



INSTITUT ZA OCEANOLOGIJU I RIBARSTVO

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



Split, 2004.

Eho-monitoring sitne plave ribe u Jadranskome moru

Suradnici:

dr.sc. Cetinic Perica – tehnika ribolova
dr.sc. Dacic Vlado– racunalna kartografija i GIS
dr.sc. Grbec Branka – hidrografija
dr.sc. Grubišić Leon – hidroakustika
dr.sc. Kršinic Frano – zooplankton
dr.sc. Kušpilić Grozdan - hidrografija
dr.sc. Marasović Ivona – fitoplankton
dr.sc. Matic Skoko Sanja– biologija riba
dr.sc. Nincević Gladan Živana – fitoplankton
dr.sc. Pallaoro Armin – biologija riba
dr.sc. Soldo Alen – tehnika ribolova
dr.sc. Ticina Vjekoslav - hidroakustika
dr.sc. Vidjak Olja - zooplankton
mr.sc. Emrić Ticina Vanja - hidroakustika
mr.sc. Franicević Marijana –hidroakustika
Bojanić Dubravka – zooplankton
Jurić Zoran – zooplankton
Matić Frano - hidrografija
Pezo Ivan – hidrografija
Prelesnik Heliodor - fitoplankton

Voditelj programa:

Ravnateljica Instituta:

dr.sc. Vjekoslav Ticina

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. Nacini 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. Incun 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 hidroakustickog uzorkovanja	13
4.1.1. Osnovni principi hidroakusticnog uzorkovanja	13
4.1.2. Opis sustava eho-sondera s ehointegratorom korištenog pri akustickom uzorkovanju	17
4.1.3. Kalibracija pretvaraca eho-sondera	19
4.1.4. Procjena kolicine ribe ehointegratorom	22
4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora	25
4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona	26
4.3.1. Određivanje koncentracije klorofila a	26
4.3.2. Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice	28
4.4. Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona	28
4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagicnom kocom	30
4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagicnom kocom	41
4.7. Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti	44
5. PODRUCJE ISTRAŽIVANJA	46
5.1. Nacin određivanja podrucja i zona za potrebe eho-monitoringa	46
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	52
6.1. Abiotiski i biotski cimbenici na istraživanom podrucju	52
6.1.1. Termohalina svojstva	52
6.1.2. Otopljeni kisik	58
6.1.3. Fitoplankton	64
6.1.4. Zooplankton	78
6.2. Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe	97
6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio	97
6.2.2. Unutarnje more – južni dio	99
6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio	102
6.2.4. Otvoreno more – srednji dio	106
6.2.5. Otvoreno more – južni dio	109
6.2.6. Tumacenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta	112
6.2.7. Procjena najveće dozvoljene kolicine izlova (MSY)	113
6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe	115
6.3.1. Srdela	115
6.3.2. Incun	120
6.3.3. Papalina	125
6.3.4. Ostale pelagicke vrste	126
7. ZAKLJUCCI I PREPORUKE	131
8. KORIŠTENA LITERATURA	135
PRILOG 1.	138

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 istocnom 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 tova 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 problem koji se sustavnim praćenjem populacija sitne plave ribe putem eho-monitoringa želi riješiti 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 raspoloživim zalihama sitne plave ribe Republike Hrvatske.

1. UVOD

U suvremenim ribarstveno-biološkim istraživanjima, posebice sitne plave ribe i drugih pelagicnih organizama, primjena hidroakustickih 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 hidroakustickih metoda može odgovoriti na pitanje:

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

Uredaj 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 kolicine ribe u moru.

Osnovni princip rada eho-sondera zasniva se na odašiljanju i primanju zvucnih signala pod morem. Poznato je da kada zvuk koji se širi u određenom pravcu dode 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, uredaj analizira i prikazuje s obzirom na vrijeme proteklo od odašiljanja zvucnog signala pa do njegovog povratka kao eha i njegov intenzitet. Poznato nam je da se jeka ili eho ne cuje odmah, vec nakon nekog određenog vremena. Buduci 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 ce potrebno više vremena da cujemo 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 veca gustoca 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 odašiljaca elektricnih impulsa, pretvaraca ili sonde, prijemnika s pojacalom elektricnih impulsa i prikazivaca povratnih signala) zasniva se na odašiljanju zvucnih 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 uredaja koji ih registrira te mjerenju njihovog intenziteta. Pri tome najznacajniju ulogu u pretvorbi elektricnih impulsa u zvucne i obratno, ima pretvarac (sonda) koji je izraden od piezoelektricnih kristala. Za izradu pretvaraca koriste se najcešće kristali barijevog titanata koji imaju svojstvo da, na osnovu pojave piezoelektriciteta, elektricne impulse određene frekvencije pretvaraju u zvucne 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.

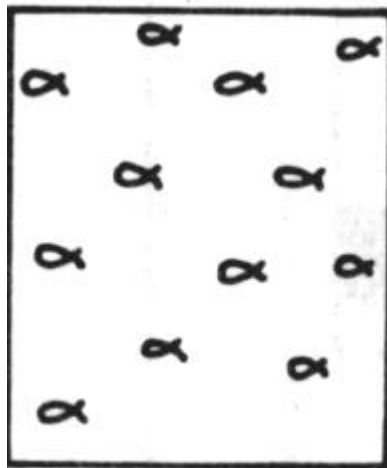
S tim u vezi, osnovni zadatak eho-monitoringa je da se primjenom hidroakustičkih metoda dode do važnih bioloških spoznaja o pojedinim gospodarski značajnim vrstama živih organizama u Jadranskom moru. Najvažnije spoznaje do kojih se tijekom ovih istraživanja želi doći su zemljopisna rasprostranjenost 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 suraduju 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. Nacini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu

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

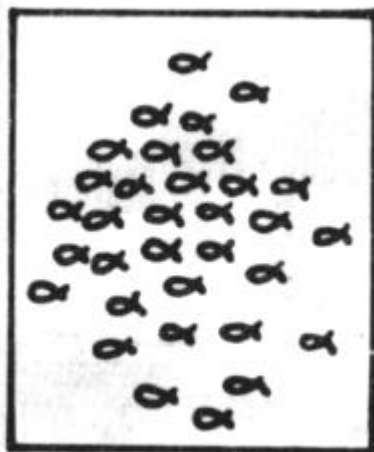
1. raspršena raspodjela pojedinačnih riba (Slika 1)
2. skup riba u manjim raspršenim nakupinama (plovama) (Slika 2)
3. velike nakupine (akumulacije) riba (Slika 3).



Slika 1. Shematski prikaz raspršene raspodjele pojedinačnih riba.



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



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

U hidroakustickom smislu, raspršena raspodjela znaci 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.

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 tocaka, raštrkanih od površine do dna mora. Ako se ovaj tip prostorne raspodjele riba nalazi na području kracem 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. Opcenito govoreći, raspršena prostorna raspodjela sitne plave ribe je uobičajena tijekom noćnih sati tj. kada je vidljivost u morskoj sredini bitno smanjena.

Pojedinacni 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. Medusobno raspršena jata na ehogramu mogu imati različite oblike, a to su najčešće:

1. poput zrna;
2. poput nokta ili polumjeseca;
3. poput pticjeg 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, velicina 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 činjenica da odjek ili eho (kojega eho-sonder registrira) ovisi i o vrsti i veličini pojedinačnih riba, odnosno gustoci njihovih plova i/ili nakupina. Nadalje, u nastojanjima određivanja vrste na osnovi ehograma potrebno je prepoznati i utjecaj duljine trajanja zvucnog impulsa, usmjerenosti pretvarača, korištene radne frekvencije odašiljaca i

pretvaraca 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.

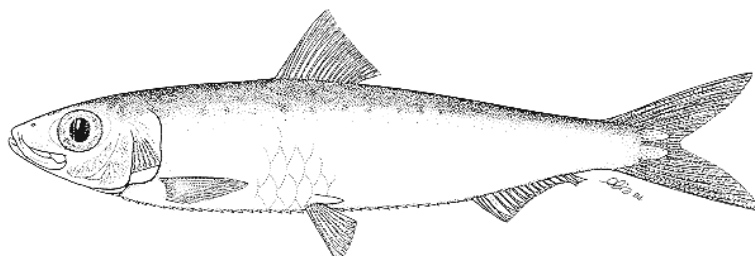
3.2. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu

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 (Sinovcic i sur., 1991) i naraste do 25 cm ukupne tjelesne duljine, ali obično doseže 15 do 20 cm ukupne duljine. Hrani se uglavnom planktonskim racicima, ali također i većim organizmima (Vucetic, 1963; Whitehead, 1985). Osnovni ribolovni alati koji se koriste u lovu na srdele na Jadranu su mreže plivarice i pelagica koca koju vuče par brodova. Srdela predstavlja oko 80% ukupnog hrvatskog ulova u Jadranu (Sinovcic i sur., 1991; Jardas, 1996). Ova pelagica vrsta ribe tvori velike plove kojima se ponekada pridružuju i druge vrste pelagica 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 (Kacic, 1981; Ticina 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 (Mužinic, 1954). Sinovcic (1984) daje opis bioloških parametara populacije srdele za Jadran. Srdela na tržište dolazi svjež, 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 (Katavic i sur., 2001).

Uobicajeni nazivi na Jadranu:

hrvatski-	srdela
talijanski-	sardina/sarda/sardella
slovenski-	sardela
FAO naziv-	European pilchard



FAO

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

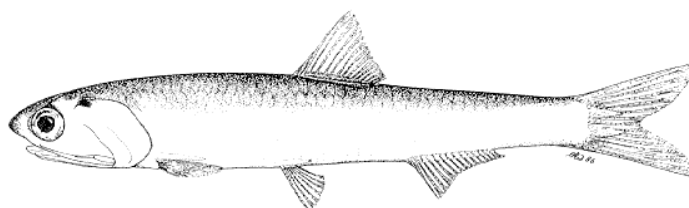
3.2.2. Incun ili brgljun (*Engraulis encrasicolus* L.)

Incun (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 (Sinovcic, 2000). Pelagicka 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, narocito u vrijeme mriješčenja. U Jadranu se mrijesti od travnja do rujna, a najintenzivnije u najtoplijim mjesecima (Sinovcic, 1978, 2000; Zavodnik, 1969a; Gramitto, 2001). Tijekom ljeta incun pokazuje tendenciju migriranja prema područjima pogodnim za mriješčenje. Tada se općenito zadržava u plicim slojevima mora, dok se zimi povlaci i boravi na većim dubinama, sve do 100, odnosno 150 metara dubine. Jaja su elipsoidna do ovalna (Whitehead i sur., 1988). Sinovcic (2000) navodi da se u Jadranskom moru incun 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.

Incun se hrani uglavnom zooplanktonom i to uglavnom kopepodima, te licinkama 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).

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



FAO

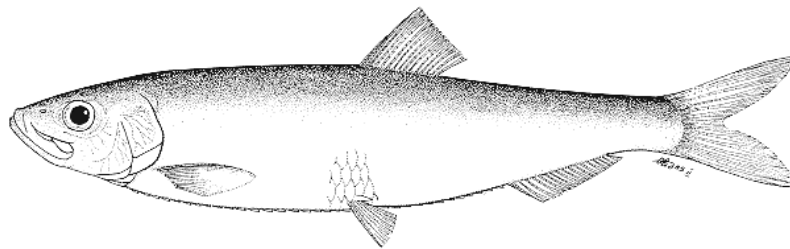
Slika 5. Incun, *Engraulis encrasicolus* (Iz: www.fishbase.org)

3.2.3. Papalina (*Sprattus sprattus* L.)

Papalina, *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) je mala plava riba koja pripada porodici Clupeidae (Slika 6). Poput incuna, 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; Ticina, 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; Ticina 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 (Ticina i sur., 2000b). Poradi manjeg zanimanja tržišta za papalinu, gospodarska važnost ove vrste je, u usporedbi sa srdelom i incunom, znatno manja, ali još uvijek značajna (Zavodnik, 1974; Ticina 2000).

Uobicajeni 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 hidroakusticnog uzorkovanja upotrebom specijaliziranog eho-sondera s ehointegratorom, popracena ciljanim uzorkovanjem sitne plave ribe pelagicnom kocom, 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 hidroakustickog uzorkovanja

Hidroakusticno uzorkovanje se obavljalo duž pravca kretanja istraživačkog broda pri brzini od 8 do 9 cvorova, korištenjem znanstvenog ehosondera s ugrađenim ehointegratorom, te pretvaraca s radnom frekvencijom od 38kHz. Tijekom eho-monitoringa provedenog u rujnu 2003., akustički podaci su prikupljani u cijelom vodenom stupcu, odnosno od površine mora pa do dubine vodenog stupca od najviše 200 metara.

4.1.1. Osnovni principi hidroakusticnog uzorkovanja

Akusticno 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 naidu 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 gustoci morske vode. Budući da je gustoca 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) u ‰ 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 1Hertz (Hz), a označava 1 titraj u sekundi. Frekvencija zvuka (f) i brzina širenja zvučnih valova (c), određuju nam njegovu valnu duljinu (?) prema formuli:

$$\lambda = c / f$$

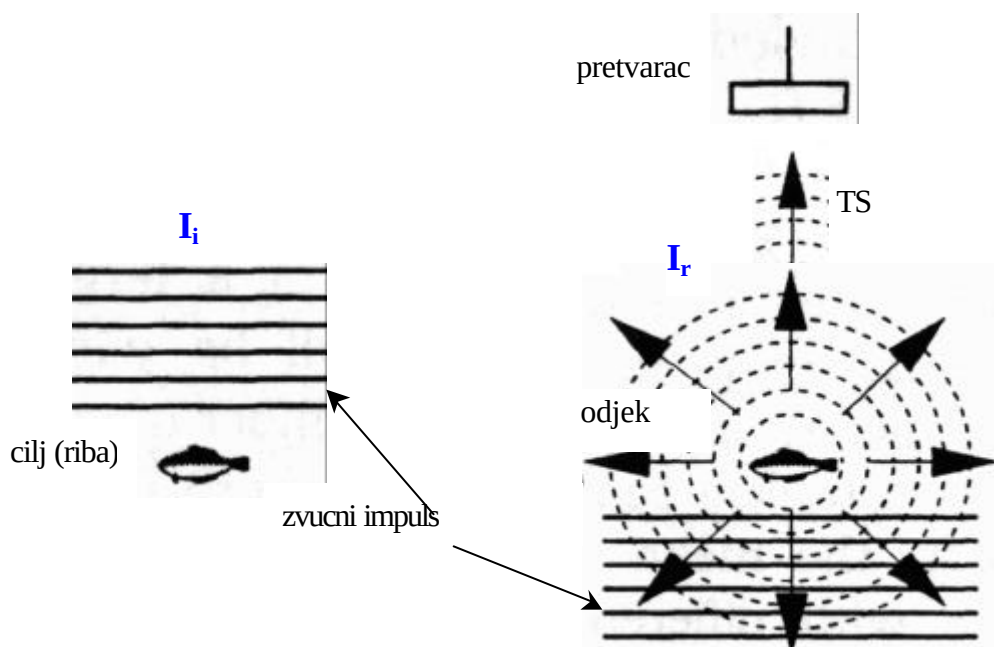
Ako je izvor zvuka manji od jedne valne dužine, tada će se zvučni valovi širiti jednoliko u svim smjerovima oko izvora zvuka. Međutim, ako je izvor zvuka neka ravna ploha, koja je veća od valne duljine nastalog zvuka, zvuk će se širiti u jednom određenom smjeru. Takav usmjereni zvuk koji se širi u određenom 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 Pa = 1 N/m²). Isto tako u skladu sa SI sustavom, jedinica za mjerenje intenziteta (jakosti) zvuka bila bi 1 W/m².

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/m², a koji predstavlja donju granicu cujnosti ljudskog uha, što odgovara intenzitetu zvuka od 0 dB. Smatra se da zvuk jakosti 120 dB (ili 1 W/m²) predstavlja gornju granicu izdržljivosti ljudskog uha. Dakle, intenzitet zvuka u dB se izračunava na osnovu izraza:

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

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 akustickog poprečnog presjeka koja je okomita na smjer dolazecih zvučnih valova (acoustic cross-section). Ova površina poprečnog presjeka prepreke koja reflektira eho signale označava se sa sigma (s), izražava se u m^2 i računa se prema formuli:

$$s = 4pR^2 I_r / I_i,$$

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.

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

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

$$TS = 10 \log (s / 4p)$$

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 plivacim mjehurom imaće mnogostruko veću snagu odjeka od riba bez plivaceg 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 grada, 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.

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 ($I_?$) od početne vrijednosti intenziteta zvuka (I_0). Širina ovako definiranoga zvučnog snopa izražava se u stupnjevima ($^\circ$), a kod pretvaraca pravilnog kružnog oblika se označava sa $b(?)$:

$$b(?) = I_? / I_0 = 1/2$$

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

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

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 njegovim 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 zvucne energije uzrokovane širenjem zvuka u zvucnom polju, eho-sonder nadoknađuje korištenjem vremenski promjenjivog pojačala signala ili tzv. TVG (Time Varied Gain) funkcije.

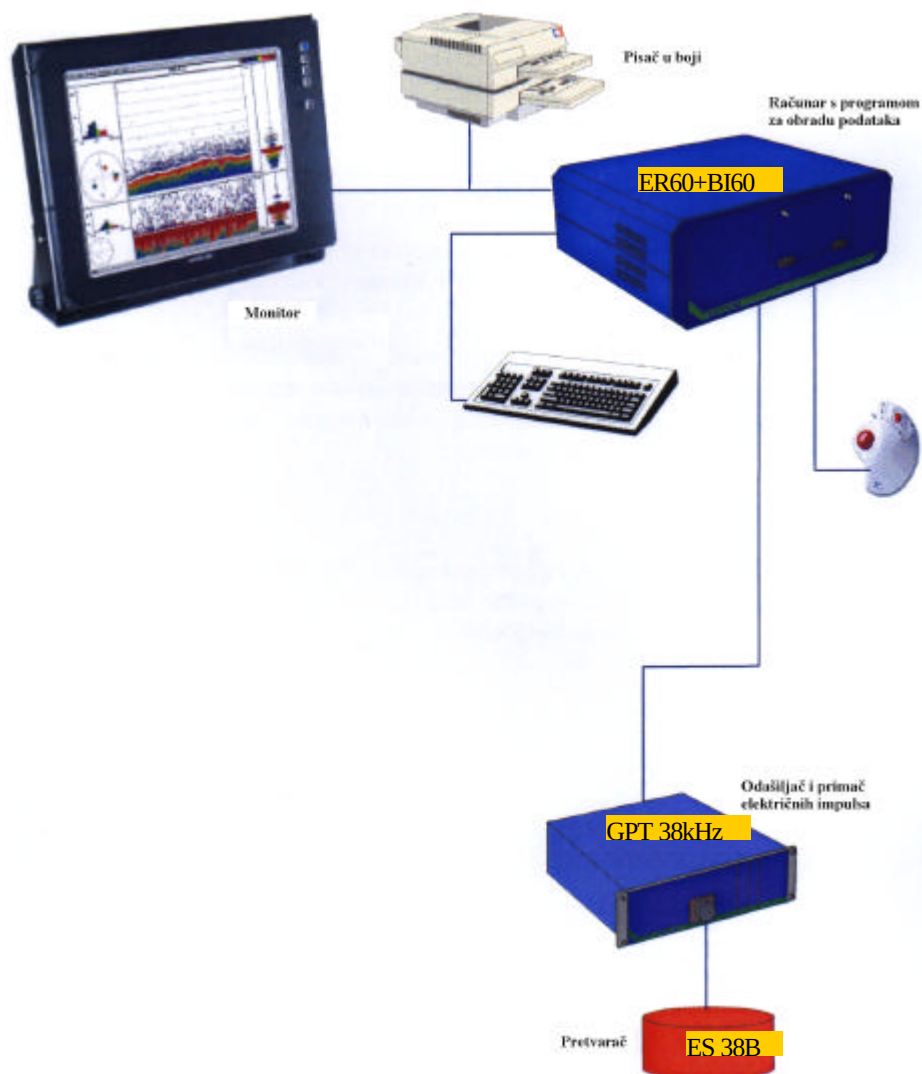
Upijanje zvucne energije izravno ovisi o specifičnom akustičkom otporu, koji se suprotstavlja širenju zvucnih valova u zvucnom polju. Pored toga, upijanje zvuka je proporcionalno frekvenciji zvuka. Utjecaj frekvencije (f) na upijanje zvuka u moru opisan je Thorp-ovom formulom:

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

Upijanje zvuka je mnogo izraženije pri višim nego nižim frekvencijama. Ova pojava se objašnjava time što se jedan dio zvucne energije pretvara u toplinu. Opcenito, 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

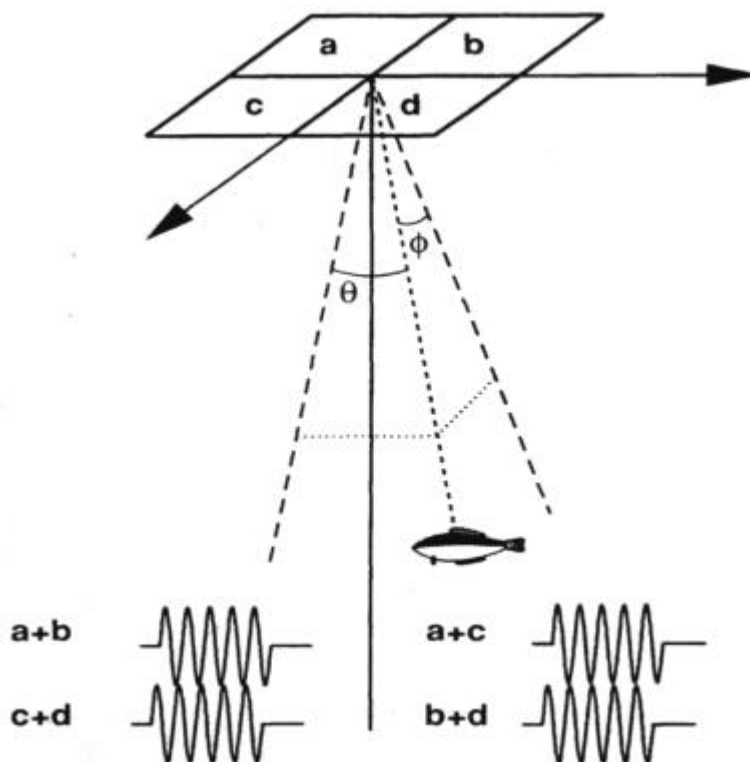
Tijekom eho-monitoringa, s ciljem hidroakustičkog uzorkovanja, korišten je najsvremeniji znanstveni eho-sonder SIMRAD EK60 s ugrađenim digitalnim ehointegratorom namijenjenim za ribarstvena istraživanja. Osnovna razlika između komercijalnih eho-sondera korištenih u ribarstvu i EK60 namijenjenog za znanstvena istraživanja je u neusporedivo većoj preciznosti elektroničke obrade odašanih i primljenih signala, te mnogostruko većoj osjetljivosti samog pretvaraca. 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 najsvremenijoj tehnologiji podijeljenog zvucnog snopa (split-beam). Uređaj se sastoji od odašiljaca i prijemnika električnih signala (GPT), pretvaraca 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 hidroakustickog sustava eho-sondera EK60.

Odašiljac eho-sondera (GPT) povezan je s pretvaracem SIMRAD tipa ES38B radne frekvencije 38 kHz i širine zvucnog snopa od 7°, koji je podijeljen u četiri jednaka dijela ili kvadranta. Početni električni impuls odašiljaca, pretvarac pretvara u jedan jedinstveni zvucni impuls kojeg šalje prema ribi. Međutim, zahvaljujući podijeljenosti pretvaraca, 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 zvucnog snopa. To se postiže na osnovi analize faznih razlika primljenog eho signala uzrokovanih različitim položajem ribe u odnosu na akusticku os pretvaraca s obzirom na njegova četiri dijela (Slika 9). Ovo istovremeno omogućuje i izravno mjerenje snage odjeka svake pojedine ribe unutar zvucnog snopa (MacLennan i Simmonds,

1995). Valna duljina korištenog ultrazvuka tijekom eho-detekcije je bila 3,95 cm uz upotrebu kratkih zvucnih impulsa vremenskog trajanja od 0,5 ms.



Slika 9. Podijeljenost pretvaraca na cetiri segmenta (split-beam) .

Tijekom ovog istraživanja pretvarac je bio ugrađen na podvodnom dijelu trupa istraživačkog broda «BIOS» što omogućilo hidroakusticko uzorkovanje pri brzini kretanja broda od oko 8-9 cvorova. Za prikupljanje akustičkih podataka korišten je programski paket za eho-sonder ER60 isto kao i 2003. godine, a za obradu podataka novi programski paket BI60.

4.1.3. Kalibracija pretvaraca eho-sondera

Poradi utvrđivanja točnosti mjerenja povratnih eho-signalâ, neposredno prije samog istraživanja obavljena je kalibracija pretvaraca 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 pretvaraca radne frekvencije od 38 kHz, tj. standardizirana bakrena kugla promjera gustoće 8945 kg/m³, promjera 60 mm i snage odjeka od –33,6 dB (Slika 10). Neposredno prije uranjanja u more, standardiziranu bakrenu kuglu se namace u blagoj otopini deterdženta da se izbjegne zadržavanje sitnih zračnih mjehurica na površini kugle (Slika 11). U suprotnom, prisustvo zračnih mjehurica na površini kugle poremetilo bi

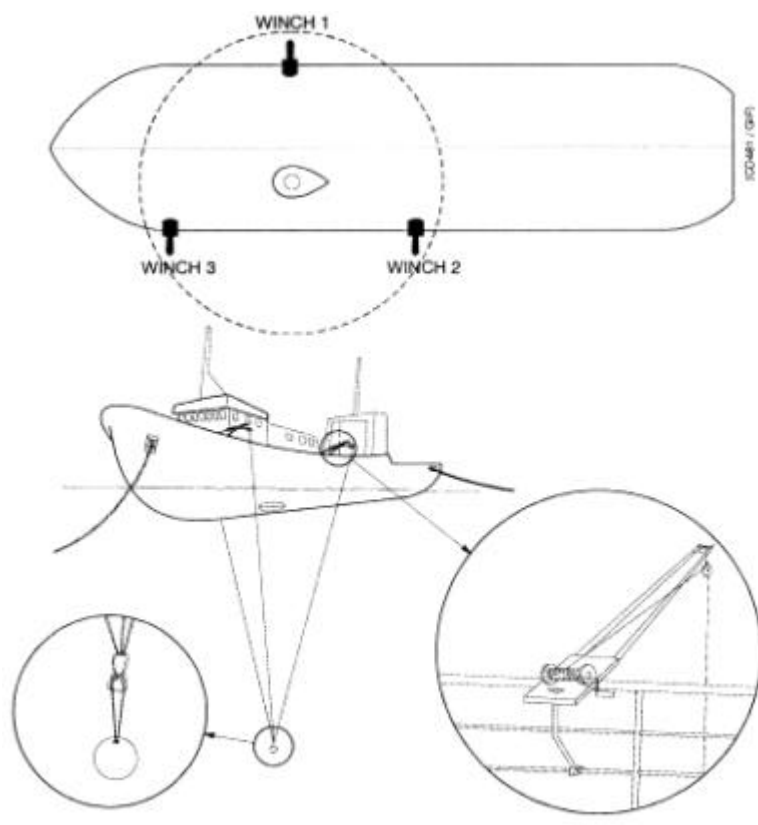
njene standardne karakteristike. Za vrijeme postupka kalibracije (Slika 12), bakrena kugla je uz pomoc tri najlonske niti držana na udaljenosti od oko 8 metara od pretvaraca, te lagano pomicana u svim djelovima zvucnog snopa. Dubina mora na mjestu kalibracije je bila 15 m. Na osnovi izmjerene temperature i slanosti mora, izracunata je brzina širenja zvuka u moru tijekom kalibracije od 1527 m/s, te koeficijent upijanja zvuka od 8,8 dB/km. Izvorni rezultati kalibracije pri opisanim uvjetima, izneseni su u Tablici 1.



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



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



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

Za vrijeme trajanja kalibracije, izvršeno je ukupno 185 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 pretvaraca eho-sondera ES 38B (serijski broj: 30269) ugrađenog na i/b «BIOS».

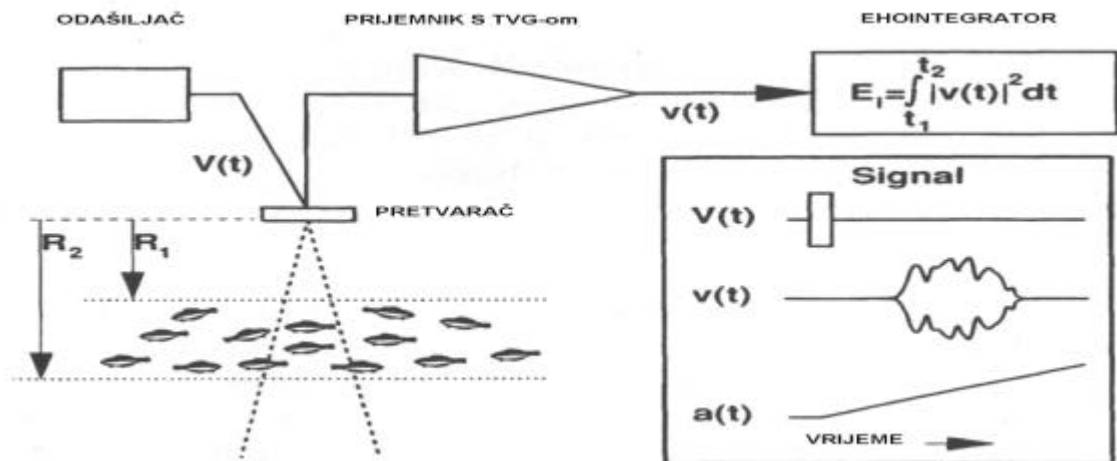
Date	2003-09-01	Calibration version	1.0.0.9
Reference target:			
TS	-33,60 dB	Min.distance	7,00 m
TS deviation	5,0 dB	Max. distance	10,00 m
Transducer:	ES38B	Serial no.	30269
Frequency	38000 Hz	Beam type:	split
Gain	26,50 dB	Two way beam angle	-20,6 dB
Athw. angle sens.	21,90	Along. angle sens.	21,90
Athw. beam angle	7,19 deg	Along. beam angle	7,16 deg
Athw. offset angle	0,04 deg	Along. offset angle	-0,03 deg
SaCorrection	0,00 deg	depth	2,60 m

Tablica 1. Nastavak

Transceiver GPT 38 kHz			
Pulse duration	1,024 ms	Sample interval	0,195 m
Power	2000 W	Receiver bandwidth	2,43 kHz
Sounder type: EK60 version ComSounder			
TS detection			
Min. value	-55,0 dB		
Max. beam comp.	6,0 dB	Min. echo-length	80%
Max. phase dev.	8,0	Max. echo-length	180%
Environment			
Absorption coeff.	8,8 db/km	Sound velocity	1527,0 ms
Beam model results:			
Transducer gain	25,68 dB	SaCorrection	-0,58 dB
Athw. beam angle	7,01 deg	Along. beam angle	7,09 deg
Athw. offset angle	0,03 deg	Along. offset angle	-0,05 deg
Data deviation from beam model			
RMS = 0,12 dB			
Max. = 0,29 dB	No. = 142	Athw. = -0,2 deg along = 3,6 deg	
Min. = -0,34 dB	No. = 133	Athw. = -2,0 deg along = -4,7 deg	

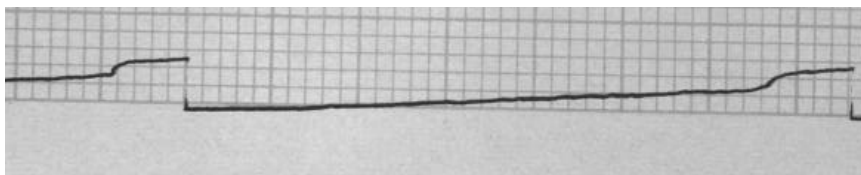
4.1.4. Procjena kolicine ribe ehointegratorom

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 kucište ehosondera kao što je to slučaj kod korištenog ehosondera EK60. Eho-integrator je spojen s eho-sonderom tako da od njega dobiva pojačane eho-sigale. Pojednostavljeno receno, uloga ehointegratora bi bila integriranje svih pojedinačnih eho-sigala riba, dobivenih iz ehosondera u određenom vremenskom periodu, tj. iz točno određenog dijela vodenog stupca (Slika 13).



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

Kod starijih modela ehointegratora postojao je graficki 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 prakticnih razloga u uporabu uveo sam proizvođač hidroakustičke opreme SIMRAD (Simrad, 1996). Izmjerena vrijednost zapravo predstavlja integral vrijednosti površine akustickog 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 racuna 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 akustickog poprečnog presjeka (σ_A) na nekom području izracunava 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 akustickog 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:

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

Međutim, da bi se moglo procijeniti kolicinu 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 kolicinu ribe. Faktor konverzije je definiran kao odnos mase ribe i površine njenog akustickog poprečnog presjeka s obzirom na veličinu ribe:

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

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

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

Temeljem višestrukih eksperimentalnih mjerenja korištenjem ultrazvuka frekvencije 38 kHz, utvrđeno je da se za sitnu plavu ribu u Jadranu primjenjuju se slijedeći faktori konverzije (Azzali i ssur., 1997):

- za srdelu:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.31} * 10^{2.015}}{4p}$
- za incuna:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.52} * 10^{1.62}}{4p}$
- za papalinu:	$CF = \frac{L_{cm}^{0.72} * 10^{2.68}}{4p}$
- za ostalu sitnu plavu ribu:	$CF = \frac{L_{cm} * 10^{2.2}}{4p}$

4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora

Za vrijeme eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2004. izvršena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta na unaprijed određenim oceanografskim postajama, kao i na mjestima uzorkovanja sitne plave ribe i/ili zooplanktona, neposredno nakon izvlačenja mreže iz mora. Mjerenje temperature i saliniteta je obavljeno multisonnama IDRONAUT 316 i SEABIRD 25, s korakom osrednjavanja od jedan metar, na ukupno 32 postaje.

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 hidroakusticko uzorkovanje.

Uzorci morske vode za određivanje sadržaja kisika uzeti su crpcima "Hidro-Bios" (Kiel, Njemacka). Sadržaj otopljenog kisika u uzorcima određen je standardnom titracijom s tiosulfatom (Slika 15) prema Winkler-u (Strickland i Parsons, 1972), a iz odnosa ustanovljenog i teoretskog sadržaja izračunato je zasícenje vodenog stupca kisikom (O_2 %).



Slika 15. Određivanje sadržaja otopljenog kisika u uzorcima standardnom titracijom s tiosulfatom (Foto: V. Ticina).

4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona

Uzorkovanje morske vode za analizu fitoplanktona obavljeno je jednokratno na mjestima uzorkovanja sitne plave ribe pelagicnom kocom, neposredno nakon izvlačenja mreže iz mora. Uzorci morske vode sakupljeni su Nansenovim crpcima volumena 1,7 litara (Slika 16), na dubinama od 0, 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. Ticina).

4.3.1. Određivanje koncentracije klorofila *a*

Procjena velicina 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 velicine pora oko 0.7 μm (Slika 17). Nakon filtriranja filteri su spremljeni u zamrzivac, 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: V. Ticina).

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 50».

4.4. Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona

Za vrijeme eho-monitoringa u rujnu 2004. uzorci zooplanktona su prikupljeni na 27 postaja s Nansenovom planktonskom mrežom opskrbljenom mehanizmom za zatvaranje (Slika 18). S obzirom na dvije različite veličinske kategorije zooplanktona, upotrebljavane su dvije planktonske mreže različitih osobina. Za uzorkovanje mikrozooplanktona upotrebljavala se planktonska mreža promjera obruca 50 cm, dužine 250 cm i finoće tkanja 53 μm . Pored toga, za uzorkovanje veličinskih kategorija mezozooplanktona i makrozooplanktona upotrebljavala se planktonska mreža s promjerom obruca 57 cm, dužine 255 cm i finoće tkanja 200 μm . Na plitkim postajama uzorak je sakupljen 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 EM24 uzet je uzorak i u sloju od 165 do 100 m dubine. Brzina poteza je iznosila oko $0,5 \text{ ms}^{-1}$.

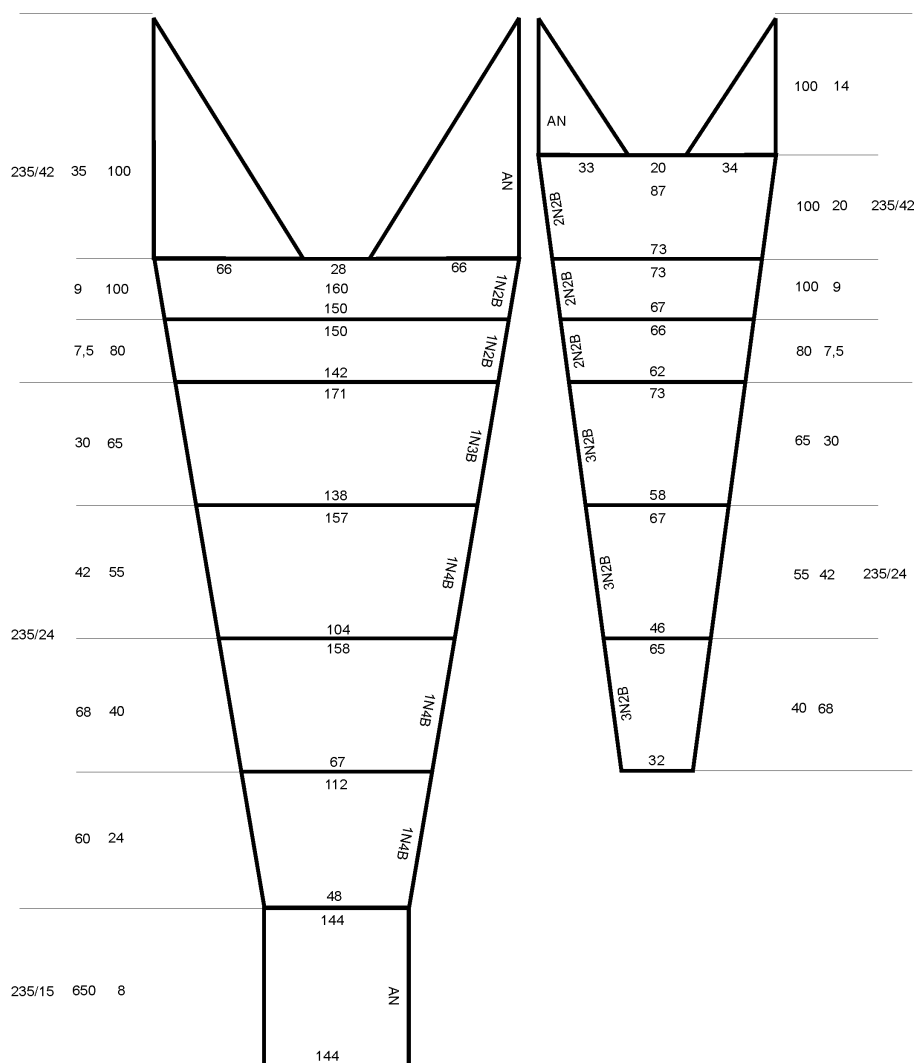


Slika 18. Noćno uzorkovanje zooplanktona Nansen-ovom planktonskom mrežom s mehanizmom za zatvaranje (Foto: V. Ticina).

Sakupljeni organizmi su konzervirani neutraliziranim formaldehidom konacne koncentracije 2,5%. U laboratoriju uzorci mikrozooplanktona su analizirani korištenjem inverznog mikroskopa Olympus uz povećanja 100 i 400 puta. Uzorci mezozooplanktona i makrozooplanktona su analizirani korištenjem stereomikroskopa Carl-Zeiss uz povećanje od 16 i 25 puta. Organizmi su prebrojavani u poduzorcima od 1/16, 1/32 ili 1/64, a za malobrojne i rijetke vrste pregledan je cijeli uzorak. Brojane vrijednosti izražene su prema formuli $N=(4 \times R)/D$; gdje je N broj jedinki po m^3 , R razrijeđenje a D dubina. Za određivanje vrsta korištena je novija taksonomska literatura.

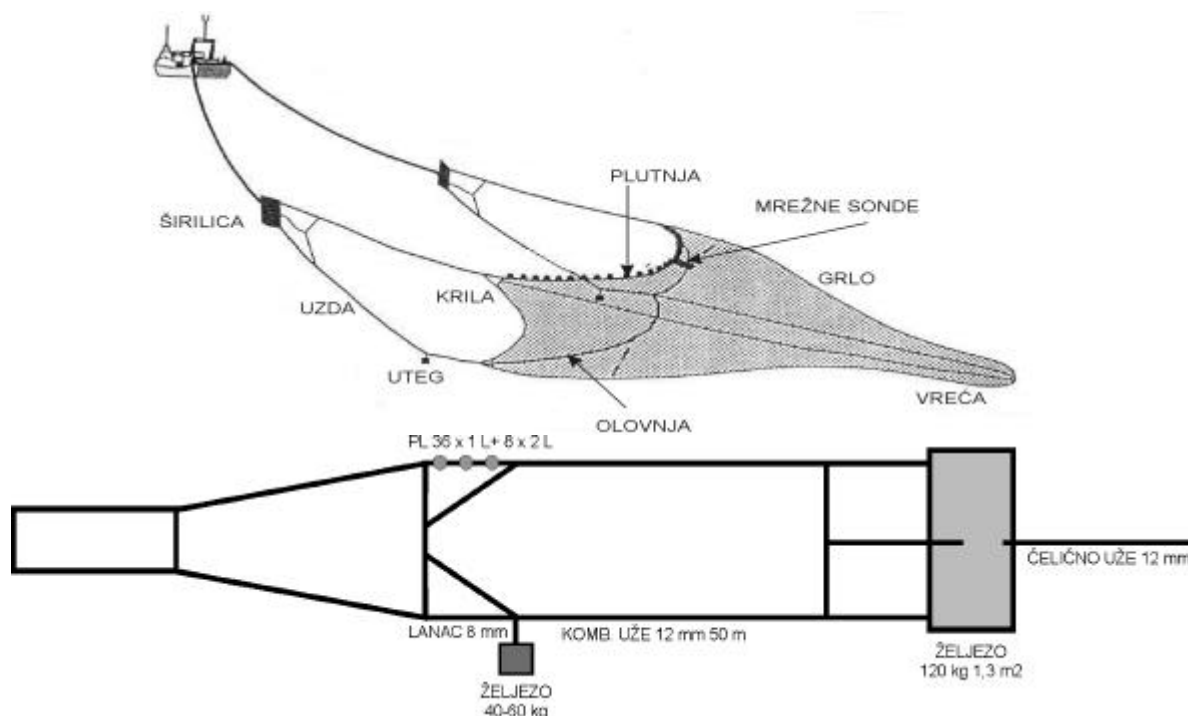
4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagicnom kocom

Tijekom echomonitoringa za uzorkovanje populacija riba i drugih morskih organizama korištena je pelagiczna povlacna mreža (koca) talijanskog tipa (Slika 19).



