



# INSTITUT ZA OCEANOGRFIJU I RIBARSTVO

## PELAGIJSKI MONITORING (Projekt PELMON)

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



Split, 2005.

**Institut za oceanografiju i ribarstvo - Split**

**Pelagijski monitoring u Jadranskome moru (PELMON 2005)**

Suradnici:

dr.sc. Bogner Danijela – hidrografija  
dr.sc. Dadić Vlado – računalna kartografija i GIS  
dr.sc. Grbec Branka – hidrografija  
dr.sc. Grubišić Leon – hidroakustika  
dr.sc. Kršinić Frano – zooplankton  
dr.sc. Kušpilić Grozdan – hidrografija  
dr.sc. Marasović Ivona – fitoplankton  
dr.sc. Matić Skoko Sanja – biologija riba  
dr.sc. Ninčević Gladan Živana – fitoplankton  
dr.sc. Tičina Vjekoslav – hidroakustika  
dr.sc. Vidjak Olja – zooplankton  
mr.sc. Bojanić Dubravka – zooplankton  
mr.sc. Emrić Tičina Vanja – hidroakustika  
mr.sc. Matić Frano – hidrografija  
dipl.ing. Kuić Domagoj – hidrografija  
dipl.ing. Marušić Ivo – uzorkovanje i obrada riba  
dipl.ing. Mia Buzančić – fitoplankton  
dipl.ing. Prelesnik Heliodor – fitoplankton  
dipl.ing. Vlahović Vanja – uzorkovanje i obrada riba  
Jurić Zoran – zooplankton

Voditelj programa:

Ravnateljica Instituta:

---

dr.sc. Vjekoslav Tičina

---

Prof.dr.sc. Ivona Marasović

## SADRŽAJ:

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>PREDGOVOR</b>                                                                        | <b>3</b>   |
| <b>1. UVOD</b>                                                                          | <b>4</b>   |
| <b>2. CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA</b>                                                 | <b>5</b>   |
| <b>3. SITNA PLAVA RIBA U JADRANU</b>                                                    | <b>6</b>   |
| 3.1. Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu                             | 6          |
| 3.2. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu                                        | 9          |
| 3.2.1. Srdela ( <i>Sardina pilchardus</i> WALB)                                         | 9          |
| 3.2.2. Inćun ili brgljun ( <i>Engraulis encrasicolus</i> L.)                            | 10         |
| 3.2.3. Papalina ( <i>Sprattus sprattus</i> L.)                                          | 11         |
| <b>4. METODE ISTRAŽIVANJA</b>                                                           | <b>13</b>  |
| 4.1. Metoda hidroakustičkog uzorkovanja                                                 | 13         |
| 4.1.1. Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja                                     | 13         |
| 4.1.2. Opis sustava eho-sondera s ehointegratorom korištenog pri akustičkom uzorkovanju | 17         |
| 4.1.3. Kalibracija pretvarača eho-sondera                                               | 19         |
| 4.1.4. Procjena količine ribe ehointegratorom                                           | 22         |
| 4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora                                 | 25         |
| 4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona                                   | 25         |
| 4.3.1. Određivanje koncentracije klorofila a                                            | 25         |
| 4.3.2. Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice                                  | 27         |
| 4.4. Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona                                    | 27         |
| 4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom kočom                         | 29         |
| 4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom kočom         | 39         |
| 4.7. Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti                             | 42         |
| <b>5. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA</b>                                                         | <b>44</b>  |
| 5.1. Način određivanja područja i zona za potrebe eho-monitoringa                       | 44         |
| <b>6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA</b>                                                        | <b>50</b>  |
| 6.1. Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području                              | 50         |
| 6.1.1. Termohalina svojstva                                                             | 50         |
| 6.1.2. Otopljeni kisik                                                                  | 55         |
| 6.1.3. Fitoplankton                                                                     | 61         |
| 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                                                       | 100        |
| 6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio                                                     | 103        |
| 6.2.4. Otvoreno more – srednji dio                                                      | 107        |
| 6.2.5. Otvoreno more – južni dio                                                        | 111        |
| 6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe         | 115        |
| 6.3.1. Srdela                                                                           | 115        |
| 6.3.2. Inćun                                                                            | 119        |
| 6.3.3. Papalina                                                                         | 125        |
| 6.3.4. Ostale pelagičke vrste                                                           | 128        |
| 6.3.5. Ostale vrste                                                                     | 131        |
| 6.3.6. Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta       | 134        |
| 6.3.7. Procjena najveće dozvoljene količine izlova (MSY)                                | 136        |
| <b>7. ZAKLJUČCI I PREPORUKE</b>                                                         | <b>138</b> |
| <b>8. KORIŠTENA LITERATURA</b>                                                          | <b>142</b> |
| <b>PRILOG 1.</b>                                                                        | <b>146</b> |

## **PREDGOVOR**

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

Ova je istraživanja bilo nužno započeti kako bi se došlo do znanstveno utemeljenih spoznaja nužnih za pravilno dugoročno gospodarenje živim prirodnim bogatstvima našega mora. Za to je, pored poznavanja socijalnih i ekonomskih prilika stanovništva, potrebno u prvom redu poznavanje rasprostranjenosti i obimnosti iskorištavanih populacija sitne plave ribe, kao i bioloških karakteristika koje određuju njihovo obnavljanje tijekom vremena. Poznavanje obimnosti te načina i brzine obnavljanja iskorištavanih populacija, predstavljaju osnovne spoznaje na kojima se temelji određivanje dozvoljene razine iskorištavanja. Temeljem brojnih znanstvenih istraživanja, danas je poznat dobar dio bioloških osobitosti gospodarski značajnih iskorištavanih populacija, ali je često nepoznata njihova obimnost, kao i njihova prirodna kolebanja tijekom vremena. Ovo se poglavito odnosi na populacije pelagičnih organizama među kojima se, po svojoj gospodarskoj važnosti u Jadranskom moru, poglavito ističu populacije sitne plave ribe (srdele, incuna i papaline).

Pored činjenice da sitna plava riba predstavlja osnovnu sirovinu riboprerađivačke industrije u Republici Hrvatskoj koja osigurava zaposlenje mnogim ljudima (poglavito ženama) na obali i otocima, sitna plava riba se također smatra osnovnom hranom koja se koristi i u marikulturi, posebice prilikom kaveznog 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 pelagičnih organizama, primjena hidroakustičkih metoda je postala nezaobilazna metoda rada u svjetskim morima. Zašto je to baš tako? Pored mnoštva drugih različitih izravnih i neizravnih metoda korištenih u ribarstvenim istraživanjima, samo se tijekom izravnih terenskih opažanja korištenjem hidroakustičkih metoda može odgovoriti na pitanje:

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

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

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

Ovaj princip širenja i odbijanja zvuka jednak je i u zraku i u vodi. Razlika je jedino u tome što se zvuk u vodi širi oko 4,4 puta brže nego u zraku, a razlog tome je veća gustoća vode nego zraka. Tako se zvuk u zraku širi brzinom od "samo" 340 metara u sekundi, a u vodi brzinom od oko 1500 metara u sekundi. Dakle, osnovni princip rada svakog eho-sondera (koji se u osnovi sastoji od odašiljača električnih impulsa, pretvarača ili sonde, prijemnika s pojačalom električnih impulsa i prikazivača povratnih signala) zasniva se na odašiljanju zvučnih signala u moru ili vodi, mjerenju vremena koje je potrebno da se oni odbiju odorskog dna ili ribe i vrate natrag kao eho do uređaja koji ih registrira te mjerenju njihovog intenziteta. Pri tome najznačajniju ulogu u pretvorbi električnih impulsa u zvučne i obratno, ima pretvarač (sonda) koji je izrađen od piezoelektričnih kristala. Za izradu pretvarača koriste se najčešće kristali barijevog titanata koji imaju svojstvo da, na osnovu pojave piezoelektriciteta, električne impulse određene frekvencije pretvaraju u zvučne signale

jednake frekvencije, te da zvučne signale pretvaraju u električne impulse određenog intenziteta u ovisnosti o intenzitetu primljenog eho signala.

## **2. CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA**

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

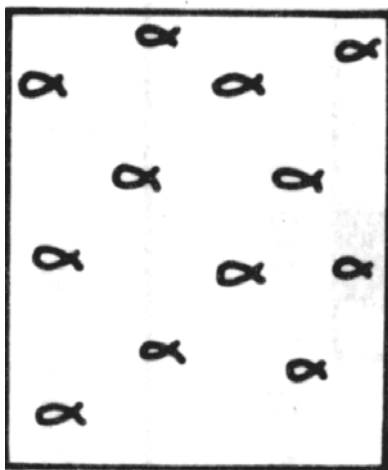
S tim u vezi, osnovni zadatak eho-monitoringa je da se primjenom hidroakustičkih metoda dođe do važnih bioloških spoznaja o pojedinim gospodarski značajnim vrstama živih organizama u Jadranskom moru. Najvažnije spoznaje do kojih se tijekom ovih istraživanja želi doći su zemljopisna rasprostranjenost 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 surađuju hrvatski i talijanski znanstvenici. Ovakav međunarodni pristup problemu nužan je zbog činjenice da su populacije gospodarski najvažnijih vrsta sitnih pelagičnih riba (srdela, incun, papalina) široko rasprostranjene i izvan nacionalnih granica navedenih zemalja te stoga predstavljaju zajednička prirodna bogatstva koja treba i zajednički nadzirati redovitim eho-monitoringom s ciljem pribavljanja informacija o stanju iskorištavanog ribljeg stoka kao i stanju u ekosustavu pelagijala Jadranskog mora, neophodnih za pravilno dugoročno održivo gospodarenje morskim ekosustavima.

