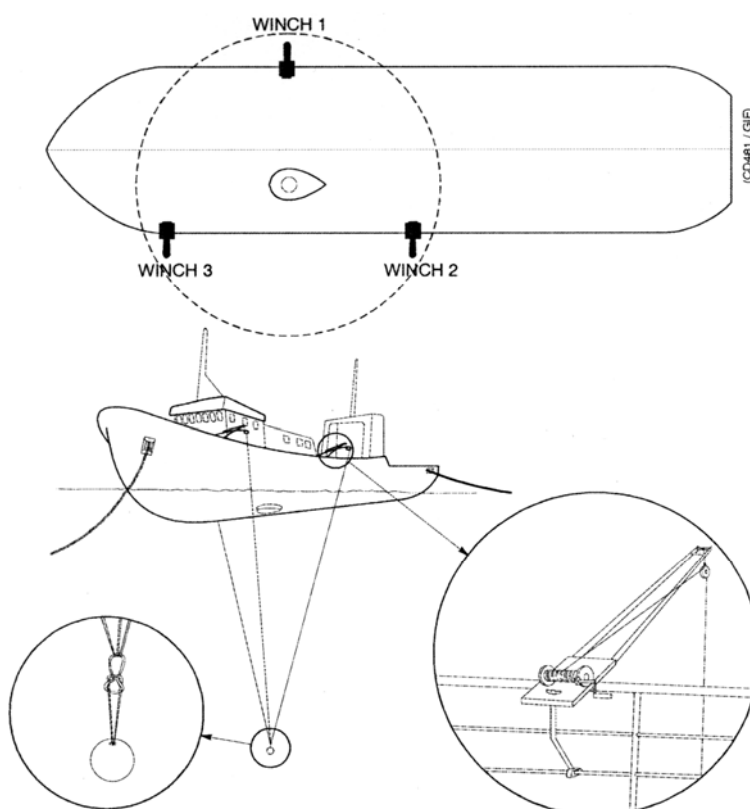
Poradi utvrđivanja točnosti mjerenja povratnih eho-signala, neposredno prije samog istraživanja obavljena je kalibracija pretvarača eho-sondera tipa ES 38B (serijski broj: 30269) ugrađenog na i/b «BIOS», u skladu sa SIMRAD-ovim naputcima. Pri tome je korišten standardni cilj za kalibraciju pretvarača radne frekvencije od 38 kHz, tj. standardizirana bakrena kugla gustoće 8945 kg/m^3 , promjera 60 mm i snage odjeka od – 33,6 dB (Slika 10). 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 11). U suprotnom, prisustvo zračnih mjehurića na površini kugle poremetilo bi njene standardne karakteristike. Za vrijeme postupka kalibracije (Slika 12), bakrena kugla je uz pomoć tri najlonske niti držana na udaljenosti od 7,9 do 9,9 metara od pretvarača, te lagano pomicala u svim djelovima 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 1535,3 m/s, te koeficijent upijanja zvuka od 7,4 dB/km. Izvorni rezultati kalibracije pri opisanim uvjetima, izneseni su u Tablici 1.



Slika 10. Standardizirana bakrena kugla za kalibraciju pretvarača od 38 kHz.



Slika 11. Namakanje bakrene kugle u blagoj otopini deterdženta neposredno prije kalibracije (Foto: V. Tičina).



Slika 12. Shematski prikaz postupka kalibracije eho-sondera ugrađenog na i/b «BIOS».

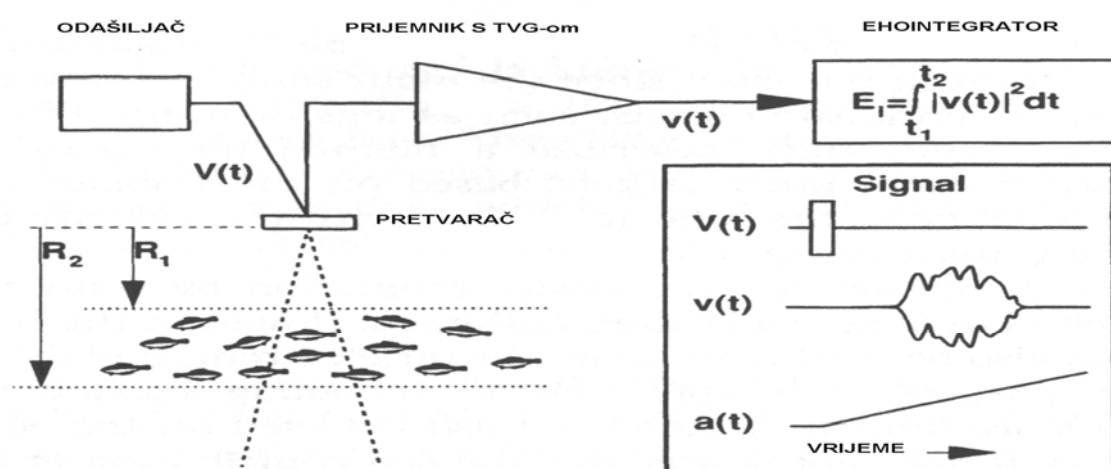
Za vrijeme trajanja kalibracije, izvršeno je ukupno 236 pojedinačnih mjerenja snage odjeka standardnog cilja (Cu-kugle) u različitim dijelovima zvučnog snopa. Rezultati pojedinačnih mjerenja dani su u Prilogu 1 ovog izvješća.

Tablica 1. Rezultati kalibracije pretvarača eho-sondera ES 38B (serijski broj: 30269) ugrađenog na i/b «BIOS».

Date	2007-08-31	Calibration version	2.1.0.11
Reference target:			
TS	-33,60 dB	Min.distance	6,00 m
TS deviation	5,0 dB	Max. distance	10,00 m
Transducer:	ES38B	Serial no.	30269
Frequency	38000 Hz	Beam type:	split
Gain	25,58 dB	Two way beam angle	-20,6 dB
Athw. angle sens.	21,90	Along. angle sens.	21,90
Athw. beam angle	7,03 deg	Along. beam angle	6,97 deg
Athw. offset angle	0,03 deg	Along. offset angle	-0,05 deg
SaCorrection	-0,75 dB	depth	2,60 m
Transceiver GPT 38 kHz			
Pulse duration	1,024 ms	Sample interval	0,197 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.	7,4 db/km	Sound velocity	1537,3ms
Beam model results:			
Transducer gain	25,82 dB	SaCorrection	-0,68 dB
Athw. beam angle	7,12 deg	Along. beam angle	6,97 deg
Athw. offset angle	0,06 deg	Along. offset angle	-0,03 deg
Data deviation from beam model			
RMS = 0,28 dB			
Max. = 0,42 dB	No. = 96	Athw. = -0,4 deg	Along = -1,8deg
Min. = -2,30 dB	No. = 23	Athw. = 1,2 deg	Along = 4,3 deg

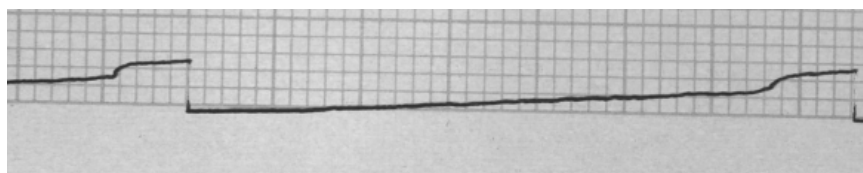
4.1.4. Procjena količine ribe ehointegratorom

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-signale. 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 13).



Slika 13. Shematski prikaz rada ehointegratora (MacLennan i Simmonds, 1995).

Kod starijih modela ehointegratora postojao je grafički prikaz zbroja eho-signala na milimetarskom papiru (Slika 14), pa su se vrijednosti eho-integrala izražavale u mm/Nm.



Slika 14. Zapis eho-integrala na milimetarskom papiru.

Kod modernijih digitalnih ehointegratora vrijednosti eho-integrala izražavaju se preko tzv. 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:

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

Međutim, da bi se moglo procijeniti količinu ribe u moru, potrebno je znati koja vrijednost eho-integrala (S_A) 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-signala 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:

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

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

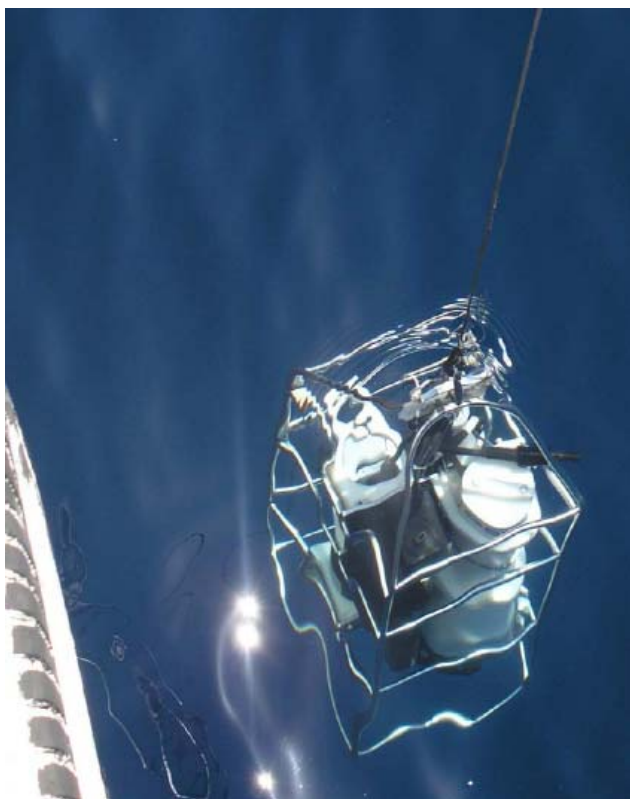
$$\rho = S_A \times \frac{w(L)}{\sigma(L)} = S_A \times CF \quad (\text{kg}/\text{Nm}^2).$$

Temeljem višestrukih eksperimentalnih mjerenja koja su proveli talijanski znanstvenici iz instituta (ISMAR) u Anconi korištenjem ultrazvuka frekvencije 38 kHz, utvrđeno je da se za sitnu plavu ribu u Jadranu primjenjuju slijedeći faktori konverzije (ISMAR-CNR, Ancona):

- za srdelu:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.196} * 10^{2.047}}{4\pi}$
- za inćuna:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.523} * 10^{1.65}}{4\pi}$
- za papalinu:	$CF = \frac{L_{cm}^{0.72} * 10^{2.66}}{4\pi}$
- za ostalu sitnu plavu ribu:	$CF = \frac{L_{cm} * 10^{2.2}}{4\pi}$

4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora

Za vrijeme eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2007. izvršena su jednokratna 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 15), s korakom osrednjavanja od jedan metar, na ukupno 40 postaja.



Slika 15. Spuštanje višeparametarske sonde SEABIRD 25 (Foto: V. Tičina).

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 crpima "Hidro-Bios" (Kiel, Njemačka), jednokratno na 19 postaja. 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 jednokratno na 19 postaja upotrebom Nansenovih crpaca volumena 1,7 litara (Slika 16). Uzorci za određivanje biomase fitoplanktona uzimani su uglavnom na 4 razine. Na pojedinim postajama zbog boljeg uvida u vertikalnu raspodjelu uzerci 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 16. Uzimanje uzoraka morske vode iz Nansenovih crpaca za analizu koncentracije otopljenog kisika i fitoplanktona (Foto: V. Tičina).

4.3.1. Određivanje biomase fitoplanktona

Procjena veličina fitoplanktonske biomase se određuje 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 17). 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 17. Filtriranje poduzoraka morske vode za analizu klorofila *a* (Foto: D. Bogner).

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

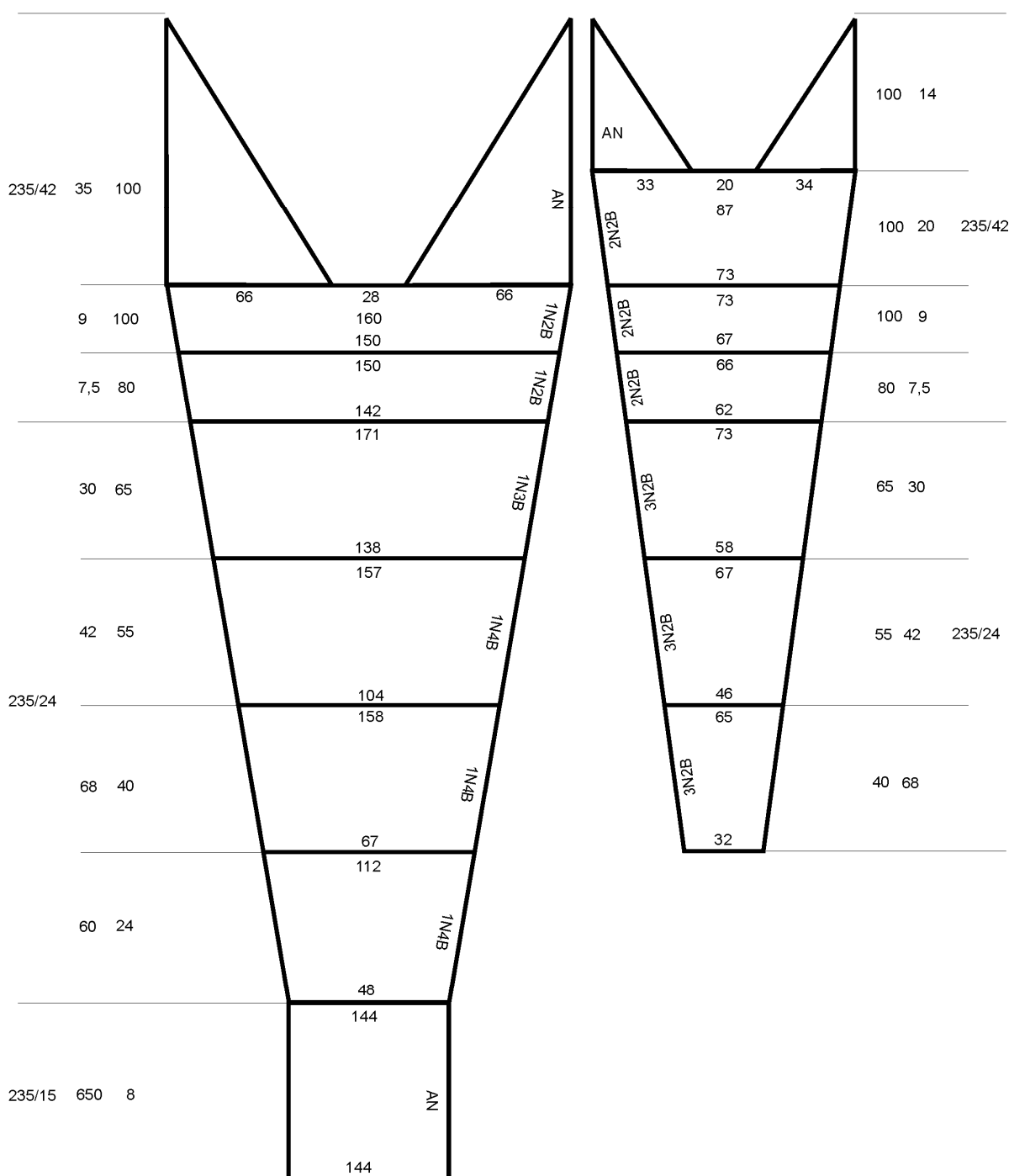
Za vrijeme eho-monitoringa u rujnu 2007. godine uzorci su uzeti na 30 postaja Nansenovom planktonskom mrežom (Slika 18) opskrbljenom mehanizmom za zatvaranje, promjera obruča 50 cm, dužine 250 cm i finoće tkanja 53 μm za uzorke mikrozooplanktona te promjera obruča 57 cm, dužine 255 cm i finoće tkanja 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. Na postaji EM-19 uzet je uzorak i u sloju od 260 do 200 m dubine. 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 Carl Zeiss uz povećanje od 16x i 25x za analizu mezozooplanktona. 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 18. Uzorkovanje zooplanktona Nansen-ovom planktonskom mrežom s mehanizmom za zatvaranje (Foto: D. Bogner)

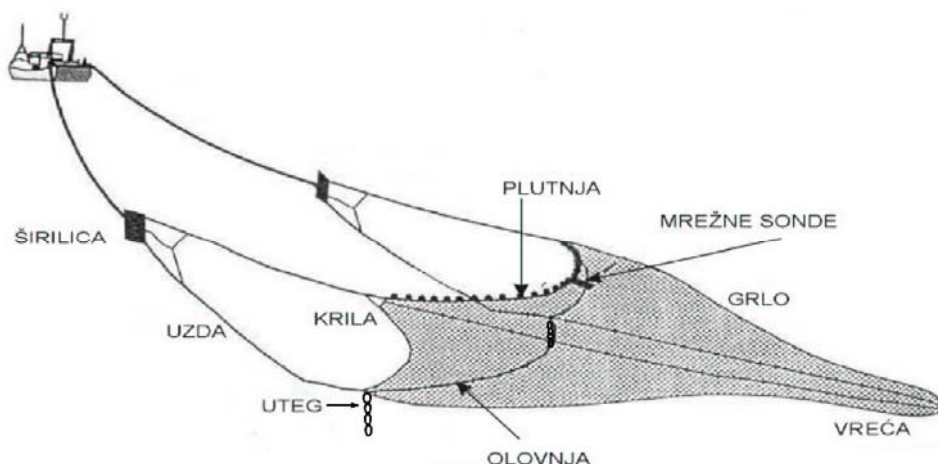
4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom koćom

Tijekom ehomonitoringa za uzorkovanje populacija riba i drugih morskih organizama korištena je pelagična povlačna mreža (koća) sa širilicama talijanskog tipa (Slika 19).



Slika 19. Shematski prikaz pelagične povlačne mreže (koće) upotrebljavane u istraživanju.

Shematski prikaz korištenog ribolovnog kompleksa pelagične koće prikazani su na slici 20.



Slika 20. Opća shema i prikaz armiranja pelagične koće upotrebljavane u istraživanju.

U prednjem dijelu veličina jedne stranice oka je bila 100 mm, dok je u vreći (saki) veličina jedne stranice oka iznosila 8 mm, što je i zakonski regulirana najmanja dopuštena veličina oka koja može biti na pelagičnoj koći.

Visina mreže prilikom povlačenja iznosila je uglavnom od 4,0 m, dok je vodoravni raspon mreže bio 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 15 – 25 kg po strani mreže. Također u ovisnosti o željenoj dubini povlačenja količina ispuštene čelične užadi iznosila je od 100 do 550 m, s tim da je uslijed oznaka za dužinu na čeličnom užetu ispuštanje užadi vršeno na svakih 50 m.

Prilikom uzorkovanja, uz pomoć bežičnih sonde je praćena ispravnost rada mreže i to vertikalni raspon mreže (mjereno od plutnje do olovnice), kao dubina na kojoj se nalazila mreža tijekom uzorkovanja, tj. ona dubina na kojoj se nalazila plutnja mreže (Slika 21).

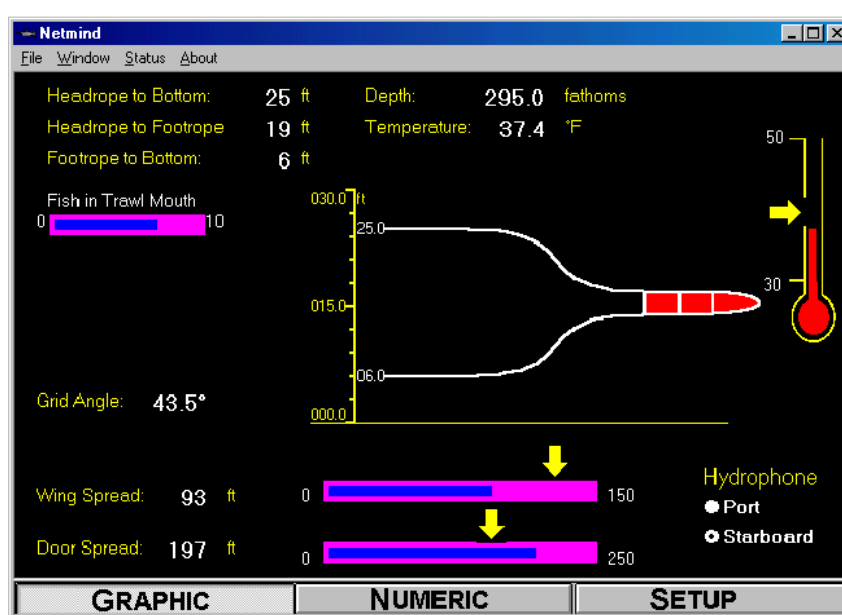
Mrežne sonde korištene u istraživanju dio su sustava za praćenje rada povlačnih mreža (koća) kanadske proizvodnje (Northstar Technical Inc., Vancouver Canada) pod nazivom NETMIND Trawl Monitor System.

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 21. Mrežne sonde (žuto) montirane na plutnji pelagične koč (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 22), brojčani ili dijagnostički zaslon. Računalni program sustava ima mogućnost i memoriranja podataka radi kasnije obrade.



Slika 22. Grafički zaslon na računalu iz kojega se čitaju podaci o radu mreže.

Tehničke karakteristike upotrebljavanog sustava bile su sljedeće:

Brodska jedinica - prijemnik

Spajanje sa računalom: *Serial RS-232*

Data Logging: *moгуće 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 3.1/95*
- *dodijeljeni serial port*

Baterijski punjač:

Napajanje: *110VAC, 50/60 Hz*

Broj jedinica za napajanje: *1*

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

Pokretni hidrofon:

Materijal: *Nerđajući čelik*

Kut: *50° konično*

Oprema: *zaštitni paravan od nerđajućeg čelika, 50 m električnog kabela od kevlar.*

SONDE:

Maksimalni doseg: *2 Km (1.5 Milja)*

Maksimalna dubina rada: *1500 Metara (750 Fathoms)*

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 (750 fathoms)*

Točnost: *±1% .*

Masa izvan vode: *7 Kg (15 lbs.)*

Sonda za vertikalni otvor

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

Maksimalna mjerna udaljenost: 60m (200 ft)

Točnost: $\pm 1\%$.

Frekvencija rada: 200 kHz

Masa izvan vode: 9 Kg (19.8 lbs.)

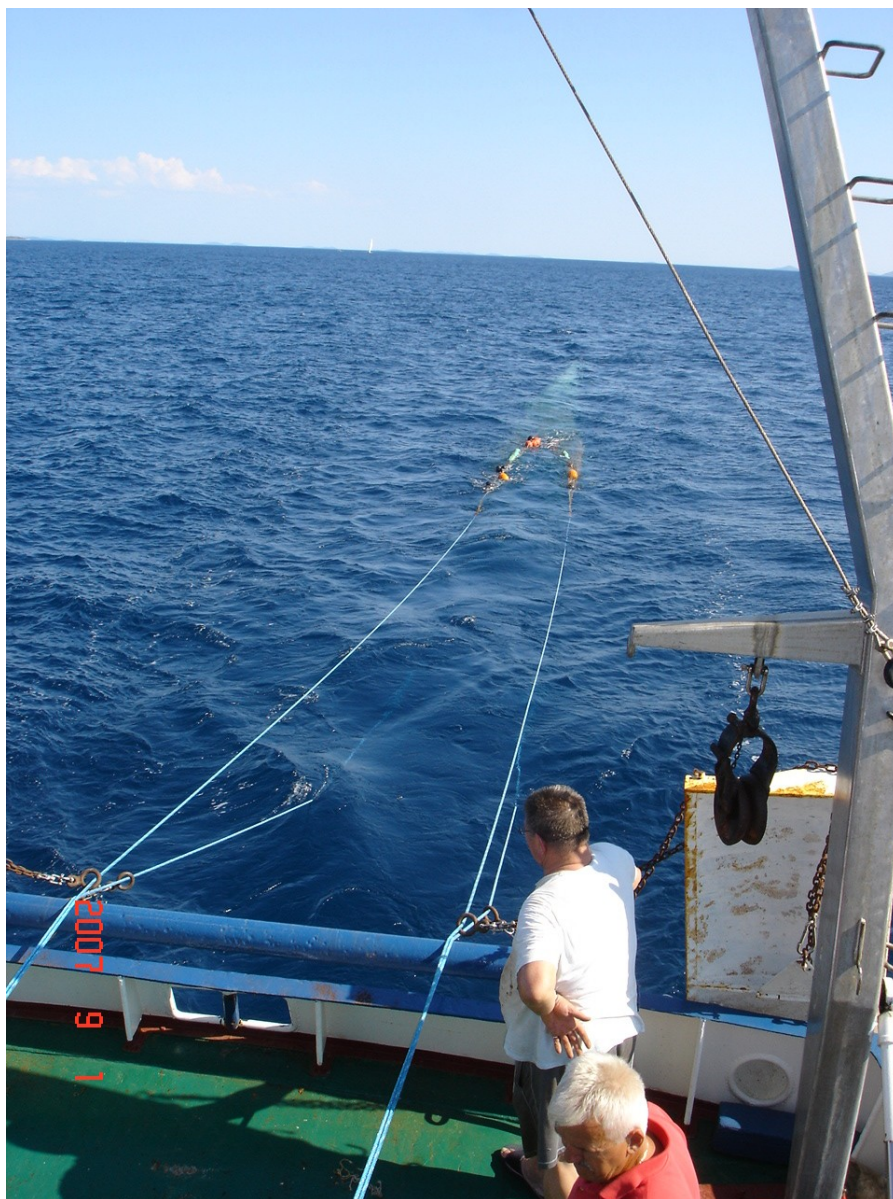
Prilikom rada sa mrežom korišteno je postojeće kočarsko vitlo koje se nalazi na MB "Bios". Vitlo se sastoji od dva bubnja za povlačnu užad i dva pomoćna pritezna bubnja (slika 23).



Slika 23. Kočarsko vitlo s dva glavna bubnja za povlačnu užad na MB "Bios" (Foto: D. Bogner).

Početak rada započinje bacanjem vreće u more, koja svojim otporom u moru (uslijed vožnje broda) polako povlači i ostali dio mreže. Nakon što je plutnja sa sondama prebačena preko krme, na mjesto spajanja gornjeg dijela krila i gornjih uzdi, mogu se prikačiti baloni velikog volumena u slučaju da je mrežom potrebno uzorkovati na maloj dubini, ispod same površine mora.

Nakon toga, s obje se strane mreže na lanac koji spaja donje uzde i donji kraj krila spajaju utezi i prebacuju preko krme broda. Dok brod i dalje lagano vozi, ispušta se ostatak mreže (slika 24) tj. uzde duljine 50 m koje su povezane i namotane zajedno sa čeličnim užetom na bubnjeve vitla.



Slika 24. Spuštanje mreže u more preko krme broda (Foto: D. Bogner).

Na uzde se spajaju širilice koje su do tada slobodno visile na krmenom portalu. Pelagične širilice tipa RMP – TD, velikog koeficijenta širenja koji osigurava pravilan vodoravni raspon pelagične kočice, korištene u istraživanjima, prikazane su na slici 25.



Slika 25. Pelagične širilice upotrebljavane za uzorkovanje pelagičnom kočicom (Foto: D. Bogner).

Nakon što su širilice spojene s jedne strane uzdama na mrežu, a s druge strane povlačnim čeličnim užetom na brod, ispuštaju se u more na određenu udaljenost od broda, što se regulira duljinom ispuštene čelične užadi. Nakon što se ispusti željena duljina čelične užadi, vitlo se zakoči, nakon čega se stabilizira rad mreže i počinje povlačenje koje je u pravilu trajalo 30 min. U isto vrijeme sa desne strane krmenog dijela broda u more se baca pokretni hidrofon koji prikuplja signale iz sonde i kabelom ih prenosi do prijemnika na brodu.

Nakon završetka uzorkovanja dizanje mreže iz mora (slika 26) se odvija obrnutim redoslijedom. Prvo se na glavne bubnjeve namotava čelično užje. Do krme broda dolaze širilice koje se zatim dižu iz mora i učvrste na krmeni portal. Nakon toga se odvajaju uzde

i povlačno čelično uže od širilica, međusobno se spajaju i namataju na glavni bubanj. Nakon što se uzde namotaju na glavne bubnjeve vitla u slučaju da su bili prikačeni odvajaju se i utezi i baloni.



Slika 26. Izvlačenje mreže iz mora (Foto: D. Bogner, rujan 2007).

Na mrežu se hvata petlja od konopa (slika 27), na koju se zatim učvrsti konop s kukom, koji preko pomoćnog priteznog bubnja postepeno izvlači mrežu (Slika 28), sve dok vreća mreže nije na palubi («imbragavanje»).



Slika 27. Izvlačenje mreže na krmeni radni dio palube pomoću petlje od konopa, tzv. «imbragavanjem» (Foto: D.Bogner).



Slika 28. Izvlačenje mreže iz mora pomoću priteznog bubnja (Foto: V.Tičina).

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 29). Uzorci su odmah po ulovu u potpunosti obrađeni u brodskom laboratoriju. Ličinke ribe, kao i probavni organi ciljanih vrsta konzervirani su radi kasnije klasifikacije i obrade.



Slika 29. Uzorak sitne plave ribe prikupljen pelagičnom koćom (Foto:D. Bogner, rujan 2007).

Ukupna masa prikupljenog ulova se određivala vaganjem s točnošću od $\pm 0,1$ kg. Iz cjelokupnog su se uzorka izdvajale i ponovno vagale samo pelagične vrste s točnošću od $\pm 0,05$ kg.

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 ihtiomtrom s točnošću od 0,1 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)

Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758)

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 je mjerena s točnošću od $\pm 0,05$ kg, dok je masa pojedinih jedinki mjerena s točnošću od 0,5 g. Obradenim 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
OSTALE PELAGIČKE VRSTE		
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Mliječ ružični	APHIMIN
<i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1758)	Iglica	BELOBEL
<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>Sphyraena sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	Štukan, škaram	SPHYSPH
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810	Oštrulja, lužina	SPICFLE
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Gira, menula	SPIC SMA
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Šarun, Šnjur	TRACMED
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Šarun, Šnjur	TRACTRA
<i>Trisopterus minutus (capellanus)</i> (Linnaeus, 1758)	Ugotica	TRISMIN
OSTALE PRIDNE VRSTE		
<i>Aspitrigla cuculus*</i> (Linnaeus, 1758)	Kokot bijelac	ASPICUC
<i>Blennius ocellaris*</i> (Linnaeus, 1758)	Babica	BLENOCE
<i>Cepola macrophthalma*</i> (Linnaeus, 1758)	Mačinac crveni, kurdela	CEPOMAC
<i>Dasyatis pastinaca*</i> (Linnaeus, 1758)	Žutulja	DASYPAS
<i>Dasyatis violacea*</i> (Bonaparte, 1832)	Žutuga ljubičasta	DASYVIO
<i>Diplodus annularis*</i> (Linnaeus, 1758)	Špar	DIPLANN
<i>Lepidotrigla cavillone*</i> (Linnaeus, 1758)	Kokot	LEPICAV
<i>Lophius budegassa*</i> (Spinola, 1807)	Grdobina	LOPHBUD
<i>Lophius piscatorius*</i> (Linnaeus, 1758)	Grdobina	LOPHPIS
<i>Merlangius (Gadus) merlangus*</i> (Linnaeus, 1758)	Pišmolj	GADUMER
<i>Merluccius merluccius*</i> (Linnaeus, 1758)	Oslíč, mol	MERLMER
<i>Mullus barbatus*</i> (Linnaeus, 1758)	Trlja od blata	MULLBAR
<i>Mustelus mustelus*</i> (Linnaeus, 1758)	Pas mekuš, čukov	MUSTMUS
<i>Myliobatis aquila*</i> (Linnaeus, 1758)	Golub	MYLIAQU
<i>Pagellus erythrinus*</i> (Linnaeus, 1758)	Arbun	PAGEERY
<i>Scyliorhinus canicula*</i> (Linnaeus, 1758)	Mačka bljedica	SCYO CAN
<i>Serranus hepatus*</i> (Linnaeus, 1758)	Čučin, vučić	SERAHEP
<i>Trachinus draco*</i> (Linnaeus, 1758)	Pauk	TRACDRA
<i>Trigloporus lastoviza*</i> (Linnaeus, 1758)	Lastavica glavulja	TRIGLAS
<i>Zeus faber*</i> (Linnaeus, 1758)	Kovač	ZEUSFAB
GLAVONOŠCI		
<i>Allotheutis media*</i> (Linnaeus, 1758)	Lignjica	ALLOMED
<i>Eledone moschata*</i> (Lamarck, 1798)	Muzgavac	ELED MOS
<i>Illex coindetii*</i> (Verany, 1839)	Lignjun	ILLECOI
<i>Loligo vulgaris*</i> Lamarck, 1798	Lignja	LOLIVUL
<i>Octopus vulgaris*</i> (Linnaeus, 1758)	Hobotnica	OCTOVUL
<i>Sepioida spp.*</i>	Sipica	SEPO SPP
<i>Sepia officinalis*</i> (Linnaeus, 1758)	Sipa	SEPIOFF
RAKOVI		
<i>Palaemon spp.*</i>	Kozice	PALESPP
<i>Peneus spp.*</i>	Kozice	PENESPP
<i>Squilla mantis*</i> (Linnaeus, 1758)	Babić	SQUIMAN

* 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 analitičkim 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 ako se kod obične «kriging» interpolacije uzima radijus utjecaja do 10 Nm.

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 (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 odustalo se

* do izobate od 200 m

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.

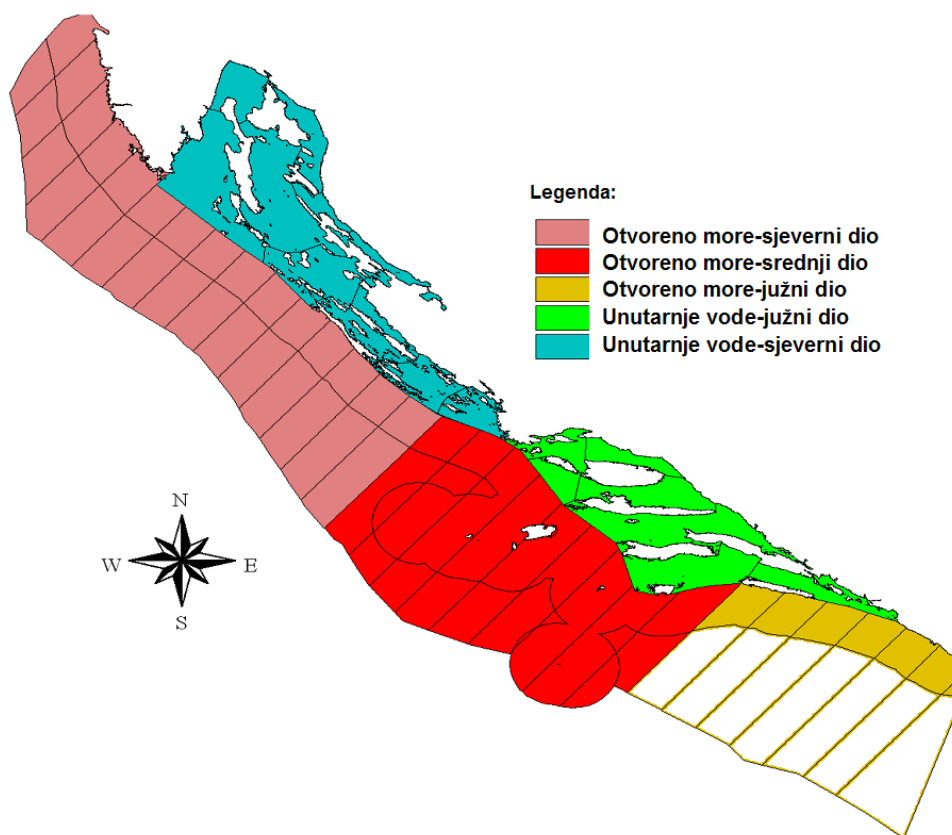
Odlučeno je da se kreiranje kartografskih slojeva (obalne linije i batimetrije) te određivanje pojedinih područja i zona, kao i analiza prostorno statistički slučajno raspoređenih podataka izvrši pomoću računala i Geografskog informacijskog sustava (GIS-a). Upotreba računala i GIS sustava zahtijevaju 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 9i 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 30) 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 31. 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

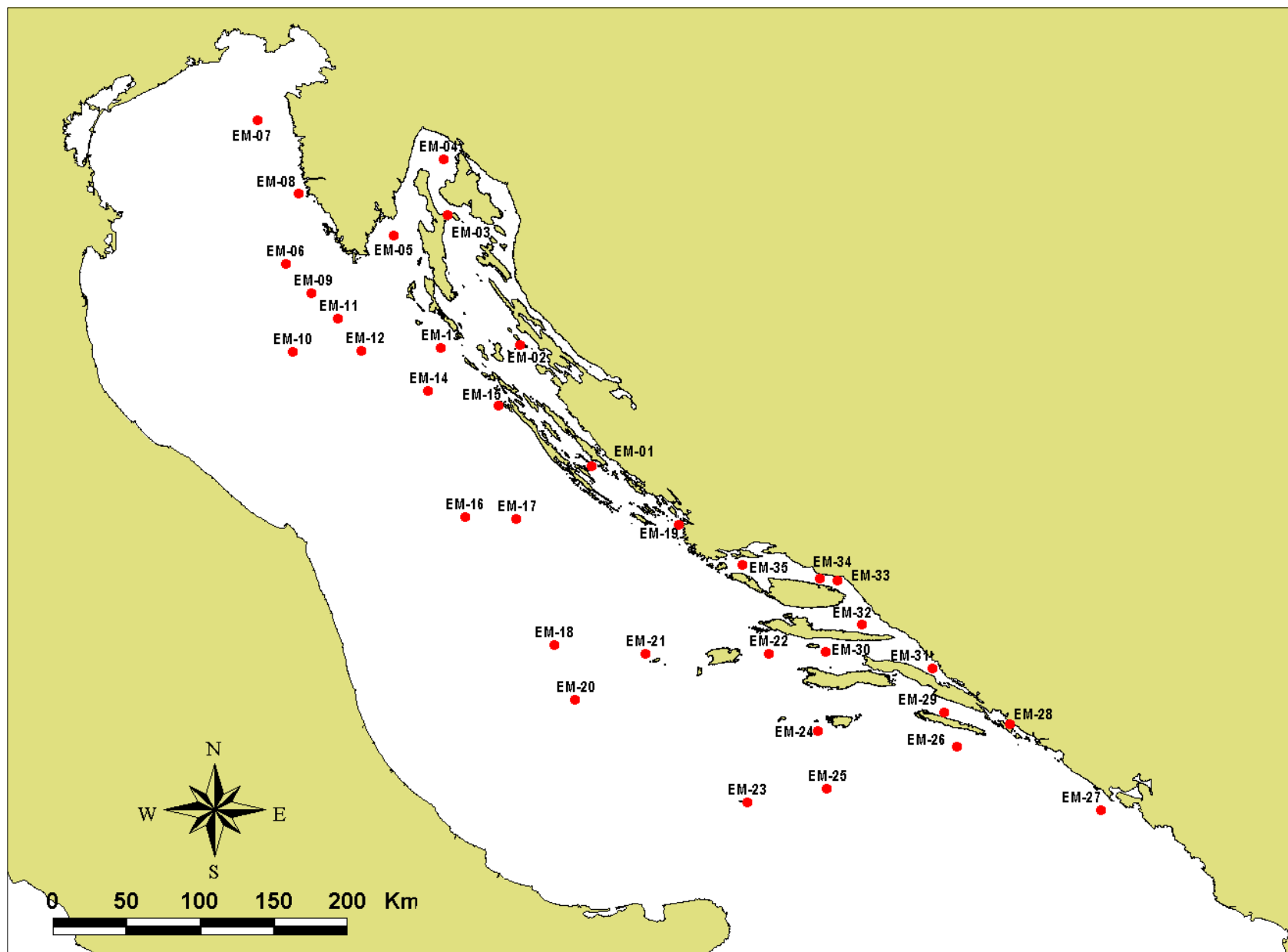
kanalnih voda akustičko uzorkovanje obavljeno duž transekata prilagođenih geomorfološkim značajkama područja (Slika 32).



Slika 30. Područje istraživanja i prostorni položaj glavnih područja i podpodručja.

Tablica 3. Površine 5 podpodručja na koje je podijeljeno područje istraživanja.

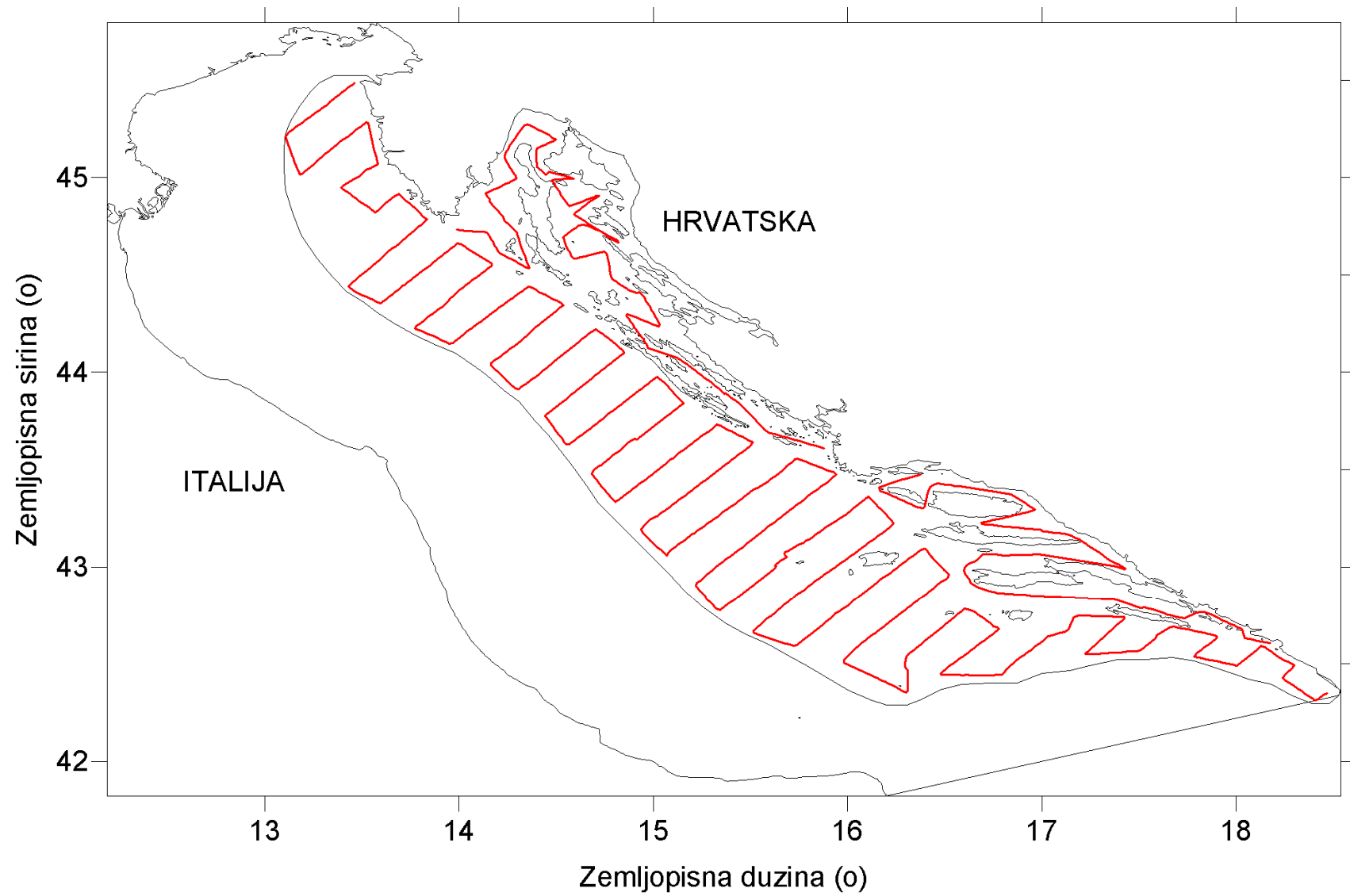
Područje		Površina	
		(Km ²)	(Nm ²)
1	Otvoreno more - sjeverni dio	17608	5134
2	Otvoreno more – srednji dio	14768	4306
3	Otvoreno more – južni dio	2794	806
4	Unutarnje more – sjeverni dio	7435	2167
5	Unutarnje more – južni dio	4755	1386
Ukupna površina:		56954	16605



Slika 31. Prostorni položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje tijekom eho-monitoringa (rujan, 2007).

Tablica 4. Način i vrijeme uzorkovanja obavljenih na pojedinim postajama (rujan, 2007).

Postaja	Područje	Dubina	Položaj postaje				Uzorkovanje				
		m	°	'	°	'	CTD	Fitopl.	Zoopl.	O ₂	ribe
EM-01	Murtersko more	75	43	53,12	15	22,02	+	+	+	+	+
EM-02	Virsko more (o. Maun)	57	44	24,67	14	55,64	+	+	+	+	-
EM-03	Kvarnerić (o. Plavnik)	100	44	58,39	14	29,22	+	+	+	+	-
EM-04	Riječki zaljev	61	45	12,89	14	27,97	+	+	+	+	+
EM-05	Kvarner	47	44	53,16	14	09,57	+	+	+	+	+
EM-06	Transekt 4	42	44	45,67	13	30,05	+	+	+	+	-
EM-06a	Transekt 4	42	44	50,97	13	36,84	-	-	-	-	+
EM-07	Transekt 1	25	45	22,84	13	19,65	+	+	+	+	+
EM-08	Transekt 3	30	45	04,12	13	34,93	+	-	+	-	+
EM-09	Transekt 5	45	44	38,20	13	39,56	+	+	+	+	-
EM-10	Transekt 5a	58	44	22,69	13	32,65	+	-	-	-	+
EM-11	Transekt 6	40	44	31,42	13	49,11	+	+	+	+	-
EM-12	Transekt 7	58	44	22,95	13	57,64	+	-	-	-	+
EM-13	Transekt 8a	54	44	23,81	14	26,82	+	-	-	-	+
EM-14	Transekt 9	66	44	12,47	14	22,25	+	+	+	+	-
EM-15	Transekt 10a	61	44	08,93	14	47,89	+	-	+	-	+
EM-16	Transekt 12	69	43	39,60	14	35,69	+	-	-	-	+
EM-17	Transekt 13	94	43	39,00	14	54,43	+	+	+	+	+
EM-18	Transekt 15a	267	43	05,53	15	08,21	+	-	+	-	+
EM-19	Primošten	67	43	37,44	15	53,32	+	-	-	-	+
EM-20	Transekt 17a	190	42	50,84	15	16,00	+	-	-	-	+
EM-21	Transekt 18	108	43	03,16	15	41,37	+	+	+	+	-
EM-22	Transekt 20a	77	43	03,15	16	26,27	+	+	+	+	+
EM-23	Transekt 21b	90-45	42	23,17	16	18,53	+	+	+	+	-
EM-24	Transekt 22a	105	42	45,60	16	39,93	+	-	+	-	+
EM-25	Transekt 23a	200	42	26,73	16	47,71	+	+	+	+	+
EM-26	Transekt 26	145	42	38,07	17	35,29	+	+	+	+	-
EM-27	Transekt 30	133	42	20,99	18	27,85	+	+	+	+	+
EM-28	Koločepski Kanal	55	42	44,17	17	54,50	+	-	-	-	+
EM-29	Mljetski kanal	80	42	47,30	17	30,60	+	+	+	+	+
EM-30	Korčulanski kanal	69	43	03,70	16	47,25	+	-	+	-	+
EM-31	Neretvanski kanal	27	42	59,08	17	26,12	+	-	+	-	+
EM-32	Hvarski kanal	48	43	11,01	17	00,48	+	+	+	+	+
EM-33	Vrulja	75	43	22,77	16	51,38	+	-	+	-	-
EM-34	Brački kanal	43	43	41	16	44,15	+	-	-	-	+
EM-35	Splitski kanal	62	43	26,89	16	16,88	+	-	+	-	+



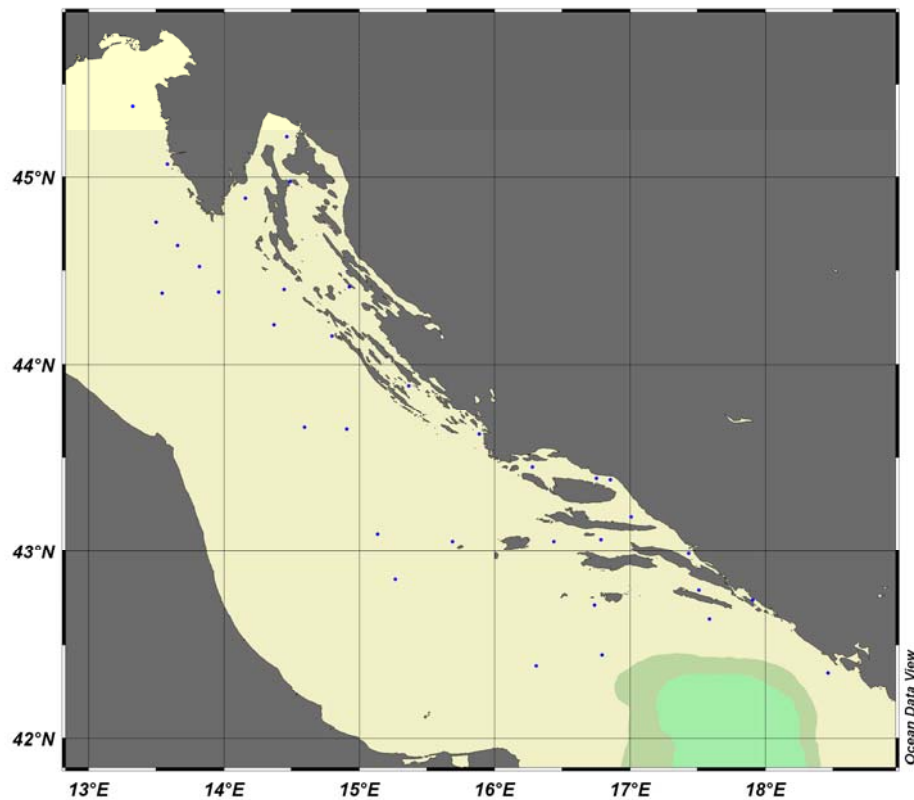
Slika 32. Ruta kretanja broda duž koje se obavljalo akustičko uzorkovanje i/b «BIOS» pomoću eho-sondera SIMRAD EK60.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području

6.1.1. Termohalina svojstva

Tijekom rujna 2007. godine, na prikazanim postajama (Slika 33) obavljena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta višeparametarskom sondom tipa SEABIRD-25. Pri uzorkovanju je odabran korak usrednjavanja od 1 m.