Slika 19. Shematski prikaz pelagiczne povlacne mreže (koca) upotrebljavane u istraživanju.

Shematski prikaz korištenog ribolovnog kompleksa pelagiczne koca kao i shematski prikaz njenog armiranja prikazani su na slici 20.



Slika 20. Opća shema i prikaz armiranja pelagijske koce upotrebljavane u istraživanju.

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

Visina mreže prilikom povlacenja iznosila je uglavnom od 4,0 m do 4,5 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 30 – 40 kg po strani mreže. Također u ovisnosti o željenoj dubini povlacenja kolicina ispuštene celicne užadi iznosila je od 100 do 550 m, s tim da je uslijed oznaka za dužinu na celicnom užetu ispuštanje užadi vršeno na svakih 50 m.

Prilikom povlacenja, uz pomoć bežičnih sonde, mjerene su karakteristike mreže i to vertikalni raspon mreže (mjeren od plutnje do olovnje), kao dubina na kojoj se nalazila mreža tijekom uzorkovanja, tj. ona dubina na kojoj se nalazila plutnja mreže (Slika 21).

Pored ove mreže, eksperimentalno se i koristila druga mreža manjeg otpora, ali s lošijim lovnim rezultatima pa je potrebno njeno daljnje usavršavanje i prilagodavanje.

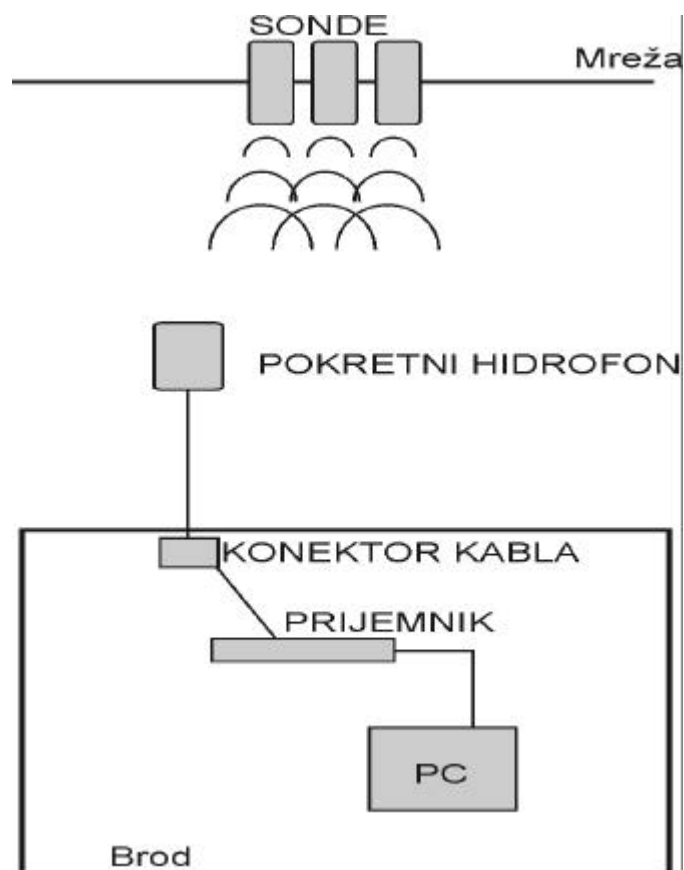


Slika 21. Mrežne sonde (žuto) montirane na plutnji pelagicne koce (Foto: V. Ticina).

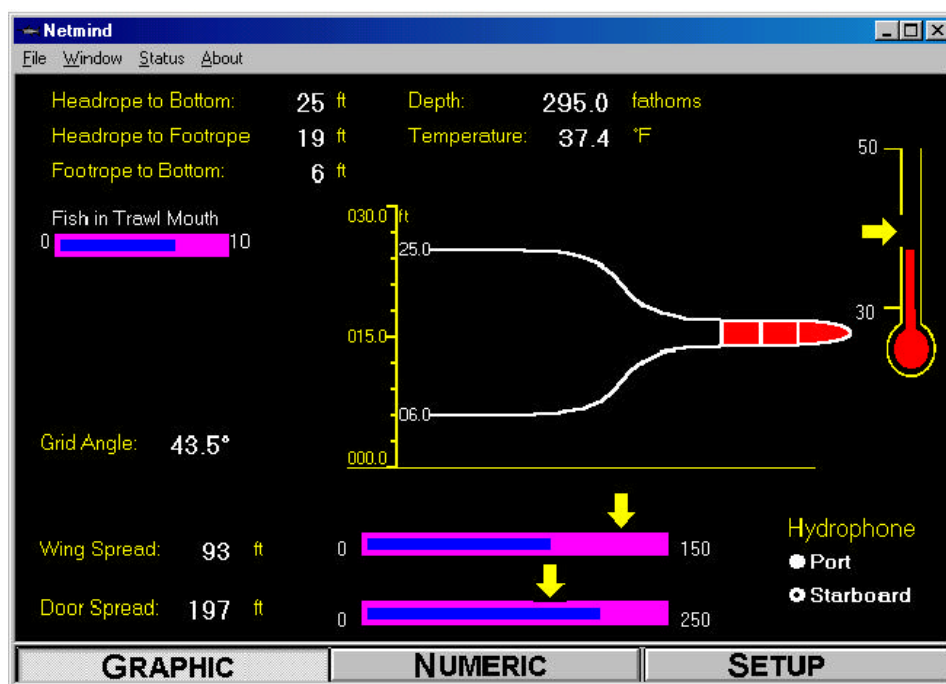
Mrežne sonde korištene u istraživanju dio su sustava za monitoring rada povlačnih mreža (koca) kanadske proizvodnje (Northstar Technical Inc., Vancouver Canada) pod nazivom NETMIND Trawl Monitor System.

Svaka od korištenih sonda 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 plasticnim plovcima radi boljeg rada sonde, tj. spriječavanju od tonjenja sonde u odnosu na mrežu.

Sonde odašilju signal kojeg prima pokretni hidrofon (Slika 22). Hidrofon se nalazi na dubini 3 – 5 m i 25 – 30 m iza krme broda po desnoj strani, a na njega je prikaceno kombinirano užde od 8 mm koje je radi osiguranja prikaceno na brod. Hidrofon prima signal i pomoću elektronskog kabela šalje signal preko konektora kabela u prijemnik na brodu. Prijemnik obrađuje signal i predaje ga računalu koje ga može pretvoriti u grafički (Slika 23), brojčani ili dijagnostički zaslon. Računalni program sustava ima mogućnost i memoriranja podataka radi kasnije obrade.



Slika 22. Shema rada NETMIND sustava za monitoring rada povlacne mreže (koce).



Slika 23. Graficki zaslon na racunalu iz kojega se citaju podaci o radu mreže.

Tehnicke karakteristike upotrebljavanog sustava bile su sljedece:

Brodsko jedinica - prijemnik

Spajanje sa racunalom: *Serial RS-232*

Data Logging: *moguce 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 punjac:

Napajanje: *110VAC, 50/60 Hz*

Broj jedinica za napajanje: *1*

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

Pokretni hidrofon:

Materijal: *Nerdajuci celik*

Kut: *50° konicno*

Oprema: *zaštitni paravan od nerdajuceg celika, 50 m elektronskog kabela od kevlar.*

SONDE:

Maksimalni doseg: *2 Km (1.5 Milja)*

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

Konstrukcija: *Poliuretan, nerdajuci celik, titan*

Vrijeme rada baterija: *150 h*

Frekvencija rada: *27.7 do 29.9 kHz*

Sonda za dubinu

Mjerenje: *dubina (tlak).*

Mogucnost mjerenja: *0 do 1400 Metara (750 fathoms)*

Tocnost: *±1% .*

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

Sonda za vertikalni otvor

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

Maksimalna mjerna udaljenost: 60m (200 ft)

Tocnost: $\pm 1\%$.

Frekvencija rada: 200 kHz

Masa izvan vode: 9 Kg (19.8 lbs.)

Prilikom rada sa mrežom korišteno je postojeće kocarsko vitlo koje se nalazi na MB “Bios”. Vitlo se sastoji od dva bubnja za povlacnu užad i dva pomocna pritezna bubnja (Slika 24).



Slika 24. Kocarsko vitlo s dva glavna bubnja za povlacnu užad i dva pomocna pritezna bubnja na MB “Bios” (Foto: A. Soldo).

Pocetak rada zapocinje bacanjem vrece u more, koja svojim otporom u moru (usljed vožnje broda) polako povlaci i ostali dio mreže. Nakon što je plutnja sa sondama prebacena preko krme, na mjesto spajanja gornjeg dijela krila i gornjih uzdi, mogu se prikaciti baloni velikog volumena u slucaju da je s mrežom potrebno uzorkovati na maloj dubini, ispod same površine mora (Slika 25).



Slika 25. Baloni velikog volumena prikaceni na pocetku gornjih uzda (Foto: A. Soldo).

Nakon toga, s obje se strane mreže spajaju utezi na lanac koji spaja donje uzde i donji kraj krila i prebacuju preko krme broda. Dok brod i dalje lagano vozi, ispušta se ostatak mreže (Slika 26) tj. uzde duljine 50 m koje su povezane i namotane zajedno sa celicnim užetom na bubnjeve vitla.



Slika 26. Spuštanje mreže u more preko krme broda (Foto: V. Ticina).

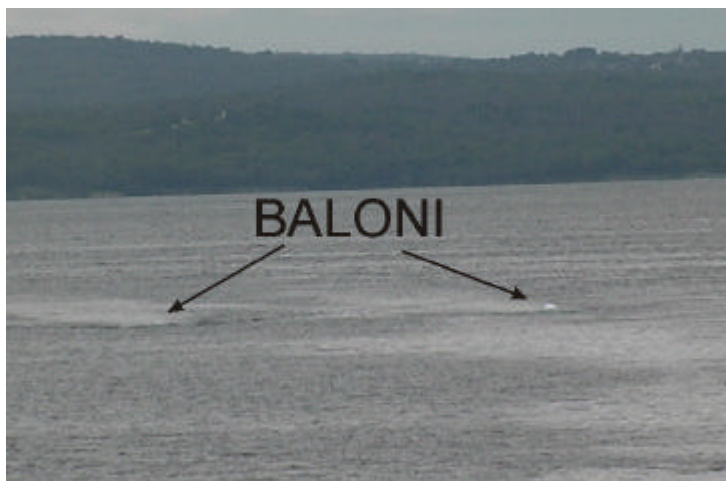
Na uzde se spajaju širilice koje su dotada slobodno visile na krmenom portalu. Pelagicne širilice tipa RMP – TD, velikog koeficijenta širenja koji osigurava pravilan vodoravni raspon pelagicne koce, korištene u istraživanjima prikazane su na slici 27.



Slika 27. Pelagicna širilica RMP – TD (desna) upotrebljavana u istraživanjima (Foto: A. Soldo).

Nakon što su širilice spojene s jedne strane uzdama na mrežu, a s druge strane povlačnim celicnim užetom na brod, ispuštaju se u more na određenu udaljenost od broda, što se regulira dužinom ispuštene celicne užadi. Nakon što se ispusti željena dužina celicne užadi, vitlo se zakoci, 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.

U slučaju da se koriste baloni velikog volumena, prikaceni na krajeve gornjih krila, dubina plutnje mreže je konstantna na 3 – 4 m dubine (Slika 28) s dužinom ispuštene užadi sve do 350 m i uz upotrebu 40 kg utega sa svake strane koji osiguravaju vertikalni raspon mreže.



Slika 28. Baloni velikog volumena održavaju pelagicnu mrežu blizu površine (Foto: A. Soldo).

Nakon isteka 30 minuta povlacenja dizanje mreže iz mora se odvija obrnutim redoslijedom. Prvo se na glavne bubnjeve namotava celicno uže. Do krme broda dolaze širilice (Slika 29) koje se zatim dižu iz mora i ucvrste na krmeni portal (Slika 30).



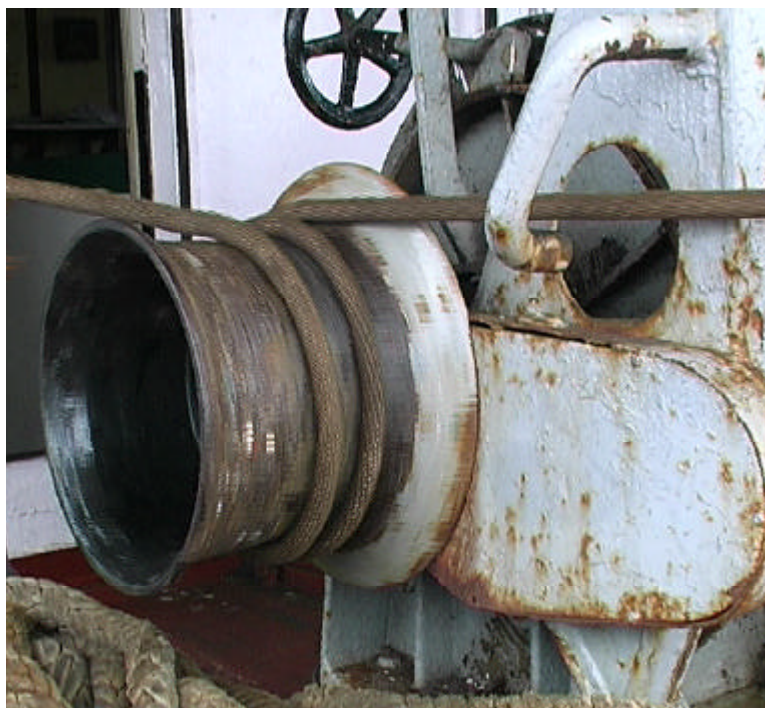
Slika 29. Izvlačenje širilice iz mora (Foto: A.Soldo).



Slika 30. Ucvršćivanje pelagije širlice lancem na kmeni portal (Foto: V. Ticina).

Nakon toga se odvajaju uzde i povlačno celicno uže od širlica, međusobno se spajaju i namotaju na glavni bubanj. Nakon što se uzde namotaju na glavne bubnjeve vitla odvajaju se utezi i baloni u slučaju da su bili prikaceni.

Na mrežu se hvata petlja od konopa, na koju se zatim ucvrsti konop s kukom, koji preko pomoćnog priteznog bubnja (Slika 31) postepeno izvlaci mrežu (Slika 32), sve dok vreca mreže nije na palubi («imbragavanje»).



Slika 31. Izvlacenje mreže iz mora pomocu priteznog bubnja (Foto: A. Soldo).



Slika 32. Izvlacenje mreže na krmeni radni dio palube pomocu petlje od konopa, tzv. «imbragavanjem» (Foto: A. Soldo).

4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagicnom kocom

Analizirani uzorci potjecu iz lovina 30 minutnog uzorkovanja pelagicnom povlacnom kocom (Slika 33) te iz komercijalnih lovina plivaricom. Uzorci su odmah po ulovu u potpunosti obrađeni u brodskom laboratoriju te konzervirani radi kasnije analize ishrane. Ukupna se masa prikupljenog ulova određivala vaganjem s točnošću od $\pm 0,1$ kg. Iz cjelokupnog su se uzorka izdvajale i ponovno vagale samo pelagичne vrste s točnošću od $\pm 0,05$ kg.



Slika 33. Uzorak sitne plave ribe prikupljen pelagicnom kocom (Foto: V. Ticina, rujan 2004).

Ulovljene ribe su razvrstane po vrstama prema kljucu za određivanje jadranskih riba (Jardas, 1996). Potom bi se pristupilo dužinskim i masenim analizama prikupljenih jedinki pojedinih vrsta. Ukupna dužina tijela ribe (LT) je mjerena ihtiometrom s točnošću od 0,1 cm. Jedinkama iz porodice Scombridae je mjerena vilicna dužina tijela (LF). Sve analizirane vrste provedenog istraživanja su podijeljene u skupine obzirom na važnost u ovom istraživanju,

vrstu organizma te staništu istih. Sve su vrste koje su tijekom ovog eho-monitoringa uzorkovane pelagicom kocom navedene u Tablici 2.

Podjela organizama po skupinama:

- ciljane vrste:

Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)

Sprattus sprattus Linnaeus, 1758

Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758),

- ostale pelagické vrste:

Aphia minuta (Risso, 1810)

Atherina hepsetus Linnaeus, 1758

Belone belone (Linnaeus, 1761)

Boops boops (Linnaeus, 1758)

Scomber japonicus (Houttuyin, 1782)

Scomber scombrus Linnaeus, 1758

Syngnathus acus Linnaeus, 1758

Spicara flexuosa Rafinesque, 1810

Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)

Trisopterus minutus (capellanus) (Linnaeus, 1758),

- pridnene vrste:

ribe,

glavonošci,

rakovi.

Ciljane su vrste (srdela, incun, papalina) analizirane po dužinskim frekvencijama obzirom 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 0,1 g. Obradenim jedinkama nije određivan spol pa su stoga sve lovine obradene 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):

$$W = a LT^b$$

Indeks kondicije pomoću kubnog ili Fultonovog koeficijenta:

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

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>Sprattus sprattus</i> , Linnaeus, 1758	Papalina	SPRASPR
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Incun, Brgljun	ENGRENC
OSTALE PELAGICKE VRSTE		
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Mlijec ružicni	APHIMIN
<i>Atherina hepsetus</i> Linnaeus, 1758	Gavun	ATHEHEP
<i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1761)	Iglica, Igla	BELOBEL
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Bukva, Bugva	BOOPBOO
<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyin, 1782)	Plavica, Lokarda	SCOMJAP
<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	Skuša	SCOMSCO
<i>Syngnathus acus</i> (Linnaeus, 1758)	Šilo	SYNGACU
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810	Oštrulja, Lužina	SPICFLE
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Šarun, Šnjur	TRACTRA
<i>Trisopterus minutus</i> (<i>capellanus</i>) (Linnaeus, 1758)	Ugotica	TRISCAP
OSTALE PRIDNE VRSTE		
<i>Blenius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	Babica dubinka	BLENOCE
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	Špar	DIPLANN
<i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758)	Kokot siva	EUTRGUA
<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepede, 1801)	Kokotic oštruljic	LEPTCAV
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Oslic, Mol	MERLMER
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	Trlja od blata	MULLBAR
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	Trlja od kamena	MULLSUR
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	Golub	MYLIAQU
<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat, 1943	Škrpina ružicasta	SCORELO
<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810	Bodec crveni, Škrpinica	SCORNOT
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	Cucin, Vucic	SERAHEP
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	Pauk bijelac, Ranj	TRAHDRA
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	Kovac, Šanpjer	ZEUSFAB
GLAVONOŠCI		
<i>Allotheutis media</i> (Linnaeus, 1758)	Lignjica	ALLOMED
<i>Argonauta argo</i> Linnaeus, 1758	Jedrilac	ARGOARG
<i>Eledone cirrhosa</i> (Lamarck, 1798)	Muzgavac	ELED CIR
<i>Illex coindetii</i> (Verany, 1839)	Lignjun	ILLECOI
<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798	Lignja	LOLIVUL
<i>Sepioida</i> spp.	Sipica	SEPOSPP
<i>Sepioida rondeleti</i> Steenstrup, 1856	Sipica	SEPORON
<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)	Lignjun	TODASAG
<i>Sepia elegans</i> Blainville, 1827	Sipa	SEPIELE
RAKOVI		
<i>Penaeus</i> spp.	Kozica	PENASPP

Sa svrhom analize ishrane ciljanih vrsta sitne plave ribe, metodom slucajnog odabira uzorkovani su želuci pojedinih jedinki riba iz prikupljenih uzoraka. Želuci su odmah nakon uzorkovanja pohranjeni u 4%-tnoj otopini formaldehida, kako bi se što prije zaustavila razgradnja pojedene hrane. Određivanje pojedinih ostataka hrane u želucima riba obavljeno je uporabom invertnog mikroskopa OLYMPUS IX 51 uz povećanje od 16 i 25 puta.

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. Vecina metoda prostorne interpolacije polaze od postavke da su promjene velicina u prostoru nepravilne pa se znatno bolji rezultati interpolacije mogu opisati stohastickim 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 znacajno razlicitom 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 slucajno raspoređenih u prostoru vrši u cvorovima 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 cesto zove i egzaktna interpolacijska metoda.

Kod ove metode interpolacija se vrši samo iz podataka cija 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 razlicitom populacijom pelagичne riblje populacije u odnosu na točku u kojoj se vrši interpolacija. S obzirom na prostorni raspored pelagичne 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 pomocu variograma koji formalno predstavlja varijancu koja se racuna između svih parova mjernih postaja slucajno 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 sacuvana ako se kod obične «kriging» interpolacije uzima radijus utjecaja do 10 Nm.

5. PODRUCJE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe istraživanja populacija sitne pelagicne ribe i njihove rasprostranjenosti u Jadranskome moru, područje istraživanja obuhvacalo je područje unutarnjeg mora kao i područje otvorenog teritorijalno more 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 postojecom 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. Nacin određivanja područja i zona za potrebe eho-monitoringa

S obzirom na veličinu hrvatskog dijela Jadranskoga mora (57000 km² zajedno sa ekonomskom zonom), velikog broja otoka, otocica, 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 racunati osnovnu statistiku procjene ribljeg stoka pelagijala na osnovu izvršenih mjerenja. Uzimajući u obzir ove činjenice odustalo se od upotrebe planimetara za racunanje površine pojedinih područja jer bi to

* do izobate od 200 m

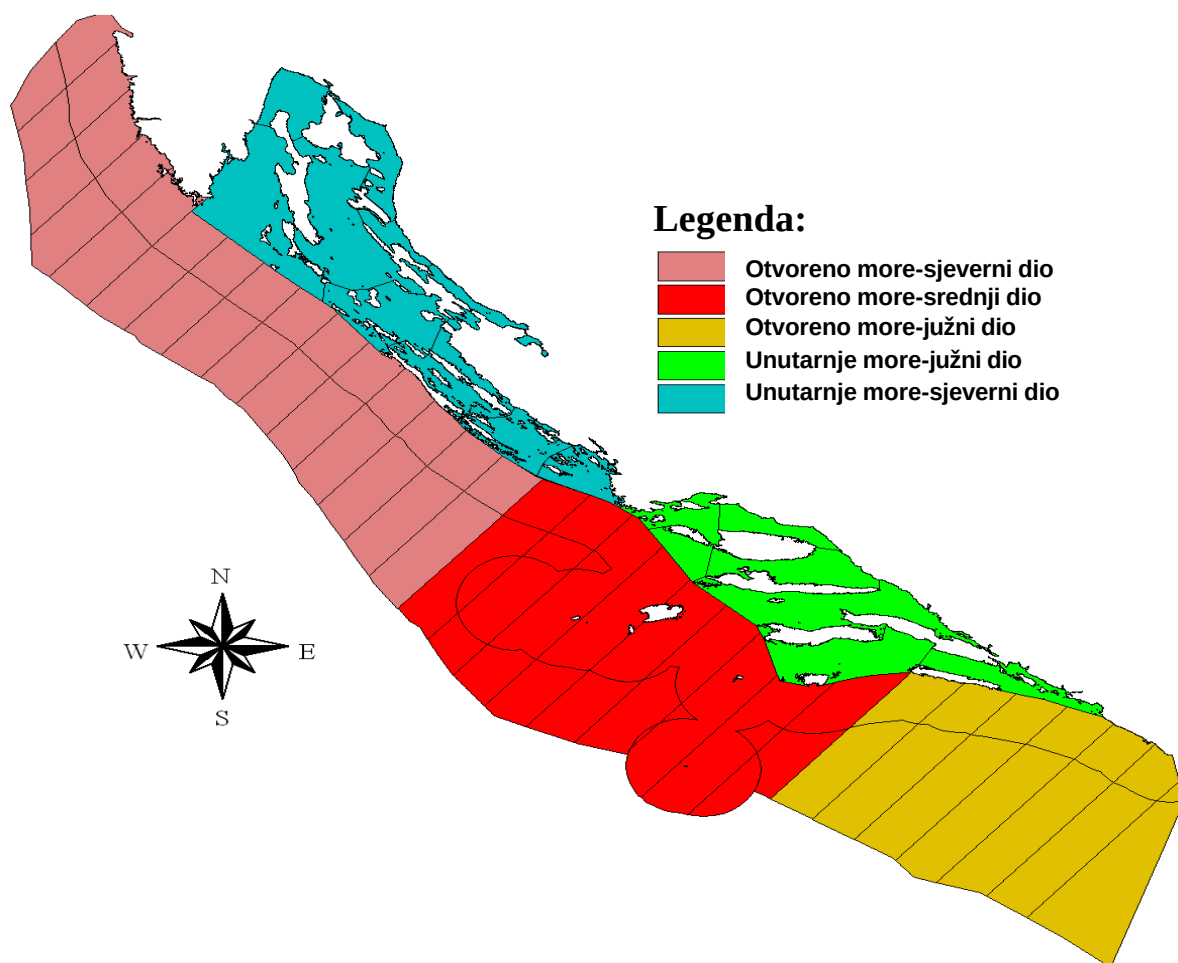
zahtijevalo veliki napor, a rezultati bi bili dosta nesigurni zbog velike mogućnosti pojave pogreški kod proračuna zbog subjektivnih razloga.

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 34) te izračunane njihove površine (Tablica 3) na način da se od ukupne površine dobijene proračunom isključene površine pripadajućih otoka, otocica, hridi i grebena.

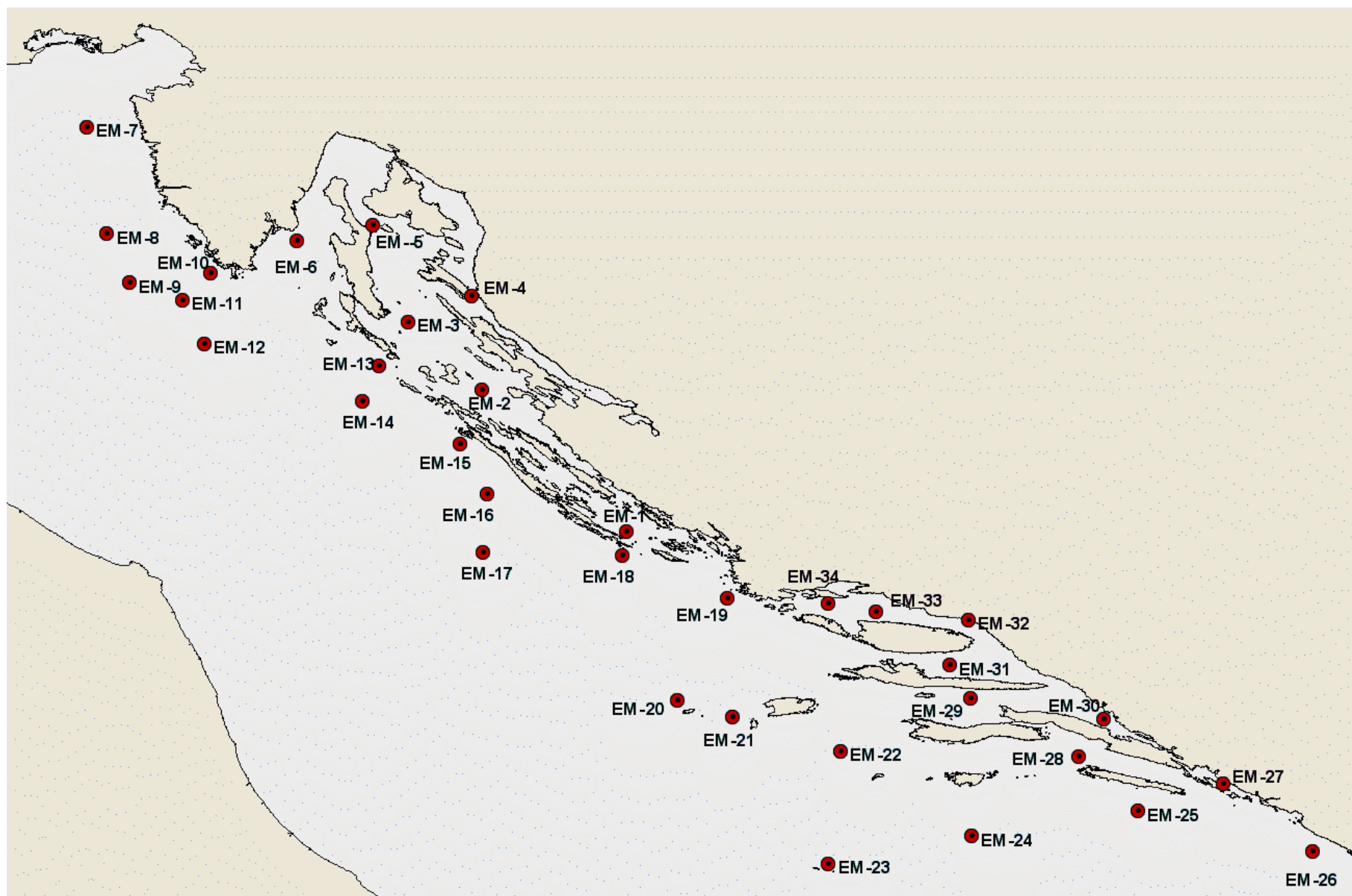
Položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje hidrogrfskih osobitosti, te fitoplanktona i zooplanktona određen je slučajnim odabirom, a prikazan je na slici 35. Detaljan opis uzorkovanja na pojedinim postajama iznesen je u Tablici 4. Akustičko uzorkovanje na području otvorenog mora obavljalo se po 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 36).



Slika 34. 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	12388	3612
4	Unutarnje more – sjeverni dio	7435	2167
5	Unutarnje more – južni dio	4755	1386
Ukupna površina:		56954	16605

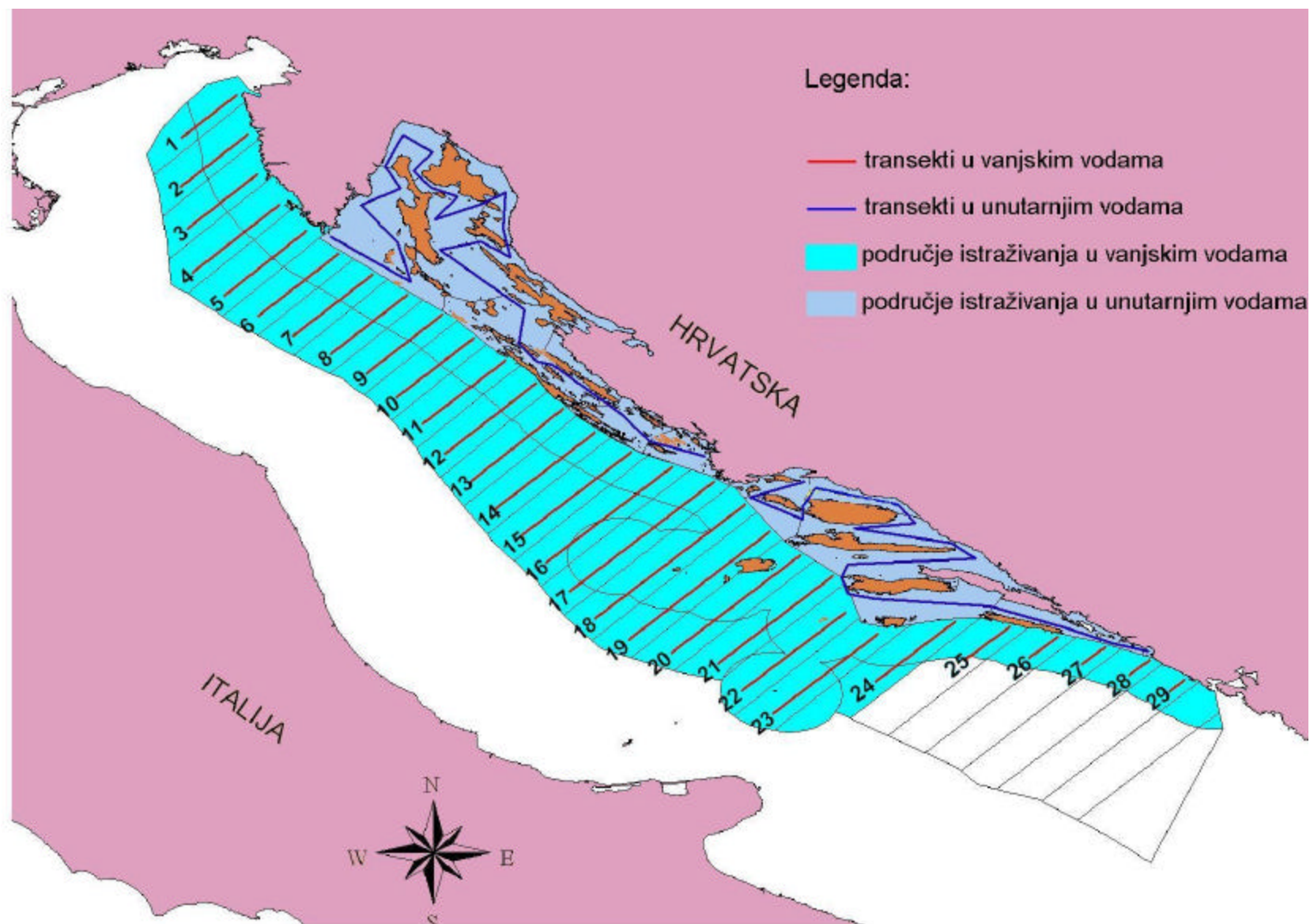


Slika 35. Prostorni položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje tijekom eho-monitoringa (rujan, 2004).

Tablica 4. Nacin i vrijeme uzorkovanja obavljenih na pojedinim postajama.

Vrijeme	Postaja	Dubina	Položaj postaje	Uzorkovanje					
				CTD	fitoplankton	zooplankton	O ₂	ribe	
18:30	EM1	89	43° 44,92'	15° 30,21'	+	+	+	+	+
02:00	EM2	68	44° 19,03'	14° 55,33'	+	+	-	+	-
07:00	EM3	78	44° 35,45'	14° 37,19'	+	+	+	+	+
10:30	EM4	105	44° 41,72'	14° 52,60'	+	-	+	-	-
17:20	EM5	102	44° 58,80'	14° 28,79'	+	-	+	-	+
00:00	EM6	50	44° 55,17'	14° 10,38'	+	+	+	+	+
12:30	EM7	27	45° 22,58'	13° 19,26'	+	+	+	+	+
02:15	EM8	39	44° 56,83'	13° 24,21'	+	+	+	+	+
06:30	EM9	43	44° 44,94'	13° 29,71'	+	+	-	+	-
10:15	EM10	38	44° 47,42'	13° 49,27'	+	-	+	-	+
10:50	EM11	45	44° 40,84'	13° 42,49'	+	+	-	+	-
16:00	EM12	41	44° 30,21'	13° 47,89'	+	+	-	+	-
10:00	EM13	51	44° 24,79'	14° 30,17'	+	-	+	-	+
21:50	EM14	64	44° 16,18'	14° 26,13'	+	+	+	+	+
05:20	EM15	65	44° 06,31'	14° 50,00'	+	-	+	-	+
13:50	EM16	70	43° 54,09'	14° 56,59'	+	-	+	-	+
08:00	EM17	91	43° 39,92'	14° 55,53'	+	+	+	+	+
18:20	EM18	117	43° 39,23'	15° 29,35'	+	-	+	-	+
22:00	EM18a*	100	43° 37,18'	15° 48,38'	-	-	-	-	+
21:00	EM19	130	43° 28,86'	15° 54,59'	+	-	-	-	+
16:30	EM20	102	43° 04,10'	15° 42,27'	+	+	+	+	+
21:50	EM21	93	43° 00,22'	15° 55,63'	+	-	-	-	+
06:00	EM22	120	42° 51,87'	16° 21,94'	+	-	+	-	+
14:30	EM23	165	42° 24,51'	16° 19,05'	+	+	+	+	+
23:15	EM24	165	42° 31,26'	16° 53,78'	+	+	+	+	+
08:00	EM25	150	42° 37,35'	17° 34,14'	+	+	+	+	-
16:30	EM26	135	42° 27,59'	18° 16,41'	+	+	+	+	+
22:50	EM27	50	42° 44,05'	17° 54,77'	+	-	+	-	+
03:10	EM28	85	42° 50,55'	17° 19,71'	+	+	+	+	+
13:05	EM29	63	43° 04,54'	16° 53,44'	+	-	+	-	+
16:05	EM30	22	42° 59,49'	17° 25,87'	+	-	+	-	+
21:00	EM31	75	43° 12,60'	16° 48,44'	+	+	+	+	+
01:20	EM32	65	43° 23,62'	16° 52,91'	+	-	+	-	-
05:00	EM33	65	43° 25,70'	16° 30,58'	-	-	+	-	+
10:00	EM34	65	43° 27,60'	16° 19,02'	-	-	-	-	+

* - dodatna postaja



Slika 36. Položaj transekata duž kojih se obavlja akusticko uzorkovanje i/b «BIOS» pomoću eho-sondera SIMRAD EK60.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Abiotski i biotski cimbenici na istraživanom području

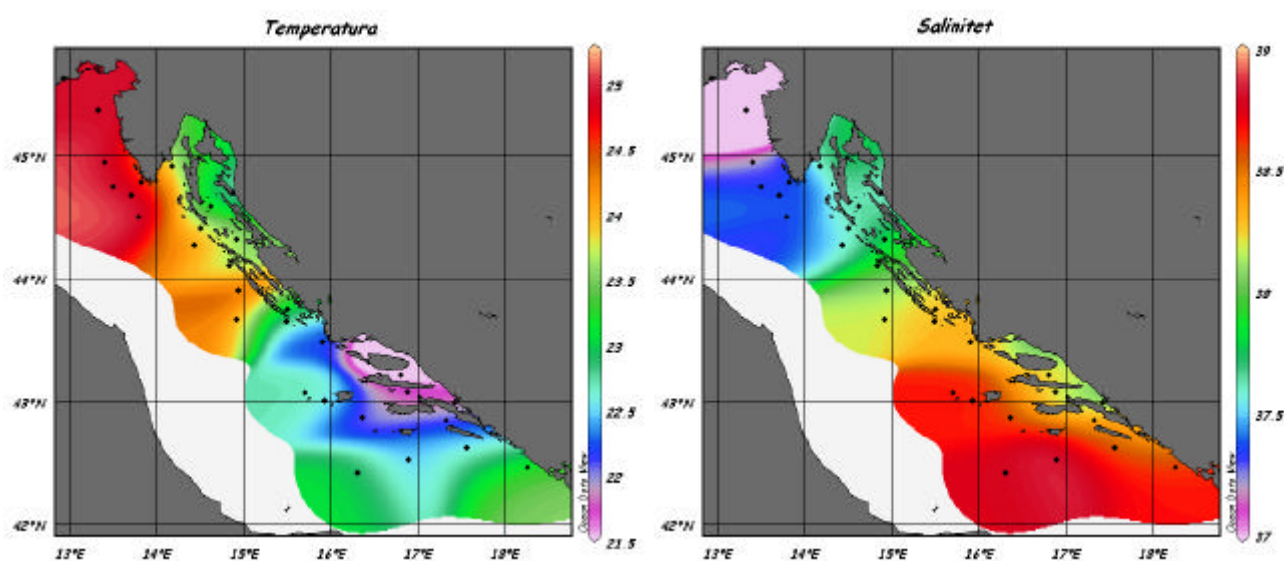
6.1.1. Termohalina svojstva

Tijekom rujna 2004. godina na već utvđenim postajama istočne obale Jadrana obavljena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta višeparametarskim sondama IDRONAUT-316 i SEABIRD-25 s korakom osrednjavanja od jedan metar. Slijedeci prostornu podjelu termohaline se osobine, iznjete u ovom preglednom izvješću, odnose na ukupno 5 različitih područja istraživanja.

Vertikalna i horizontalna razdioba termohalinih osobina osim sezonske ovisnosti pokazuje i ovisnost o utjecaju atmosfere putem izmjene topline, mase i momenta na granici more-atmosfera. Taj je utjecaj u različitim djelovima Jadrana različit, posebno se ističu obalna područja u kojima je i vertikalni i horizontalni (npr. advekcijom slatke vode s kopna) utjecaj više izražen nego u vodama dalje od obale. Stoga je, u cilju boljeg tumačenja termohalinih osobina, pogodno kratko opisati uvjete u atmosferi. Mjerenje je duž istočne obale Jadrana obavljeno u razdoblju od 1-17. rujna 2004. godine. Termohaline su osobine bile posljedica uvjeta u atmosferi tijekom ljeta, koje je ove godine bilo produženo slijedeci opću tendenciju vrlo zagrijane i suhe atmosfere, te posljedica atmosferskih procesa koji su neposredno prethodili mjerenju. Po podacima DHMZ-a (<http://meteo.hr>) ljeto 2004. bilo je vrlo toplo duž cijele istočne obale Jadrana te ekstremno toplo u njegovom najsjevernijem dijelu. Što se tice oborine, ona je bila horizontalno neujednadena, te je tako u sjevernom Jadranu bilo ekstremno sušno i sušno ovisno o području, dok je u dijelu srednjeg i južnog Jadrana oborina poprimala uobicaene vrijednosti. Tijekom razdoblja kolovoz-rujan atmosfera je i dalje odražavala visoke temperaturne vrijednosti, a vrijeme je uglavnom bilo stabilno tek s manjim prodorima hladnog i vlažnog zraka kao što je to mjereno na automatskoj meteorološko-oceanografskoj postaji Punta Jurana (www.izor.hr).