### 3. SITNA PLAVA RIBA U JADRANU

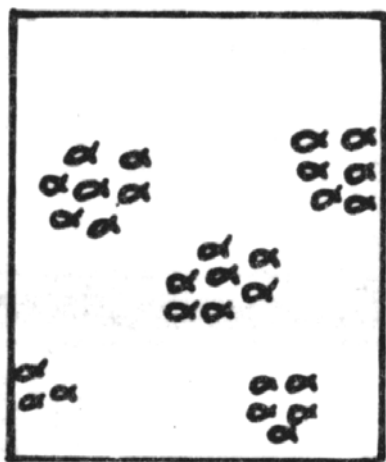
#### 3.1. Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu

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

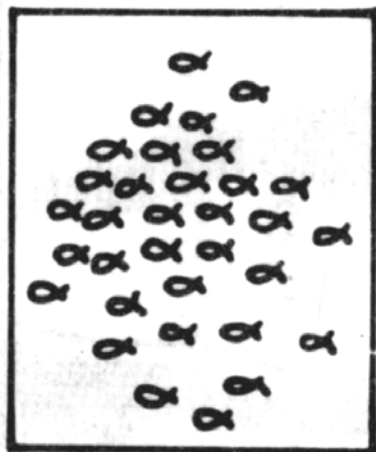
1. raspršena raspodjela pojedinačnih riba (Slika 1)
2. skup riba u manjim raspršenim nakupinama (plovama) (Slika 2)
3. velike nakupine (akumulacije) riba (Slika 3).



Slika 1. Shematski prikaz raspršene raspodjele pojedinačnih riba.



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



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

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

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

U slučaju raspršene raspodjele, ehogram ima izgled mnoštva sitnih točaka, raštrkanih od površine do dna mora. Ako se ovaj tip prostorne raspodjele riba nalazi na području kraćem od 1 Nm (nautička milja), smatra se da ima lokalni karakter. Međutim, ovaj tip raspodjele može biti prisutan i na mnogo većem području, koji se tada na ehogramu vidi kao manje ili više raspršeni sloj koji se može protezati duljinom od više nautičkih milja. Općenito govoreći, raspršena prostorna raspodjela sitne plave ribe je uobičajena tijekom noćnih sati tj. kada je vidljivost u morskoj sredini bitno smanjena.

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

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

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

Pri pokušaju određivanja vrste ribe na temelju izgleda zabilježenih ehograma, svakako treba uzeti u obzir učinak osnovnih parametara hidroakustičnih instrumenata. Oblik, veličina i boja zapisa različitih riba i njihovih plova u znatnom stupnju ovise o odabranoj osjetljivosti samog uređaja, brzini kretanja ehograma, kao i brzini kretanja samog plovila. S druge strane, ne smije se zanemariti činjenice da odjek ili echo (kojega echo-sonder registrira) ovisi i o vrsti i veličini pojedinačnih riba, odnosno gustoći njihovih plova i/ili nakupina. Nadalje, u nastojanjima određivanja vrste na osnovi ehograma potrebno je prepoznati i utjecaj duljine trajanja zvučnog impulsa, usmjerenosti pretvarača, korištene radne frekvencije odašiljača i

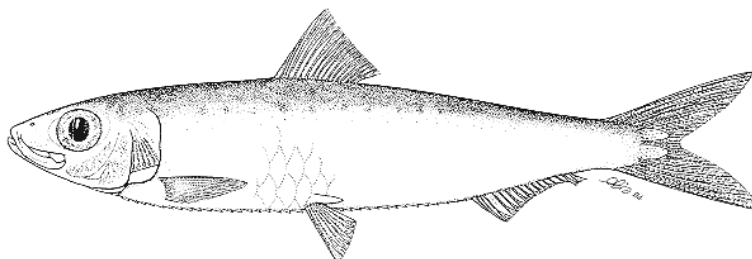
pretvarača te prisustva buke i reverberancije. Tek nakon razmatranja svih navedenih utjecaja, moguće je razlučiti prave geometrijske i strukturalne osobine ehograma korištenih za prepoznavanje pojedinih vrsta ribe. U tome nam je od velike pomoći poznavanje načina ponašanja pojedinih vrsta riba u određenim uvjetima.

### 3.2. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu

#### 3.2.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB)

Srdela pripada obitelji Clupeidae, reda Clupeiformes (Slika 4). U Jadranskom moru može doživjeti starost od 8 do 9 godina (Sinovčić i sur., 1991) i naraste do 25 cm ukupne tjelesne duljine, ali obično doseže 15 do 20 cm ukupne duljine. Hrani se uglavnom planktonskim račićima, ali također i većim organizmima (Vučetić, 1963; Whitehead, 1985). Osnovni ribolovni alati koji se koriste u lovu na srdele na Jadranu su mreže plivarice i pelagična koća koju vuče par brodova. Srdela predstavlja oko 80% ukupnog hrvatskog ulova u Jadranu (Sinovčić i sur., 1991; Jardas, 1996). Ova pelagična vrsta ribe tvori velike plove kojima se ponekada pridružuju i druge vrste pelagičnih riba. Srdela je rasprostranjena u cijelom Jadranu. Također je primijećeno da sjevernojadranska subpopulacija srdele longitudinalno migrira, odnosno da se zimi preseljava južnije, a ljeti povlači sjevernije duž zapadne obale Istre (Kačić, 1981; Tičina i sur., 2000a). Prema Teskeredžić (1978), te Gamulin i Hure (1983) srdela se mrijesti uglavnom u području Kvarnera i vodama izvan Dugog Otoka. Općenito govoreći, mrijesti se zimi u dubljim vodama Jadrana, sa maksimumom mrijesta u prosincu i siječnju (Mužinić, 1954). Sinovčić (1984) daje opis bioloških parametara populacije srdele za Jadran. Srdela na tržište dolazi svježa, zamrznuta, konzervirana, dimljena, sušena i usoljena. Pored toga, srdela se ponekada koristi u proizvodnji ribljeg brašna (Frimodt, 1995), a u novije vrijeme i kao neizostavna komponenta hrane pri tovu tunja u kavezima (Katavić i sur., 2001).

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



FAO

Slika 4. Srdela, *Sardina pilchardus* (Iz: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

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

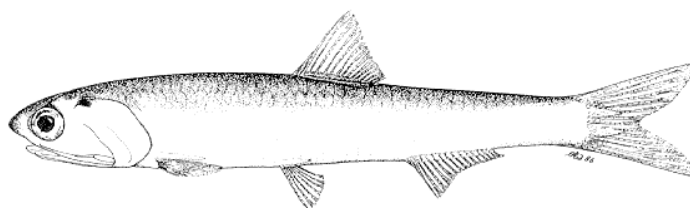
Inćun (Slika 5) je jedina borealna vrsta iz obitelji Engraulidae, reda Clupeiformes u Jadranskom moru. Prisutan je u cijelom Jadranu, gdje u prosjeku doživi 3 do 4 godine i doseže ukupnu duljinu tijela do 20 cm (Sinovčić, 2000). Pelagička je riba i u pelagijalu stvara velike plove. Podnosi širok raspon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

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



Uobičajeni nazivi na Jadrani:

|             |                  |
|-------------|------------------|
| hrvatski-   | inćun/brgljun    |
| talijanski- | acciuga/alice    |
| slovenski-  | sardon/inćun     |
| FAO naziv-  | European anchovy |



FAO

Slika 5. Inćun, *Engraulis encrasicolus* (Iz: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org))

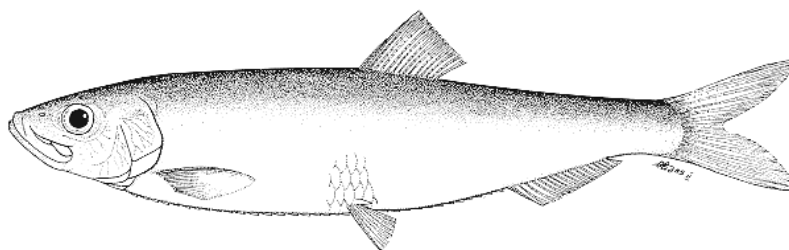
### 3.2.3. Papalina (*Sprattus sprattus* L.)