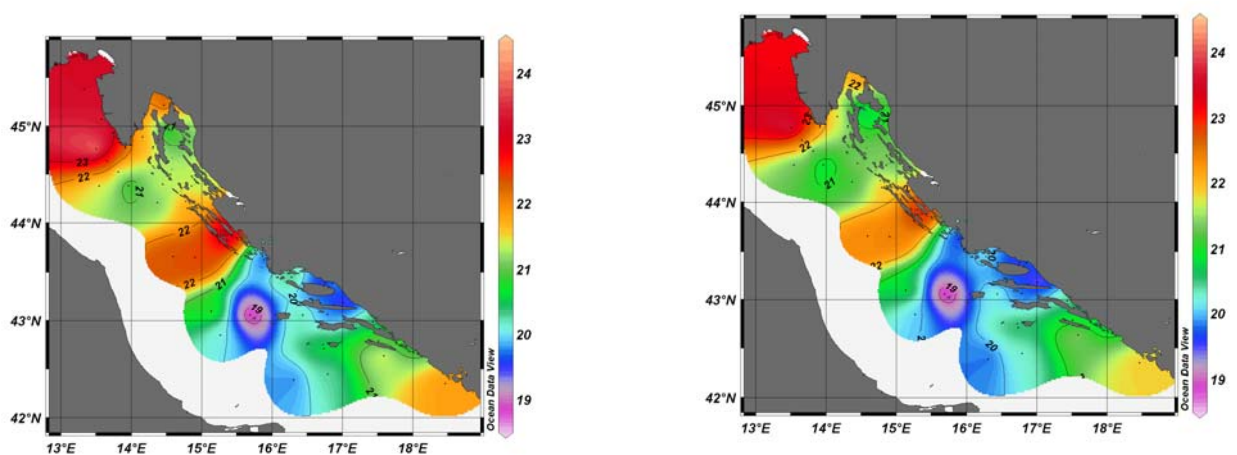


Slika 33. Karta Jadrana uz prostorni prikaz postaja za CTD mjerenja.

Atmosferski je utjecaj na termohaline osobine Jadrana tijekom rujna, kada prestaje zagrijavanje i počinje homogenizacija vodenog stupca u različitim dijelovima Jadrana

različit, posebno se 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.

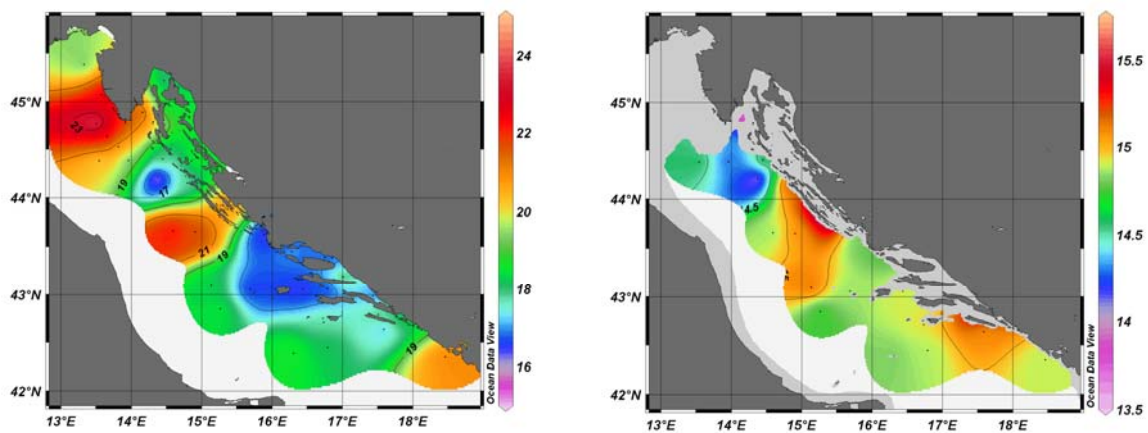
Površinski sloj mora tijekom rujna bio je relativno dobro zagrijan i izmiješan (Slika 34). Zagrijaniji je bio sjeverni Jadran i dio srednjeg Jadrana sjevernije od Šibenika nego južni dio srednjeg Jadrana. Nešto hladnije more bilo je u akvatoriju otoka Brača i Visa gdje je i zabilježena najniža površinska temperatura mora. Hladnije more te niži salinitet uz obalu južnog dijela srednjeg Jadrana objašnjava se utjecajem rijeka osobito Neretve. Temperatura površinskog sloja direktno je ovisna o uvjetima na granici s atmosferom, stoga vertikalni procesi na termohaline osobine imaju značajnu ulogu. U rujnu počinju procesi hlađenja mora, a ove godine bili su intenzivniji obzirom da je temperatura zraka u rujnu klimatološki gledano bila hladnija od prosjeka, osobito sredinom i krajem mjeseca, te je odgovorna za niže temperature mora južnije od Šibenika. Zbog intenzivnijih procesa hlađenja i vertikalnog miješanja mora termoklina je na postajama sjevernije od Šibenika bila smještena na dubini između 22 m i 28 m (Slika 35). Na postajama južnije od Šibenika termoklina je plića i nalazi se na prosječnoj dubini od oko 13 m te je na vertikalnom profilu temperature vidljiv snažniji utjecaj vertikalnih procesa miješanja.



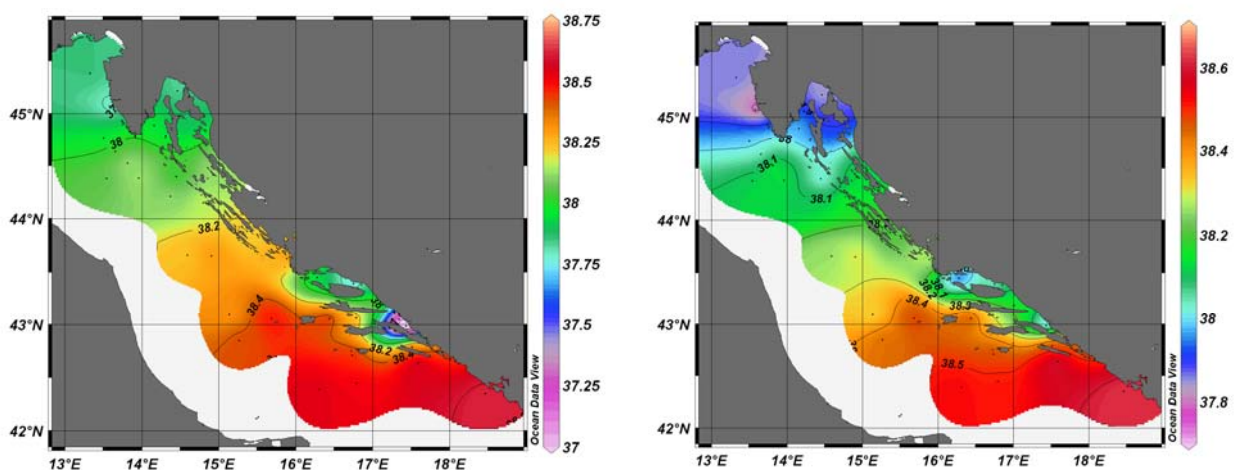
Slika 34. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2007. na površini (lijeva slika) i na 3 m dubine (desna slika).

U polju saliniteta vidljiv je utjecaj slatkovodnih obalnih dotoka, što se odražava na halinu strukturu površinskog sloja (Slika 36). Za razliku od površinskog polja temperature,

polje saliniteta je ujednačenije zbog jednolike rasporedene oborine. Salinitet otvorenih voda opada od juga prema sjeveru, s izuzetkom obalnih voda srednjeg jadrana gdje je vidljiv utjecaj obalnih voda. Vode najmanjeg saliniteta su u sjevernom Jadranu, a vidljiv je i utjecaj dotoka slatke vode u Riječkom zaljevu, te rijekama Neretvom i Cetinom u kanalnom području južnih unutarnjih voda. Taj utjecaj, jasno slabi od površine prema dubljim slojevima. Kao posljedica djelovanja atmosfere i procesa miješanja na vertikalnom profilu saliniteta uočava se dobro izmiješan površinski sloj, ali je za razliku od termokline haloklina smještena nešto dublje i to između 25 m do 30 m (Slika 37).



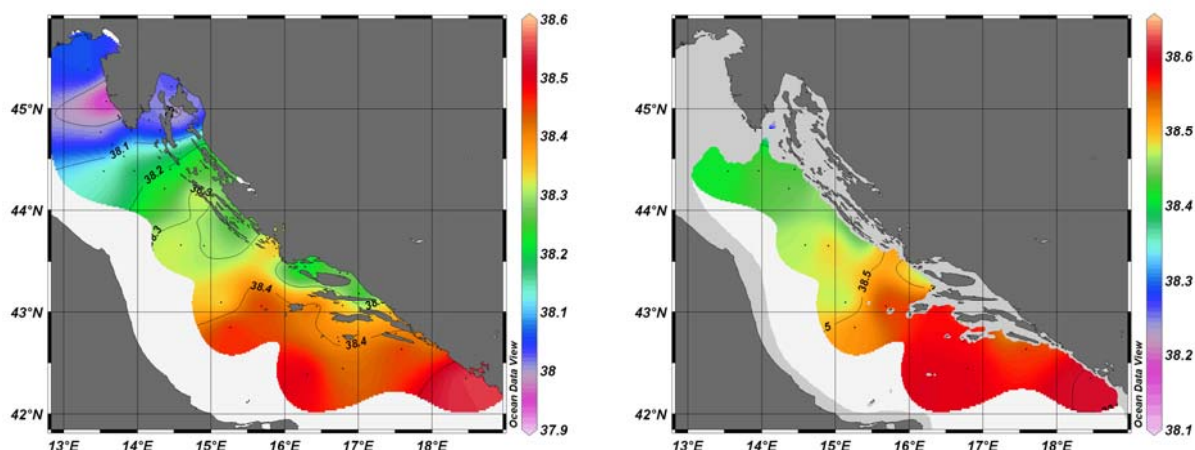
Slika 35. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2006. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini 50 m (desna slika).



Slika 36. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2007. na 3 m dubine (lijeva slika) i na dubini 10 m (desna slika).

U dubljim slojevima (50 metara i dublje) vidljivi su horizontalni gradijenti temperature i saliniteta, ali su slabije izraženi i prostorno su ujednačeniji nago na površini. Njihov je uzrok prodiranje vode iz Sredozemnog mora (LIW) a ne procesi vertikalnog miješanja.

Opće karakteristike vodenog stupca po pojedinim područjima i postajama dane su tablično (tablica 5, 6, 7, 8 i 9). U područjima koja su pod djelovanjem riječnih dotoka uočavaju se i najveće vrijednosti standardnih devijacija te upućuju na općepoznatu varijabilnost temperature i saliniteta u vodenom stupcu, s općenito većim rasponima. U područjima gdje je taj utjecaj manji ili ga nema, standardne devijacije i rasponi su manji, a vodeni stupac je homogeniji.



Slika 37. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2007. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini od 50 m (desna slika).

Tablica 5. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2007, unutarnje more – sjeverni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-01	68	38,34	0,10	38,20	38,49	18,23	3,09	14,89	23,00
EM-02	48,5	38,25	0,09	38,01	38,36	18,04	2,39	15,09	21,31
EM-03	91,5	38,11	0,12	37,66	38,23	15,27	2,72	12,87	20,36
EM-04	52	38,02	0,13	37,81	38,17	17,45	3,02	13,37	22,49
EM-05	36	38,04	0,09	37,77	38,22	20,54	2,01	15,85	21,86
EM-19	62	38,42	0,10	38,27	38,56	16,25	1,81	14,60	19,65

Tablica 6. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2007, unutarnje more – južni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-28	47,5	38,44	0,03	38,39	38,49	17,99	1,94	15,64	20,55
EM-29	73,5	38,50	0,06	38,40	38,70	16,95	2,12	14,78	21,06
EM-30	63	38,45	0,11	38,31	38,61	16,37	1,88	14,74	19,76
EM-31	22,5	37,63	0,82	35,89	38,38	18,94	1,52	16,31	20,46
EM-32	38,5	38,24	0,09	38,15	38,41	17,51	1,80	15,11	19,28
EM-33	70	38,31	0,16	37,79	38,46	16,33	1,58	14,63	20,09
EM-34	64,5	38,22	0,34	36,35	38,47	16,24	1,87	14,51	19,49
EM-35	55,5	38,22	0,20	37,91	38,54	16,71	2,09	14,70	20,41

Tablica 7. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2007, otvoreno more – sjeverni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-06	39	38,01	0,08	37,92	38,20	22,85	2,56	17,01	24,42
EM-07	23	37,90	0,09	37,86	38,11	22,30	1,71	18,63	23,16
EM-08	26	37,85	0,15	37,65	38,16	22,25	1,97	18,12	23,33
EM-09	40,5	38,05	0,04	38,03	38,17	22,07	1,70	17,88	22,83
EM-10	52,5	38,22	0,13	38,03	38,41	17,96	2,59	14,58	21,30
EM-11	39	38,19	0,02	38,14	38,25	19,65	1,68	16,16	20,95
EM-12	53	38,29	0,13	38,13	38,44	17,19	2,68	14,27	20,58
EM-13	51	38,24	0,17	37,99	38,43	17,67	2,60	14,65	21,35
EM-14	59	38,27	0,12	38,03	38,45	16,27	2,91	13,94	21,09
EM-15	51	38,33	0,11	38,16	38,46	17,76	2,41	15,22	21,95
EM-16	62	38,37	0,10	38,22	38,51	17,97	3,31	14,39	22,33
EM-17	88	38,43	0,09	38,27	38,55	16,82	3,26	13,90	22,42

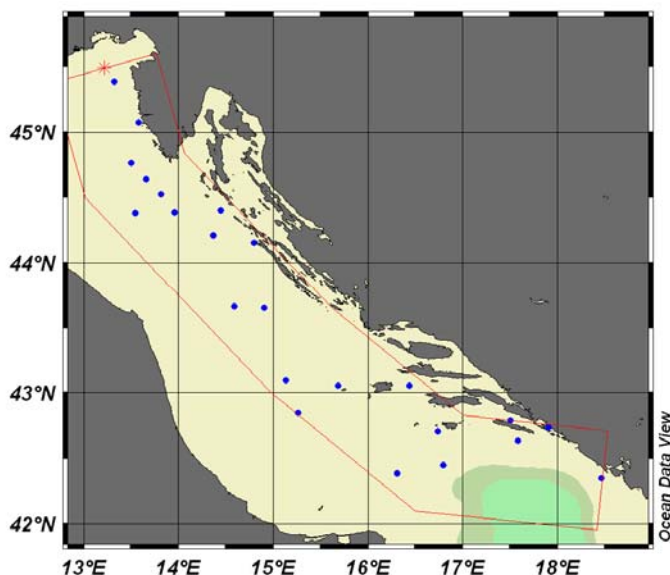
Tablica 8. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2007, otvoreno more – srednji dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-18	249,5	38,55	0,11	38,30	38,66	13,90	2,45	10,91	20,89
EM-20	171	38,57	0,09	38,03	38,66	14,56	2,15	11,42	20,04
EM-21	91	38,54	0,06	38,44	38,65	15,58	1,48	14,23	18,74
EM-22	66	38,53	0,06	38,42	38,63	16,41	2,05	14,65	20,30
EM-23	78,5	38,55	0,05	38,44	38,65	16,33	2,13	14,17	19,77
EM-24	88,5	38,54	0,08	38,39	38,65	16,29	2,29	14,46	20,64
EM-25	192	38,66	0,11	38,40	38,76	15,07	1,79	14,11	20,23

Tablica 9. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2007, otvoreno more – južni dio.

Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-26	136,5	38,62	0,08	38,45	38,82	15,59	2,21	14,25	21,69
EM-27	128	38,64	0,09	38,41	38,72	15,98	2,70	14,34	21,87

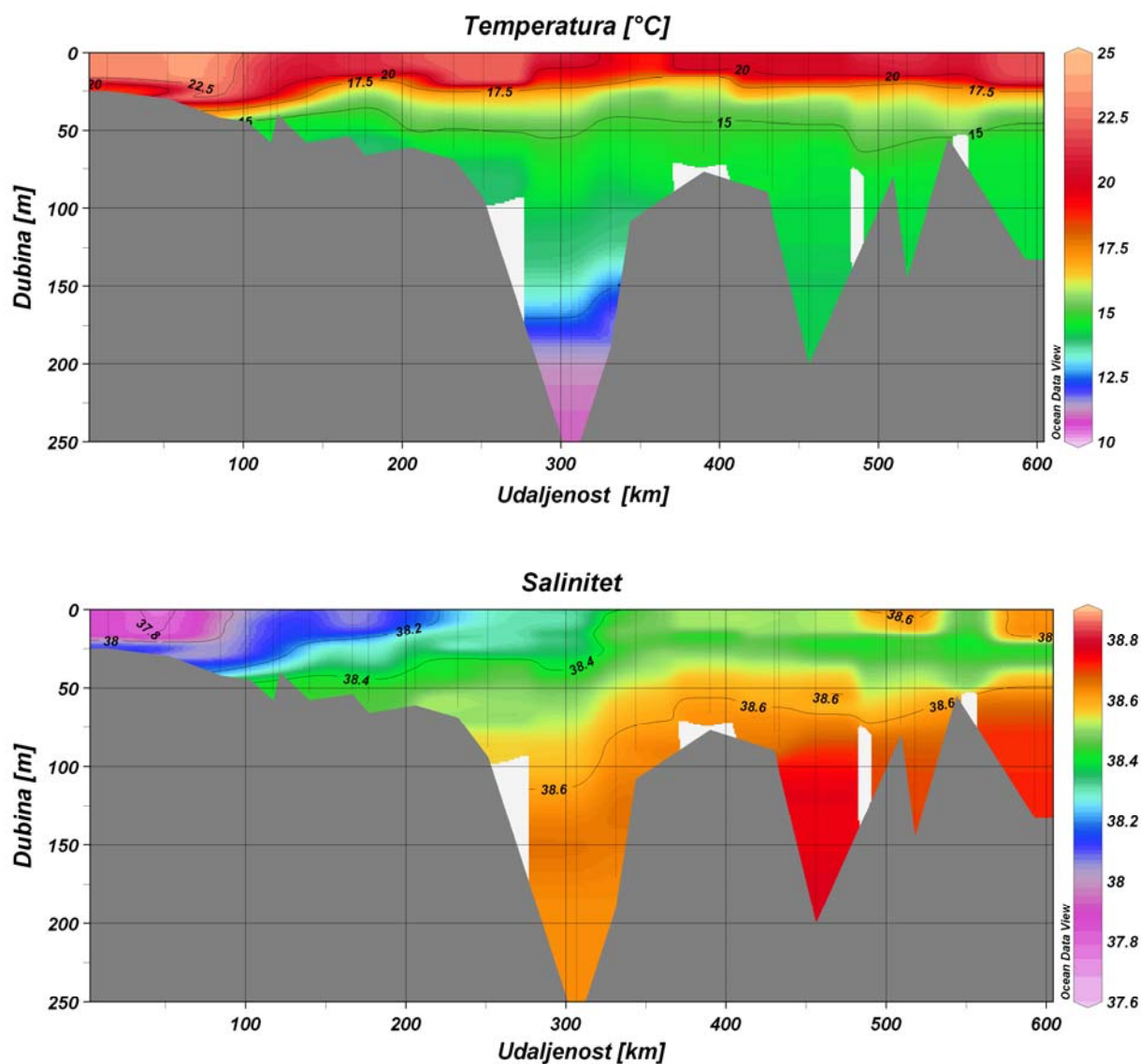
Vertikalan profil temperature i saliniteta postaja otvorenog mora od Savudrijske vale do Prevlake (Slika 38) prikazan je na slici 39. Uočava se, kao što je prethodno rečeno dobro izmiješan sloj do dubine od približno 20 m koji je topliji i slađi na sjevernom Jadranu, osobito uz obale Istre.



Slika 38. Mapa postaja na profilu uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu.

Također, taj dobro izmiješan sloj je dublji na sjevernom dijelu Jadrana gdje se proteže gotovo do dna mora. Drugdje u Jadranu on je plići i prostorno ujednačeniji. U dubljim slojevima, ispod 75 m, vidljiv ulazak je Levantinske vode više temperature i većeg saliniteta u Jadran. U Jabučkoj kotlini u sloju od 150 m do dna nalazimo hladnu sjevernojadransku vodu većeg saliniteta i niže temperature koja je nastala ohlađivanja u sjevernom Jadranu tijekom prethodne zime (NAdDW). Nad ovom vodom, u sloju 50-150

m nalazi se voda koja je toplija i slana, a dolazi strujanjem iz južnog Jadrana, odnosno Sredozemlja, a pripada Levantinskoj intermedijalnoj vodi (LIW).



Slika 39. Vertikalni presjek temperatura (a) i saliniteta (b) uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu u rujnu 2007.

U opisanim hidrografskim uvejtima istraživanog područja brzina zvuka je bila u rasponu od 1511,3 do 1536,3 m s^{-1} sa srednjom vrijednošću od 1522,2 m s^{-1} (Tablica 10).

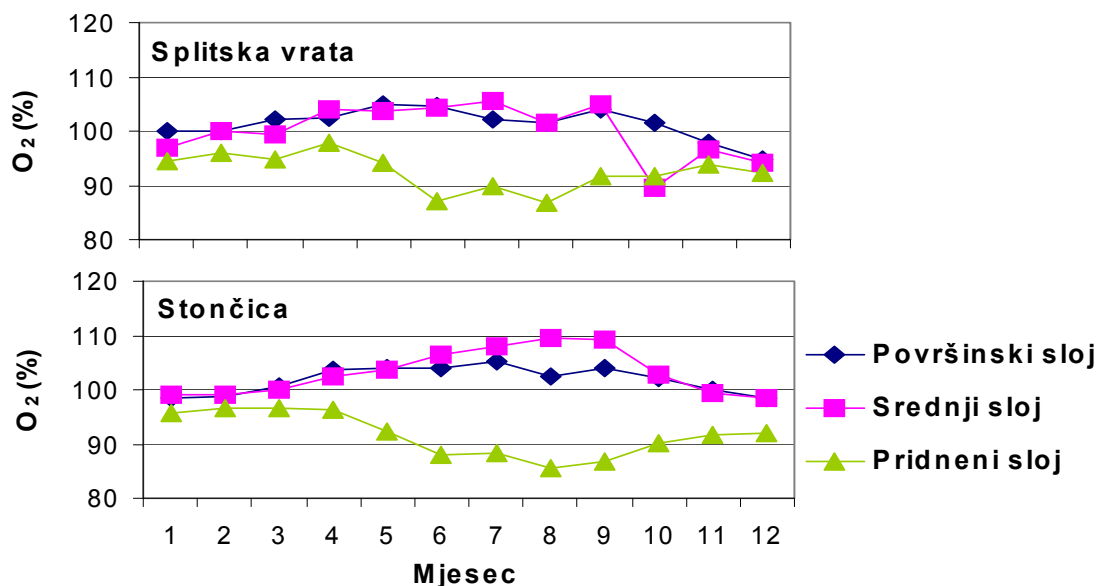
Tablica 10. Brzina zvuka u morskoj vodi (rujan 2007.)

Postaja	Dubina m	Položaj ° ' ° ' ° '					T(avg) (°C)	S(avg) (psu)	Brz.zvuka m/s	Apsopcija dB/km
EM-01	75	43	53,12	15	22,02		18,2	38,3	1524,3	8,825
EM-02	57	44	24,67	14	55,64		18,0	38,2	1523,6	8,851
EM-03	100	44	58,39	14	29,22		15,3	38,1	1515,4	9,481
EM-04	61	45	12,89	14	27,97		17,4	38,0	1521,6	8,952
EM-05	47	44	53,16	14	09,57		20,5	38,0	1530,3	8,198
EM-06	42	44	45,67	13	30,05		22,8	38,0	1536,3	7,650
EM-07	25	45	22,84	13	19,65		22,3	37,8	1534,8	7,727
EM-08	30	45	04,12	13	34,93		22,2	38,0	1534,8	7,791
EM-09	45	44	38,20	13	39,56		22,1	38,2	1534,7	7,855
EM-10	58	44	22,69	13	32,65		18,0	38,2	1523,6	8,851
EM-11	40	44	31,42	13	49,11		19,6	38,3	1528,2	8,481
EM-12	58	44	22,95	13	57,64		17,2	38,2	1521,3	9,047
EM-13	54	44	23,81	14	26,82		17,7	38,3	1522,8	8,948
EM-14	66	44	12,47	14	22,25		16,3	38,3	1518,7	9,289
EM-15	61	44	08,93	14	47,89		17,8	38,3	1523,1	8,923
EM-16	69	43	39,60	14	35,69		18,0	38,4	1523,8	8,897
EM-17	94	43	39,00	14	54,43		16,8	38,4	1520,3	9,191
EM-18	267	43	05,53	15	08,21		13,9	38,4	1511,3	9,882
EM-19	67	43	37,44	15	53,32		16,2	38,4	1518,5	9,337
EM-20	190	42	50,84	15	16,00		14,6	38,6	1513,8	9,769
EM-21	108	43	03,16	15	41,37		15,6	38,5	1518,8	9,506
EM-22	77	43	03,15	16	26,27		16,4	38,5	1519,1	9,287
EM-23	90-45	42	23,17	16	18,53		16,3	38,6	1519,0	9,360
EM-24	105	42	45,60	16	39,93		16,3	38,5	1518,9	9,337
EM-25	200	42	26,73	16	47,71		15,1	38,6	1515,4	9,650
EM-26	145	42	38,07	17	35,29		15,6	38,6	1516,9	9,530
EM-27	133	42	20,99	18	27,85		16,0	38,6	1518,1	9,433
EM-28	55	42	44,17	17	54,50		18,0	38,4	1523,8	8,897
EM-29	80	42	47,30	17	30,60		17,0	38,5	1521,0	9,165
EM-30	69	43	03,70	16	47,25		16,4	38,4	1519,1	9,289
EM-31	27	42	59,08	17	26,12		18,9	37,6	1526,4	8,675
EM-32	48	43	11,01	17	00,48		17,5	38,2	1521,4	8,814
EM-33	75	43	22,77	16	51,38		16,3	38,3	1518,7	8,289
EM-34	43	43	41	16	44,15		16,2	38,2	1518,3	9,290
EM-35	62	43	26,89	16	16,88		16,7	38,2	1519,8	9,169
AVG							17,5	38,3	1522,2	8,990
STD							2,21	0,23	6,07	0,5685

6.1.2. Otopljeni kisik

Kisik se, kao i drugi atmosferski plinovi, otapa u prirodnim vodama prema Henry-evom zakonu, a u stanju ravnoteže njegova koncentracija je proporcionalna parcijalnom tlaku u atmosferi. Izrazimo li sadržaj otopljenog kisika u moru preko postotka zasićenja (O_2 %), njegovom ravnotežnom stanju odgovara vrijednost zasićenja od 100 %. Obzirom da se u moru stalno odvijaju različiti kemijski i biološki procesi koji narušavaju ravnotežno stanje kisika, uobičajena je pojava prezasićenja (>100 %) ili zasićenja ispod 100 %. Glavni procesi koji narušavaju uspostavu ravnotežnog stanja kisika su primarna proizvodnja organske tvari (uz odvijanje procesa fotosinteze) pri čemu se povećava sadržaj kisika, te heterotrofna razgradnja (oksidacija) odumrle organske tvari pri kojoj dolazi do smanjenja sadržaja kisika.

Na osnovi rezultata dugogodišnjih istraživanja hidrografskih svojstava područja unutarnjeg i otvorenog mora srednjeg Jadrana (Buljan i Zore-Armanda, 1979; Zore-Armanda i sur., 1991; Institut za oceanografiju i ribarstvo - Baza podataka) na slici 40 prikazane su mjesečne fluktuacije kisika u karakterističnim slojevima vodenog stupca za postaje „Splitska vrata“ (unutarnje more) i „Stončica“ (otvoreno more).



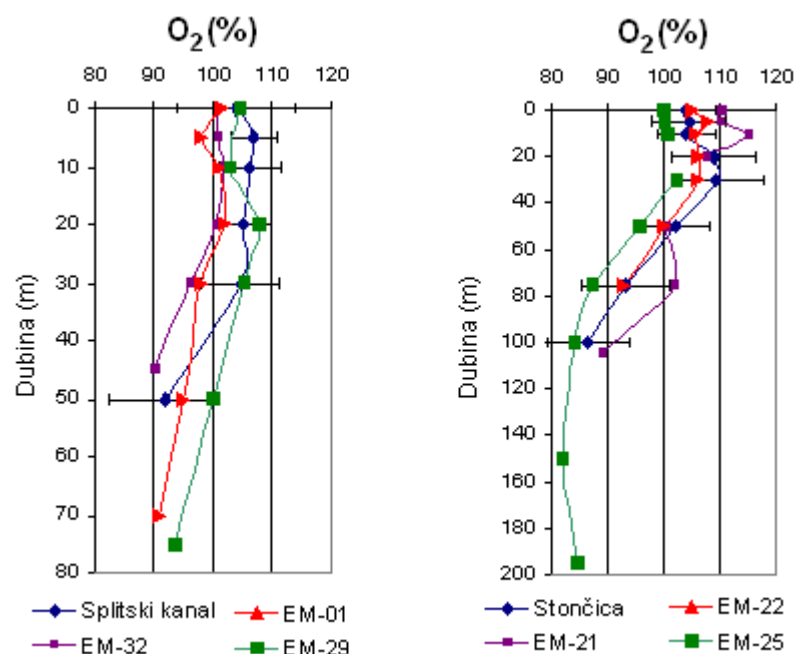
Slika 40. Srednje mjesečne vrijednosti zasićenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom na postaji Splitska vrata (unutrašnje more) za razdoblje 1995-2005 i na postaji Stončica (otvoreno more) za razdoblje 1970-2005.

Početkom godine vodeni stupac je u oba područja dobro izmiješan i relativno ujednačeno zasićen kisikom. Od ožujka/travnja se, zbog sve intenzivnije primarne

produkcije, zasićenost površinskog i srednjeg dijela stupca povećava, a istovjetno se u pridnom sloju (uslijed heterotrofne razgradnje sedimentirane organske tvari) smanjuje. Godišnji ciklus kisika u područjima pod izraženim antropogenim utjecajem (kanalske vode, zaljevi i estuarij) u osnovi pokazuju iste vremenske promjene, međutim često uz izraženije ekstreme. Najveće raslojavanje uspostavlja se tijekom ljetnog razdoblja, kad su površinski i srednji slojevi prezasićeni kisikom (povremeno i preko 120 %) a pridni sloj pokazuje izražen nedostatak kisika (zasićenje pada povremeno i ispod 70 %).

U sklopu projekta PELMON, eho-monitoring sitne plave ribe, istraživanje sadržaja kisika je tijekom rujna 2007. godine provedeno na 7 postaja područja unutarnjeg mora i 12 postaja područja otvorenog mora. Za pojedine postaje iz ta dva područja na slici 41 napravljena je usporedba s postajama „Splitska vrata“ i „Stončica“, za koje postoje višegodišnji nizovi. Rezultati pokazuju da je vertikalna raspodjela zasićenja u rujnu 2007. godine:

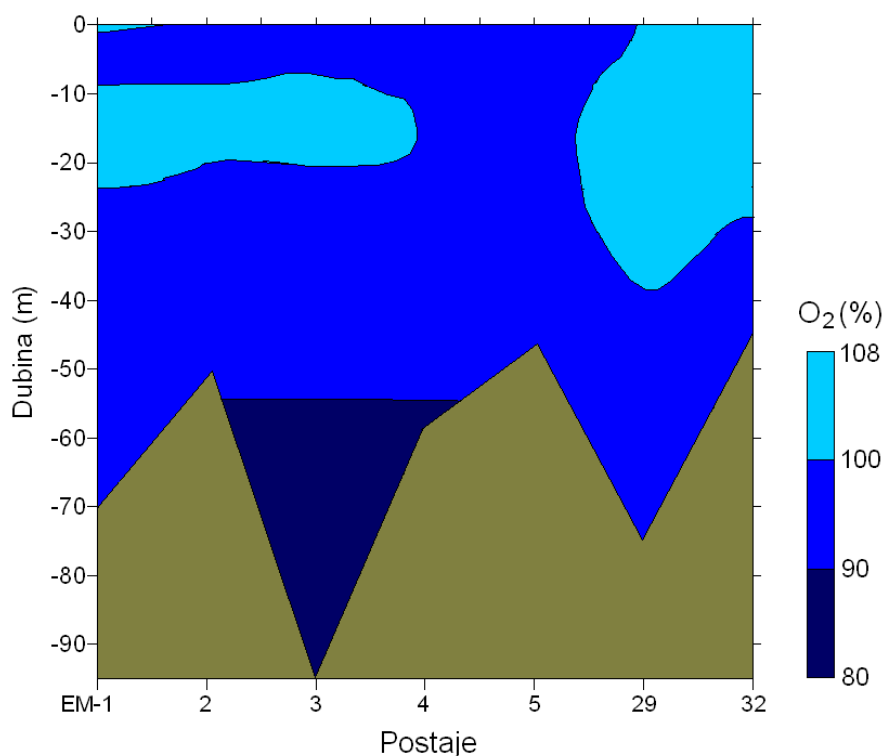
- u području unutarnjeg mora u skladu s višegodišnjim vertikalnim hodom na postaji „Splitska vrata“ i pretežito u granicama standardnih devijacija za pojedinu dubinu;
- u području otvorenog mora istovjetna raspodjeli na postaji „Stončica“, a odstupanja su u granicama standardnih devijacija zasićenja za pojedinu dubinu.



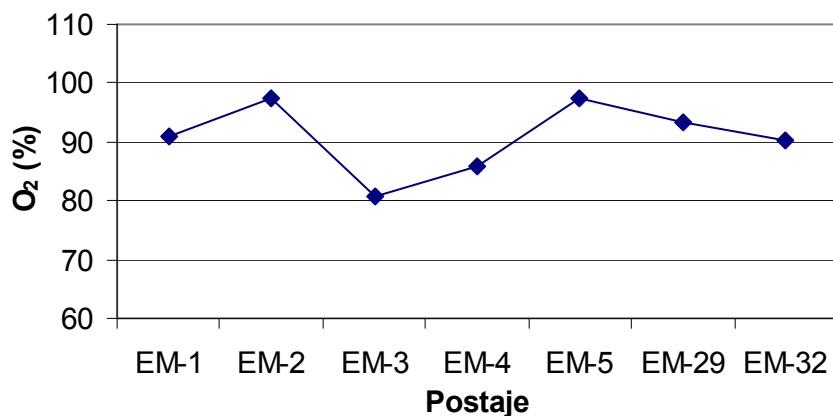
Slika 41. Vertikalna raspodjela zasićenja kisikom tijekom rujna 2007. na postajama EM-01, EM-29, EM-32 (unutarnje more) i EM-21, EM-22, EM-25 (otvoreno more) u usporedbi s prosječnom, višegodišnjom raspodjelom ($\pm$ std) za rujna na postajama Splitska vrata i Stončica.

6.1.2.1. Područje unutarnjeg mora

Zasićenje vodenog stupca kisikom je u ovom dijelu Jadrana bilo između 80,86 do 107,57 %, što se može smatrati relativno uskim rasponom za ovo razdoblje godine. Najveći dio vodenog stupca bio je relativno uravnotežen kisikom ($O_2 \sim 100\%$), uz ograničenu pojavu blage prezasićenosti ili nedostatka kisika (Slika 42). U sjevernom dijelu unutarnjeg mora prezasićenost vodenog stupca kisikom ($O_2 > 100\%$) zabilježena je samo u podpovršinskom sloju od 10 do 20 m, i to na postajama u Murterskom (EM-1) i Virskom moru (EM-2), te u Kvarneriću (EM-3), dok je u južnom dijelu Jadrana (EM-29, EM-32) taj sloj nešto deblji te zahvaća čitav gornji dio stupca do dubine od 30 m. Značajniji nedostatak kisika ($O_2 < 100\%$) u području unutarnjeg mora tijekom rujna 2007 nije ustanovljen, a čak su i pridneni slojevi na većini postaja bili relativno dobro zasićeni (Slika 43). Izuzetak predstavlja postaja EM-3 u Kvarneriću na kojoj je zabilježen najmanji stupanj zasićenja (80,86%), međutim treba voditi računa o tome da je prozračivanje pridnenog sloja na toj postaji zbog dubine od 100 m ipak otežano.

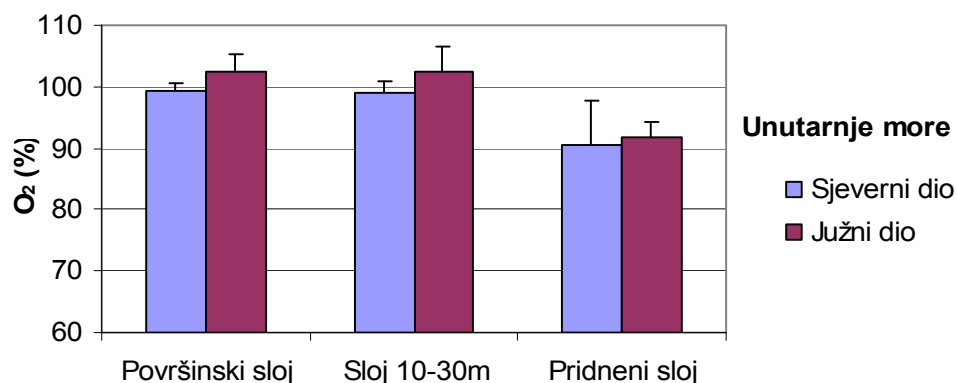


Slika 42. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području unutarnjeg mora tijekom rujna 2007.



Slika 43. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama unutarnjeg mora tijekom rujna 2007.

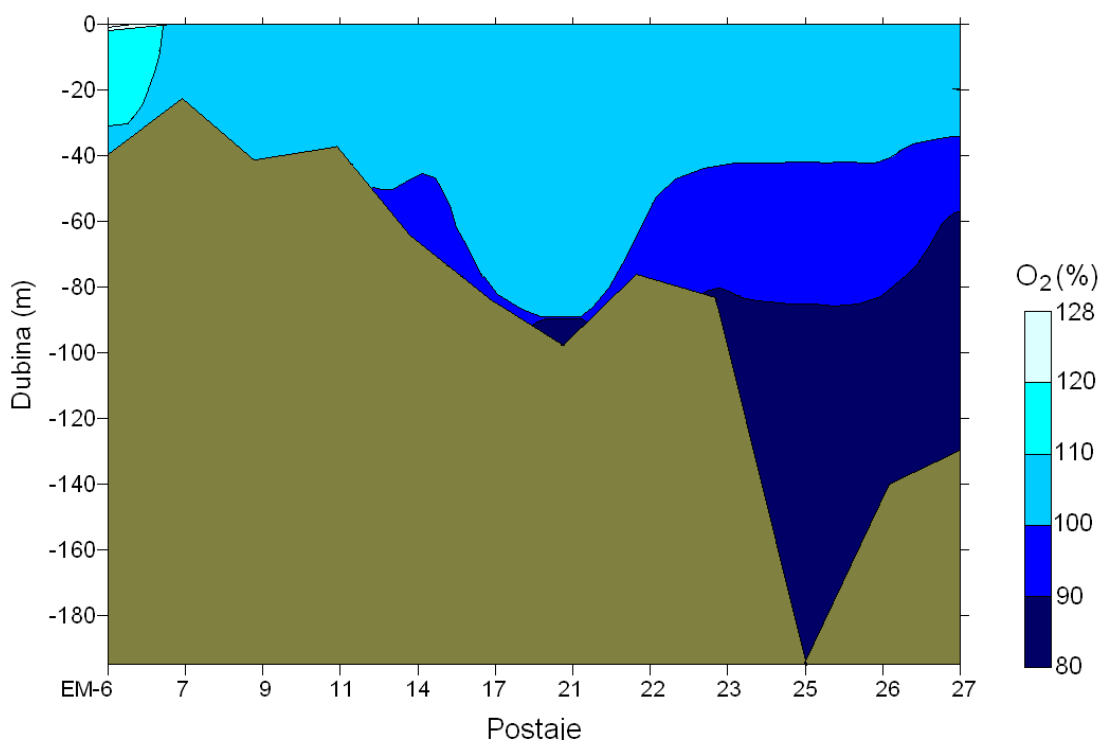
Ako istražene postaje unutarnjeg mora razmotrimo prema geografskoj raspodjeli sjever-jug (Slika 44), vidimo da su površinski sloj, kao i sloj od 10 do 30 m u sjevernom dijelu Jadrana za 3 % siromašniji kisikom u odnosu na južni dio. Slična pojava javlja se i u pridnenom sloju, međutim razlika je manja (1,5 %) i nalazi se u granicama standardne devijacije.



Slika 44. Prosječno zasićenje ($\pm$ standardna devijacija) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom i južnom dijelu unutarnjeg mora tijekom rujna 2007.

6.1.2.2. Područje otvorenog mora

Raspon zasićenja vodenog stupca kisikom u području otvorenog mora bio je od 82,04 do 128,24 %, pri čemu je gornja granica raspona bila znatno viša u odnosu na područje unutarnjeg mora (Slika 45). Glavni uzrok proširenom rasponu u području otvorenog mora su vrijednosti zasićenja kisikom na postaji EM-6, gdje je cijeli vodeni stupac zbog snažnog djelovanja bure bio izmiješan i prezasićen kisikom (107 do 128 %).

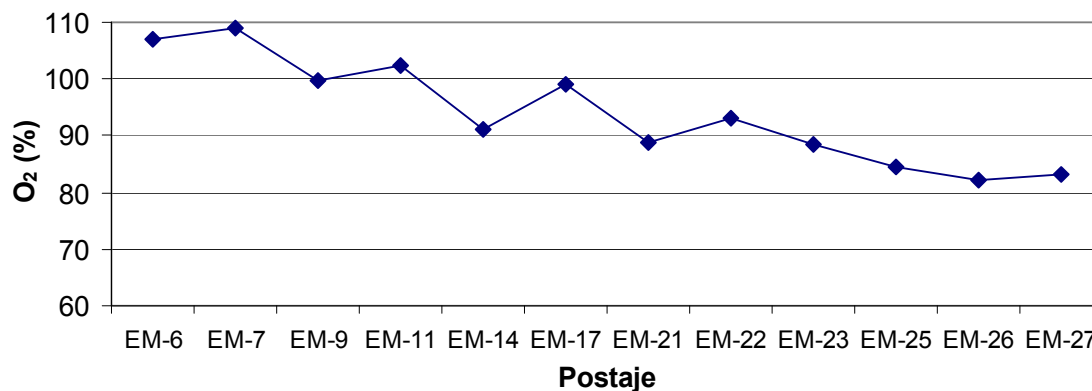


Slika 45. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području otvorenog mora tijekom rujna 2007.

Na ostalim postajama zasićenje je bilo umjerenije (82 do 115 %), međutim ipak više nego u odnosu na područje unutarnjeg mora. Prezasićenost morske vode kisikom, je prema slici 45 u čitavom Jadranu zahvaćala gornji dio stupca od površine do 30-50m, a kod plićih postaja (EM-6, EM-7, EM-9 i EM-11) se rasprostirala i sve do morskog dna. Ispod gornjeg, kisikom prezasićenog sloja nalazi se oko 40 m debeli sloj uravnotežen s otopljenim kisikom (O₂ ~100%) koji na postajama EM-14, EM-17, EM-22 i EM-23 skoro doseže do morskog dna. Izuzetak od ovakve vertikalne raspodjele kisika uočen je jedino na postaji EM-21 u srednjem Jadranu (Transekt 18) gdje je prezasićeni sloj bio osobito dubok (>75m), a ispod njega se odmah javlja vodena masa smanjenog sadržaja kisika. Na

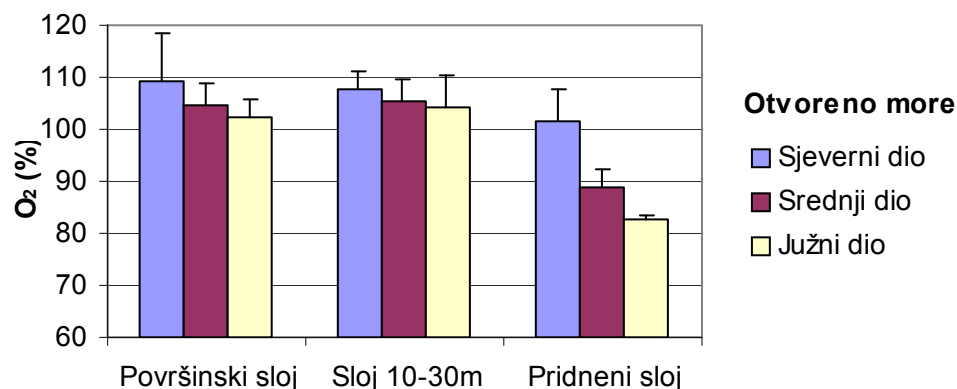
dubljim postajama otvorenog mora (EM-25, EM-26 i EM-27) ispod kisikom uravnoteženog sloja nalazimo relativno debeli (70-100m) sloj morske vode kojoj nedostaje kisik i koja se rasprostire sve do morskog dna.