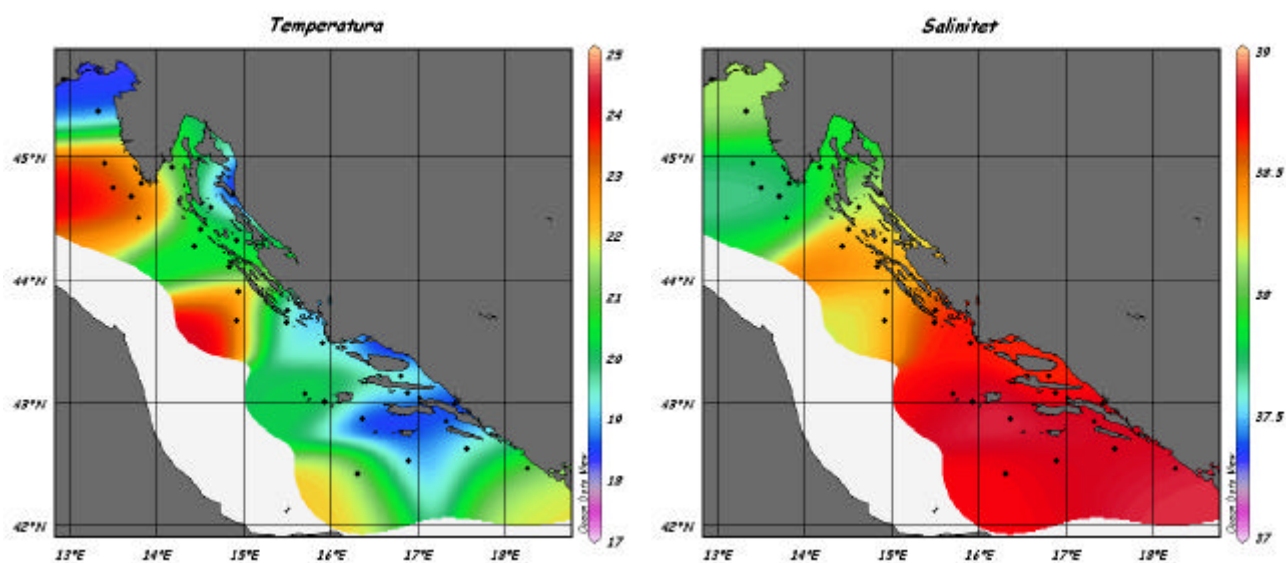
Vodeni stupac je bio raslojen po temperaturnim i halinim svojstvima, s varijabilnom debljinom površinskog sloja. U površinskom je sloju (Slika 37) naglašena razlika između sjevernog i južnog, te otvorenog mora i obalnih voda. Temperatura površinskog sloja (srednja temperatura u sloju do 5 m dubine) kretala se od 25 °C u sjevernom do 21 °C u obalnim vodama južnog dijela unutarnjih voda Jadrana. Ovaj je sloj direktno ovisan o uvjetima na

granici s atmosferom, stoga vertikalni procesi na termohaline osobine imaju značajnu ulogu. Pri analizi i diskutiranju pojavnosti određenih temperatura, odnosno saliniteta ne smiju se zanemariti djelovanje sinoptičkih poremećaja koji su prethodili mjerenjima. Vidljiv je utjecaj slatkovodnih obalnih dotoka, što se odražava na halinu strukturu površinskog sloja. Najslade su vode sjevernog Jadrana iako je vidljiv i utjecaj dotoka slatke vode rijekama Neretvom i Cetinom u kanalnom području južnih unutarnjih voda. Najveće vrijednosti saliniteta, naravno, mjere se u otvorenim vodama južnog Jadrana, tj. u onim područjima koja su i pod djelovanjem toplije vode iz Sredozemnog mora.



Slika 37. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom rujna 2004. u površinskom sloju do 5 m dubine.

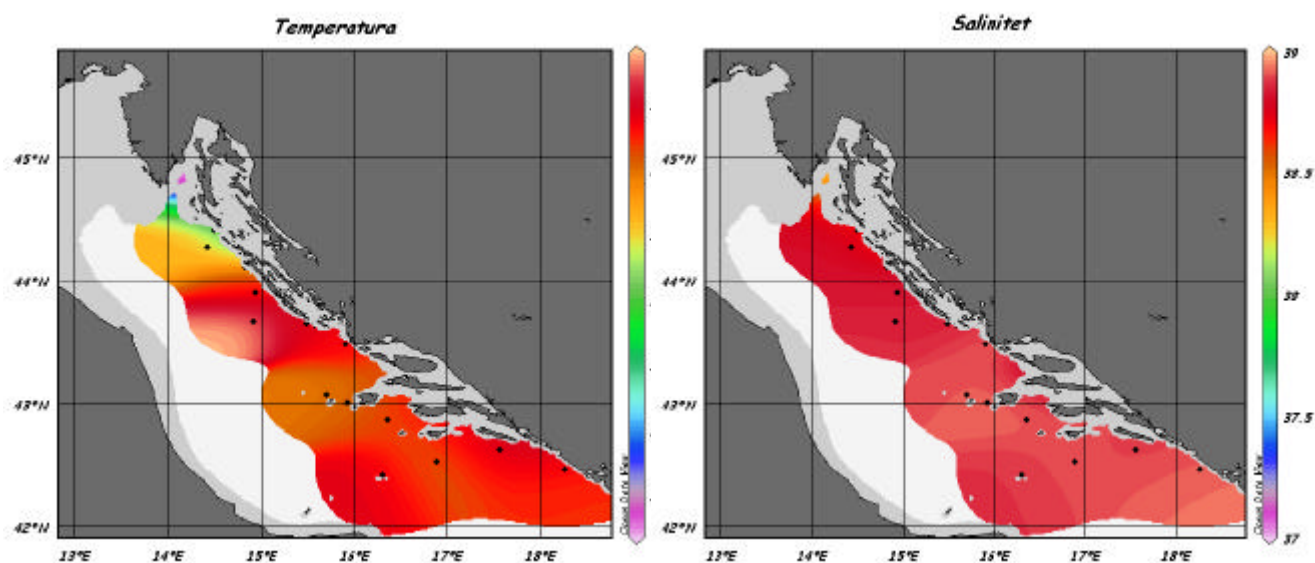
Manji horizontalni gradijenti temperature i saliniteta uočavaju se u dubljim slojevima. Tako je prostorna razdioba termohalinih osobina u sloju od 16-25 m (Slika 38) nešto drugačija, manje pod djelovanjem atmosfere, znaci manje pod djelovanjem vertikalnih, a pod značajnijim advektivnim procesima.



Slika 38. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom rujna 2004. u sloju od 16-25 m dubine.

Primjećuje se da je u ovom sloju slanija voda zahvatila znatno veće područje nego u površinskom sloju. Sloj je relativno hladan, s vrijednostima između od 18 i 23 stupnja. Termoklina je, ovisno o području smještena relativno plitko (u prosjeku nešto ispod 10 m) u vodama bliže kopnu te nešto dublje na otvorenim područjima gdje njena dubina pada ispod 25 m (početak homogenizacije mora).

U najdubljim slojevima, prosjecno na dubini od 45-55 m horizontalni gradijenti su još manji i odražavaju stabilniju sliku (Slika 39). Po njihovim vrijednostima, pogotovo u polju saliniteta naslućuje se da je i ove godine voda iz Sredozemnog mora (LIW) prodrla sjevernije u Jadran. U području otvorenih voda sjevernog Jadrana u ovom se sloju uočava prodiranje hladnije vode iz Kvarnera i Krnerica.



Slika 39. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom rujna 2004. u sloju do 45-55 m dubine.

Opće karakteristike vodenog stupca po pojedinim područjima i postajama dane su tablicno (Tablice 5-9). U područjima koja su pod djelovanjem rijecnih dotoka se uočavaju 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.

Tablica 5. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujna 2004. 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
EM01	89	17,50	2,82	15,35	23,76	38,70	0,22	38,17	38,89
EM02	69	17,73	4,08	11,54	23,49	38,31	0,25	37,85	38,59
EM03	78	16,49	4,60	10,67	23,03	38,30	0,35	37,75	38,89
EM04	105	13,96	3,92	10,50	22,54	38,29	0,32	37,44	38,58
EM05	102	14,61	4,45	10,72	23,18	38,24	0,30	37,34	38,57
EM06	50	19,59	3,92	13,10	23,65	38,20	0,43	37,56	38,89
EM13	51	19,58	3,16	15,53	23,85	38,31	0,52	37,53	38,95

Tablica 6. Osnovna statisticka obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2004.
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
EM27	50	18,92	2,24	16,18	22,17	38,68	0,30	38,03	39,04
EM28	85	17,30	2,41	15,14	22,16	38,85	0,29	36,33	39,00
EM29	63	17,89	2,25	15,46	21,90	38,66	0,28	38,01	38,87
EM30	22	19,99	1,45	17,89	21,66	38,19	0,43	37,51	38,76
EM31	75	17,76	2,71	14,80	21,84	38,67	0,13	38,45	38,95
EM32	65	16,98	1,75	14,61	20,23	38,56	0,31	37,63	38,86

Tablica 7. Osnovna statisticka obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2004.
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
EM07	28	21,19	2,95	18,07	25,07	37,46	0,88	35,74	38,19
EM08	39	21,89	4,21	13,85	25,24	37,71	0,41	36,33	38,27
EM09	43	23,43	2,64	17,74	25,28	37,72	0,31	37,47	38,36
EM10	38	21,07	3,06	16,52	24,21	37,66	0,55	36,99	38,46
EM11	45	24,38	1,51	20,17	25,41	37,63	0,15	37,51	37,94
EM12	41	21,17	3,71	15,86	25,07	37,89	0,42	37,10	38,51
EM14	64	18,76	3,71	14,95	24,55	38,41	0,54	37,38	38,89
EM15	65	18,84	3,01	15,53	23,36	38,51	0,33	37,98	38,86
EM16	70	19,38	3,90	15,29	24,72	38,53	0,31	38,03	38,87
EM17	91	18,97	3,90	14,90	24,29	38,63	0,34	37,44	38,97
EM18	117	16,91	2,24	15,30	21,81	38,76	0,21	37,84	39,14

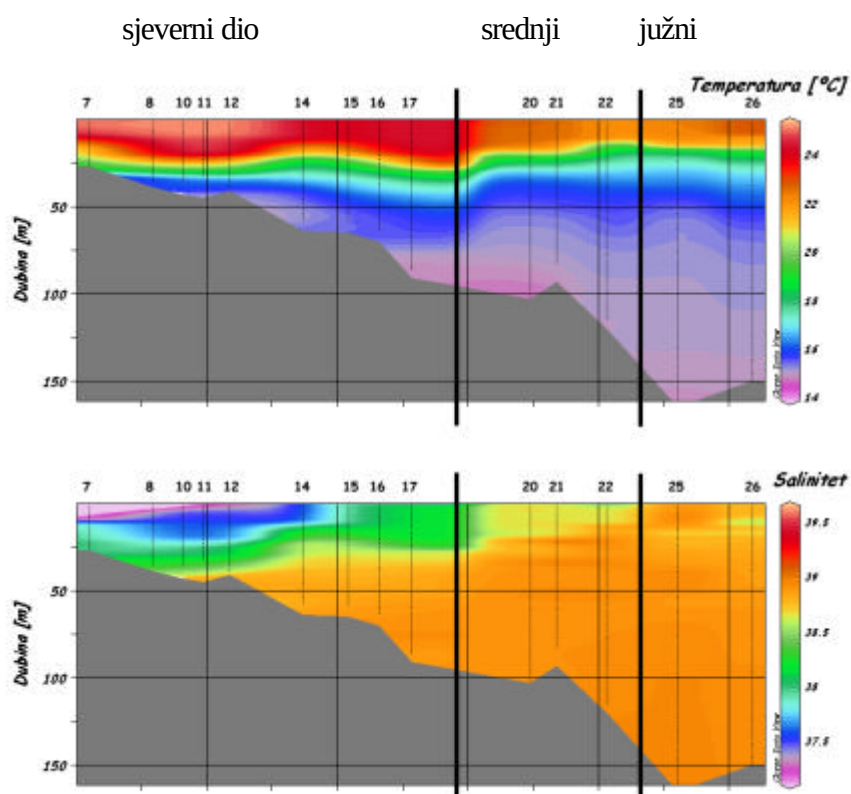
Tablica 8. Osnovna statisticka obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2004.
otvoreno more – srednji dio.

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
EM19	130	16,59	2,47	14,56	22,26	38,80	0,20	38,31	38,96
EM20	92	16,84	2,82	14,65	22,78	38,83	0,11	38,54	38,92
EM21	103	17,54	3,01	15,11	22,71	38,87	0,15	38,60	39,66
EM22	120	16,47	2,10	14,98	21,93	38,88	0,10	38,30	39,02
EM23	165	15,50	3,40	12,03	23,13	38,80	0,08	38,52	39,06
EM24	165	16,11	2,14	14,88	22,44	38,91	0,05	38,64	39,00

Tablica 9. Osnovna statisticka obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujn 2004.
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
EM25	150	16,39	2,27	14,96	22,83	38,87	0,08	38,52	38,93
EM26	135	16,82	2,97	14,97	23,66	38,90	0,09	38,65	39,32

Termohaline osobine duž otvorenih voda Jadrana u rujnu ove godine (Slika 40) karakterizirane su stratificiranošću vodenog stupca od sjevernog do južnog Jadrana. Toplija voda u sjevernom Jadranu zauzima vertikalno dublji sloj, postoji horizontalni gradijent između sjevernog i srednjeg Jadrana, dok je u polju saliniteta vertikalni presjek karakterističnog oblika sa izraženim utjecajem slade sjevernojadranske vode.

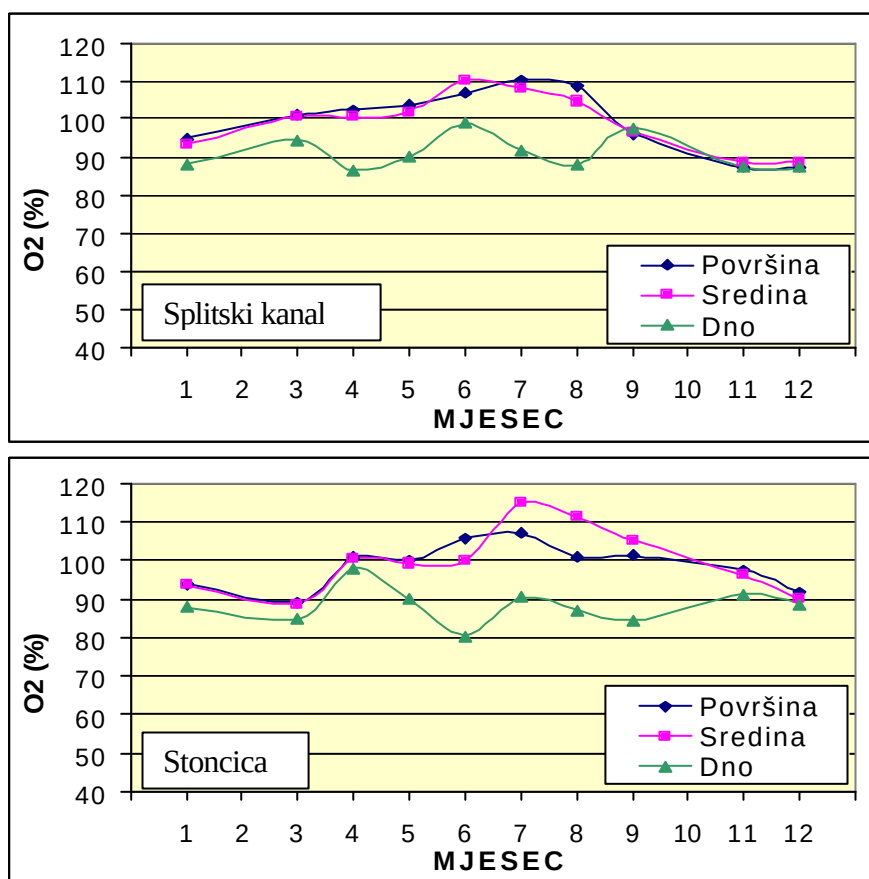


Slika 40. Vertikalni presjek temperatura i saliniteta uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu.

6.1.2. Otopljeni kisik

Zasícenost morske vode kisikom je dobar pokazatelj odnosa procesa proizvodnje i potrošnje kisika u pojedinom sloju vodenog stupca. Vrijednosti zasícenja ispod 100 % ukazuju na intenzivnije procese potrošnje kisika (kemijska i biološka), a vrijednosti iznad 100 % na intenzivnije procese proizvodnje (fotosinteza) ili fizickog miješanja stupca (uslijed jakih vjetrova). U stanju ravnoteže zasícenost morske vode pri bilo kojoj temperaturi ili salinitetu iznosi 100 %.

Obzirom da je intenzitet bioloških i kemijskih procesa u moru prostorno i vremenski promjenjiv, odgovarajuće fluktuacije se javljaju i kod zasícenja vodenog stupca kisikom. Glavna je obilježja fluktuacija moguće na primjeru dviju postaja smještenih u različitim područjima Jadrana (Splitski kanal - postaja u području unutarnjeg mora te Stoncica – postaja u području otvorenog mora) objasniti (Slika 41).



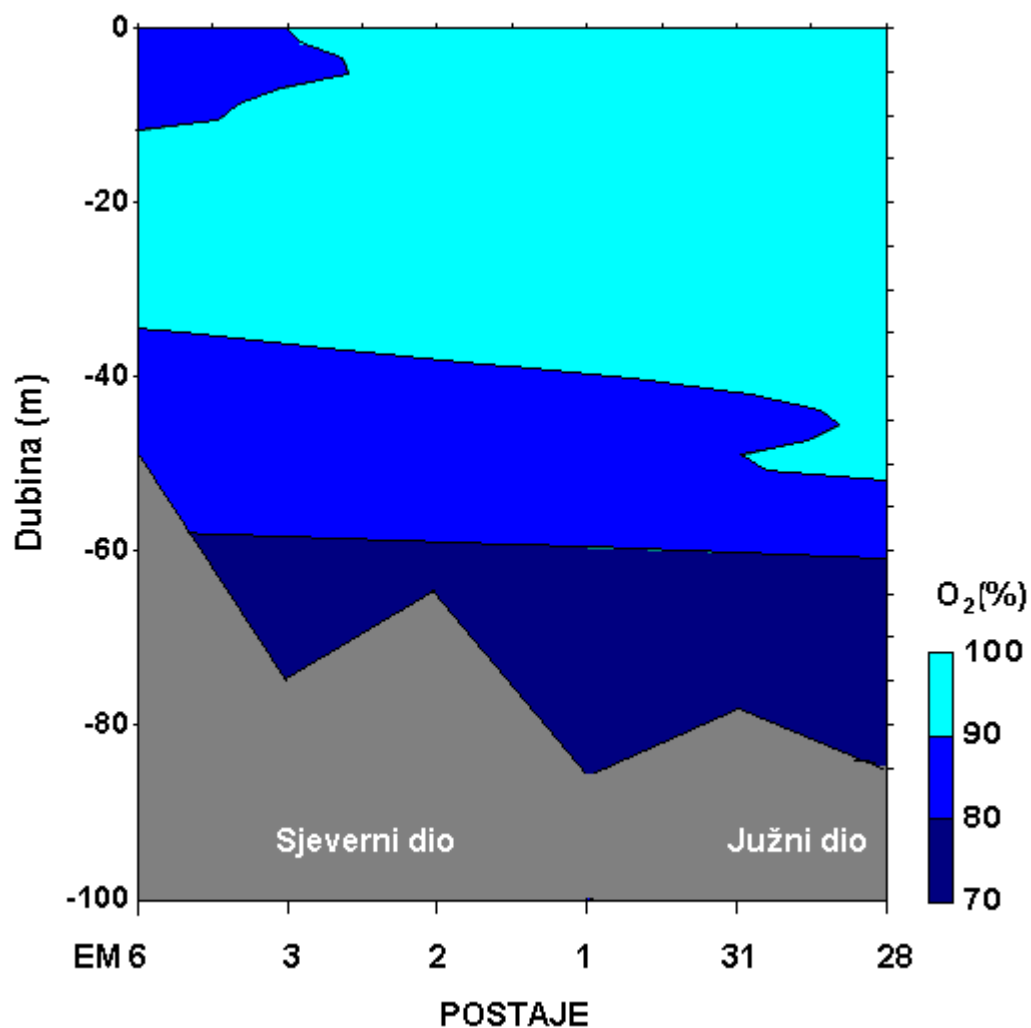
Slika 41. Mjesecne vrijednosti zasícenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom na postajama unutarnjeg (Splitski kanal) i otvorenog mora (Stoncica) za 2004. godinu.

Iz prikaza je vidljivo da su fluktuacije kisika u oba područja vrlo slična. Površinski i srednji sloj su tijekom toplog dijela godine (travanj do listopad) zbog intenzivne primarne proizvodnje organske tvari prezasićeni kisikom, a jedino se u razdoblju studeni-veljaca javlja nešto manja zasićenost (90-98%). Razlike među područjima su slabo izražene, međutim ipak je vidljivo da su u području unutarnjeg mora površinski i srednji sloj tijekom cijele godine relativno ujednačeno zasićeni, dok je u području otvorenom moru srednji sloj (od srpnja do kolovoza) bolje zasićen. Razlog je ovoj pojavi osiromašenje površinskog sloja otvorenog mora hranjivim solima (fitoplanktonska zajednica se spušta dublje prema hranjivima bogatijim slojevima), dok antropogeni donosi u područjima unutarnjeg mora sprječavaju osiromašenje površinskog sloja. Pridneni sloj je u oba područja slabije zasićen kisikom (do 80%), a razlog su dominantni procesi razgradnje istaložene organske tvari i remineralizacije hranjivih soli u ovom sloju. Razlike u zasićenosti među postajama se javljaju uslijed otežanog prozracivanja pridnenog sloja područja otvorenog mora, ali i uslijed razlika u sedimentacijskom ciklusu (po sastavu, vremenu i intenzitetu) u ovim područjima.

U sklopu projekta EHO-monitoring sitne plave ribe, istraživanje sadržaja kisika je provedeno na 12 postaja područja otvorenog mora i 6 postaja područja unutarnjeg mora. Dobiveni rezultati ukazuju na uobčajenu jesensku stratifikaciju vodenog stupca bez pojave anomalija ili ekstremnih vrijednosti (izuzev smanjenom zasićenju od 53 % ustanovljenom u pridnenom sloju postaje EM8).

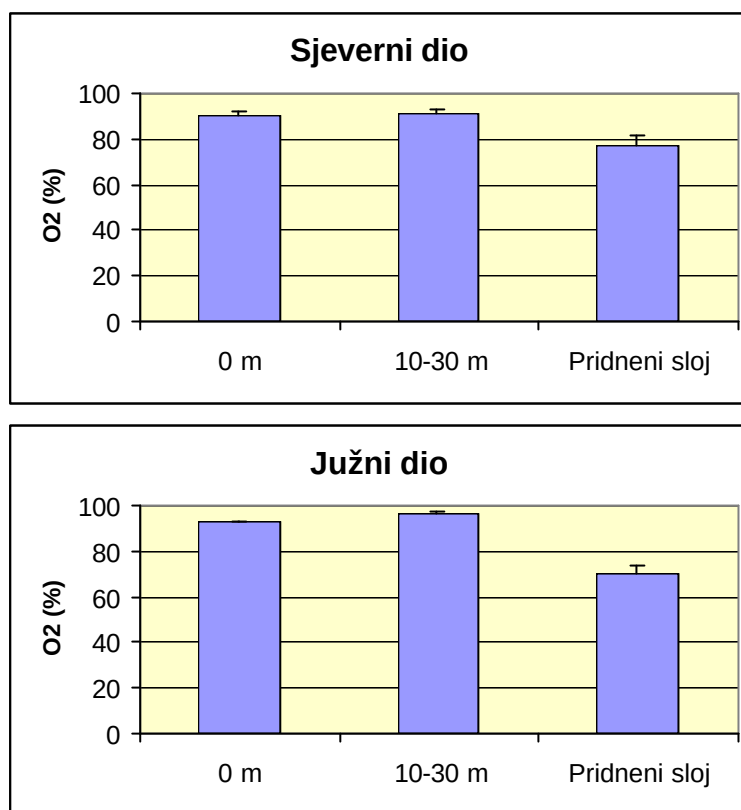
6.1.2.1. Unutarnje more

Prostorna raspodjela zasićenja u području unutarnjeg mora je prikazana na slici 42. Zasićenost gornjeg sloja vodenog stupca nalazi se, istovjetno području otvorenog mora, u rasponu od 90 do 100%, a dubina sloja se također povećava od sjevera (35 m) prema jugu (52 m). Sloj nije u potpunosti homogen jer se na sjevernim postajama EM6 i 3, javlja površinski sloj smanjenog zasićenja od 80 do 90%. Srednji dio vodenog stupca ima u citavom području zasićenost od 80 do 90 % i ujednačeno prodire do dubine od 60 m. Za razliku od područja otvorenog mora njegova debljina se u priobalju smanjuje od sjevera prema jugu. Zasićenost pridnenog sloja kisikom na svim postajama se nalazi u rasponu od 70 do 80%, a jedino je na najplicij postaji (EM6) zasićenost tek neznatno veća (81%).



Slika 42. Prostorna raspodjela zasícenja kisikom na postajama unutarnjeg mora u području sjevernog i južnog Jadrana tijekom rujna 2004. godine.

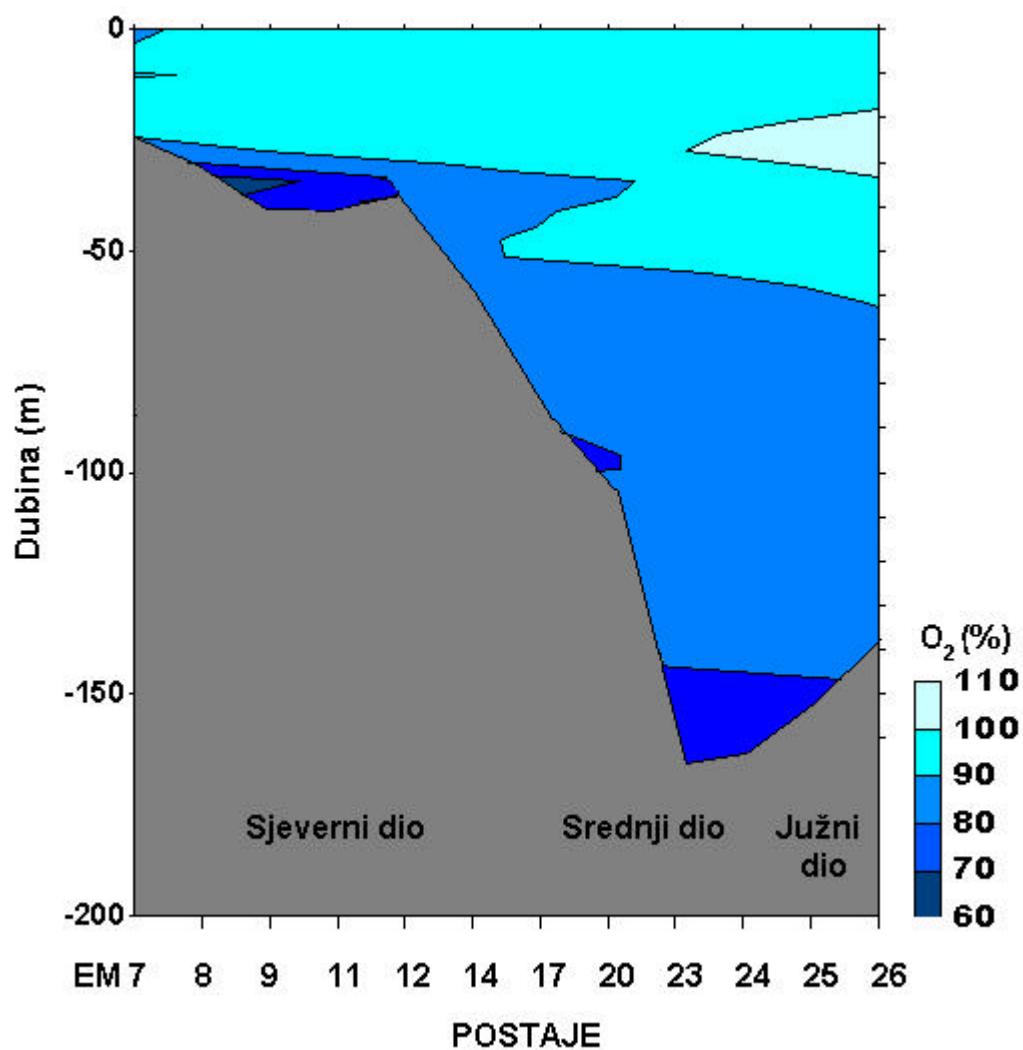
Srednje vrijednosti zasícenja ($\pm$ standardna devijacija), prikazane na slici 43, također ukazuju na dobru homogenu raspodjelu kisika, a jedinu znacajnu razliku u zasícenju je moguće uočiti u pridnom sloju postaja sjevernog ($77 \pm 4\%$) i južnog dijela ($71 \pm 3\%$) unutarnjeg mora. Do razlike dolazi uslijed nešto većih dubine južnih postaja što može biti znacajan faktor pri prozracivanju pridnog sloja kisikom.



Slika 43. Srednje vrijednosti ($\pm$ STD) zasićenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom u području unutarnjeg mora sjevernog i južnog Jadrana.

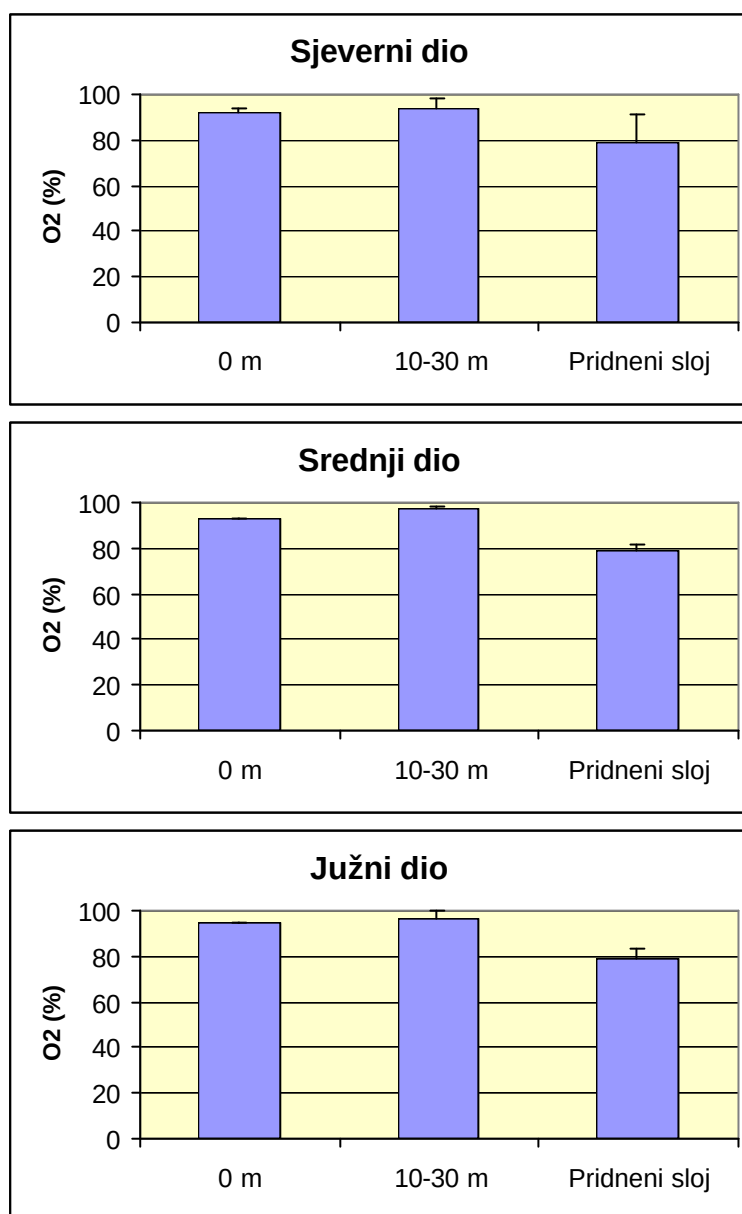
6.1.2.2. Otvoreno more

Zasićenost je gornjeg dijela vodenog stupca kisikom u području otvorenog mora (Slika 44) bila u rasponu od 90 do 100%. Dubina ovog sloja je u sjevernom dijelu Jadrana iznosila 25 do 30 m, a prema jugu se povećavala na preko 50 m. Jedina pojava prezasićena (100-110 %) u ovom sloju je ustanovljena u području južnog Jadrana (postaje EM25 i 26). Srednji sloj vodenog stupca je također bio relativno ujednačeno zasićen kisikom (80 do 90%), s tim da se debljina ovog sloja znatno povećala prema jugu, i to s početnih 5m (na najsjevernijim postajama EM7 do 12) do debljine od 80 m u području srednjeg i južnog Jadrana. Vrijednosti zasićenja u pridnenom sloju postaja otvorenog mora su uglavnom tek neznatno niže u odnosu na srednji sloj, a značajnije smanjenje zabilježeno je jedino na postaji EM8 sa 53 %. Debljina pridnenog sloja je uglavnom relativno mala, a jedina značajnija vodena masa reduciranog sadržaja kisika ustanovljena je u području Palagruškog praga (EM23 i 24).



Slika 44. Prostorna raspodjela zasícenja kisikom na postajama otvorenog mora tijekom rujna 2004. godine.

Iz prikaza srednjih vrijednosti zasícenja ($\pm$ standardna devijacija) (Slika 45) takoder proizlazi dobra horizontalna homogenost zasícenja po slojevima. Zasícenja se u pojedinim podrucjima tek neznatno razlikuju, a standardne devijacije su vrlo niske (izuzev u pridnom sloju podrucja sjevernog Jadrana).



Slika 45. Srednje vrijednosti ($\pm$ STD) zasícenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom u području otvorenog mora sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana.

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 trofичke 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.

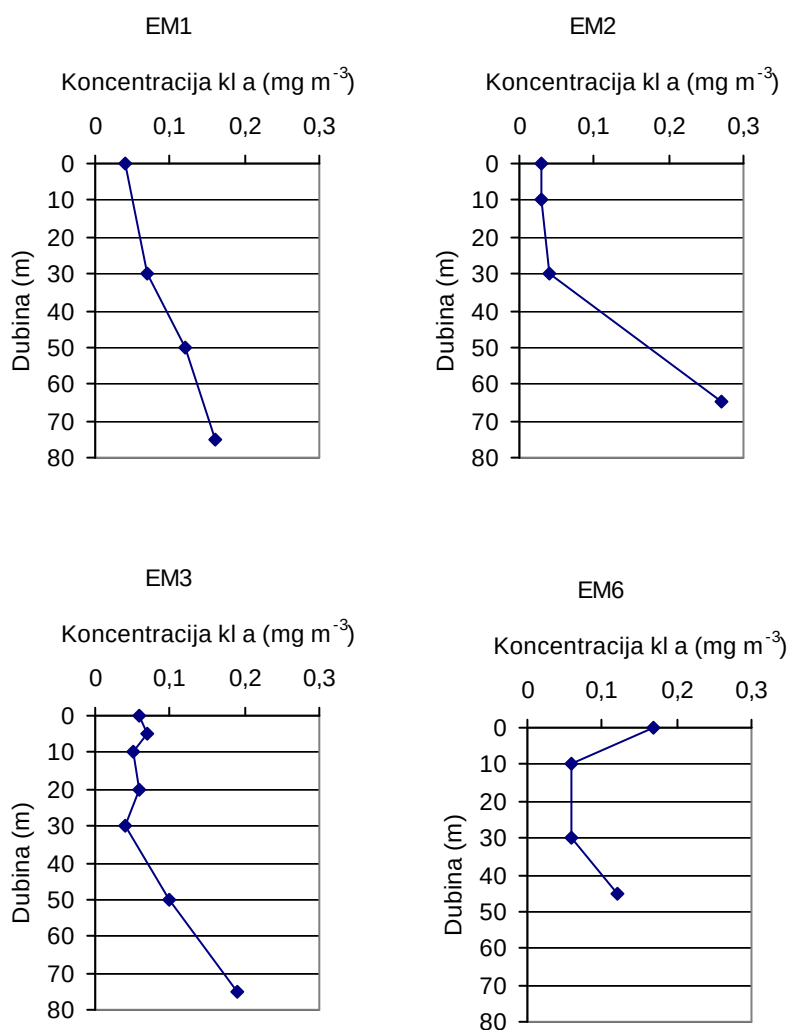
Fitoplanktonski su organizmi najvažniji proizvođači organske tvari u morskom ekosustavu pa se trofичki status nekog područja veoma dobro može procijeniti preko primarne proizvodnje odnosno biomase fitoplanktona. Budući da su fitoplanktonski organizmi veoma osjetljivi na promjene faktora okoliša, a ujedno 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 pigmenta (peridinin, fukoksantin), uz procjenu koncentracije klorofila *a* daju djelomican uvid u strukturu fitoplanktonske zajednice, jer se preko njih može odrediti koja grupa organizama (dijatomeje ili dinoflagelati) prevladava u zajednici. Ipak za procjenu trofичkog 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 trofичki status područja. U ovim smo istraživanjima koristili metodu procjene biomase klorofila *a*, kao i metodu brojenja stanica i određivanja vrsta na obrnutom mikroskopu.

6.1.3.1. Koncentracija klorofila *a*

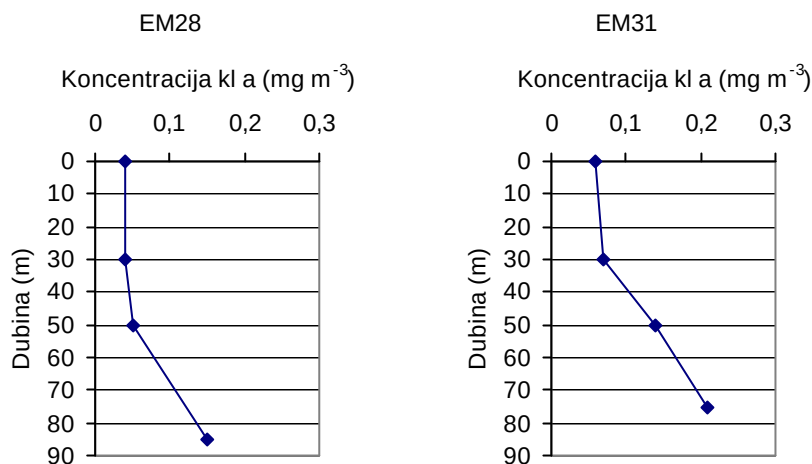
6.1.3.1.1. Unutarnje more

Koncentracija klorofila *a* u unutarnjem moru – sjeverni dio kolebala se u rasponu u 0,03 do 0,27 mg kl *a* m⁻³ (Slika 46). Vrijednosti biomase fitoplanktona budući da se radi o obalnim vodama upućuju na nizak stupanj trofije. Više vrijednosti i ovdje su zabilježene u pridnom sloju.



Slika 46. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području unutarnjeg mora sjevernog dijela.

Koncentracija klorofila *a* u južnom dijelu unutarnjeg mora kolebala se u rasponu u 0,04 do 0,21 mg kl *a* m⁻³ (Slika 47). Vrijednosti biomase fitoplanktona upućuju na nizak stupanj trofije.

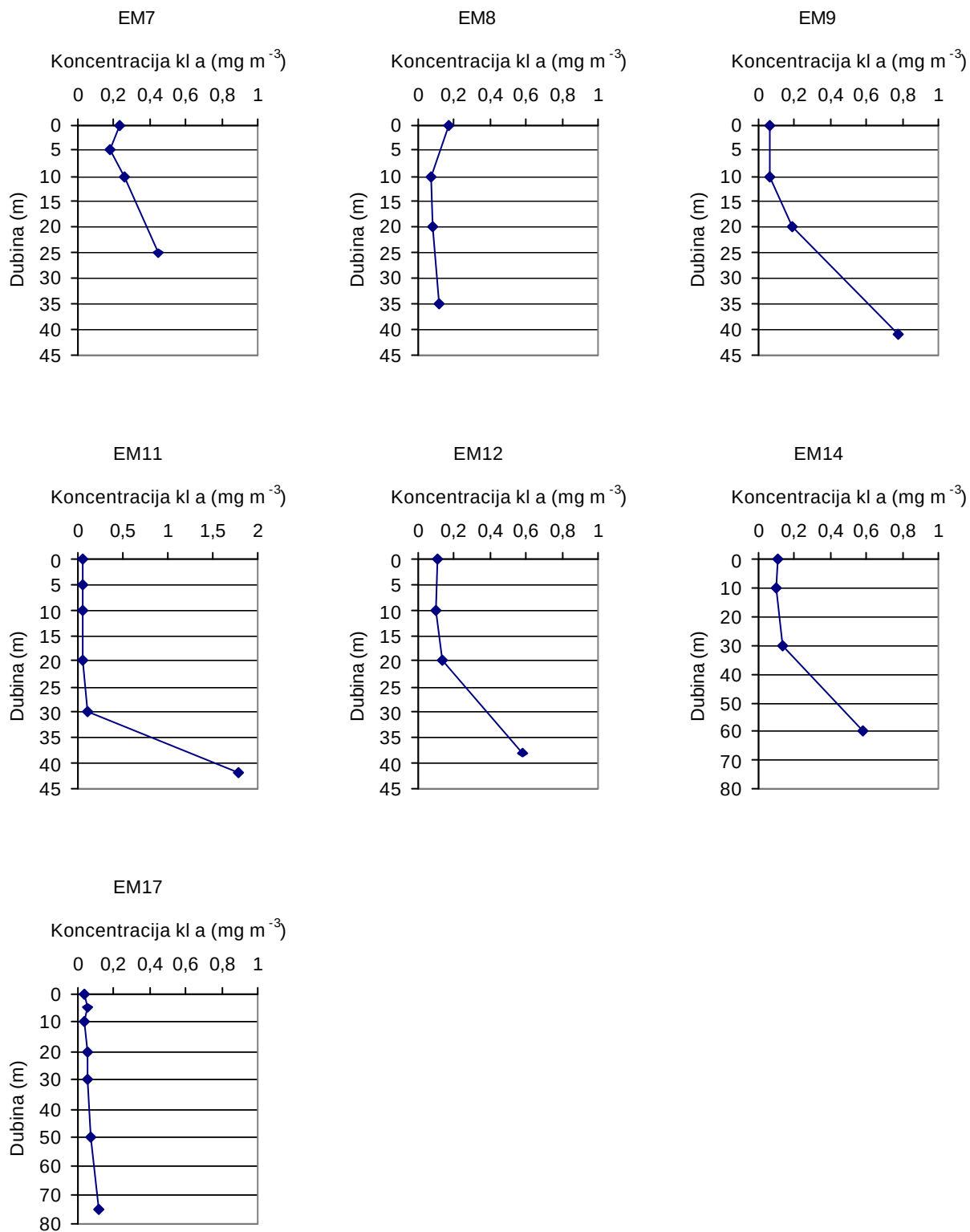


Slika 47. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području unutarnjeg mora južnog dijela.