Papalina, *Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758) je mala plava riba koja pripada porodici Clupeidae (Slika 6). Poput inćuna, i papalina biogeografski pripada skupini atlantsko-borealnih vrsta unutar atlantsko-mediteranske regije. Glavnina jadranske populacije papaline zadržava se u srednjem i sjevernom dijelu mora (Zavodnik, 1969b). Prema nekim autorima moguće je da postoje dvije populacije papaline u sjevernom Jadranu, migratorna (koja dolazi do naših obala zimi) te stacionarna (koja se stalno zadržava uz talijansku obalu) (Zavodnik i Zavodnik, 1967; Tičina, 2000). Prema istraživanjima Krajnović-Ozretić (1975) postoje razlike između jadranske i atlantske populacije, a budući su i reproduktivno izolirane moguće je da se radi o dvije različite subpopulacije. U Jadranu papalina dostiže spolnu zrelost i počinje se mrijestiti krajem prve i početkom druge godine života, što odgovara ukupnoj duljini tijela od 11 do 12 cm (Zavodnik, 1969c; Tičina 2000). Mrijesti se od studenog do travnja. Procjenjuje se da papalina u Jadranu doživljava starost od 5 godina. Ženke su u prosjeku nešto malo veće od mužjaka. Hrani se isključivo zooplanktonom, uglavnom kopepodima, ali i drugim vrstama planktonskih organizama (Tičina i sur., 2000b). Poradi manjeg zanimanja tržišta za papalinu,

gospodarska važnost ove vrste je, u usporedbi sa srdelom i inćunom, znatno manja, ali još uvijek značajna (Zavodnik, 1974; Tičina 2000).

Uobičajeni nazivi na Jadranu:

|             |                |
|-------------|----------------|
| hrvatski-   | papalina       |
| talijanski- | spratto        |
| slovenski-  | papalina       |
| FAO naziv-  | European sprat |



FAO

Slika 6. Papalina, *Sprattus sprattus* (Iz: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org))

## 4. METODE ISTRAŽIVANJA

Osnovu eho-monitoringa predstavljala je kalibrirana metoda hidroakustičnog uzorkovanja upotrebom specijaliziranog eho-sondera s ehointegratorom, popraćena ciljanim uzorkovanjem sitne plave ribe pelagičnom kočom, te standardnim oceanografskim uzorkovanjem. Pored toga, tijekom cjelokupnog eho-monitoringa neprekidno su prikupljani i podaci o položaju i brzini kretanja istraživačkog broda upotrebom 12-kanalnog GPS-a točnosti  $\pm 5$  m.

### 4.1. Metoda hidroakustičkog uzorkovanja

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

#### 4.1.1. Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja

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

Tijekom eho-monitoringa sitne plave ribe, zvučni valovi nastaju i šire se u morskoj sredini, pa je zvučno polje ograničeno između površine i morskog dna. Brzina širenja zvučnih valova u moru je višestruko veća od brzine širenja u zraku. Međutim brzina širenja zvuka u moru nije stalna, već se mijenja u ovisnosti o gustoći morske vode. Budući da je gustoća morske vode određena temperaturom, slanošću i pritiskom (dubinom), to su glavni čimbenici koji utječu na brzinu širenja zvuka u moru. Brzina zvuka u moru ( $c$ ) obično se izračunava

korištenjem empirijske formule s tri nezavisne varijable i to: temperaturom (T) u °C, salinitetom (S) izraženim u psu i dubinom mora (D) u metrima, prema formuli:

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

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

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

$$\lambda = c / f$$

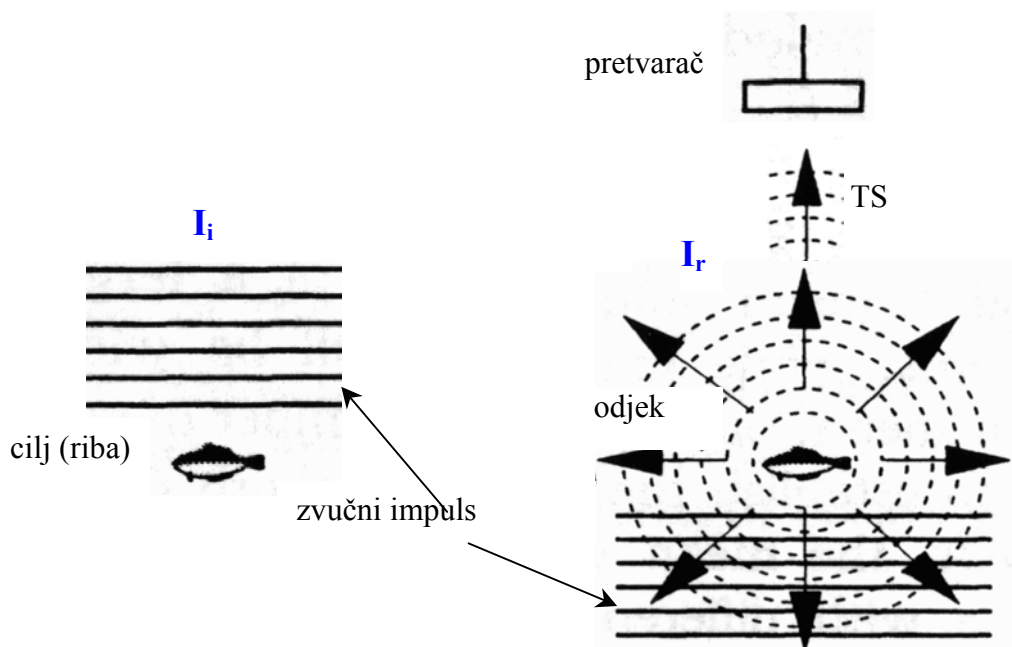
Ako je izvor zvuka manji od jedne valne dužine, tada će se zvučni valovi širiti jednoliko u svim smjerovima oko izvora zvuka. Međutim, ako je izvor zvuka neka ravna ploha, koja je veća od valne duljine nastalog zvuka, zvuk će se širiti u jednom određenom smjeru. Takav usmjereni zvuk koji se širi u određenom 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/m<sup>2</sup>). Isto tako u skladu sa SI sustavom, jedinica za mjerenje intenziteta (jakosti) zvuka bila bi 1 W/m<sup>2</sup>.

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<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup>, a koji predstavlja donju granicu čujnosti ljudskog uha, što odgovara intenzitetu zvuka od 0 dB. Smatra se da zvuk jakosti 120 dB (ili 1 W/m<sup>2</sup>) 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 akustičkog poprečnog presjeka koja je okomita na smjer dolazećih zvučnih valova (acoustic cross-section). Ova površina poprečnog presjeka prepreke koja reflektira eho signale označava se sa sigma ( $\sigma$ ), izražava se u  $m^2$  i računa se prema formuli:

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

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

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

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

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

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

Za veliku većinu riba, snaga cilja se kreće u rasponu od  $-60$  do  $-20$  dB, što ovisi o veličini ribe i njenim akustičkim svojstvima. Ribe s plivaćim mjehurom imat će mnogostruko

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

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

gdje je L ukupna duljina ribe izražena u cm.

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

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

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

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

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

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

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

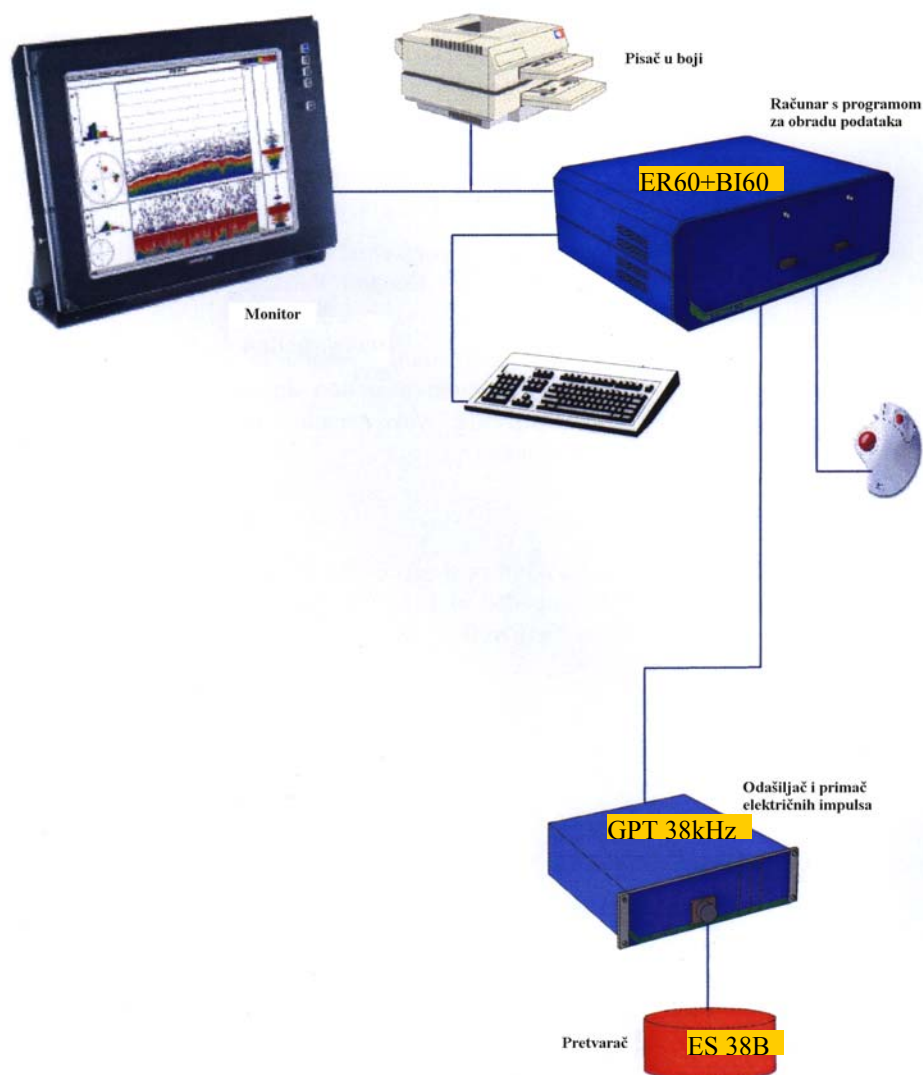
Upijanje zvučne energije izravno ovisi o specifičnom akustičkom otporu, koji se suprotstavlja širenju zvučnih valova u zvučnom polju. Pored toga, upijanje zvuka je proporcionalno frekvenciji zvuka. Utjecaj frekvencije ( $f$ ) na upijanje zvuka u moru opisan je Thorp-ovom formulom:

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

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

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

Tijekom eho-monitoringa, s ciljem hidroakustičkog uzorkovanja, korišten je najsuvremeniji znanstveni eho-sonder SIMRAD EK60 s ugrađenim digitalnim eho-integratorom namjenjenim za ribarstvena istraživanja. Osnovna razlika između komercijalnih eho-sondera korištenih u ribarstvu i EK60 namjenjenog za znanstvena istraživanja je u neusporedivo većoj preciznosti elektroničke obrade odaslanih i primljenih signala, te mnogostruko većoj osjetljivosti samog pretvarača. Ove karakteristike omogućavaju eho-sonderu EK60 detekciju vrlo precizno mjerenje eho signala pojedinačnih riba i na dubinama mora preko 600 metara. Rad EK60 zasniva se na najsuvremenijoj tehnologiji podijeljenog zvučnog snopa (split-beam). Uređaj se sastoji od odašiljača i prijemnika električnih signala (GPT), pretvarača ili sonde i računara s pripadajućim programskim paketom. Shematski prikaz cijelog sustava eho-sondera EK60 prikazan je na slici 8.

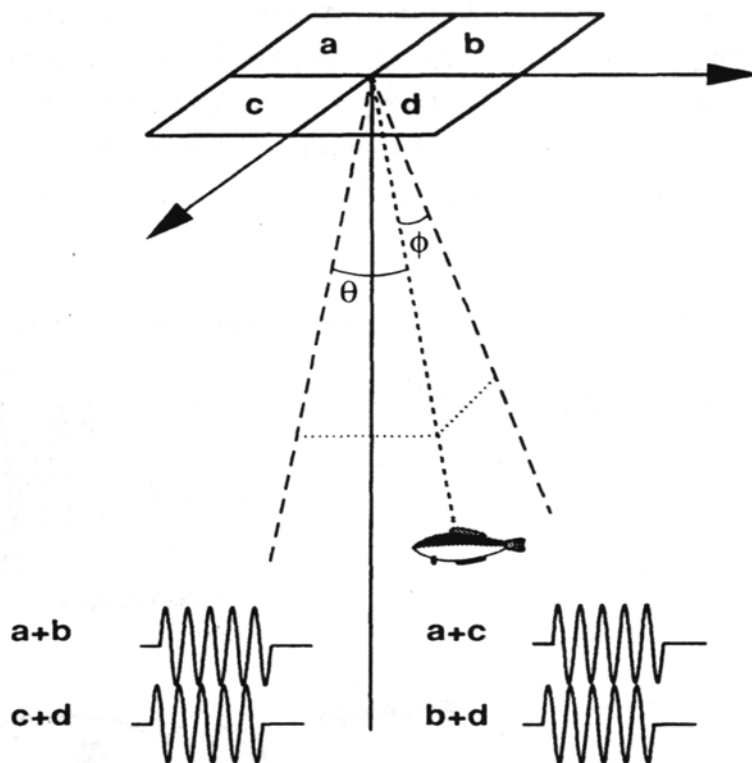


Slika 8. Shematski prikaz korištenog hidroakustičkog sustava eho-sondera EK60.

Odašiljač eho-sondera (GPT) povezan je s pretvaračem SIMRAD tipa ES38B radne frekvencije 38 kHz i širine zvučnog snopa od  $7^\circ$ , koji je podijeljen u četiri jednaka dijela ili kvadranta. Početni električni impuls odašiljača, pretvarač pretvara u jedan jedinstveni zvučni impuls kojeg šalje prema ribi. Međutim, zahvaljujući podijeljenosti pretvarača, svaki od njegova četiri dijela zasebno analizira primljene eho signale. Na osnovi četiri istovremene, ali zasebne analize svakog eho signala pojedine ribe, omogućuje se točna prostorna određenost svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa. To se postiže na osnovi analize faznih razlika primljenog eho signala uzrokovanih različitim položajem ribe u odnosu na akustičku os pretvarača s obzirom na njegova četiri dijela (Slika 9). Ovo istovremeno omogućuje i izravno mjerenje snage odjeka svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa (MacLennan i Simmonds,



1995). Valna duljina korištenog ultrazvuka tijekom eho-detekcije je bila 3,95 cm uz upotrebu kratkih zvučnih impulsa vremenskog trajanja od 1,024 ms.



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

Tijekom ovog istraživanja pretvarač je bio ugrađen na podvodnom dijelu trupa istraživačkog broda «BIOS» što omogućilo hidroakustičko uzorkovanje pri brzini kretanja broda od oko 8-9 čvorova. Za prikupljanje akustičkih podataka korišten je programski paket za eho-sonder ER60, a za obradu podataka programski paket BI60 (verzija 2.1.0.).

#### 4.1.3. Kalibracija pretvarača eho-sondera

Poradi utvrđivanja točnosti mjerenja povratnih eho-signalâ, neposredno prije samog istraživanja obavljena je kalibracija pretvarača eho-sondera tipa ES 38B (serijski broj: 30269) ugrađenog na i/b «BIOS», u skladu sa SIMRAD-ovim naputcima. Pri tome je korišten standardni cilj za kalibraciju pretvarača radne frekvencije od 38 kHz, tj. standardizirana bakrena kugla promjera gustoće  $8945 \text{ kg/m}^3$ , promjera 60 mm i snage odjeka od  $-33,6 \text{ dB}$  (Slika 10). Neposredno prije uranjanja u more, standardiziranu bakrenu kuglu se namače u blagoj otopini deterdženta da se izbjegne zadržavanje sitnih zračnih mjehurića na površini kugle (Slika 11). U suprotnom, prisustvo zračnih mjehurića na površini kugle poremetilo bi

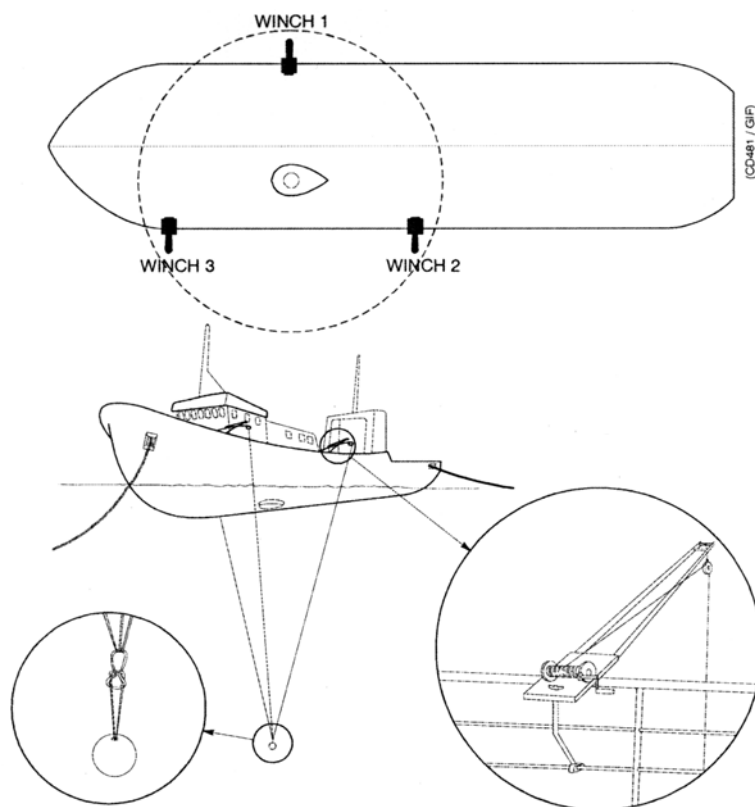
njene standardne karakteristike. Za vrijeme postupka kalibracije (Slika 12), bakrena kugla je uz pomoć tri najlonske niti držana na udaljenosti od oko 8 metara od pretvarača, te lagano pomicala u svim djelovima zvučnog snopa. Dubina mora na mjestu kalibracije je bila 15 m. Na osnovi izmjerene temperature i slanosti mora, izračunata je brzina širenja zvuka u moru tijekom kalibracije od 1532 m/s, te koeficijent upijanja zvuka od 7,8 dB/km. Izvorni rezultati kalibracije pri opisanim uvjetima, izneseni su u Tablici 1.