Sami pridneni sloj u području otvorenog mora ove je godine bio relativno dobro zasićen (Slika 46), a jedino je na najdubljim postajama (EM-25, EM-26 i EM-27) uočen značajniji nedostatak kisika.



Slika 46. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama otvorenog mora tijekom rujna 2007.

Ako zasićenje razmotrimo prema geografskoj raspodjeli postaja u području otvorenog mora (Slika 47) može se uočiti da u svim slojevima postoji trend porasta kisika prema sjeveru, međutim izraženije razlike (van granica standardnih devijacija) javljaju se samo u pridnenom sloju srednjeg i južnog dijela u odnosu na sjeverni. Razlog ovoj pojavi nije ekološki, već dubina vodenog stupca, koja je u srednjem i južnom dijelu Jadrana viša što otežava prozračivanje pridnenog sloja kisikom.



Slika 47. Prosječno zasićenje ($\pm$ std) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom, srednjem i južnom dijelu otvorenog mora tijekom 2007.

6.1.2.3. Osvrt na cjelokupno istraživano područje

Rezultati istraživanja prostorne raspodjele kisika ukazuju da je u području otvorenog mora gornji dio vodenog stupca bio znatno višeg sadržaja kisika (O_2 maks = 128%) u odnosu na područje unutarnjeg mora (O_2 do 107,5%). Za razliku od gornjeg sloja, u donjem dijelu vodenog stupca nisu ustanovljene značajnije razlike između područja, a zasićenost, inače kritičnog pridnenog sloja ove godine možemo ocijeniti kao vrlo dobru (O_2 min = 81 %). Usporedba s rezultatima prošlogodišnjeg istraživanja ukazuje da su ove godine površinski i pridneni slojevi vodenog stupca u oba područja bila nešto zasićenija kisikom, dok je zasićenje u srednjem sloju ostalo nepromijenjeno. Ako ustanovljeno stanje usporedimo s prosječnim, višegodišnjim vrijednostima možemo reći da je vertikalna raspodjela kisika u oba područja tijekom rujna 2007. godine bila u skladu s prosječnom stanjem za ovaj mjesec.

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, starosnu strukturu zajednice i raznolikost vrsta unutar zajednice, prema čemu se dosta pouzdano može odrediti trofički status područja. U ovim smo istraživanjima koristili metodu procjene biomase klorofila *a*, kao i metodu brojenja stanica i određivanja vrsta na obrnutom mikroskopu.

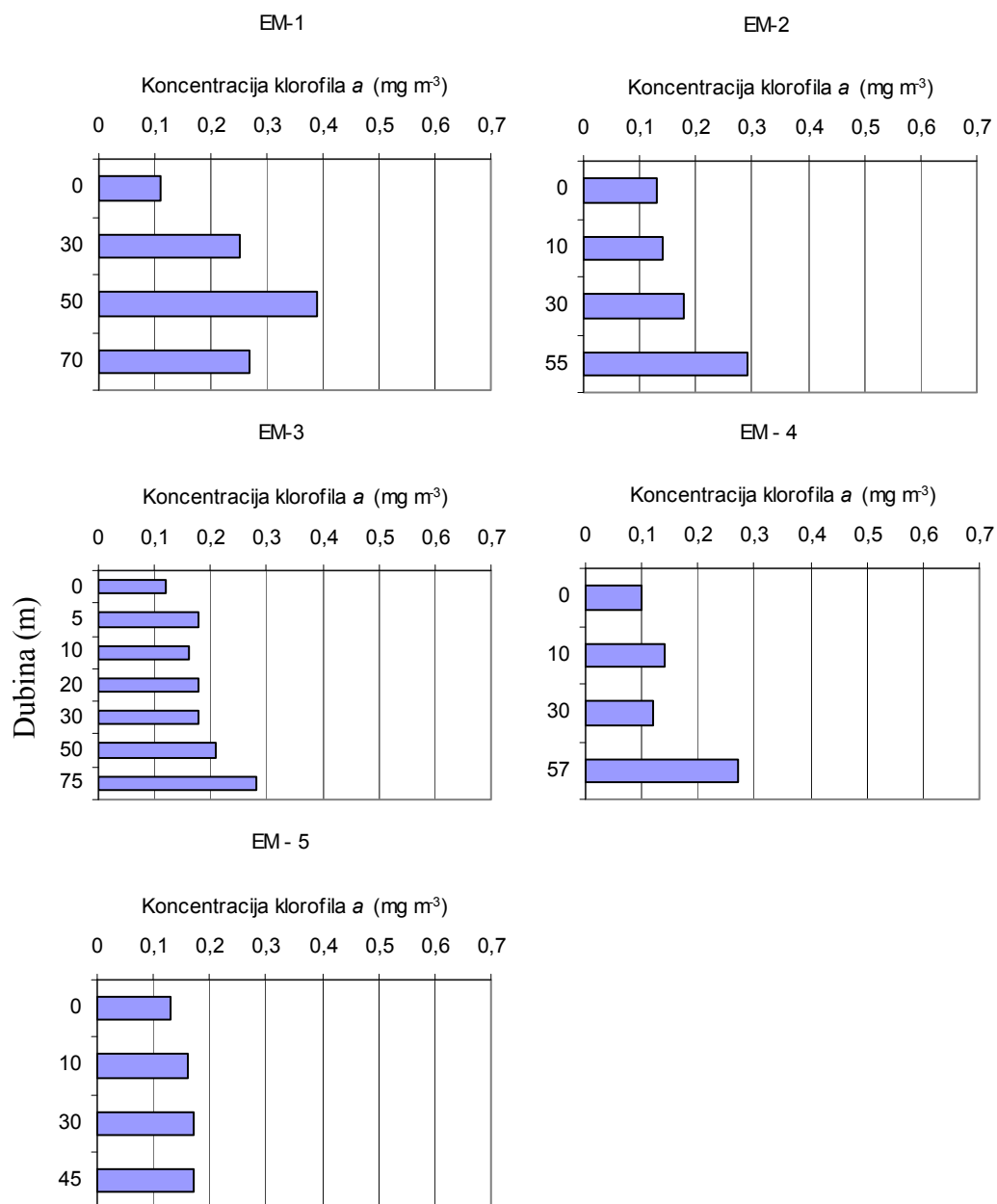
Dosadašnja istraživanja Jadrana ukazuju na postojanje različitih trofičkih područja u okviru kojih razlikujemo produktivniji i potencijalno eutrofni sjeverni dio, te dublji srednji i južni dio sa znatno nižom primarnom proizvodnjom. S obzirom na stupanj trofije bitno se razlikuju obalne vode i otvorene 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

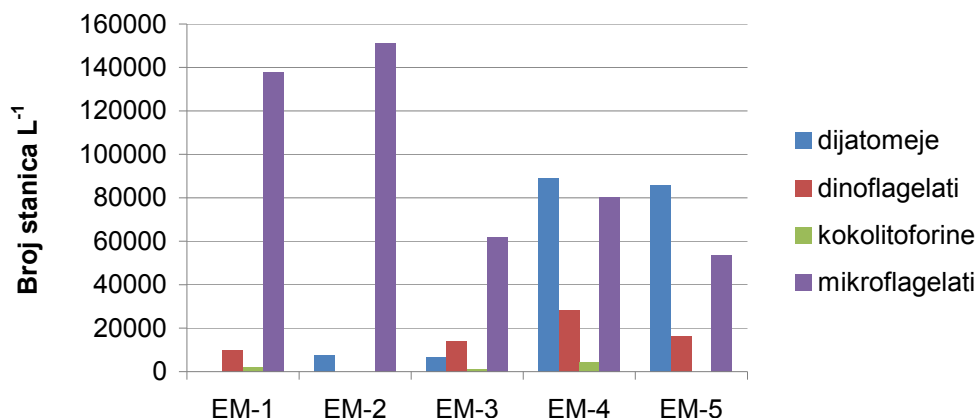
6.1.3.1.1. Unutarnje more – sjeverni dio

Koncentracija klorofila *a* na području unutarnje more-sjeverni dio, kretala se u rasponu od 0,1 do 0,39 mg m⁻³ (Slika 48). Najviše vrijednosti su i ove godine zabilježene u pridnom sloju u Riječkom zaljevu i na području Kvarnera s tim da su maksimalne zabilježene biomase nešto niže od prošlogodišnjih. U zadnje dvije godine zabilježena je smanjena koncentracija klorofila *a* u površinskom sloju u Riječkom zaljevu. Najviše su vrijednosti zabilježene u pridnom sloju što je uobičajena raspodjela za sjeverni Jadran u ljetnom razdoblju. Na osnovu višegodišnjih istraživanja fitoplanktona na ovom području uočeno je da je biomasa fitoplanktona na području Kvarnerića nepromijenjena u razdoblju od 2004. godine do sada dok je u Riječkom zaljevu i Kvarneru zabilježen pad biomase u odnosu na prethodne godine.

Sastav fitoplanktonske zajednice na području unutarnje more-sjeverni dio opisan je u tablicama 11, 12, 13, 14 i 15. Ukupna brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $8,38 \times 10^4$ do $2,02 \times 10^5$ stanica L⁻¹ (Slika 49). S obzirom na sastav fitoplanktonske zajednice područje Kvarnera i Riječkog zaljeva se razlikuje od ostalih postaja ovog područja na kojima dominiraju sitni organizmi iz skupine «mikroflagelati». U Riječkom zaljevu i Kvarneru su uz mikroflagelate jako dobro zastupljene i dijatomeje i to uglavnom vrste *Chaetoceros affinis* i *Leptocylindrus danicus* (Tablice 14, 15). Dijatomeja *Pseudonitzschia* spp., koja je prethodnih godina bila najbrojnija dijatomeja u Riječkom zaljevu, ove je godine bila slabo zastupljena.



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



Slika 49. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-sjeverni dio.

Tablica 11. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-1 (Murtersko more) unutarnje more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-1	(mix 0-70m)
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	8900
<i>Gyrodinium sp.</i>	740
Ukupno Dinoflagelati:	9640
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	137950
Ukupno Mikroflagelati:	137950
KOKOLITOFORIDE	
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>	2220
Ukupno Kokolitoforide:	2220
UKUPNO:	147590

Tablica 12. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-2 (Virsko more) unutarnje more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-2	(mix 0-55m)
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros sp.</i>	2960
<i>Pennatae indeterminata</i>	1480
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	2960
Ukupno Dijatomeje:	7400
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	151300
Ukupno Mikroflagelati:	151300
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1480
UKUPNO:	160180

Tablica 13. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-3 (Kvarnerić) unutarnje more-sjeverni dio(stanica L⁻¹).

EM-3	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Chaetoceros affinis</i>	14800			
<i>Leptocylindrus danicus</i>	740		1850	
<i>Nitzschia closterium</i>	370			
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	740	370		
<i>Pennatae indeterm</i>	3330	1110		
<i>Pseudonitzschia spp.</i>			370	
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1110	370		
<i>Rhizosolenia fragilisima</i>		740		
<i>Thalassiosira sp.</i>		740		
Ukupno Dijatomeje:	21090	3330	2220	0
DINOFLAGELATI				
<i>Dinofl. <20 µm</i>	22300	17840	6690	2230
<i>Amphidinium Schroderi</i>	370			
<i>Gymnodinium sp.</i>	3330	740		370
<i>Gyrodinium sp.</i>		370		
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	370			
<i>Peridinium globulus</i>	370			
<i>Prorocentrum minimum</i>	370			
<i>Prorocentrum triestinum</i>	370			
<i>Scripsiella trochoidea</i>				370
Ukupno Dinoflagelati:	27480	18950	6690	2970
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella spp.</i>	55750	42370	11150	138260
Ukupno Mikroflagelati:	55750	42370	11150	138260
KOKOLITOFORIDE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	3330		370	
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>	1110			
Ukupno Kokolitoforide:	4440	0	370	0
AUTOTROFNI CILIJATI				
<i>Mesodinium sp.</i>	1110	740		
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1110	740	0	0
UKUPNO:	109860	65390	20430	141230

Tablica 14. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-4 (Riječki zaljev) unutarnje more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

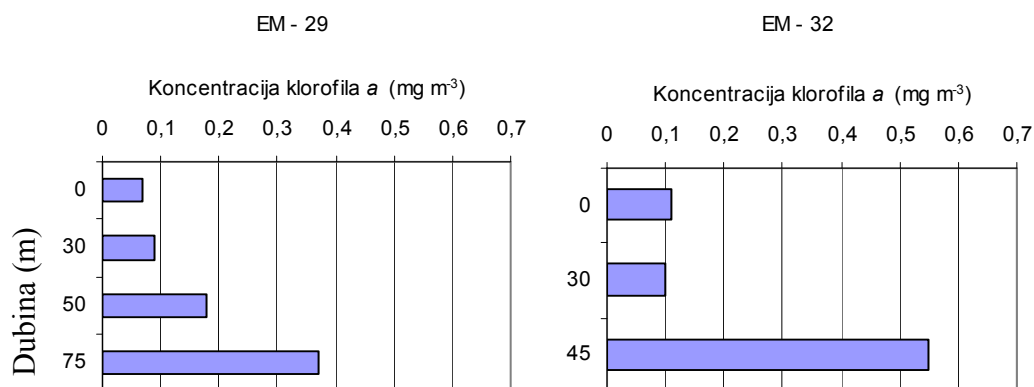
EM-4	(mix 0-57m)
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros sp.</i>	29600
<i>Chaetoceros affinis</i>	34040
<i>Hemiaulus hauckii</i>	5920
<i>Leptocylindrus minimus</i>	2960
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1480
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	2960
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1480
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	1480
<i>Skeletonema costatum</i>	8880
Ukupno Dijatomeje:	88800
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	26700
<i>Gymnodinium sp.</i>	1480
Ukupno Dinoflagelati:	28180
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	80100
Ukupno Mikroflagelati:	80100
KOKOLITOFORIDE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	4440
Ukupno Kokolitoforide:	4440
UKUPNO:	201520

Tablica 15. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-5 (Kvarner) unutarnje more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-5	(mix 0-45m)
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros affinis</i>	47360
<i>Leptocylindrus danicus</i>	19240
<i>Nitzschia closterium</i>	5920
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2960
<i>Pennatae indeterminata</i>	4440
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	1480
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1480
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	2960
Ukupno Dijatomeje:	85840
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	8900
<i>Gymnodinium spp.</i>	4440
<i>Gyrodinium sp.</i>	1480
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	1480
Ukupno Dinoflagelati:	16300
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	53400
Ukupno Mikroflagelati:	53400
UKUPNO:	155540

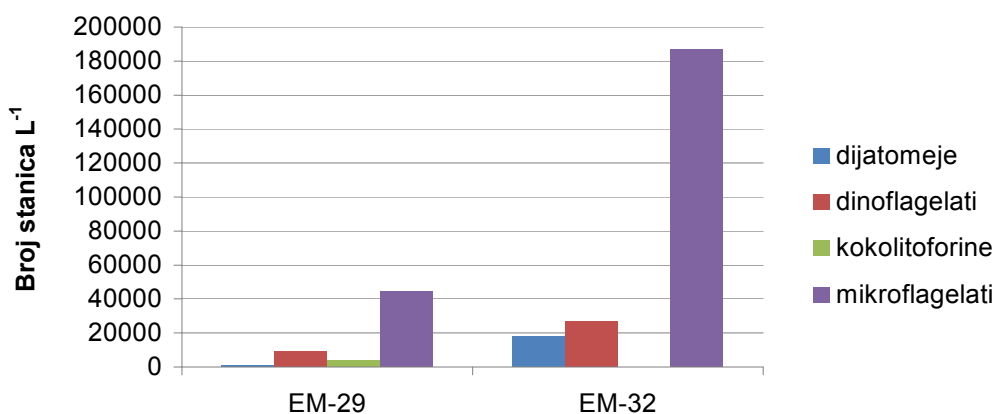
6.1.3.1.2. Unutarnje more - južni dio

Koncentracija klorofila *a* se u Hvarskom i Mljetskom kanalu kretala u rasponu od 0,07 do 0,55 mg m⁻³ (Slika 50). Veća biomasa je kao i prethodnih godina zabilježena u Hvarskom kanalu s tim da je ove godine biomasa fitoplanktona bila nešto viša nego prijašnjih godina. U odnosu na prethodne godine, blagi je porast biomase zabilježen i u Mljetskom kanalu. Najveća biomasa zabilježena je u pridnenom sloju.



Slika 50. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) po dubini na području unutarnje more-južni dio.

Brojnost fitoplanktona je u Mljetskom kanalu bila $5,78 \times 10^4$ stanica L⁻¹, dok je u Hvarskom kanalu bila $2,31 \times 10^5$ stanica L⁻¹ (Slika 51).



Slika 51. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-južni dio.

Kao i prošle godine u fitoplanktonskoj su zajednici dominirali organizmi nanoplanktonske veličinske kategorije iz skupine «mikroflagelata» (Tablice 16, 17). U Hvarskom su kanalu uz mikroflagelate u fitoplanktonskoj zajednici zabilježeni i sitni neoklopljeni

dinoflagelatni organizmi kao i dijatomeja *Thalassionema nitzschioides*. Sastav fitoplanktonske zajednice u Hvarskom kanalu svake je godine različit, tako su 2005 zabilježene brojne vrste od kojih su najbrojnije bile vrste roda *Chaetoceros*, 2006 godine dijatomeje uopće nisu zabilježene dok je ove godine bila brojna dijatomeja *Thalassionema nitzschioides*. U planktonskoj zajednici Hvarskog kanala prisutan je i autotrofni cilijat *Mesodinium rubrum*.

Tablica 16. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-29 (Mljetski kanal) unutarnje more-južni dio (stanica L⁻¹).

EM-29	(mix 0-75m)
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	740
Ukupno Dijatomeje:	740
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	8900
Ukupno Dinoflagelati:	8900
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	44500
Ukupno Mikroflagelati:	44500
KOKOLITOFORIDE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	3700
Ukupno Kokolitoforide:	3700
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1480
UKUPNO:	59320

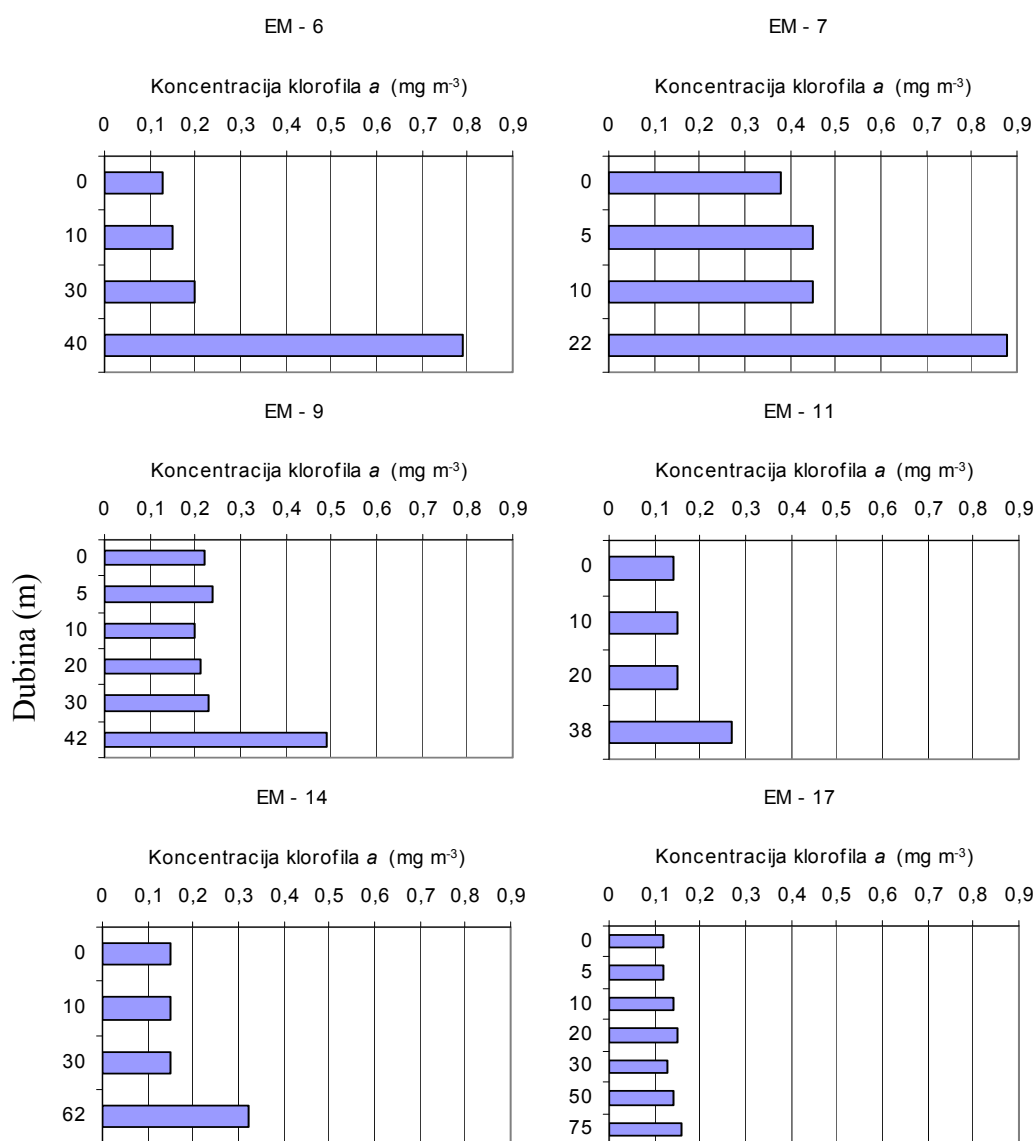
Tablica 17. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-32 (Hvarski kanal) unutarnje more-južni dio (stanica L⁻¹).

EM-32	(mix 0-45m)
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros sp.</i>	4440
<i>Chaetoceros gracile</i>	1480
<i>Pennatae indeterminatae</i>	1480
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	10360
Ukupno Dijatomeje:	17760
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	26700
Ukupno Dinoflagelati:	26700
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	186900
Ukupno Mikroflagelati:	186900
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1480
UKUPNO:	232840

6.1.3.2. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica otvorenog mora

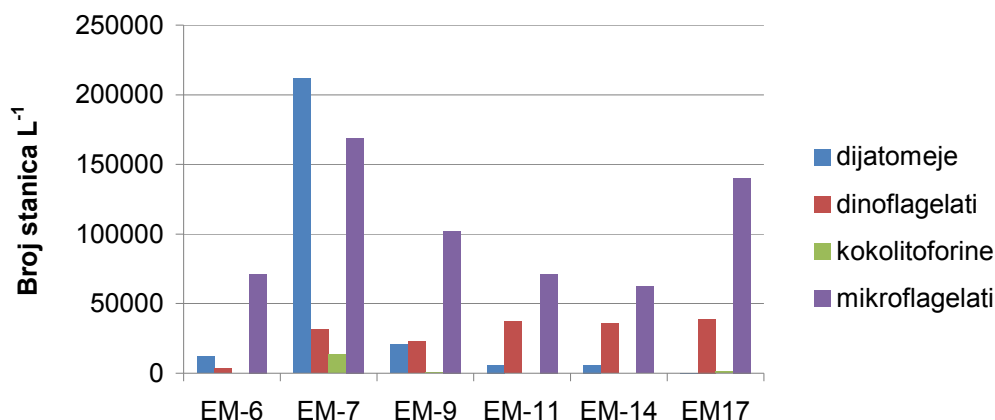
6.1.3.2.1. Otvoreno more - sjeverni dio

Koncentracija klorofila *a* na području sjevernog dijela otvorenog mora kretala se u rasponu od 0,12 do 0,88 mg m⁻³ (Slika 52) i bila je znatno niža u odnosu na prethodne godine. Najveće vrijednosti biomase zabilježene su na postajama EM-6 i EM-7 u pridnom sloju zatim slijedi postaja EM-9, dok su nešto niže vrijednosti bile na postajama EM-11, EM-14 i EM-17. Najveće su vrijednosti na svim postajama zabilježene u pridnom sloju, osim na postaji EM-17 na kojoj je biomasa fitoplanktona jednoliko raspoređena u stupcu vode.



Slika 52. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) po dubini na području otvoreno more-sjeverni dio.

Brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $8,6 \times 10^4$ do $4,25 \times 10^5$ stanica L^{-1} (Slika 53). Najveća je brojnost zabilježena na postaji EM-7 koja se i po sastavu fitoplanktona razlikuje od ostalih postaja ovog područja (Tablice 18, 19, 20, 21, 22, 23). Naime, na svim istraživanim postajama dominiraju sitni nanoflagelatni organizmi iz skupine «mikroflagelati» osim na postaji EM-7 gdje su najbrojnije dijatomeje *Leptocylindrus danicus* i *Pseudo-nitzschia* spp., odnosno vrste karakteristične za eutrofna područja.



Slika 53. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području sjevernog dijela otvorenog mora.

Tablica 18. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-6 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L^{-1}).

EM-6	(mix 0- 40m)
DIJATOMEJE	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	8880
<i>Pennatae indeterm</i>	160
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1480
<i>Thalassiosira sp.</i>	1480
Ukupno Dijatomeje:	12000
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	2960
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	80
<i>Hermesinum adriaticum</i>	80
Ukupno Dinoflagelati:	3120
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	71200
Ukupno Mikroflagelati:	71200
UKUPNO:	86320

Tablica 19. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-7 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-7	(mix 0-22m)
DIJATOMEJE	
<i>Asterionella japonica</i>	2960
<i>Chaetoceros affinis</i>	16280
<i>Hemiaulis hauckii</i>	2960
<i>Leptocylindrus danicus</i>	75480
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2960
<i>Pennatae indeterminatae</i>	1480
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	90280
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>	2960
<i>Rhizosolenia fragilisima</i>	7400
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	8880
Ukupno Dijatomeje:	211640
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl.</i> <20 µm	26700
<i>Gymnodinium</i> sp.	4440
Ukupno Dinoflagelati:	31140
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	169100
Ukupno Mikroflagelati:	169100
KOKOLITOFORIDE	
<i>Calciosolenia Murrayi</i>	2960
<i>Coccolitophoridae</i> spp.	1480
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>	7400
<i>Syracosphaera pulchra</i>	1480
Ukupno Kokolitoforide:	13320
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1480
UKUPNO:	426680

Tablica 20. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-9 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-9	0m	5m	10m	20m	30m	42m
DIJATOMEJE						
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5920	1480	10360	7400	13320	
<i>Leptocylindrus minimus</i>			8880			
<i>Melosira sulcata</i>			5920			8880
<i>Nitzschia closterium</i>						1480
<i>Nitzschia sigmoidea</i>				1480	1480	
<i>Pennatae indeterminata</i>		1480				7400
<i>Pronoctiluca spinifera</i>					1480	
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	13320	1480	8880	13320	1480	1480
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>					1480	
<i>Rhizosolenia fragilisima</i>				4440		
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>			1480			
Ukupno Dijatomeje:	19240	4440	34040	26640	19240	19240
DINOFLAGELATI						
<i>Dinofl.</i> <20 µm	8900	8900	26700	35600	17800	26700
<i>Amphidinium acutissimum</i>				1480		
<i>Hermesinium adriaticum</i>		1480				
<i>Gymnodinium</i> sp.	2960		1480	2960	1480	
Ukupno Dinoflagelati:	11860	10380	28180	40040	19280	26700
MIKROFLAGELATI						
<i>Mikroflagella</i> spp.	62300	71200	142400	106800	80100	151300
Ukupno Mikroflagelati:	62300	71200	142400	106800	80100	151300
KOKOLITOFORIDE						
<i>Coccolithophoridae</i> spp.		1480	1480			
Ukupno Kokolitoforide:	0	1480	1480	0	0	0
AUTOTROFNI CILIJATI						
<i>Mesodinium rubrum</i>	2960			1480		1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	2960	0	0	1480	0	1480
UKUPNO:	96360	87500	206100	174960	118620	198720

Tablica 21. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-11 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-11	(mix 0-38m)
DIJATOMEJE	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2960
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	2960
Ukupno Dijatomeje:	5920
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl.</i> <20 µm	35600
<i>Gyrodinium</i> sp.	1480
Ukupno Dinoflagelati:	37080
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	71200
Ukupno Mikroflagelati:	71200
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	1480
Ukupno Autotrofni Cilijati:	1480
UKUPNO:	115680

Tablica 22. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-14 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

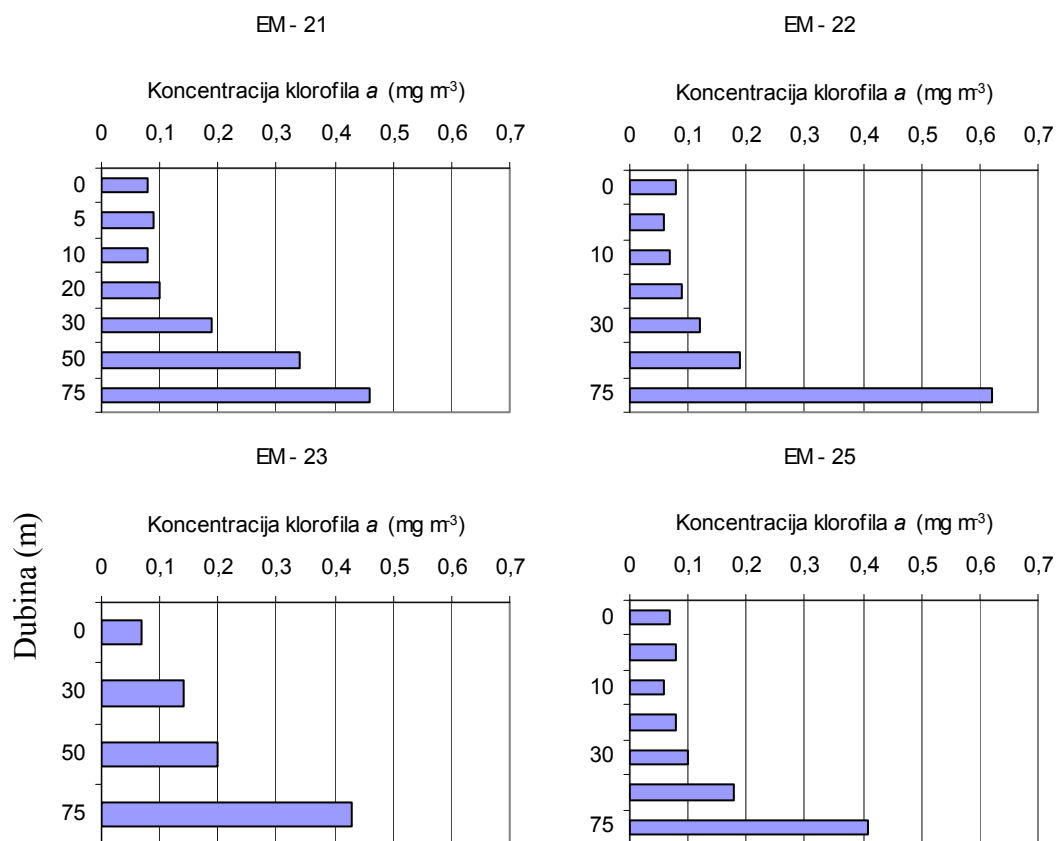
EM-14	(mix 0-62m)
DIJATOMEJE	
<i>Nitzschia closterium</i>	2960
<i>Pennatae indeterminatae</i>	1480
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	1480
Ukupno Dijatomeje:	5920
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl.</i> <20 µm	35600
Ukupno Dinoflagelati:	35600
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	62300
Ukupno Mikroflagelati:	62300
UKUPNO:	103820

Tablica 23. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-17 otvoreno more-sjeverni dio (stanica L⁻¹).

EM-17	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Pennatae indeterminatae</i>		370		
<i>Pronoctiluca spinifera</i>	370			
Ukupno Dijatomeje:	370	370	0	0
DINOFLAGELATI				
<i>Dinofl.</i> <20 µm	20070	24530	69130	24530
<i>Amphidinium</i> sp.		370		
<i>Amphidinium schroederi</i>				370
<i>Cachonina niei</i>		370	740	
<i>Ceratium kofoidi</i>	370			
<i>Gymnodinium</i> sp.	1850	2960		1850
<i>Gymnodinium</i> spp.			2590	
<i>Gymnodinium heterostriatum</i>				370
<i>Gyrodinium</i> sp.				
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	370	370	370	
<i>Gyrodinium opimum</i>		370		
<i>Karenia</i> sp.			370	
<i>Massartia rotundata</i>				370
<i>Peridinium steinii</i>	370			
<i>Prorocentrum compressum</i>				370
<i>Prorocentrum minimum</i>			370	
<i>Scipsiella trochoidea</i>	1110	370		
Ukupno Dinoflagelati:	24140	29340	73570	27860
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella</i> spp.	6690	245300	214080	95890
Ukupno Mikroflagelati:	6690	245300	214080	95890
KOKOLITOFORIDE				
<i>Coccolithophoridae</i> spp.	2960	1110		1850
Ukupno Kokolitoforide:	2960	1110	0	1850
SILIKOFLAGELATI:				
<i>Dictyocha fibula</i>	370			
Ukupno Silikoflagelati:	370	0	0	0
AUTOTROFNI CILIJATI				
<i>Mesodinium rubrum</i>	370	370		1110
Ukupno Autotrofni Cilijati:	370	370	0	1110
UKUPNO:	34900	276490	287650	126710

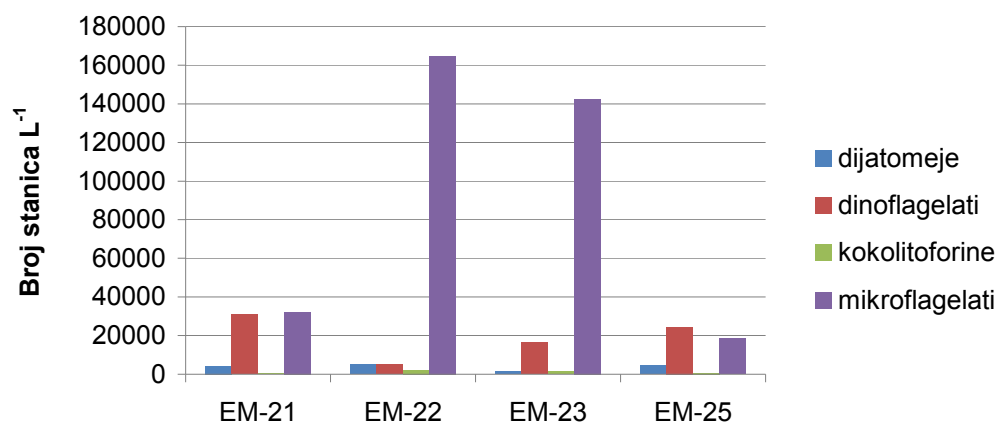
6.1.3.2.2. Otvoreno more-srednji dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno-more srednji dio kretala se u rasponu od 0,07 do 0,62 mg m⁻³ (Slika 54). Najveća koncentracija klorofila *a* u vodenom je stupcu na svim postajama zabilježena u pridnenom sloju. Koncentracija klorofila *a* uglavnom je ispod 0,5 mg m⁻³ osim na postaji EM-22 u pridnenom sloju gdje je biomasa nešto viša.



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

Brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $4,82 \times 10^4$ do $1,77 \times 10^5$ stanica L⁻¹ (Slika 55). U fitoplanktonskoj zajednici prevladavaju manji nanoplanktonski organizmi uglavnom iz skupine «*mikroflagelata*», kao i neoklopljeni sitni dinoflagelati (Tablice 24, 25, 26, 27). Dijatomeje su razmjerno rijetke u gornjem dijelu vodenog stupca dok su nešto brojnije u pridnenom sloju. Na postaji EM-21 u pridnenom sloju od dijatomeja su najzastupljenije vrste roda *Chaetoceros* i *Pseudo-nitzschia* spp., dok je na postaji EM-25 u pridnenom sloju dominirala dijatomeja *Leptocylindrus danicus*. Povećana koncentracija klorofila *a* u pridnenom sloju vjerojatno je rezultat veće brojnosti dijatomeja.



Slika 55. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more-srednji dio.

Tablica 24. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-21 otvoreno more-srednji dio (stanica L^{-1}).

EM-21	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Chaetoceros decipiens</i>				3330
<i>Hemiaulis hauckii</i>				1110
<i>Leptocylindrus danicus</i>			370	740
<i>Navicula sp.</i>		370		
<i>Pennatae indeterum</i>	370			
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	740		1850	5920
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>			370	370
<i>Rhizosolenia styliformis</i>			740	
Ukupno Dijatomeje:	1110	370	3330	11470
DINOFLAGELATI				
<i>Dinofl. <20 μm</i>	31220	22300	40140	17840
<i>Amphidinium schroderi</i>		740		
<i>Gymnodinium sp.</i>		1850	370	
<i>Gymnodinium spp.</i>	2220			3330
<i>Gymnodinium heterostriatum</i>				740
<i>Gymnodinium vaukii</i>	370			
<i>Gyrodinium sp.</i>			370	
<i>Gyrodinium opimum</i>				370
<i>Massartia rotundata</i>	370		1110	370
<i>Scripsiella trochoidea</i>	370			
Ukupno Dinoflagelati:	34550	24890	41990	22650
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella spp.</i>	13380	24530	20070	71360
Ukupno Mikroflagelati:	13380	24530	20070	71360
KOKOLITOFORIDE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	370	740		
Ukupno Kokolitoforide:	370	740	0	0
AUTOTROFNI CILIJATI				
<i>Mesodinium rubrum</i>	370			1110
Ukupno Autotrofni Cilijati:	370	0	0	1110
UKUPNO:	49780	50530	65390	106590

Tablica 25. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-22 otvoreno more-srednji dio (stanica L⁻¹).

EM-22	(mix 0-75m)
DIJATOMEJE	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1480
<i>Pseudonitzschia spp.</i>	3700
Ukupno Dijatomeje:	5180
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	4450
<i>Gymnodinium sp.</i>	740
Ukupno Dinoflagelati:	5190
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	164650
Ukupno Mikroflagelati:	164650
KOKOLITOFORIDE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	2220
Ukupno Kokolitoforide:	2220
UKUPNO:	177240

Tablica 26. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-23 otvoreno more-srednji dio (stanica L⁻¹).

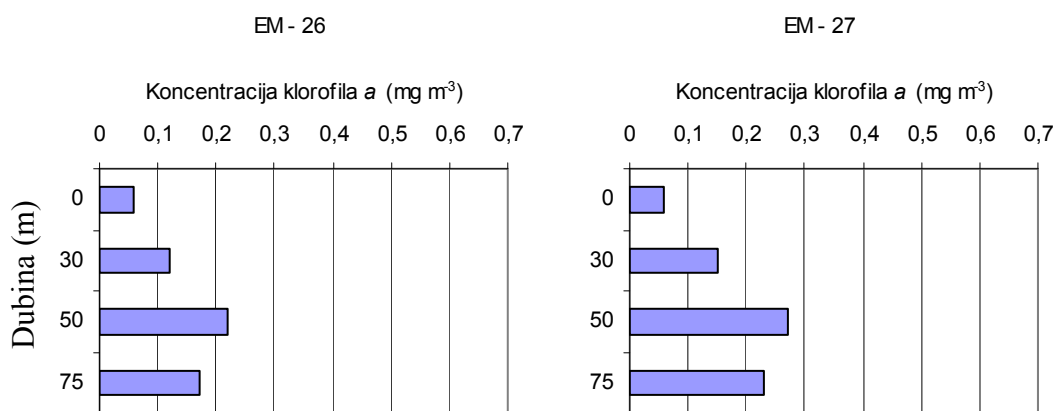
EM-23	(mix 0-85m)
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterum</i>	1480
Ukupno Dijatomeje:	1480
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	8900
<i>Amphidinium sp.</i>	1480
<i>Gymnodinium sp.</i>	5920
Ukupno Dinoflagelati:	16300
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	142400
Ukupno Mikroflagelati:	142400
KOKOLITOFORIDE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	1480
Ukupno Kokolitoforide:	1480
UKUPNO:	161660

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

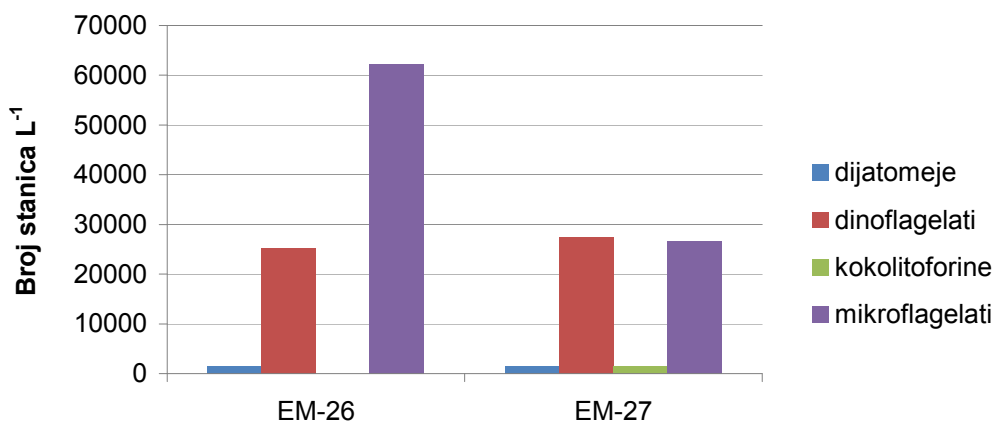
EM-25	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Chaetoceros affinis</i>				1110
<i>Leptocylindrus danicus</i>		740		11840
<i>Pennatae indeterum</i>		370		
<i>Pseudonitzschia spp.</i>				740
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1480	740		370
<i>Synedra sp.</i>				370
<i>Thalassiosira sp.</i>				740
Ukupno Dijatomeje:	1480	1850	0	15170
DINOFLAGELATI				
<i>Dinofl. <20 µm</i>	20070	26760	17840	24530
<i>Amphidinium sp.</i>				370
<i>Cohlodinium sp.</i>		370		
<i>Gymnodinium sp.</i>	1110		1110	1110
<i>Gymnodinium spp.</i>		2220		
<i>Gyrodinium sp.</i>			370	370
<i>Gyrodinium fusiforme</i>		370		
<i>Massartia rotundata</i>			740	
<i>Warnovia sp.</i>	370			
Ukupno Dinoflagelati:	21550	29720	20060	26380
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella spp.</i>	17840	33450	6690	15610
Ukupno Mikroflagelati:	17840	33450	6690	15610
KOKOLITOFORIDE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	370	1110		740
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>	740			
Ukupno Kokolitoforide:	1110	1110	0	740
SILIKOFLAGELATI:				
<i>Dictyocha fibula</i>		370		
Ukupno Silikoflagelati:	0	370	0	0
AUTOTROFNI CILIJATI				
<i>Mesodinium rubrum</i>	370			
Ukupno Autotrofni Cilijati:	370	0	0	0
UKUPNO:	42350	66500	26750	57900

6.1.3.2.3. Otvoreno more – južni dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more-južni dio bila je u rasponu od 0,06 do 0,27 mg m⁻³ i u skladu je s vrijednostima dobivenim ranijih godina. Najveće su vrijednosti zabilježene u pridnom sloju (Slika 56). U fitoplanktonskoj zajednici prevladavaju manji nanoplanktonski organizmi iz skupine «mikroflagelata» (Slika 57, Tablice 28 i 29). Ovakva raspodjela fitoplanktona na ovom je području uobičajena za ovo doba godine. Intenzivni razvoj fitoplanktona u južnom Jadranu je utvrđen u razdoblju od travnja do srpnja. Dijatomeje su najbrojnije u proljeće, dok tijekom ljeta dominira nanoplanktonska veličinska kategorija (Jasprica, 1994).



Slika 56. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) po dubini na području otvoreno more-južni dio.



Slika 57. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more-južni dio.

Tablica 28. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-26 otvoreno more-južni dio (stanica L⁻¹).

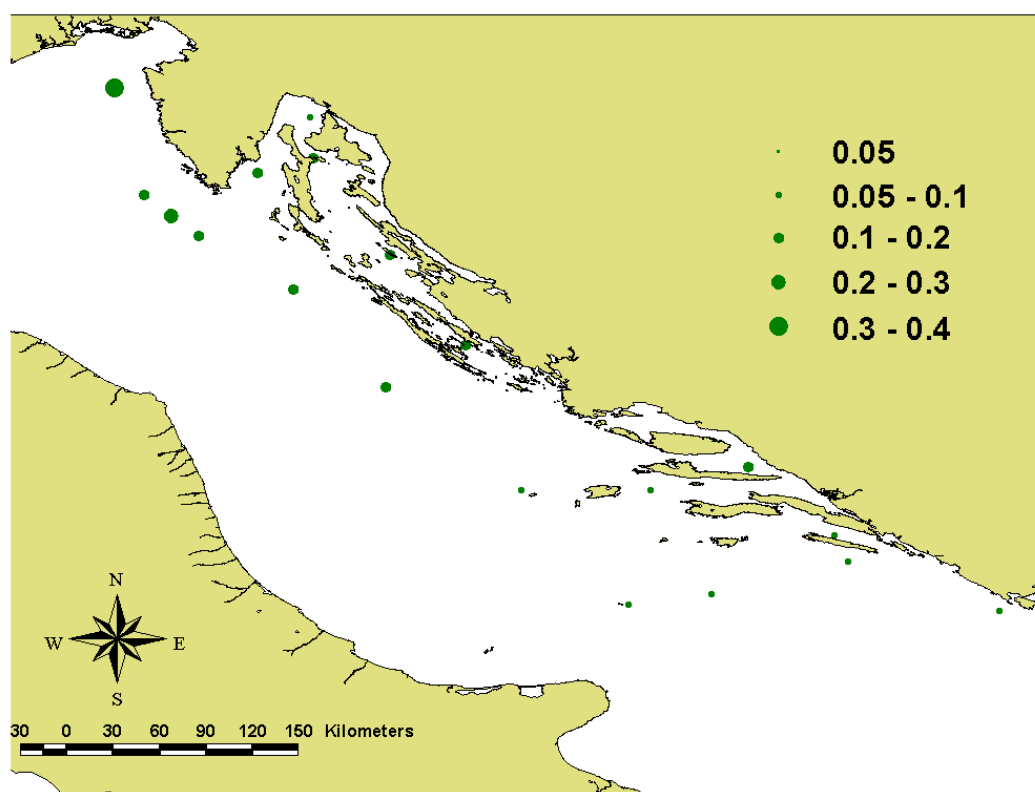
EM-26	(mix 0-75m)
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterum</i>	1480
Ukupno Dijatomeje:	1480
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	8900
<i>Gymnodinium spp.</i>	16280
Ukupno Dinoflagelati:	25180
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	62300
Ukupno Mikroflagelati:	62300
UKUPNO:	88960

Tablica 29. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-27 otvoreno more-južni dio (stanica L⁻¹).