6.1.3.1.2. Otvoreno more

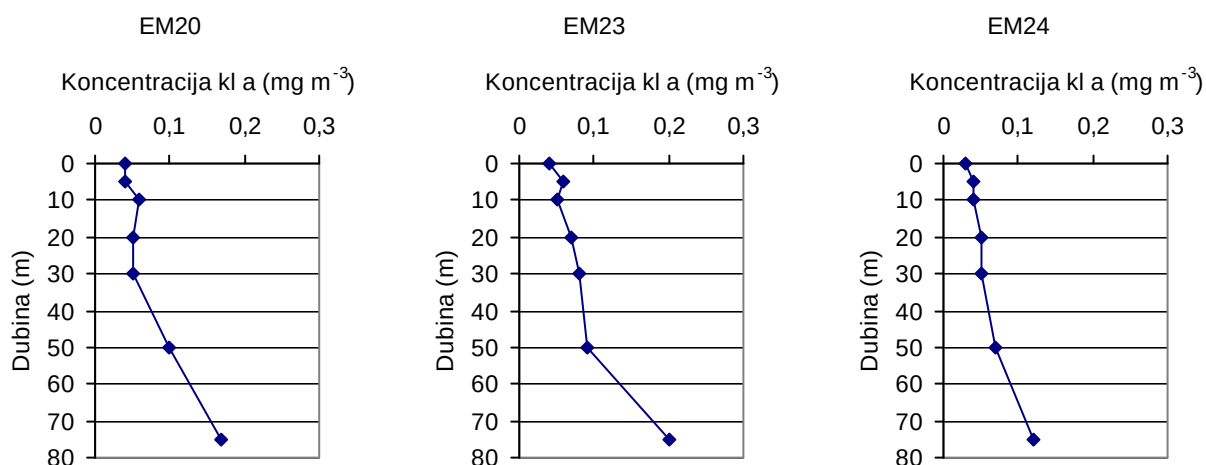
Koncentracija klorofila *a* u otvorenom moru sjeverni dio, kolebala su se u rasponu u 0,04 do 1,78 mg kl *a* m⁻³ (Slika 48). Najveća je biomasa zabilježena na postaji EM11 i to u pridnom sloju. Ovakva je raspodjela biomase prilično slična raspodjelom stanične abundancije, posebice s obzirom na dijatomeje, čija je brojnost redovito bila najviša u pridnom sloju (Tablica 22). Slična raspodjela biomase fitoplanktona, odnosno povećana biomasa u pridnom sloju u odnosu na površinski sloj, je zabilježena i u najvećem dijelu otvorenih voda sjevernog Jadrana. Ovakva je vertikalna raspodjela bila posebno dobro izražena na postajama EM9, EM11, EM12 i EM14, dok je jedino na postaji EM8 i EM17 ova razlika slabo izražena. Povećanje biomase u pridnom sloju najčešće predstavlja rezultat fiziološke prilagodbe fitoplanktona na smanjenu količinu svjetlosti, budući da se stanice fitoplanktona prilagođavaju smanjenoj količini svjetlosti na način da povećavaju koncentraciju fotosintetskih pigmenta, odnosno klorofila *a*. Ipak, znatno je vjerojatnije da se u ovom slučaju radilo o povećanoj abundanciji fitoplanktonskih stanica na što ukazuje vertikalna raspodjela stanične abundancije (Tablica 22).

S obzirom na biomasu fitoplanktona najveći dio ispitivanog područja u sjevernom Jadranu obilježen je izrazito niskim trofičkim stupnjem, s izuzetkom postaja EM9 i EM11 koje su samo u pridnom sloju pokazale povišen trofički stupanj (0,78-1,78 mg kl *a* m⁻³).



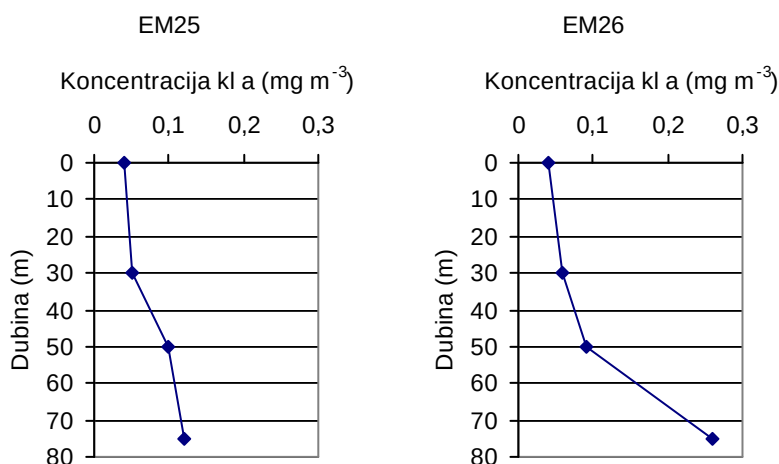
Slika 48. Raspodjela koncentracije klorofila a (mg m^{-3}) na području otvorenog mora sjevernog dijela.

Koncentracija klorofila *a* u srednjEMdijelu otvorenog Jadrana kretala se u rasponu u 0,03 do 0,2 mg kl *a* m⁻³ (Slika 49). Biomasa fitoplanktona nešto je veca u pridnenom sloju, međutim te razlike nisu tako jako izražene kao u otvorenom moru sjevernog Jadrana. Ipak i u ovom se slučaju vjerojatno radi o stvarnom povećanju biomase fitoplanktona, na što upućuje vertikalna raspodjela brojnosti fitoplanktonskih stanica (Tablica 10, 11 i 12). Vrijednosti biomase fitoplanktona upućuju na nizak stupanj trofije.



Slika 49. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvorenog mora srednjeg dijela.

Koncentracija klorofila *a* u južnom dijelu otvorenog Jadrana kretala se u rasponu u 0,04 do 0,26 mg kl *a* m⁻³ (Slika 50). Vrijednosti i biomasa fitoplanktona slični su kao i u otvorenim vodama srednjeg Jadrana i upućuju na nizak stupanj trofije u ovom razdoblju.



Slika 50. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvorenog mora južnog dijela.

Tablica 10. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM20 (otvoreno more-srednji dio).

EM20	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Pennatae indeterminatae</i>			740	370
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	5500	2600	6700	1500
<i>Gymnodinium sp.</i>			370	370
<i>Gyrodinium sp.</i>	1100		370	
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	1100			
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	20000	10000	11000	10000
UKUPNO	27700	12600	19180	12240

Tablica 11. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM23 (otvoreno more-srednji dio).

EM23	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	740		740	3300
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	5600	14000	18500	19000
<i>Gymnodinium agiliforme</i>		15000	3000	
<i>Gymnodinium sp.</i>				370
<i>Gyrodinium sp.</i>	370	1100	1500	
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	370			740
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	26000	20000	34000	21000
UKUPNO	33080	50100	57740	44410

Tablica 12. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM24 (otvoreno more-srednji dio).

EM24	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>			1500	
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	5500	10000	15000	8100
<i>Gymnodinium sp.</i>		2200		2600
<i>Gyrodinium sp.</i>			1100	1500
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	25500	19000	35000	17000
SILIKOFLAGELATI				
<i>Dyctioha fibula</i>		370	370	
UKUPNO	31000	31570	52970	29200

Na osnovu dobivenih rezultata možemo reci da je nešto viši stupanj trofije zabilježen u otvorenim vodama sjevernog dijela u odnosu na ostali dio Jadrana, što je vjerojatno rezultat utjecaja rijeke Po koja dodatno to područje obogacuje hranjivim solima. Stupanj je trofije na ostalim područjima razmjerno nizak. Povećana biomasa fitoplanktonskih organizama u pridnom sloju može upućivati i na slabu cirkulaciju u pridnom sloju odnosno slabu izmjenu vode, zbog čega se fitoplankton nakuplja u pridnom sloju.

Biomasa fitoplanktona u usporedbi sa prošlogodišnjim istraživanjima nije se bitnije promijenila. U odnosu na prošlu godinu, nešto je veća biomasa fitoplanktona zabilježena u otvorenom moru sjevernog dijela Jadrana.

6.1.3.1. Sastav fitoplanktonskih zajednica

6.1.3.1.1. *Unutarnje more*

U unutarnjem moru sjevernog dijela na postajama smještenim sjevernije, veći je doprinos diatomeja ukupnoj biomasi, dok su na onim smještenim južnije bolje zastupljeni organizmi iz skupine mikroflagelata (Tablice 13, 14, 15 i 16). Na ovom su području od diatomejskih vrsta najbolje zastupljene vrste roda *Chaetoceros*.

U unutarnjem moru južnog dijela fitoplanktonsku zajednicu tvore uglavnom nanoplanktonski organizmi iz skupine mikroflagelata (Tablice 17 i 18).

Kao i rezultati ispitivanja biomase fitoplanktona, tako i rezultati ispitivanja sastava fitoplanktonske zajednice također ukazuju da najviši troficki stupanj imaju otvorene vode sjevernog Jadrana, što se može povezati s utjecajem rijeke Po na veliki dio sjevernog Jadrana. Unutarnje vode sjevernog Jadrana su pod većim utjecajem dotoka vode iz južnog Jadrana, zbog čega imaju niži troficki stupanj u skladu s onim zabilježenim u srednjem i južnom Jadranu.

Tablica 13. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM1 (unutarnje more-sjeverni dio).

EM1	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	3000
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	370
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	740
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1500
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.</i>	740
<i>Gyrodinium sp.</i>	740
KOKOLITOFORINE	
<i>Calyptrosphaera sp.</i>	1100
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	2600
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	19000
UKUPNO	29790

Tablica 14. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM2 (unutarnje more-sjeverni dio).

EM2	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	11000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1500
<i>Melosira sulcata</i>	1100
<i>Nitzschia closterium</i>	2200
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	2200
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	370
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	370
<i>Thalassiosira sp.</i>	1100
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	7400
KOKOLITOFORINE	
<i>Calciosolenia granii</i>	370
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	740
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>	370
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	19000
UKUPNO	47720

Tablica 15. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM3 (unutarnje more-sjeverni dio).

EM3	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Chaetoceros decipiens</i>				53000
<i>Chaetoceros sp.</i>	8500			
<i>Dactylosolen mediterraneus</i>	1100		740	
<i>Hemiaulus hauckii</i>		370		
<i>Nitzschia closterium</i>	370			
<i>Pennatae indeterm</i>	370		3300	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	370			
<i>Thalassiosira sp.</i>				
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	6300	1900	3300	36000
<i>Gymnodinium sp.</i>	3700	1100		
<i>Gyrodinium sp</i>	740			
<i>Prorocentrum micans</i>	370			
<i>Scropsiella trochoidea</i>	740			
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	370	740	370	
<i>Rhabdosphaera tignifer</i>		3300		
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	14000	7400	10000	690000
UKUPNO	36930	14810	17710	779000

Tablica 16. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM6 (unutarnje more-sjeverni dio).

EM6	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>	2800
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	5000
KOKOLITOFORINE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	3600
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	10000
UKUPNO	21400

Tablica 17. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM28 (unutarnje more-južni dio).

EM28	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	1100
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	2600
<i>Gymnodinium sp.</i>	370
<i>Ceratocorys armata</i>	370
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	21000
UKUPNO	25440

Tablica 18. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM28 (unutarnje more-južni dio).

EM31	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370
DINOFLAGELATI	
<i>Amphidinium schroderii</i>	370
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	1100
<i>Gymnodinium sp.</i>	370
<i>Pseudonitzschia vaubanii</i>	370
KOKOLITOFORINE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	740
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	26000
UKUPNO	29320

6.1.3.2.2. Otvoreno more

Sastav fitoplanktonskih zajednica u otvorenom moru sjevernog Jadrana naveden je u tablicama 19, 20, 21, 22, 23 i 24. Na ovom području prevladavaju dijatomeje (Slika 51), od kojih je najzastupljenija vrsta *Pseudonitzschia seriata complex*, koja je karakteristična za eutrofna područja. Udio dijatomeja u sastavu fitoplanktonske zajednice najveći je na sjevernije smještenim postajama odnosno na postajama koje su pod jakim utjecajem rijeke Po. Na postaji EM11, najveća brojnost dijatomeja zabilježena je u pridnom sloju baš kao i koncentracija klorofila *a* što ukazuje na akumulaciju fitoplanktonske biomase u pridnom sloju. S obzirom na veličinski sastav fitoplanktonskih organizama na ovom području u zajednici prevladava mikrop plankton odnosno organizmi veći od 20 µm, što je također jedno od obilježja eutrofnih područja.

Tablica 19. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM7 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM7	0m	5m	10m	25m
DIJATOMEJE				
<i>Asterionella japonica</i>	110000			
<i>Chaetoceros affinis</i>	62000	89000		
<i>Chaetoceros gracile</i>	8900			
<i>Chaetoceros sp.</i>	250000	36000		
<i>Leptocylindrus danicus</i>	260000	107000	18000	
<i>Nitzschia closterium</i>		8900		62000
<i>Pennatae indeterm</i>				8900
<i>Pleurosigma sp.</i>	8900			
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	1300000	440000	260000	
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>		8900		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	27000			
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	45000	27000		
DINOFLAGELATI				
<i>Amphidinium schroderi</i>		18000		
<i>Dinoflagellatae spp.</i>			27000	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	8900			
KOKOLITOFORINE				
<i>Coccolithophoridae spp.</i>			8900	
<i>Syracosphaera pulchra</i>		8900		8900
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	80000	410000	410000	260000
UKUPNO	2160700	1153700	723900	339800

Tablica 20. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM8 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM8	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Nitzschia closterium</i>	8900
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	300000
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	18000
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	450000
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	18000
<i>Gyrodinium fusiforme</i>	8900
KOKOLITOFORINE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	8900
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	350000
UKUPNO	1162700

Tablica 21. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM9 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM9	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros affinis</i>	13000
<i>Chaetoceros decipiens</i>	3000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	4400
<i>Nitzschia closterium</i>	5900
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	140000
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1500
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	1500
<i>Gymnodinium sp.</i>	3000
<i>Gyrodinium opimum</i>	1500
KOKOLITOFORINE	
<i>Syracosphaera pulchra</i>	4400
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	93000
UKUPNO	271200

Tablica 22. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM11 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM11	0m	10m	20m	40m
DIJATOMEJE				
<i>Asterionella japonica</i>				5900
<i>Cerataulina bergonii</i>				12000
<i>Chaetoceros affinis</i>				46000
<i>Chaetoceros atlanticus</i>				3000
<i>Chaetoceros curvisetus</i>				230000
<i>Chaetoceros dadayi</i>				1500
<i>Chaetoceros decipiens</i>				22000
<i>Chaetoceros gracile</i>				1500
<i>Chaetoceros peruvianus</i>				4400
<i>Chaetoceros teres</i>				86000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	3000			59000
<i>Nitzschia closterium</i>	3000			1500
<i>Pennatae indeterminatae</i>				5900
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>				150000
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1500			5900
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				4400
<i>Thalassionema nitzschioides</i>				3000
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	3000	13000	5900	8900
<i>Gymnodinium sp.</i>		4400		
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	12000	31000	24000	71000
UKUPNO	22500	48400	29900	721900

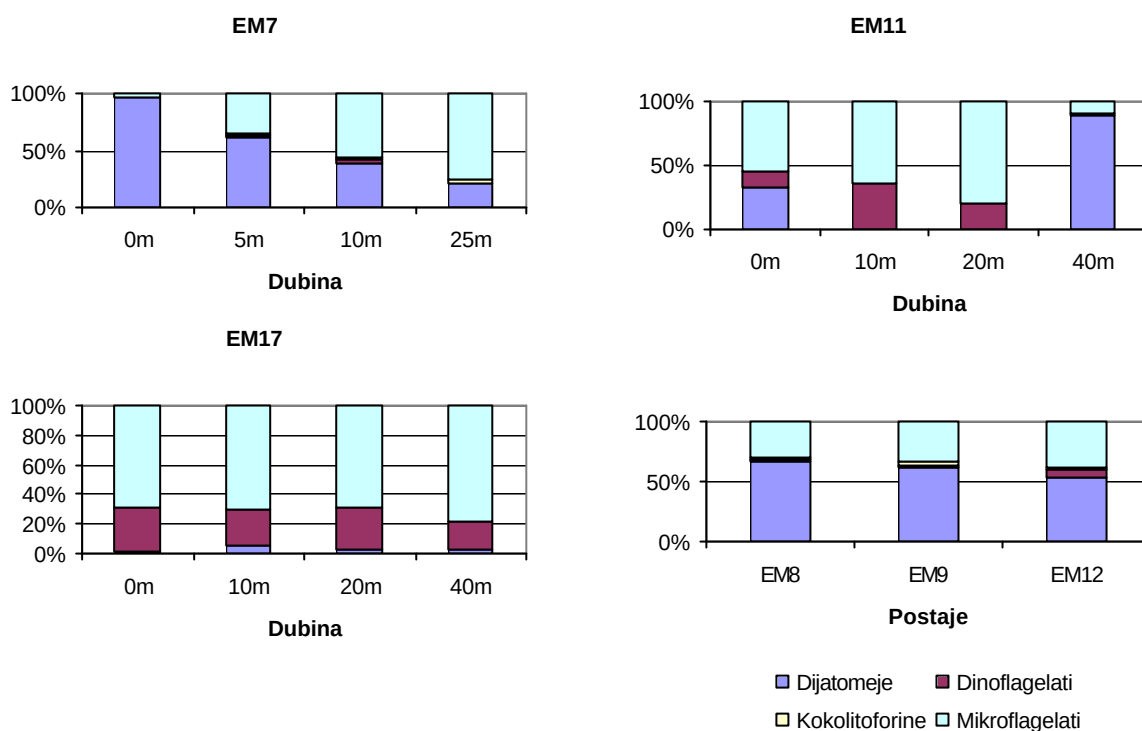
Tablica 23. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM12 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM12	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros affinis</i>	13000
<i>Leptocylindrus danicus</i>	7400
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	77000
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	4400
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	13000
<i>Prorocentrum micans</i>	370
KOKOLITOFORINE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	4400
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	74000
UKUPNO	193570

Tablica 24. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM17 (otvoreno more-sjeverni dio).

EM17	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Cerataulina bergonii</i>			370	
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>		740		370
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	370	370		
DINOFLAGELATI				
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	6300	4400	3700	1900
<i>Gymnodinium sp.</i>	370			
<i>Gyrodinium sp.</i>	370	740		
<i>Oxytoxum tessellatum</i>				370
MIKROFLAGELATI				
<i>Microflagellatae spp.</i>	17000	14000	8900	9600
UKUPNO	24410	20250	12970	12240

Sastav fitoplanktonske zajednice u otvorenom moru srednjeg Jadrana naveden je u tablicama 10, 11 i 12. Za razliku od sjevernojadranskih voda, u fitoplanktonskoj zajednici srednjeg Jadrana prevladava nanoplankton odnosno organizmi manji od 20 µm, što je karakteristika oligotrofnih područja. Najzastupljeniji su organizmi iz skupine mikroflagelata kao i sitni neoklopljeni dinoflagelati.



Slika 51. Doprinos pojedinih skupina fitoplanktona ukupnoj fitoplanktonskoj biomasi u otvorenom moru sjevernog dijela.

U otvorenom moru južnog dijela jednako kao i u srednjem dijelu u fitoplanktonskoj zajednici prevladavaju mikroflagelati (Tablice 25, 26).

Tablica 25. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM25 (otvoreno more-južni dio).

EM25	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Dactylosolen mediterraneus</i>	3300
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	7800
<i>Rhizosolenia alata f gracillima</i>	1100
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	1500
<i>Oxytoxum sp.</i>	370
KOKOLITOFORINE	
<i>Coccolithophoridae spp.</i>	1500
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	28000
UKUPNO	43570

Tablica 26. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM26 (otvoreno more-južni dio).

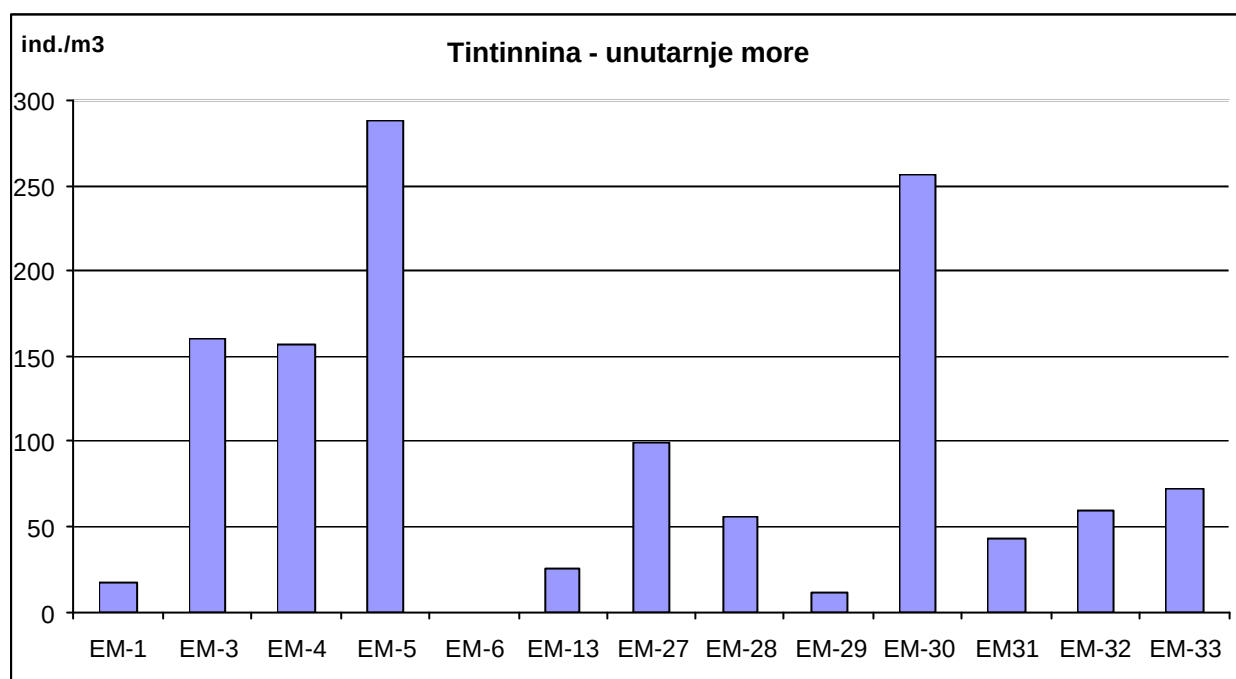
EM26	Broj L ⁻¹
DIJATOMEJE	
<i>Cyclotella sp.</i>	1500
<i>Pennatae indeterminata</i>	5200
<i>Pseudonitzschia seriata complex</i>	1500
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellatae spp.</i>	7400
<i>Gymnodinium sp.</i>	1500
<i>Gyrodinium sp.</i>	1500
<i>Scripsiella trochoidea</i>	740
MIKROFLAGELATI	
<i>Microflagellatae spp.</i>	72000
UKUPNO	91340

6.1.4. Zooplankton

6.1.4.1. Mikrozooplankton

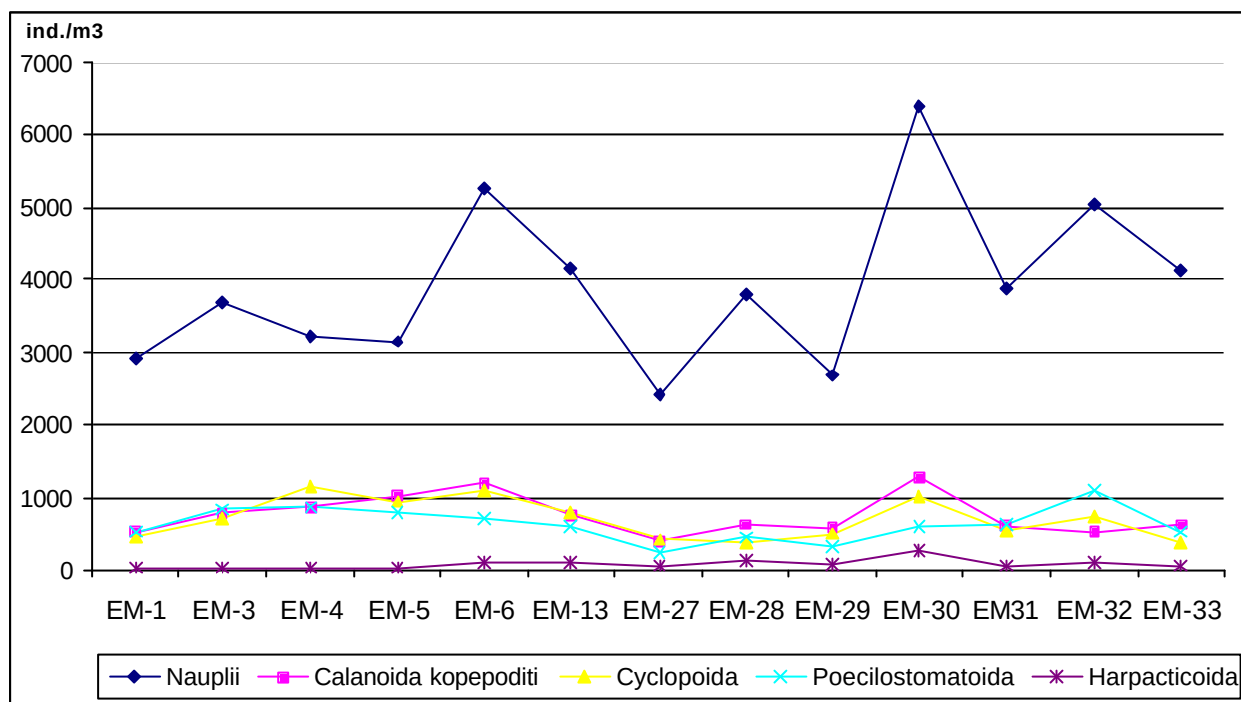
6.1.4.1.1. Unutarnje more

Fauna tintinina je na području sjevernog dijela (postaje: EM1 do EM6, i EM13), siromašna s izrazito niskim vrijednostima brojnosti (Slika 52). Na postaji EM6 nisu prisutni, a najviša vrijednost 435 ind.m⁻³ bila je u pridnenom sloju postaje EM5. Zanimljivo je prisustvo mezopelagicne vrste južnog Jadrana *Xystonellopsis cymatica* kod Lošinja (EM13). Prema kvalitativnom sastavu i brojnosti mikrometazoa postaje ne pripadaju jedinstvenom području, ali su sa snažnim neritickim odlikama, osim postaja EM13, gdje prisustvo vrste *Triconia dentipes* ukazuje na utjecaj otvorenog mora. Postaje EM6 i EM13 su slične uz dominaciju nauplija 4160- 5250 ind.m⁻³, kalanoidnih kopepodita 742-1190 ind.m⁻³, oitona kopepodita i odraslih primjeraka vrste *Oithona nana* 250-333 ind.m⁻³. Na navedenim postajama brojni su harpacticoidni kopepodi i juvenilne apendikularije. Od Poecilostmatoida karakteristična vrsta je *Oncaea waldemari* osobito na postaji EM6. Postaje EM1 i EM3 su tipične kanalske s izrazito slabim utjecajem voda dubljeg otvorenog mora. Kao i za vrijeme ranijih istraživanja na postajama EM4 i EM5 karakteristično je značajno povećanje gustoće mikrometazoa u pridnenom sloju. Osobito povećanje je vidljivo za kalanoidne kopepode, ciklopoidne kopepodite te vrste *Oithona similis* i *Monothula subtilis*. Samo za pridneni sloj karakteristična je *Paroithona parvula*, koja je inače malobrojna vrsta dubljih slojeva južnog Jadrana i Jabucke kotline (Hure i Kršinić, 1998).



Slika 52. Brojnost tintinina na području unutarnjeg mora.

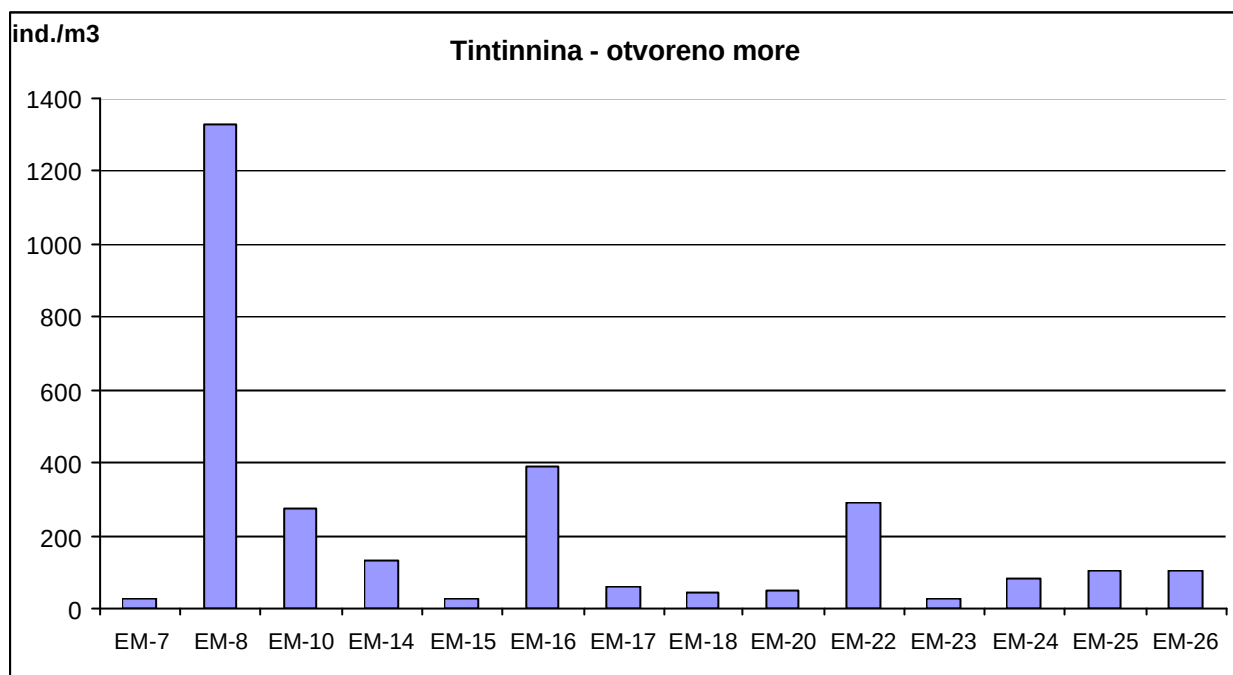
Fauna tintinina u kanalskom području južnog Jadrana je siromašna s niskim vrijednostima brojnosti (postaje: EM27 do EM33) (Slika 52). Prema brojnosti mikrometazoa postaje ne pripadaju jedinstvenom području. Postaje EM30 i EM32 se izdvajaju zbog povećanih vrijednosti nauplija, kalanoidnih kopepodita, oitona kopepodita i onceid *Oncaea waldemari* na EM30 i onceid *Monothula subtilis* i *Oncaea waldemari* na postaji EM32 (Slika 53). Postaje EM27-29 su tipične neritičke s relativno niskim vrijednostima brojnosti mikrometazoa i izrazito slabim utjecajem otvorenog mora.



Slika 53. Brojnost mikrometazoa na području unutarnjeg mora.

6.1.4.1.2. Otvoreno more

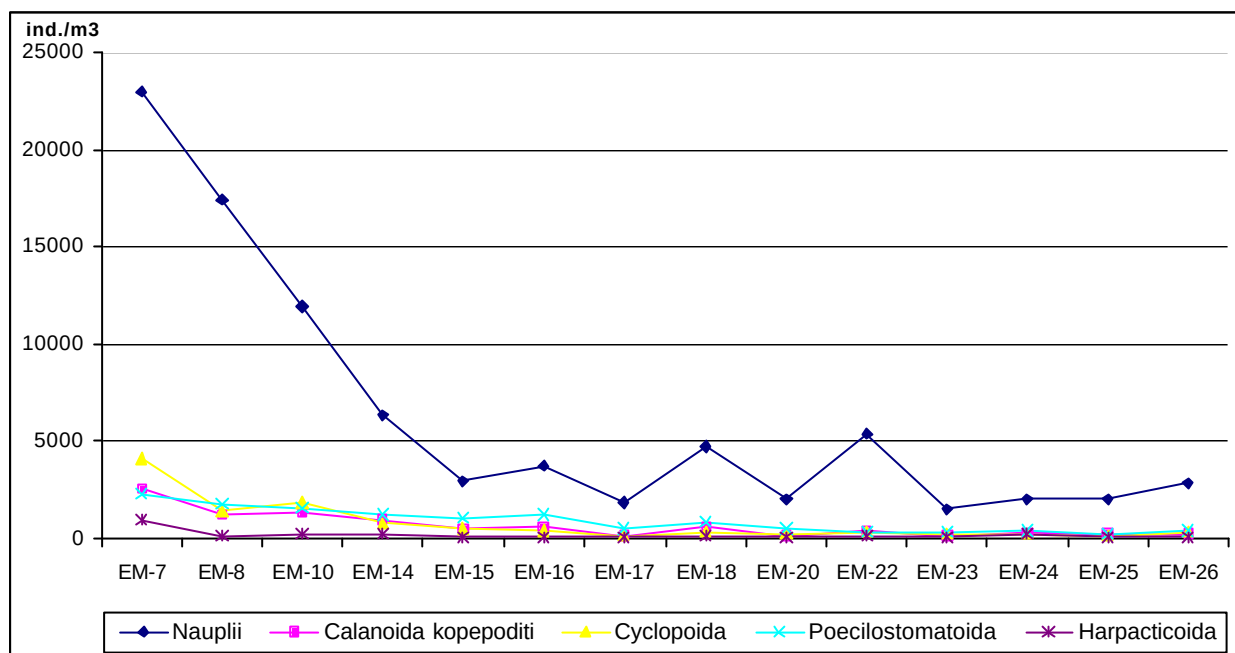
Na sjevernom dijelu otvorenog mora (postaje: EM7 do EM18), fauna tintinina je siromašna s vrlo niskim vrijednostima populacije (Slika 54), osim postaje EM8 s povećanim vrijednostima vrste *Tintinnopsis angulata* 900 ind.m⁻³. S obzirom na brojnost mikrometazoa, otvorene vode - sjeverni dio, možemo razvrstati u nekoliko zona. U zoni sjevernog Jadrana zapadno od poluotoka Istra izrazito prevladavaju sve skupine kopepoda; naupliji od 11986 - 23040 ind.m⁻³, kalanoidni kopepoditi 1296 - 2611 ind.m⁻³, oitona kopepoditi 1062 - 2227 ind.m⁻³, vrste *Oithona nana* 360 - 1920 ind.m⁻³, oncea kopepoditi 640 - 1177 ind.m⁻³, *Oncaea waldemari* 324 - 992 ind.m⁻³ i *Euterpina acutifrons* 717 ind.m⁻³ na postaji EM7. Postaja EM17 je izdvojena sa relativno niskim vrijednostima brojnosti svih skupina. Zbog prisustva vrsta *Triconia minuta* i *T. hawii* postaja je pod utjecajem voda južnog Jadrana. Ostale postaje pripadaju zoni povećane brojnosti kopepoda s povoljnijim odnosom između nauplija, kopepodita i odraslih kopepoda od prve spomenute zone. U ovoj zoni znatno su brojniji odrasli onceidni kopepodi od njihovih kopepoditskih stadija. U ovom dijelu povećana je brojnost juvenilnih apendikularija, najviše 430 ind.m⁻³ na postaji EM16.



Slika 54. Brojnost tintinina na području otvorenih voda.

Na srednjem dijelu otvorenog mora (postaje: EM20 do EM24) tintinini su slabo zastupljeni, a najviše 9 vrsta naden je na postaji EM22 (Slika 54). Naupliji su uglavnom ravnomjerno rasprostranjeni u površinskom sloju s vrijednostima od 1855 do 2848 ind.m⁻³ i relativno visokim vrijednostima u nižim slojevima 1050 – 2176 ind.m⁻³. Maksimum nauplija od 5440 ind.m⁻³ je na postaji EM22. (Slika 55). U ovom dijelu Jadrana zamjetna je promjena strukture populacije kopepoda. U ukupnom broju postnauplijarnih kopepoda povećava se brojnost onceida i sa znatno izmjenjenim kvalitativnim sastavom. Dominaciju preuzimaju tipične oceanske vrste *Oncaea zernovi* i *O. ivlevi*. Na postaji EM23 u oba sloja zabilježen je mali broj oncea kopepodita, ali povećan broj adultnih jedinki i značajna raznolikost, odnosno 12 vrsta koje su imigrirale iz južnojadranske kotline. Na postaji EM24 u površinskom sloju je visoka vrijednost (409 ind.m⁻³) harpacticoidne vrste *Microsetella norvegica*.

Fauna tintinina je vrlo siromašna, a brojnost neuobičajeno niska u području južnog dijela (postaje: EM25, EM26). Struktura populacije skupina kopepoda je slična između navedene dvije postaje kao i na postaje otvorenog mora - srednji dio, s karakteristiknim vrstama *Oncaea zernovi* i *O. ivlevi*.



Slika 55. Brojnost mikrometazoa na području otvorenih voda.

6.1.4.2. Mezozooplankton i makrozooplankton

6.1.4.2.1. Unutarnje more

Od šest postaja u sjevernom dijelu, tri su uzorkovane u dva sloja (EM1, EM4 i EM5). Upravo se postaje EM4 i EM5 po sastavu i zastupljenosti pojedinih skupina zooplanktona razlikuju od ostalih postaja ovog područja. Najveći udio u ukupnom zooplanktonu tamo čine kopepodi (76,5% i 58%) (Slika 56) s velikim brojem kopepodita u donjim slojevima (614,4 ind./m³) (Tablica 27).

Na ostale četiri postaje (EM1, EM3, EM6 i EM13) najbrojnije su kladocere sa oko 50% udjela u ukupnom zooplanktonu. Dominantna vrsta *Penilia avirostris* čini oko 90% tih populacija kladocera (Slika 56).

Thaliacea su jednoliko zastupljena na svim postajama, osim na postaji EM4 gdje se javljaju u izuzetno maloj koncentraciji (1,3 ind./m³) i to samo u gornjem sloju.

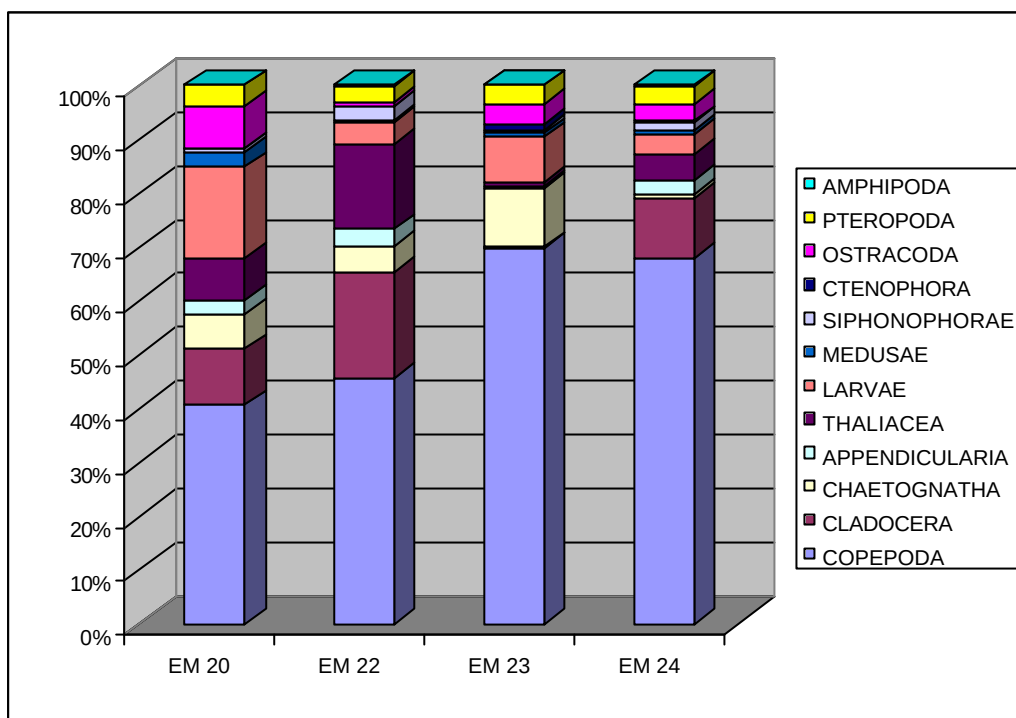
Maksimalna vrijednost Appendicularia zabilježena je na postaji EM13 (115,2 ind./m³) (Tablica 27).

Tablica 27. Raspodjela gustoće mezozooplanktona u sjevernom dijelu unutarnjeg mora (ind./m³).

	EM20 50-0	EM20 100-50	EM22 50-0	EM23 60-0	EM23 165-60	EM24 50-0	EM24 100-50	EM24 165-100
MEDUSAE	15,4	1,3	1,3	0,4	1,2	5,1	0,2	1,0
SIPHONOPHORAE	1,3	2,6	6,4	1,1	0,3	5,1	2,6	2,5
CTENOPHORA		0,3		1,1	1,2		0,6	
OSTRACODA	10,2	35,8	1,3	1,1	7,3	15,4	0,6	3,9
CLADOCERA	58,9	2,6	47,4	0,1		69,1	5,1	0,5
PTEROPODA	12,8	10,2	7,7	1,1	6,7	20,5	1,3	0,5
AMPHIPODA	0,1	0,2	0,2	0,1		1,4	0,4	0,4
COPEPODA								
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	7,7	10,9	11,2	5,6	4,5	17,9	3,8	4,4
Calanoida	52,5	35,5	53,0	26,4	20,5	79,4	15,9	9,5
Calanoida kopepoditi	58,9	74,2	46,1	32,0	67,0	169,0	115,2	37,4
COPEPODA UKUPNO	119,0	120,6	110,3	64,0	92,0	266,3	135,0	51,4
CHAETOGNATHA								
APPENDICULARIA	10,2	5,1	7,7	1,1		7,7	9,0	1,0
THALIACEA	25,6	20,5	38,4	1,1	0,1	20,5	11,5	0,1
LARVAE								
Bivalvia	12,8	71,7	5,1	3,2	7,9	7,7	3,8	0,5
Gastropoda			1,3	2,1	1,8	2,6	1,3	0,5
Polychaeta	0,6	1,9	0,3	0,5	0,6	2,6	1,3	0,3
Decapoda	2,6	1,3	0,6	0,3	0,2	2,6	0,6	0,5
Mysida								
Euphasida				0,5	1,8			
Cirripedia		2,6	0,6					
Echinida	2,6	0,3				0,3		
Ophiurida	2,6		0,6		0,1			0,1
Asteroidea			0,6			0,2	0,1	
Ova piscis	0,3	0,1						
Pisces	0,1							
LARVAE UKUPNO	21,5	77,8	9,3	6,7	12,4	15,8	7,1	1,8
UKUPNO	303,2	287,3	241,4	93,6	129,7	428,2	174,6	65,5

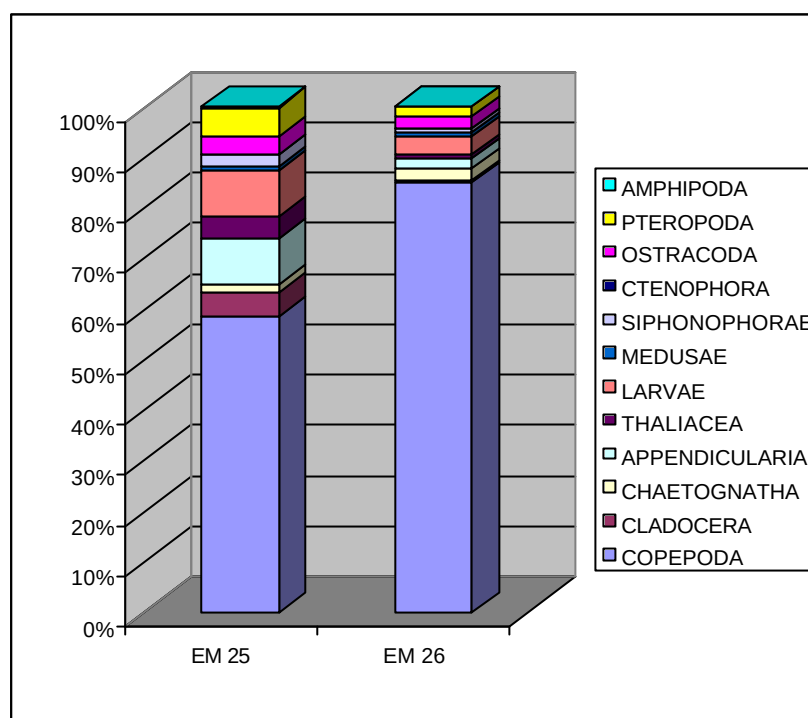
Licinke cine najveći udio u ukupnom zooplanktonu na postajama EM6 i EM13, zbog povišenog broja licinki školjkaša.