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



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



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

Za vrijeme trajanja kalibracije, izvršeno je ukupno 184 pojedinačnih mjerenja snage odjeka standardnog cilja (Cu-kugle) u različitim dijelovima zvučnog snopa. Rezultati pojedinačnih mjerenja dani su u Prilogu 1 ovog izvješća.

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

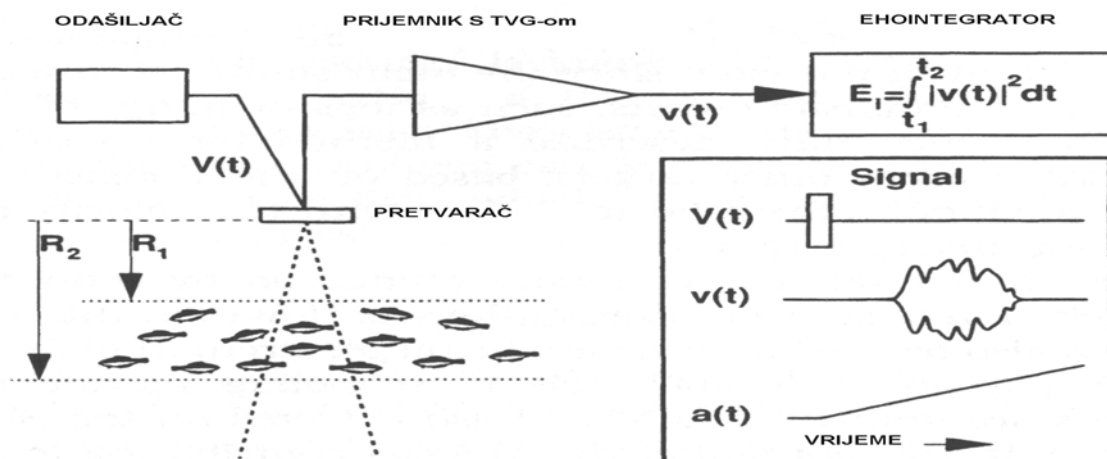
|                    |            |                     |           |
|--------------------|------------|---------------------|-----------|
| Date               | 2005-08-19 | Calibration version | 1.0.0.9   |
| Reference target:  |            |                     |           |
| TS                 | -33,60 dB  | Min.distance        | 5,00 m    |
| TS deviation       | 5,0 dB     | Max. distance       | 12,00 m   |
| Transducer:        | ES38B      | Serial no.          | 30269     |
| Frequency          | 38000 Hz   | Beam type:          | split     |
| Gain               | 25,68 dB   | Two way beam angle  | -20,6 dB  |
| Athw. angle sens.  | 21,90      | Along. angle sens.  | 21,90     |
| Athw. beam angle   | 7,01 deg   | Along. beam angle   | 7,09 deg  |
| Athw. offset angle | 0,03 deg   | Along. offset angle | -0,05 deg |
| SaCorrection       | -0,58 dB   | depth               | 2,60 m    |

Tablica 1. Nastavak

|                                              |           |                     |                  |
|----------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------|
| <b>Transceiver GPT 38 kHz</b>                |           |                     |                  |
| Pulse duration                               | 1,024 ms  | Sample interval     | 0,195 m          |
| Power                                        | 2000 W    | Receiver bandwidth  | 2,43 kHz         |
| <b>Sounder type: EK60 version ComSounder</b> |           |                     |                  |
| <b>TS detection</b>                          |           |                     |                  |
| Min. value                                   | -50,0 dB  |                     |                  |
| Max. beam comp.                              | 6,0 dB    | Min. echo-length    | 80%              |
| Max. phase dev.                              | 8,0       | Max. echo-length    | 180%             |
| <b>Environment</b>                           |           |                     |                  |
| Absorption coeff.                            | 7,8 db/km | Sound velocity      | 1532,0 ms        |
| <b>Beam model results:</b>                   |           |                     |                  |
| Transducer gain                              | 25,85 dB  | SaCorrection        | -0,72 dB         |
| Athw. beam angle                             | 7,10 deg  | Along. beam angle   | 7,10 deg         |
| Athw. offset angle                           | 0,02 deg  | Along. offset angle | -0,04 deg        |
| <b>Data deviation from beam model</b>        |           |                     |                  |
| RMS = 0,09 dB                                |           |                     |                  |
| Max. = 0,19 dB                               | No. = 133 | Athw. = 1,7 deg     | Along = 1,4 deg  |
| Min. = -0,25 dB                              | No. = 27  | Athw. = 4,6 deg     | Along = -2,3 deg |

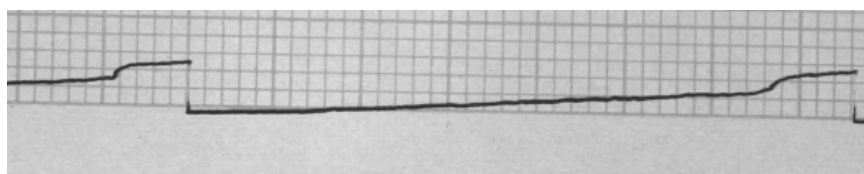
#### 4.1.4. Procjena količine ribe ehointegratorom

Prilikom ribarstvenih istraživanja kojima je cilj procjena relativne obimnosti ribljih naselja, pored okomitog ehosondera koristi se uređaj nazvan ehointegrator. Ehointegrator može biti napravljen kao zaseban uređaj koji se priključuje na ehosonder koji je predviđen za to, ili pak može biti ugrađen u kućište ehosondera kao što je to slučaj kod korištenog ehosondera EK60. Eho-integrator je spojen s eho-sonderom tako da od njega dobiva pojačane eho-sigale. Pojednostavljeno rečeno, uloga ehointegratora bi bila integriranje svih pojedinačnih eho-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 grafički prikaz zbroja eho-signala na milimetarskom papiru (Slika 14), pa su se vrijednosti eho-integrala izražavale u mm/Nm.



Slika 14. Zapis eho-integrala na milimetarskom papiru.

Kod modernijih digitalnih ehointegratora vrijednosti eho-integrala izražavaju se preko tzv.  $S_A$ -vrijednosti. Korištenje  $S_A$  vrijednosti eho integrala je iz praktičnih razloga u uporabu uveo sam proizvođač hidroakustičke opreme SIMRAD (Simrad, 1996). Izmjerena vrijednost zapravo predstavlja integral vrijednosti površine akustičkog poprečnog presjeka svih detektiranih riba izražen na jedinicu površine  $\sigma_A$  ( $\text{m}^2/\text{m}^2$ ) u točno određenom dijelu vodenog stupca ( $R_2-R_1$ ) koji se računa prema formuli:

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

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

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

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

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

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

Gustoća ribljih populacija ( $\rho$ ) 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 sur., 1997):

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

## 4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora

Za vrijeme eho-monitoringa obavljenog u kolovozu i rujnu 2005. 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 multisoninama IDRONAUT 316 i SEABIRD 25, s korakom osrednjavanja od jedan metar, na ukupno 41 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 hidroakustičko uzorkovanje.

Uzorci morske vode za određivanje sadržaja kisika uzeti su crpcima "Hidro-Bios" (Kiel, Njemačka), jednokratno na 19 postaja. Sadržaj otopljenog kisika u uzorcima određen je standardnom titracijom s tiosulfatom prema Winkler-u (Strickland i Parsons, 1972), a iz odnosa ustanovljenog i teoretskog sadržaja izračunato je zasićenje vodenog stupca kisikom ( $O_2$  %).

## 4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona

Uzorkovanje morske vode za analizu fitoplanktona obavljeno je jednokratno na 19 postaja. Uzorci morske vode sakupljeni su Nansenovim crpcima volumena 1,7 litara (Slika 15), na dubinama od 0, 30, 50, 75 i 100 metara, a u skladu s dubinom mora na svakoj pojedinoj postaji.

### 4.3.1. Određivanje koncentracije klorofila *a*

Procjena veličina fitoplanktonske biomase se određuje mjerenjem koncentracije klorofila *a*. Klorofil *a* u uzorcima je određivan flouometrijskom metodom (Strickland i Parsons, 1972).



Slika 15. Uzimanje uzoraka morske vode iz Nansenovih crpaca za analizu koncentracije otopljenog kisika i fitoplanktona (Foto: V. Tičina).