EM 27	(mix 0-75m)
DIJATOMEJE	
<i>Nitzschia closterium</i>	740
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	740
Ukupno Dijatomeje:	1480
DINOFLAGELATI	
<i>Dinofl. <20 µm</i>	22250
<i>Amphidinium acutissimum</i>	740
<i>Amphidinium globulum</i>	1480
<i>Gymnodinium sp.</i>	740
<i>Gyrodinium sp.</i>	2220
Ukupno Dinoflagelati:	27430
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	26700
Ukupno Mikroflagelati:	26700
KOKOLITOFORIDE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	1480
Ukupno Kokolitoforide:	1480
AUTOTROFNI CILIJATI	
<i>Mesodinium rubrum</i>	740
Ukupno Autotrofni Cilijati:	740
UKUPNO:	57830

6.1.3.3. Osvrt na cjelokupno istraživano područje

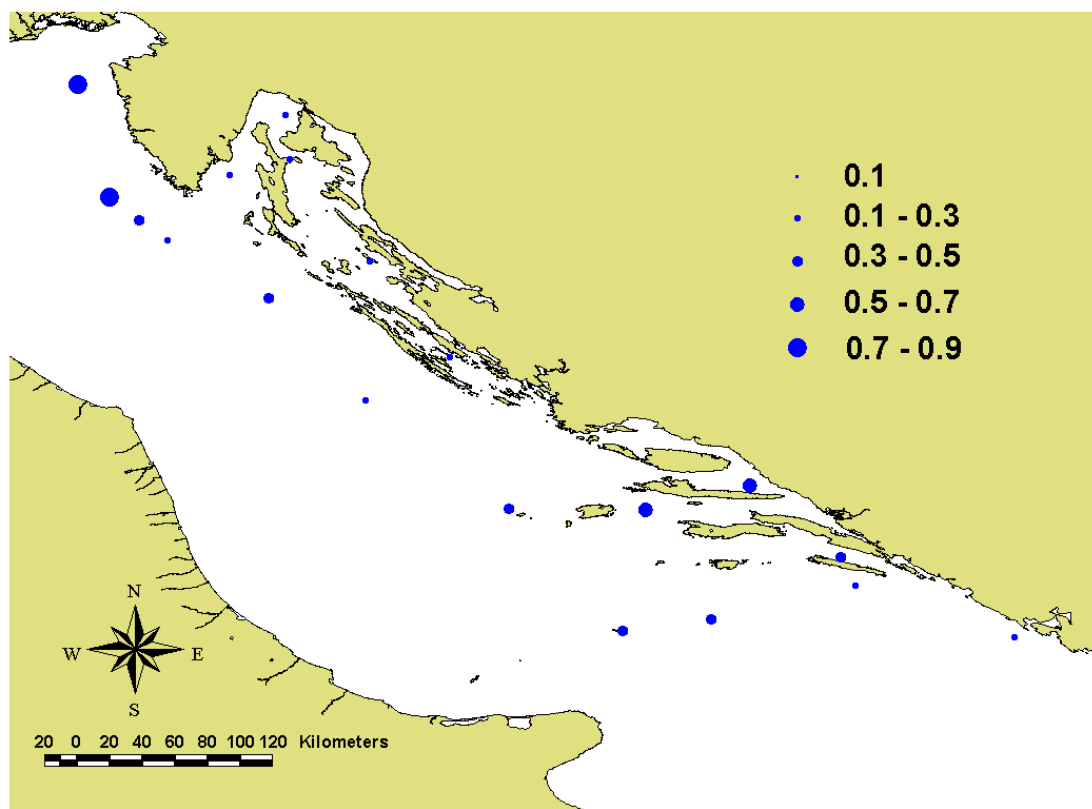
Ovogodišnji rezultati kao i oni prethodnih godina pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomasi kao i po sastavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveća biomasa i najveći udio mikrop planktonske veličinske kategorije, posebice iz skupine dijatomeja, zabilježeni su u sjevernom Jadranu i to na području Kvarnera, Riječkog zaljeva i na najsjevernijoj postaji EM-7 (Slike 58, 59). Najveće vrijednosti biomase su na čitavom području zabilježene u pridnom sloju (Slika 60) što je uobičajeno za ljetno razdoblje kada je zbog stratifikacije onemogućeno miješanje i donos hranjivih soli s dna.



Slika 58. Koncentracija klorofila *a* (mg m^{-3}) na istraživanim postajama u površinskom sloju.

Sjeverni Jadran se i po sastavu fitoplanktonske zajednice također razlikuje od srednjeg i južnog. U sjevernom Jadranu je zabilježena najveća brojnost dijatomeja, uglavnom vrste roda *Chaetoceros*, *Leptocylindrus danicus* i *Pseudonitzschia* spp., dok su u srednjem i južnom Jadranu prevladavali sitni nanoplanktonski organizmi iz skupine

«mikroflagelati» i neoklopljeni sitni dinoflagelati. U srednjem je Jadranu jedino u Hvarskom kanalu zabilježena veća brojnost dijatomeje *Thalassionema nitzschioides*.



Slika 59. Koncentracija klorofila *a* (mg m^{-3}) na istraživanim postajama u pridnom sloju.

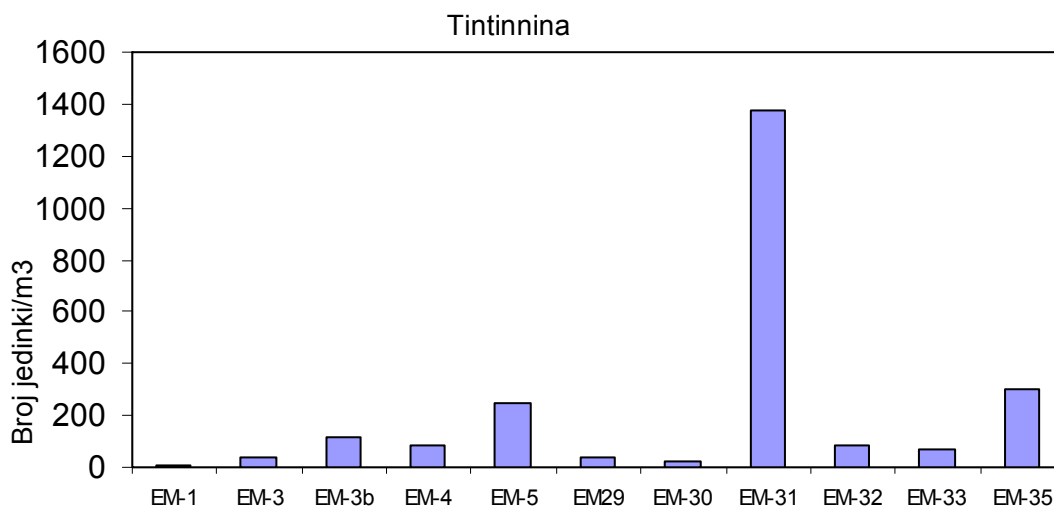
Rezultati ispitivanja i ove godine potvrđuju da je sjeverni Jadran karakteriziran višim trofičkim stupnjem u odnosu na srednji i južni Jadran. Međutim treba naglasiti da je u odnosu na prošlogodišnja istraživanja, ove godine u sjevernom Jadranu zabilježen znatan pad fitoplanktonske biomase, što je posebice vidljivo u Riječkom zaljevu i na području Kvarnera, kao i na najsjevernijoj postaji EM-7. I ove godine, kao i one prethodne, nije zamijećen površinski maksimum fitoplanktonske biomase u Riječkom zaljevu. Porast biomase u odnosu na prethodne godine zabilježen je samo u Hvarskom kanalu i to u pridnom sloju.

6.1.4. Zooplankton

6.1.4.1. Mikrozooplankton

6.1.4.1.1. Unutarnje more

Fauna tintinina u području unutarnjeg mora-sjeverni dio je siromašna, a najviše 6 vrsta smo determinirali u Kvarneru na postaji EM-5. Brojnost je bila vrlo niska za ovo doba godine. Na postajama u južnom dijelu unutarnjeg mora tintinini su također slabo prisutni, a samo vrsta *Codonellopsis schabi* dostiže brojnost od 1344 jed.m⁻³ (Slika 60, Tablica 30).



Slika 60. Brojnost tintinina na području unutarnjeg mora.

Gustoća mikrometazoa u unutarnjim vodama je uglavnom ravnomjerna. Kopepodski naupliji su dominantni mikrometazoi, a njihova gustoća varira od 2368 do 4860 jed.m⁻³, a znatno viša gustoća je na postaji u Neretvanskom kanalu (EM-31), 9520 jed.m⁻³ (Slika 61, Tablica 30, 31).

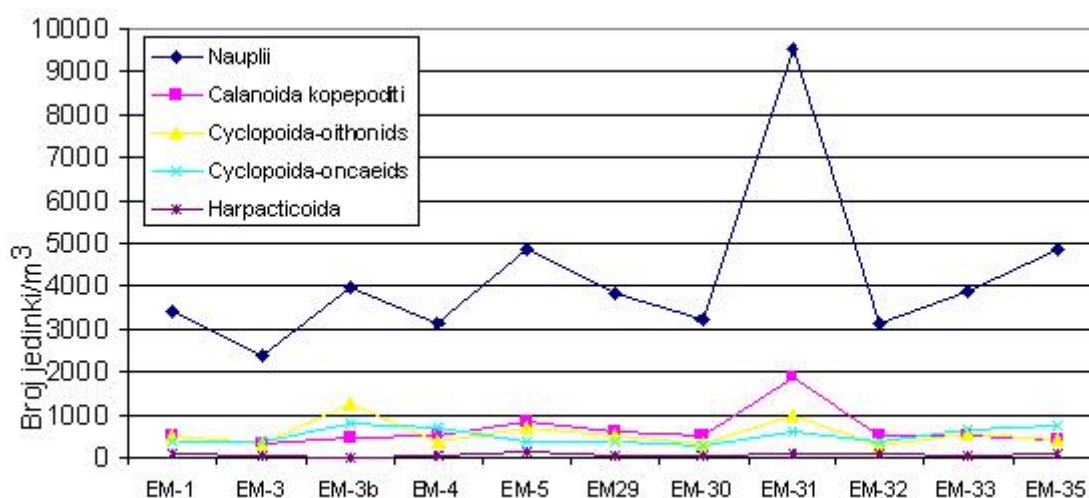
Na ovoj postaji su zabilježene i visoke vrijednosti gustoće kalanoidnih kopepodita, oithona kopepodita i adultnih primjeraka *Oithona nana*. (Tablica 30), što je u skladu sa trofičkim specifičnostima ovog područja. Kao i za vrijeme prethodnih istraživanja potpuno se izdvaja populacija u pridnenom sloju Kvarnerića kod otoka Plavnika (EM-3), gdje su bili izrazito brojni oithona kopepoditi i odrasli primjerci vrsta *Paroithona parvula* i *Oithona similis*, te kopepodita i odraslih primjeraka vrste *Monothula subtilis*.

Tablica 30. Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 μm u južnom dijelu unutarnjeg mora (jed.m^{-3}).

Postaje	EM-29	EM-30	EM-31	EM-32	EM-33	EM-35
Slojevi	75-0	65-0	20-0	44-0	70-0	56-0
Tintinnina						
<i>T. campanula</i>				7	9	68
<i>Codonella aspera</i>				44		
<i>Codonaria cistellula</i>		10				
<i>Codonellopsis schabi</i>			1344	29	63	182
<i>Cyrtarocydis cassis</i>	9	5				
<i>Undella hyalina</i>				7		
<i>Rhabdonella spiralis</i>	26	5	16			
<i>Xystonella treforti</i>						11
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>						40
<i>E. fraknoi</i>			16			
Ukupno tintinnina	35	20	1376	87	72	301
COPEPODA						
Nauplii	3825	3235	9520	3150	3870	4856
Calanoida kopepoditi	586	515	1872	511	531	399
Oithona kopepoditi	357	205	688	226	387	285
<i>Paroithona parvula</i>	60	30		22	36	46
<i>Oithona nana</i>	34		208	22		
<i>O. similis</i>	68	60	16		72	67
<i>O. setigera</i>		5		22	27	
<i>O. plumifera</i>	18	5	64	7	27	23
Ukupno Oithonida	180	100	288	73	162	136
Oncaea kopepoditi	132	130	208	44	171	342
<i>Monothula subtilis</i>	127	80	16	102	243	194
<i>Oncaea zernovi</i>	9	15		7		
<i>O. ivlevi</i>	9	5			9	
<i>O. waldemari</i>	76	40	400	219	243	205
<i>Triconia dentipes</i>		5				
<i>T. minuta</i>	9				9	
Ukupno Oncaeida	230	145	416	328	504	399
<i>Microsetella norvegica</i>	57	40	32	66	27	57
<i>Euterpina acutifrons</i>			48	7	18	23
Ukupno Harpacticoida	57	40	80	73	45	80

Tablica 31. Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 μm u sjevernom dijelu unutarnjeg mora (jed.m^{-3}).

Postaje	EM-1	EM-3		EM-4	EM-5
Slojevi	70-0	50-0	95-50	55-0	42-0
Tintinnina					
<i>Tintinnopsis lindeni</i>		6			6
<i>T. campanula</i>	9		49		58
<i>Petalotricha ampulla</i>			21		21
<i>Rhabdonella spiralis</i>		19			19
<i>D. elegans</i>		6	42	87	135
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>		6	4		10
Ukupno tintinnina	9	37	116	87	249
COPEPODA					
Nauplii	3420	2368	3955	3132	4860
Calanoida kopepoditi	522	307	483	516	855
Oithona kopepoditi	225	186	882	319	465
<i>Paroithona parvula</i>	9	6	119	29	
<i>Oithona nana</i>	198	89		35	225
<i>O. similis</i>	81	13	169	6	30
<i>O. setigera</i>			49		
<i>O. plumifera</i>		13	21		
Ukupno Oithonida	288	121	358	70	255
Oncaea kopepoditi	108	102	301	261	210
<i>Monothula subtilis</i>	72	249	462	388	45
<i>Oncaea zernovi</i>	9				
<i>O. waldemari</i>	162	45	28	75	135
<i>O. scottodicarloi</i>	9				
Ukupno Oncaeida	252	294	490	463	180
<i>Microsetella norvegica</i>	18	6	21	6	60
<i>Euterpina acutifrons</i>	63	51		41	90
Ukupno Harpacticoida	81	57	21	47	150



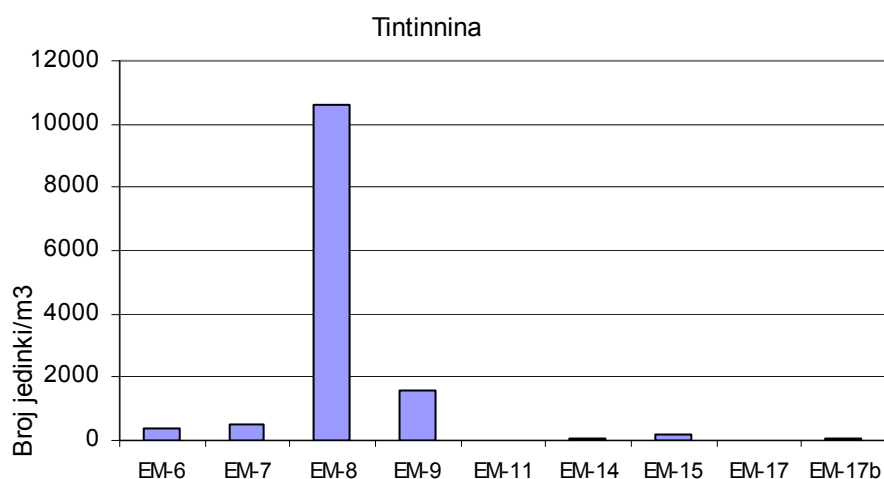
Slika 61. Brojnost mikrometazoa na području unutarnjeg mora.

6.1.4.1.2. Otvoreno more

Fauna tintinina u otvorenom moru-sjeverni dio je bila siromašna. Na postaji EM-8 uz zapadnu obalu Istre, izrazito je dominirala vrsta *Codonellopsis schabi*, 10496 jed.m⁻³ (Slika 62, Tablica 32). Inače brojnost navedene jesensko-obalne vrste pojedinih godina u sjevernom Jadranu, kanalima i zaljevima srednjeg i južnog Jadrana dostiže vrlo visoke vrijednosti. Za vrijeme eho-monitoringa u studenom 2002. na području zapadneobale Istre zabilježeno je više od 11000 jed.m⁻³.

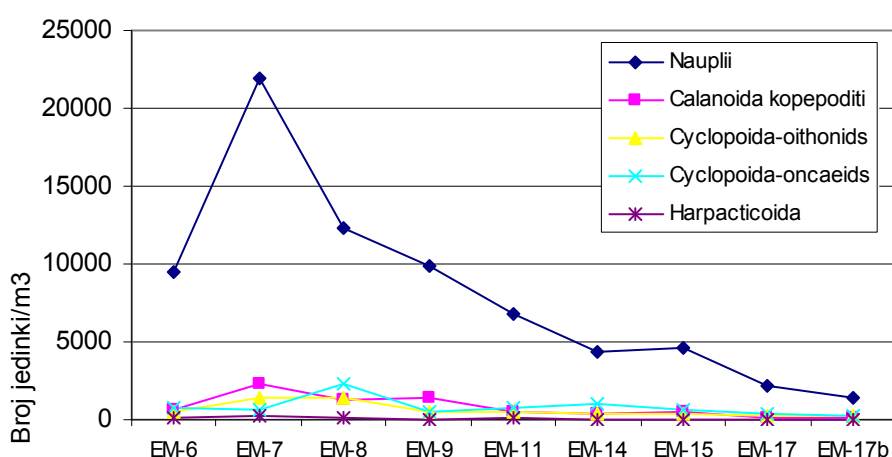
Tablica 32. Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 µm u sjevernom dijelu otvorenog mora (jed.m⁻³).

Postaje	EM6	EM7	EM-8	EM-9	EM-11	EM-14	EM15	EM17	
Slojevi	38-0	20-0	25-0	40-0	35-0	60-0	55-0	50-0	90-50
Tintinnina									
<i>Tintinnopsis fracta</i>				288					
<i>T. lindeni</i>			102						
<i>T. fenica</i>		96							
<i>Codonella aspera</i>						33	173		44
<i>Codonaria cistellula</i>						22			16
<i>Codonellopsis schabi</i>	352	350	10496	1264					
<i>Cyttarocylis cassis</i>									12
<i>Dictyocysta mitra</i>							3		
<i>D. elegans</i>				32					
<i>E. fraknoi</i>	17	32					19	6	
Ukupno tintinnina	369	478	10598	1584		55	195	6	72
COPEPODA									
Nauplii	9492	21920	12312	9920	6840	4400	4640	2240	1400
Calanoida kopepoditi	672	2336	1331	1376	576	374	516	128	88
Oithona kopepoditi	454	1184	1024	416	346	308	255	182	192
<i>Paroithona parvula</i>						110	19		56
<i>Oithona nana</i>	34	198	384	122	54	11	19		
<i>O. similis</i>					36	11	29	13	20
<i>O. setigera</i>							12		4
<i>O. plumifera</i>					18		19	13	
Ukupno Oithonida	34	198	384	122	108	132	98	26	80
Oncaea kopepoditi	168	320	1536	176	252	264	319	243	152
<i>Monothula subtilis</i>				16	252	517	46	38	48
<i>Oncaea zernovi</i>						11	6		16
<i>O. waldemari</i>	588	352	742	272	234	286	290	86	52
<i>O. media</i>							13		4
<i>T. minuta</i>									12
<i>T. recta</i>									4
Ukupno Oncaeida	588	352	742	288	486	814	355	124	136
<i>Microsetella norvegica</i>	34	96	26	16	18	33	29	10	48
<i>Euterpina acutifrons</i>	84	224	128	48	54	22	17		
Ukupno Harpacticoida	118	320	154	64	72	55	46	10	48



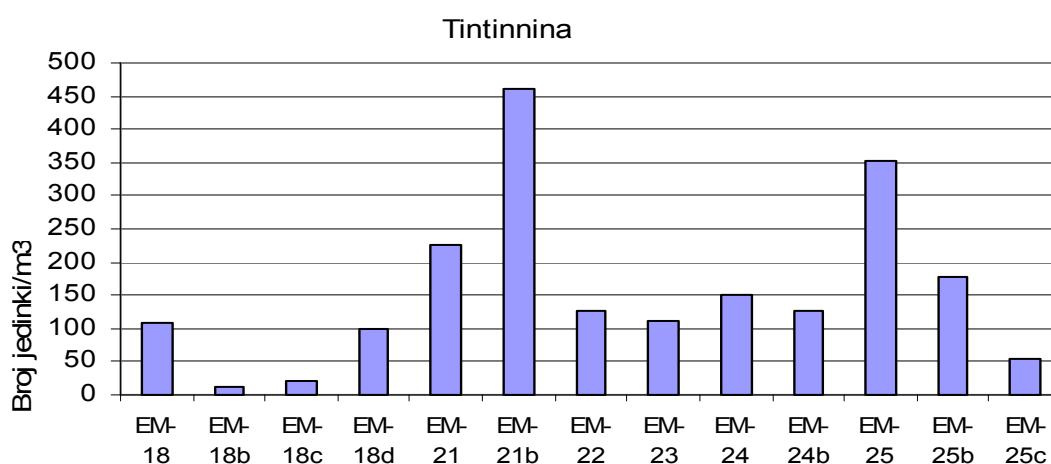
Slika 62. Brojnost tintinina na području otvorenog mora-sjeverni dio.

U otvorenim vodama sjevernog Jadrana izražen je trofički gradijent nauplija i svih skupina kopepoda od krajnje sjeverne postaje prema jugu. Vrlo visoka vrijednost gustoće nauplija od 21920 jed.m⁻³ bila je na postaji EM-7 (Slika 63). Na istoj postaji zabilježene su i maksimalne vrijednosti kalanoidnih kopepodita i oithona kopepodita. Naprotiv vrlo visoke vrijednosti gustoće oncaeidnih kopepodita i odraslih primjeraka vrste *Oncaea waldemari* utvrđene su na postaji EM-8 (Tablica 32). Samo na postaji EM-17 u pridnom sloju prisutne su neke tipične vrste južnog Jadrana.



Slika 63. Brojnost mikrometazoa na području otvorenog mora-sjeverni dio.

U otvorenom moru-srednji dio fauna tintinina je na nekim postajama bogatija od sjevernog dijela, na postaji EM-21 prisutno je 11 vrsta, a na EM-25 čak 16 vrsta. Sve zabilježene vrste su karakteristične vrste otvorenog mora južnog Jadrana. Na navedenim postajama zabilježena je vrsta *Undella hadai*, novi imigrant iz Crvenog mora. Gustoća populacije tintinina je iznimno niska s dominantnim vrste *Codonella aspera* u pridnenom sloju postaje EM-21 i površinskom postaje EM-25 (Slika 54, Tablica 33). Atipično su bile vrlo niske vrijednosti gustoće u podpovršinskom sloju postaje EM-18 iznad najdubljeg dijela Jabučke kotline. Na ovoj postaji u najdublem sloju od 260 do 200 m dubine utvrđena je uobičajena prisutnost vrste *Petalotricha ampulla*. Tintinini na postajama otvorenog mora-južni dio nisu od kvantitativne važnosti (Tablica 34).



Slika 64. Brojnost tintinina na području otvorenog mora-srednji dio.

Vrlo niske vrijednosti gustoće svih skupina kopepoda bile su na središnjoj postaji Jabučke kotline i to u svim slojevima, a osobito u sloju od 100 do 50 m dubine. U najdubljem sloju samo je gustoća kopepodita i adultnih primjeraka oithonida povećana u odnosu na gornje slojeve. Karakteristična vrsta najdubleg sloja *Epicalymma exigua* je prisutna, ali malobrojna. Znatno više vrijednosti su na postajama od EM-21 do EM-24, međutim najviše vrijednosti svih skupina su u površinskom i subpovršinskom sloju postaje EM-25 (Slika 65). Na ovoj postaji u dubokom sloju su zabilježene rjeđe vrste južnog Jadrana (Tablica 33), sličan kvalitativni sastav je i u subpovršinskom sloju postaje EM-26 kod Mljeta, ali sa znatno nižim gustoćama, što je karakteristično za sve skupine kopepoda i najranije razvojne stadije odnosno nauplije (Tablica 34).

Tablica 33. Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 μm u srednjem dijelu otvorenog mora (jed.m^{-3}).

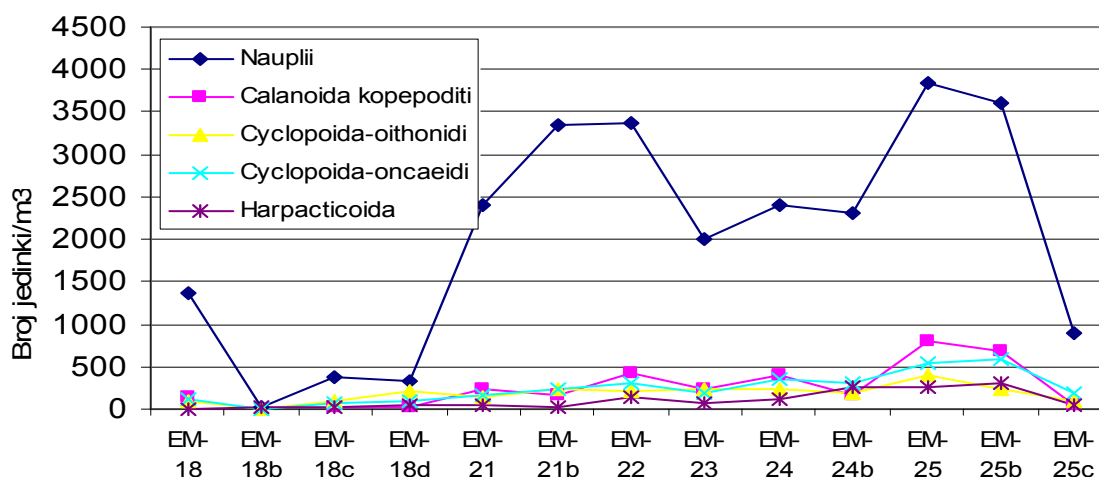
	Postaje	EM-18				EM-21	EM-22	EM-23	EM24	EM25			
Slojevi	50-0	100-50	200-100	260-200	50-0	100-50	72-0	80-0	50-0	100-50	50-0	100-50	195-100
Tintinnina													
<i>Codonella aspera</i>	61	10	19	34	102	320	54	16	118	89	134	26	24
<i>C. galea</i>													6
<i>C. amphorella</i>												13	
<i>Codonaria cistellula</i>						6	9					6	
<i>C. orthoceras</i>												6	
<i>Codonellopsis schabi</i>		3											
<i>Cyttarocyliis eucecryphalus</i>												6	3
<i>Cyttarocyliis cassis</i>			3		3	51	9			6		13	3
<i>Petalotricha ampulla</i>				65									
<i>Epiplocyliis acuminata</i>					3							6	
<i>Rhabdonella spiralis</i>	13				26			64	3	13	32		
<i>Xystonella longicauda</i>	3				6						13		
<i>X. treforti</i>						13				6		32	
<i>X. lohmanni</i>	6				22	13	9		7		19	6	
<i>Xystonellopsis cymatica</i>													4
<i>Parundella lohmanni</i>													10
<i>Dictyocysta mitra</i>	9				51	45	27	28	19	6	115	58	3
<i>D. elegans</i>	13				10	13							
<i>Undella hadai</i>					3						13		
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>							18						
<i>E. fraknoi</i>	3							4	3		6		
<i>Amphorides quadrilineata</i>										6	6	6	
<i>Salpingella glockentoegeri</i>											13		
Ukupno tintinnina	108	13	22	99	226	461	126	112	150	126	351	178	53

Tablica 33 (nastavak). Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 μm u srednjem dijelu otvorenog mora (jed.m^{-3}).

	Postaje	EM-18				EM-21	EM-22	EM-23	EM24	EM25				
Slojevi	50-0	100-50	200-100	260-200	50-0	100-50	72-0	80-0	50-0	100-50	50-0	100-50	195-100	
COPEPODA														
Nauplii	1376	26	384	324	2400	3353	3375	2000	2400	2316	3840	3616	907	
Calanoida kopepoditi	137		35	32	243	166	423	224	400	172	794	684	39	
Oithona kopepoditi	80		64	135	108	154	144	196	156	128	326	192	74	
<i>Paroithona parvula</i>		3	13	6				4	12	19	32	19	10	
<i>Oithona nana</i>	3				6				6		19			
<i>O. similis</i>			10	49	6	38	27	12	38	13	6	2	2	
<i>O. setigera</i>			2	18	13	19	9			13		13		
<i>O. plumifera</i>			8			13	27	12	12	13	6			
Ukupno Oithonida	3	3	33	73	25	70	63	28	68	58	63	34	12	
Oncaea kopepoditi	102		45	38	102	160	153	180	204	128	230	339	98	
<i>Monothula subtilis</i>	3	3		11	32	45	108	8	67	32	122	26	2	
<i>Oncaea zernovi</i>	3		13	18	13	19	9		38	121	154	147	69	
<i>O. ivlevi</i>														
<i>O. waldemari</i>	12		2		19	19	9	4	48	19	26	19		
<i>O. media</i>			2	3				4	3					
<i>O. minima</i>				3									9	
<i>O. vodjanitskii</i>			2									13		
<i>O. ovalis</i>			2	3								13	7	
<i>Triconia recta</i>							9							
<i>T. minuta</i>							27					32	5	
<i>T. hawii</i>													2	
<i>Epicalymma exigua</i>				9									3	
Ukupno Oncaeida	18	3	21	47	64	83	162	16	156	172	302	250	97	
<i>Microsetella norvegica</i>	6	29	27	48	54	32	153	68	118	256	260	307	51	
Ukupno Harpacticoida	6	29	27	48	54	32	153	68	118	256	260	307	51	

Tablica 34. Protozoi i mikrometazoi uzorkovani mrežom od 53 μm u južnom dijelu otvorenog mora (jed.m^{-3}).

Postaje	EM-26		EM-27	
Slojevi	50-0	140-50	50-0	130-0
Tintinnina				
<i>Codonella aspera</i>	22	22	26	
<i>Codonaria cistellula</i>		7		
<i>Cyrtarocyliis cassis</i>		7		
<i>Petalotricha ampulla</i>		4		
<i>Rhabdonella spiralis</i>	35		6	1
<i>Undella hyalina</i>	3	3		
<i>U. hadai</i>	13			
<i>Xystonellopsis paradoxa</i>		2		
<i>Dictyocysta mitra</i>	29	2	13	
<i>D. elegans</i>		2	6	1
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>	3			
<i>E. fraknoi</i>	3			
Ukupno tintinnina	108	49	51	2
COPEPODA				
Nauplii	1424	765	1811	18
Calanoida kopepoditi	102	32	326	0
Oithona kopepoditi	166	90	217	1
<i>Paroithona parvula</i>	6	22		
<i>Oithona nana</i>	22		58	1
<i>O. similis</i>	3	16	6	
<i>O. setigera</i>	10	4	13	
<i>O. plumifera</i>	19	9	13	
Ukupno Oithonida	60	51	90	1
Oncaea kopepoditi	64	99	89	2
<i>Monothula subtilis</i>	16	29	26	1
<i>Oncaea zernovi</i>	13	32		
<i>O. ivlevi</i>	6	86		3
<i>O. waldemari</i>	7	13	13	
<i>O. scottodicarloi</i>		2		
<i>O. vodjanitskii</i>		2		
<i>O. ovalis</i>		2		
<i>T. minuta</i>		2		
Ukupno Oncaeida	42	168	39	4
Microsetella norvegica	156	88	51	11
Ukupno Harpacticoida	156	88	51	11



Slika 65. Brojnost mikrometazoa na području otvorenog mora-srednji dio.

6.1.4.1.3. Osvrt na cjelokupno istraživano područje

Fauna tintinina je tipična za rano jesensko razdoblje s iznimno malim brojem vrsta u obalnom i otvorenom moru-sjeverni dio i raznolikom faunom na postajama otvorenog mora-srednji dio, gdje je na postajama EM25 i EM-26 u površinskom sloju ponovno zabilježen veći broj primjeraka imigrantske vrste *Undella haday*. Na postajama otvorenog mora-srednji dio, dominirala je oceanska vrsta *Codonella aspera*. Međutim od kvantitativne važnosti je bila samo vrsta *Codonellopsis schabi* na postajama otvorenog mora-sjeverni dio i u Kanalu Malog Stona. Izrazito visoka vrijednost gustoće ove vrste na postaji EM-08, zabilježena je za vrijeme eho-monitoringa u studenom 2002. godine. U pravilu više vrijednosti su bile u površinskom sloju. Iznimno su malobrojni u subpovršinskom sloju postaje EM-18, dok je na ovoj postaji u najdubljem sloju relativno brojna karakteristična vrsta Jabučke kotline *Petalotricha ampulla*.

Dominantne skupine mikrometazoa su kopepodni rakovi i njihovi raniji razvojni stadiji, naupliji i kopepoditi. Na cijelom području nađene su relativno visoke vrijednosti gustoće svih skupina. Izrazito visoke vrijednosti su na postajama otvorenog mora-sjeverni dio i na postaji u Kanalu Malog Stona. Maksimalne vrijednosti su bile na postaji EM-07, 21920 jed.m⁻³ nauplija, 2336 jed.m⁻³ kalanoidnih kopepodita i 1184 jed.m⁻³ oitonidnih kopepodita. Maksimalne vrijednosti oncaeidnih kopepodita i adultnih primjeraka vrste *Oncaea waldemari* zabilježene su na postaji EM-08. Također visoke vrijednosti svih skupina kopepoda bile su za vrijeme eho-monitoringa u rujnu 2004. godine, kada je bio vrlo izražen trofički gradijent gustoće. Obje postaje u otvorenom moru-južni dio

karakteriziraju niske vrijednosti gustoće, osobito u pridnom sloju postaje EM-27. Izrazito niske vrijednosti gustoće svih skupina bile su na postaji EM-18, osobito u subpovršinskom sloju. U ovom sloju je nađen veći broj hiperidnih rakova, što možemo povezati s ranijom dominacijom doliolida i salpida. Velike količine salpida u površinskim slojevima su filtriranjem značajno smanjile gustoću tintinina i malih kopepoda. Pri dnu ove postaje nađen je manji broj kopepoda karakterističnih za duboke slojeve Jabučke kotline, što se može dovesti u vezu s gustim populacijama eufauzidnog raka *Nyctiphanes couchii*. Kao i za vrijeme ranijih istraživanja na postaji EM-03 sve skupine kopepoda su bile znatno brojnije u pridnom u odnosu na površinski sloj, a osobito vrste *Paroithona parvula*, *Oithona similis* i *Monothula subtilis*. Prema sastavu i brojnosti svih skupina manjeg i srednjeg zooplanktona u obalnom moru sjevernog i južnog Jadrana, te na većem dijelu otvorenog mora sjevernog i srednjeg dijela možemo zaključiti da su tijekom rujna 2007. godine bili vrlo povoljni uvjeti za ishranu male plave ribe.

6.1.4.2. Mezozooplankton i makrozooplankton

6.1.4.2.1. Unutarnje more

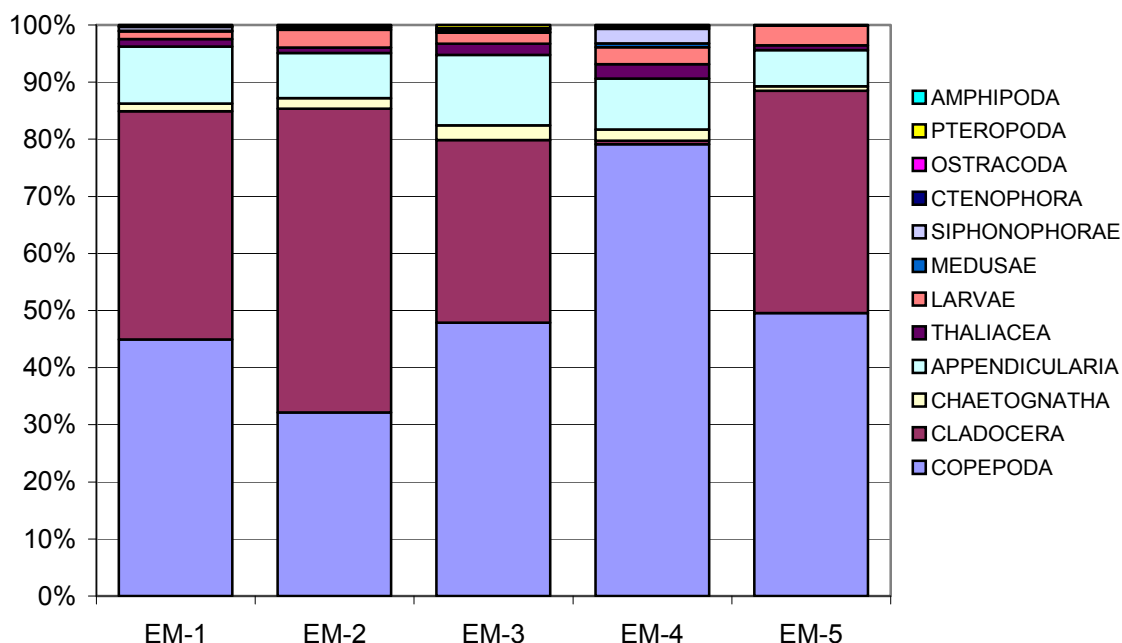
Od pet postaja u sjevernom dijelu unutarnjeg mora, samo je u području Kvarnerića uzorkovano u dva sloja. Na području Virskog mora većinu u ukupnom zooplanktonu čine kladocere sa zabilježenih 1474,6 jed./m³ (53%). Na ostalim postajama većinu čine kopepodi (maksimalnih 79% u Riječkom kanalu), a dominantna vrsta kalanoidnih kopepoda je *Temora stylifera*. Udio apendikularija kreće se od 6 do 12% na području Kvarnerića gdje je u površinskom sloju nađeno 215 jed./m³ (Tablica 35, Slika 66). Jaja riba nisu pronađena u Riječkom kanalu. Maksimalan broj zabilježen je u području Kvarnera (3,8 jed./m³) i sva nađena jaja pripadaju vrsti *Engraulis encrasicolus* L. Vrlo visoka vrijednost od 8,4 jed./m³ ličinki riba zabilježena je u Virskom moru, te nešto niža vrijednost (2,2 jed./m³) u području Kvarnera (Tablica 35).

Svih šest postaja južnog dijela unutarnjeg mora uzorkovane su u jednom sloju. Na svim su postajama kopepodi najzastupljenija skupina zooplanktona, od 35% u Splitskom kanalu do 65% u Mljetskom i Neretvanskom kanalu gdje je zabilježeno čak 1200 jed./m³. Kladocere su najmanje zastupljene u području Mljetskog i Korčulanskog kanala, dok na ostalim postajama sudjeluju sa 24-33% u ukupnom zooplanktonu. Od želatinoznih skupina zooplanktona, apendikularije sudjeluje sa maksimalnih 260,6 jed./m³ (24,4%) na području

Splitskog kanala, a Thaliacea su najzastupljenije u području Korčulanskog kanala (16,6%) (Tablica 36, Slika 67).

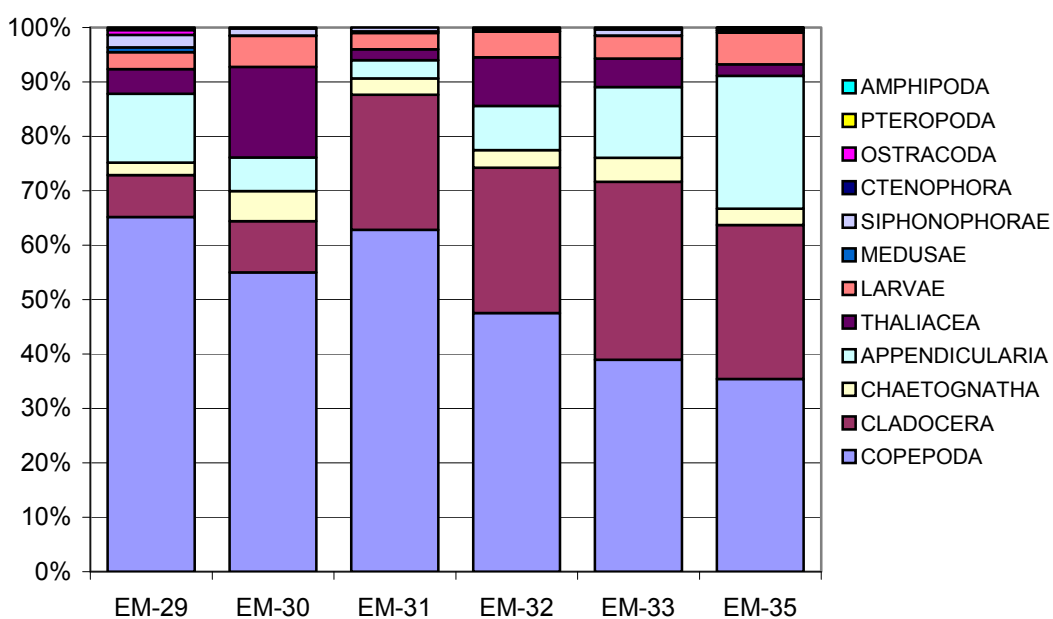
Tablica 35. Raspodjela gustoće zooplanktona na sjevernom dijelu unutarnjeg mora (jed. m⁻³).

	EM-1 70-0	EM-2 50-0	EM-3 50-0	EM-3 100-50	EM-4 55-0	EM-5 42-0
MEDUSAE	1,8	10,2	0,3	2,6	4,7	0,4
SIPHONOPHORAE	11	10,2	5,1	5,1	18,6	0,8
CTENOPHORA	1,8		2,6	2,6	2,3	
OSTRACODA	0,5		0,6	0,3	2,3	
CLADOCERA	672,9	1474,6	455,7	312,3	4,7	597,3
PTEROPODA	3,7	2,6	2,6	10,2	0,3	0,1
AMPHIPODA			0,1			
COPEPODA						
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	43,9	56,3	27,8	26,2	58,2	36,6
Calanoida	131,7	169,6	67,2	53,5	54,7	70,4
Calanoida kopepoditi	581,5	665,6	343	629,8	465,5	652,2
COPEPODA UKUPNO	757,1	891,5	438	709,5	578,4	759,2
CHAETOGNATHA	22	51,2	35,8	25,6	14	12,2
APPENDICULARIA	168,2	220,2	215	81,9	65,2	97,5
THALIACEA	22	25,6	30,7	15,4	18,6	12,2
LARVAE						
Bivalvia	3,7	30,7	5,1	10,2	4,7	15,2
Gastropoda	1,1	10,2	10,2	10,2	14	12,2
Polychaeta	0,2	5,1	0,3	0,6	0,6	0,4
Decapoda	14,6	15,4	5,1	2,6	2,3	4,2
Mysida		0,4			0,1	0,1
Euphausiida						
Cirripedia						6,1
Echinida		5,1	0,3			3
Ophiurida	1,8					
Asteroidea	0,2	10,2	0,3			6,1
Ova piscis	0,5	0,5	0,2	0,6		3,8
Pisces	0,7	8,4	0,6	0,2	0,2	2,2
LARVAE UKUPNO	22,8	86	22,1	24,4	21,9	53,3
UKUPNO	1683,8	2772,1	1208,6	1189,9	731	1533



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

Jaja riba nisu nađena u području Splitskog kanala. U području Mljetskog kanala zabilježeno je 1,5 jed. m^{-3} , od čega više od 95% čine jaja vrste *Engraulis encrasicolus* L. Ostale vrijednosti su <1 jed. m^{-3} . Ličinke riba nađene su na svim postajama, a značajnije vrijednosti javljaju se samo u području Korčulanskog i Neretvanskog kanala (1,6 jed. m^{-3} ; 3,4 jed. m^{-3}) (Tablica 36).



Slika 67. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora.

Tablica 36. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu unutarnjeg mora (jed. m⁻³).

	EM-29	EM-30	EM-31	EM-32	EM-33	EM-35
	75-0	65-0	20-0	44-0	70-0	56-0
MEDUSAE	6,8	0,7	6,4	1,1	0,7	4,6
SIPHONOPHORAE	17,1	15,8	12,8	5,8	11	4,6
CTENOPHORA	0,1					
OSTRACODA	6,8				3,4	0,6
CLADOCERA	58	114,2	473,6	384	321,8	301,7
PTEROPODA	3,4	2		3,6		0,4
AMPHIPODA			0,2			
COPEPODA						
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	4,7	8,4	26,4	41,1	23,8	23,7
Calanoida	135	105,8	175,2	141,8	30,4	61,9
Calanoida kopepoditi	351,6	551,4	998,4	500,4	329,2	292,6
COPEPODA UKUPNO	491,3	665,6	1200	683,3	383,4	378,2
CHAETOGNATHA	17,1	67	57,6	46,5	43,9	32
APPENDICULARIA	95,6	74,8	64	116,4	128	260,6
THALIACEA	34,1	200,9	38,4	128	51,2	22,9
LARVAE						
Bivalvia		15,8	6,4	5,8	7,3	
Gastropoda	13,7	19,7	6,4	11,6	3,7	4,6
Polychaeta	0,6	3,9	1,6	0,7	7,3	1,4
Decapoda	6,8	19,7	12,8	2,9	11	4,6
Mysida		0,4		0,2	0,1	0,1
Euphausida						
Cirripedia						0,3
Echinida		7,9	12,8	34,9	11	32
Ophiurida						
Asteroidea			12,8	11,6		18,3
Ova piscis	1,5	0,3	0,4	0,4	0,5	
Pisces	0,7	1,6	3,4	0,4	0,3	0,4
LARVAE UKUPNO	23,3	69,3	56,6	68,5	41,2	61,7
UKUPNO	753,6	1210,3	1909,6	1437,2	984,6	1067,3

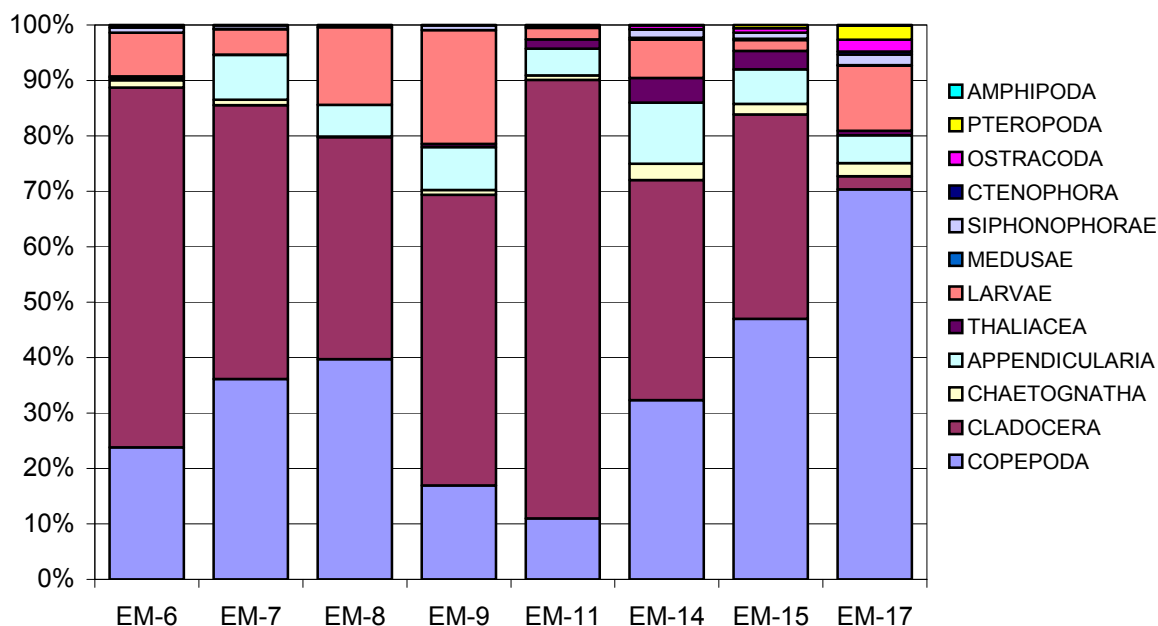
6.1.4.2.2. Otvoreno more

Sjeverni dio ovog područja obuhvaćen je sa osam istraživanih postaja od kojih je samo EM-17 uzorkovana u dva sloja. Iako su na postajama EM-7 i EM-8 zabilježene izrazito visoke koncentracije kopepoda (1420,8 i 994,5 jed. m⁻³) većinu u ukupnom zooplanktonu čine kladocere. Na postaji EM-11 zastupljene su sa čak 79% u ukupnom zooplanktonu (maksimalnih 3401,1 jed. m⁻³). Dominantna vrsta je *Penilia avirostris*. Na postaji EM-17 kladocere su malobrojne, a najzastupljeniji su kopepoditi (70%). Značajne vrijednosti skupine apendikularija (>100 jed. m⁻³) javljaju se na svim postajama, osim

EM-6 i EM-17. Od ličinki su najbrojnije one školjkaša, naročito na postajama EM-8 i EM-9 (327,7 i 435,2 jed. m⁻³) (Tablica 37, Slika 68).