Jaja riba zabilježena su u malom broju (<0,5 ind./m³), a nisu pronađena na postajama EM3 i EM4 te u pridnom sloju postaje EM5. Licinke riba su pak zabilježene na svim postajama (ali ne u pridnim slojevima postaja EM4 i EM5). Najveća koncentracija nađena je u površinskom sloju na postaji EM1 (1,4 ind./m³) (Tablica 27).



Slika 56. Zastupljenost pojedinih skupina mezozooplanktona u sjevernom dijelu unutarnjeg mora (rujan, 2004).

U južnom dijelu, dvije južnije postaje (EM27 i EM28) po udjelima pojedinih skupina u ukupnom zooplanktonu se razlikuju od ostalih postaja ovog područja. Kopepodi cine vecinu zooplanktona (46% i 50%) iako su manje brojni nego na drugim postajama, gdje vecinu cine kladocere (42-53%) (Slika 57). Među 24 zabilježene vrste odraslih kalanoida najbrojnija je *Temora stylifera*.



Slika 57. Zastupljenost pojedinih skupina mezozooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora (rujan, 2004.)

Od ostalih, treba spomenuti skupinu Thaliacea koji maksimalnu vrijednost bilježe na postaji EM29 (247,5 ind./m³) te Appendicularia koji zauzimaju podjednaki udio u ukupnom zooplanktonu na svim postajama.

Od licinki su na većini postaja najbrojnije one školjkaša, dok je na postaji EM30 nešto veća koncentracija licinki ježinaca (Echinida 44,8 ind./m³) i zmijaca (Ophiurida 28,8 ind./m³).

Jaja i licinke riba pronađene su na svim postajama. Jaja su najbrojnija na postaji EM33 (1,1 ind./m³), a licinke na postajama EM30 i EM31 (~1 ind./m³) (Tablica 28).

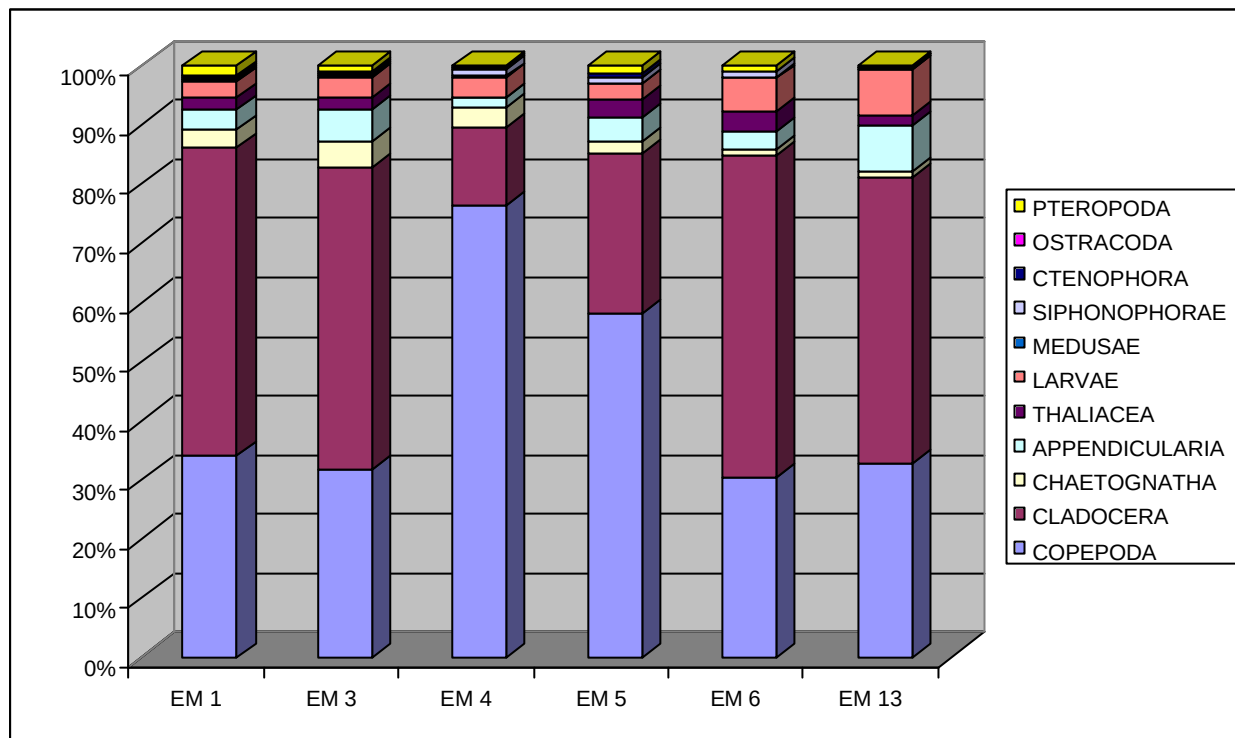
Tablica 28. Raspodjela gustoće mezozooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora (ind./m³).

	EM25 50-0	EM25 150-50	EM26 50-0	EM26 135-50
MEDUSAE	0,6	1,3	1,3	0,8
SIPHONOPHORAE	3,8	2,6	0,6	1,1
CTENOPHORA	0,2		0,3	0,2
OSTRACODA	1,3	7,7	3,8	3,0
CLADOCERA	12,8		1,3	
PTEROPODA	10,2	5,1	3,8	0,8
AMPHIPODA		0,3		0,1
COPEPODA				
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	13,2	3,8	9,0	4,0
Calanoida	18,4	23,1	17,3	11,9
Calanoida kopepoditi	47,4	47,4	128,0	63,3
COPEPODA UKUPNO	79,0	74,3	154,3	79,1
CHAETOGNATHA	2,6	1,3	2,6	3,8
APPENDICULARIA	3,8	20,5	0,6	4,5
THALIACEA	2,6	9,0	1,3	0,8
LARVAE				
Bivalvia	7,7	9,0	2,6	1,5
Gastropoda	1,3	3,8	2,6	0,8
Polychaeta	0,3	0,6		0,2
Decapoda	0,3	0,3	0,6	0,2
Mysida				
Euphasida		0,2		0,2
Cirripedia		0,1		
Echinida	0,1			0,1
Ophiurida			0,1	0,8
Asteroidea			0,6	
Ova piscis				
Pisces				
LARVAE UKUPNO	9,7	14,1	6,5	3,7
UKUPNO	126,6	136,0	176,5	97,7

6.1.4.2.2. Otvoreno more

Područje otvorenog mora – sjeverni dio, obuhvaćeno je sa osam istraživanih postaja od kojih je samo EM18 uzorkovana u dva sloja. Iako su na cijelom području zabilježene relativno visoke koncentracije kopepoda (npr. na postaji EM7 čak 1053,5 ind./m³) (Tablica 29), jedino na toj najdubljoj postaji, te na postajama EM8 i EM10, oni čine većinu u ukupnom zooplanktonu (37-47%) (Slika 58). Najbrojnije vrste odraslih kalanoida su *Temora longicornis* (na postaji EM8), *Acartia clausi* (na postaji EM10) te *Temora stylifera*, *Paracalanus parvus* i *Clausocalanus jobei* (na ostalim postajama).

Na svim ostalim postajama najbrojnija skupina su Cladocera sa dominantnom vrstom *Penilia avirostris*. Na postaji EM7 zabilježeno je preko 2000 ind./m³ kladocera, dok se na drugim postajama te vrijednosti kreću od 400 – 750 ind./m³ (Tablica 29).



Slika 58. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu otvorenog mora (rujan, 2004).

Od želatinoznih skupina zooplanktona Thaliacea su najbrojnije na postajama EM14, EM15 i EM17 sa 125-215 ind./m³, meduze na postaji EM7 sa 41 ind./m³ te sifonofore na postaji EM8 sa 55 ind./m³.

Od licinki su najzastupljeniji školjkaši (Bivalvia) i zmijace (Ophiurida) i to na postaji EM7 sa više od 400 ind./m³.

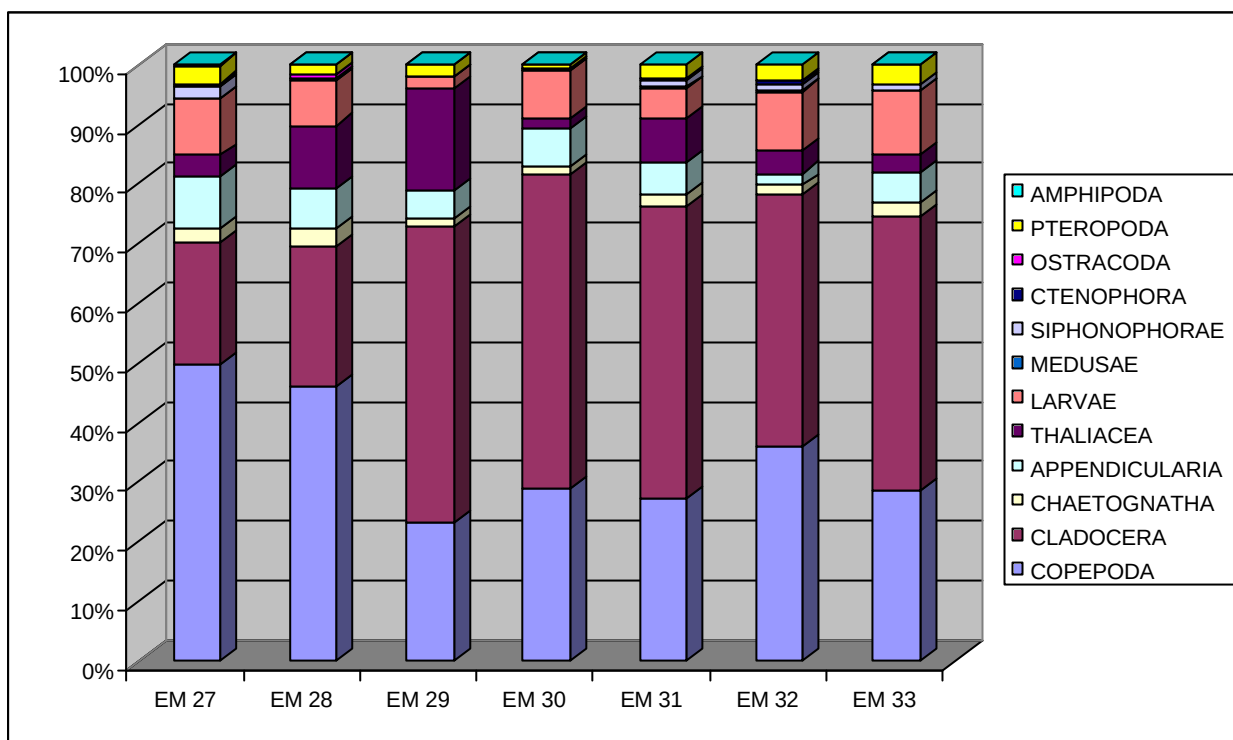
Jaja i licinke riba nađena su na svim postajama, ali svugdje sa manje od 1 ind./m³ (Tablica 29).

Tablica 29. Raspodjela gustoće mezozooplanktona na sjevernom dijelu otvorenog mora (ind./m³).

	EM1 50-0	EM1 85-50	EM3 75-0	EM4-Jab 50-0	EM4-Jab 100-50	EM5 50-0	EM5 100-50	EM6 45-0	EM13 50-0
MEDUSAE	2,6	1,8	3,4	0,6	2,6	0,2	1,3	0,7	2,6
SIPHONOPHORAE	1,0	5,5	3,4	9,0	5,1	12,8	5,1	14,2	2,6
CTENOPHORA	0,1	5,5	3,4	1,3	5,1	3,8	5,1		0,6
OSTRACODA	0,6	0,9			0,1				1,3
CLADOCERA	844,8	248,7	477,9	166,4	7,7	416,0	48,6	651,4	724,5
PTEROPODA	10,2	27,4	10,2	3,8	0,3	5,1	20,5	11,4	5,1
AMPHIPODA									
COPEPODA									
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	21,1	20,6	8,3	4,5	6,6	12,2	10,2	40,5	29,4
Calanoida	93,1	26,9	43,6	69,4	64,1	40,8	78,9	61,0	137,0
Calanoida kopepoditi	286,7	263,3	245,8	256,0	614,4	249,6	614,4	258,9	320,0
COPEPODA UKUPNO	401,0	310,7	297,6	329,9	685,0	302,6	703,5	360,4	486,4
CHAETOGNATHA	35,8	27,4	41,0	26,9	15,4	14,1	25,6	11,4	12,8
APPENDICULARIA	46,1	23,8	51,2	20,5	2,6	30,7	38,4	37,0	115,2
THALIACEA	25,6	18,3	20,5	1,3		35,8	15,4	42,7	28,2
LARVAE									
Bivalvia	10,2	7,3	3,4	6,4	5,1	6,4	12,8	56,9	76,8
Gastropoda	10,2	1,8		3,8	7,7	2,6	2,6		5,1
Polychaeta	2,6	1,8	3,4	0,2	0,6	1,3	1,3	2,8	1,9
Decapoda	10,2	1,8	3,4	3,8	5,1	2,6	1,3	1,4	10,2
Mysida		0,1							
Euphasida			0,2		0,2				
Cirripedia			1,7			1,3	2,6		7,7
Echinida	1,3		10,2	1,3	2,6	3,8	1,3	0,4	0,3
Ophiurida	0,6	1,8	3,4	0,3			2,6	2,8	7,7
Asteroidea	2,6		3,4	3,8	2,6	2,6	0,6		2,6
Ova piscis	0,5	0,1				0,1		0,3	0,3
Pisces	1,4	0,3	0,2	0,2		0,2		0,5	0,6
LARVAE UKUPNO	39,6	15,2	29,4	19,8	23,8	20,8	25,0	65,1	113,2
UKUPNO	1407,4	685,3	938,0	579,5	747,7	841,9	888,5	1194,2	1492,4

Otvoreno more – srednji dio, najdublje su istraživano područje. Tako se na postajama, osim EM22, uzorkovalo u više slojeva. Na svim postajama većinu u ukupnom zooplanktonu čine kopepoditi (40-70%) (Slika 59). Od 28 zabilježenih kalanoida najbrojnije su vrste *Temora stylifera*, *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus jobei* i *Ctenocalanus vanus*.

Kladocere su mnogo brojnije u površinskom sloju, dok u pridnenim slojevima dolaze sa manje od 5 ind./m³ (Tablica 30). Thaliacea su najzastupljenije na postaji EM22 sa 16% u ukupnom zooplanktonu (Slika 59).



Slika 59. Zastupljenost pojedinih skupina mezozooplanktona u srednjem dijelu otvorenog mora (rujan, 2004).

Licinke su značajne za postaju EM20 (udio 17%) (Slika 59) zbog prisutnosti većeg broja licinki školjkaša u pridnom sloju. I licinke i jaja riba javljaju se samo na toj postaji sa manje od 0.5 ind./m³ (Tablica 30).

Na najjužnijim istraživanim postajama (EM25 i EM26) je uzorkovano u dva sloja. Najbrojnija skupina u ukupnom zooplanktonu su kopepodi. Na postaji EM25 njihov udio je 58.4% i gotovo su jednako zastupljeni u oba sloja. Na postaji EM26 cine 85% ukupnog zooplanktona i dvostruko su brojniji u gornjem sloju, iako je kvalitativno bogatiji donji sloj (Slika 60). Zabilježena je 21 vrsta adultnih kalanoida među kojima i tipični predstavnici pucinskih predjela, *Pleuromamma gracilis*, *P. abdominalis* i *Scolecithricella dentata*.

Iako su sve ostale skupine vrlo slabo zastupljene, Appendicularia su nešto brojniji u pridnom sloju postaje EM25 (Tablica 31).

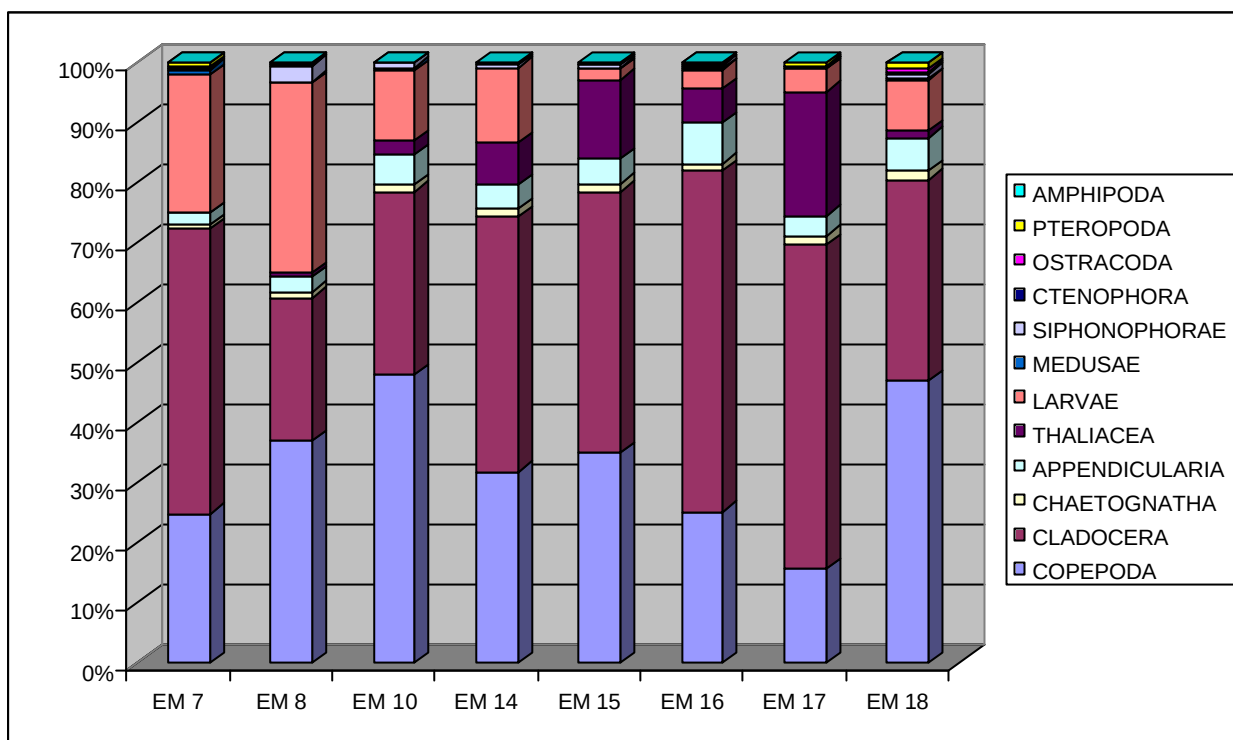
Licinke, kao ni jaja riba nisu uopće zabilježeni na ovom području.

Tablica 30. Raspodjela gustoće mezozooplanktona na srednjem dijelu otvorenog mora (ind./m³).

	EM27 50-0	EM28 85-0	EM29 60-0	EM30 20-0	EM31 75-0	EM32 65-0	EM33 55-0
MEDUSAE	0,6	0,1	0,5		0,9	0,7	2,3
SIPHONOPHORAE	7,7	1,5	2,1	3,2	15,4	11,8	11,6
CTENOPHORA	1,3	1,5		3,2	1,7	3,9	
OSTRACODA	1,3	3,0	0,1	0,8	1,7	1,0	0,3
CLADOCERA	87,0	152,1	725,3	723,2	605,9	415,5	563,2
PTEROPODA	12,8	10,5	25,6	6,4	27,3	25,6	39,6
AMPHIPODA	0,2				0,1	0,3	
COPEPODA							
Poecilostomatoida (bez Oncaeiidae)	21,8	27,8	10,7	22,6	26,3	31,5	16,6
Calanoida	47,2	49,0	116,3	94,2	84,6	97,0	65,5
Calanoida kopepoditi	140,8	218,4	213,3	281,6	225,3	224,5	267,6
COPEPODA UKUPNO	209,8	295,2	340,3	398,4	336,1	353,0	349,7
CHAETOGNATHA	10,2	18,1	21,3	19,2	25,6	15,8	30,3
APPENDICULARIA	35,8	43,7	68,3	86,4	63,2	19,7	60,5
THALIACEA	15,4	67,8	247,5	22,4	93,9	37,4	37,2
LARVAE							
Bivalvia	28,2	36,1	14,9	16,0	41,0	39,4	76,8
Gastropoda	5,1	6,0	4,3	9,6	5,1	21,7	11,6
Polychaeta	2,6	0,4	4,3	0,2	1,7	9,9	2,3
Decapoda	2,6	1,5	0,8	6,4	1,7	3,9	4,7
Mysida	0,2	0,1			0,2	0,5	
Euphasida	0,3						
Cirripedia							2,3
Echinida	0,3	1,5	4,3	44,8	8,5	5,9	18,6
Ophiurida		1,5	1,1	28,8	2,6	11,8	11,6
Asteroidea		0,4		1,6	0,1	3,9	
Ova piscis	0,2	0,4	0,1	0,6	0,1	0,3	1,1
Pisces	0,6	0,5	0,1	1,0	1,1	0,7	0,4
LARVAE UKUPNO	40,0	48,3	29,8	109,0	62,0	98,0	129,5
UKUPNO	422,2	641,7	1460,7	1372,2	1233,6	982,6	1224,2

Tablica 31. Raspodjela gustoće mezozooplanktona na južnom dijelu otvorenog mora (ind./m³).

	EM7 25-0	EM8 35-0	EM10 35-0	EM14 50-0	EM15 60-0	EM16 65-0	EM17 85-0	EM18 50-0	EM18 110-50
MEDUSAE	41,0	3,7	7,3		2,1	2,0	1,5	0,6	2,1
SIPHONOPHORAE	10,2	54,9	11,0	7,7	4,3	5,9	1,5	7,7	4,3
CTENOPHORA	5,1	1,8				2,0	0,8	5,1	1,1
OSTRACODA					2,1	0,5	1,5	2,6	6,4
CLADOCERA	2007,0	486,4	409,6	750,1	533,3	657,7	561,7	476,2	51,2
PTEROPODA	35,8	11,0	1,8	7,7	4,3	3,9	6,0	12,8	3,2
AMPHIPODA				0,5	0,1		0,1		
COPEPODA									
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	10,2	11,0	4,1	33,4	34,1	24,2	30,9	46,4	32,7
Calanoida	311,0	187,7	212,1	172,5	108,9	79,7	51,0	103,0	59,2
Calanoida kopepoditi	732,2	552,2	427,9	355,8	288,0	187,1	79,8	284,2	219,7
COPEPODA UKUPNO	1053,4	750,9	644,1	561,8	431,1	291,0	161,7	433,6	311,6
CHAETOGNATHA	25,6	22,0	14,6	23,0	17,1	13,8	15,1	15,4	10,7
APPENDICULARIA	81,9	47,5	65,8	71,7	51,2	78,8	34,6	30,7	55,5
THALIACEA	5,1	14,6	32,9	125,4	162,1	67,0	213,8	10,2	6,4
LARVAE									
Bivalvia	481,3	321,8	51,2	204,8	12,8	29,5	36,1	58,9	23,5
Gastropoda	15,4	3,7	7,3		2,1	0,1	1,5	5,1	2,1
Polychaeta	10,2	25,6	3,7	2,6	1,1	2,0	0,2	0,3	2,1
Decapoda	10,2	14,6	7,3	7,7	2,1	1,0	0,8	15,4	12,8
Mysida				0,2					0,1
Euphasida						0,4	0,4	5,1	1,6
Cirripedia	10,2		3,7		2,1				
Echinida	5,1	7,3	0,5			2,0			0,5
Ophiurida	435,2	270,6	80,5	0,6	2,1		0,4	2,6	0,5
Asteroidea				2,6				5,1	
Ova piscis	0,2	0,6	0,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
Pisces	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	0,8	0,4	0,5	
LARVAE UKUPNO	968,2	644,6	155,3	219,4	22,8	35,8	40,0	93,1	43,4
UKUPNO	4233,4	2037,3	1342,5	1767,2	1230,5	1158,3	1038,2	1088,0	495,8



Slika 60. Zastupljenost pojedinih skupina mezozooplanktona u južnom dijelu otvorenog mora (rujan, 2004).

6.1.4.3. Analiza zooplanktona u ishrani sitne plave ribe

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

6.1.4.3.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB.)

Analizirani su uzorci nadeni u lovinama na postajama EM8, EM18, EM18A, ribarnica, EM27, EM28, EM29, EM30, EM31 i EM32. Glavnina mase hrane u većini ispitivanih probavila nalazila se u gornjem dijelu želuca i pilorickoj kesi, pa je sadržaj većim dijelom probavljen. Na postaji 18 je ulovljen samo jedna jedinka srdele s praznim probavilom. Također su gotovo prazna bila i probavila svih jedinki sa šibenske ribarnice.

Dosadašnja istraživanja ishrane srdele u Jadranskom moru pokazuju da se ova vrsta male plave ribe hrani pretežito zooplanktonom.

Najzastupljenija skupina zooplanktona u probavilima istraživanih primjeraka bili su kopepodi (Slika 61). Osim njih, znacajno su sudjelovali licinacki stadiji Bivalvia i Decapoda. Ostale su skupine zastupljene malim brojem jedinki. Od kladocera je prisutna jedino vrsta *Podon intermedius* u uzorcima lovina sjevernog i južnog dijela unutrašnjeg mora.

Medu kopepodima su najbrojniji predstavnici redova Calanoida i Poecilostomatoida (Slika 62). Pripadnici reda Cyclopoida su rijetki u želucanom sadržaju, ali je moguće da su njihova nježna tijela brzo razgrađena i neprepoznatljiva. Red Harpacticoida u ishrani srdele sudjeluje s malim, ali stalnim brojnostima na gotovo svim postajama, a zabilježene su vrste *Microsetella norvegica* i *Euterpina acutifrons*.

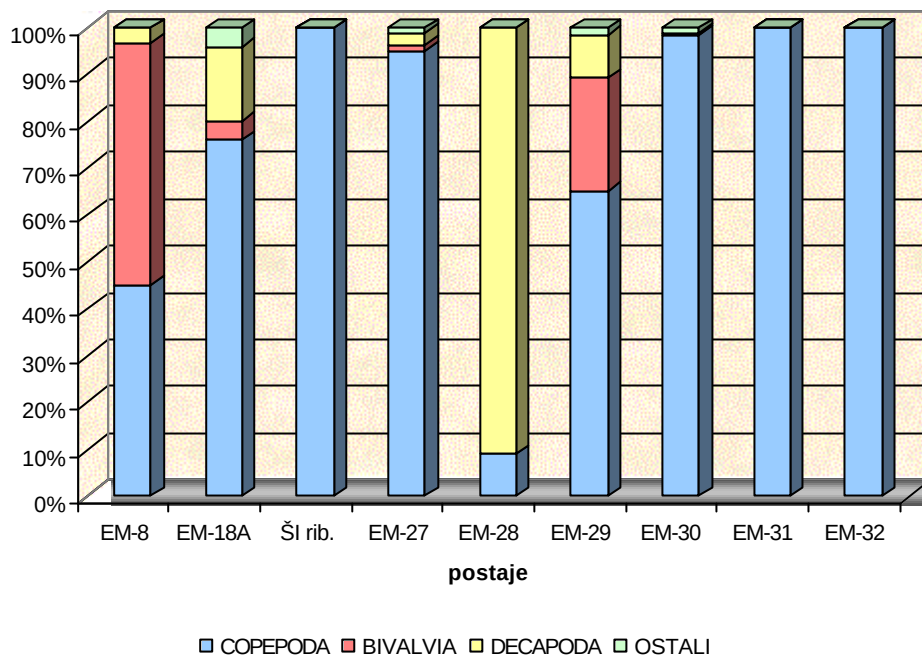
Medu kalanoidima je najbrojnija vrsta *Temora stylifera* (južni dio unutrašnjeg mora (EM27-EM32) i *Candacia giesbrechti* (EM29 i EM30). Obje vrste karakteristične su za jesensko razdoblje u citavom Jadranu, a nastanjuju dubine do 150 m sa maksimumom abundancije na oko 30 m.

U probavilima se često nalazi i određeni broj kopepoda, uglavnom kalanoida koje zbog visokog stupnja razgrađenosti nije bilo moguće odrediti te kalanoidnih kopepodita.

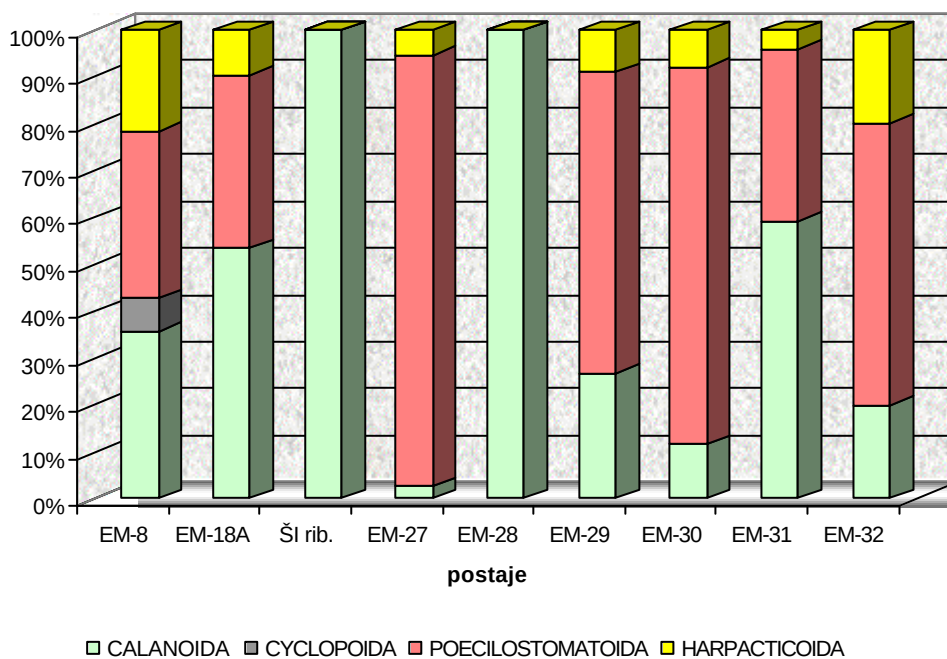
Medu poecilostomatoidima su najbrojniji predstavnici roda *Oncaea*, koji su u probavilima zabilježeni na svim postajama. Drugi po zastupljenosti u ovom redu su pripadnici porodice Corycaidae koja je u probavilima uglavnom zastupljena vrstama *Farranula rostrata*, *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) brehmi* i *Corycaeus (Agetus) typicus*. Znatnu zastupljenost ove porodice kopepoda u ishrani srdele povezuje se s njihovom sporijom razgradnjom probavnim procesima uslijed cvrstoće hitinskog oklopa, radi čega se lako prepoznaju u ostacima čak i kad je druga hrana sasvim probavljena.

U sadržaju probavila jedinki srdele iz lovina na postajama EM8, EM30 i EM31 zabilježeni su jako malobrojni ostaci fitoplanktona, i to dijatomeja roda *Coscinodiscus* i dinoflagelata rodova *Peridinium* i *Ceratium*.

Dosadašnja istraživanja ishrane srdele ne ukazuju na znatnu ulogu fitoplanktona u njezinoj ishrani, već se fitoplanktonski ostaci smatraju slučajnim (nehotičnim) ulovom prilikom hranjenja.



Slika 61. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u ishrani srdele.



Slika 62. Zastupljenost pojedinih redova kopepoda u ishrani srdele.

6.1.4.3.2. Incun (*Engraulis encrasicolus* L.)

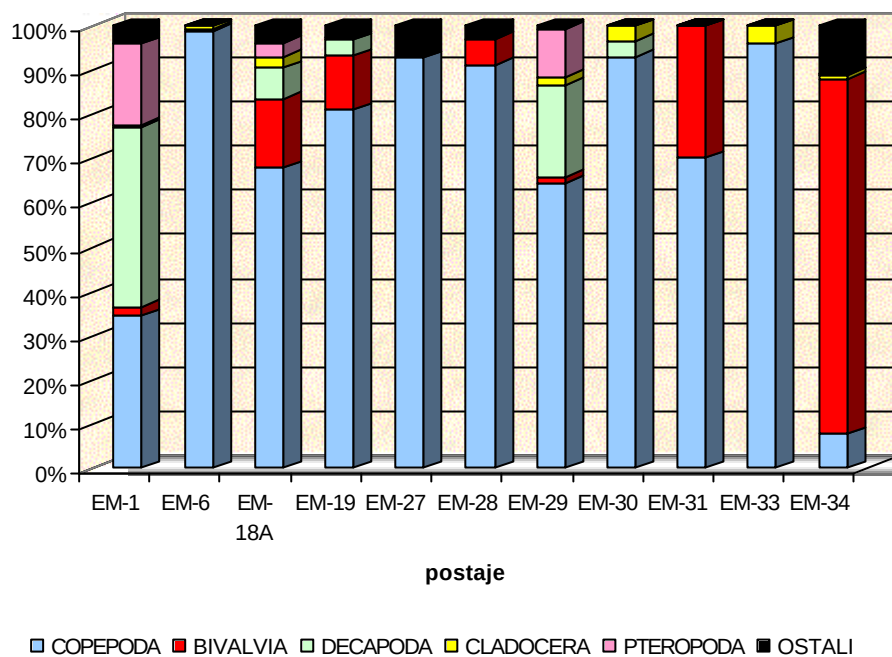
Analizirane su jedinke iz lovina na postajama EM8, EM18, EM18A, EM19, EM27, EM28, EM29, EM30, EM31, EM33 i EM34. Zabilježene mase sadržaja probavila vece su od onih kod srdele, a probavila su punija. Izuzetak su jedinke s šibenske ribarnice koje su imale prazna probavila.

Prema pregledanim probavilima i u ishrani incuna je najzastupljeniji zooplankton, narocito kopepodi koji gotovo svugdje cine glavninu sadržaja (Slike 63, 64). Na postaji sjevernog dijela unutrašnjeg mora EM1 veci je udio licinki dekapodnih rakova u sadržaju probavila, a na postaji južnog unutrašnjeg mora EM34 u probavilima najzastupljenije su licinke Bivalvia. Ostale grupe mezozooplanktona manje su zastupljene u ishrani. Na postajama EM1 i EM29 je povecan udio pteropoda, uglavnom vrste *Limacina inflata*, koja u ovom dijelu godine pokazuje svoj godišnji maksimum. Kladocere su malobrojne i zastupljene samo u probavilima jedinki iz lovina iz unutrašnjeg mora gdje je ova skupina i inace najbrojnija. Zabilježene su vrste *Podon intermedius*, *Evadne spinifera* i *Penilia avirostris*.

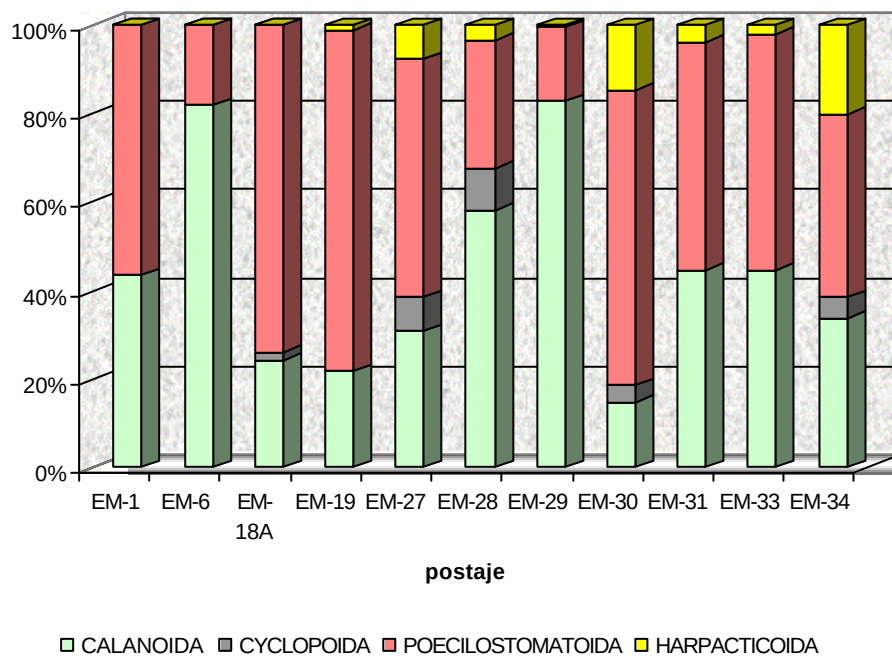
Medu kopepodima su u probavilima s vecine postaja najbrojniji pripadnici reda Poecilostomatoida, uglavnom roda *Oncaea* (Slika 64). Porodica Corycaeidae je zastupljena gotovo na svim postajama, uglavnom vrstama *Farranula rostrata*, *C. Ditrichocorycaeus brehmi* i *C. Agetus typicus*. I u probavilima incuna je zabilježena stalna prisutnost i dobra ocuvanost koriceida.

Medu kalanoidima je kao i kod srdele u vecini probavila najzastupljenija jesenska vrsta *Temora stylifera*, osim na postaji južnog dijela unutrašnjeg mora EM29 gdje dominira vrsta *Candacia giesbrechti*. Ciklopoidi su u sadržaju malobrojni i teško prepoznatljivi, a kopepoditi roda *Oithona* zabilježeni su u probavilima jedinki iz lovina na postajama unutrašnjeg mora EM18A, EM27, EM28, EM30 i EM34. Pripadnika reda Harpacticoida je zabilježeno nešto više u vecini probavila, a prisutne su vrste *Microsetela norvegica* i *Euterpina acutifrons*.

Ostaci fitoplanktona pronadani su samo u jednom probavilu na postaji sjevernog dijela unutrašnjeg mora EM6 i to dijatomeje *Coscinodiscus* sp. i dinoflagelata *Prorocentrum micans*. Kao i kod srdele, radi se o slucajnom ulovu, ili ostacima iz probavila nekog drugog ingestiranog zooplanktona. U manjem broju probavila su pronadana i jaja incuna.



Slika 63. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u ishrani incuna.

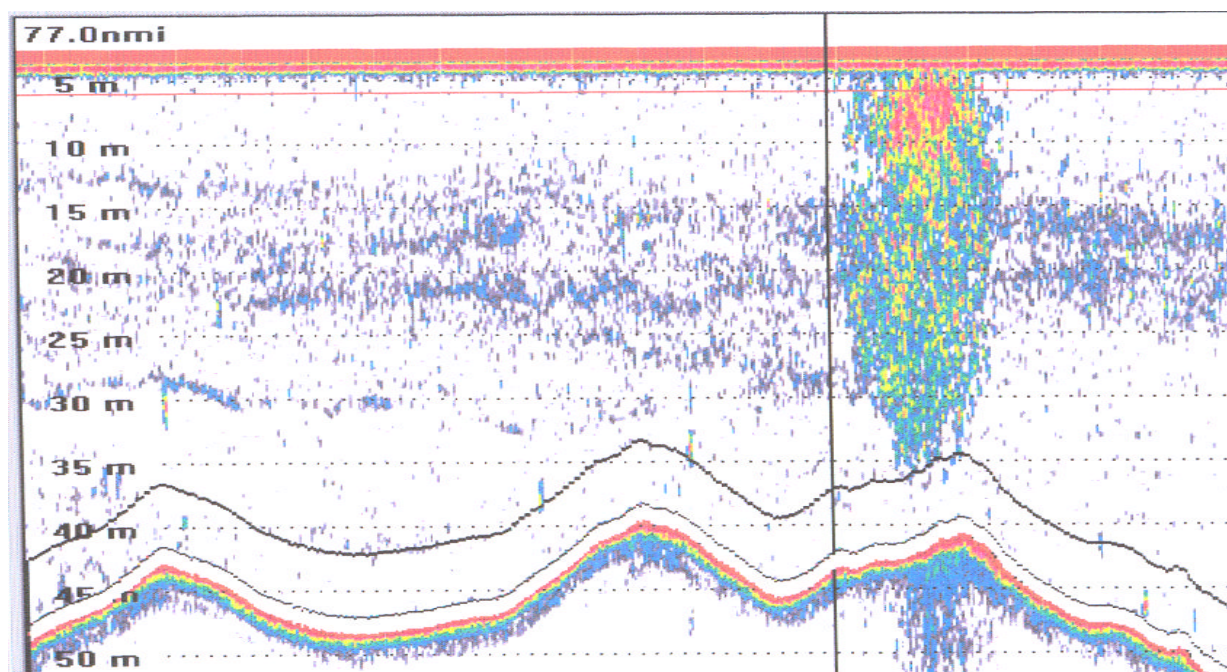


Slika 64. Zastupljenost pojedinih redova kopepoda u ishrani incuna.

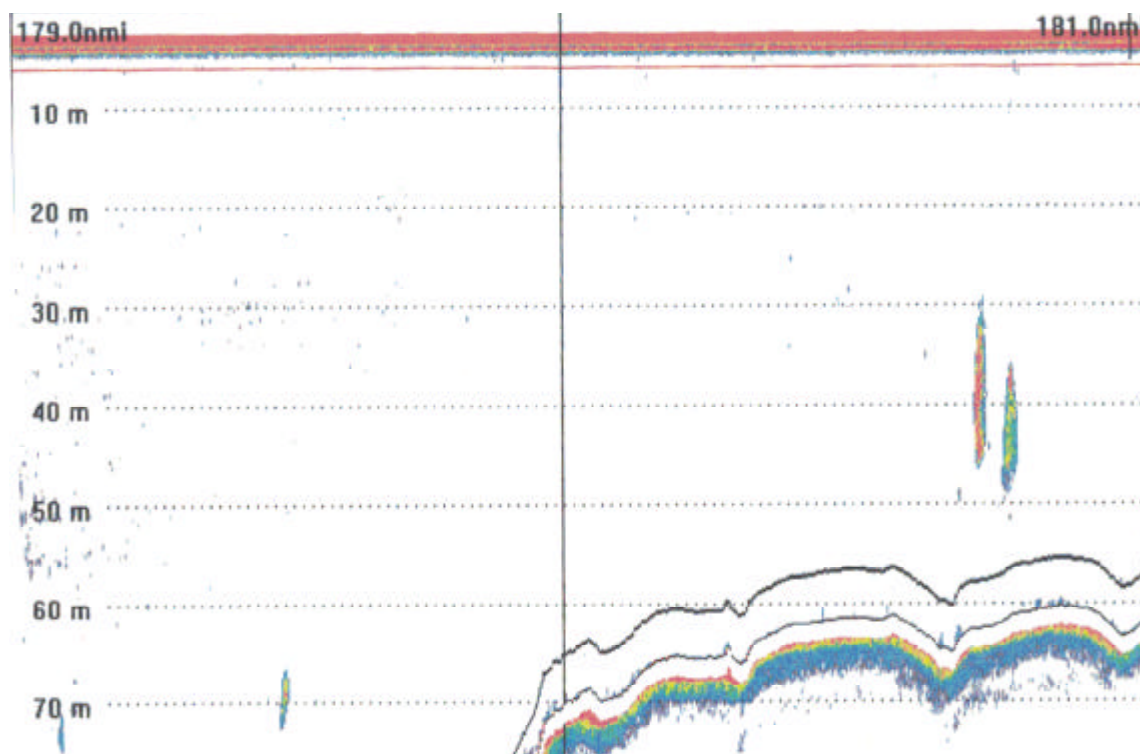
6.2. Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe

6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio

U istraživanom području kanala sjevernog Jadrana od ciljanih vrsta su bile zastupljene srdela, incun i papalina. Gustoća naselja srdele, kao uostalom i svih ostalih vrsta sitne plave ribe, je bila prostorno vrlo heterogena, pa je standardna devijacija srednje vrijednosti eho-integrala, što je i očekivano, bila vrlo velika ($\text{std} = 158,727$). 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 $1577,5 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $29,70 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 20,88 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da bi srednja gustoća naselja srdele u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $5,7 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog dijela ovog područja $2.144,5 \text{ Nm}^2$ (monitoringom nije obuhvaćeno područje južnog i sjevernog dijela Velebitskog kanala), to se ukupna količina srdele procjenjuje na 12.148 tona, odnosno u 95%-tnim granicama pouzdanosti u rasponu od 3.609 do 20.687 tona. Glavnina detektirane količine srdele nalazila se u Srednjem kanalu, Virskom moru (Slika 65), te u području Kvarnerica poglavito između otoka Cresa i Krka (Slika 66).