Poduzorci morske vode volumena 500 ml filtrirani su uz vakum od 65 Kpa kroz staklene filtere «Whatman» GF/F, promjera 47 mm i veličine pora oko 0.7  $\mu\text{m}$  (Slika 16). Nakon filtriranja filteri su spremljeni u zamrzivač, a flourometrijska analiza je obavljena odmah nakon putovanja. Filter sa sadržajem je homogeniziran uz dodatak 90 % acetona. Suspenzija je zatim prelivena u epruvetu za centrifugiranje volumena 12 ml, a homogenizator ispran sa 90 % acetonom. Ekstrakti sakupljeni u epruveti nadopunjeni su acetonom do 12 ml, nakon čega su ostavljeni u mraku (120 minuta) da bi se završila ekstrakcija pigmenata. Acetonski ekstrakt je zatim centrifugiran 5-10 minuta na 5000 G. Nakon toga supernatant je prebačen u kivetu i određena mu je flourescencija prije i nakon zakiseljavanja (2 kapi 5% HCl). Za određivanje flourescencije korišten je flourometar Turner TD 700.





Slika 16. Filtriranje poduzoraka morske vode za analizu klorofila *a* (Foto: V. Tičina).

#### 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 kolovozu 2005. godine uzorci su uzeti na 25 postaje Nansenovom planktonskom mrežom (Slika 17) opskrbljenom mehanizmom za zatvaranje,

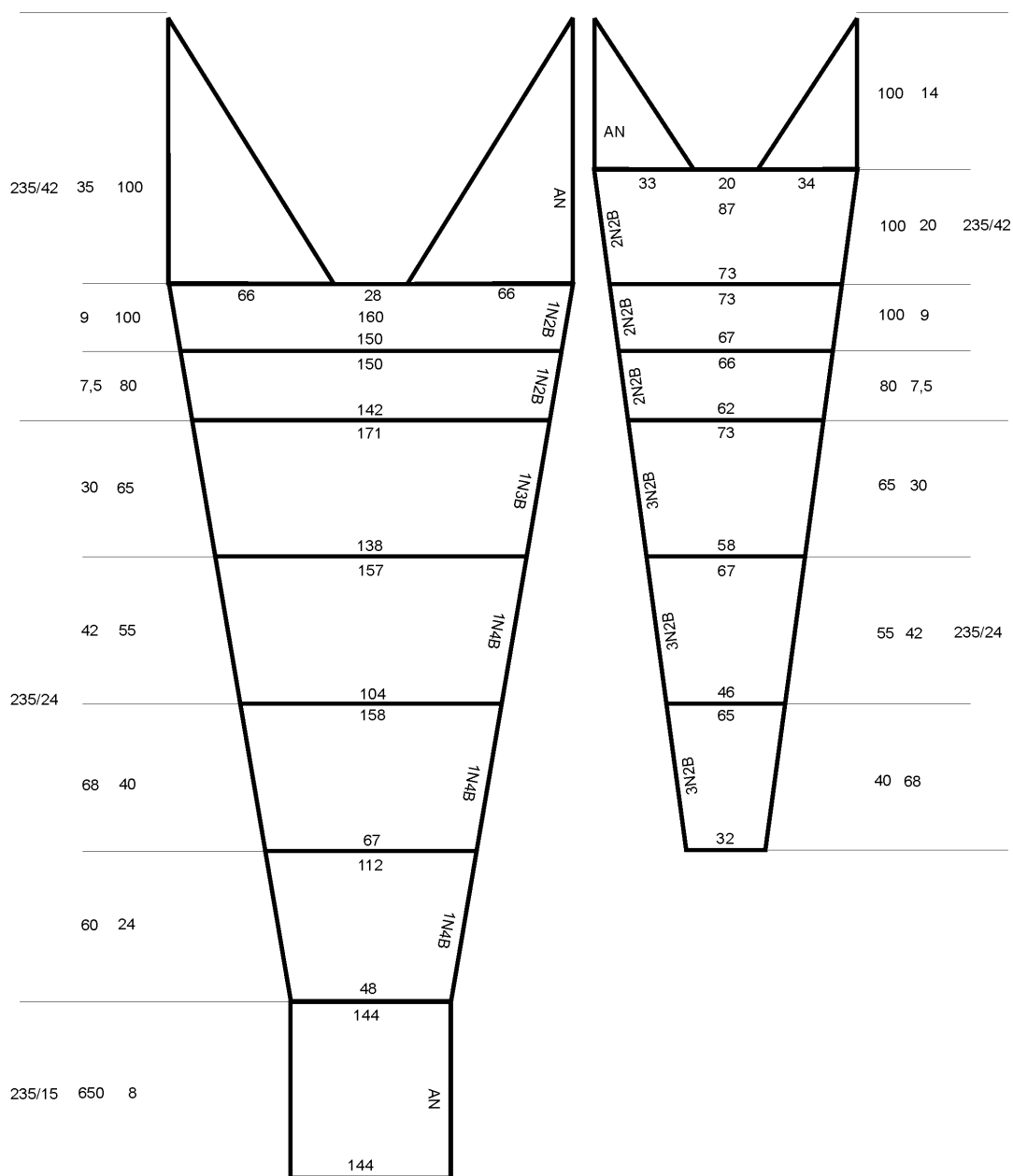
promjera obruča 50 cm, dužine 250 cm i finoće tkanja 53  $\mu\text{m}$  za uzorke mikrozooplanktona te promjera obruča 57 cm, dužine 255 cm i finoće tkanja 200  $\mu\text{m}$  za uzorke mezozooplanktona i makrozooplanktona. Na plitkim postajama uzorci su sakupljeni vertikalnim potezom mreže od dna do površine, a na dubljim postajama u dva sloja, od dna do 50 m dubine i od 50 m do površine. Na postaji EM-23 uzet je uzorak i u sloju od 260 do 200 m dubine. Brzina poteza je iznosila oko 0,5  $\text{ms}^{-1}$ . Organizmi su konzervirani neutraliziranim formaldehidom konačne koncentracije 2,5%. U laboratoriju uzorci mikrozooplanktona su analizirani korištenjem inverznog mikroskopa Olympus uz povećanja 100 i 400 puta dok su uzorci mezozooplanktona i makrozooplanktona analizirani korištenjem stereomikroskopa Carl Zeiss uz povećanje od 16 i 25 puta. Organizmi su prebrojani u poduzorku od 1/32 ili 1/64 odnosno za mikrozooplankton u poduzorku od 1/16, a za rijetke i malobrojne vrste pregledan je cijeli uzorak. Za određivanje vrsta korištena je novija taksonomska literatura. Podaci o prostornoj raspodjeli gustoće protozoa i mikrometazoa dati su u tablicama 1 i 2. Brojčane vrijednosti označavaju broj jedinki u 1  $\text{m}^3$  mora.



Slika 17. Uzorkovanje zooplanktona Nansen-ovom planktonskom mrežom s mehanizmom za zatvaranje (Foto: V. Tičina).

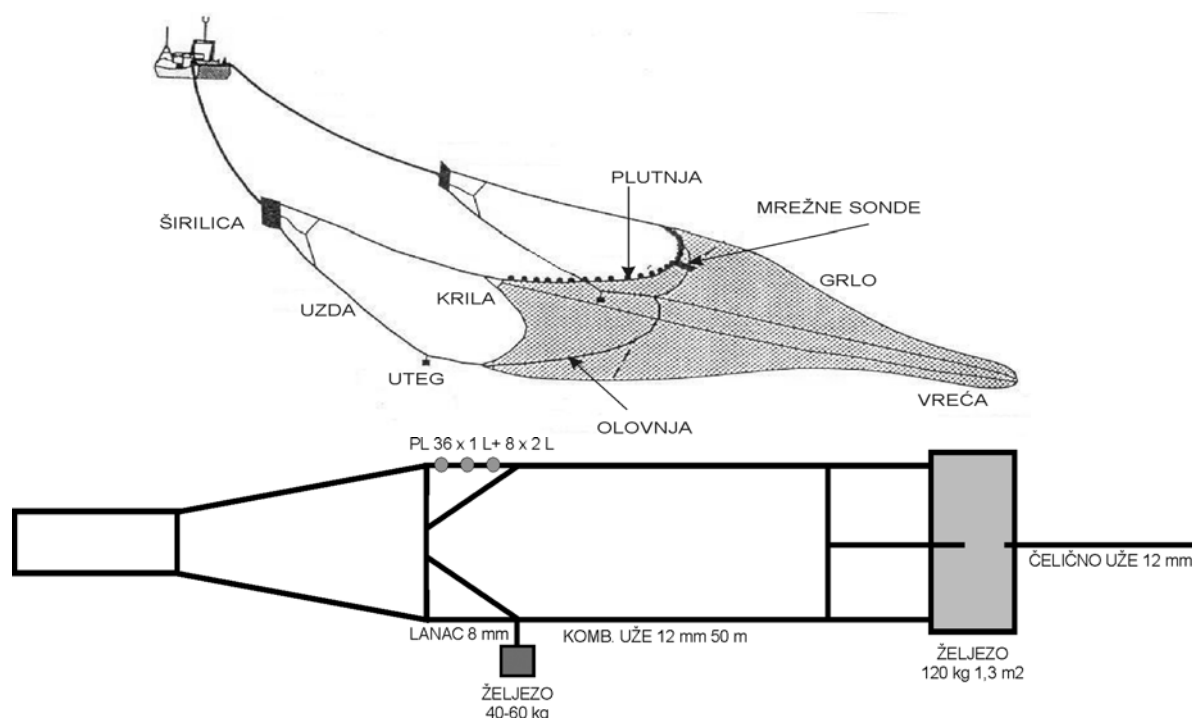
## 4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom koćom

Tijekom echomonitoringa za uzorkovanje populacija riba i drugih morskih organizama korištena je pelagična povlačna mreža (koća) talijanskog tipa (Slika 18).