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

	EM-6 38-0	EM-7 20-0	EM-8 25-0	EM-9 40-0	EM-11 35-0	EM-14 60-0	EM-15 55-0	EM-17 50-0	EM-17 90-50
MEDUSAE		1,6	0,6	0,8	0,9	4,3	4,7	0,2	0,2
SIPHONOPHORAE	13,5	25,6	10,2	19,2	14,6	17,1	18,6	5,1	6,4
CTENOPHORA		0,8			0,5	0,5			3,2
OSTRACODA						8,5	14	10,2	3,2
CLADOCERA	963,4	1945,6	1003,5	1164,8	3401,1	460,8	628,4	5,1	9,6
PTEROPODA	6,7	0,8		0,8	7,3	0,3	9,3	15,4	
AMPHIPODA						0,1	0,1	0,8	
COPEPODA									
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	13,5	6,4	21,1	19,2	37,5	17,1	11,6	8,6	18
Calanoida	50,5	172,8	72,3	56,8	113,8	101,6	227,2	70,7	16,4
Calanoida kopepoditi	289,7	1241,6	901,1	300,8	321,8	256	563,2	184,3	134,4
COPEPODA UKUPNO	353,7	1420,8	994,5	376,8	473,1	374,7	802	263,6	168,8
CHAETOGNATHA	20,2	38,4	1,9	19,2	36,6	34,1	32,6	5,1	9,6
APPENDICULARIA	6,7	320	143,4	172,8	204,8	128	107,1	5,1	25,6
THALIACEA	3,4	0,8		12,8	73,1	51,2	55,9	1,9	3,2
LARVAE									
Bivalvia	101,1	76,8	327,7	435,2	43,9	51,2	4,7	30,7	3,2
Gastropoda	0,2		5,1	6,4	0,5	4,3		30,7	3,2
Polychaeta	0,8	6,4	0,6	0,8	2,3	2,1		1,3	0,8
Decapoda	13,5	12,8	10,2	12,8	3,7	4,3	27,9	1	0,4
Mysida			0,5					0,3	
Euphausiida									
Cirripedia									
Echinida		76,8			36,6	17,1			
Ophiurida		6,4	5,1						
Asteroidea					0,5	0,3			
Ova piscis	1,1	1	0,3	0,6	0,5	0,2	0,3	0,7	
Pisces	0,2	1,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,4	0,2	
LARVAE UKUPNO	116,9	181,4	349,8	455,9	88,5	80	33,3	64,9	7,6
UKUPNO	1484,5	3935,8	2503,9	2223,1	4300,5	1159,6	1706	377,4	237,4



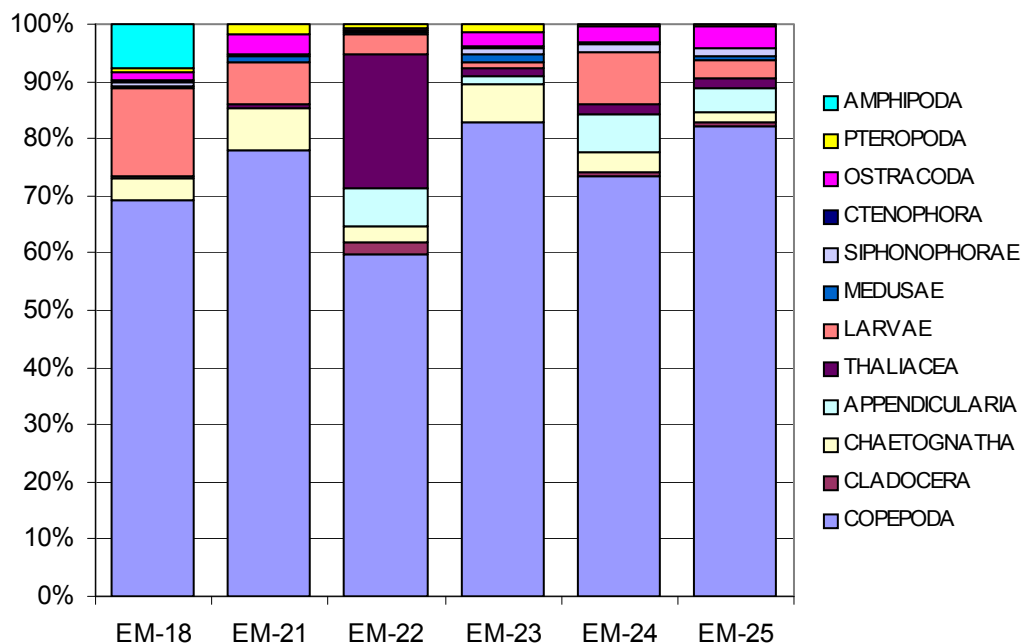
Slika 68. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu otvorenog mora.

Jaja i ličinke riba nađena su na svim postajama, nema ih u subpovršinskom sloju postaje EM-17. Na postaji EM-7 zabilježeno je 1 jed. m^{-3} jaja i 1,2 jed. m^{-3} ličinki, te na postaji EM-6 1,1 jed. m^{-3} jaja riba. Sve ostale vrijednosti su <1 jed. m^{-3} (Tablica 37).

Otvorene vode Srednjeg Jadrana najdublje su istraživano područje. Tako je postaja EM-18 uzorkovana u četiri sloja, EM-25 u tri, EM-21 i EM-24 u dva, a EM-22 i EM-23 u jednom sloju. Na svim uzorkovanim postajama većinu u ukupnom zooplanktonu čine kopepodi, od 60% na postaji EM-22 do maksimalnih 83% na postaji EM-25. Kladocere se javljaju s vrlo niskim vrijednostima tek na tri postaje ovog područja. Za postaju EM-22 značajan je udio Thaliacea koje su u ukupnom zooplanktonu zastupljene sa 23,5%. Pripadnici ostrakoda nađeni su na svim postajama i dubinama, a brojniji su u subpovršinskim slojevima postaja EM-21, EM-24 i EM-25 (>10 jed. m^{-3}). Očit je pad gustoće populacija zooplanktona u vertikalnom smjeru na postaji EM-18, pa su vrijednosti ispod 100 m dubine <20 jed. m^{-3} . Na toj je postaji značajan udio amfipodnih rakova iz roda *Hyperia* (7,5%) kojih u sloju 100-50 m ima čak 17,8 jed. m^{-3} . U tom je sloju zabilježena i visoka koncentracija ličinki riba (2,4 jed. m^{-3}), dok ličinke nisu nađene u dva duboka sloja iste postaje. Jaja riba izostaju na postaji EM-21, u dva duboka sloja postaje EM-18 i pridnom sloju postaje EM-25. Značajnije vrijednosti zabilježene su na postaji EM-23 (1,7 jed. m^{-3}) i površinskom sloju postaje EM-25 (2,7 jed. m^{-3}) (Tablica 38, Slika 69).

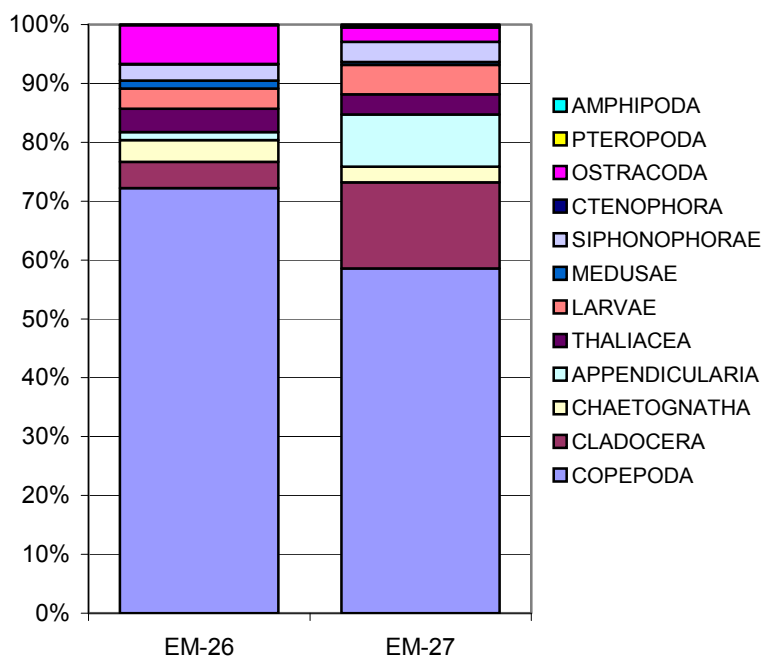
Tablica 38. Raspodjela gustoće zooplanktona na srednjem dijelu otvorenog mora (jed. m⁻³).

	EM- 18	EM- 18	EM- 18	EM- 18	EM- 21	EM- 21	EM- 22	EM- 23	EM- 24	EM- 24	EM- 25	EM- 25	EM- 25
	50-0	100- 50	200- 100	260- 200	50-0	100- 50	72-0	80-0	50-0	100- 50	50-0	100- 50	195- 100
MEDUSAE	0,3		0,6		0,2	5,1	0,5	3,2	0,2	0,3	5,1	1,3	0,3
SIPHONOPHORAE	0,6	1,3	0,6		0,1	2,6	3,6	3,2	5,1	3,5	5,1	7,7	0,7
CTENOPHORA	0,1				0,2			0,2	2,6		0,2		
OSTRACODA	2,6	1,3	0,6	0,1	5,1	12,8	3,6	6,4	7,7	12,8	10,2	7,7	14,8
CLADOCERA							14,2		1,3	2,6	5,1		
PTEROPODA	2,6	0,3		0,1	1,3	7,7	3,6	3,2	0,2	2,6	1,3	2,6	0,1
AMPHIPODA	1,8	17,8	1,2	2,7	0,2		0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1
COPEPODA													
Poecilostomatoida													
(bez Oncaeidae)	5,3	0,5	1		0,5	2,8	10,9	9,6	2,6	10,6	7,8	28,2	6,7
Calanoida	37,9	17,5	1,8		53,1	42,2	96,2	56	89	30,6	20,6	18,7	6,1
Calanoida kopepoditi	71,7	71,7	8	1	120,3	192	309,3	137,6	217,6	184,3	189,5	409,6	50,5
COPEPODA													
UKUPNO	114,9	89,7	10,8	1	173,9	237	416,4	203,2	309,2	225,5	217,9	456,5	63,3
CHAETOGNATHA													
APPENDICULARIA	5,1	6,4	0,6	0,1	6,4	33,3	21,3	16	12,8	12,8	5,1	7,7	2,7
THALIACEA			0,3				46,2	3,2	23	25,6	25,6	10,2	2,7
					1,3	2,6	163,6	3,2	10,2	2,6	15,4	1,3	
LARVAE													
Bivalvia	23	1,3	0,3	0,8	1,3	17,9			20,5	10,2	1,3		
Gastropoda	1,3	1,3		0,1	3,8	10,2	10,7		7,7	2,6	5,1	2,6	2
Polychaeta	0,3	0,3	0,6	0,5		0,2	3,6	0,1	0,5	2,6	1	0,5	0,3
Decapoda	5,1	0,6	0,3	0,1	1,3	2,6	5,3	0,8	2,6	5,1	1,5	5,1	0,7
Mysida	0,1					0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2		0,1
Euphausida	2,6	3,8	0,1						1,3	3,2	0,3		1,3
Cirripedia									2,6			0,1	
Echinida	0,2	0,2							2,6	2,6			
Ophiurida													0,1
Asteroidea	2,6				0,2		3,6						
Ova piscis	0,2	0,2					0,3	1,7	0,1	0,1	2,7	0,1	
Pisces	0,3	2,4			0,2	0,1	0,7	0,1	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1
LARVAE UKUPNO	35,7	10,1	1,3	1,5	6,8	31,1	24,3	2,8	38,5	26,9	12,2	8,7	4,6
UKUPNO	163,7	126,9	16	5,5	195,5	332,2	697,4	244,7	411,1	315,5	303,5	504	89,3



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

U otvorenim vodama južnog dijela Jadranskog mora uzorkovalo se na dvije postaje u dva sloja. Kopepodi čine većinu u ukupnom zooplanktonu na obje postaje (72% na postaji EM-26, 58,6% na EM-27). Dok su na postaji EM-27 kvantitativno značajne skupine, pored kopepoda, kladocere (14,6% u ukupnom zooplanktonu) i apendikularije (9%), na postaji EM-26 su to ostrakodi (6,6%) (Slika 70).



Slika 70. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu otvorenog mora.

Jaja riba nađena su samo u površinskom sloju postaje EM-27 (0,2 jed. m⁻³), a ličinke u površinskom sloju obaju postaja; na EM-26 zabilježeno 0,2 jed. m⁻³ i 1 jed. m⁻³ na EM-27 (Tablica 39).

Tablica 39. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu otvorenog mora (jed. m⁻³).

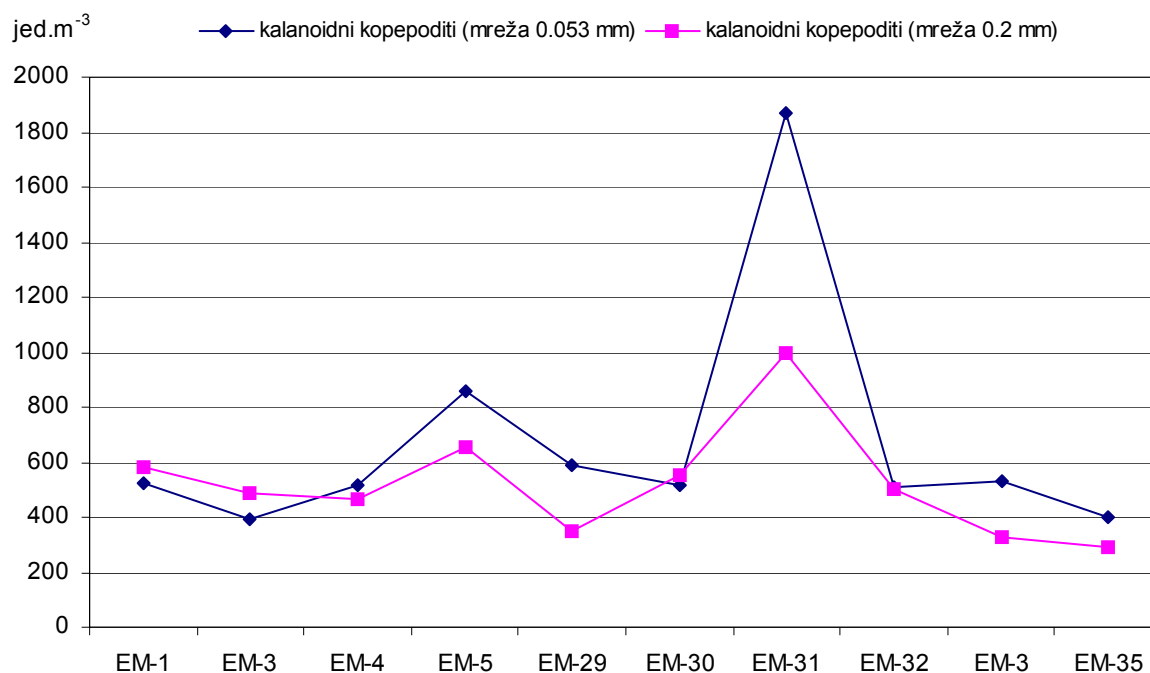
	EM-26 50-0	EM-26 140-50	EM-27 50-0	EM-27 130-50
MEDUSAE	3,2	0,2	2,1	0,6
SIPHONOPHORAE	3,8	2,9	15,4	3,2
CTENOPHORA	0,1			
OSTRACODA	1,9	14,2	5,1	8
CLADOCERA	10,9		79,4	
PTEROPODA			0,6	
AMPHIPODA	0,1	0,1	1,6	0,5
COPEPODA				
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	3,3	2,1	7,8	1,6
Calanoida	14,8	24,1	78,3	28
Calanoida kopepoditi	73	58,3	148,5	53,6
COPEPODA UKUPNO	91,1	84,5	234,6	83,2
CHAETOGNATHA	2,6	6,4	12,8	1,6
APPENDICULARIA	2,6	0,7	28,2	20
THALIACEA	9,6		17,9	0,6
LARVAE				
Bivalvia	0,6	0,7	0,2	2,4
Gastropoda	0,6	2,9	10,2	1,6
Polychaeta	0,2	1,4	1,3	0,8
Decapoda	0,1	0,7	0,3	2,4
Mysida				0,1
Euphausida		0,7	3,8	0,4
Cirripedia				
Echinida			2,6	
Ophiurida				
Asteroidea	0,2			
Ova piscis			0,2	
Pisces	0,2		1	
LARVAE UKUPNO	1,9	6,4	19,6	7,7
UKUPNO	127,8	115,4	417,3	125,4

6.1.4.2.3. Osvrt nas cjelokupno istraživano područje

Kao što je i uobičajeno, zabilježen je pad gustoće populacija zooplanktona u horizontalnom smjeru na otvorenom moru od sjevera prema jugu, te u vertikalnom smjeru na dubokim postajama Srednjeg i Južnog Jadrana (naročito od 100 m dubine prema dnu).

Dominantna skupina mezozooplanktona su kopepodi. Za cijelo istraživano područje je značajna velika zastupljenost herbivornih kopepoda (*Temora stylifera*, *Clausocalanus jobei*, *Cl. furcatus*, *Euchaeta hebes*, *Paracalanus parvus*, *Centropages typicus* i *Ctenocalanus vanus*) i njihovih kopepoditnih stadija, a u srednjem i južnom dijelu otvorenog mora povećana je koncentracija pučinskih vrsta. Kvantitativno značajna skupina su i kladocere, i to u sjevernom dijelu unutarnjeg i otvorenog mora. Najzastupljenija vrsta je *Penilia avirostris*, iako su brojni pripadnici rodova *Podon* i *Evadne*. Središnje područje Jabučke kotline (EM-18) vrlo je siromašno zooplanktonom što se može povezati s pojavom amfipodnih rakova iz roda *Hyperia* koji su na toj postaji vrlo brojni. To je skladu sa zaključcima za manje skupine zooplanktona.

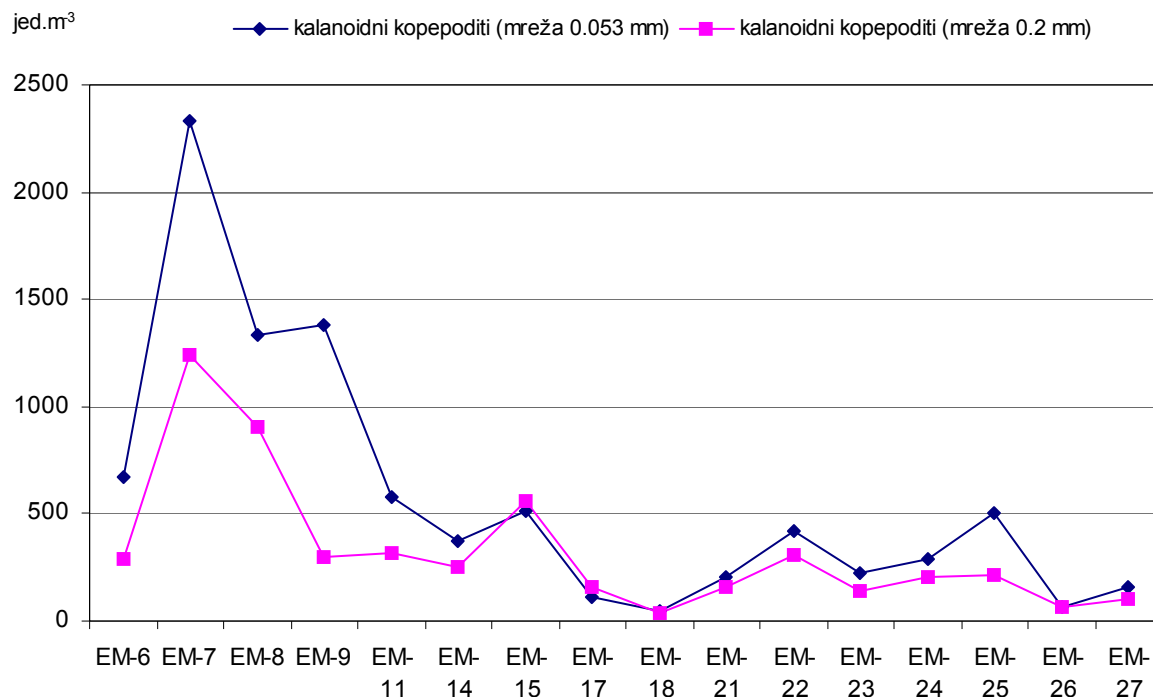
Usporedbom broja kalanoidnih kopepodita uzorkovanih velikom (200 µm) i malom (53 µm) mrežom po prvi puta se uz jednaki trend populacija od sjevera prema jugu zamjećuju i gotovo jednake vrijednosti gustoće, što se može objasniti povećanom brojnosti razvijenijih stadija kopepodita, ali i većih vrsta kalanoida (Slika 71 i 72).



Slika 71. Usporedba broja kalanoidnih kopepodita uzorkovanih velikom (200 µm) i malom (53 µm) mrežom u unutarnjem moru.

Kao i prethodnih godina, najveća vrijednost ličinki riba zabilježena je u Virskom moru, a jaja riba, a radi se o vrsti *Engraulis encrasicolus* L., u području Kvarnera. Značajnije vrijednosti jaja javljaju se još u području Mljetskog kanala, na postaji EM-23 i

površinskom sloju postaje EM-25. Kvantitativno značajne vrijednosti ličinki riba nađene su u području Kvarnera, Korčulanskog i Neretvanskog kanala te u podpovršinskom sloju postaje EM-18.



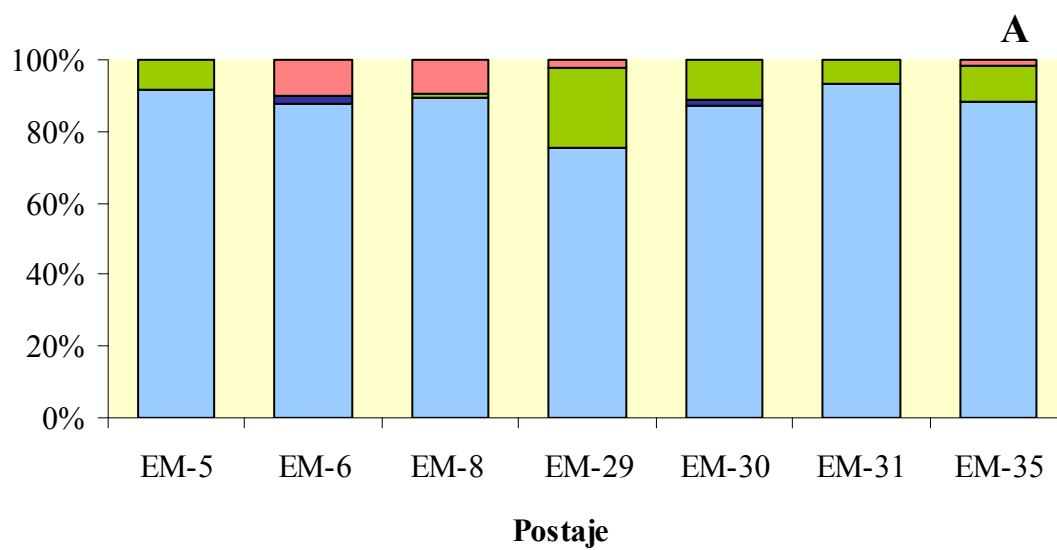
Slika 72. Usporedba broja kalanoidnih kopepodita uzorkovanih velikom (200 µm) i malom (53 µm) mrežom u otvorenom moru.

6.1.4.3. Analiza zooplanktona u ishrani male plave ribe

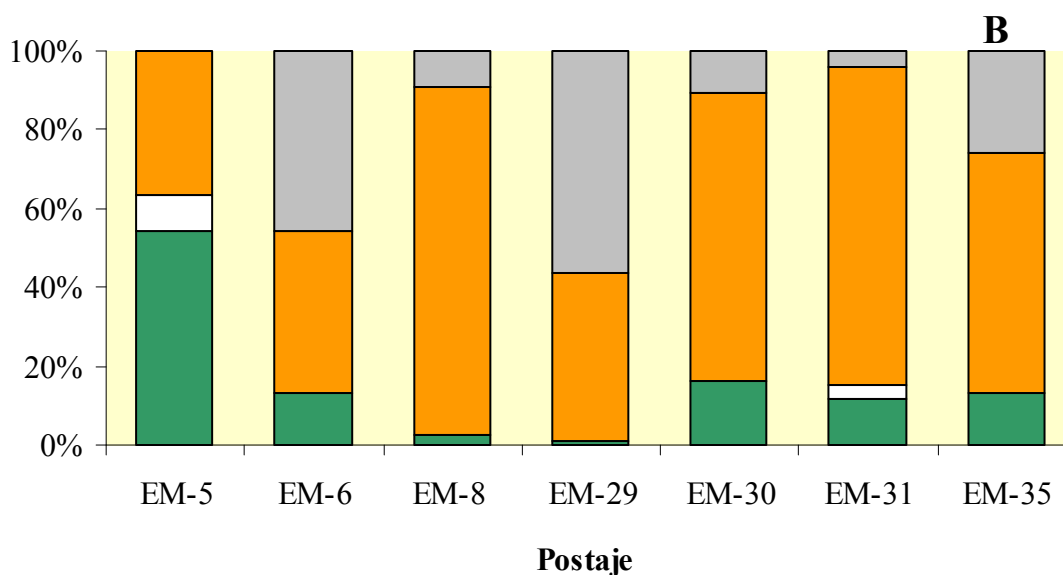
Analizirani su sadržaji probavila slučajno uzetih primjeraka iz prikupljenih lovina ciljanih vrsta srdela (*Sardina pilchardus*) i inćun (*Engraulis ecrasicholus*). Čitav sadržaj probavila pregledan je na invertnom mikroskopu OLYMPUS IX 51.

6.1.4.3.1. SRDELA (*Sardina pilchardus* WALB.)

Analizirani su uzorci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-5) i otvorenog mora (EM-6 i EM-8), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-29, EM-30, EM-31 i EM-35). Većina probavila sadržavala je malu količinu jako probavljenog plijena. U sadržaju probavila kod svih riba utvrđeni su ostaci zooplanktona (Slika 73), u skladu sa dosadašnjim istraživanjima ishrane srdele u Jadranskom moru koja su pokazala da je to glavna hrana ove male plave ribe.



■ COPEPODA
 ■ CLADOCERA
 ■ BIVALVIA
 ■ OSTALI



■ CALANOIDA
 ■ CYCLOPOIDA Poecilostom.
 ■ CYCLOPOIDA Oithonidae
 ■ HARPACTICOIDA

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

Najzastupljenija skupina u sadržaju probavila bili su ostaci planktonskih rakova iz skupine Copepoda (Slika 73A). Na gotovo svim postajama druge po zastupljenosti u sadržaju probavila bile su ličinke Bivalvia. Od kladocera utvrđeni su ostaci jedinki vrsta

Podon intermedius i *Penilia avirostris* (EM-6 i EM-30). Na postajama sjevernog dijela otvorenog mora EM-6 i EM-8 u probavilima su zabilježeni i ostaci ličinki rakova vitičara (Cirripedia). Ostale skupine zastupljene u ishrani srdele su rakovi iz skupina Mysidacea i Ostracoda i ličinke Gastropoda. Ostaci ribljih jaja (u ovom slučaju srdele) nađeni su samo na postaji sjevernog dijela otvorenog mora EM-6.

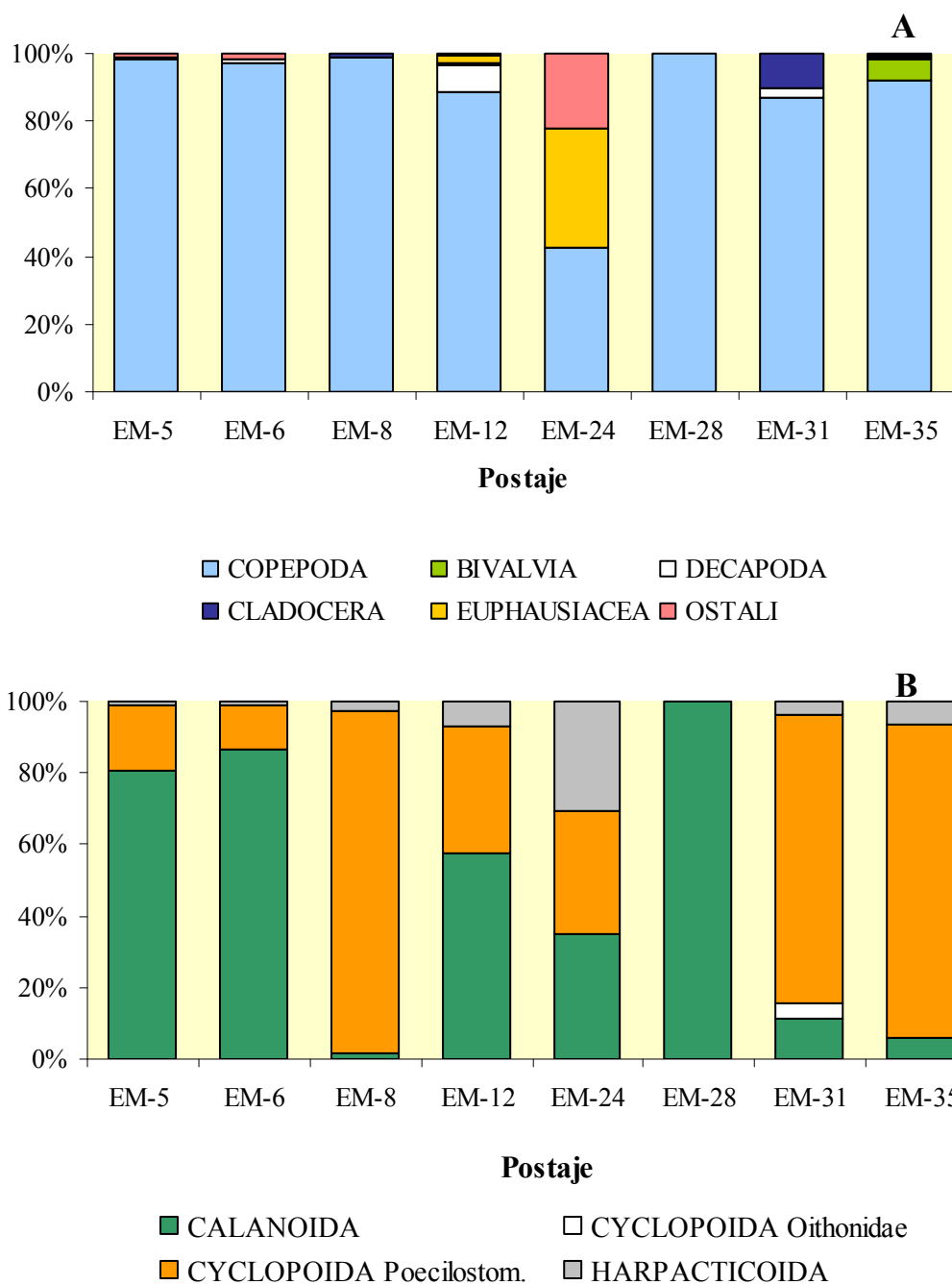
Među kopepodima zabilježenim u sadržaju probavila srdele na svim postajama zabilježen je visoki udio (>35%) malih ciklopoidnih poecilostomatoida iz porodica Oncaeidae (*Oncaea media* complex) i Corycaidae (*Agetus typicus*, *Farranula rostrata*, *Ditrichocorycaeus brehmi*, *Onychocorycaeus giesbrechti*) (Slika 73B). Iako su u svim probavilima utvrđeni ostaci kalanoidnih kopepoda, zbog visokog stupnja razgrađenosti bilo je moguće sa sigurnošću odrediti samo vrste *Temora stylifera*, *Clausocalanus jobei* i *Centropages typicus*. Red Harpacticoida u ishrani srdele sudjeluje sa malim, ali stalnim brojnostima na gotovo svim postajama. Visoka brojnost vrste *Microsetella* sp. zabilježena je postaji EM-29 u Mljetskom kanalu. Ciklopoidni kopodi iz roda *Oithona* su zabilježeni samo na postajama unutrašnjeg mora EM-5 u Kvarneru i EM-31 u Neretvanskom kanalu, ali je moguće da su njihova nježna tijela brzo razgrađena procesom probave. Sve spomenute vrste kopepoda imaju široko područje rasprostranjenosti u Jadranskom moru.

U sadržaju probavila srdele ulovljene u sjevernom dijelu otvorenog mora (EM-6) zabilježeni su i ostaci fitoplanktona, i to dijatomeje *Coscinodiscus* sp. i dinoflagelata *Protoperidinium* sp. Ovaj je dinoflagelat zabilježen i u probavilu jednog primjerka srdele iz Splitskog kanala (EM-35). I u dosadašnjem istraživanju u probavilima srdele povremeno su zabilježeni biljni ostaci, ali njihova malobrojnost ne ukazuju na znatnu ulogu fitoplanktona u njezinoj ishrani, već se smatraju nehotičnim ulovom prilikom hranjenja.

6.1.4.3.2. INĆUN (*Engraulis encrasicolus* L.)

Analizirani su primjerci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-5) i otvorenog (EM-6, EM-8 i EM-12) mora, s područja srednjeg dijela otvorenog mora (EM-24), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-28, EM-31 i EM-35).

U ishrani inćuna i u ovogodišnjim uzorcima dominira zooplankton, naročito kopepodi koji u većini probavila čine glavninu prepoznatog sadržaja (Slika 74A).



Slika 74. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona (A) i redova kopepoda (B) u ishrani incuna na istraživanim postajama.

Stupanj probavljenosti hrane je visok, a punoća želudaca razmjerno mala. Na postajama sjevernog (EM-12) i srednjeg (EM-24) dijela otvorenog mora u probavilima je zabilježen veći udio odraslih rakova iz skupine Euphausiacea, kao i njihovih ličinki, dok je na postaji

južnog dijela unutarnjeg mora EM-35 u Splitskom kanalu nešto povećan i udio ličinki Bivalvia. U uzorcima sjevernog dijela otvorenog mora zabilježeni su i ostaci većih rakova iz skupine Mysidacea (EM-6 i EM-8).

U želučanom sadržaju na većini postaja među kopepodima najbrojniji su kalanoidi i ciklopoidni poecilostomatoidi (Slika 74B). Najzastupljeniji su široko rasprostranjeni jesenski kalanoid *Temora stylifera* i mali ciklopoidni poecilostomatoidi (*Oncaea media* complex, *Ditrichocorycaeus brehmi*, *Farranula rostrata*). Ciklopoidnih oitonida (*Oithona* spp.) u želučanom sadržaju gotovo da i nema, i zabilježeni su samo u probavilima iz lovina u Splitskom kanalu (EM-35) i Neretvanskom kanalu (EM-31). Harpaktikoidnih je kopepoda zabilježeno nešto više u većini probavila, a prisutne su vrste *Microsetella* sp. i *Euterpina acutifrons*.

Ostaci kladocera su u većini analiziranih probavila malobrojni, a zabilježeni su na postajama otvorenog sjevernog Jadrana (EM-8, EM-12) i u Neretvanskom i Splitskom kanalu (EM-31 i EM-35). Zabilježene su vrste *Penilia avirostris*, *Podon intermedius* i *Evadne spinifera*.

Jaja incuna zabilježena su u probavilima sa postaje EM-6 u sjevernom Jadranu. Ostaci fitoplanktona nisu pronađeni u sadržaju probavila incuna.

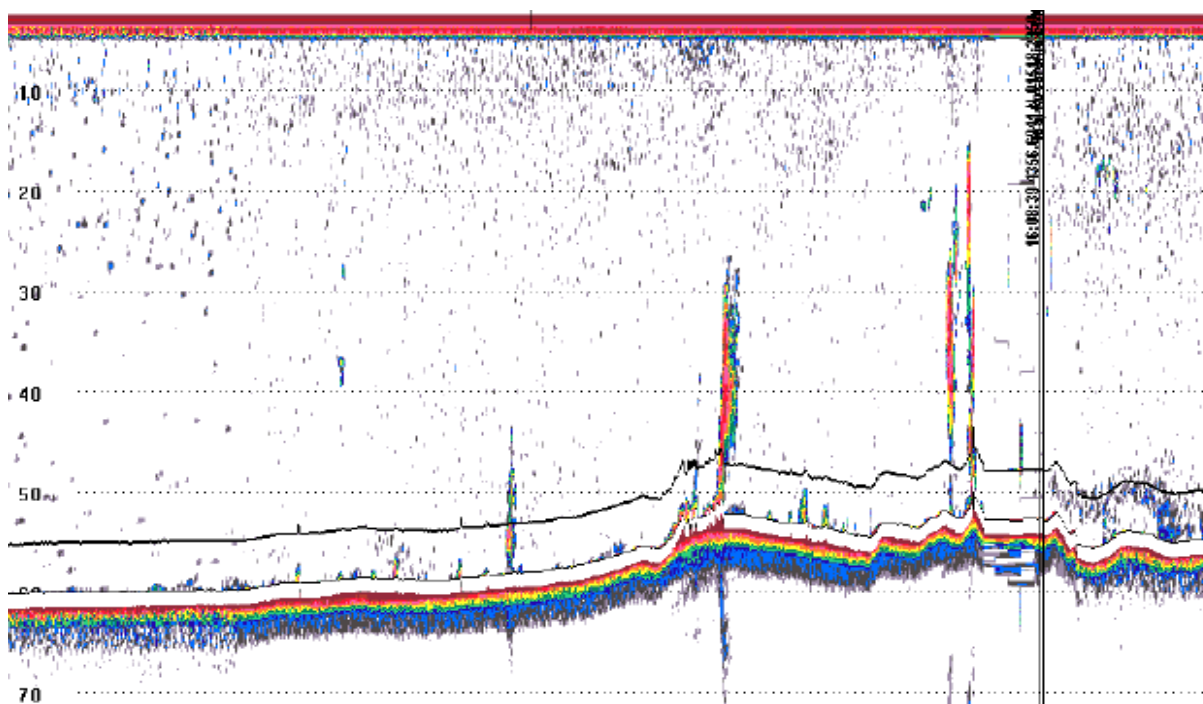
6.1.4.3.3. Osvrt na ishranu ciljanih vrsta sitne plave ribe

U ishrani obiju ispitivanih vrsta planktivornih riba dominiraju kopepodni rakovi. U želučanom sadržaju prevladavaju uobičajene vrste kalanoida karakteristične za sezonu kasno ljeto-jesen, te mali ciklopoidni poecilostomatoidi čija je prisutnost u planktonu stalna tijekom čitave godine. Ličinački stadiji dekapodnih rakova, školjkaša i puževa, veći rakovi eufauzidi i mizidi, te riblja jaja 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, dok kod incuna ostaci biljne hrane nisu zabilježeni.

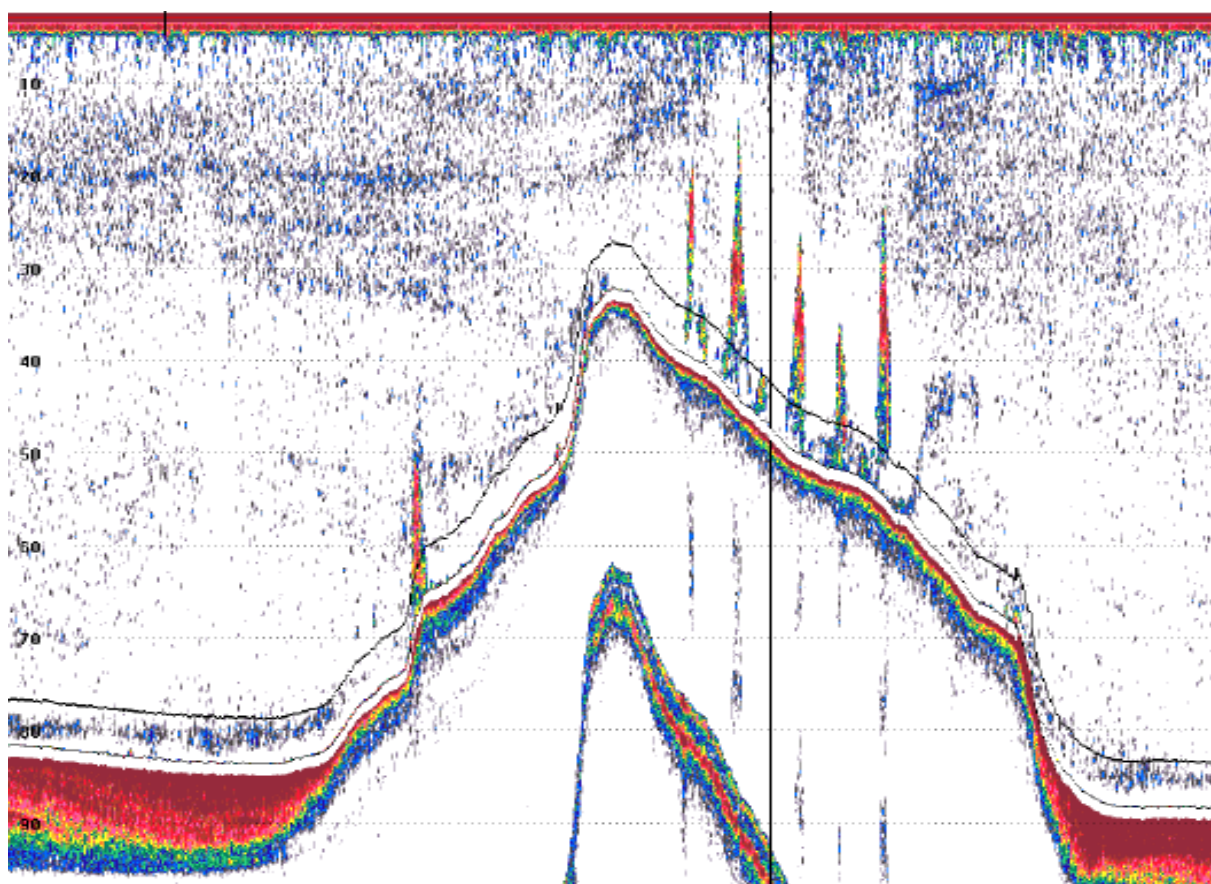
6.2. Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe

6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela unutarnjeg mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 267 Nm. Od ciljanih vrsta su bile zastupljene samo srdela i inćun, dok prisustvo papaline nije zabilježeno. Gustoća naselja srdele, kao i ostalih vrsta sitne plave ribe, je bila prostorno vrlo heterogena, poglavito uzme li se u obzir rasprostranjenost sitne srdele ($LT = 9-11$ cm) na području Kvarnerića i Srednjeg kanala, te nešto veće srdele ($LT = 13,5-14$ cm) na području Kvarnera. Stoga je ukupna standardna devijacija srednje vrijednosti eho-integrala, što je i očekivano, bila razmjerno velika ($std = 133,977$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su varirali u rasponu od potpunog odsustva srdele, tj. $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $1.778,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Ukupna srednja procjenjena vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $21,00 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 16,07 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na procjenjene vrijednosti dobivene akustičkim uzorkovanjem, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele početkom rujna 2007. u ovom području bila značajno manja od gustoće naselja srdele registrirane tijekom 2006. godine, te se kretala u rasponu od 0,69 do 6,95 tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 1.845 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 1.268 do 12.819 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području mogla biti 6.460 tona. Glavnina ove količine srdele je, zajedno s drugim vrstama sitne plave ribe, detektirana na području Srednjeg kanala (Slika 75), Kvarnerića (Slika 76) i Kvarnera.

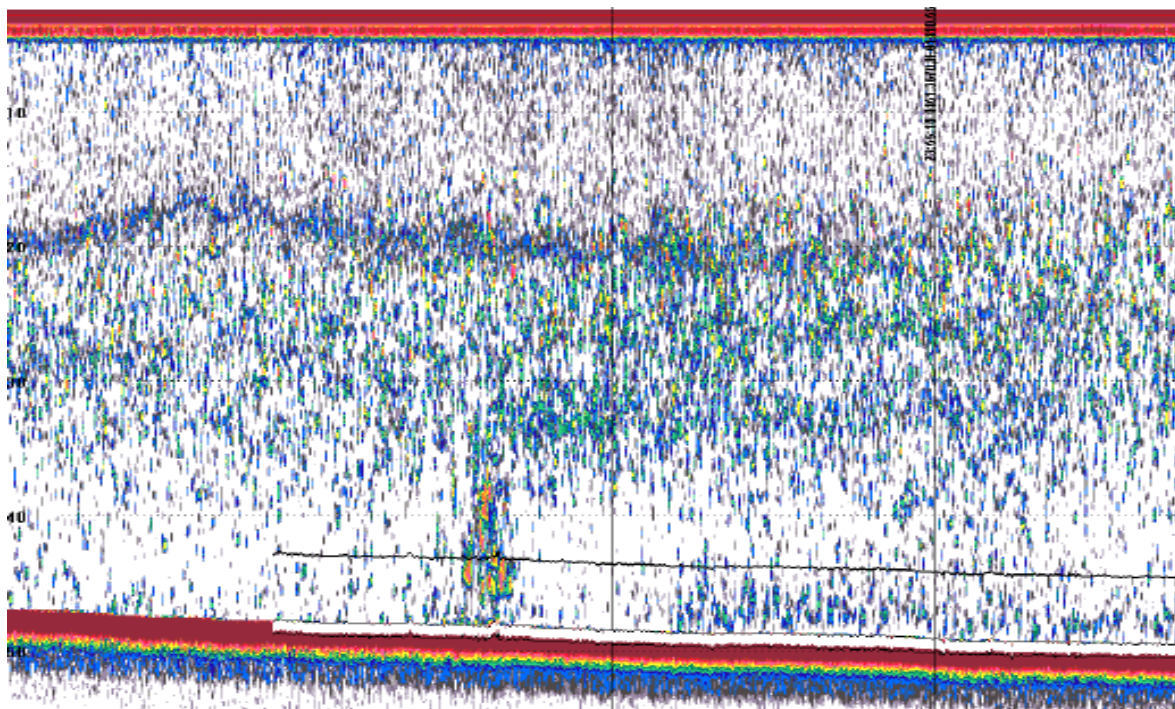


Slika 75. Ehogram plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih na području Srednjeg kanala (rujan, 2007).



Slika 76. Ehogram brojnih plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih uz podvodnu uzvisinu na području Kvarnerića (rujan, 2007).

Kao kod srdele, tako je i kod inćuna i standardna devijacija eho-integrala srednje gustoće naselja inćuna u području sjevernog dijela unutarnjeg mora bila, kao što je i očekivano, razmjerno velika ($\text{std} = 130,982$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $766,6 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) za inćuna se procjenjuje na $73,39 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 15,71 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna početkom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila značajno manja od gustoće naselja ove vrste registrirane tijekom 2006. godine, te se kretala u rasponu od 8,52 do 13,16 tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog područja bila 1.845 Nm^2 , to se ukupna količina inćuna ($\text{LT} \geq 6\text{cm}$) koja je početkom rujna 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 15.716 do 24.278 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 19.997 tona. Najveći dio ove količine nalazio se, zajedno sa srdelom i drugim vrstama sitne plave ribe, na području Virskog mora, Kvarnerića, te na području Kvarnera. Ehogram inćuna i drugih vrsta sitne plave ribe snimljen tijekom noći na području Kvarnera prikazan je na slici 77.



Slika 77. Ehogram sitne plave ribe (inćun 90,2%, srdela 2,2%, OPS 7,6%) snimljen noću na području Kvarnera (rujan, 2007).