Slika 65. Plova male srdele u Virskom moru (rujan, 2004).



Slika 66. Plove srdele u području između Krka i Cresa na dubini od 30 do 50 m (rujan, 2004).

Kao kod srdele, tako je i kod incuna i standardna devijacija eho-integrala srednje gustoće naselja incuna u području sjevernog dijela unutarnjeg mora bila, kao što je i očekivano, razmjerno velika ($\text{std} = 108,298$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $734,4 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $48,08 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 14,25 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da bi srednja gustoća naselja incuna u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $7,4 \pm 2,2 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja bila $2.144,5 \text{ Nm}^2$, to se srednja vrijednost ukupne količine incuna u ovom području procjenjuje na 15.910 tona, odnosno unutar 95%-tnih granica pouzdanosti procjene u rasponu vrijednosti od 11.196 do 20.624 tona. Pored toga, ovdje je bio prisutan i sasvim mali nedorasli incun čija se dužina tijela kretala u rasponu od 25 do 30 mm.

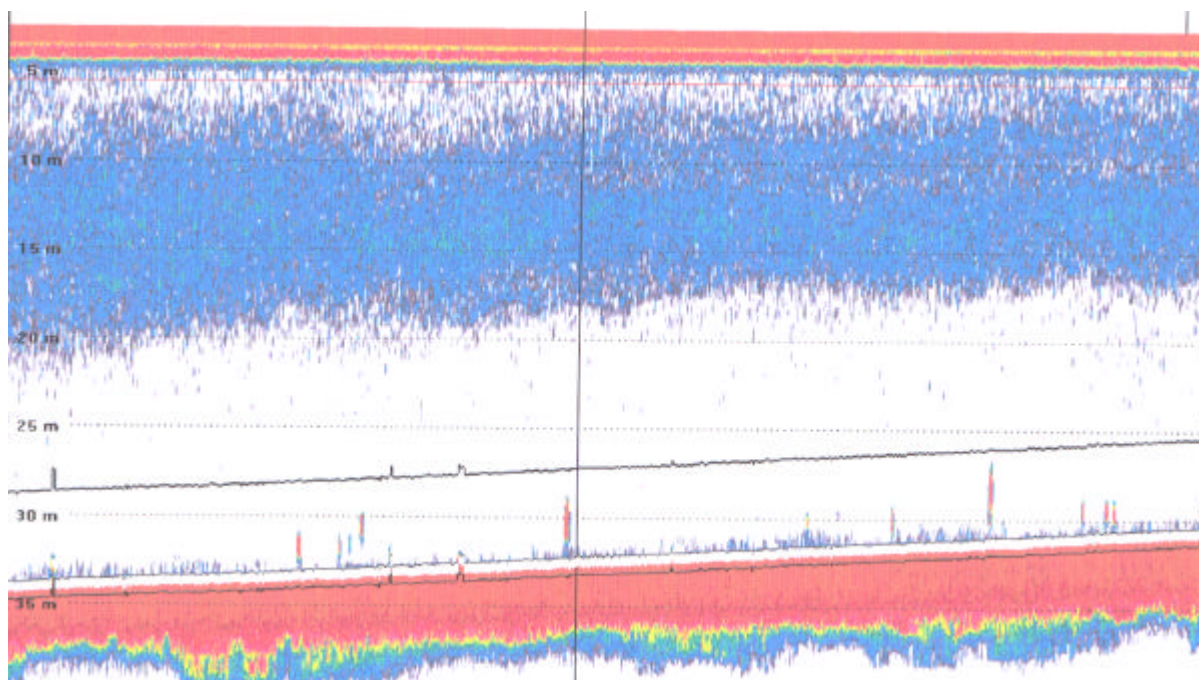
Tijekom ovog eho-monitoringa, na području sjevernog dijela unutarnjeg mora, prisustvo papaline zabilježeno je samo u području Kvarnera, gdje je gustoća njene populacije bila svega $0,4 \pm 0,15 \text{ tona}/\text{Nm}^2$, te se njena ukupna količina u tom području procjenjuje na $182 \pm 81 \text{ tona}$.

Od ostalih pelagickih vrsta u ovom području su bile zabilježene sljedeće ribe: mlijec ružični (*Aphia minuta*), šnjur (*Trachurus trachurus*), skuša (*Scomber scombrus*) i plavica (*S. japonicus*), te glavonošci. Kolicina svih ovih pelagickih vrsta ribe zajedno u ovom području procjenjuje se ukupno u rasponu od 3.158 do 12.967 tona. Od toga, najveći dio se odnosi na šnjura, plavicu, te mlijec ružični.

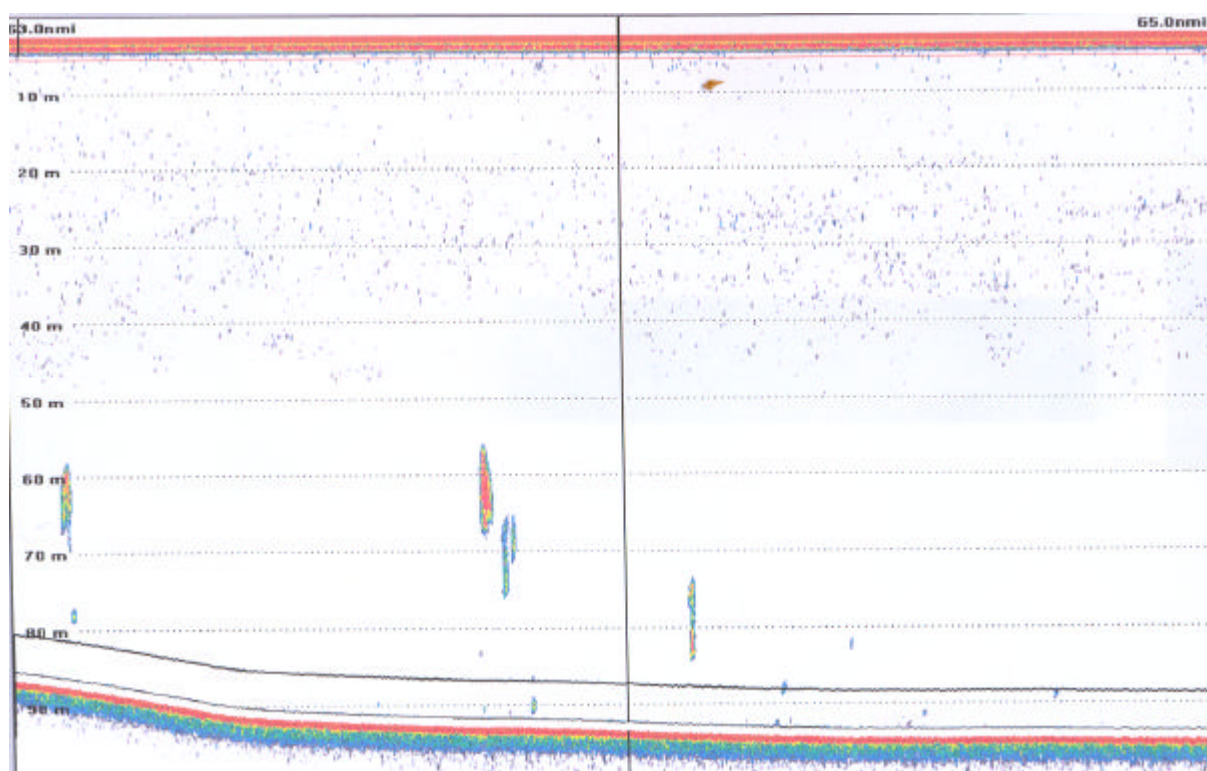
6.2.2. Unutarnje more – južni dio

U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora (kanali srednjeg Jadrana) od ciljanih vrsta sitne plave ribe bile zastupljene srdela i incun, dok prisutnost populacije papaline nije bila zamijećena. I u ovom je području gustoca naselja srdele bila prostorno vrlo heterogena, pa je i standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, vrlo velika ($\text{std} = 249,948$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do čak $2279,2 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $136,00 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 35,92 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoca naselja srdele u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $30,3 \pm 8,0 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina ovog područja bila 1386 Nm^2 , ukupna se količina srdele prisutne za vrijeme istraživanja u ovom području procjenjuje u rasponu vrijednosti od 30.890 do 53.064 tona, sa srednjom vrijednošću od 41.977 tona.

U samim kanalima južnog dijela unutarnjeg mora kao što su Kolocepški, Korculanski, Neretvanski (Slika 67), Hvarski, Bracki i Splitski kanal je bila prisutna uglavnom nedorasla srdela, ukupne duljine tijela od 10 do 12 cm, dok su vanjskom dijelu ovog područja (Slika 68) dominirale odrasle jedinke.

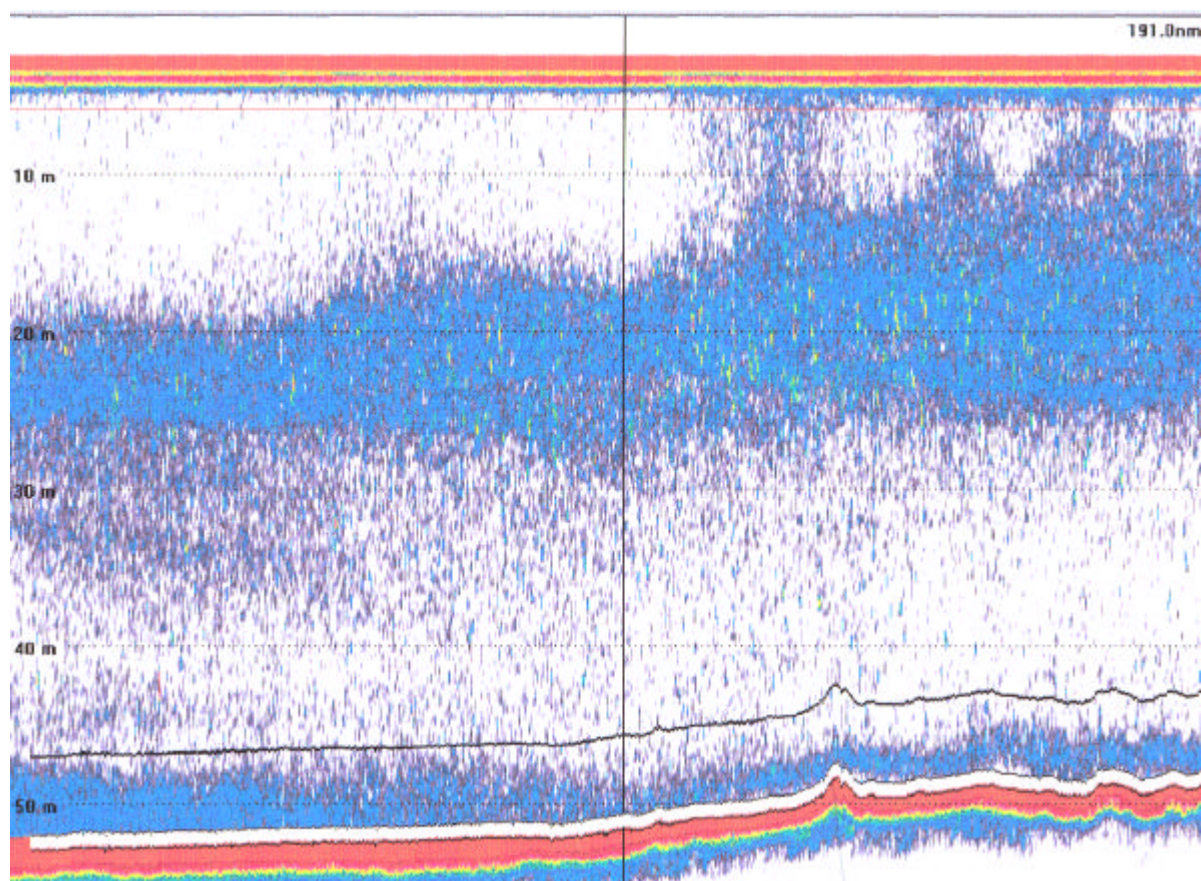


Slika 67. Plove male srdelice blizu dna u Neretvanskom kanalu prepunom planktona (rujan, 2004).



Slika 68. Plove srdele i drugih pelagicnih vrsta zabilježene u Lastovskom kanalu na dubini 55-85 m (rujan, 2004).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna je bila razmjerno velika ($\text{std}=91,571$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $417,5 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $80,69 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 13,16 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $12,3 \pm 2,0 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja bila 1.386 Nm^2 , to se ukupna količina incuna u ovom području u to vrijeme procjenjuje u rasponu vrijednosti od 14.226 do 19.771 tona, sa srednjom vrijednošću od 16.999 tona. Ehogram incuna (94%) i druge sitne plave ribe (srdelica-5%; ostali-1%) u Brackom kanalu bogatom planktonom snimljen tijekom noci prikazan je na slici 69.



Slika 69. Ehogram planktona i sitne plave ribe (incun-94%; srdelica-5%; ostali-1%) snimljen tijekom noci u Brackom kanalu (rujan, 2004).

Međutim, kao i na području sjevernog dijela unutarnjeg mora, i ovdje su registrirane vrlo velike količine sitnog incuna ($\text{LT} = 25\text{--}30 \text{ mm}$), posebice na području Brackog i Hvarskog kanala (Slika 70). Vrijednosti eho-integrala ovog sitnog incuna na nekim su

područjima (Slika 71) dosezale čak do $1539,8 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, dok je srednja vrijednost (SA_{avg}) bila $205,53 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$.



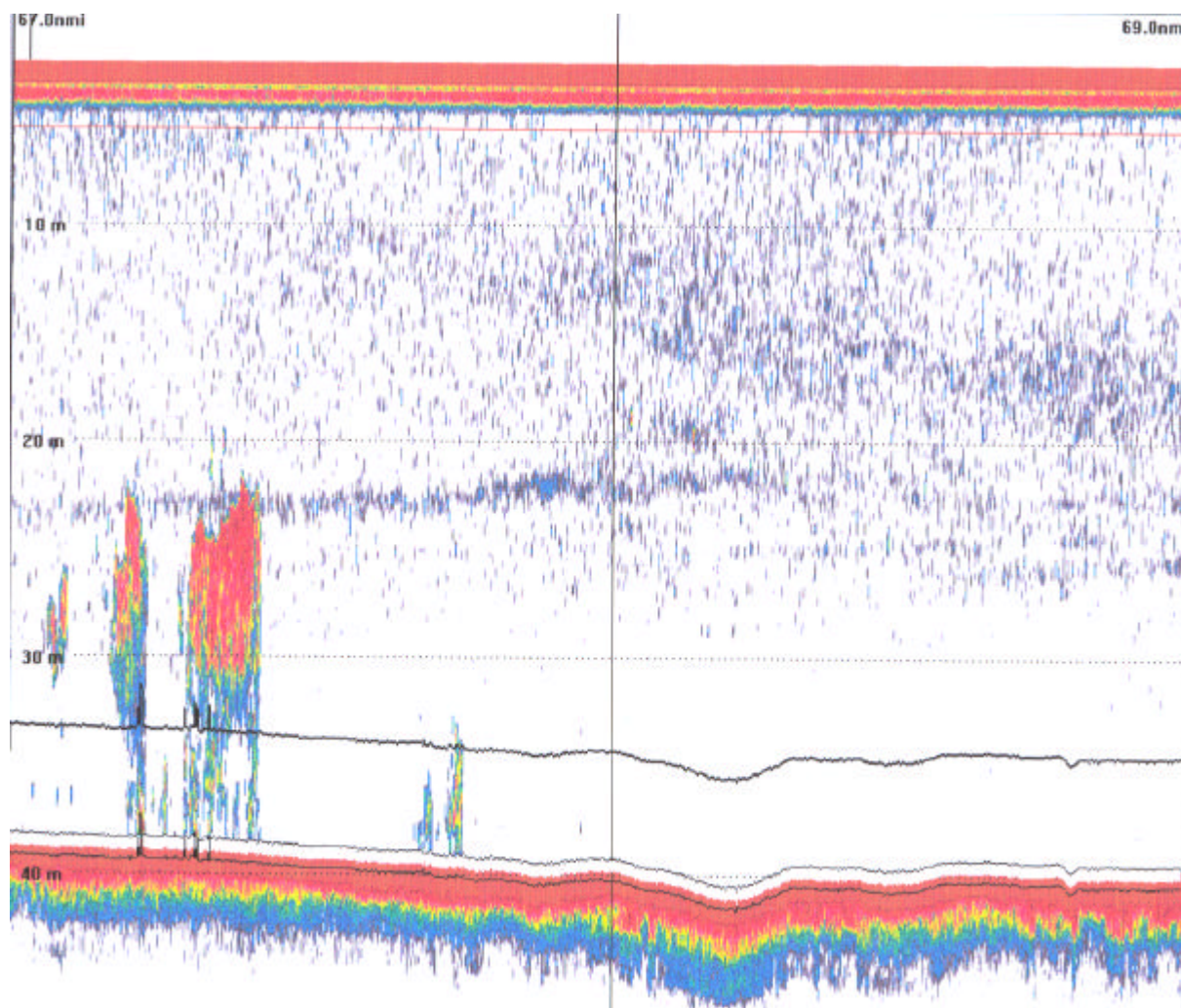
Slika 70. Primjerak nedoraslog incuna (LT = 2,5 cm) koji je bio vrlo brojao u području unutarnjeg mora (Foto: V. Ticina, rujan, 2004).

Od ostalih pelagickih vrsta u području južnog dijela unutarnjeg mora najviše je bio zastupljen mlijec ružicni (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), gira oštrulja (*Spicara flexuosa*) i šnjur (*Trachurus trachurus*) i a od glavonožaca lignja (*Loligo vulgaris*) te lignjica (*Allotheutis media*). Ukupna količina svih ostalih pelagickih vrsta ribe u ovom području procjenjuje se u rasponu od 14.882 do 21.829 tona. Međutim, budući da znatan dio procijenjene biomase pripada sitnim primjercima vrste mlijec ružicni, ove rezultate treba uzeti u obzir s određenom rezervom, budući da su faktori konverzije eksperimentalno dobiveni na znatno većim primjercima, dok su za ovaj slučaj procijenjeni metodom ekstrapolacije.

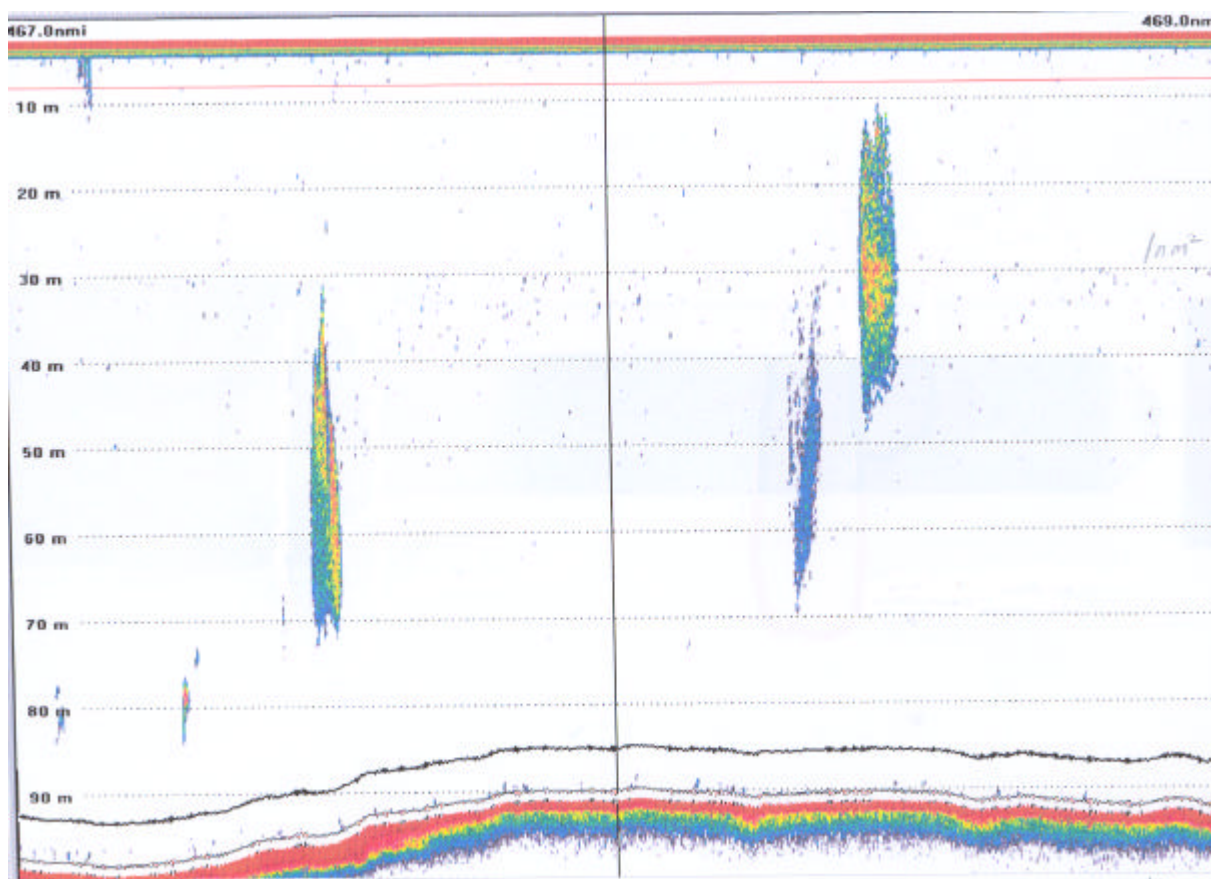
6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio

Na području sjevernog dijela otvorenog mora bile su zastupljene sve ciljane vrste riba: srdela, incun i papalina. Prostorna raspodjela gustoće naselja srdele, kao uostalom i svih ostalih vrsta sitne plave ribe, je bila prostorno vrlo heterogena, pa je zbog ovako velikih razlika, standardna devijacija eho-integrala srdele bila, kao što je i očekivano, vrlo visoka u odnosu na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 340,613$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa sve do $4111,9 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $84,23 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 31,58 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $26,5 \pm 10,00 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Imajući na umu površinu istraženog područja sjevernog dijela otvorenog mora od 5.134 Nm^2 , ukupna se količina srdele u ovom području u to vrijeme uz

95%-tne granice pouzdanosti procjenjuje u rasponu vrijednosti od 85.102 do 187.166 tona, sa srednjom vrijednošću od 136.134 tona. Najveće količine srdele detektirane su u na dijelu otvorenog mora uz citavu zapadnu obalu Istre (Slika 71) te na području s vanjske strane Dugog otoka, uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (Slika 72).

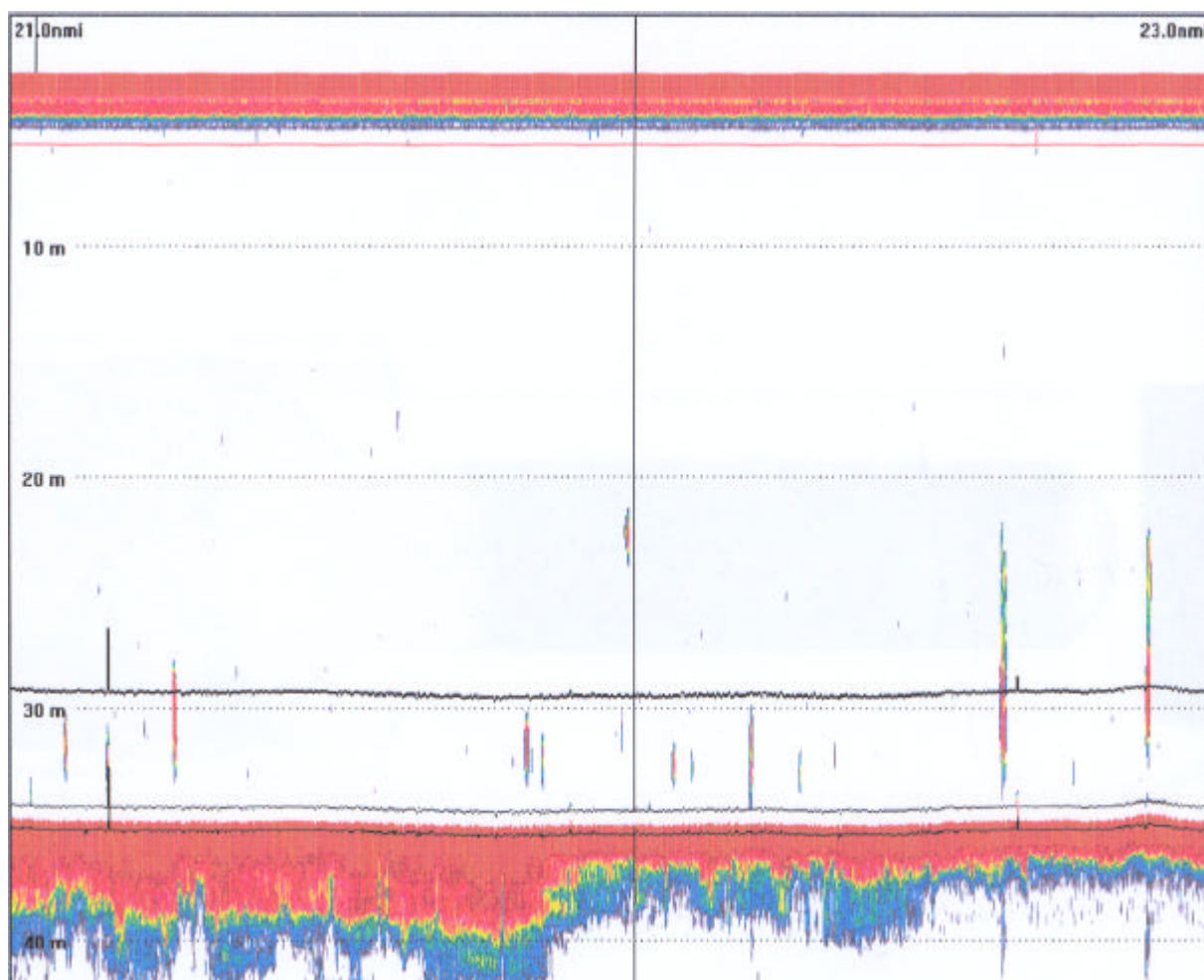


Slika 71. Plove srdele registrirane uz zapadnu obalu Istre (rujan, 2004).



Slika 72. Velike plove srdele i drugih vrsta sitne plave ribe zabilježene u akvatoriju s zapadne strane Dugog otoka, uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (rujan, 2004).

Kao i kod srdele, poradi velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala je bila razmjerno visoka, s obzirom na pripadajuću aritmetičku sredinu ($\text{std} = 118,320$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $2177,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) iznosila je $30,49 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 10,97 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila $5,9 \pm 2,10 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, ukupna količina incuna u istraživanom periodu se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 19.362 do 41.121 tona, sa srednjom vrijednošću od 30.242 tona. Najveći broj plova incuna na ovom području (Slika 73) registriran je bliže granici zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, pa se vjerojatno jedan dio populacije incuna tijekom ovog istraživanja, nalazio u zapadnom dijelu Jadranskoga mora.



Slika 73. Ehogrami plova incuna na području sjevernog dijela otvorenog mora (rujan, 2004).

I kod papaline je uslijed velikih nejednakosti u prostornoj raspodjeli gustoće naselja na području sjevernog dijela otvorenog mora, standardna devijacija eho-integrala bila razmjerno visoka s obzirom na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 3,417$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline su varirale u rasponu vrijednosti od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $41,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho integrala (SA_{avg}) je bila svega $0,64 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 0,32 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene rezultate procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila samo $0,16 \pm 0,08 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, ukupna količina papaline u istraživanom periodu se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 427 do 1.255 tona, sa srednjom vrijednošću od 841 tona. Prostorna raspodjela naselja papaline uz granicu ekološko-ribolovne zone ukazuje na to da se jedan dio njene populacije u ovo doba godine nalazio u zapadnom dijelu Jadranskoga mora.

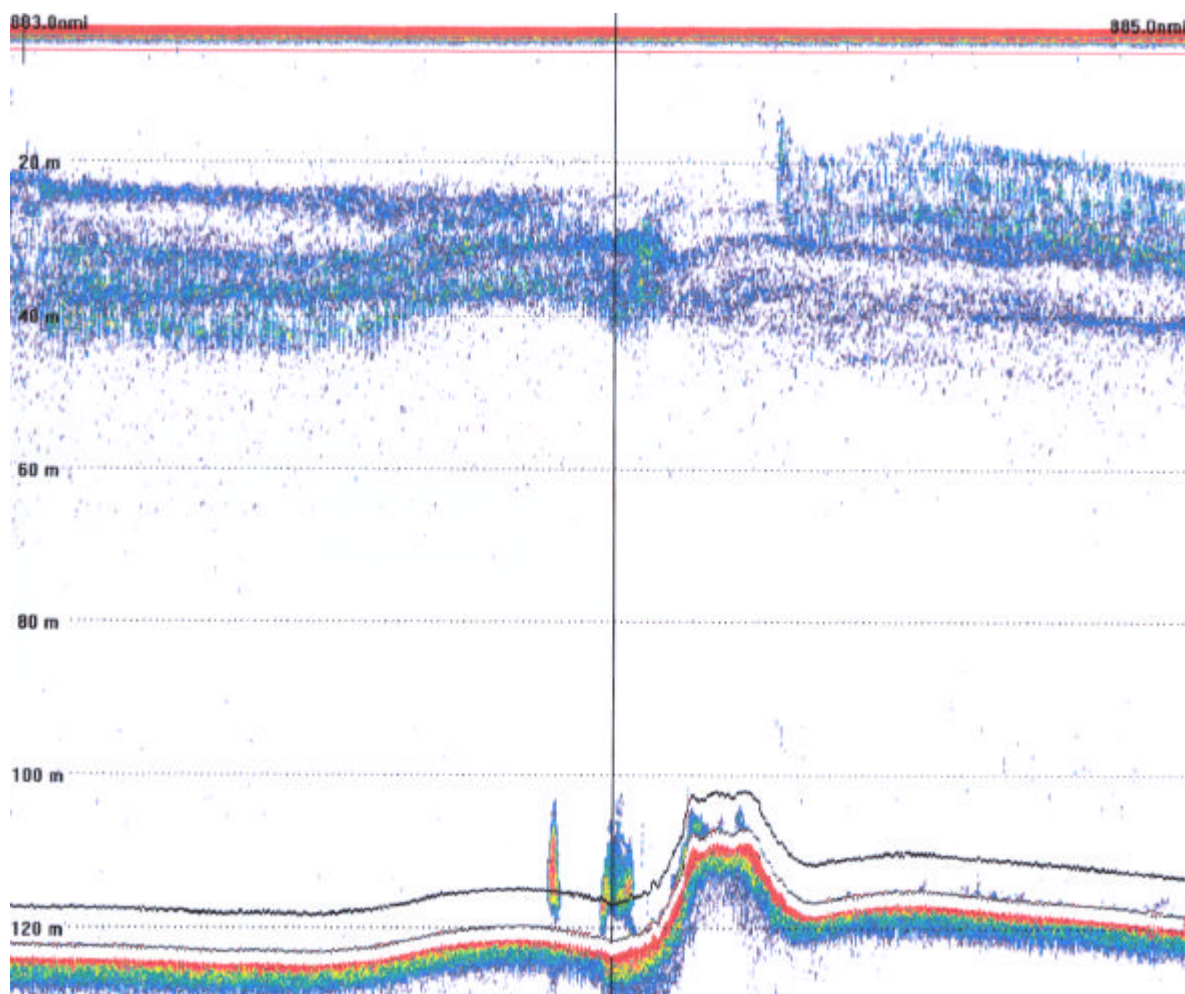
Od ostalih pelagickih riba u uzorcima prikupljenim na ovom području smo nalazili ponajviše šnjura (*Trachurus trachurus*), plavicu (*Scomber japonicus*) i mlijec ružični (*Aphia*

minuta), a od glavonožaca lignju (*Loligo vulgaris*), lignjune (*Todarodes sp.* i *Ilex sp.*) i sipicu (*Sepiola sp.*). Mlijec ružicni i nedorasli šnjur, koji se zadržavao ponajviše uz slojeve meduza (*Aurelia spp.*), dominirao u najvećem dijelu ovog područja. Kolicina svih ostalih pelagичnih vrsta na ovom području, uz 95%-tne granice pouzdanosti, se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 33.102 do 42.851 tona, sa srednjom vrijednošću od 37.977 tona.

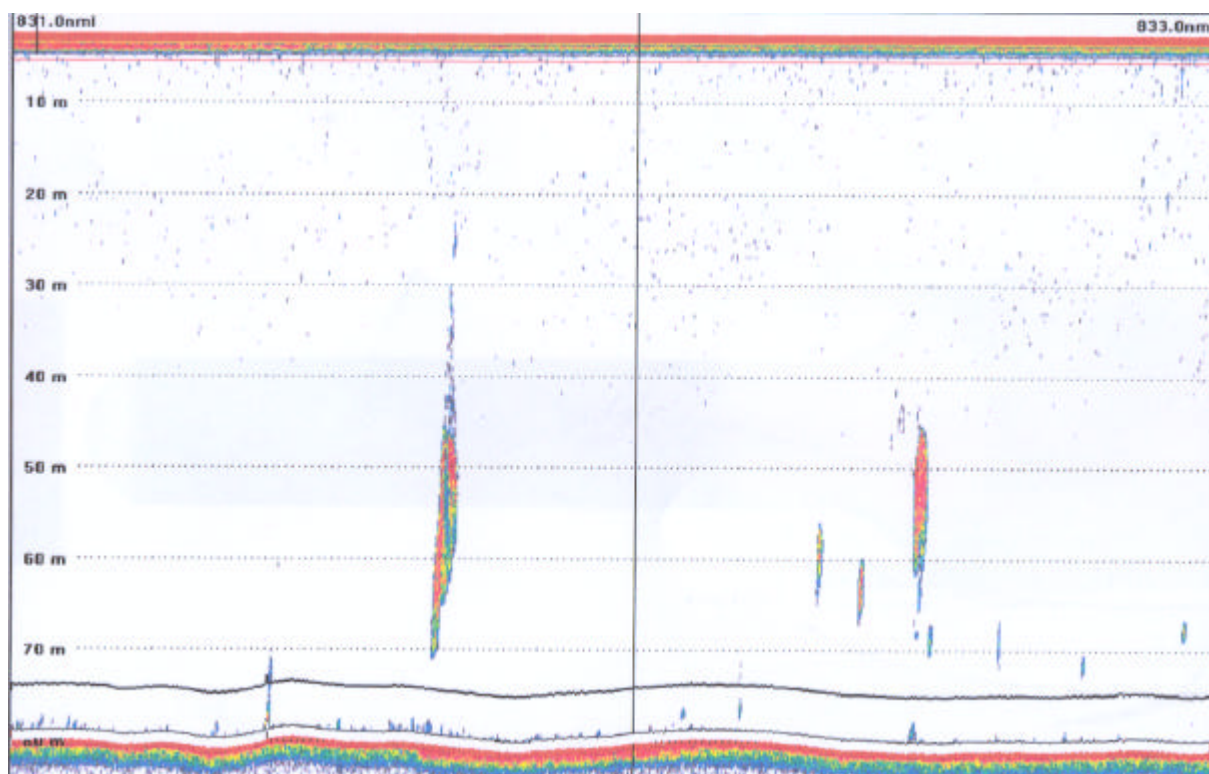
6.2.4. Otvoreno more – srednji dio

U području srednjeg dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i incun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena. I u ovom području gustoca naselja srdele je bila prostorno vrlo heterogena, pa je i standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, bila vrlo velika ($\text{std} = 79,323$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do čak $895,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $16,82 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 8,43 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da srednja gustoca naselja srdele u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području je bila $5,3 \pm 2,65 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina ovog područja 4.306 Nm^2 , ukupna se količina srdele prisutna za vrijeme istraživanja u ovom području procjenjuje u rasponu vrijednosti od 11.372 do 34.231 tona, sa srednjom vrijednošću od 22.802 tona.

Na ovom području ehogrami plova srdele registrirane su u širem akvatoriju o. Palagruže (Slika 74), te u akvatoriju između o. Visa i o. Korcule zajedno s plovama incuna (Slika 75).



Slika 74. Ehogrami plova srdele registrirane u akvatoriju o. Palagruže na dubini 100-120 m, te nedoraslog šnjura i meduza na dubini 20-45 m (rujan, 2004).



Slika 75. Ehogram dviju velikih plova srdale te većeg broja plova incuna u akvatoriju između o. Visa i o. Korčule (rujan, 2004).

Kao i kod srdale, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna je bila velika ($\text{std}=67,331$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $510,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $22,10 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 7,16 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $4,3 \pm 1,40 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja 4.306 Nm^2 , to se ukupna količina incuna u ovom području u vrijeme istraživanja procjenjuje u rasponu vrijednosti od 12.434 do 24.342 tona, sa srednjom vrijednošću od 18.388 tona.

Kao i na području unutarnjeg mora, i ovdje je registrirana prisutnost sitnog incuna ($\text{LT} = 25\text{-}30 \text{ mm}$), međutim u puno manjim količinama.

Od ostalih pelagickih riba u pelagijalu ovog područja najviše smo nalazili šnjura (*Trachurus trachurus*) i mlijec ružični (*Aphia minuta*), posebice na području Jabucke kotline. Tu su zabilježene razmjerno velike količine nedoraslog šnjura koji se najčešće nalazio zajedno s meduzama. Pored toga, kada je istraživanje obavljano tijekom noci, u pelagijalu su

registrirane ribe iz porodice Gadidae (oslic, pišmolj i ugotica) i Sygnathidae (Slika 76). Od glavonožaca su najviše bili prisutni lignjuni (*Todarodes sp.* i *Ilex sp.*) i sipice (*Sepiola sp.*).

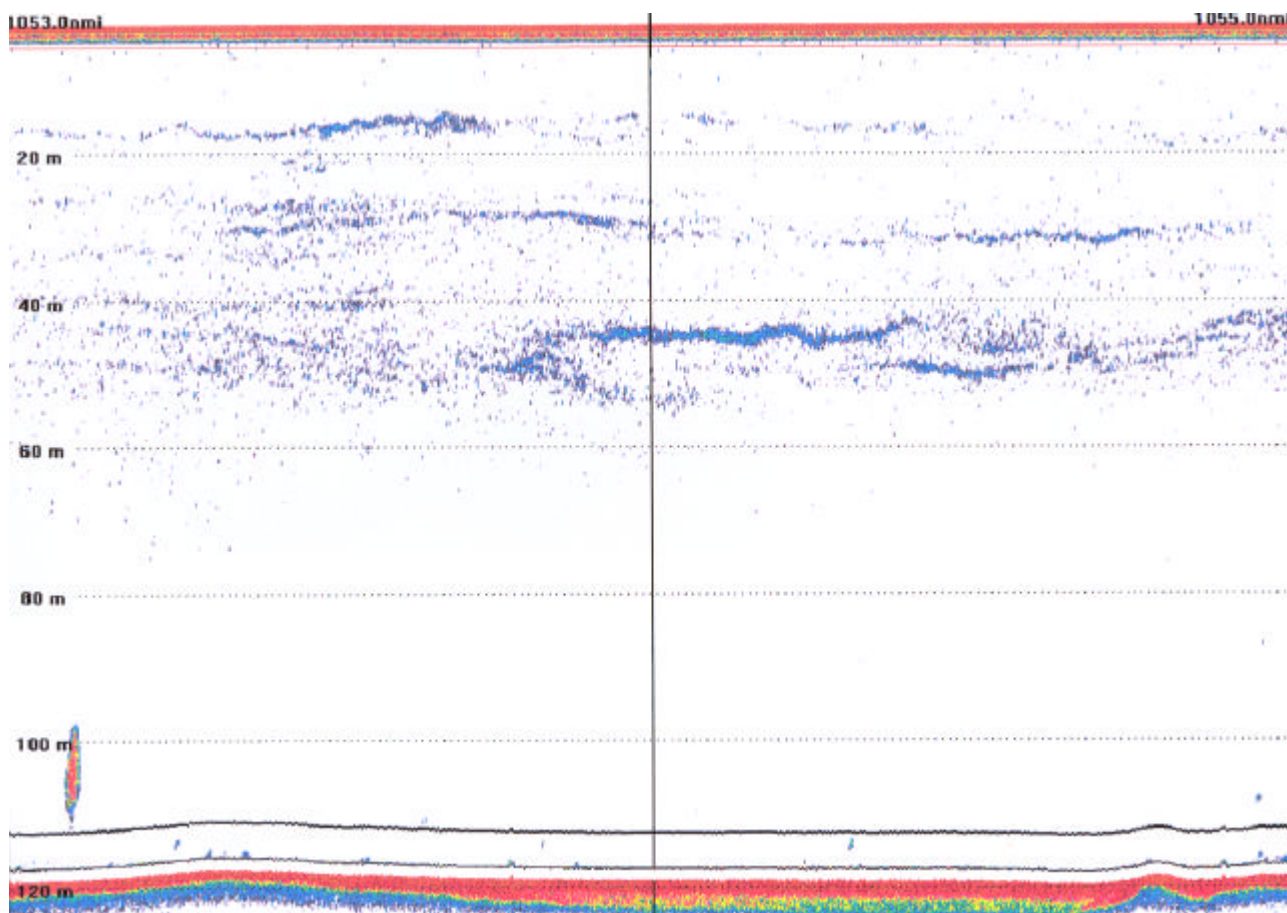


Slika 76. Pelagicna vrsta šila (*Sygnathus phlegon*) prisutna u pelagijalu otvorenog mora (Foto: V. Ticina; rujan, 2004).