Slika 18. Shematski prikaz pelagične povlačne mreže (koće) upotrebljavane u istraživanju.

Shematski prikaz korištenog ribolovnog kompleksa pelagične koće kao i shematski prikaz njenog armiranja prikazani su na slici 19.



Slika 19. Opća shema i prikaz armiranja pelagične koće upotrebljavane u istraživanju.

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

Visina mreže prilikom povlačenja iznosila je uglavnom od 4,0 m 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 povlačenja količina ispuštene čelične užadi iznosila je od 100 do 550 m, s tim da je uslijed oznaka za dužinu na čeličnom užetu ispuštanje užadi vršeno na svakih 50 m.

Prilikom povlačenja, 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 20).



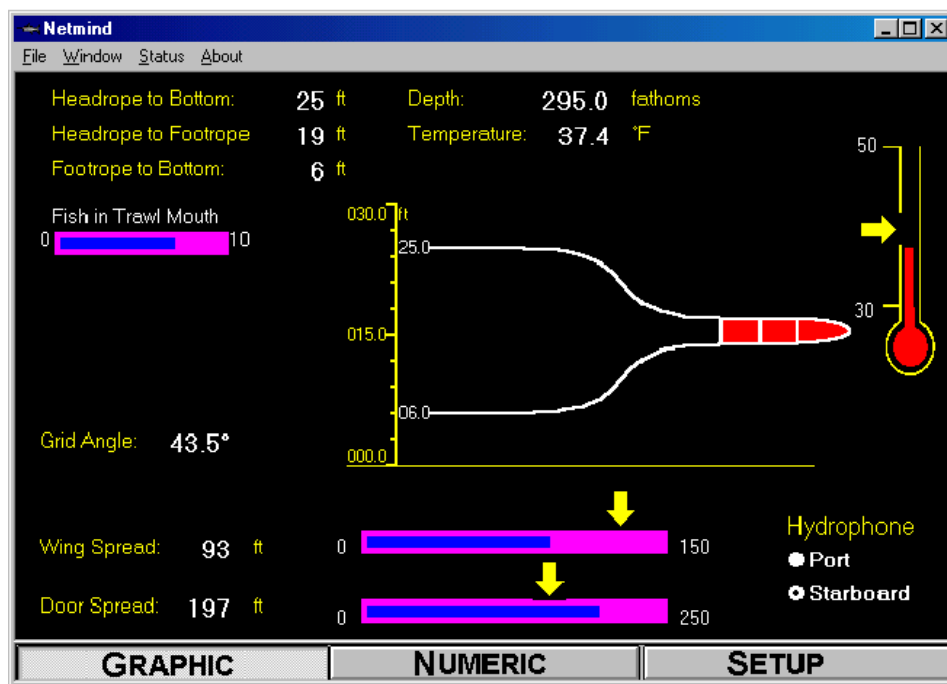
Slika 20. Mrežne sonde (žuto) montirane na plutnji pelagične koće (Foto: V. Tičina).

Mrežne sonde korištene u istraživanju dio su sustava za monitoring rada povlačnih mreža (koća) 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 plastičnim plovcima radi boljeg rada sonda, tj. spriječavanju od tonjenja sonda u odnosu na mrežu.

Sonde odašilju signal kojeg prima pokretni hidrofon. Hidrofon se nalazi na dubini 3 – 5 m i 25 – 30 m iza krme broda po desnoj strani, a na njega je prikačeno kombinirano uže od 8 mm koje je radi osiguranja prikačeno 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 21), brojčani ili dijagnostički zaslon. Računalni program sustava ima mogućnost i memoriranja podataka radi kasnije obrade.





Slika 21. Grafički zaslon na računalu iz kojega se čitaju podaci o radu mreže.

Tehničke karakteristike upotrebljavanog sustava bile su sljedeće:

#### **Brodsko jedinica - prijemnik**

Spajanje sa računalom: *Serial RS-232*

Data Logging: *moгуće za sve sonde*

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

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

Masa: *2 Kg*

Software operativni zahtjevi:

- *PC sa Windows 3.1/95*
- *dodijeljeni serial port*

#### **Baterijski punjač:**

Napajanje: *110VAC, 50/60 Hz*

Broj jedinica za napajanje: *1*

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

#### **Pokretni hidrofon:**

Materijal: *Nerđajući čelik*

Kut: *50° konično*

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

**SONDE:**

Maksimalni doseg: *2 Km (1.5 Milja)*

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

Konstrukcija: *Poliuretan, nerđajući čelik, titan*

Vrijeme rada baterija: *150 h*

Frekvencija rada: *27.7 do 29.9 kHz*

**Sonda za dubinu**

Mjerenje: *dubina (tlak).*

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

Točnost:  $\pm 1\%$ .

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

**Sonda za vertikalni otvor**

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

Maksimalna mjerna udaljenost: *60m (200 ft)*

Točnost:  $\pm 1\%$ .

Frekvencija rada: *200 kHz*

Masa izvan vode: *9 Kg (19.8 lbs.)*

Prilikom rada sa mrežom korišteno je postojeće kočarsko vitlo koje se nalazi na MB "Bios". Vitlo se sastoji od dva bubnja za povlačnu užad i dva pomoćna pritezna bubnja (Slika 22).



Slika 22. Koćarsko vitlo s dva glavna bubnja za povlačnu užad i dva pomoćna pritezna bubnja na MB "Bios" (Foto: V.Tičina).

Početak rada započinje bacanjem vreće u more, koja svojim otporom u moru (usljed vožnje broda) polako povlači i ostali dio mreže. Nakon što je plutnja sa sondama prebačena preko krme, na mjesto spajanja gornjeg dijela krila i gornjih uzdi, mogu se prikačiti baloni velikog volumena u slučaju da je s mrežom potrebno uzorkovati na maloj dubini, ispod same površine mora (Slika 23).



Slika 23. Baloni velikog volumena prikačeni na početku 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 24) tj. uzde duljine 50 m koje su povezane i namotane zajedno sa čeličnim užetom na bubnjeve vitla.





Slika 24. Spuštanje mreže u more preko krme broda (Foto: V. Tičina).

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



Slika 25. Pelagične širilice upotrebljavane za uzorkovanje pelagičkom koćom (Foto: V.Tičina).

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

Nakon isteka 30 minuta povlačenja dizanje mreže iz mora se odvija obrnutim redoslijedom. Prvo se na glavne bubnjeve namotava čelično uže. Do krme broda dolaze širilice (Slika 26) koje se zatim dižu iz mora i učvrste na krmeni portal (Slika 27).



Slika 26. Izvlačenje širilice iz mora (Foto: V. Tičina, rujan 2005).





Slika 27. Učvršćivanje pelagične širilice lancem na krmeni portal (Foto: V. Tičina).

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

Na mrežu se hvata petlja od konopa, na koju se zatim učvrsti konop s kukom, koji preko pomoćnog priteznog bubnja (Slika 28) postepeno izvlači mrežu (Slika 29), sve dok vreća mreže nije na palubi («imbragavanje»).



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



Slika 29. Izvlačenje mreže na krmenom radnom dijelu palube pomoću petlje od konopa, tzv. «imbragavanjem» (Foto: V.Tičina).

#### 4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom koćom

Analizirani uzorci riba potječu iz lovina ostvarenih tijekom 30-45 minuta uzorkovanja pelagičnom povlačnom koćom (Slika 30). Uzorci su odmah po ulovu u potpunosti obrađeni u brodskom laboratoriju kao i konzervacija istih za potrebe istraživanja ishrane.



Slika 30. Uzorak sitne plave ribe prikupljen pelagičnom koćom (Foto: V. Tičina, kolovoz 2005).

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

Ulovljene ribe su se korištenjem ključa za određivanje riba (Jardas, 1996) razvrstavale po vrstama. Potom bi se pristupilo dužinskim i masenim analizama prikupljenih jedinki pojedinih vrsta. Ukupna dužina tijela ribe (LT) je mjerena ihtiommetrom s točnošću od 0,1 cm. Jedinkama iz porodice Scombridae je mjerena vilična dužina tijela (LF). Sve analizirane vrste provedenog istraživanja su podijeljene u skupine obzirom na važnost u ovom istraživanju, vrstu organizma te staništu istih (Tablica 2).