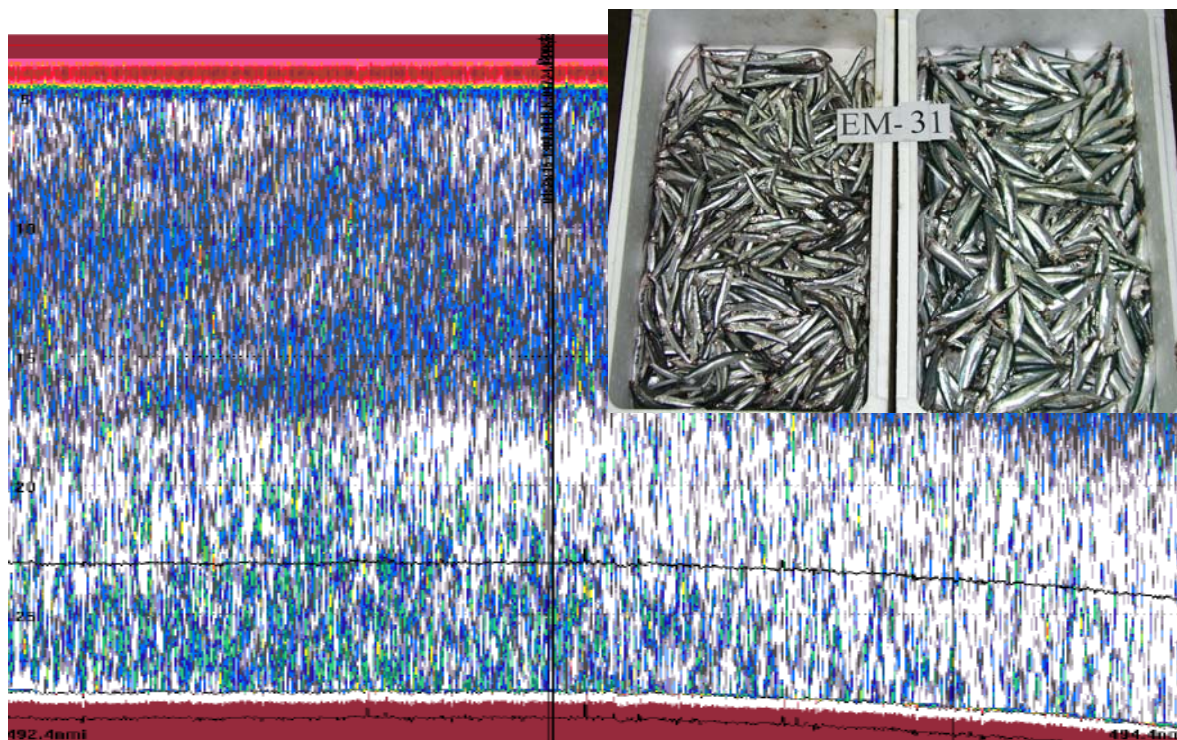
Pored odraslog inćuna čija je srednja dužina na ovom području bila 11,55 cm, ovdje je bio prisutan i sasvim mali nedorasli inćun čija se dužina tijela kretala u rasponu od 1,5 do 3,0 cm, a čija se brojnost poglavito isticala na području Kvarnerića i Riječkog zaljeva.

Od ostalih pelagičkih vrsta na cijelom ovom području najzastupljeniji su bili mliječ ružični (*Aphia minuta*) i šnjuri (*Trachurus trachurus* i *T. mediterraneus*), te u manjoj mjeri plavica (*Scomber japonicus*) i gira oblica (*Spicara smaris*). Od glavonožaca ovdje su bile prisutne lignje i lignjice.

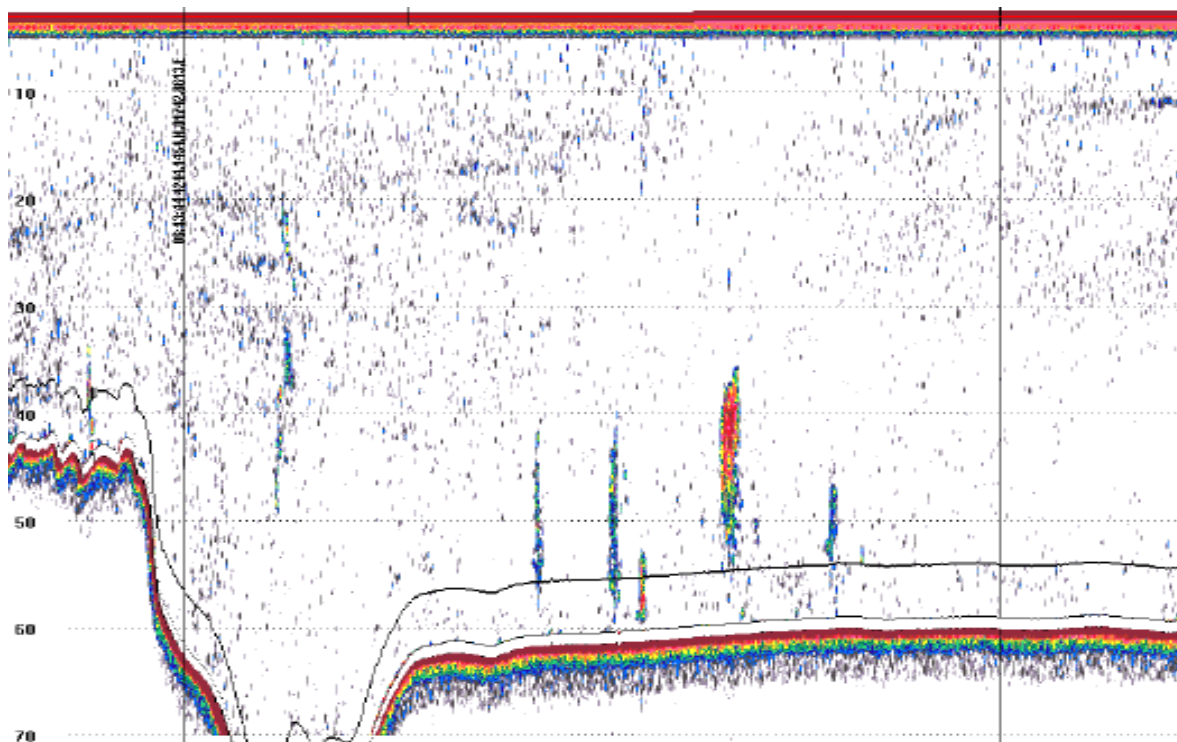
6.2.2. Unutarnje more – južni dio

U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora akustički uzorci su prikupljeni duž ukupne duljine transekata od 231 Nm. U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora (kanalsko područje srednjeg Jadrana) od ciljanih vrsta sitne plave ribe bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost populacije papaline nije bila zamijećena. U ovom je području gustoća naselja srdele bila prostorno vrlo heterogena, poglavito uzme li se u obzir rasprostranjenost velike srdele na području Mljetskog i Lastovskog kanala, te male srdele na području Neretvanskog i Splitskog kanala. Stoga je i ukupna standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, vrlo velika ($\text{std} = 129,874$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $1.031,2 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je procijenjena na $43,84 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 16,75 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Od toga, veći dio ukupne vrijednosti ehointegrala (68,67%) se odnosio na malu srdelu ($\text{LT} \leq 12 \text{ cm}$), dok je manji dio ehointegrala (31,33%) pripadao odrasloj srdeli ($\text{LT} \geq 14 \text{ cm}$). S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od 3,06 do 10,54 tona/ Nm^2 . Budući da je površina ovog područja bila 1.386 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 4.246 do 14.610 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području mogla biti 9.428 tona, što je za oko 21% manje od ukupne količine srdele procijenjene na ovom području u rujnu 2006. Najveće količine male srdele registrirane su u

Neretvanskom kanalu (Slika 78) i akvatoriju u blizini obale kopna, dok je veća srdela bila prisutna u Mljetskom kanalu (Slika 79) i Lastovskom kanalu.

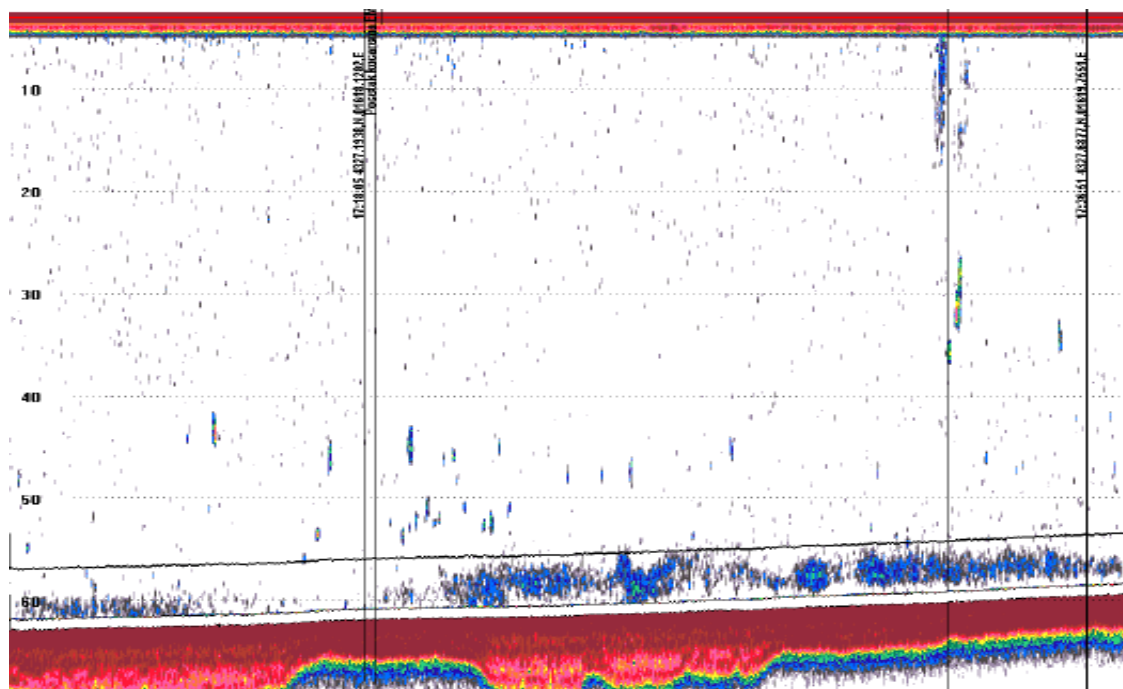


Slika 78. Ehogram sitne plave ribe (srdela 46,2%, inćun 46,2%, OPS 7,6%) snimljen noću na području planktonom bogatog Neretvanskog kanala (rujan, 2007).

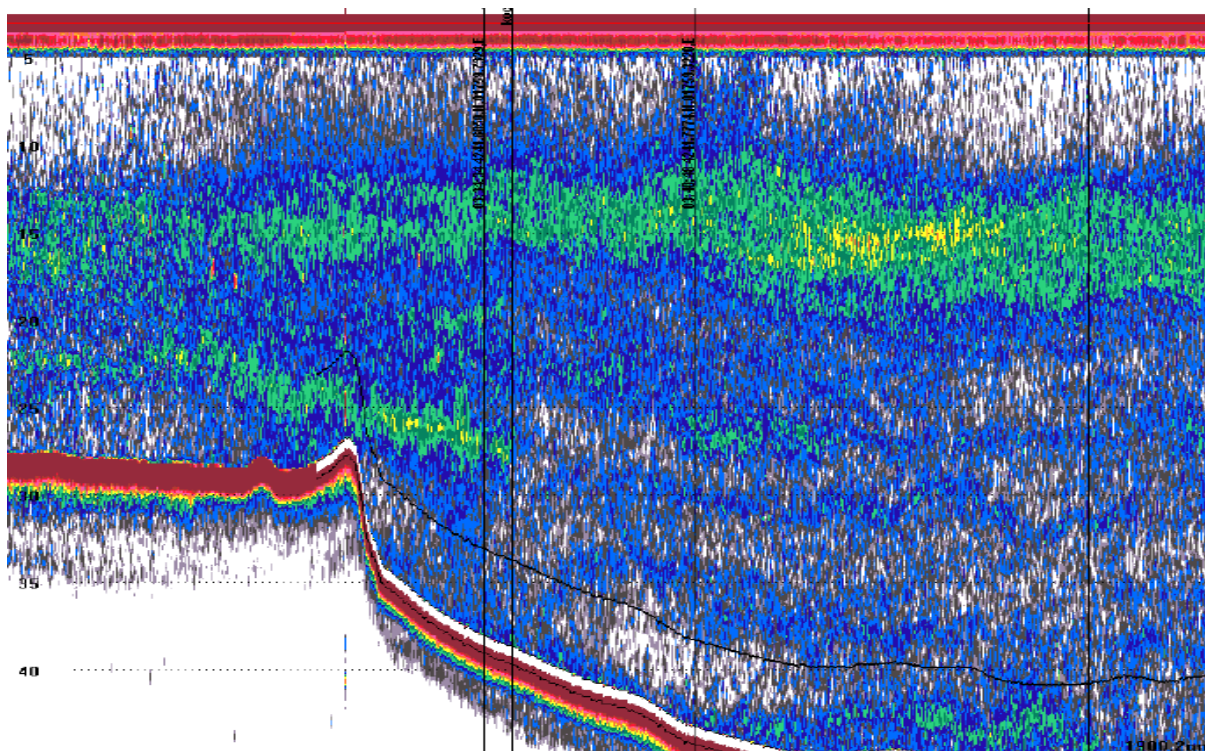


Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna, standardna devijacija eho-integrala inćuna je bila razmjerno velika ($\text{std}=50,828$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $299,9 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjene ukazuju da bi srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) bila $35,37 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 6,55 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, a uzimajući u obzir srednju veličinu primjeraka inćuna u ovom području od 8,61 cm, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, bila u rasponu od samo 2,72 do 3,96 tona/ Nm^2 . Budući da je površina ovog područja 1.386 Nm^2 , to se ukupna količina inćuna ($\text{LT} \geq 6\text{cm}$) koja je početkom rujna 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 3.771 do 5.486 tona. To je bitno manja količina od one procjenjene u rujnu 2006. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području mogla biti 4.628 tona. Najveće količine inćuna detektirane su na području Korčulanskoga i Neretvanskoga kanala, te Splitskom kanalu. Ehogram inćuna i druge sitne plave ribe u Splitskom kanalu prikazan je na slici 80.

Kao i na području sjevernog dijela unutarnjeg mora i ovdje su registrirane velike količine sitnog inćuna, poglavito u Koločepskom kanalu (Slika 81).



Slika 80. Ehogram plova inćuna i druge sitne plave ribe u Splitskom kanalu (rujan, 2007).



Slika 81. Ehogram velike koncentracije sitnog nedoraslog inćuna (67%) i mliječa ružičnog (33%) u Koločepskom kanalu bogatom planktonom (rujan, 2007).

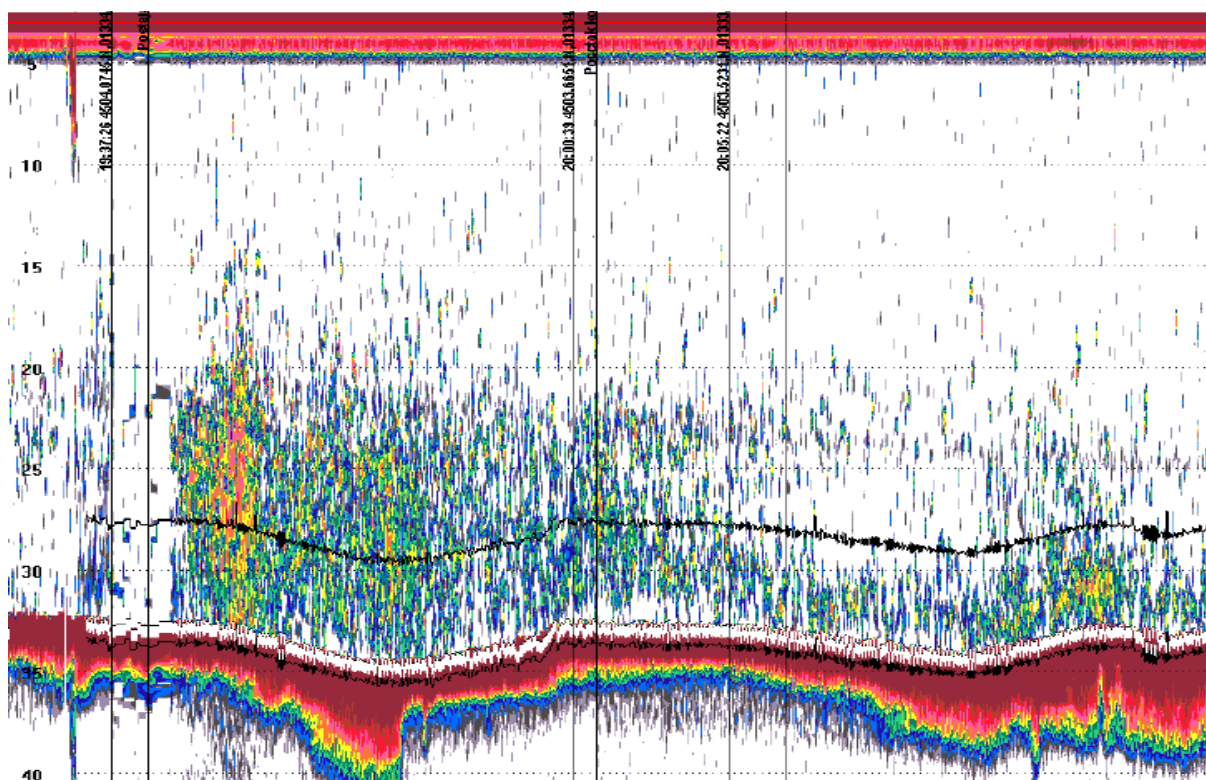
Od ostalih pelagičkih vrsta u području južnog dijela unutarnjeg mora najviše su bili zastupljeni mali primjerci srdele goleme (*Sardinella aurita*). Od ostalih vrsta u nešto manjoj mjeri na području južnog dijela unutarnjeg mora zabilježeno je prisustvo šnjura (*Trachurus trachurus* i *T. mediterraneus*), plavice (*Scomber japonicus*), bukve (*Boops boops*) i gire oštrulje (*Spicara flexuosa*). Od glavonožaca u pelagijalu su najbrojniji bili lignja (*Loligo vulgaris*) i sipica (*Sepiolo sp.*), a zabilježeno je i prisustvo lignjuna (*Illex sp.*).

6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio

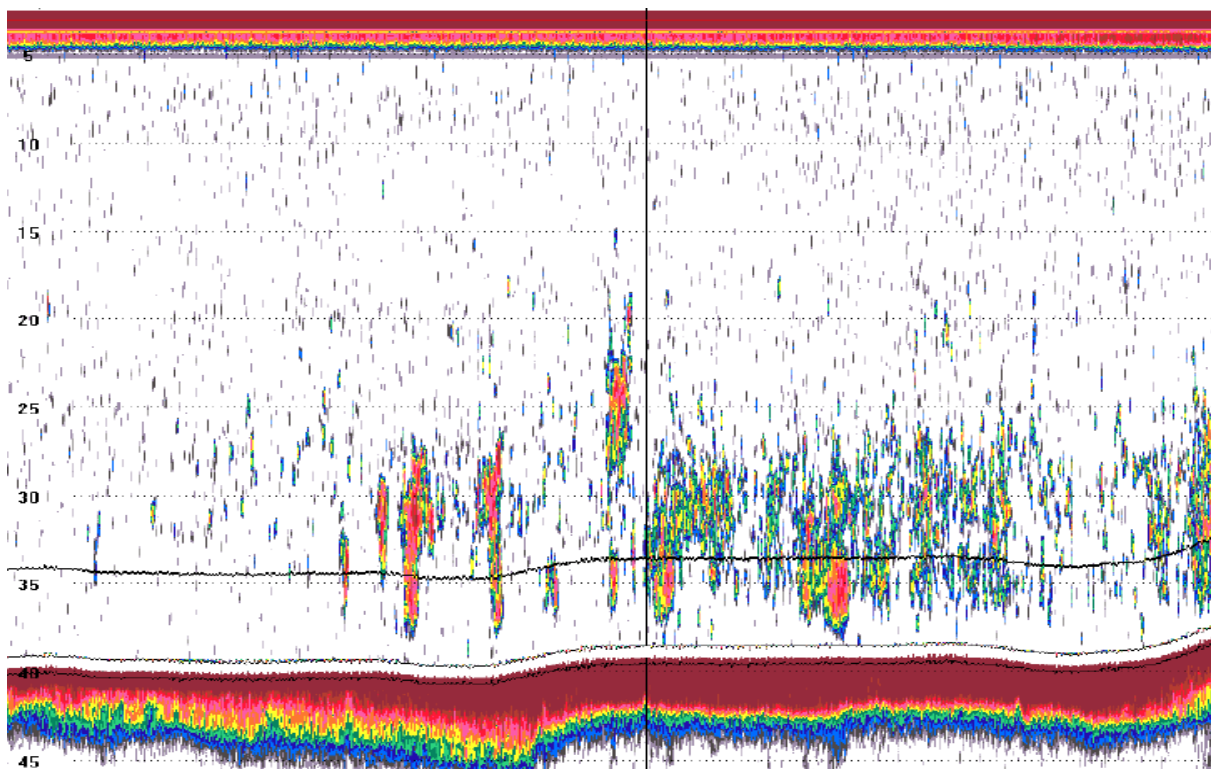
U istraživanom području sjevernog dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 524 Nm. Na području sjevernog dijela otvorenog mora bile su od ciljanih vrsta zastupljeni srdela i inćun, dok za razliku od prethodnih godina prisustvo papaline na ovom području tijekom rujna 2007. godine nije registrirano.

Prostorna raspodjela gustoće naselja srdele je bila prostorno izrazito heterogena, ukazujući na vrlo veliku gustoću njene populacije na području zapadne obale poluotoka

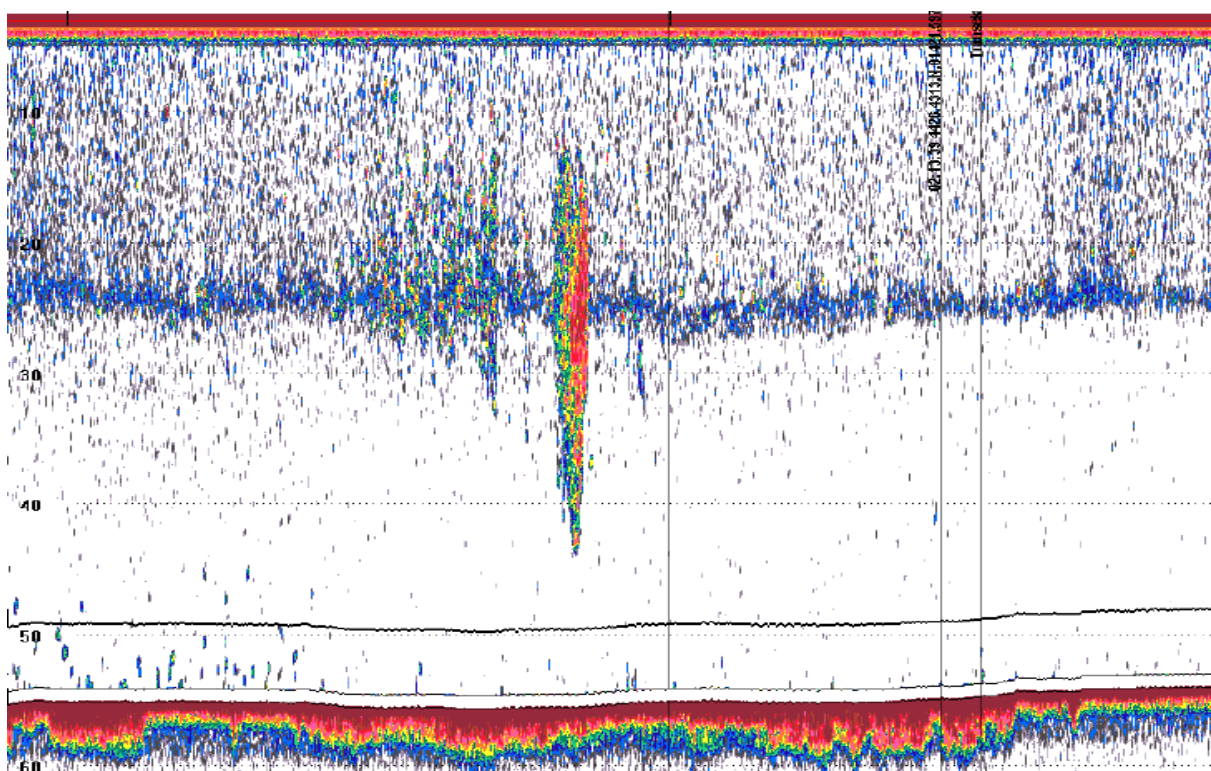
Istre, dok je nekim u drugim dijelovima ovog područja bila potpuno odsutna. Upravo zbog ovako velikih razlika u prostornoj raspodjeli, standardna devijacija eho-integrala srdele bila, kao što je i očekivano, izrazito visoka u odnosu na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 590,553$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa sve do $8.871,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjene srednje vrijednosti eho-integrala srdele (SA_{avg}) su bile $105,77 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 50,56 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od 11,72 do 33,18 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 2007. bila prisutna u ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od 60.165 do 170.371 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području bila 115.268 tona. To je za oko 42% manje od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2006. Najveće količine srdele detektirane su u na dijelu uz zapadnu obalu Istre (Slike 82; 83; 84), na širem području ispred Kvarnera, te na otvorenom moru zapadno od Dugog otoka (Slika 85).



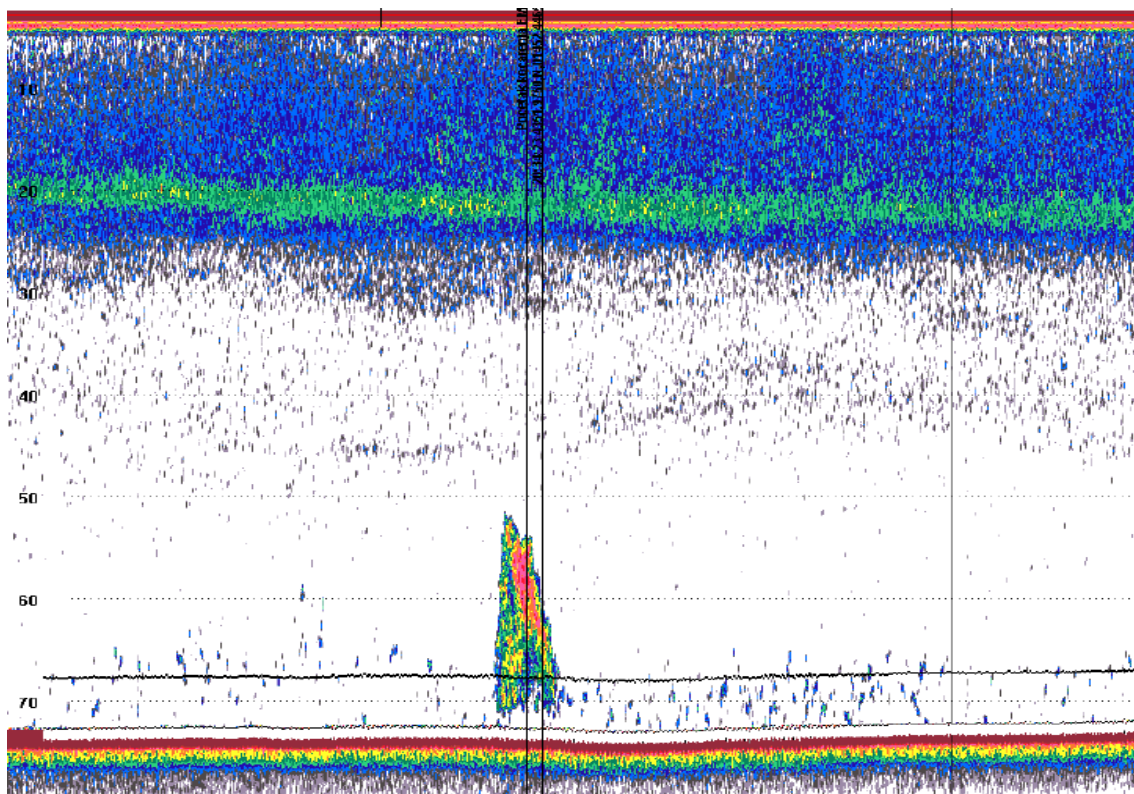
Slika 82. Ehogram sitne plave ribe (srdela 71,2%, inćun 6,8%, OPS 22,0%) snimljen u suton u akvatoriju zapadno od Rovinja (rujan, 2007).



Slika 83. Ehogram većeg broja plova srdele zajedno s drugom sitnom plavom ribom u akvatoriju zapadno od o. Brijuna (rujan, 2007).

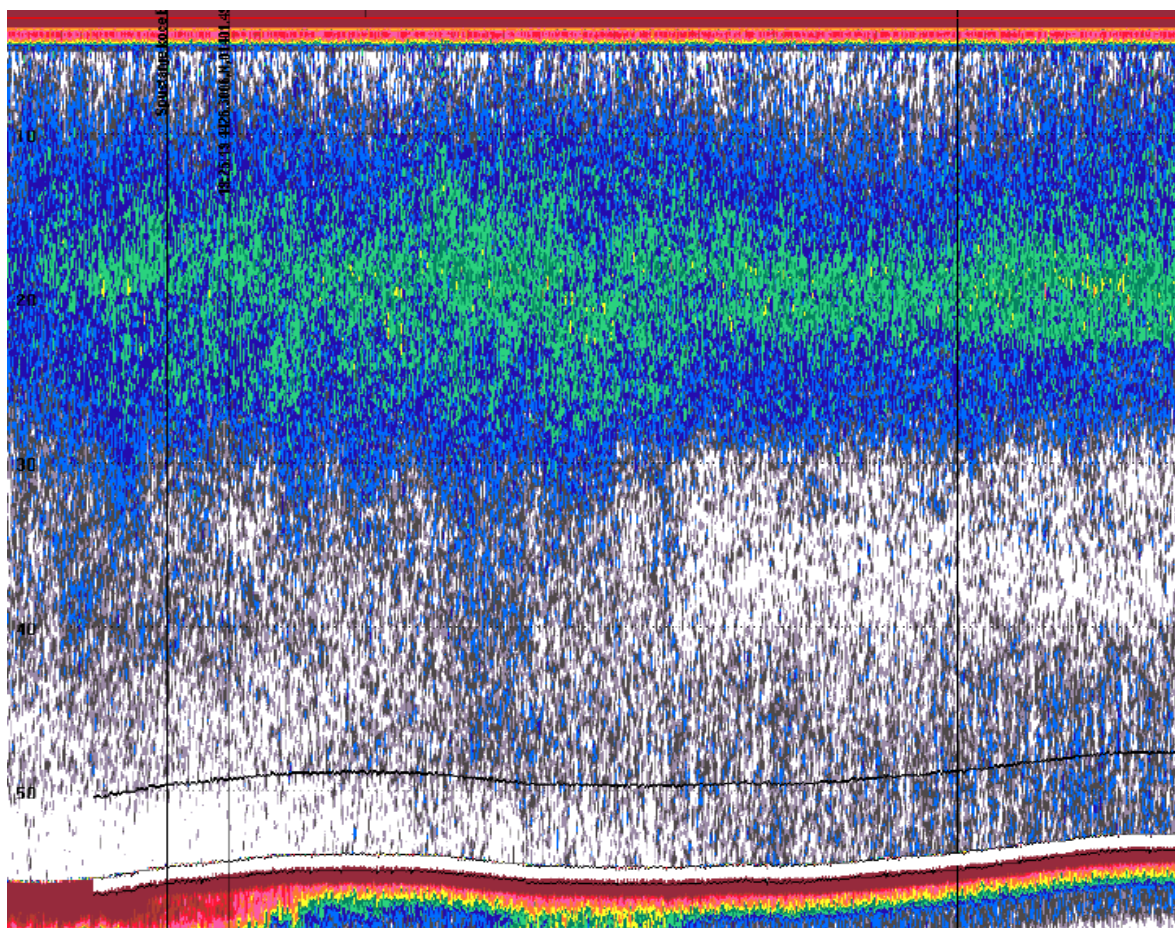


Slika 84. Ehogram velike plove srdele i druge sitne plave ribe registriran u akvatoriju južno od o. Suska (rujan, 2007).



Slika 85. Ehogram velike plove srdele i druge sitne plave ribe registriran u akvatoriju zapadno od Dugog otoka (rujan, 2007).

Kao i kod srdele, poradi velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna ($LT \geq 6$ cm), standardna devijacija eho-integrala je bila razmjerno visoka, s obzirom na pripadajuću aritmetičku sredinu ($\text{std} = 48,275$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $597,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjenjena srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) iznosila je $22,92 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 4,13 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila u rasponu od 4,23 do 6,09 tona/ Nm^2 . Uzimajući u obzir veličinu površine sjevernog dijela otvorenog mora, ukupna se količina inćuna ($LT \geq 6\text{cm}$) koja je početkom rujna 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 21.709 do 31.260 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 26.484 tona. To je za oko 21% manja količina inćuna od količine procjenjene u rujnu 2006. Znatnije količine inćuna na ovom području registrirane su zapadno od obale poluotoka Istre, u akvatoriju južno od Kvarnera (Slika 86) u području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, te u akvatoriju jugozapadno od Dugog otoka.



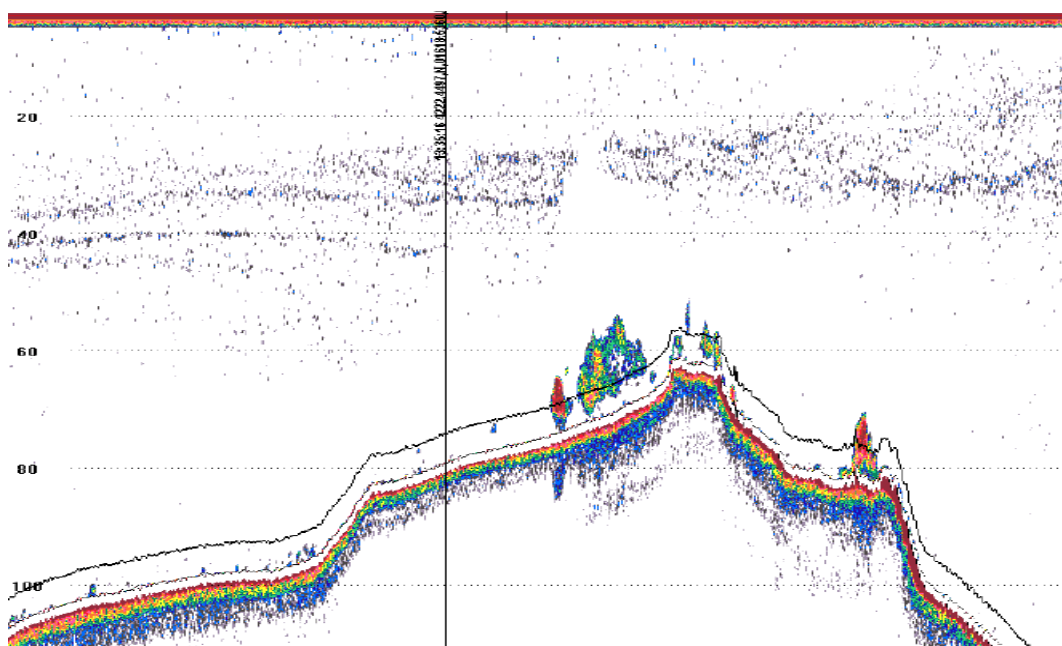
Slika 86. Ehogram sitne plave ribe (inćun 96,9%, OPS 3,1%) u gustom sloju planktona snimljen noću u akvatoriju južno od Kvarnera (rujan, 2007).

Poradi neprikladnih meteoroloških uvjeta koji su vladali na ovom području za vrijeme istraživanja (jaka bura i uzburkanost mora!), na jednom dijelu ovog područja je bila jako izražena reverberacija (smetnje) u gornjoj polovini vodenog stupca. Budući da je tijekom obrade akustičkih podataka korišteno načelo predostrožnosti, kako bi se izbjeglo da se reverberancija interpretira kao eho signali ciljanih vrsta, moguće je da ovdje navedene procjene donekle podcjenjuju stvarno stanje obimnosti populacija inćuna i srdele.

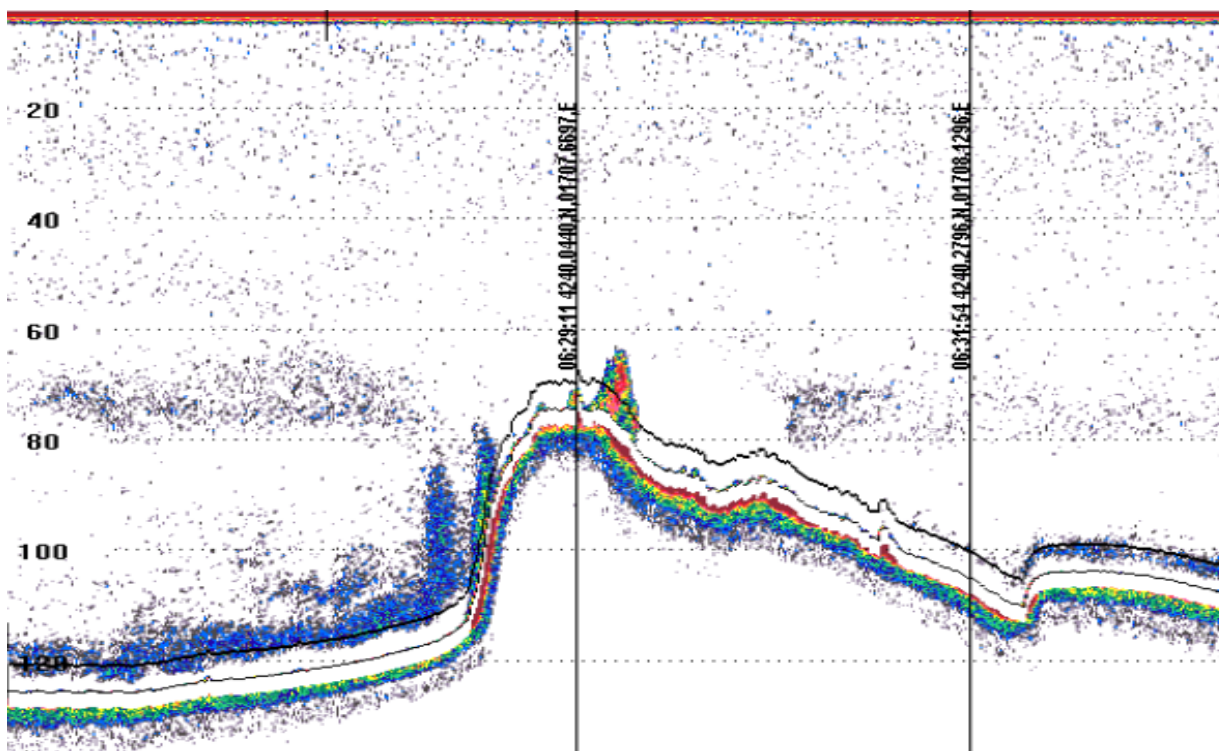
Od ostalih pelagičkih riba u uzorcima prikupljenim na ovom području smo nalazili ponajviše šnjura (*Trachurus mediterraneus*) i mliječ ružični (*Aphia minuta*), a u manjoj mjeri i gira oštrulja (*Spicara flexuosa*). Od glavonožaca u uzorcima su najviše bile zastupljene lignje (*Loligo vulgaris*), dok su u manjoj mjeri zastupljene bile bili sipice (*Sepiola sp.*), lignjuni (*Ilex coindetti*) i lignjice (*Allotheutis spp.*).

6.2.4. Otvoreno more – srednji dio

U istraživanom području srednjeg dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 448 Nm. U području srednjeg dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena. I u ovom području gustoća naselja srdele je bila prostorno izrazito heterogena, pa je i standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, bila vrlo velika ($\text{std} = 50,695$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $939,2 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjena srednje vrijednosti eho-integrala srdele (SA_{avg}) je bila $4,95 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz široke 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 4,69 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da srednja gustoća naselja srdele u ovom području tijekom rujna 2007. u ovom području je bila u rasponu od 0,11 do 2,05 tona/ Nm^2 . Budući da je površina ovog područja 4.306 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je tijekom rujna 2007. bila prisutna u ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od svega 471 do 8.814 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području mogla biti 4.523 tona, što je za oko 50% manje od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2006. Srdela je na ovom području u nešto većim količinama registrirana u akvatoriju zapadne strane otoka Visa, u akvatoriju Palagruže (Slika 87), te akvatoriju o. Lastova na Velikom braku (Slika 88).



Slika 87. Ehogram plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registrirane u akvatoriju o. Palagruže (rujan, 2007).



Slika 88. Ehogram plove srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registrirane u akvatoriju jugoistočno od o. Lastova – Veliki brak (rujan, 2007).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna ($LT \geq 6$ cm), standardna devijacija eho-integrala inćuna je bila velika ($\text{std}=11,167$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $130,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) je procijenjena na $3,37 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 1,03 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna na ovom području tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila samo $0,76 \pm 0,23 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja 4.306 Nm^2 , ukupna se količina inćuna ($LT \geq 6 \text{ cm}$) koja je početkom rujna 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 2.262 do 4.266 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 3.264 tona, što bi predstavljalo znatno smanjenje biomase inćuna prisutne tijekom rujna 2007. godine u odnosu na količine procijenjene tijekom rujna 2006.

Odrasli inćun se uglavnom zadržavao bliže akvatoriju vanjskih otoka, pa su najveći primjerci inćuna na ovom području zabilježeni u akvatoriju o. Lastova (Slika 89), dok je prisutnost sitnog inćuna ($LT < 6 \text{ cm}$) u značajnijim količinama zabilježena na čitavom ovom području (Slika 90), s izuzetkom područja Jabučke kotline.



Slika 89. Uzorak velikog inćuna i drugih vrsta sitne plave ribe prikupljen iz lovine ostvarene u akvatoriju o. Lastova, rujan, 2007 (foto: V. Tičina).



Slika 90. Sitni inćun obilno zastupljen u pelagijalu srednjeg djela otvorenog mora u rujnu 2007 (foto: V. Tičina).

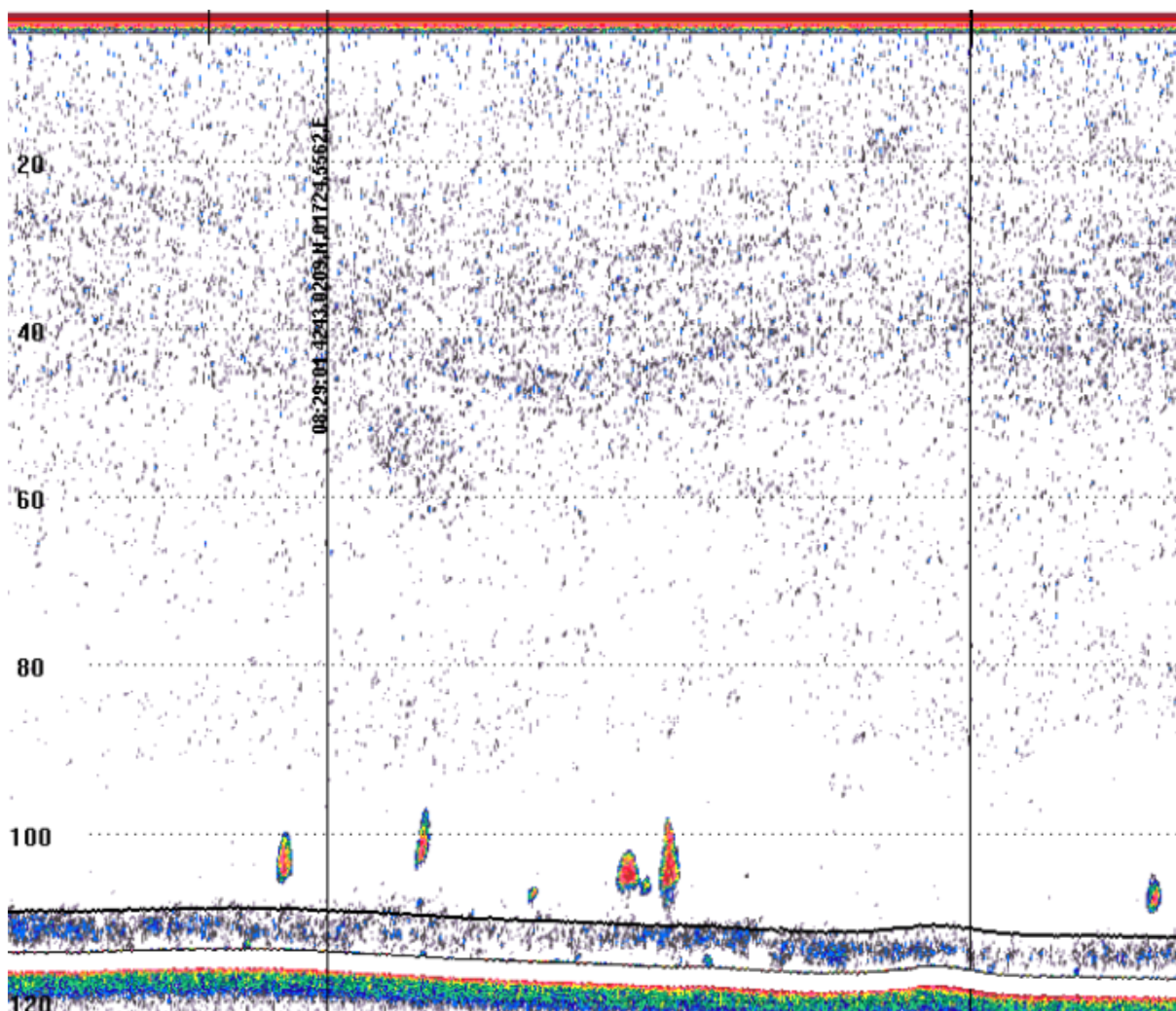
Od ostalih gospodarski značajnih pelagičkih riba u pelagijalu ovog područja najviše su na području srednjeg dijela otvorenog mora bile zastupljene obje vrste šnjura (*Trachurus trachurus* i *T. mediterraneus*), a nešto manje i plavica (*Scomber japonicus*). Mlječ ružični je u ovom području, bio najviše zastupljen u akvatoriju sjeverozapadno od o.Visa.

Od glavonožaca su najviše bili prisutni lignjuni (*Ilex coidei*), lignje (*Loligo vulgaris*), lignjice (*Allotheutis spp.*), a u manjoj mjeri i sipice (*Sepiolo sp.*). U pelagijalu je, posebno tijekom noći, također bila značajna i prisutnost različitih vrsta rakova, kao i ranih razvojnih stadija različitih pelagičnih, a vjerojatno i pridnenih organizama.

6.2.5. Otvoreno more – južni dio

U istraživanom području južnog dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 117 Nm. Na području južnog dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta su bile zastupljene srdela i inćun. Srdela je bila prostorno vrlo heterogeno raspoređena, pa je zbog toga je i standardna devijacija eho-integrala srdele bila razmjerno velika u odnosu na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 44,193$). Kao i u prethodnim istraživanjima, i ove su godine na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su bile najmanje, a varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $388,4 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. U okviru 95%-tnih granica sigurnosti u rasponu od $0,47$ do $16,49 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, procjenjuje se da je srednja vrijednost eho-integrala srdele (SA_{avg}) u ovom području $8,48 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele početkom rujna u ovom području bila u rasponu vrijednosti od $0,31$ do $3,50 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. 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 rujna 2007. bila prisutna na ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od 211 do 2.387 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području bila 1.228 tona, što je za oko 121% više od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2006.