Kolicina svih ostalih vrsta sitne plave ribe na ovom području, uz 95%-tne granice pouzdanosti, se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 41.071 do 51.306 tona.

6.2.5. Otvoreno more – južni dio

Na području južnog dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta su bile zastupljene srdela i incun. Prostorna raspodjela gustoće naselja srdele je bila prostorno vrlo heterogena, pa je zbog ovako velikih razlika, standardna devijacija eho-integrala srdele u ovom području bila razmjerno velika u odnosu na aritmeticku sredinu ($\text{std} = 11,292$). 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 $101 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala srdele (SA_{avg}) je bila svega $1,26 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz vrlo široke 95%-tne granice pouzdanosti od čak $\pm 2,47 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele u rujnu 2004. u ovom području bila tek $0,40 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Imajući na umu razmjerno malu površinu istraženog dijela ovog područja (do izobate od 200 m) od samo 682 Nm^2 , srednja procjena ukupne količine srdele u ovom području u vrijeme istraživanja je svega 271 tonu. Jedina plova srdele na ovom dijelu otvorenog mora registrirana je s jugoistočne strane otoka Mljeta (Slika 77).



Slika 77. Plova srdele na dubini 95-110 m, registrirana s jugoistočne strane o. Mljeta (rujan, 2004).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna je bila razmjerno velika ($\text{std}=5,992$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna su bile vrlo male i varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $43,9 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila samo $2,49 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz razmjerno široke 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 1,31 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila samo $0,48 \pm 0,25 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja svega 682 Nm^2 , to se ukupna količina incuna u ovom području u vrijeme istraživanja procjenjuje u rasponu vrijednosti od 155 do 501 tone, sa srednjom vrijednošću od 328 tona.

Od drugih pelagickih vrsta na ovom području, posebice uz južnu stranu otoka Mljeta, u području blizu morskog dna su bile zastupljene gira oštrulja (*S. flexuosa*) (Slika 78) te ugotica (*Trisopterus minutus capelanus*) (Slika 79), a od glavonožaca lignjuni i lignjice. Uz njih su, a poglavito u pelagijalu uz rubne dijelove južnojadranske kotline, bile vrlo brojne

vrste sitnih riba kao što je mlijec ružični (*Aphia minuta*). Standardna devijacija eho-integrala, s obzirom na razlike u prostornoj raspodjeli gustoće naselja ovih vrsta je bila $\text{std}=234,740$, a srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $83,72 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ i uz razmjerno široke 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 51,44 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoca naselja ovih vrsta u rujnu 2004., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila od 2,2 do 9,2 tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog područja bila svega 682 Nm^2 , to se ukupna količina svih navedenih vrsta zajedno u ovom području za vrijeme istraživanja procjenjuje u rasponu vrijednosti od 1.495 do 6.259 tona, sa srednjom vrijednošću od 3.877 tona.



Slika 78. Gira oštrulja (*Spicara flexuosa*) ulovljena uz južnu stranu o.Mljeta
(Foto: V. Ticina; rujna, 2004).



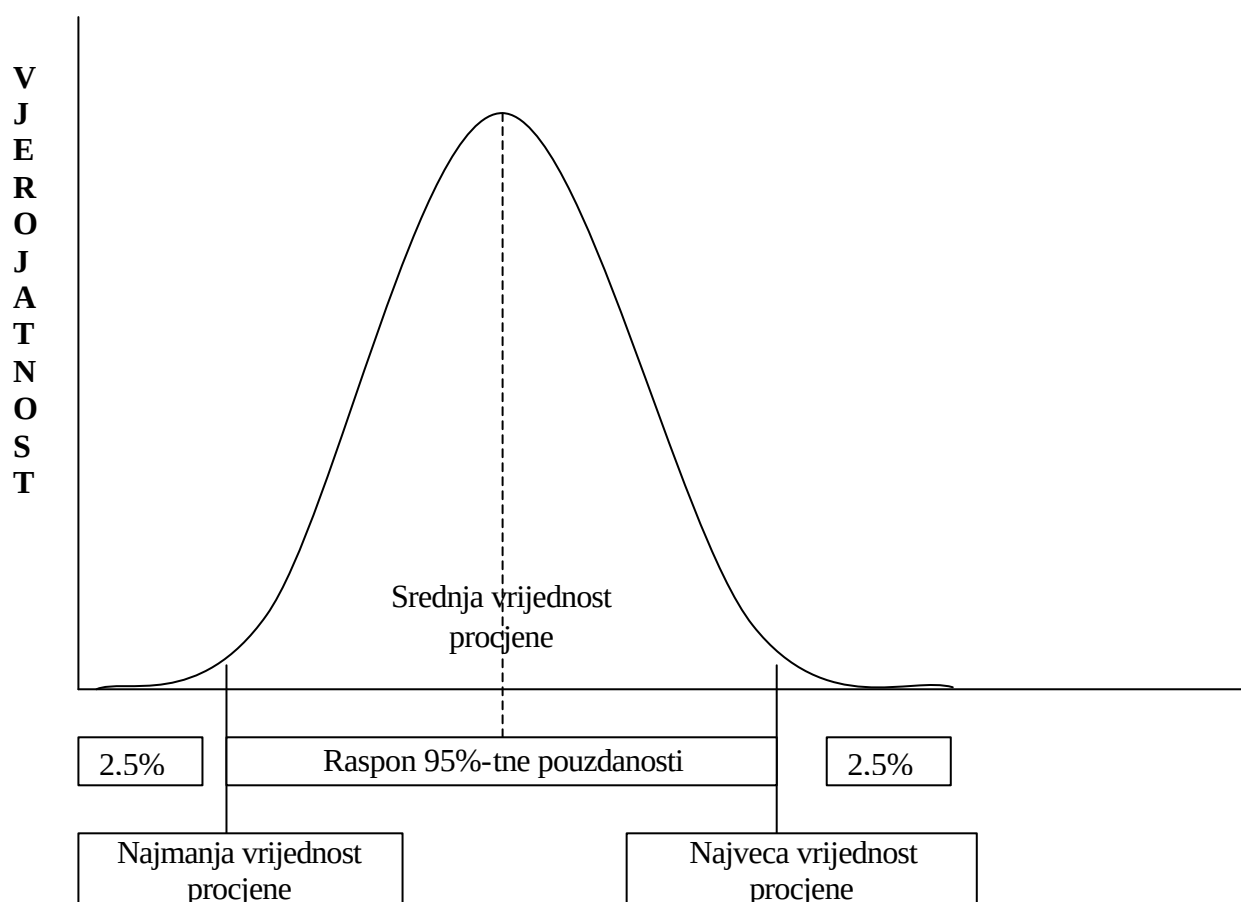
Slika 79. Ugotice (*Trisopterus minutus capelanus*) ulovljene uz južnu stranu o. Mljeta
(Foto: V. Ticina; rujna, 2004).

6.2.6. Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta

Za pravilno tumačenje procjena koje se daju u ovom Izvješću, 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 kratem vremenskom razdoblju (npr. do 1 godine) rezultat su prije svega prirodnih kolebanja i migracija sitne plave ribe u Jadranskom moru, ali i složenih trofickih interspecijskih odnosa (npr. utjecaj predatora) u cijelom morskom ekosustavu.

Buduci 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, usporedbom rezultata dobivenih različitim izravnim i neizravnim metodama, korištenih u ribarstvenoj znanosti s ciljem procjene biomase sitne plave ribe (haringe) u Sjevernom moru, utvrđena je najveća pouzdanost procjena dobivenih upravo upotrebom metode ultrazvucne detekcije (Bailey and Simmonds, 1990). Upravo ova pouzdanost, kao i njena brzina i ažurnost, opravdava njihovu znatno veću cijenu u odnosu na ostale neizravne metode procjene. Stoga se često procjene biomase dobivene ovom metodom koriste za prilagodavanje rezultata (tunning) neizravnih metoda procjene biomase.

U ovom Izvješću dobivene prostorne raspodjele sitne plave ribe odnose se na stvarno stanje na istraživanom području u trenutku istraživanja (rujan, 2004), a procjene biomase iznose se u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti kao što je shematski prikazano na slici 80. Kao što se vidi sa slike, još 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.



Slika 80. Shematski prikaz tumačenja dobivenih procjena biomase.

6.2.7. 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 može 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, oslica, 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 izracunavanja 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 na temelju različitih modela korištenih u ribarstvenoj biologiji (Spare i Venema, 1992). Zbog toga su ovdje (Tablica 32) za srdelu (isto je moguće i za ostale vrste) iznesene tri različite procjene MSY dobivene korištenjem različitih metoda procjena prirodne smrtnosti. Neke od njih su korištene i kod VPA metode (Cingolani i sur., 2003a; 2003b). Za papalinu je korištena procjena prirodne smrtnosti (prema Pauly-evoj jednadžbi) koju iznosi Ticina (2000), umanjena za 20% kao što se savjetuje za ribe koje žive u plovama (Spare i Venema, 1992).

Tablica 32. Procjene najvećeg održivog izlova (MSY) na temelju procijenjene biomase ($B_{avg.}$) uz korištenje različitih procjena stopa prirodne smrtnosti (M).

		$B_{avg.}(t)$	MSY(t)	% $B_{avg.}$	M	Procjena prema:
Srdela	(1)	213.332	26.665	12,50%	0,50	Sinovic, 1983 (prema Taylor); korišteno i kod VPA
Srdela	(2)	213.332	29.333	13,75%	0,55	Beverton i Holdt (1963) za clupeide
Srdela	(3)	213.332	37.332	17,50%	0,70	Pauly (1980; 1983)
Incun	(1)	81.876	13.305	16,25%	0,65	Sinovic, 2000; korišteno i kod VPA
Papalina	(1)	1.023	279	27,27%	1,09	Ticina, 2000 (- 20% prema Pauly 1983)

6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe

6.3.1. Srdela

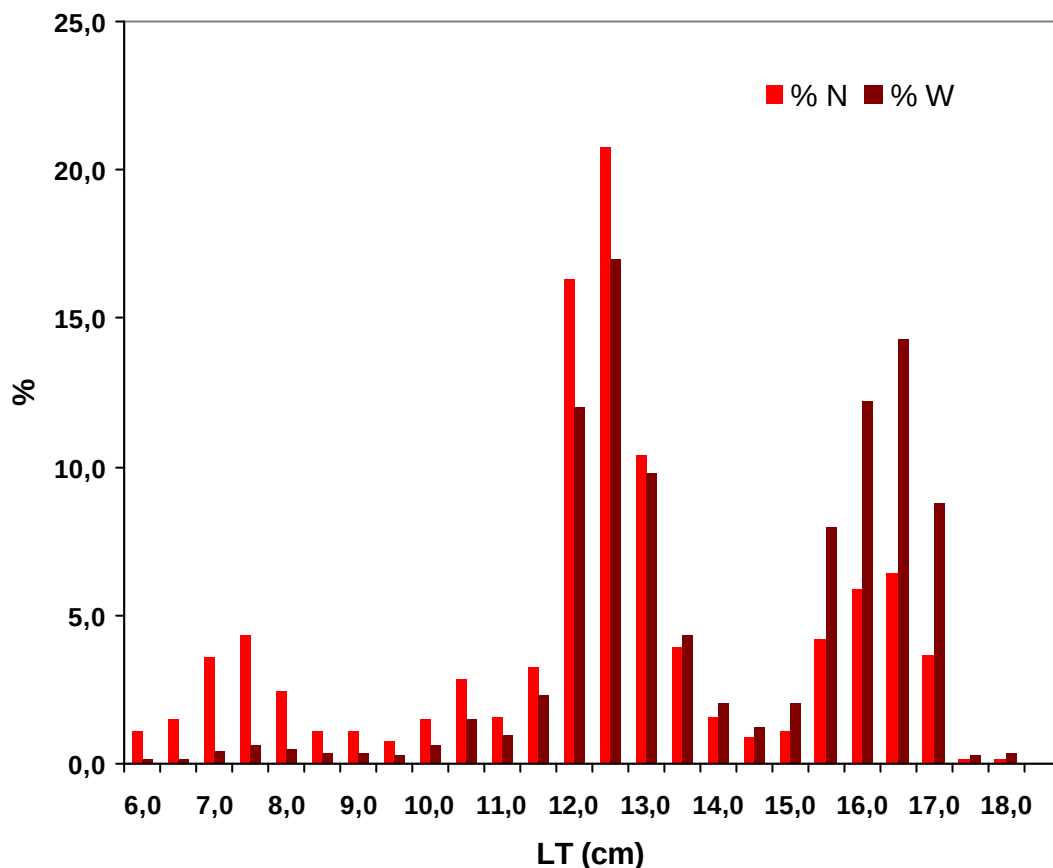
Srdela, *Sardina pilchardus* (Slika 81) je bila najviše zastupljena u lovinama na području otvorenog mora – sjeverni dio (otvoreno more zapadne obale Istre i vanjska strana Kornata) te unutarnjeg mora – južni dio (kanali srednjedalmatinskih otoka do Vrulje). Najobimniji je ulov ostvaren tijekom noci u Korculanskom kanalu. Ukupno je na cijelom istraživanom području obrađeno 955 jedinki srdele ukupne mase 15,235 kg.



Slika 81. Uzorak srdele ulovljene pelagicom kocom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Ticina, rujan 2004).

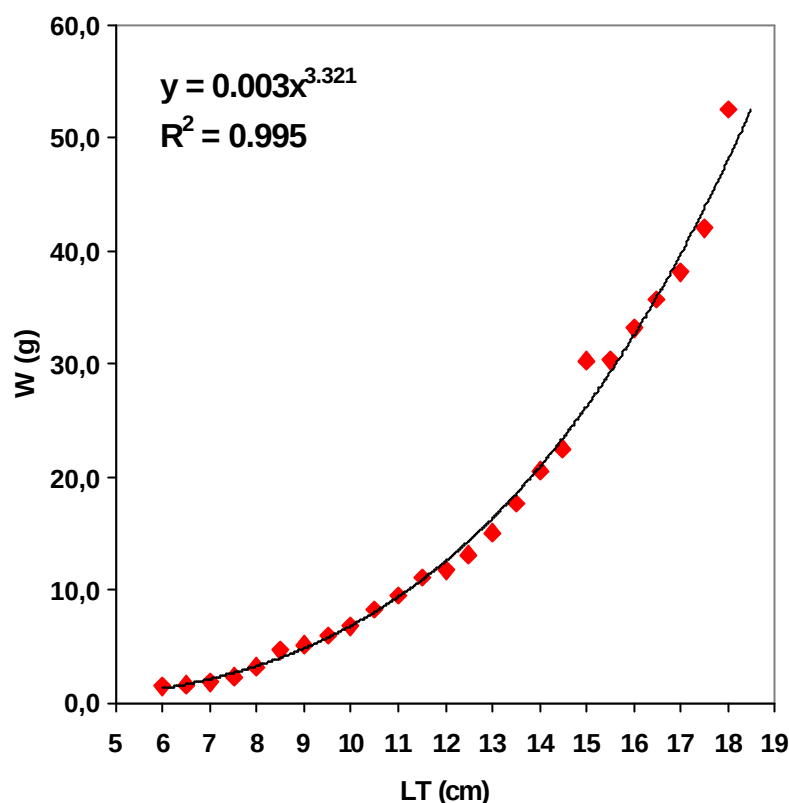
Ulovljene jedinke srdele su bile u rasponu od 6,0 cm do 18,0 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 12,89 cm. Promatranjem raspodjele učešalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje se trimodalna raspodjela (Slika 82). Prva modalna vrijednost pri dužini od 7,5 cm s učešalošću od 4,29 % odgovara srdeli starosti 0⁺. Uzorak ove sitne srdelice prikupljen je na šibenskoj ribarnici, a potječe iz komercijalne lovine plivaricom s područja šibenskog arhipelaga (jedinke od 6 do 11cm ukupne tjelesne dužine). Druga modalna vrijednost srdele je bila izražena pri dužini od 12,5 cm (s učešalošću od 20,73

%) i najvećim dijelom predstavlja srdelu iz južnog dijela područja unutrašnjeg mora. Treća modalna vrijednost pri dužini od 16,5 cm (s učestalošću od 6,39 %) odgovara odraslom dijelu populacije srdele prisutne uglavnom na području otvorenog mora. Najbogatiji uzorak ove velike srdele prikupljen je na području zapadne obale Istre (sve jedinke u rasponu od 15-18 cm). Masa je pojedinih jedinki u ukupnom ulovu bila u rasponu od 0,5 g do 52,5 g sa srednjom vrijednošću od 15,95 g.



Slika 82. Dužinska i masena struktura populacije srdele na cjelokupnom istraživanom području (rujan, 2004).

Analizom dužinsko-masenog odnosa srdele iz cjelokupnog ulova (Slika 83) je dobiven koeficijent regresije $b = 3,321$ koji ukazuje na njen pozitivan alometrijski rast ($R^2 = 0,995$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 33.



Slika 83. Dužinsko-maseni odnos srdele s cjelokupnog istraživanog područja.

Tablica 33. Parametri dužinsko-masenog odnosa srdele s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2004. 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

Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije b , u sve tri godine provedenog eho-monitoringa na istraživanom je području utvrđeni ukupni relativni rast srdele bio pozitivno alometrijski, odnosno s većim porastom mase u odnosu na dužinu. No, ipak njegova je vrijednost bila viša 2003. godine uslijed same strukture lovljene populacije sastavljene od uglavnom odraslih jedinki, odnosno onih $> 7,0$ cm, dok su ove godine u analizi bile zastupljene i jedinke < 7 cm. Kako je kondicija ribe izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa, tako su najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,53 zabilježene kod jedinki iz dužinskog razreda 7,0 cm koje još uvijek svu energiju troše samo za rast. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,78 do 0,90 imale jedinke iz dužinskih razreda od 15,0 do 18,0 cm (Tablica 34).

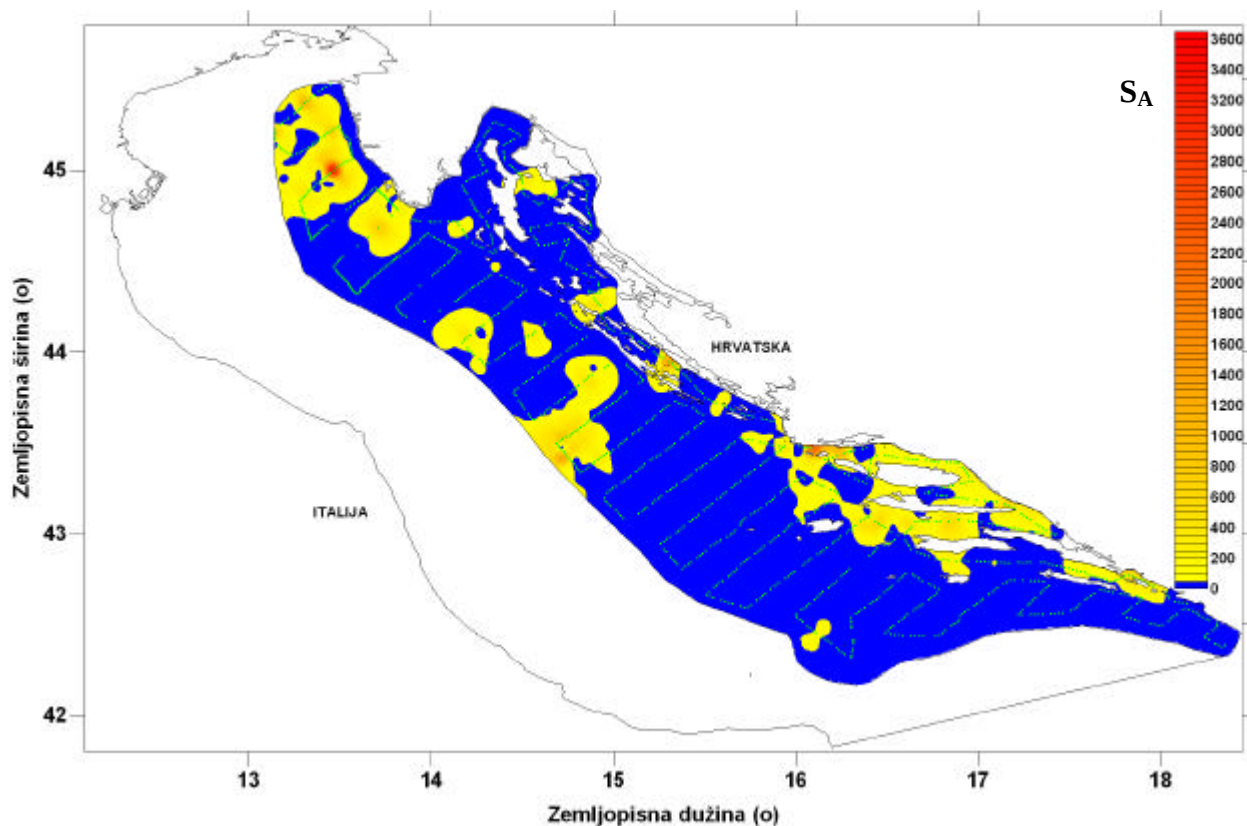
Tablica 34. Brojcana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživanog područja.

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
6,0	10	1,45	0,67
6,5	14	1,61	0,59
7,0	34	1,81	0,53
7,5	41	2,29	0,54
8,0	23	3,17	0,62
8,5	10	4,65	0,76
9,0	10	5,10	0,70
9,5	7	5,93	0,69
10,0	14	6,75	0,68
10,5	27	8,22	0,71
11,0	15	9,50	0,71
11,5	31	11,06	0,73
12,0	156	11,74	0,68
12,5	198	13,08	0,67
13,0	99	15,01	0,68
13,5	37	17,64	0,72
14,0	15	20,53	0,75
14,5	8	22,44	0,74
15,0	10	30,25	0,90
15,5	40	30,35	0,82
16,0	56	33,17	0,81
16,5	61	35,68	0,79
17,0	35	38,14	0,78
17,5	1	42,00	0,78
18,0	1	52,50	0,90

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti srdele u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004. pokazuju da se glavina populacije nalazila na području sjevernog dijela otvorenog mora. Ovdje se najveći dio populacije srdele se nalazio zapadno od obale Istre, ali i u području jugozapadno od Dugog otoka i to uz vanjsku granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (Slika 84). Na području srednjeg dijela otvorenog mora razmjerno manja količina srdele pronađena je u akvatoriju Palagruže, dok se veći dio srdele u ovom području nalazio u akvatoriju između o. Visa i o. Korcule, te južno od o. Žirja i rta Ploca, tj. uglavnom uz granicu s područjem unutrašnjeg mora. Na području južnog dijela otvorenog mora nije zamijećena značajnija prisutnost populacije srdele.

Na području su unutarnjeg mora zamijećena je prisutnost uglavnom sitne nedorasle srdelice (Šibensko područje), te male jednogodišnje srdele (starosti 0⁺) koja još uvijek nije sudjelovala u mriješćenju. Tijekom rujna 2004. najveće količine ove male srdele nalazile su se u južnom dijelu područja unutarnjeg mora, tj. u kanalima srednjedalmatinskih otoka s

iznimkom Lastovskog i Drvenickog kanala gdje je bila prisutna uglavnom velika (odrasla) srdela.



Slika 84. Prostorna rasprostranjenost srdele s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004.

Ukupne su procjene obimnosti naselja srdele detektiranih tijekom rujna 2004., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istocnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	3.609	12.148	20.687
Unutarnje more – južni dio	30.890	41.977	53.064
Otvoreno more – sjeverni dio	85.102	136.134	187.166
Otvoreno more – srednji dio	11.372	22.802	34.231
Otvoreno more – južni dio	31	271	802
UKUPNO (t):	131.004	213.332	295.950

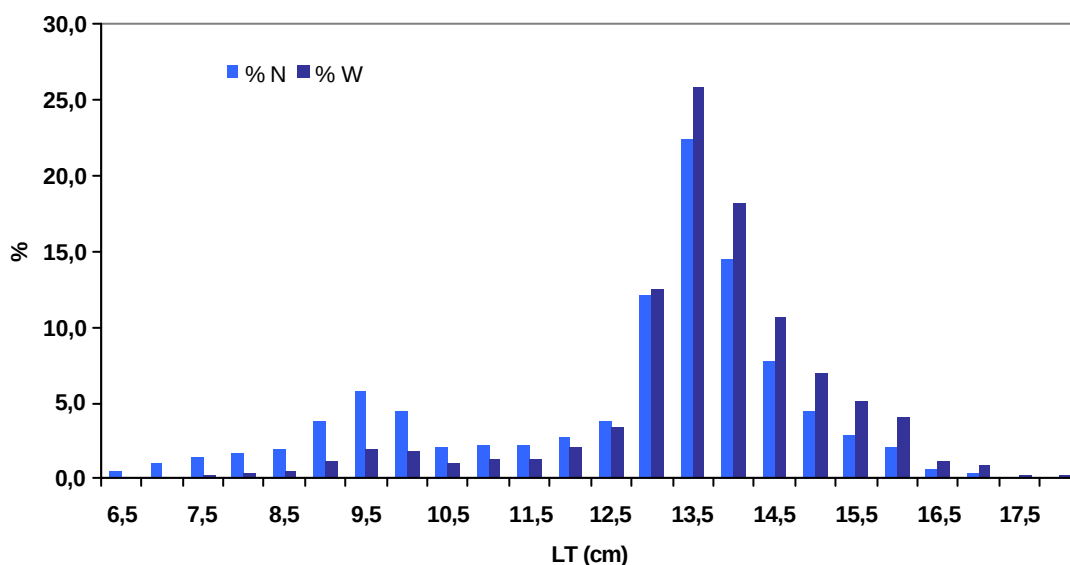
6.3.2. Incun

Tijekom eho-monitoringa rujan, 2004. godine incun, *Engraulis encrasicolus* je zabilježen u lovinama sjevernog dijela unutarnjeg mora (Murtersko i Virsko more, Kvarner i Kvarneric) i sjevernog dijela otvorenog mora (zapadna obala Istre i vanjska strana Kornata), zatim srednjeg dijela otvorenog mora (Rogoznica, Lastovski kanal) i južnog dijela unutarnjeg mora (kanali srednje dalmatinskih otoka do Vrlje). Najobimniji je bio ulov u Kvarneru (EM6). Velik broj poslijelicki incuna ukupne tjelesne dužine od 2,5 do 3,0 cm se zadržao na mreži nakon potega u Kvarnericu (EM3 i EM5), u Hvarskom kanalu (EM31) kao i u području Elafita (EM27).

Na cjelokupnom istraživanom području je ukupno analizirano 1919 jedinki odraslog incuna te 1204 nedoraslih jedinki. Ukupne dužine tijela incuna, bez spomenutih poslijelicki, su bile u rasponu od 6,5 do 18,0 cm sa srednjom vrijednošću od 12,65 cm (Slika 85).

Analiza raspodjele ucestalosti ukupnih dužina ovih analiziranih jedinki incuna upucuje na zakljucak o bimodalnoj raspodjeli. Prva, manje uocljiva modalna vrijednost je na 9,5 cm (5,73%), a druga vrlo izražena na 13,5 cm (22,41%).

Masa je analiziranih jedinki incuna (> 6 cm) bila u rasponu od 1,5 g do 42,0 g sa srednjom vrijednošću od 14,03 g. Incuni najmanje mase su ulovljeni u blizini o. Žirja, Brackom i Korculanskom kanalu, kao i oni prikupljeni iz uzorka komercijalne lovine plivaricom s područja šibenskog arhipelaga. Incuni najveće mase potjecali su iz lovin ostvarenih u Mljetskom i Hvarskom kanalu (Slika 86).



Slika 85. Dužinska i masena struktura populacije incuna na cjelokupnom istraživanom području (rujan, 2004).

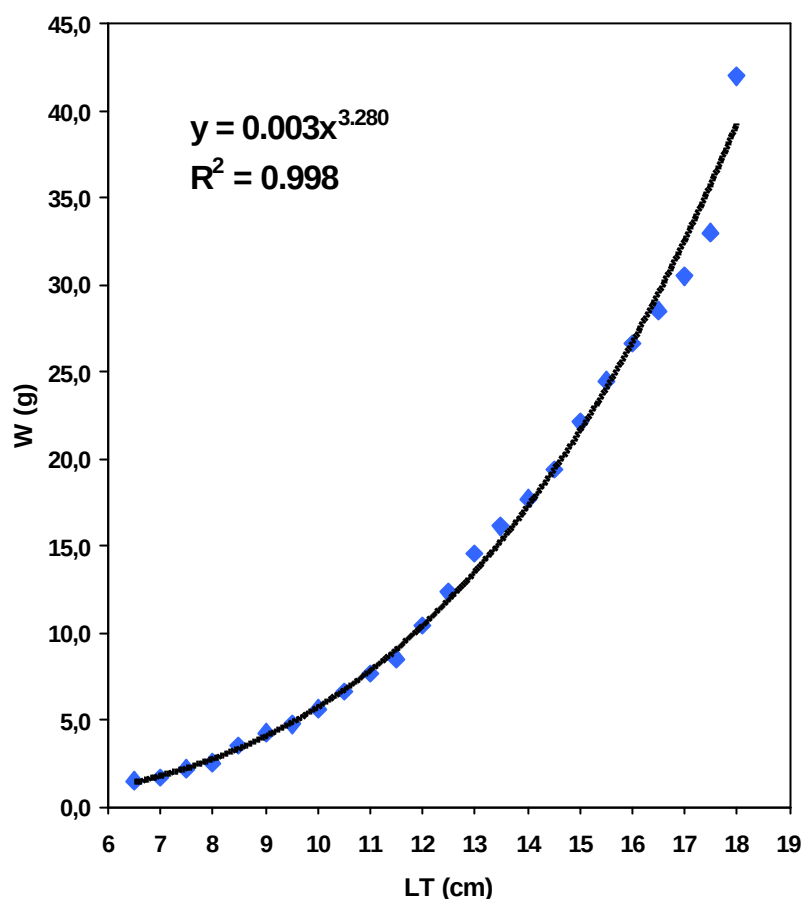


Slika 86. Veliki incun ulovljen tijekom eho-monitoringa u Mljetskom kanalu (Foto: V. Ticina, rujan, 2004).

Dužinsko-maseni odnos (Slika 87) analiziranih jedinki incuna ukazuje na pozitivan alometrijski rast jer je koeficijent regresije $b = 3,280$ ($R^2 = 0,998$). U tablici 35 su uspoređeni parametri ovog odnosa tijekom trogodišnjeg eho-monitoringa (2002-2004).

Tablica 35. Parametri dužinsko-masenog odnosa incuna s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002 do 2004 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



Slika 87. Dužinsko-maseni odnos incuna s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2004).

Usporedbom je dobivenih vrijednosti koeficijenta regresije tijekom dosadašnjih istraživanja utvrđen pozitivan alometrijski rast incuna u posljednje dvije 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 incuna kolebao je s obzirom na dužinsku strukturu jedinki (Tablica 36). Tako su najniže vrijednosti ovog koeficijenta od 0,49 utvrđene za jedinke iz dužinskog razreda 7,0 cm, dok je najveća jedinka incuna od 18,0 cm imala i najbolju kondiciju ($K = 0,72$).

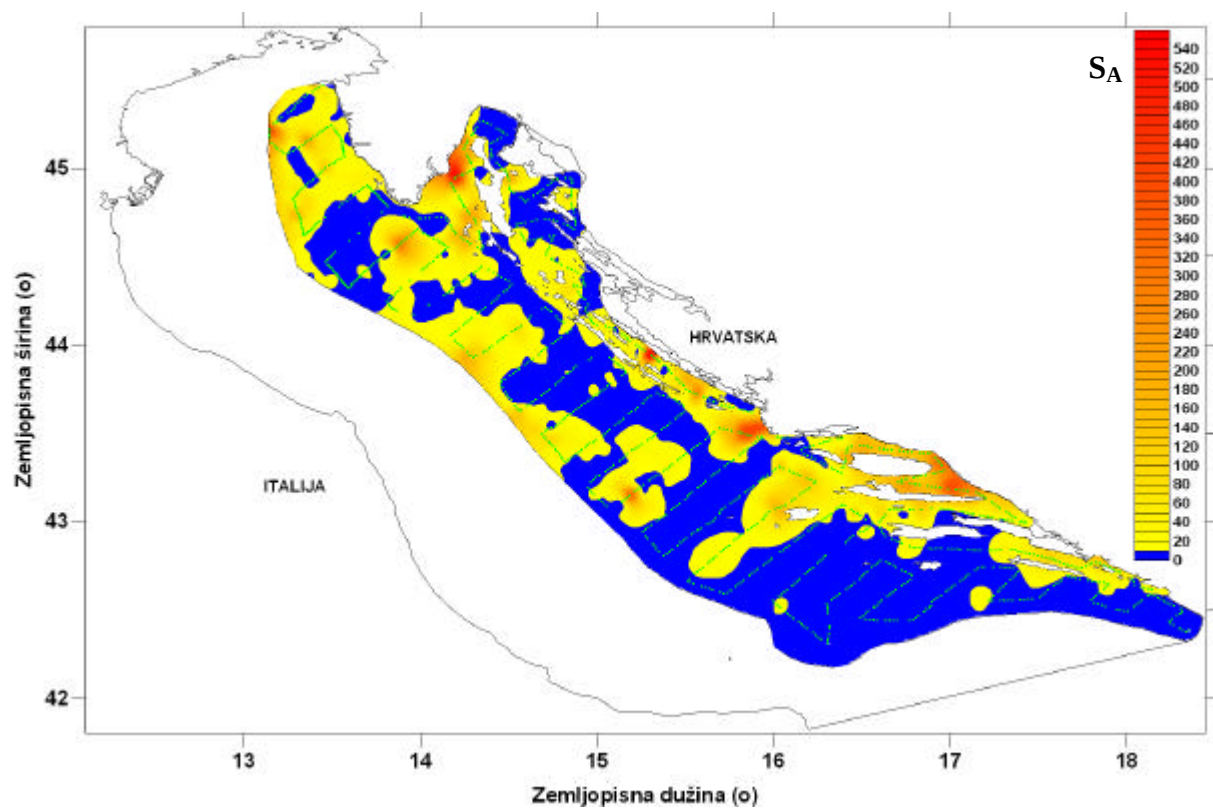
Tablica 36. Brojana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije (K) incuna po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživanog područja.

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
6,5	9	1,50	0,55
7,0	19	1,68	0,49
7,5	26	2,17	0,52
8,0	31	2,52	0,49
8,5	36	3,53	0,57
9,0	73	4,26	0,58
9,5	110	4,72	0,55
10,0	84	5,63	0,56
10,5	40	6,61	0,57
11,0	42	7,67	0,58
11,5	41	8,50	0,56
12,0	51	10,43	0,60
12,5	72	12,33	0,63
13,0	231	14,56	0,66
13,5	430	16,13	0,66
14,0	277	17,69	0,64
14,5	147	19,38	0,64
15,0	84	22,13	0,66
15,5	55	24,51	0,66
16,0	40	26,65	0,65
16,5	11	28,50	0,63
17,0	7	30,50	0,62
17,5	2	33,00	0,62
18,0	1	42,00	0,72

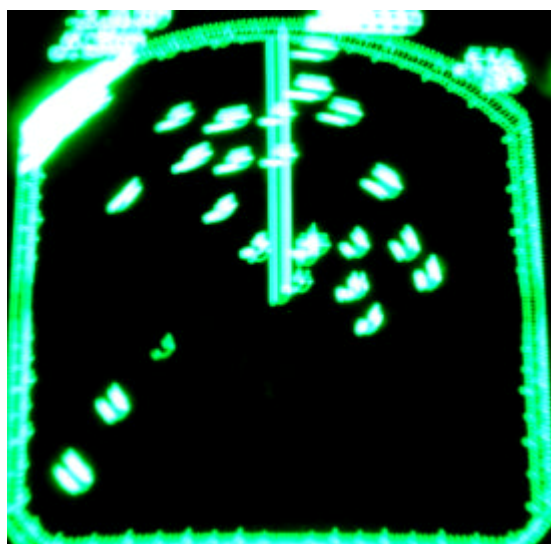
Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti incuna u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004. pokazuju da je populacije incuna bila ravnomjernije prostorno raspoređena na području istocnog dijela Jadrana nego populacija srdele (Slika 88). Na području sjevernog dijela otvorenog mora najveći dio populacije incuna se nalazio uglavnom uz vanjsku granicu zaštićene ekološko-ribolovne zone. Na području srednjeg dijela otvorenog mora, najznacajnije koncentracije populacije incuna zabilježene su u akvatoriju rta Ploca, te u akvatoriju istочно od o. Visa, gdje je tijekom eho-monitoringa radarom snimljeno 20-ak ribarskih brodova (plivarica) u noćnom lovu incuna (Slika 89). Na južnom dijelu područja otvorenog mora incun je bio manje zastupljen.

U području sjevernog dijela unutarnjeg mora najveće koncentracije adultnog incuna su pronađene na području Kvarnera i Murterskog mora. Mali incun, te njegovi poslijelicinacki stadiji su u većoj mjeri bili zastupljeni u cijelom području Kvarnera te u kanalnom području zadarskog arhipelaga. U južnom dijelu područja unutarnjeg mora sve velićinske kategorije

incuna su bile dobro zastupljene, premda se može reci da su u njihovoj ukupnoj biomasi dominirali primjerci od 13 do 14 cm.



Slika 88. Prostorna rasprostranjenost incuna s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004.



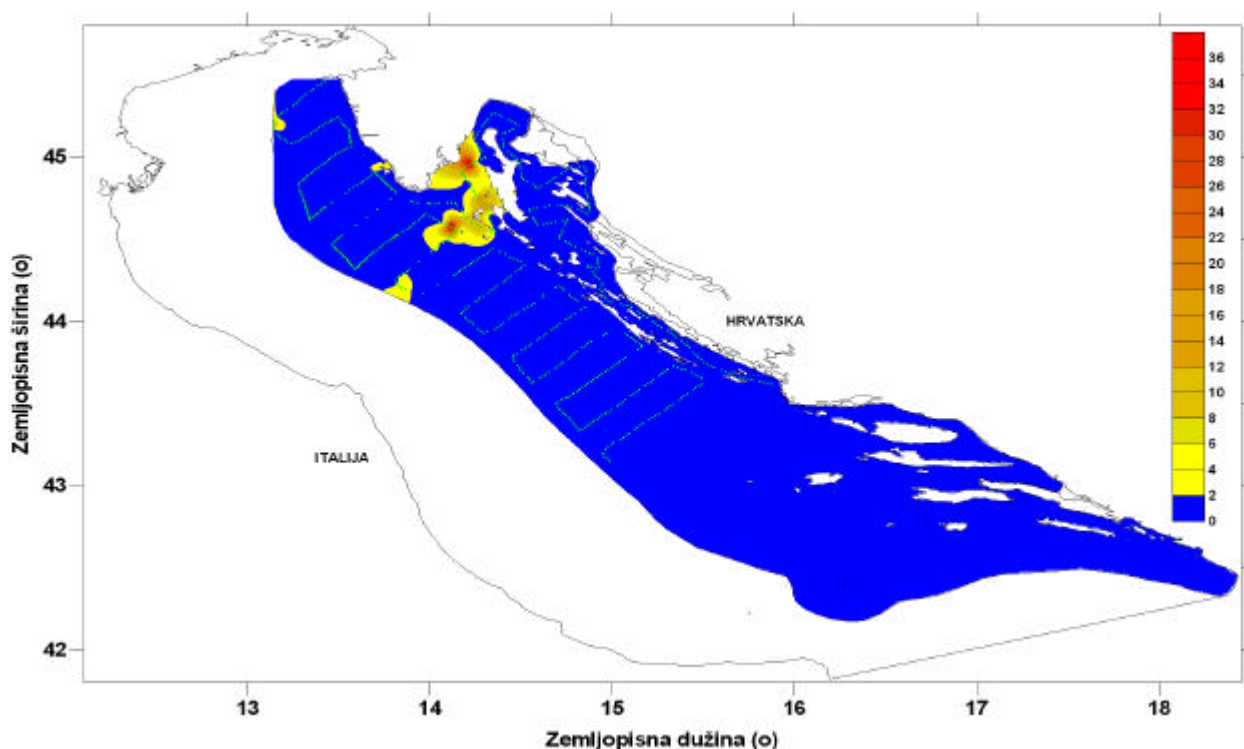
Slika 89. Radarski prikaz mnogobrojnih plivaraica u lovu incuna zapadno od o.Visa.

Ukupne su procjene obimnosti naselja incuna detektiranih tijekom rujna 2004., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istocnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	11.196	15.910	20.624
Unutarnje more – južni dio	14.226	16.999	19.771
Otvoreno more – sjeverni dio	19.362	30.242	41.121
Otvoreno more – srednji dio	12.434	18.388	24.342
Otvoreno more – južni dio	155	328	501
UKUPNO:	57.373	81.876	106.359

6.3.3. Papalina

Tijekom eho-monitoringa u rujnu 2004. godine papalina, *Spratus spratus* je ulovljena eksperimentalnom pelagickom kocom samo u Kvarneru (EM6) i to jedna jedinka dužine 14,1 cm i mase 21,0 g. Međutim, tijekom hidroakustickog uzorkovanja manje plove papaline su registrirane i na području sjevernog dijela otvorenog mora u akvatoriju ispred Kvarnera (Slika 90). Pored toga, prisustvo papaline u manjoj mjeri je zamijećeno i uz vanjsku granicu zaštićene ekološko-ribolovne zone, sugerirajući postojanje dijela njene populacije i izvan područja istraživanja ovog eho-monitoringa.



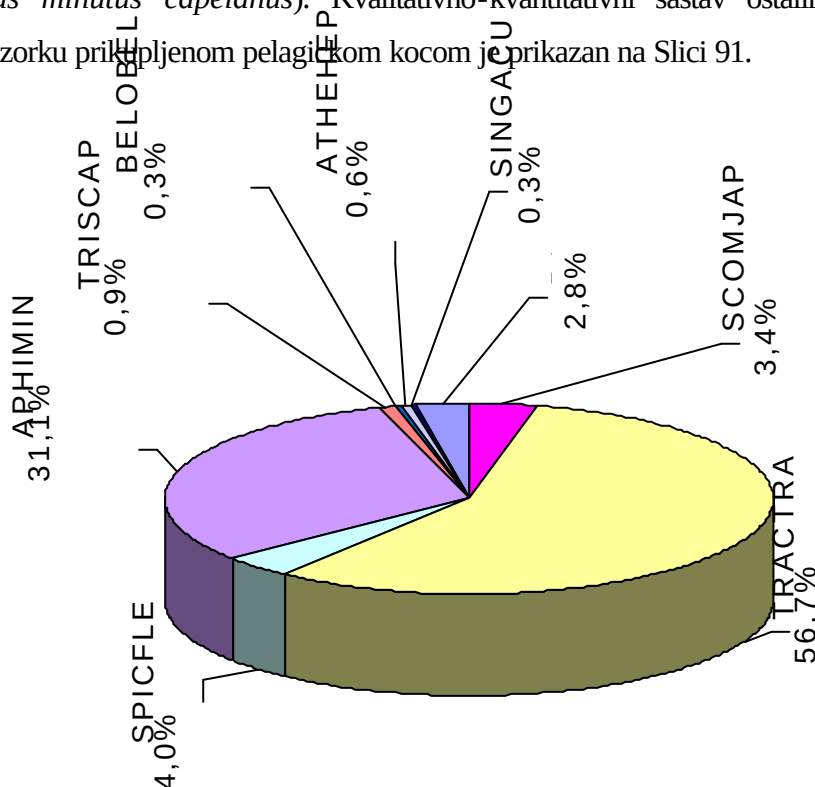
Slika 90. Prostorna rasprostranjenost papaline s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004.