Kao i prošle godine, plove srdele detektirane tijekom rujna 2007. u ovom području nalazile su se u akvatoriju južno od o. Mljeta (Slika 91).



Slika 91. Plove srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registrirane u akvatoriju jugozapadne strane o.Mljeta na dubini 97-110 m (rujan, 2007).

Zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna, standardna devijacija eho-integrala inćuna ($LT \geq 6\text{cm}$) je bila i ovdje razmjerno velika ($\text{std}=21,735$) u odnosu na pripadajuću srednju vrijednost. Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna su bile vrlo male i varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $93,2 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) se procjenjuje na $13,78 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 3,94 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2007., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od 2,22 do 3,99 tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 682 Nm^2 , ukupna se količina inćuna ($LT \geq 6\text{cm}$) koja je u rujnu 2007. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 1.511 do 2.720 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 2.115 tona, što bi predstavljalo

malo povećanje biomase incuna prisutne tijekom rujna 2007. godine u odnosu na količinu procijenjenu tijekom rujna 2006.

Kao i prošle godine, najveći dio ove količine registriran je na jugozapadnoj strani o. Mljeta, te u akvatoriju Cavtata i rta Oštro.

Uz ciljane vrste, od drugih pelagičkih vrsta u ovom području najzastupljeniji je bio mliječ ružični, posebice u akvatoriju južno od otočja Elafita, te na njegovom najjužnijem dijelu u akvatoriju rta Oštro.

6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe

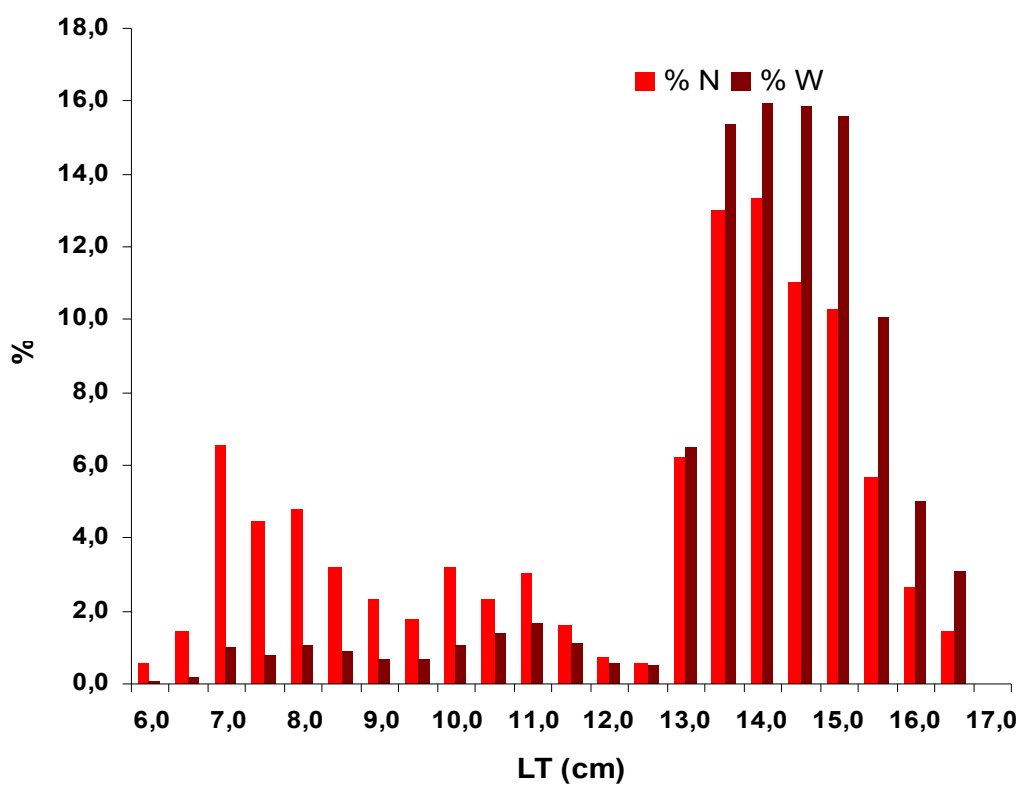
6.3.1. Srdela

Srdela, *Sardina pilchardus* (Slika 92) je bila zastupljena u lovinama Kvarnera i u području zapadne obale Istre (EM-6, EM-8) te u Mljetskom i Neretvanskom kanalu. Tijekom ovog istraživanja srdela nije ulovljena na postajama u Korčulanskom i Hvarskom kanalu kao prijašnjih godina. Najobimniji je ulov srdele ostvaren u večernjem potegu uz zapadnu obalu Istre (EM-8). Od toga je obrađen uzorak koji je sadržavao 233 jedinke mase 5130 g. Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 563 jedinke srdele ukupne mase 9303,5 g.

Ulovljene jedinke srdele su bile u rasponu od 6,0 cm do 16,5 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 12,21 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje blaga trimodalna raspodjela (Slika 93). Prva modalna vrijednost pri dužini od 7,0 cm s učestalošću od 6,6% (jedinke od 6,0 do 8,0 cm ukupne tjelesne dužine) i druga pri dužini od 10,0 cm s učestalošću od 3,19% vjerojatno odgovaraju ponajviše jednogodišnjoj srdeli (starosti 0^+ i 1), i treća pri 14,0 cm s učestalošću od 13,32% koja odgovara odrasloj, višegodišnjoj populaciji srdele (starosti $\geq 1^+$). Ova odrasla srdela, čije su veličine uglavnom bile u rasponu od 13,0-16,5 cm, je ulovljena najvećim dijelom u području Kvarnera i u području sjevernog dijela otvorenog mora. Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 1,5 g do 39,0 g sa srednjom vrijednošću od 16,58 g.



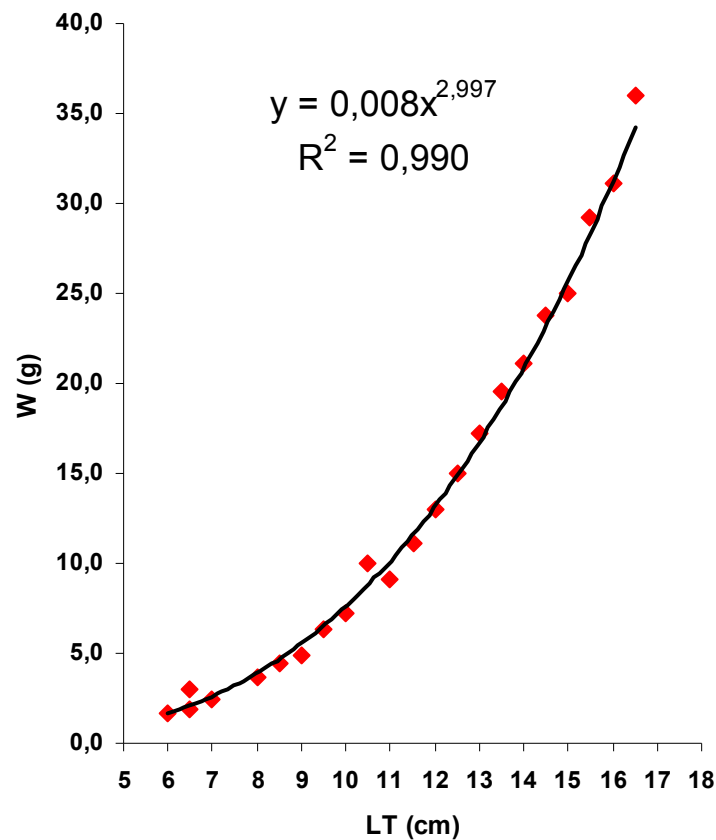
Slika 92. Analiza uzorka srdele tijekom echo-monitoringa (Foto:D.Bogner, rujan, 2007).



Slika 93. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije srdele s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2007).

Analizom je dužinsko-masenog odnosa srdele iz cjelokupnog ulova (Slika 94) dobiven koeficijent regresije $b = 2,997$ koji ukazuje na blago negativan alometrijski,

odnosno gotovo izometrijski rast ($R^2 = 0,990$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 40.



Slika 94. Dužinsko-maseni odnos srdele s cjelokupnog istraživnog područja(rujan, 2007).

Tablica 40. Parametri dužinsko-masenog odnosa srdele s cjelokupnog istraživnog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2007. 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

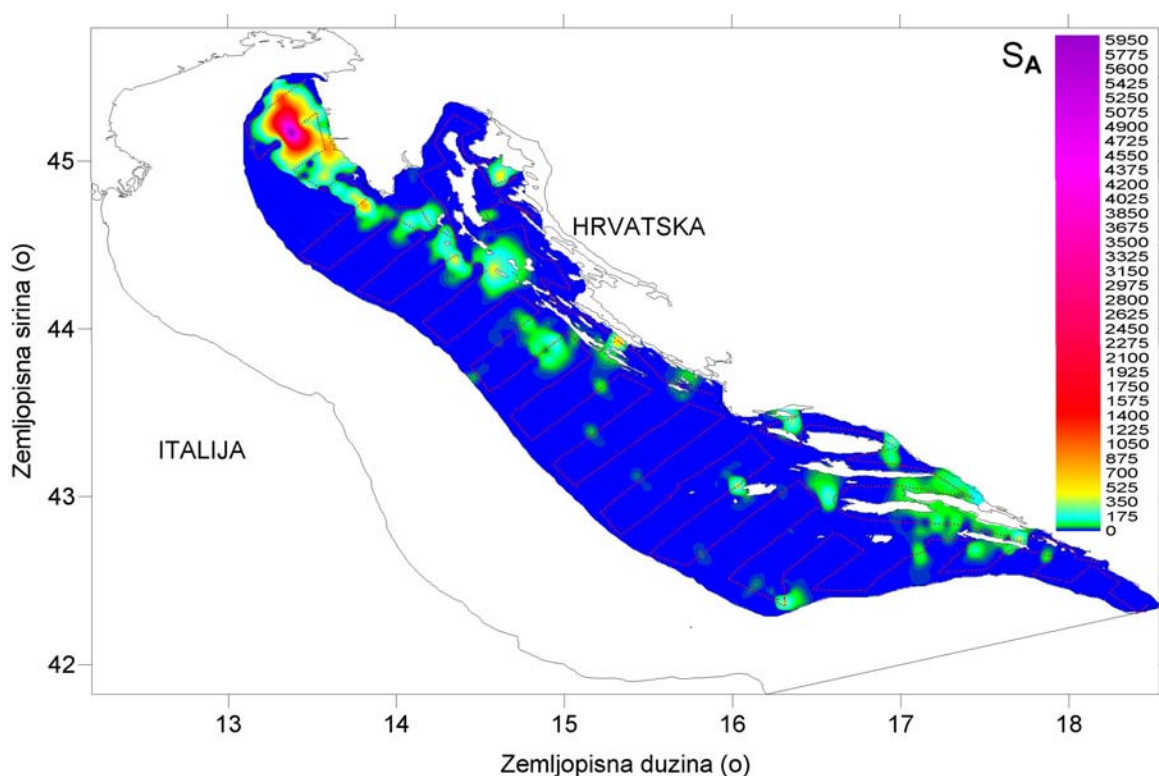
Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije b , tijekom prve tri godine (2002-2004) kao i u eho-monitoringu u rujnu 2006.godine, na istraživnom je području utvrđeni ukupni relativni rast srdele bio pozitivno alometrijski, odnosno s većim porastom

mase u odnosu na dužinu. Jedino je utvrđen pad vrijednosti tog parametra istraživanjem provedenim 2005. godine što je dovelo do negativne interpretacije tog koeficijenta uslijed same strukture lovljene populacije No, prema najnovijoj analizi rezultata eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2007, koeficijent b je skoro jednak 3 što ukazuje na izometrijski rast kojim jedinke jednoliko rastu u dužinu i masu. Kondicija ribe je izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa. Ovom analizom su dobivene najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,68 zabilježene kod jedinki iz dužinskih razreda 6,5; 9,0 i 11,0 cm. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,87 imale jedinke iz dužinskog razreda od 10,5 cm (Tablica 41).

Tablica 41. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2007).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
6,0	3	1,67	0,77
6,5	8	1,88	0,68
7,0	37	2,49	0,72
7,5	25	2,96	0,70
8,0	27	3,67	0,72
8,5	18	4,44	0,72
9,0	13	4,92	0,68
9,5	10	6,30	0,73
10,0	18	7,22	0,72
10,5	13	10,04	0,87
11,0	17	9,09	0,68
11,5	9	11,11	0,73
12,0	4	13,00	0,75
12,5	3	15,00	0,77
13,0	35	17,20	0,78
13,5	73	19,58	0,80
14,0	75	21,13	0,77
14,5	62	23,79	0,78
15,0	58	25,02	0,74
15,5	32	29,22	0,78
16,0	15	31,10	0,76
16,5	8	36,00	0,80

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti srdele u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2007. (Slika 95), nedvojbeno nam ukazuju da se, jednako kao i prošle godine, najveći dio populacije srdele nalazio na području sjevernog dijela otvorenog mora, a poglavito uz zapadnu obalu Istre. Procjenjuje se da je na tom području bilo >80% od cjelokupno procjenjene količine srdele na cijelom istraživnom području.



Slika 95. Prostorna rasprostranjenost srdele s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2007.

Ukupne bi procjene obimnosti naselja srdele detektiranih u rujnu 2007, uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	1.268	6.460	12.819
Unutarnje more – južni dio	4.246	9.428	14.610
Otvoreno more – sjeverni dio	60.165	115.268	170.371
Otvoreno more – srednji dio	471	4.523	8.814
Otvoreno more – južni dio	211	1.228	2.387
UKUPNO (t):	66.361	136.907	209.001

6.3.2. Inćun

Tijekom eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2007. godine inćun, *Engraulis encrasicolus* je zabilježen u gotovo svim lovinama, i to onima sjevernog dijela unutarnjeg mora (Kvarner), sjevernog dijela otvorenog mora (zapadna obala Istre, te južnije prema srednjem Jadranu), zatim srednjeg dijela unutrašnjeg mora (Virsko more), otvorenog mora

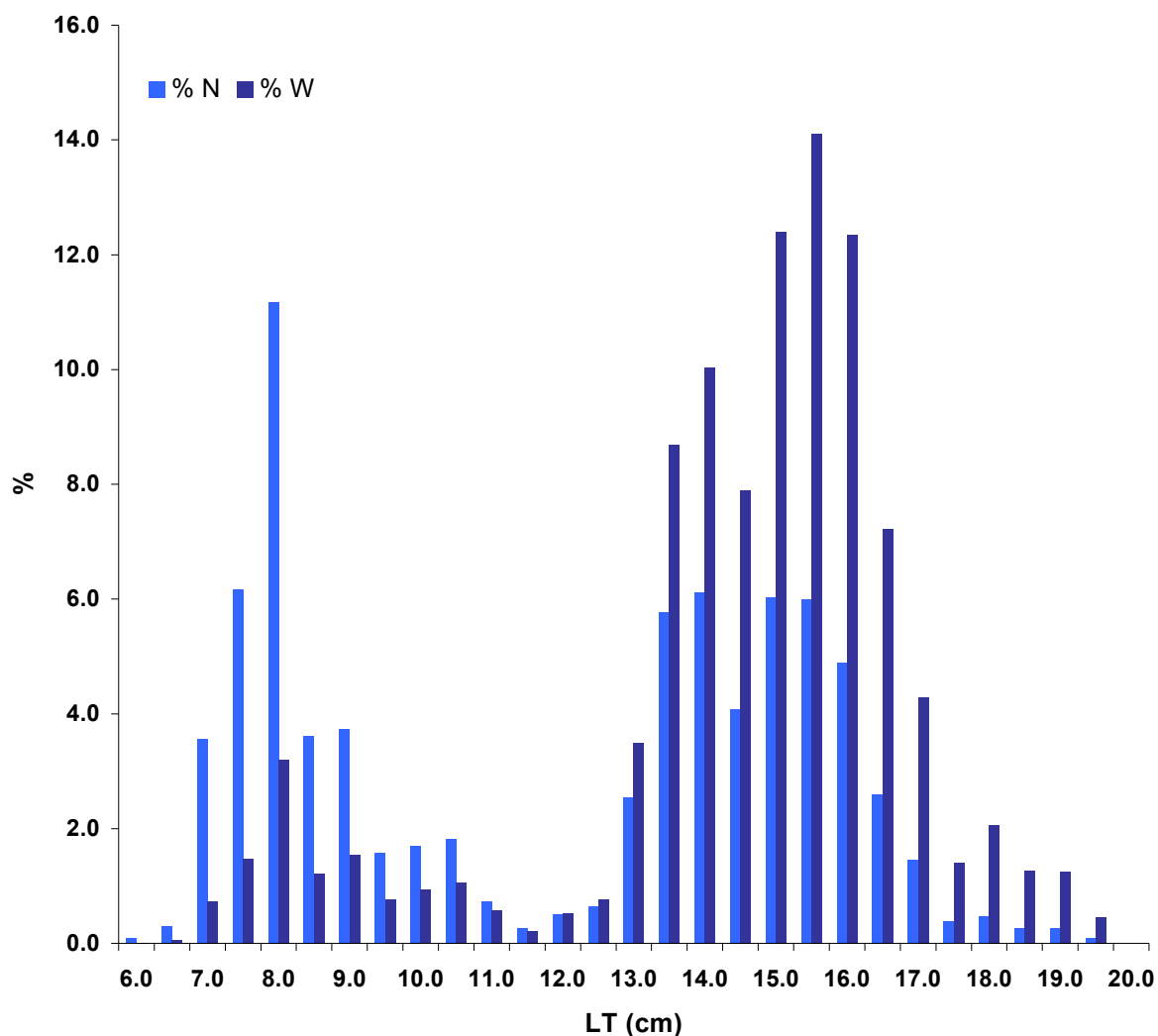
srednjeg dijela (Lastovo), otvorenog mora južnog dijela i unutarnjeg mora južnog dijela (kanali srednje dalmatinskih otoka). Inćun nije ulovljen na području otvorenog mora van Dugog Otoka. Najobimniji je ulov inćuna (309 jedinki mase 0,973 kg) ostvaren u Neretvanskom kanalu (EM-31). Velik broj poslijeličinki inćuna ukupne tjelesne dužine od 1,5 do 4,0 cm se zadržao na mreži nakon uzorkovanja na području otvorenog mora sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana, te Viškom kanalu.

Na cjelokupnom istraživanom području je ukupno analizirano 2.354 jedinki inćuna (Slika 96) od čega 547 nedoraslih jedinki ($< 6,0$ cm). Ukupne dužine tijela inćuna (bez nedoraslih jedinki) su bile u rasponu od 6,0 do 19,5 cm (1.807 jedinki) sa srednjom vrijednošću od 11,91 cm.



Slika 96. Analiza uzorka inćuna prikupljenog tijekom eho-monitoringa (Foto: D. Bogner, rujan, 2007).

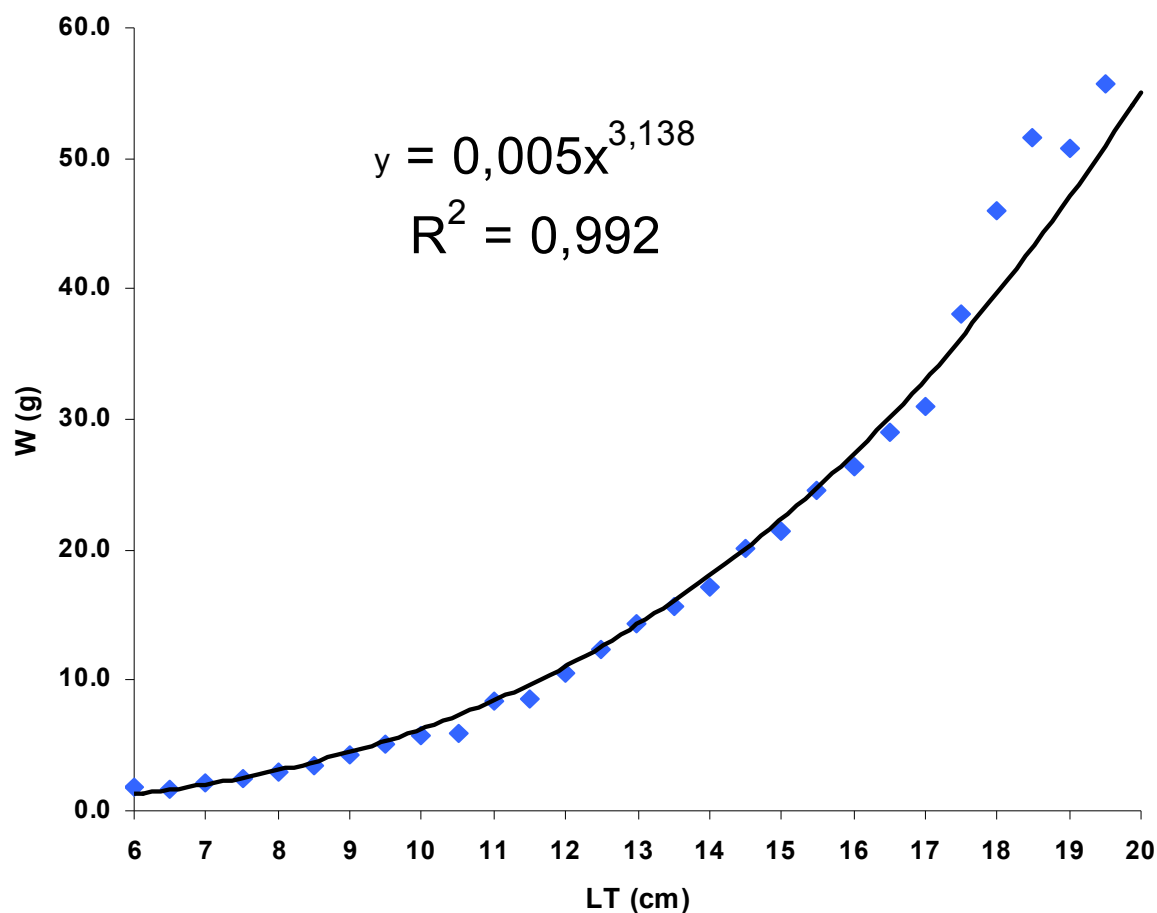
Analiza raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki inćuna upućuje na zaključak o bimodalnoj raspodjeli (Slika 97). Prve, više uočljiva modalna vrijednost je na 8,0 cm (11,17%), a druga manje izražena na 14,0 cm (6,11%).



Slika 97. Dužinska i masena struktura populacije inćuna na cjelokupnom istraživanom području (rujan, 2007).

Masa je analiziranih jedinki inćuna ($LT \geq 6\text{cm}$) bila u rasponu od 1,71 g do 55,8 g sa srednjom vrijednošću od 13,56 g. Među njima, inćuni najmanje mase su ulovljeni u akvatoriju Neretvanskog i Splitskog kanala, a oni najveće mase su bili ulovljeni u akvatoriju o. Lastova i o. Mljeta.

Dužinsko-maseni odnos (Slika 98) analiziranih jedinki inćuna ukazuje na pozitivan alometrijski rast jer je koeficijent regresije $b = 3,138$ ($R^2 = 0,992$). U tablici 42 su uspoređeni parametri ovog odnosa tijekom dosadašnjeg eho-monitoringa (2002-2007).



Slika 98. Dužinsko-maseni odnos incuna s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2007).

Tablica 42. Parametri dužinsko-masenog odnosa incuna s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2007. 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

Usporedbom je dobivenih vrijednosti koeficijenta regresije tijekom dosadašnjih istraživanja utvrđen pozitivan alometrijski rast incuna u posljednje četiri godine istraživanja za razliku od gotovo izometrijskog rasta tijekom prve godine eho-monitoringa što se može pripisati uzorkovanju u hladnijem razdoblju godine (studeni) kada dolazi do određenog zaostajanja u rastu uslijed sporijeg metabolizma uzrokovanog sniženim

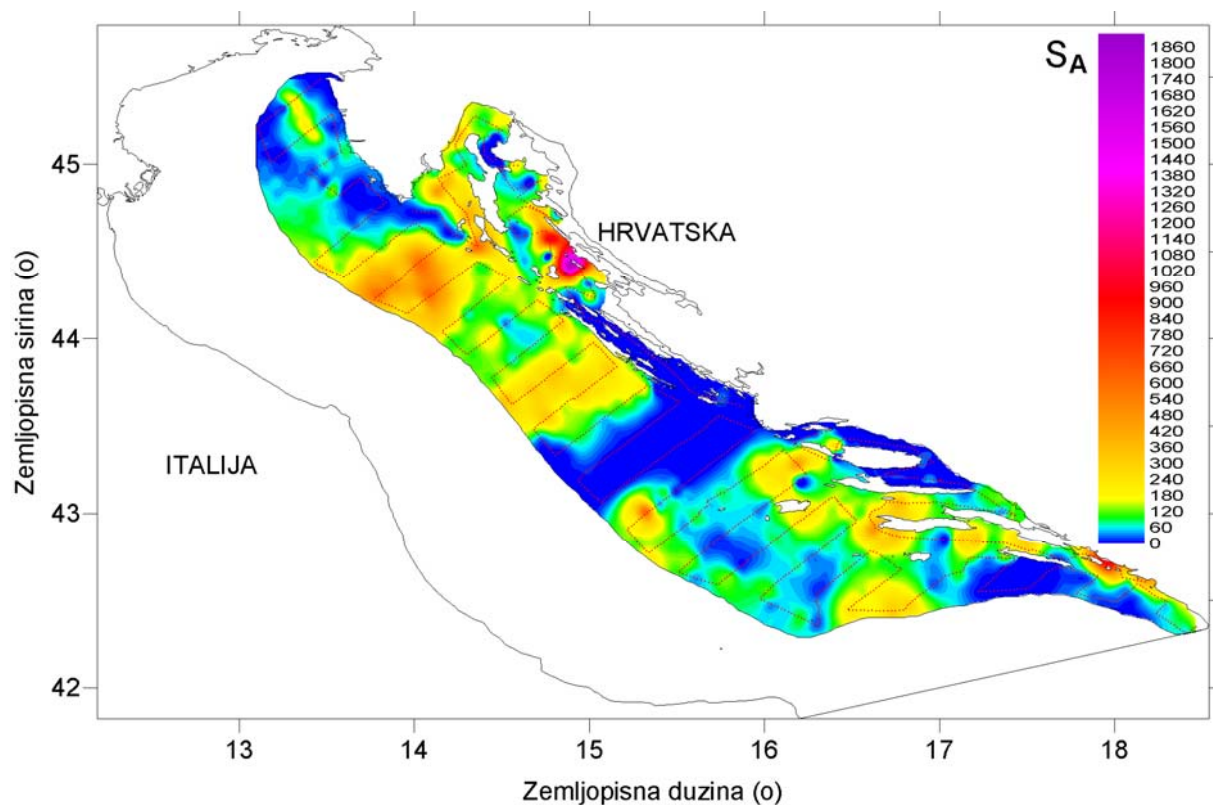
temperaturama mora. Koeficijent kondicije inćuna kolebao je s obzirom na dužinsku strukturu jedinki (Tablica 43). Tako su najniže vrijednosti ovog koeficijenta od 0,52 utvrđene za jedinke iz dužinskog razreda 10,5 cm, dok je 34 jedinke inćuna iz razreda 18,5 cm imala i najbolju kondiciju ($K = 0,82$).

Tablica 43. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije (K) inćuna po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2007).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
6,0	2	1,75	0,81
6,5	7	1,71	0,62
7,0	84	2,14	0,62
7,5	145	2,49	0,59
8,0	263	2,99	0,58
8,5	85	3,51	0,57
9,0	88	4,30	0,59
9,5	37	5,09	0,59
10,0	40	5,73	0,57
10,5	43	6,00	0,52
11,0	17	8,44	0,63
11,5	6	8,50	0,56
12,0	12	10,58	0,61
12,5	15	12,40	0,63
13,0	60	14,26	0,65
13,5	136	15,66	0,64
14,0	144	17,09	0,62
14,5	96	20,16	0,66
15,0	142	21,41	0,63
15,5	141	24,52	0,66
16,0	115	26,32	0,64
16,5	61	29,03	0,65
17,0	34	30,96	0,63
17,5	9	38,00	0,71
18,0	11	45,91	0,79
18,5	6	51,67	0,82
19,0	6	50,83	0,74
19,5	2	55,75	0,75

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti inćuna u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2007. pokazuju da je najveća gustoća populacije odraslog inćuna bila na području Kvarnera, zapadne obale Istre, te u akvatoriju jugozapadno od o. Lošinja pa do vanjske granice zaštićenog ribolovno-ekološkog pojasa. Pored ovog, značajna gustoća populacije odraslog inćuna u rujnu 2007. zabilježena je u akvatoriju o. Korčule, te u Neretvanskom kanalu. Najveće količine sitnog, nedoraslog inćuna registrirane su na

području južnog dijela Kvarnerića i Virskog mora, te u akvatoriju otočja Elafita i Koločepskog kanala. Pored ovog, velike količine ovog sitnog inćuna zabilježene su također i na otvorenom moru, poglavito u području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. Prostorna rasprostranjenost odraslog i malog nedoraslog inćuna prikazana je na slici 99.



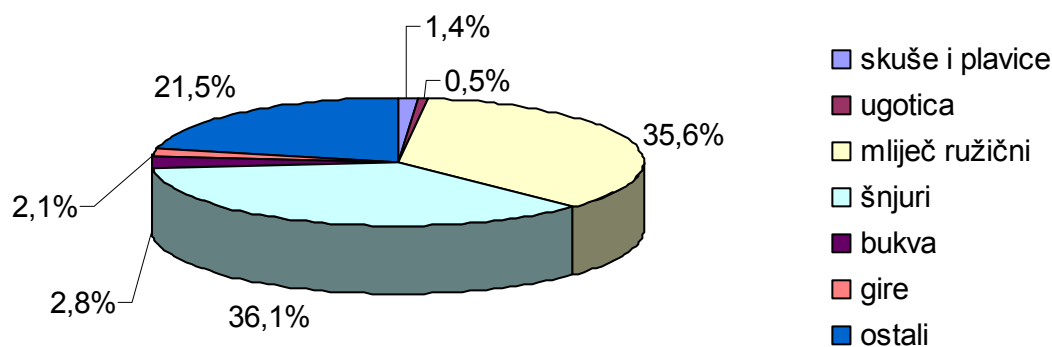
Slika 99. Prostorna rasprostranjenost odraslog i malog nedoraslog inćuna s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istočnom dijelu Jadranskog mora (rujan, 2007).

Ukupne bi procjene obimnosti naselja inćuna ($LT \geq 6,0$ cm) detektiranih u rujnu 2007., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	15.716	19.997	24.278
Unutarnje more – južni dio	3.771	4.628	5.486
Otvoreno more – sjeverni dio	21.709	26.484	31.260
Otvoreno more – srednji dio	2.262	3.264	4.266
Otvoreno more – južni dio	1.511	2.115	2.720
UKUPNO:	44.969	56.488	68.010

6.3.3. Ostale pelagičke vrste

Od ostalih su pelagičkih vrsta u eksperimentalnim lovinama pelagičke koće utvrđeno njih 10 i to: mliječ ružični (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), lokarda (*Scomber japonicus*), škaram (*Sphyraena sphyraena*), gira oštrulja (*Spicara flexuosa*), gira (*Spicara smaris*), srdela golema (*Sardinella aurita*), šnjur (*Trachurus trachurus*), šnjur (*Trachurus mediterraneus*) te ugotica (*Trisopterus minutus*). Kvalitativno-kvantitativni sastav ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku prikupljenom pelagičkom koćom je prikazan na Slici 100.



Slika 100. Zastupljenost pojedinih vrsta iz skupine ostalih pelagičkih riba s obzirom na njihovu brojnost u lovinama pelagičkom koćom (rujan, 2007).

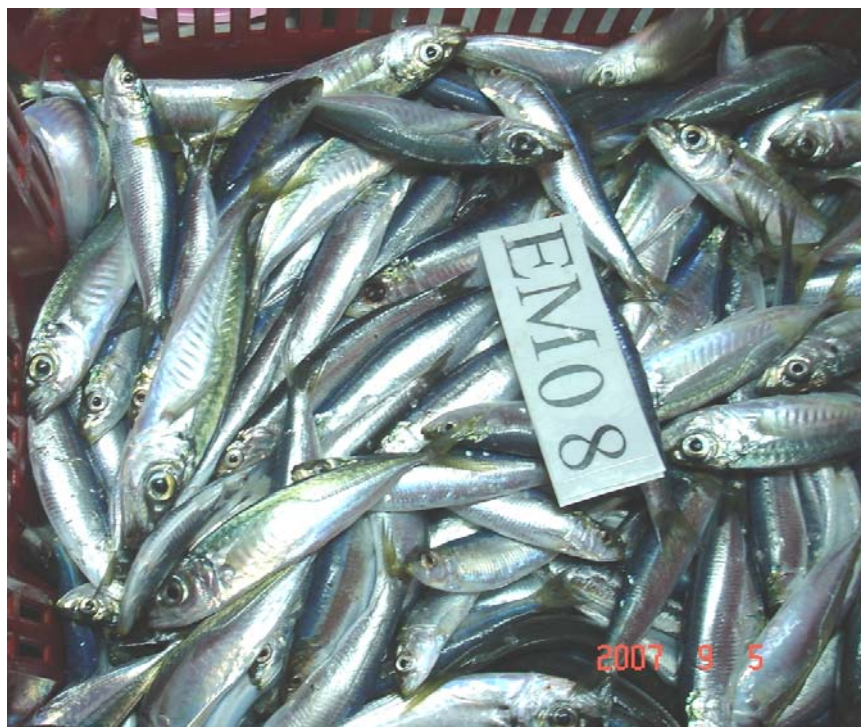
Mliječ ružični (*Aphia minuta*) je dominirala brojčano (152; 35,60%) dok se šnjur, *Trachurus mediterraneus* nalazi na drugom mjestu po brojčanoj zastupljenosti (104; 24,36%), a ova je vrsta dominirala i maseno (3058 g; 46,48%) u skupini ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku. Mliječ ružični je ulovljeni na 11 postaja i to gotovo na cijelom istraživanom području. Najobimniji je ulov ove vrste zabilježen u otvorenom dijelu sjevernog Jadrana (EM-12) gdje je ulovljeno ukupno 45 jedinki. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki mliječa ružičnog bila 2,7 cm. Ovdje međutim treba pojasniti da brojčana zastupljenost vrste mliječ ružični (Slika 101) u uzorcima ne odražava pravo stanje, jer se

zbog svoje male veličine tek rijetke jedinke zadržavaju u mreži dok ih većina prolazi kroz oka mreže.



Slika 101. Mliječ ružični (*Aphia minuta*) (Foto: V. Tičina, rujan, 2007).

Šnjuri (*Trachurus mediterraneus* i *T. trachurus*) su zabilježeni u 13 lovina, i to na području Kvarnera, otvorenog mora sjevernog dijela, otvorenog mora srednjeg i južnog djela Jadrana te u Neretvanskom i Splitskom kanalu. Najobimniji je bio ulov šnjura, *T. mediterraneus* (Slika 102) na području zapadne obale Istre (EM-8) s ukupno 59 jedinki mase 1585 g. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki šnjura bila 16,50 cm.



Slika 102. Šnjur (*Trachurus mediterraneus*) često prisutan u uzorcima ulovljenim tijekom eho-monitoringa (Foto: D. Bogner).

Nakon šnjura obimnije je brojčano i maseno bila zastupljena srdela golema (*Sardinella aurita*) s 91 jedinke samo u Splitskom kanalu, te bukva (12; 2,81% N; 433; 6,58% W). Prosječna je dužina ulovljenih jedinki srdele goleme bila 8,0 cm, a lokarde 16,40 cm.

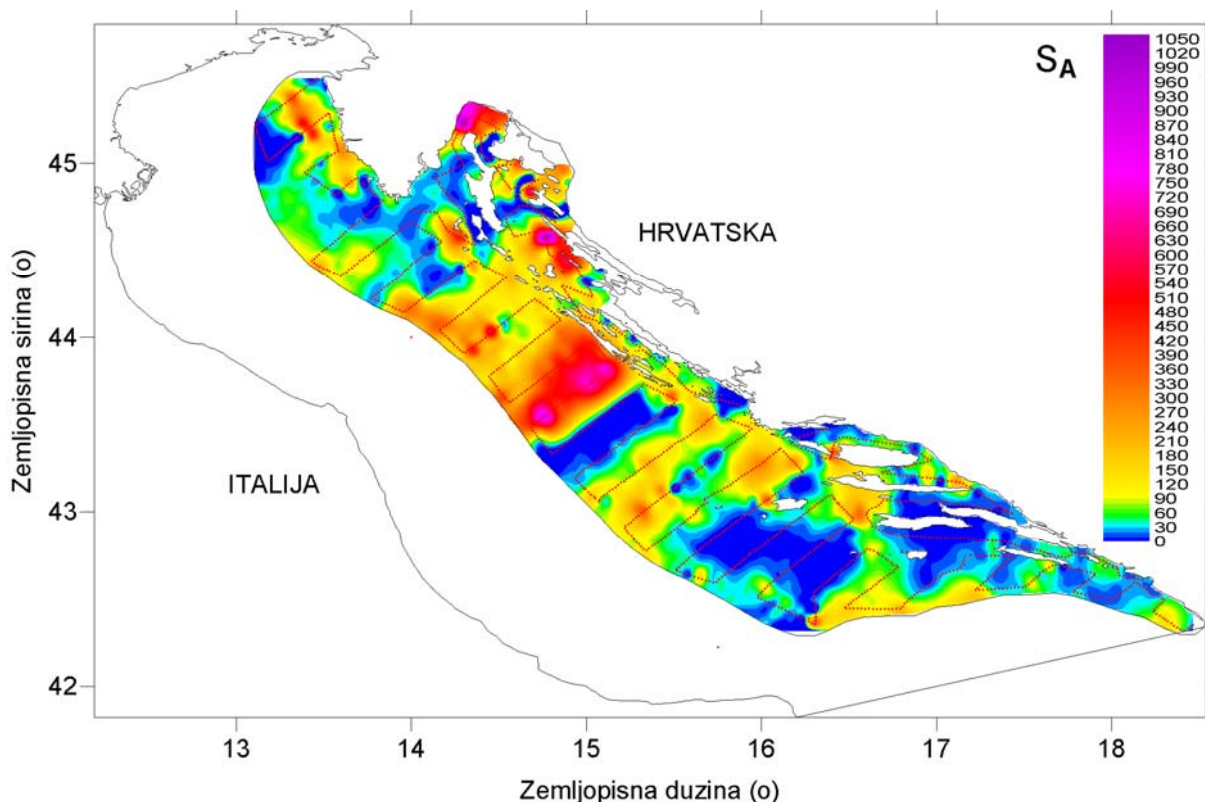
S. flexuosa je bila zastupljena s 7, a *S. smaris* s 2 jedinke (ukupno zajedno 2,1% u obilju). Ulovljene su u Virskom moru, otvorenom moru sjevernog Jadrana, te Korčulanskom i Hvarskom kanalu. Kapelan i škaram su ulovljeni, svak na jednoj postaji s 1-2 jedinke. Jedan škaram od 40,0 cm ulovljen je u Neretvanskom kanalu (Slika 103), a 2 jedinke kapelana u Splitskom kanalu.



Slika 103. Škaram ulovljen u Neretvanskom kanalu (Foto: V. Tičina, rujan 2007).

Prostorna je rasprostranjenost gustoće naselja svih ostalih pelagičkih vrsta zajedno, s obzirom na pripadajuće vrijednosti eho-integrala prikupljenih hidroakustičkim uzorkovanjem, prikazana na Slici 104.

Budući da bi procjene obimnosti ukupne količine svih ostalih pelagičkih vrsta riba zajedno detektiranih tijekom rujna 2007. 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.



Slika 104. Prostorna rasprostranjenost ostalih pelagičkih vrsta riba s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istraživanom području tijekom rujna, 2007.

6.3.4. Ostale vrste

a) ličinke riba

Analizom je ukupnog uzorka lovina prikupljeno i nekoliko vrsta ličinki koje su se zadržale na tegu pelagične koće (Slika 105). Tako su na postaji 16 utvrđene 3 ličinke *Arnoglossus* sp., 20 ličinki *Gadidae* sp. (vjerojatno *Trisopterus capellanus minutus*), te jedna neidentificirana ličinka. Na postaji EM-18 utvrđena je 1 ličinke vrste *Lepidopus caudatus*, 10 ličinki *Gadidae* sp. (vjerojatno *Trisopterus capellanus minutus*), 1 ličinka vrste *Sphyraena sphyraena*, 1 ličinka *Arnoglossus* sp, 1 ličinka *Merlangius merlangius*, te 1 ličinka *Boops boops*. Na postaji EM-27 utvrđena je jedna ličinka iz porodice Scorpaenidae, najvjerojatnije *Helicolenus dactylopterus*.



Slika 105. Ličinke različitih riba registrirane na ehogramima i prikupljene pelagičnom koćom (Foto: V. Tičina, rujan, 2007).

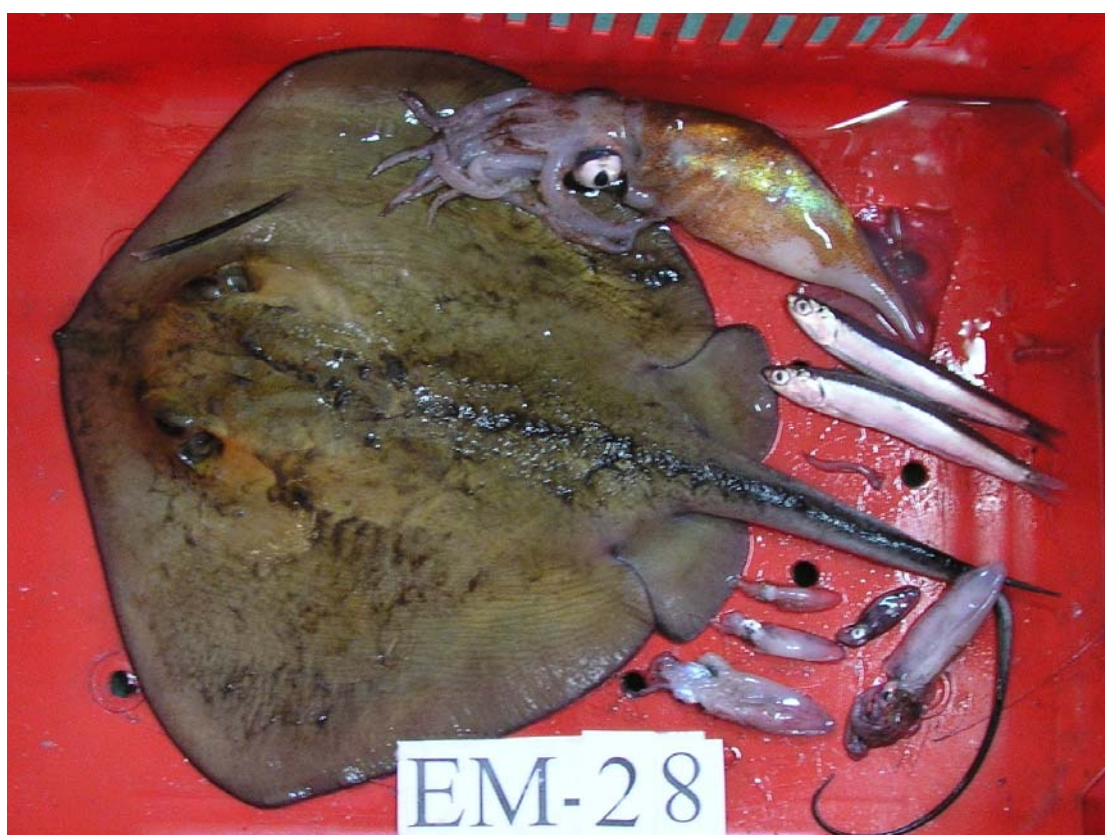
a) pridnene vrste riba

Analizom je ukupnog uzorka prikupljenog pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu, 2007. godine utvrđeno 20 pridnenih vrsta riba. Ukupno je ulovljena 93 jedinke s ukupnom masom od 20.277 g. Inače, četiri brojčano najzastupljenije vrsta su bile sljedeće: vučić, *Serranus hepatus* (25), trlja blatarica, *Mullus barbatus* (13 jedinki) (Slika 106), špar, *Diplodus annularis* (11), te oslić (*Merluccius merluccius* (10) i kokot bijelac, *Aspitrigla cuculus* (10).

Najveći su doprinos ukupnoj masi dale dvije jedinke žutulje, *Dasyatis pastinaca* i *D. violacea* (47,34%) ulovljene u Koločepskom i Mljetskom kanalu (Slika 107), te goluba, *Myliobatis aquila* (15,29%) ulovljenog u otvorenom moru srednjeg djela Jadrana (EM-20).



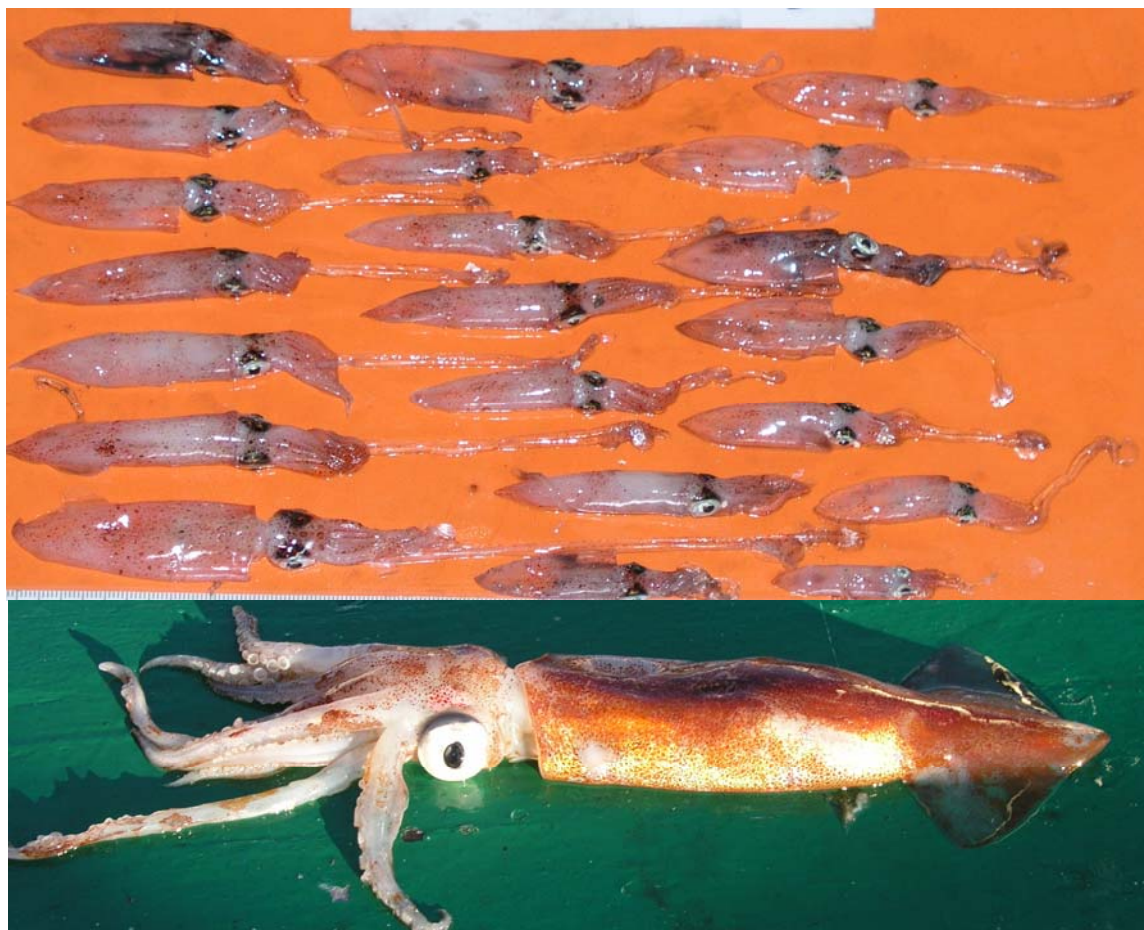
Slika 106. Pridnene vrste iz uzorka prikupljenog u Splitskom kanalu (Foto: M. Giunio, rujan, 2007).