Ukupne su procjene obimnosti naselja papaline detektirane tijekom rujna 2004., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istocnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	101	182	263
Unutarnje more – južni dio	0	0	0
Otvoreno more – sjeverni dio	427	841	1.255
Otvoreno more – srednji dio	0	0	0
Otvoreno more – južni dio	0	0	0
UKUPNO:	528	1.023	1.518

6.3.4. Ostale pelagické vrste

Od ostalih su pelagických vrsta u eksperimentalnim lovinama pelagické koce utvrđene sljedeće vrste: mlijec ružićni (*Aphia minuta*), gavun (*Atherina hepsetus*), bukva (*Boops boops*), iglica (*Belone belone*), lokarda (*Scomber japonicus*), skuša (*Scomber scomber*), šilo (*Syngnathus acus*), gira (*Spicara flexuosa*), šnjur (*Trachurus trachurus*) te ugotica (*Trisopterus minutus capellanus*). Kvalitativno-kvantitativni sastav ostalih pelagických vrsta u ukupnom uzorku prikupljenom pelagickom kocom je prikazan na Slici 91.



Slika 91. Zastupljenost pojedinih vrsta iz skupine ostalih pelagických vrsta riba s obzirom na njihovu brojnost u lovinama pelagickom kocom na istraživanom području.

Šnjur, *Trachurus trachurus* (Slika 92) je dominirao brojcano (334) i maseno (2923,5 g) u skupini ostalih pelagickih vrsta u ukupnom uzorku. Zabilježen je u lovinama sjevernog dijela unutarnjeg mora (Murtersko more) i sjevernog dijela otvorenog mora (Brijuni, Mali Lošinj, Silba, Premuda, Dugi otok, Kornati, Žirje), zatim srednjeg dijela otvorenog mora (širi akvatorij otoka Visa). Ulov šnjura je zabilježen na 8 postaja. Najobimniji je bio ulov u području otoka Žirja. Ukupne dužine tijela šnjura su bile u rasponu od 2,0 do 19,0 cm sa srednjom vrijednošću od 9,13 cm. Masa šnjura je bila u rasponu od 0,4g do 51,5 g sa srednjom vrijednošću od 8,75 g.

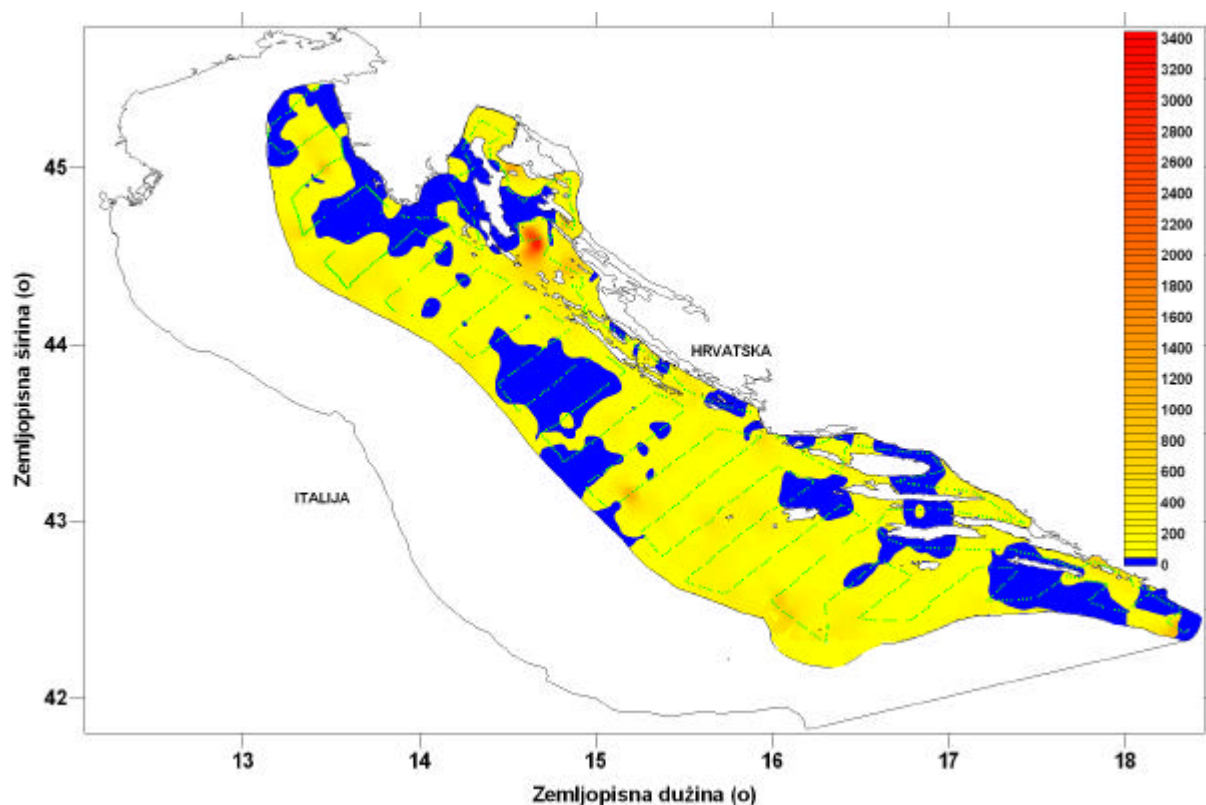


Slika 92. Mali šnjur ulovljen pelagicom kocom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Ticina, rujan, 2004.).

Nakon šnjura obimnije je bio zastupljen samo mlijec ružicni (109 jedinki) i to ponajviše u Kvarneru, Lastovskom kanalu i u okolici Dubrovnika. Bukva je s 10 jedinki bila zastupljena u Korculanskom kanalu i u akvatoriju Elafita (EM27 i EM29), lokarda s 12 jedinki na području Kvarnera, o. Žirja i Pelješkog kanala te gira s 14 jedinki s vanjske strane Dugog otoka, u okolici Cavtata i u Brackom kanalu. Ostalih je pet vrsta bilo zastupljeno samo s 1-2 jedinke u samo jednoj od lovina.

Kao i kod prethodnih istraživanja (razdoblje 2002-2003) korištena pelagicka koca ima određene nedostatke u smislu ne lovljenja nedoraslih jedinki i sitnijih vrsta (npr. mlijec ružicni) koje su lako prolazile oka mreže te bi se tek pojedini primjerci uspjeli zadržati u mreži i izvuci na krmu broda. Stoga, ovakav sastav lovine ne odražava u potpunosti stvarne kvalitativno-kvantitativne međusobne odnose ovih vrsta na istraživanom području.

S obzirom na hidroakusticko uzorkovanje, prostorna je rasprostranjenost s obzirom na vrijednosti eho-integrala svih ostalih pelagickih vrsta zajedno prikazana na Slici 93.



Slika 93. Prostorna rasprostranjenost ostalih pelagickih vrsta riba s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istocnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2004.

Procjene obimnosti ukupne količine svih ostalih pelagickih vrsta riba zajedno detektiranih tijekom rujna 2004., a koje zbog prethodno navedenih razloga treba uzeti s rezervom, u pojedinim područjima istocnog dijela Jadranskog mora su bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	3.158	8.063	12.967
Unutarnje more – južni dio	14.882	18.355	21.829
Otvoreno more – sjeverni dio	33.102	37.977	42.851
Otvoreno more – srednji dio	41.071	46.188	51.306
Otvoreno more – južni dio	1.495	3.877	6.259
UKUPNO:	93.708	114.460	135.212

Ostale vrste organizama uzorkovanih pelagicom kocom tijekom eho-monitoringa bile su kao što slijedi:

a) pridnene vrste riba

Analizom je ukupnog uzorka prikupljenog pelagickom kocom tijekom eho-monitoringa u rujnu, 2004 utvrđeno 14 pridnenih vrsta riba. Ukupno je ulovljeno 196 jedinki te skupine s ukupnom masom od 10,376 kg. Šest brojcano najzastupljenije vrste su bile sljedeće: kokot sivac, *Eutrigla gurnardus* (40 jedinki), trlja od blata, *Mullus barbatus* (39), kokotic oštruljic, *Lepidotrigla cavillone* (32), vucic, *Serranus hepatus* (28), špar, *Diplodus annularis* (18) te oslic, *Merluccius merluccius* (17). Najveći su doprinos ukupnoj masi dale jedinke goluba (6), *Myliobatis aquila* (38,79%) ulovljene na zapadnoj obali Istre te u području Elafita (EM7, EM8, EM27), slijedi trlja od blata (18,80%) te oslic (10,60%).

b) glavonošci

U lovinama je pelagickom kocom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2004. godine utvrđeno i 6 vrsta glavonožaca. Ukupno je ulovljeno 171 jedinka ukupne mase 1,669 kg. U uzorku je brojcano prevladavala lignjica, *Allotheutis media* (94) koja je zabilježena i na najvećem broju postaja (12), najviše 29 jedinki van otoka Žirja (EM18). Trend su slijedili lignjun, *Illex coindetii* (35) naden na 8 postaja (najviše na EM18A) i lignja, *Loligo vulgaris* (26) nadena na 7 postaja (najviše njih 10 u Brackom kanalu). Posljednje navedene dvije vrste, lignjun (39,69%) i lignja (26,30) dali su i najveći doprinos ukupnoj masi. Značajno su se u ukupnoj masi izdvojili muzgavac, *Eledone cirrhosa* (21,21%) i lignjica (11,50%). Pored ovih uobičajenih vrsta, ulovljeno je i nekoliko jedinki rijetkog pelagickog glavonošca jedrilca (*Argonauta argo*) (Slika 94).



Slika 94. Jedrilac (*Argonauta argo*) ulovljen na području otvorenog mora (Foto: V. Ticina, rujan 2004).

c) rakovi

Rakovi su tijekom uzorkovanja pelagickom kocom u ovom istraživanju nađeni samo na dvije postaje i to u Kvarneru (EM6) i van Cavtata (EM26). Na svakoj je od njih pronađena jedna jedinka kozice, *Penaeus spp.*

d) meduze

Na području su Kvarnera, zapadne obale Istre, Malog Lošinja, van Silbe i Premude, u akvatoriju Dugog otoka, Kornata i Žirja ulovljene velike kolicine meduza, uglavnom vrsta iz roda *Aurelia spp.* U Kvarneru (EM6) su ulovljene meduze iz dvije porodice i to vrste *Aurelia spp.* i *Cotylorhiza tuberculata*. Po zastupljenosti u masi najveći doprinos istih je utvrđen na području Malog Lošinja, Silbe, Dugog otoka i Kornata gdje je po potežu izmjereno 10-20 kg meduza. Nekoliko meduza, *Aurelia aurita* je zabilježeno i oko otoka Jabuke (EM20).

7. ZAKLJUCCI I PREPORUKE

Termohaline osobine Jadrana u rujnu 2004. godine bile su karakterizirane stratificiranošću vodenog stupca od sjevernog do južnog Jadrana. Toplija je voda u sjevernom Jadranu zauzimala vertikalno dublji sloj, postojao je horizontalni gradijent između sjevernog i srednjeg Jadrana, dok je u polju saliniteta zabilježen vertikalni presjek karakterističnog oblika sa izraženim utjecajem slade sjevernojadranske vode. Dobiveni rezultati ispitivanja sadržaja kisika u morskoj vodi ukazuju na uobčajenu jesensku stratifikaciju vodenog stupca bez pojave anomalija ili ekstremnih vrijednosti.

Rezultati ispitivanja biomase fitoplanktona, kao i rezultati ispitivanja sastava fitoplanktonske zajednice ukazuju da su najviši troficki stupanj imale otvorene vode sjevernog Jadrana, što se može povezati s utjecajem rijeke rijeke Po na veliki dio sjevernog Jadrana. Unutarnje vode sjevernog Jadrana bile su pod većim utjecajem dotoka vode iz južnog Jadrana, zbog čega su imale niži troficki stupanj, što je u skladu s onim zabilježenim u srednjem i južnom Jadranu.

Glede zooplanktona, kvalitativno siromaštvo lorikatnih cilijata s iznimno niskim vrijednostima gustoće jedinki karakteriziralo je stanje u rujnu 2004. (kao i u rujnu 2003.), a što nije uobčajeno za raspodjelu tintinina u kanalima i otvorenim vodama istocnog dijela Jadrana u ovom razdoblju. Od svih skupina životinjskog planktona dominirali su mali kopepodni rakovi i njihovi razvojni stadiji na cijelom području i stupcu mora. Gustoća jedinki pripada najvišim vrijednostima, a koje su utvrđene za rano jesensko razdoblje. Jasno je izražen troficki gradijent brojnosti od sjevera prema jugu i od kanala prema otvorenom moru. Uz činjenicu da je gustoća svih skupina i razvojnih stadija kopepoda znatno povećana i u pridnenim slojevima, možemo zaključiti da su uglavnom na cijelom području kanala i otvorenog mora istocnog dijela Jadrana bili izrazito povoljni uvjeti za ishranu male plave ribe, osobito srdele prije mriješćenja. Izostanak povećane brojnosti jesenskih vrsta tintinina će vjerojatno utjecati na kvalitetu dostupne hrane za postlicinke srdele, te možemo očekivati povećanje postotka njihove smrtnosti. Jaja riba su brojnija u sjevernom dijelu otvorenog mora i južnom dijelu unutarnjeg mora, nego u ostalom dijelu istraživanog područja. Najveće koncentracije jaja zabilježene su uz zapadnu obalu Istre i u Brackom kanalu. Jaja incuna *Engraulis encrasicolus* L. zabilježena su samo na području Murterskog mora, Kvarnera, zapadne obale Istre, južno od Malog Lošinja, u akvatoriju o. Sveca, u Mljetskom kanalu i

Brackom kanalu, dok su jaja srdele *Sardina pilchardus* Walb. mnogo raširenija. Licinke su pronađene u većem broju od jaja riba, a njihova najveća koncentracija zabilježena je u površinskom sloju u Murterskom moru, te na postajama u Hvarskom i Brackom kanalu. Glede ishrane ciljanih vrsta riba, utvrđeno je da u njihovim probavilima dominiraju ostaci kopepoda. Prevladavale su uobčajene jesenske vrste kalanoida, te mali poecilostomatoidi čija je prisutnost u planktonu stalna tijekom citave godine. Licinacki stadiji dekapodnih rakova i školjkaša na drugom su mjestu po zastupljenosti u ishrani, uz pteropodne puževe (*Limacina inflata*, *Creseis acicula*) koji u jesenskom razdoblju dosežu svoj maksimum, narocito u području unutrašnjeg mora. Kladocere su, unatoc svojoj brojnosti u planktonu unutrašnjeg mora u probavilima slabo zastupljene, narocito kod srdele. Malobrojni ostaci fitoplanktona pronađeni su vrlo rijetko u želucima obiju ispitivanih vrsta što ukazuje na zanemarivu ulogu biljne hrane u ishrani srdele i incuna.

Prostorna raspodjela gustoće naselja ciljanih vrsta riba je bitno drugačija nego što je bila u rujnu 2003., a i dužinska struktura populacija, poglavito s obzirom na nedorasle jedinke, se razlikuje od prošlogodišnje. Zamijecena bimodalna raspodjela dužinskih učestalosti nedoraslih jedinki srdele upućuje na zaključak o produljenoj sezoni mriješćenja tijekom 2003/2004 godine.

Za srdelu se može reći da je najveće gustoće naselja imala na području sjevernog dijela otvorenog mora, poglavito uz zapadnu obalu Istre i jugozapadno od Dugog otoka uz samu vanjsku granicu zaštićene ekološko-ribolovne zone. Ovakvi nalazi upućuju na zaključak da se jedan dio njene populacije nalazio i izvan istraživnog područja. Isto tako, veće koncentracije srdele su detektirane i u južnom dijelu unutarnjeg mora, gdje je međutim bila prisutna uglavnom mala srdela koja još nije sudjelovala u mriješćenju, tj. obnovi populacije. Ukoliko se u skladu sa Strategijom razvoja ribarstva želi povećati izlov srdele, ovu malu srdelu ne bi trebalo izlovljavati već je zaštititi do njenog prvog mriješćenja, tj. do kraja tekuće godine, kako bi se omogućilo i njeno sudjelovanje u obnovi populacije srdele. Tim više što ovako mali primjerci srdele nisu pogodni za riboprerađivačku industriju, a niti osobito traženi na ribarnicama, pa se u većoj mjeri mogu koristiti uglavnom samo kao hrana za ribe u marikulturi (kaveznom tovu tunja). Tijekom ovih istraživanja srdela u znatnijim količinama nije pronađena na području južnog dijela otvorenog mora, niti na srednjem dijelu otvorenog mora uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. Kao i prošle godine, srdela je u ovom području tijekom istraživanja, bila prisutna uglavnom na granici otvorenog i južnog dijela unutarnjeg mora.

I za incuna se sa sigurnošću može reci da je najveću gustoću naselja imao na području sjevernog dijela otvorenog mora, međutim ne uz obalu, već prema sredini Jadrana uz vanjsku granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. Ovakva prostorna raspodjela upućuje na zaključak da se tijekom istraživanja znatan dio populacije incuna nalazio u zapadnom dijelu Jadrana. U većim količinama bio je prisutan i u području Kvarnera i u širem akvatoriju ispred Kvarnera. U unutarnjem moru registriran je, zajedno s većim jedinkama, mali juvenilni incun koji je bio u poslijelicinackoj fazi razvoja. Veće jedinke incuna uglavnom su se zadržavali u dubljim područjima prema otvorenom moru, a poglavito u akvatoriju o. Visa, o. Žirja, dok su najveće jedinke bile ulovljene u Mljetskom i Hvarskom kanalu. U južnom dijelu otvorenog mora nisu zabilježene znatnije količine incuna.

Papalina je tijekom ovog istraživanja registrirana u razmjerno malim količinama i to samo na području Kvarnera i području sjevernog dijela otvorenog mora. Manje količine papaline registrirane su uz samu vanjsku granicu zaštićene ekološko-ribolovne zone, što upućuje na zaključak o postojanju dijela njene populacije i izvan našeg područja istraživanja. To bi bilo u skladu i s njenim sezonskim migracijama (Ticina, 2000), pri kojima se populacija papaline tijekom rujna uglavnom nalazila više prema zapadnom dijelu Jadrana.

Od ostalih pelagickih vrsta sitne plave ribe najzastupljeniji su bili šnjur (*Trachurus trachurus*) i mlijec ružični (*Aphia minuta*). Šnjur je vrsta koja ima izravnu gospodarsku važnost u našem morskom ribarstvu, dok međutim mlijec ružični predstavlja važnu biološku kariku u hranidbenom lancu u ekosustavu mora. Pored njih, tu još treba spomenuti i plavicu (*Scomber japonicus*) te gire i bukvu koje su bile rasprostranjene uglavnom na području unutrašnjeg mora, bliže obali ili otocima.

Opcenito govoreći procijenjene količine sitne plave ribe predstavljaju dobru biološku osnovu za daljnji razvoj našeg morskog ribarstva. Međutim, s obzirom na ukupno procijenjene «bruto» količine sitne plave ribe u moru, prilikom gospodarenja ovim obnovljivim biološkim resursima, 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...). Na osnovi dobivenih izravnih procijena biomase moglo bi se, uz obavezni nastavak redovitog godišnjeg eho-monitoringa u skladu s principima gospodarenja cjelovitim ekosustavom mora, započeti s gospodarenjem ovim resursima primjenom sustava najvećeg dozvoljenog izlova (TAC). Međutim, pri tome treba imati na

umu važnost pracenja dužinske strukture komercijalnih lovina kao i točnu procjenu količine mrtve srdele vraćene u more nakon ulova.

S obzirom na utjecaj različitih procjena prirodne smrtnosti na procjenu MSY, u skladu s principima opreznog gospodarenja, ukoliko ne postoji učinkovita zaštita juvenilnih jedinki prije njihovog prvog mriješćenja, preporučuje se proračun dobiven korištenjem nižih stopa prirodne smrtnosti. Nasuprot tome, u slučaju njihove učinkovite zaštite od izlova prije prvog mriješćenja (tj. zakonska zaštita + učinkovita inspekcija), mogla bi se preporučiti procjena MSY dobivena korištenjem viših stopa prirodne smrtnosti. Zbog toga se, u skladu s postojecom Strategijom razvoja ribarstva koja predviđa povećanje ulova sitne plave ribe, preporučuje uvođenje učinkovite zaštite populacija sitne plave ribe (poglavito srdele i papaline) do njihovog prvog mriješćenja, ali i tijekom mriješćenja po uzoru na zaštitu incuna na zapadnoj obali Jadrana.

S obzirom na razmjerno velike dijelove područja bez prisustva ribe ili pak s razmjerno niskim koncentracijama, za uspješnije pronalaženje većih koncentracija ribe, a time i njihov uspješniji lov, za pretraživanje šireg ribolovnog područja oko broda preporučuje se upotreba odgovarajućih sonara. S tim u vezi, za efikasno rukovanje takvom visoko sofisticiranom ribolovnom opremom, preporučuje se organiziranje dodatne edukacije za pojedine ribare (vode ribolova) koji bi sa sonarima trebali rukovati.

Da bi se dobila potpunija slika cjelokupnog stanja populacija sitne plave ribe u Jadranskome moru, neizostavno treba preporučiti podržavanje međunarodne znanstvene suradnje, poglavito sa znanstvenicima iz Instituta ISMAR u Anconi koji obavljaju istovjetna istraživanja na području zapadnog dijela Jadranskoga mora. Nadalje, budući da se pretpostavlja postojanje jedne populacije srdele koju iskorištava više država («shared stock»), u budućim dogovorima o ribarenju u Jadranskome moru treba se zalagati za zabranu izlova licinackih stadija srdele («bianchetto») uz talijansku obalu a s ciljem što učinkovitijeg novacenja jedinstvene populacije.

8. KORIŠTENA LITERATURA

- AZZALI, M., G. COSIMI, M. LUNA, 1997. La biomassa, la struttura delle aggregazioni e la distribuzione geografica delle popolazioni di acciughe e sardine nel Basso Adriatico, stimate con la metodologia acustica. Report for MIPAF.
- 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.
- BEVERTON, R.J.H., 1963. Maturation, growth and mortality of clupeid and engraulid stocks in relation to fishing. Rapp.P. – V. Reun. CIESM, 154:44-72.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVCIC, 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. SINOVCIC, 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.
- HURE, J., F. KRŠINIC, 1998. Planktonic copepods of the Adriatic Sea. Spatial and temporal distribution. Nat. Croat., 7 (suppl.2), 1-135.
- JARDAS, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb.
- KACIC, I., 1981. Pelagic fish in the northern Adriatic -distribution and movements. FAO Fish Rep.-, 253: 131-136. (in Croatian)
- KATAVIC, I., V. TICINA, V. FRANICEVIC, 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.
- KRAJNOVIC-OZRETIC, M., 1975. Elektroforeske analize hemoglobina papaline (*Sprattus sprattus* L.) iz sjevernog Jadrana. Ichtyologia, 7(1): 25-30.

- MACLENNAN, D.N., E.J. SIMMONDS, 1995. Fisheries Acoustics. Chapman&Hall, London, 325 pp.
- MUŽINIC, 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.
- SINOVCIC, G., 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. In the central Adriatic. Acta Adriat., 19(2): 1-32.
- SINOVCIC, G., 1984. Summary of biological parameters of sardine, *Sardina pilchardus* WALB.), from the Central Adriatic. FAO Fish. Rep., 290: 147-148.
- SINOVCIC, G., 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. Acta Adriat., 41 (1): 3-53.
- SINOVCIC, 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.
- TESKEREDŽIC. Z., 1978. The spawning of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Kvarner region of the Adriatic Sea. Thalassia Jugoslav., 14: 232-338.
- TICINA, V., 2000. Biologija i gospodarski znacaj papaline (*Sprattus sprattus phalericus* L.) u Jadranskome moru. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet – Zagreb, p 133.
- TICINA, V., I. IVANCIC, V. EMRIC, 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.
- TICINA, V., O. VIDJAK, I. KACIC, 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.
- VUCETIC, 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 – Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 305-579.
- YUDANOV, K.I., 1971. Interpretation of echograms of hydroacoustic fish-finding instruments. Israel Program for scientific Translations, Jerusalem 1971 (original version in Russian), 101pp.
- ZAVODNIK, D., 1969a. On the spawning of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) along the coast of the istrian peninsula (north Adriatic). Ichthyologia, 1 (1): 89-97.
- ZAVODNIK, D., 1969b. The distribution and migration of sprat (*Sprattus sprattus* L.) within the Adriatic Sea. Medd. Fr. Avsfiskelab. Lyseki, 66:1-4.
- ZAVODNIK, D., 1969c. Studies on the life history of Adriatic sprat. FAO C.G.P.M. Etud. et Rev., 40: 1-26.
- ZAVODNIK, D., 1974. Jadranska papalina-biologija i ribolov. Acta Adriat., 16 (26):435-440.
- ZAVODNIK, D., N. ZAVODNIK, 1967. Observations on the biometry and numerical characteristics in sprat (*Sprattus sprattus* L.) in the northern Adriatic. Thalasia Jugosl., 3: 183-194.

PRILOG 1.

Pojedinacna mjerenja snage odjeka standardnog cilja tijekom kalibracije eho-sondera.

#	No.	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	Sa [m ² /nm ²]
#								
#								
	1	12:10:56.72	8.74	-35.69	-43.20	3.36	-2.47	4690
	2	12:11:21.72	8.66	-35.51	-41.69	2.85	-2.47	6943
	3	12:11:22.72	8.64	-35.55	-39.53	1.89	-2.35	11479
	4	12:11:23.72	8.64	-35.50	-39.70	2.01	-2.35	11025
	5	12:11:24.72	8.64	-35.68	-40.37	2.14	-2.47	9457
	6	12:11:29.72	8.64	-35.29	-39.31	1.82	-2.41	11985
	7	12:11:43.72	8.61	-35.21	-37.92	0.41	-2.41	16286
	8	12:11:44.72	8.60	-35.10	-38.10	-0.30	-2.54	15573
	9	12:11:45.72	8.60	-35.35	-38.16	0.15	-2.47	15411
	10	12:11:48.72	8.58	-35.41	-38.52	-0.81	-2.47	14211
	11	12:11:51.72	8.56	-35.03	-39.95	-2.03	-2.60	10179
	12	12:11:54.73	8.56	-35.19	-40.99	-2.42	-2.67	8124
	13	12:12:26.72	8.55	-35.23	-39.12	-1.90	-2.22	12566
	14	12:12:27.72	8.54	-35.24	-38.33	-1.77	-1.90	15453
	15	12:12:29.72	8.48	-35.51	-37.64	-1.45	-1.58	18943
	16	12:12:31.72	8.47	-35.49	-37.19	-1.32	-1.38	21082
	17	12:12:34.72	8.46	-35.75	-36.95	-1.20	-1.06	22491
	18	12:12:36.73	8.45	-35.63	-36.34	-1.00	-0.68	26025
	19	12:12:37.73	8.45	-35.59	-36.25	-1.00	-0.61	26473
	20	12:12:43.73	8.44	-35.69	-35.94	-0.68	-0.10	28673
	21	12:12:44.72	8.43	-35.68	-35.88	-0.62	-0.10	29036
	22	12:12:46.72	8.43	-35.64	-35.77	-0.43	0.22	29777
	23	12:12:50.72	8.42	-35.65	-35.95	-0.17	0.74	28105
	24	12:12:55.72	8.41	-35.51	-36.15	0.22	1.12	26720
	25	12:12:58.72	8.40	-35.44	-36.58	0.28	1.51	24110
	26	12:13:00.72	8.40	-35.15	-37.11	0.54	1.96	21052
	27	12:13:02.72	8.39	-35.12	-37.39	0.67	2.08	19667
	28	12:13:05.72	8.38	-35.09	-38.31	0.86	2.47	15893
	29	12:13:08.72	8.38	-35.02	-39.40	1.12	2.86	12208
	30	12:13:11.72	8.37	-34.98	-40.71	1.37	3.24	9044
	31	12:13:15.72	8.36	-34.99	-42.52	1.50	3.75	6031
	32	12:13:17.72	8.36	-35.03	-43.07	1.57	3.88	5291
	33	12:13:19.72	8.35	-35.41	-44.78	1.89	4.14	3625
	34	12:13:22.72	8.36	-35.15	-44.93	2.01	4.20	3454
	35	12:13:24.72	8.37	-35.21	-46.25	2.66	4.27	2496
	36	12:13:26.72	8.38	-35.41	-46.74	3.04	4.14	2226
	37	12:13:27.72	8.38	-35.37	-45.93	2.98	3.95	2700
	38	12:13:54.72	8.41	-35.25	-45.24	3.17	3.63	3150
	39	12:14:18.72	8.41	-35.11	-43.12	2.79	3.24	5165
	40	12:14:19.72	8.41	-35.08	-43.05	2.85	3.18	5256
	41	12:14:20.73	8.41	-35.11	-42.94	2.79	3.18	5381
	42	12:14:34.73	8.42	-35.34	-42.19	2.79	2.79	6461
	43	12:15:06.72	8.42	-35.76	-40.66	2.34	2.34	9377
	44	12:15:16.73	8.43	-35.75	-39.32	2.08	1.89	13024
	45	12:15:23.72	8.43	-35.78	-38.62	1.89	1.64	15379
	46	12:15:25.72	8.46	-35.95	-40.86	2.91	1.57	9110
	47	12:15:26.72	8.54	-35.95	-42.58	3.49	1.64	5804
	48	12:15:28.72	8.54	-35.96	-42.36	3.49	1.44	6093
	49	12:15:29.72	8.47	-36.05	-41.32	3.11	1.44	8221
	50	12:15:39.72	8.54	-35.72	-39.92	2.79	1.25	10686
	51	12:15:44.73	8.54	-35.68	-39.63	2.79	0.99	11392
	52	12:15:54.72	8.55	-35.54	-39.38	2.85	0.61	11909
	53	12:15:58.73	8.54	-35.66	-39.52	2.91	0.09	11660
	54	12:16:01.72	8.54	-35.62	-39.65	2.98	-0.23	11383
	55	12:16:04.73	8.47	-35.69	-40.31	3.11	-0.80	10273

#	No.	Time	Distance	TS-c	TS-u	Athw.	Along	Sa
#			[m]	[dB]	[dB]	[deg]	[deg]	[m ² /nm ²]
#								
	56	12:16:07.72	8.47	-35.77	-40.64	3.11	-1.13	9514
	57	12:16:13.72	8.54	-35.44	-39.10	2.79	-0.61	12762
	58	12:16:17.72	8.56	-35.47	-38.20	2.46	-0.10	15370
	59	12:16:18.73	8.56	-35.35	-37.97	2.40	0.22	16197
	60	12:16:22.72	8.56	-35.44	-37.90	2.34	0.09	16376
	61	12:16:40.72	8.57	-35.39	-37.23	2.01	-0.23	19106
	62	12:16:55.72	8.57	-35.36	-37.04	1.89	-0.48	19903
	63	12:16:58.72	8.58	-35.30	-36.97	1.82	-0.68	20229
	64	12:17:03.72	8.58	-35.31	-37.03	1.63	-1.13	19942
	65	12:17:08.72	8.59	-35.43	-37.18	1.50	-1.32	19326
	66	12:17:12.72	8.59	-35.38	-37.22	1.37	-1.51	19224
	67	12:17:24.72	8.60	-35.36	-37.33	1.05	-1.83	18734
	68	12:17:26.72	8.61	-35.45	-38.10	1.63	-1.83	15665
	69	12:17:27.72	8.62	-35.43	-38.58	1.95	-1.83	14040
	70	12:17:29.72	8.62	-35.58	-39.69	2.40	-1.90	11052
	71	12:18:00.72	8.62	-35.30	-39.65	2.46	-1.96	11112
	72	12:18:02.72	8.61	-35.51	-41.25	2.72	-2.41	7551
	73	12:18:03.73	8.61	-35.64	-43.13	2.85	-3.05	4879
	74	12:18:04.72	8.60	-35.68	-43.99	2.91	-3.31	4010
	75	12:18:06.72	8.60	-35.57	-45.74	3.23	-3.69	2650
	76	12:18:38.73	8.60	-35.90	-47.72	3.43	-4.08	1672
	77	12:19:29.72	8.58	-35.22	-36.98	-0.10	-1.96	20247
	78	12:19:30.72	8.57	-35.27	-37.13	-0.68	-1.90	19601
	79	12:19:31.72	8.57	-35.24	-37.01	-0.49	-1.90	20190
	80	12:19:32.72	8.57	-35.23	-37.05	-0.36	-1.96	19939
	81	12:19:55.72	8.56	-35.42	-36.38	-0.17	-1.45	23547
	82	12:20:05.72	8.54	-35.58	-36.09	-0.10	-1.06	25972
	83	12:20:09.72	8.45	-35.57	-37.26	-1.71	-0.80	20886
	84	12:20:11.72	8.43	-35.34	-37.95	-2.16	-0.93	17823
	85	12:20:12.72	8.41	-35.30	-40.67	-3.25	-0.93	9312
	86	12:20:13.72	8.41	-35.47	-43.13	-3.96	-0.80	5287
	87	12:20:17.72	8.40	-35.22	-41.18	-3.51	-0.55	8296
	88	12:20:25.72	8.39	-35.18	-40.24	-3.25	-0.16	10283
	89	12:20:26.72	8.39	-35.25	-40.10	-3.19	-0.03	10608
	90	12:20:30.72	8.38	-35.22	-39.55	-2.99	0.29	12033
	91	12:20:33.72	8.38	-35.23	-39.12	-2.80	0.54	13290
	92	12:20:34.72	8.38	-35.14	-39.18	-2.80	0.80	13124
	93	12:20:38.72	8.37	-35.15	-38.98	-2.61	1.12	13751
	94	12:20:42.72	8.36	-35.24	-38.84	-2.35	1.44	14269
	95	12:20:43.73	8.36	-35.23	-38.86	-2.29	1.57	14192
	96	12:20:47.72	8.35	-35.10	-39.09	-2.16	1.96	13631
	97	12:20:51.72	8.34	-35.23	-39.63	-1.90	2.41	12217
	98	12:20:54.72	8.27	-35.23	-40.57	-1.71	2.92	10361
	99	12:20:58.72	8.26	-35.38	-41.29	-1.45	3.24	8819
	100	12:21:00.72	8.25	-35.45	-42.59	-1.26	3.69	6494
	101	12:21:02.72	8.24	-35.31	-43.19	-1.07	3.95	5648
	102	12:21:03.72	8.24	-35.62	-44.12	-0.94	4.14	4581
	103	12:21:17.73	8.24	-35.68	-44.83	-1.13	4.27	3892
	104	12:21:19.72	8.24	-35.59	-45.37	-1.52	4.33	3426
	105	12:21:22.72	8.25	-35.55	-44.60	-0.55	4.33	4093
	106	12:21:23.72	8.26	-35.77	-44.72	-0.10	4.33	3993
	107	12:21:42.72	8.27	-35.62	-43.30	-0.10	4.01	5542
	108	12:21:45.73	8.28	-35.44	-42.43	-0.23	3.82	6772
	109	12:21:47.72	8.28	-35.52	-41.40	-0.23	3.50	8544
	110	12:21:55.72	8.35	-35.21	-40.15	-0.49	3.18	10846
	111	12:22:00.72	8.35	-35.19	-39.32	-0.68	2.86	12943
	112	12:22:01.72	8.36	-35.28	-38.98	-0.81	2.66	13890
	113	12:22:02.72	8.36	-35.35	-38.40	-0.94	2.34	15891

#	No.	Time	Distance	TS-c	TS-u	Athw.	Along	Sa
#			[m]	[dB]	[dB]	[deg]	[deg]	[m ² /nm ²]
#								
114	12:22:07.72	8.37	-35.28	-37.62	-1.13	1.89	18927	
115	12:22:10.72	8.38	-35.19	-37.05	-1.32	1.44	21526	
116	12:22:12.72	8.38	-35.27	-37.06	-1.52	1.19	21449	
117	12:22:13.73	8.38	-35.36	-37.03	-1.52	1.06	21705	
118	12:22:19.72	8.40	-35.24	-37.09	-1.90	0.42	21447	
119	12:22:20.73	8.40	-35.27	-37.28	-2.03	0.16	20513	
120	12:22:24.72	8.41	-35.28	-37.83	-2.29	-0.29	17997	
121	12:22:27.73	8.43	-35.29	-38.46	-2.48	-0.74	15828	
122	12:22:28.72	8.44	-35.18	-39.40	-2.74	-1.25	12699	
123	12:22:29.72	8.44	-35.10	-39.78	-2.80	-1.51	11557	
124	12:22:31.72	8.44	-35.16	-39.85	-2.87	-1.38	11409	
125	12:22:32.72	8.45	-35.18	-40.27	-2.93	-1.58	10330	
126	12:22:34.73	8.46	-35.30	-41.85	-3.19	-2.09	7181	
127	12:22:35.72	8.46	-35.31	-42.61	-3.25	-2.41	5995	
128	12:22:39.72	8.46	-35.18	-42.13	-3.25	-2.22	6694	
129	12:23:00.72	8.43	-35.41	-43.05	-2.61	-3.24	5434	
130	12:23:05.72	8.42	-35.39	-44.39	-2.42	-3.82	3890	
131	12:23:06.72	8.42	-35.56	-44.87	-2.35	-3.95	3474	
132	12:23:08.72	8.41	-35.64	-45.74	-2.29	-4.21	2877	
133	12:23:47.72	8.40	-36.15	-47.87	-2.03	-4.72	1740	
134	12:24:17.72	8.42	-35.22	-43.10	-2.35	-3.50	5231	
135	12:24:18.73	8.43	-35.12	-41.83	-2.48	-2.99	7152	
136	12:24:22.72	8.45	-35.24	-40.50	-2.74	-2.02	9757	
137	12:24:55.72	8.41	-35.74	-46.69	-4.66	-1.45	2302	
138	12:25:00.73	8.47	-35.32	-41.49	-3.38	-1.38	7816	
139	12:25:08.72	8.44	-35.71	-44.91	-4.21	-1.51	3553	
140	12:26:19.72	8.45	-35.02	-37.95	-2.42	-0.55	17649	
141	12:26:45.72	8.38	-34.87	-38.29	-0.62	2.60	15763	
142	12:26:52.72	8.37	-34.75	-40.83	-0.17	3.56	8727	
143	12:27:03.72	8.35	-34.92	-38.51	0.22	2.73	15413	
144	12:27:06.72	8.35	-34.78	-39.23	0.02	3.05	12833	
145	12:27:13.73	8.38	-35.37	-45.26	-0.62	4.52	3113	
146	12:27:14.72	8.39	-35.65	-46.99	-0.68	4.85	2090	
147	12:27:28.72	8.39	-35.96	-47.94	-0.81	4.97	1686	
148	12:28:05.72	8.40	-35.65	-47.53	-0.55	4.97	1847	
149	12:28:17.72	8.36	-34.79	-38.72	0.22	2.86	14344	
150	12:28:38.72	8.26	-35.50	-36.45	0.67	1.25	27280	
151	12:28:39.72	8.25	-35.48	-36.11	0.79	0.86	29282	
152	12:28:55.72	8.26	-35.43	-36.91	0.67	1.64	24345	
153	12:28:57.72	8.24	-35.34	-35.95	1.18	-0.16	30227	
154	12:28:58.72	8.23	-35.38	-36.37	1.37	-0.61	27016	
155	12:29:02.72	8.24	-35.36	-35.95	1.12	0.29	30236	
156	12:29:03.73	8.24	-35.45	-36.09	1.05	0.54	29535	
157	12:29:24.73	8.22	-35.22	-35.64	0.99	0.09	31035	
158	12:29:33.72	8.18	-35.14	-41.00	2.21	-2.92	8927	
159	12:29:34.72	8.17	-35.42	-45.34	2.53	-4.08	3283	
160	12:29:36.72	8.17	-35.07	-42.81	2.46	-3.44	5897	
161	12:29:38.73	8.17	-35.63	-46.71	2.66	-4.34	2426	
162	12:29:39.73	8.18	-34.99	-42.58	2.27	-3.50	6204	
163	12:29:45.73	8.16	-35.95	-47.74	2.91	-4.40	1945	
164	12:29:51.72	8.03	-35.49	-44.97	-0.81	-4.46	3885	
165	12:29:53.72	8.03	-35.64	-45.25	-0.49	-4.53	3657	
166	12:29:55.72	8.03	-35.52	-44.61	-0.55	-4.40	4205	
167	12:30:12.72	8.03	-35.29	-43.07	-0.43	-4.08	6024	
168	12:30:15.72	8.02	-35.19	-41.97	-0.17	-3.82	7791	
169	12:30:17.72	8.01	-35.23	-41.32	-0.10	-3.63	9133	
170	12:30:22.72	8.01	-35.24	-39.91	0.15	-3.18	12621	
171	12:30:23.72	8.00	-35.21	-39.70	0.22	-3.12	13293	

#	No.	Time	Distance	TS-c	TS-u	Athw.	Along	Sa
#			[m]	[dB]	[dB]	[deg]	[deg]	[m ² /nm ²]
#								
	172	12:30:36.72	7.99	-35.52	-38.12	0.47	-2.35	19437
	173	12:30:38.72	7.98	-35.43	-37.51	0.73	-2.02	22171
	174	12:30:44.72	7.97	-35.10	-36.35	1.05	-1.32	27909
	175	12:30:45.72	7.96	-35.22	-36.31	1.18	-1.06	28648
	176	12:30:51.72	7.95	-35.41	-36.59	1.63	-0.16	27667
	177	12:30:53.72	7.94	-35.49	-37.10	1.89	0.22	25151
	178	12:30:54.72	7.94	-35.65	-37.50	1.95	0.54	23304
	179	12:30:55.73	7.86	-35.99	-38.03	2.01	0.67	22401
	180	12:31:01.72	7.84	-35.82	-39.86	2.59	1.51	14369
	181	12:31:03.72	7.84	-35.72	-40.44	2.59	1.96	12545
	182	12:31:08.72	7.83	-35.57	-41.36	2.85	2.21	9899
	183	12:31:10.72	7.83	-35.70	-42.44	2.98	2.53	7708
	184	12:31:13.72	7.82	-35.81	-44.71	3.30	3.11	4548
	185	12:31:14.72	7.82	-35.84	-45.40	3.36	3.30	3876