Slika 107. Žutulja (*Dasyatis pastinaca*) ulovljena tijekom noći u pelagijalu Koločepskog kanala (Foto: V. Tičina, rujan 2007).

b) glavonošci

U lovinama je pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2007. godine utvrđeno i 7 vrsta glavonožaca. Ukupno je ulovljeno 329 jedinki ukupne mase 2.739,0 g. U uzorku je brojčano (241) prevladavala mala lignja, *Loligo vulgaris* (Slika 108) koja je zabilježena i na najvećem broju postaja (17). Maseno je prevladavala lignjica, *Allotheutis media* (975 g) Najveći je ulov lignje zabilježen u otvorenom moru srednjeg Jadrana (EM-19) i to ukupno 92 jedinke. Trend su slijedili sipice, *Sepiola* spp. (54), lignjica, *Allotheutis media* (23), s najviše 19 jedinki ulovljenih u otvorenom moru srednjeg Jadrana (EM-19), te lignjun, *Illex coindetii* (6) nađen na 5 postaja. Preostale su tri utvrđene vrste sipa, *Sepia officinalis*, muzgavac, *Eledone moschata* i hobotnica, *Octopus vulgaris* neznatno doprinosili brojčano, te ipak razmjerno dosta maseno ukupnom ulovu glavonožaca.



Slika 108. Lignjun i lignje iz uzoraka prikupljenih pelagijskom koćom (Foto: D. Bogner, rujna 2007).

c) rakovi

U lovinama je pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2007. godine utvrđeno i 3 vrste rakova. Nađeni su na 6 postaja, i to ukupno 4556 jedinki ukupne mase oko 500,0 g. U uzorku su brojčano (4500) prevladavali veliki eufauzidni rakovi, *Meganyctiphanes norvegica* (Slika 109) koji su zabilježeni i na najvećem broju postaja (5). Osim njih, ulovljena je slučajno i jedna jedinka pridnenog raka vabića, *Squilla mantis* na otvorenom moru srednjeg Jadrana (EM-18).



Slika 109: *Meganyctiphanes norvegica* – veliki eufauzid često prisutan u pelagijalu otvorenog mora, poglavito na području Jabučke kotline (Foto: V. Tičina, rujan 2007).

d) meduze

Tijekom ovogodišnjeg eho-monitoringa, u prikupljenim uzorcima nije zabilježeno prisustvo meduza.

6.3.5. Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta

Za pravilno tumačenje procjena koje se daju u ovom Izviješću, u prvom redu treba shvatiti da je biomasa ciljanih vrsta sitne plave ribe (srdele, incuna i papaline), u području našeg istraživanja, dinamična veličina koja je podložna promjenama u vremenu. Ove promjene (poglavito raspodjela biomase po pojedinim područjima) u kraćem vremenskom razdoblju (npr. do 1 godine) rezultat su prije svega prirodnih kolebanja i migracija sitne plave ribe u Jadranskome moru, ali i složenih trofičkih interspecijskih odnosa (npr. utjecaj predatora) u cijelom morskom ekosustavu.

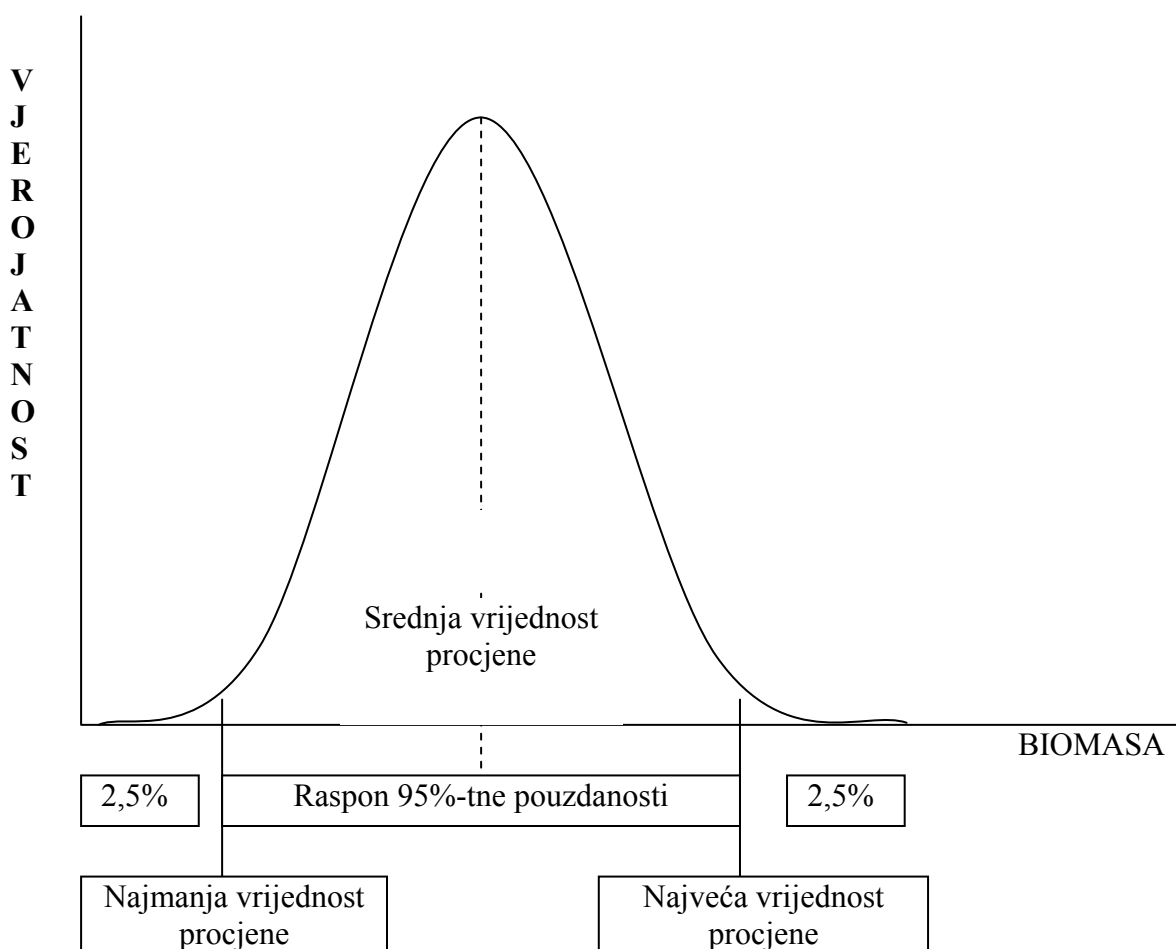
Budući da ne postoji ni jedna metoda u ribarstvenoj znanosti koja nam može sasvim točno kazati koliko tona ciljanih vrsta sitne plave ribe ima u moru, bilo koja od korištenih metoda daje nam manje ili više točnu procjenu stanja u određenom trenutku. Premda su sve metode podložne subjektivnim i objektivnim pogreškama, usporedbe rezultata dobivenih različitim izravnim i neizravnim metodama, korištenih u ribarstvenoj znanosti s ciljem procjene biomase sitne plave ribe (haringe) u Sjevernom moru, upućuju na najveću pouzdanost procjena dobivenih upravo upotrebom metode ultrazvučne detekcije (iz: MacLennan and Simmonds 1995, prema: Bailey and Simmonds, 1990). Upravo ova pouzdanost, kao i njena brzina i ažurnost, opravdava njihovu znatno višu cijenu u odnosu na ostale neizravne metode procjene. Međutim zbog drugih prednosti koje imaju neizravne metode procjene (npr. VPA) savjetuje se uzeti u razmatranje i na taj način dobivene informacije. Procjene biomase dobivene metodom ultrazvučne detekcije mogu se koristiti i kao jedan od ulaznih parametara u spomenutim neizravnim metodama.

U ovom Izviješću dobivene prostorne raspodjele sitne plave ribe odnose se na stvarno stanje na istraživanom području u trenutku istraživanja (rujan, 2007.), a procjene biomase iznose se u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti kao što je shematski prikazano na slici 110. Kao osnova za ove procjene korišteni su akustički uzorci dobiveni usrednjavanjem stvarno izmjenjenih vrijednosti eho-integrala duž 1 nautičke milje (EDSU=1nm). Kao što se vidi sa slike, uvijek postoji mala vjerojatnost da je stanje biomase u moru veće ili pak manje od ovdje iznesenih procjena, ali se ta vjerojatnost ne smatra statistički značajnom.

U svakom slučaju treba naglasiti da su ovdje navedene procjene bio-zaliha ciljanih vrsta (incun i srdela) nepotpune, budući da područje istraživanja ne pokriva u cijelosti područje njihove rasprostranjenosti (Jadransko more) već samo njegov istočni dio. Budući da se radi o migratornim vrstama ribe, njihove migracije iz jednog područja u drugo mogu

u vrlo kratkom periodu dovesti do velikih promjena u biomasi na pojedinim područjima. Ovu pretpostavku promjenama biomase uvjetovanim migracijama sitne plave ribe potvrđuju i rezultati analize njene prostorne rasprostranjenosti, tj. njene prisutnosti i u rubnim djelovima istraživanog područja, a što je tijekom rujna 2007. poglavito izraženo kod inćuna.

Pored toga, ovdje navedene procjene biomase za područje sjevernog dijela otvorenog mora treba razmatrati s osobitim oprezom poradi izrazito visokih reverberancijskih smetnji uzrokovanih nepovoljnim hidrografskim uvjetima na jednom dijelu ovog područja.



Slika 110. Shematski prikaz tumačenja dobivenih procjena biomase.

Nadalje, ovdje treba napomenuti i da su, u skladu s novim istraživanjima talijanskih znanstvenika iz Instituta ISMAR u Anconi, ponešto izmjenjeni faktori konverzije (CF) ehointegrala u biomasu srdele i inćuna. Navedenim izmjenama faktor konverzije u odnosu na malu srdelu se umanjio za oko 15,8-17,2% te za veliku srdelu ($LT = 8-10$ cm) za oko

20,1-20,8%. Kod inćuna ($LT \geq 6$ cm), uslijed navedenih izmjena faktor konverzije se uvećao za oko 7,5-8,0%. Navedene izmjene su se izravno odrazile i na ovdje navedene procijene biomase za rujan 2007. i njihove razlike u odnosu procjene iz rujna 2006. godine.

6.3.6. Procjena najveće dozvoljene količine izlova (MSY)

Za potrebe gospodarenja resursima sitne plave ribe (npr. putem izlovnih kvota) nužno je potrebno na temelju procjena biomase izračunati (procijeniti) najveću količinu ribe koja se smije izloviti (MSY), odnosno usmrtniti ribolovnim alatima, bez obzira na to da li je ulovljena namjenski ili pak slučajno, pa potom mrtva vraćena natrag u more. Nadalje, jedna od temeljnih pretpostavki pri tom je da se izlovljavaju spolno zrele jedinke koje su barem jednom sudjelovale razmnožavanju, tj. u obnovi populacije.

Prema Spare i Venema (1992) pri računanju MSY za iskorišćivane riblje stokove koristi se jednadžba:

$$MSY = 0,5 \times Z \times B,$$

gdje je Z ukupna smrtnost riba u populaciji, a B procjena njene ukupne biomase. Iz toga je vidljivo da bi 50% ukupne smrtnosti u populaciji moglo biti uzrokovano ribolovom. Međutim, u slučaju sitne plave ribe, radi se o populacijama riba koje predstavljaju biološku osnovu ribarstva (Sinovčić i sur., 1991) predstavljajući osnovnu hranu drugim gospodarski važnim vrstama ribe poput tunja, palamide, gofa, luca, skuše, oslića, i drugih. Imajući u vidu ove odnose (grabežljivac-plijen) među pojedinim vrstama u cjelovitom ekosustavu mora, Beddington i Cooke (1983) ukazuju da navedena formula zapravo precjenjuje MSY za 2-3 puta. Stoga savjetuju da se, u slučajevima kada se radi o populacijama organizama koji su u velikom obimu važni kao hranidbena osnova drugim vrstama u ekosustavu, u prethodno navedenoj formuli faktor 0,5 zamjeni s faktorom 0,2.

Prilikom izračunavanja količine najvećeg održivog izlova (MSY), pored izravne procjene biomase ribljih zaliha u moru vrlo važnu ulogu ima i procjena prirodne smrtnosti (M). Za razliku od biomase, prirodna smrtnost nije izravno mjerljiva veličina, pa ju je nužno procijeniti. Različite procjene prirodne smrtnosti srdele u Jadranskome moru koje se mogu dobiti na temelju korištenja različitih modela u ribarstvenoj biologiji nalaze se u rasponu vrijednosti od 0,5 (prema Taylor-u) pa sve do 1,4 (prema Rikhteru i Efanovu).

Zbog toga se uz jednake vrijednosti procijenjene biomase, korištenjem različitih modela procjene prirodne smrtnosti mogu dobiti vrlo različite procjene MSY-a. Da bi se bolje ilustriralo navedeno, ovdje su kao primjer za srdelu iznesene tri različite procjene MSY dobivene korištenjem različitih metoda procjena prirodne smrtnosti, te dvije procjene MSY za inćuna (Tablica 44).

Tablica 44. Primjeri procjena najvećeg održivog izlova (MSY) na temelju procijenjene biomase ($B_{avg.}$) uz korištenje različitih procjena prirodne smrtnosti (M).

		$B_{avg.}(t)$	MSY(t)	% $B_{avg.}$	M	Procjena prema:
Srdela	(1)	136.907	17.113	12,50%	0,50	Taylor (iz: Sinovčić, 1984; 1986); korišteno za VPA (Cingolani i sur. 2003b)
Srdela	(2)	136.907	23.959	17,50%	0,70	Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)
Srdela	(3)	136.907	47.917	35,00%	1,40	Rikhteru i Efanov (iz: Spare i Venema, 1992)
Inćun	(1)	56.488	9.179	16,25%	0,65	Cingolani i sur., 2003a; korišteno za VPA
Inćun	(2)	56.488	15.393	27,25%	1,09	Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)

U svakom slučaju, za potrebe gospodarenja koje bi se temeljilo na primjeni izlovnih kvota, bilo bi poželjno kada bi znanstvenici u okviru Generalnog savjeta za ribarstvo na Sredozemnom moru (GFCM) ustvrdili prednosti i nedostatke pojedinih metoda procjene prirodne smrtnosti, te nedvosmisleno preporučili korištenje neke od njih za potrebe dugoročno održivog gospodarenja ovim biozalihami. Za sada se može samo ustvrditi da u skladu s uvažavanjem principa predostrožnosti (Precautionary approach) u gospodarenju, ne bi bilo uputno koristiti procjene MSY-a temeljene na najvećim procijenjenim vrijednostima prirodne smrtnosti (M).

Važno je napomenuti da su primjeru navedenom u tablici 44, pri računanju MSY korištene nepotpune procjene biomase ovih vrsta u Jadranskom moru. Stvarne vrijednosti najvećeg održivog izlova (MSY) inćuna i srdele u čitavom Jadranskom moru nedvojbeno su veće, ali je za njihovo izračunavanje potrebno imati na raspolaganju potpune procjene biozaliha ovih vrsta koje istovremeno uključuju i zapadni dio Jadranskoga mora. Isto tako treba imati na umu da procijenjene vrijednosti podrazumijevaju izlov odraslih, spolno zrelih jedinki. Ukoliko se izlovljavaju nedoraste tj. spolno nezrele jedinke, a što je kod nas na nekim područjima čest slučaj, količine ribe koja se može izloviti bez opasnosti od prelova su značajno manje od MSY vrijednosti navedenih u Tablici 44.

7. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Termohaline osobine tijekom rujna 2007. pokazuju stratificiranost vodenog stupca od sjevernog do južnog Jadrana. Toplija voda u sjevernom Jadranu zauzima vertikalno dublji sloj, te postoji horizontalni gradijent između sjevernog i srednjeg Jadrana. U polju saliniteta vertikalni je presjek karakterističnog oblika sa izraženim utjecajem slađe sjevernojadranske vode. Uz inače uobičajenu sliku razdiobe termohalinih osobina u području istraživanja, može se istaći prodiranje vode većeg saliniteta u intermedijalnom sloju, te nešto zagrijaniji površinski sloj zbog iznimno toplog ljeta.

Rezultati istraživanja prostorne raspodjele kisika ukazuju da je u području otvorenog mora gornji dio vodenog stupca bio znatno višeg sadržaja kisika u odnosu na područje unutarnjeg mora. Za razliku od gornjeg sloja, u donjem dijelu vodenog stupca nisu ustanovljene značajnije razlike između područja, a zasićenost, inače kritičnog pridnenog sloja ove godine možemo ocijeniti kao vrlo dobru. Usporedba s višegodišnjim vrijednostima pokazuje da je vertikalna raspodjela kisika u cijelom području istraživanja u rujnu 2007. bila u skladu s prosječnim stanjem za ovaj mjesec.

Rezultati kvalitativno-kvantitativne analize fitoplanktona u rujnu 2007. pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomasi kao i po sastavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveća biomasa i najveći udio mikrop planktonske veličinske kategorije, posebice iz skupine dijatomeja, zabilježeni su u sjevernom Jadranu i to na području Kvarnera, Riječkog zaljeva, kao i na najsjevernijem dijelu otvorenog mora. Najveće vrijednosti biomase su na čitavom području zabilježene u pridnenom sloju, što je i uobičajeno za ljetno razdoblje. Sjeverni dio Jadrana se i po sastavu fitoplanktonske zajednice također razlikuje od srednjeg i južnog. Ovogodišnji rezultati ispitivanja potvrđuju da je sjeverni dio Jadrana karakteriziran višim trofičkim stupnjem u odnosu na srednji i južni Jadran. Međutim treba naglasiti da je u odnosu na prošlogodišnja istraživanja, ove godine u sjevernom Jadranu zabilježen znatan pad fitoplanktonske biomase.

Rezultati kvalitativno-kvantitativne analize mikrozooplanktona u rujnu 2007. pokazuju da je fauna tintinina tipična za rano jesensko razdoblje s iznimno malim brojem vrsta u unutarnjem moru i sjevernom dijelu otvorenog mora, te raznolikom faunom na području srednjeg dijela otvorenog mora, gdje je u površinskom sloju zabilježen veći broj primjeraka imigrantske vrste *Undella haday*. Na postajama otvorenog mora-srednji dio, dominirala je oceanska vrsta *Codonella aspera*. Dominantne skupine mikrometazoa su kopepodni rakovi i

njihovi raniji razvojni stadiji. Na cijelom području nađene su relativno visoke vrijednosti gustoće svih skupina, a izrazito visoke vrijednosti su nađene na postajama sjevernog dijela otvorenog mora i u Neretvanskom kanalu. Prema sastavu i brojnosti svih skupina manjeg i srednjeg zooplanktona u unutrašnjem moru, te na većem sjevernog i srednjeg dijela otvorenog mora možemo zaključiti da su tijekom rujna 2007. godine bili vrlo povoljni uvjeti za ishranu ranih razvojnih stadija sitne plave ribe.

Kao što je to i uobičajeno, rezultati kvalitativno-kvantitativne analize ostalih skupina zooplanktona u rujnu 2007. ukazuju na pad gustoće populacija zooplanktona u horizontalnom smjeru na otvorenom moru od sjevera prema jugu, te u vertikalnom smjeru na dubokim postajama srednjeg i južnog dijela otvorenog mora (naročito od 100 m dubine prema dnu). Dominantna skupina mezozooplanktona su kopepodi. Za cijelo istraživano područje je značajna velika zastupljenost herbivornih kopepoda i njihovih kopepoditnih stadija. Kvantitativno značajna skupina su i kladocere, i to u sjevernom dijelu unutarnjeg i otvorenog mora. Područje Jabučke kotline bilo je vrlo siromašno zooplanktonom što se može povezati s pojavom amfipodnih rakova iz roda *Hyperia*. Najveća gustoća ličinki riba zabilježena je u Virskom moru, te jaja incuna u području Kvarnera. Značajnije vrijednosti jaja javljaju se još u području Mljetskog kanala, na području srednjeg dijela otvorenog mora. Kvantitativno značajne vrijednosti ličinki riba nađene su u području Kvarnera, Korčulanskog i Neretvanskog kanala te u akvatoriju južno od o. Kornata.

U ishrani srdele i incuna dominiraju kopepodni rakovi. U želučanom sadržaju prevladavaju uobičajene vrste kalanoida karakteristične za sezonu kasno ljeto-jesen, te mali ciklopoidni poecilostomatoidi čija je prisutnost u planktonu stalna tijekom čitave godine. Ličinački stadiji dekapodnih rakova, školjkaša i puževa, veći rakovi eufauzidi i mizidi, te riblja jaja također su zabilježeni u sadržaju probavila. I ovogodišnji rezultati ukazuju na sporednu ulogu kladocera i zanemarivu ulogu fitoplanktona u ishrani srdele, dok kod incuna ostaci biljne hrane nisu ni zabilježeni.

Prostorna raspodjela gustoće naselja sitne plave ribe, poglavito incuna, neposredno uz granicu našeg zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, tj. uz sam rub područja istraživanja obuhvaćenog ovim monitoringom, naglašava mogući utjecaj trofičkih i/ili genetičkih migracija (iz ili u područje istraživanja) riba na njihovu ukupnu količinu prisutnu na području istraživanja za vrijeme izvođenja monitoringa. Prisustvo papaline tijekom ovogodišnjih istraživanja nije zabilježeno, pa se pretpostavlja da se najveći dio njene populacije u to vrijeme nalazio izvan područja istraživanja. Kod srdele je zamijećena izrazito neravnomjerna prostorna raspodjela, pri čemu je utvrđeno da se oko 84% ukupno procijenjene količine

nalazilo na području sjevernog dijela otvorenog mora, dok je na njegovu srednjem i južnom dijelu bilo tek 4,2% ukupno procijenjene količine. Prostorna je raspodjela gustoće naselja incuna bila nešto ravnomjernija, ukazujući ipak na nešto veće koncentracije incuna u rujnu 2007. u sjevernom dijelu otvorenog mora, te sjevernom dijelu unutarnjeg mora. Znatne količine sitnog, nedoraslog incuna registrirane su na području južnog dijela Kvarnerića i Virskog mora, te u akvatoriju otočja Elafita i Koločepskog kanala. Pored ovog, velike količine ovog sitnog incuna zabilježene su također i na otvorenom moru, poglavito u području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa.

Dužinska struktura prikupljenih uzoraka srdele ($LT=6,0-17,0$ cm) je bila tri-modalnog karaktera. Prva modalna vrijednost pri dužini od 7,0 cm s učestalošću od 6,6% i druga pri dužini od 10,0 cm s učestalošću od 3,19% vjerojatno odgovaraju ponajviše jednogodišnjoj srdeli (starosti 0^+ i 1), a treća pri 14,0 cm s učestalošću od 13,32% odgovara odrasloj, višegodišnjoj populaciji srdele (starosti $\geq 1^+$). Kod dužinske strukture prikupljenih uzoraka incuna (za $LT \geq 6$ cm) se zamjećuje bi-modalna raspodjela, pri čemu je prva modalna vrijednost je na 8,0 cm (11,17%), a druga manje izražena na 14,0 cm (6,11%). Međutim, razmjerno najveći maseni udio čine jedinke dužina 15-16 cm. Pored toga, u području istraživanja su bile brojne jedinke poslijedolaznih i ranih juvenilnih razvojnih stadija incuna ($LT=1,5-4,5$ cm). Analizama dužinsko-masenog odnosa pozitivan alometrijski rast u rujnu 2007. je utvrđen kod incuna, dok je kod srdele zabilježen gotovo izometrijski rast.

Ovogodišnje procjene količine ciljanih vrsta sitne plave ribe ukazuju da je tijekom ovogodišnjeg obavljanja eho-monitoringa u istraživanom području bila prisutna znatno manja količina srdele i incuna nego prethodne godine. Pored toga, prisutnost papaline u rujnu 2007. nije zabilježeno. 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. Međutim, treba napomenuti da se poradi izmjena u faktorima konverzije za srdelu i incuna, ovogodišnje procjene ne mogu izravno uspoređivati s prošlogodišnjima, već se za analizu fluktuacija biomase preporuča usporedba vrijednosti njihovih ukupnih ehointegrala. Da bi se dobila potpunija slika cjelokupnog stanja populacija ciljanih vrsta u Jadranskome 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).

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. Do tada bi se, na osnovi dobivenih izravnih procjena biomase, (uz obavezni nastavak redovitog godišnjeg eho-monitoringa) moglo u skladu s principima predostrožnosti, započme s gospodarenjem ovim resursima primjenom sustava najvećeg dozvoljenog izlova (TAC). Međutim, pri tome treba imati na umu važnost sagledavanja cjelovitog stanja njihovih biozaliha u Jadranskome moru. Pored toga, s obzirom na veliki utjecaj izbora pojedine metode procjene prirodne smrtnosti (M) na procjenu količine najvećeg održivog ulova (MSY), bilo bi potrebno da Generalna komisija za ribarstvo na Sredozemnom moru (GFCM), za potrebe gospodarenja ovim biozalihama, preporuči korištenje jedne određene metode za procjenu prirodne smrtnosti.

U skladu s postojećom Strategijom razvoja ribarstva koja predviđa povećanje ulova sitne plave ribe, s ciljem učinkovitijeg obnavljanja populacija vrsta koje se mriju u zimsko doba godine (srdela i papalina), uveden je lovostaj u vremenu od 15. prosinca do 15. siječnja, koji se ove godine po drugi put primjenjuje u praksi. Očekuje se da ova mjera regulacije ribolova pripomogne obnavljanju populacije srdele. Pored toga se preporučuje dodatna zaštita nedoraslih primjeraka na područjima njihovih rastilišta, te 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 možebitnim budućim dogovorima o ribarenju u Jadranskome moru treba se zalagati za ujednačene kriterije gospodarenja. Pri tome poseban naglasak treba dati na zabranu izlova 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.

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.
- 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.
- FOOTE, K.G., 1987. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. J. Acou. Soc. Am., 82: 981-987.
- 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.
- JARDAS, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 536 pp.
- JASPRICA, N. 1994. Biomasa Fitoplanktona obalnog i otvorenog mora Južnog Jadrana. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 129 pp.
- KAČIĆ, I., 1981. Pelagic fish in the northern Adriatic -distribution and movements. *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.
- MACLENNAN, D.N., E.J. SIMMONDS, 1995. Fisheries Acoustics. Chapman&Hall, London, 325 pp.

- 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.
- 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.
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull Fish Res Board of Canada, 191: 1-382.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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 – Engraulidae. 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.

Pojedinačna mjerenja snage odjeka standardnog cilja tijekom kalibracije echo-sondera.

Data:.	Time	Distance	TS-c	TS-u	Athw.	Along	sA
No		[m]	[dB]	[dB]	[deg]	[deg]	[m2/nm2]
1	10:08:04.87	8.10	-33.64	-34.72	-1.19	-0.91	59437
2	10:10:28.87	8.08	-33.37	-33.68	-0.67	0.31	73842
3	10:10:36.87	8.10	-33.81	-35.69	-1.44	-1.36	48588
4	10:10:45.87	8.07	-33.42	-33.77	-0.61	0.50	71068
5	10:11:15.86	8.05	-33.22	-34.78	0.16	1.72	56696
6	10:11:16.86	8.04	-32.91	-40.52	1.00	3.77	15201
7	10:11:17.87	8.03	-32.84	-40.31	1.13	3.71	15890
8	10:11:48.87	8.03	-32.84	-43.77	1.77	4.42	7081
9	10:11:50.87	8.04	-33.15	-37.06	0.74	2.68	34118
10	10:11:51.86	8.05	-33.34	-36.37	0.61	2.36	40279
11	10:11:52.87	8.06	-33.10	-37.75	0.74	2.94	29021
12	10:11:54.87	8.06	-33.24	-34.10	0.03	1.27	65714
13	10:11:55.87	8.05	-33.31	-34.90	0.29	1.72	55783
14	10:11:56.87	8.05	-33.21	-33.74	0.48	0.88	70632
15	10:11:57.86	8.06	-33.30	-33.50	-0.16	-0.66	74912
16	10:11:58.86	8.07	-33.32	-33.41	-0.35	-0.21	76424
17	10:12:00.87	8.07	-33.35	-33.60	-0.35	-0.66	73315
18	10:12:01.87	8.08	-33.60	-34.99	-0.74	-1.56	55753
19	10:12:03.87	8.08	-33.32	-37.69	-1.06	-2.84	30105
20	10:12:04.86	8.09	-33.32	-39.62	-1.25	-3.42	19082
21	10:12:05.86	8.09	-33.36	-43.11	-1.83	-4.19	8478
22	10:12:06.87	9.88	-35.55	-43.84	-3.18	-2.84	3424
23	10:12:15.87	9.85	-37.99	-47.54	-1.19	-4.32	1678
24	10:33:44.86	8.47	-35.02	-44.19	1.83	-4.06	5367
25	10:34:37.87	8.42	-33.23	-44.67	1.77	-4.64	4923
26	10:34:41.86	8.42	-33.49	-44.88	1.45	-4.70	4697
27	10:36:41.87	8.38	-33.45	-43.63	-0.29	-4.57	6579
28	10:36:43.87	8.39	-33.56	-44.92	-0.29	-4.83	4868
29	10:36:45.87	8.38	-33.36	-43.23	-0.16	-4.51	7205
30	10:37:09.87	8.38	-33.28	-42.31	-0.16	-4.32	9014
31	10:37:17.87	8.31	-33.36	-41.16	-0.42	-4.00	12365
32	10:37:20.87	8.31	-33.41	-42.72	-0.86	-4.32	8610
33	10:37:23.87	8.30	-33.61	-43.50	-0.93	-4.44	7196
34	10:37:30.87	8.30	-33.41	-43.39	-1.06	-4.44	7383
35	10:37:54.87	8.28	-33.11	-40.72	-1.25	-3.80	13636
36	10:38:01.87	8.27	-33.16	-41.52	-1.51	-3.93	11066
37	10:38:15.87	8.26	-33.00	-38.78	-1.51	-3.16	21020
38	10:38:19.87	8.25	-32.96	-38.64	-1.70	-3.03	21674
39	10:38:21.87	8.25	-32.94	-40.67	-2.02	-3.55	13508
40	10:38:32.87	8.24	-32.69	-41.12	-2.41	-3.55	12235
41	10:39:00.87	8.24	-32.87	-38.77	-1.96	-2.97	20906
42	10:39:18.87	8.23	-32.95	-37.70	-1.76	-2.65	26864
43	10:39:27.87	8.23	-33.11	-36.56	-1.57	-2.20	35196
44	10:39:35.87	8.22	-33.08	-36.35	-1.44	-2.20	36937
45	10:39:45.87	8.21	-32.97	-37.95	-2.41	-2.20	25427
46	10:39:47.86	8.21	-32.88	-37.32	-2.47	-1.81	29450
47	10:39:48.87	8.21	-33.02	-36.38	-1.89	-1.88	36739
48	10:39:49.87	8.20	-33.07	-37.02	-2.08	-2.00	31791
49	10:39:50.87	8.20	-32.70	-39.40	-3.24	-1.94	18369
50	10:39:51.87	8.19	-32.89	-38.30	-2.86	-1.81	23813
51	10:39:54.86	8.19	-32.65	-39.18	-3.30	-1.68	19668
52	10:39:56.87	8.19	-32.87	-38.15	-3.05	-1.30	24855
53	10:39:57.87	8.20	-33.13	-35.97	-2.02	-1.36	40794
54	10:40:00.86	8.21	-33.29	-35.49	-1.70	-1.30	45648
55	10:40:03.87	8.21	-33.29	-35.43	-1.44	-1.56	46194
56	10:40:10.87	8.20	-33.08	-34.79	-1.70	-0.78	51989
57	10:40:19.87	8.04	-33.28	-42.60	0.29	-4.38	9241

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
58	10:40:25.87	8.09	-33.17	-38.33	-0.61	-3.22	25630
59	10:40:26.87	8.19	-33.15	-37.13	-0.80	-2.78	31969
60	10:40:27.87	8.20	-33.24	-36.15	-2.21	-1.04	39530
61	10:40:28.86	8.20	-33.21	-34.29	-1.38	-0.53	59322
62	10:40:49.86	8.06	-33.11	-39.86	0.03	-3.74	17580
63	10:40:52.87	8.05	-33.56	-44.72	0.68	-4.77	5649
64	10:41:09.87	8.08	-33.17	-39.99	-0.42	-3.74	17334
65	10:41:10.86	8.07	-33.09	-38.71	-0.03	-3.42	22917
66	10:41:12.87	8.08	-33.16	-38.98	-0.67	-3.42	22094
67	10:41:13.87	8.12	-33.47	-36.59	-0.74	-2.45	38734
68	10:41:15.87	8.20	-33.14	-34.50	-1.57	-0.53	56560
69	10:41:18.87	8.08	-33.58	-35.92	-0.61	-2.13	45652
70	10:41:34.87	8.19	-33.29	-34.28	-0.99	-1.04	60725
71	10:41:56.87	8.17	-33.16	-33.69	-0.86	-0.59	69617
72	10:42:06.86	8.10	-33.34	-34.18	-0.54	-1.23	66577
73	10:42:20.86	8.09	-33.22	-33.38	-0.16	-0.59	79317
74	10:42:43.87	8.11	-32.76	-32.94	-0.22	-0.59	89754
75	10:42:48.86	8.22	-33.04	-33.56	1.06	-0.08	79392
76	10:42:50.87	8.11	-33.34	-34.10	1.25	-0.34	68205
77	10:42:59.87	8.20	-31.87	-33.18	1.64	-0.40	71751
78	10:43:07.87	8.10	-33.29	-33.58	0.80	-0.08	76423
79	10:43:22.86	8.10	-33.13	-33.27	0.55	-0.21	78688
80	10:43:30.87	8.10	-33.27	-33.63	0.87	-0.27	74287
81	10:43:38.87	8.09	-33.36	-34.70	1.58	0.56	60057
82	10:43:41.87	8.07	-32.67	-40.66	2.22	3.45	14485
83	10:43:42.87	8.08	-33.38	-35.01	1.70	0.69	55900
84	10:43:43.86	8.09	-33.35	-34.22	1.32	0.31	65784
85	10:43:49.87	7.88	-33.23	-35.52	1.90	1.08	51125
86	10:43:53.87	8.06	-32.68	-44.08	3.24	3.84	6508
87	10:43:54.87	8.07	-33.34	-35.89	1.70	1.53	44989
88	10:44:01.87	8.04	-32.69	-41.36	2.92	3.20	12186
89	10:44:02.87	8.05	-33.18	-36.68	2.35	1.33	37041
90	10:44:03.87	8.05	-33.25	-36.51	2.15	1.46	38196
91	10:44:07.87	8.02	-32.41	-39.44	2.92	2.55	20055
92	10:44:13.87	8.06	-33.37	-36.95	2.22	1.59	36416
93	10:44:14.87	8.06	-34.15	-38.29	2.92	0.31	25854
94	10:44:20.87	8.05	-31.31	-39.71	3.76	1.98	20101
95	10:44:22.87	8.08	-33.15	-34.70	-0.80	1.53	56859
96	10:44:24.87	8.07	-30.39	-32.02	-0.42	-1.81	107886
97	10:44:25.86	8.09	-31.33	-32.36	-0.03	-1.49	101716
98	10:44:30.87	8.08	-31.31	-32.54	0.80	-1.43	90107
99	10:44:37.87	8.64	-33.01	-37.51	-2.98	-0.46	23519
100	10:44:48.87	8.07	-33.50	-35.43	0.80	-1.88	50400
101	10:44:49.87	8.07	-33.18	-34.57	1.45	-0.98	58465
102	10:44:50.87	8.06	-33.27	-34.85	1.83	-0.01	55797
103	10:44:52.87	8.06	-33.51	-35.98	1.45	-1.81	44012
104	10:44:53.86	8.05	-33.05	-37.72	1.77	-2.65	28810
105	10:44:54.87	8.05	-33.17	-37.17	1.90	-2.26	32885
106	10:44:56.87	8.04	-33.04	-38.24	2.09	-2.65	25374
107	10:44:57.87	8.04	-32.97	-38.78	1.96	-2.97	22338
108	10:44:58.87	8.03	-32.91	-39.42	2.35	-2.97	19243
109	10:44:59.86	8.03	-32.93	-39.84	2.28	-3.16	17411
110	10:45:00.86	8.03	-32.98	-41.23	2.47	-3.48	12558
111	10:45:01.87	8.03	-32.98	-41.63	2.47	-3.61	11464
112	10:45:10.87	8.07	-33.13	-34.64	1.45	-1.11	58017
113	10:45:15.87	8.06	-33.42	-35.96	1.70	-1.62	44163
114	10:45:29.87	8.06	-33.95	-37.36	2.09	-1.75	31920
115	10:45:53.87	8.06	-33.28	-36.22	1.45	-2.07	41532

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
116	10:45:54.87	8.00	-33.18	-37.46	2.86	0.88	31294
117	10:46:01.87	7.93	-34.03	-44.90	3.89	3.00	5472
118	10:46:02.86	8.04	-32.76	-40.20	3.50	1.91	16817
119	10:46:03.87	7.93	-33.41	-39.66	3.24	1.66	18953
120	10:46:06.87	8.69	-34.35	-44.17	-3.69	-2.84	5209
121	10:46:07.87	8.71	-32.56	-43.16	-4.52	-1.23	6518
122	10:46:08.87	8.74	-35.49	-40.92	-3.30	-0.21	11112
123	10:46:11.87	8.04	-32.54	-38.93	3.50	1.08	26106
124	10:46:12.87	8.00	-33.60	-36.98	2.67	-0.01	34971
125	10:46:41.87	8.01	-33.04	-44.71	4.21	2.88	5671
126	10:47:14.87	8.03	-33.17	-36.90	2.80	0.05	34849
127	10:47:15.87	8.03	-33.17	-37.10	2.35	-1.75	33238
128	10:47:17.87	8.03	-33.20	-37.30	1.96	-2.26	31674
129	10:47:19.86	8.04	-33.07	-38.05	2.41	-2.26	26502
130	10:47:32.86	8.04	-32.97	-38.85	1.90	-3.03	22071
131	10:47:35.87	8.05	-33.05	-38.73	2.41	-2.58	22629
132	10:47:37.87	7.99	-33.34	-36.56	-0.29	-2.58	39128
133	10:47:40.86	7.87	-33.03	-38.71	-2.28	-2.65	24947
134	10:47:42.87	7.85	-33.00	-44.08	-4.20	-2.58	7119
135	10:47:44.87	7.86	-32.98	-43.06	-4.14	-2.13	9009
136	10:47:46.87	7.86	-33.21	-44.90	-4.27	-2.78	5872
137	10:47:47.86	7.86	-32.96	-41.38	-3.82	-1.81	13319
138	10:47:48.87	7.88	-32.93	-41.06	-3.63	-2.07	14693
139	10:47:49.87	7.91	-33.17	-41.43	-2.92	-3.10	13461
140	10:47:57.87	8.05	-32.90	-40.05	1.51	-3.61	16610
141	10:48:01.86	8.04	-33.05	-40.58	1.45	-3.74	14719
142	10:48:05.87	8.04	-33.00	-39.76	1.70	-3.42	17816
143	10:48:29.87	8.02	-33.16	-43.70	3.31	-3.61	7107
144	10:48:31.87	8.07	-33.54	-35.88	0.68	-2.13	45071
145	10:48:32.87	8.09	-33.60	-35.17	1.70	-0.72	54578
146	10:48:34.87	8.20	-33.02	-33.70	-0.29	1.08	66465
147	10:48:36.87	8.23	-32.50	-39.23	-0.99	3.52	18787
148	10:48:37.87	8.23	-32.69	-38.40	-1.06	3.20	22879
149	10:48:38.87	8.27	-32.67	-40.02	-0.48	3.77	15793
150	10:49:37.86	8.30	-33.24	-45.17	-0.86	4.80	4933
151	10:49:38.86	8.31	-33.34	-44.73	-0.29	4.74	5458
152	10:51:11.87	8.30	-32.96	-42.60	-0.29	4.35	8916
153	10:51:44.87	8.27	-32.81	-44.07	-1.76	4.48	6186
154	10:51:48.87	8.26	-33.04	-44.66	-2.21	4.42	5398
155	10:52:48.87	8.25	-33.13	-45.05	-2.41	4.42	4933
156	10:53:06.86	8.28	-33.03	-44.63	-1.25	4.67	5553
157	10:53:16.87	8.30	-32.88	-43.64	0.03	4.61	7020
158	10:53:18.87	8.31	-32.96	-44.04	0.29	4.67	6404
159	10:53:41.86	8.31	-32.88	-42.21	0.16	4.29	9759
160	10:53:43.87	8.31	-33.01	-42.09	0.29	4.22	10055
161	10:53:45.87	8.38	-32.64	-40.65	-0.16	3.97	13233
162	10:53:58.87	8.38	-32.51	-40.56	0.36	3.97	13398
163	10:54:03.87	8.30	-32.95	-41.17	-0.74	3.97	12403
164	10:54:04.87	8.30	-32.94	-41.71	-0.80	4.10	10938
165	10:54:11.87	8.38	-32.57	-38.91	-0.22	3.52	19886
166	10:54:45.87	8.30	-32.78	-41.03	-1.12	3.90	12818
167	10:54:50.86	8.28	-32.91	-41.78	-1.70	3.90	10729
168	10:54:51.86	8.29	-32.67	-42.11	-1.76	4.03	9976
169	10:55:09.87	8.41	-32.61	-39.02	1.19	3.39	18297
170	10:55:30.87	8.42	-32.53	-39.06	1.51	3.32	18064
171	10:55:31.87	8.41	-32.65	-39.10	0.61	3.52	18025
172	10:55:32.86	8.40	-32.70	-38.57	0.16	3.39	20449

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
173	10:55:35.87	8.41	-32.63	-37.26	0.16	3.00	27782
174	10:55:36.87	8.41	-32.76	-37.05	0.36	2.88	29035
175	10:55:48.87	8.40	-32.62	-37.35	-0.48	3.00	27342
176	10:55:50.87	8.39	-32.64	-37.95	-0.80	3.13	24094
177	10:55:52.87	8.31	-32.90	-38.42	-1.06	3.13	23496
178	10:55:53.86	8.29	-32.73	-42.37	-3.11	3.32	9446
179	10:55:54.86	8.28	-32.81	-44.63	-3.82	3.39	5584
180	10:55:55.87	8.27	-32.73	-43.05	-3.37	3.32	8041
181	10:56:03.87	8.26	-32.74	-41.71	-2.66	3.45	10727
182	10:56:26.87	8.29	-32.68	-40.85	-2.73	3.13	13377
183	10:56:27.87	8.30	-32.85	-40.03	-2.15	3.20	16178
184	10:56:39.87	8.26	-32.88	-44.66	-3.63	3.58	5409
185	10:56:53.87	8.28	-32.64	-41.76	-3.11	3.13	10811
186	10:56:55.86	8.38	-32.73	-38.62	-1.57	3.07	21147
187	10:56:59.87	8.39	-32.87	-36.56	-1.31	2.36	33589
188	10:57:05.87	8.31	-32.97	-38.95	-2.08	2.81	20772
189	10:57:07.87	8.31	-32.89	-37.88	-1.89	2.55	26672
190	10:57:09.87	8.29	-33.00	-43.48	-3.75	2.94	7276
191	10:57:10.86	8.29	-32.76	-40.57	-3.05	2.68	14283
192	10:57:12.87	8.29	-32.76	-41.96	-3.43	2.81	10351
193	10:57:18.87	8.39	-32.62	-40.63	-3.18	2.62	13067
194	10:57:19.87	8.39	-33.03	-35.79	-0.61	2.23	40118
195	10:57:22.87	8.40	-32.96	-36.01	-1.25	2.10	37756
196	10:57:23.86	8.40	-32.80	-36.30	-2.02	1.72	35070
197	10:57:24.86	8.39	-32.94	-35.70	-1.51	1.78	40563
198	10:57:25.87	8.39	-32.87	-36.24	-1.51	2.10	35631
199	10:57:34.87	8.29	-33.36	-35.54	-1.31	1.59	46198
200	10:57:37.86	8.26	-33.49	-35.38	0.03	-2.00	46919
201	10:57:38.86	8.23	-33.28	-35.83	0.55	-2.26	41833
202	10:57:39.87	8.23	-33.01	-38.45	0.80	-3.29	22436
203	10:57:40.87	8.23	-32.98	-38.22	0.29	-3.29	23733
204	10:57:43.87	8.38	-33.32	-33.97	-1.12	-0.08	61718
205	10:57:44.86	8.40	-33.24	-34.74	-1.64	0.50	50787
206	10:57:47.87	8.30	-33.50	-35.17	-1.57	0.88	50355
207	10:57:50.87	8.25	-33.11	-36.81	-0.09	-2.78	33443
208	10:57:51.86	8.22	-33.11	-41.31	0.80	-4.06	11498
209	10:58:03.87	8.26	-33.21	-42.81	0.36	-4.44	8199
210	10:58:09.87	8.41	-33.05	-35.66	-2.28	0.11	40393
211	10:58:10.87	8.43	-32.49	-38.79	-2.98	2.04	19505
212	10:58:12.86	8.38	-32.81	-36.90	-2.15	1.91	31841
213	10:58:14.87	8.30	-33.41	-36.11	-0.93	-2.20	40115
214	10:58:18.87	8.41	-33.15	-35.31	-2.02	0.44	44028
215	10:58:21.87	8.44	-32.81	-38.62	-2.53	2.36	20332
216	10:58:27.86	8.45	-32.82	-38.97	-3.18	1.59	18819
217	10:58:28.87	8.45	-32.78	-38.73	-3.11	1.59	19825
218	10:58:45.87	8.31	-33.28	-36.42	-2.41	0.69	37463
219	10:58:52.87	8.43	-32.83	-37.05	-2.86	-0.66	29203
220	10:58:53.87	8.45	-32.70	-40.07	-3.69	1.21	14601
221	10:58:54.86	8.40	-32.84	-37.28	-2.79	1.08	27997
222	10:59:02.87	8.40	-33.07	-36.35	-2.41	-0.98	34545
223	10:59:03.87	8.44	-32.81	-39.28	-3.56	0.63	17484
224	10:59:09.87	8.27	-33.69	-45.20	-0.74	-4.83	4733
225	10:59:12.87	8.42	-32.94	-36.43	-2.02	-1.81	33678
226	10:59:14.87	8.47	-32.89	-41.13	-4.01	0.82	11413
227	10:59:15.86	8.31	-33.11	-37.19	-2.86	0.18	31227
228	10:59:27.87	8.43	-32.70	-38.04	-3.24	-0.59	23117
229	10:59:28.86	8.45	-32.78	-39.98	-3.75	0.69	14824
230	10:59:29.86	8.42	-32.90	-36.64	-2.73	-0.34	32128

Data:.	Time	Distance	TS-c	TS-u	Athw.	Along	sA
No		[m]	[dB]	[dB]	[deg]	[deg]	[m2/nm2]
231	10:59:31.87	8.26	-33.08	-42.85	-2.02	-4.12	8184
232	10:59:32.87	8.28	-33.75	-45.66	-1.31	-4.83	4340
233	10:59:36.86	8.31	-33.17	-42.00	-2.02	-3.87	10168
234	10:59:38.87	8.39	-32.84	-38.50	-2.41	-2.52	21115
235	10:59:50.86	8.48	-32.93	-41.72	-4.20	0.37	10188
236	10:59:51.87	8.48	-32.81	-39.30	-3.43	1.21	17856