Podjela organizama po skupinama:

- ciljane vrste:

*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)

*Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758)

*Sprattus sprattus* (Linnaeus, 1758),



- ostale pelagičke vrste riba (s plivačim mjehurom):

*Aphia minuta* (Risso, 1810)  
*Argentina sphyraena* (Linnaeus, 1758)  
*Auxis rochei* (Risso, 1810)  
*Belone belone* (Linnaeus, 1758)  
*Boops boops* (Linnaeus, 1758)  
*Naucrates ductor* (Linnaeus, 1758)  
*Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847)  
*Scomber japonicus* (Houttuyin, 1782)  
*Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1788)  
*Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810)  
*Spicara smaris* (Linnaeus, 1758)  
*Syngnathus phlegon* (Risso, 1827)  
*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)  
*Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758),

- pridnene vrste:

ribe,  
 glavonošci,  
 rakovi,  
 školjkaši i  
 ostalo.

Ciljane su vrste (srdela, inćun, 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 0,5 g. Obradenim jedinkama nije određivan spol pa su stoga sve lovine obrađene s obzirom na oba spola zajedno. Dužinska i masena struktura prikupljenih uzoraka ciljanih vrsta sitne plave ribe je izračunata na temelju postotne brojčane i postotne masene zastupljenosti jedinki raspoređenih po 0,5 cm dužinskim razredima na cjelokupnom istraživanom području.

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

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

$$W = a LT^b,$$

a indeks kondicije pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

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

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

Tablica 2. Uzorkovane vrste organizama na cjelokupnom istraživanom području

| Znanstveni naziv                                           | Hrvatski nazivi          | Oznaka vrste |
|------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>CILJANE VRSTE</b>                                       |                          |              |
| <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)                  | Srdela                   | SARDPIL      |
| <i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758)                  | Papalina                 | SPRASPR      |
| <i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)             | Inćun, Brgljun           | ENGRENC      |
| <b>OSTALE PELAGIČKE VRSTE</b>                              |                          |              |
| <i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)                          | Mliječ ružični           | APHIMIN      |
| <i>Argentina sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)                | Srebrnjak                | ARGESPY      |
| <i>Auxis rochei</i> (Linnaeus, 1758)                       | Trup                     | AUXIROC      |
| <i>Belone belone</i> (Linnaeus, 1758)                      | Iglica                   | BELOBEL      |
| <i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)                        | Bukva, Bugva             | BOOPBOO      |
| <i>Maurollicus muelleri</i> (Gmelin, 1788)                 | Trbobrošić               | MAURMUE      |
| <i>Naucrates ductor</i> (Linnaeus, 1758)                   | Skušac pratibrod         | NAUCDUC      |
| <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847                | Srdela golema            | SARIAUR      |
| <i>Scomber japonicus</i> Houttuyin, 1782                   | Plavica, Lokarda         | SCOMJAP      |
| <i>Scomber scombrus</i> * (Linnaeus, 1758)                 | Skuša                    | SCOMSCO      |
| <i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810                   | Oštrulja, Lužina         | SPICFLE      |
| <i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)                     | Gira, Menula             | SPICSMA      |
| <i>Syngnathus phlegon</i> (Risso, 1827)                    | Šilo dračavo             | SYNGPHL      |
| <i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)        | Šarun, Šnjur             | TRACMED      |
| <i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)                | Šarun, Šnjur             | TRACTRA      |
| <i>Trisopterus minutus (capellanus)</i> (Linnaeus, 1758)   | Ugotica                  | TRISMIN      |
| <b>OSTALE PRIDNE VRSTE</b>                                 |                          |              |
| <i>Blenius occellaris</i> * (Linnaeus, 1758)               | Babica dubinka           | BLENOCE      |
| <i>Cepola macrophthalma</i> * (Linnaeus, 1758)             | Mačincac crveni, Kurdela | CEPOMAC      |
| <i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)                    | Crnej                    | CHROCHR      |
| <i>Dasyatis violacea</i> * (Bonaparte, 1832)               | Žutuga ljubičasta        | DASYVIO      |
| <i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)                 | Špar                     | DIPLANN      |
| <i>Diplodus vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) | Fratar                   | DIPLVUL      |
| <i>Merlangius (Gadus) merlangus</i> (Linnaeus, 1758)       | Pišmolj                  | GADUMER      |
| <i>Hypocampus hippocampus</i> (Linnaeus, 1758)             | Morski konjić            | HYPOHYP      |
| <i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)                | Zmijičnjak repaš         | LEPICAU      |
| <i>Lepidotrigla cavillone</i> * (Lacepede, 1801)           | Kokotić oštruljić        | LEPTCAV      |
| <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)              | Oslić, Mol               | MERLMER      |
| <i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758                      | Trlja od blata           | MULLBAR      |
| <i>Myliobatis aquila</i> * (Linnaeus, 1758)                | Golub                    | MYLIAQU      |
| <i>Pagellus acarne</i> (Linnaeus, 1758)                    | Batoglavac               | PAGEACU      |
| <i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)                | Arbun, Rumenac           | PAGEERY      |
| <i>Scorpaena notata</i> * (Rafinesque, 1810)               | Bodeć crveni, Škrpinica  | SCORNOT      |
| <i>Scorpaena porcus</i> * Linnaeus, 1758                   | Škrpun, Bodeć            | SCORPOR      |
| <i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)                   | Čučin, Vučić             | SERAHEP      |
| <i>Trachinus draco</i> * Linnaeus, 1758                    | Pauk bijelac, Ranj       | TRAHDRA      |
| <b>GLAVONOŠCI</b>                                          |                          |              |
| <i>Allotheutis media</i> * (Linnaeus, 1758)                | Lignjica                 | ALLOMED      |
| <i>Argonauta argo</i> (Linnaeus, 1758)                     | Jedriljac                | ARGOARG      |
| <i>Eledone moschata</i> * (Lamarck, 1798)                  | Muzgavac                 | ELED MOS     |
| <i>Illex coindetii</i> * (Verany, 1839)                    | Lignjun                  | ILLECOI      |
| <i>Loligo vulgaris</i> * Lamarck, 1798                     | Lignja                   | LOLIVUL      |
| <i>Sepioida spp.</i>                                       | Sipica                   | SEPOSP       |
| <i>Sepia officinalis</i> * (Linnaeus, 1758)                | Sipa                     | SEPIOFF      |
| <b>RAKOVI</b>                                              |                          |              |
| <i>Squilla mantis</i> * (Linnaeus, 1758)                   | Kozorepac, Vabić         | SQUIMAN      |
| <b>ŠKOLJKAŠI</b>                                           |                          |              |
| <i>Arca noae</i> * (Linnaeus, 1758)                        | Kopito                   | ARCANOA      |
| <b>MEDUZE</b>                                              |                          |              |
| <i>Pelagia noctiluca</i> (Linnaeus, 1758)                  | Mjesečevo jedarce        | PELANOC      |

\* vrste koja ne sudjeluju u ukupnim vrijednostima eho-integrala

#### 4.7. Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti

Prostornom interpolacijom nazivamo procjenu nepoznatih vrijednosti parametra na željenim pozicijama na osnovu poznatih vrijednosti u određenom broju pozicija. Većina metoda prostorne interpolacije polaze od postavke da su promjene veličina u prostoru nepravilne pa se znatno bolji rezultati interpolacije mogu opisati stohastičkim površinama nego analitičkim matematičkim funkcijama kao što su «spline» metoda, metoda pokretnog srednjaka, itd.

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

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

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

Istraživanja su pokazala da eksperimentalni variogrami koji predstavljaju prikaz izračunate poluvarijance iz mjerenih podataka u ovisnosti o udaljenostima među parovima postaja nisu jednostavni jer se u najčešćem broju slučajeva vrijednost varijance ne povećava



jednoliko s povećanjem udaljenosti među parovima postaja. Uzrok ovome mogu biti različiti kao što su npr. vrlo velike razlike u vrijednostima na relativno bliskim postajama. Da bi se lakše odredila udaljenost u kojoj vrijede međuzavisnosti u vrijednostima parametara iz složenog izgleda variograma koriste se matematički modeli među kojima su najčešći Gausov, eksponencijalni i kružni modeli pomoću kojih se nastoje simulirati rezultati dobijeni eksperimentalnim variogramom. Pomoću eksperimentalnog i matematičkih modela proizlazi da je homogenost sačuvana ako se kod obične «kriging» interpolacije uzima radijus utjecaja do 10 Nm.

## 5. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe istraživanja populacija sitne pelagične ribe i njihove rasprostranjenosti u Jadranskome moru, područje istraživanja obuhvaćalo je područje unutarnjeg mora kao i područje otvorenog 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 postojećom podjelom koja se primjenjuje tijekom redovitog eho-monitoringa od 1977. godine na talijanskoj strani Jadranskog mora, područje otvorenog mora podijeljeno je u tri dijela i to:

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

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

S obzirom na veličinu hrvatskog dijela Jadranskoga mora (57000 km<sup>2</sup> zajedno sa ZERP-om), velikog broja otoka, otočića, hridi i grebena (1244), dužinu obale (5790 km) i njenu veliku razvedenost postavio se problem određivanja veličine pojedinih područja i pod-područja (zona) u kojima je potrebno računati osnovnu statistiku procjene ribljeg stoka pelagijala na osnovu izvršenih mjerenja. Uzimajući u obzir ove činjenice odustalo se od upotrebe planimetara za računanje površine pojedinih područja jer bi to zahtijevalo veliki

---

\* do izobate od 200 m

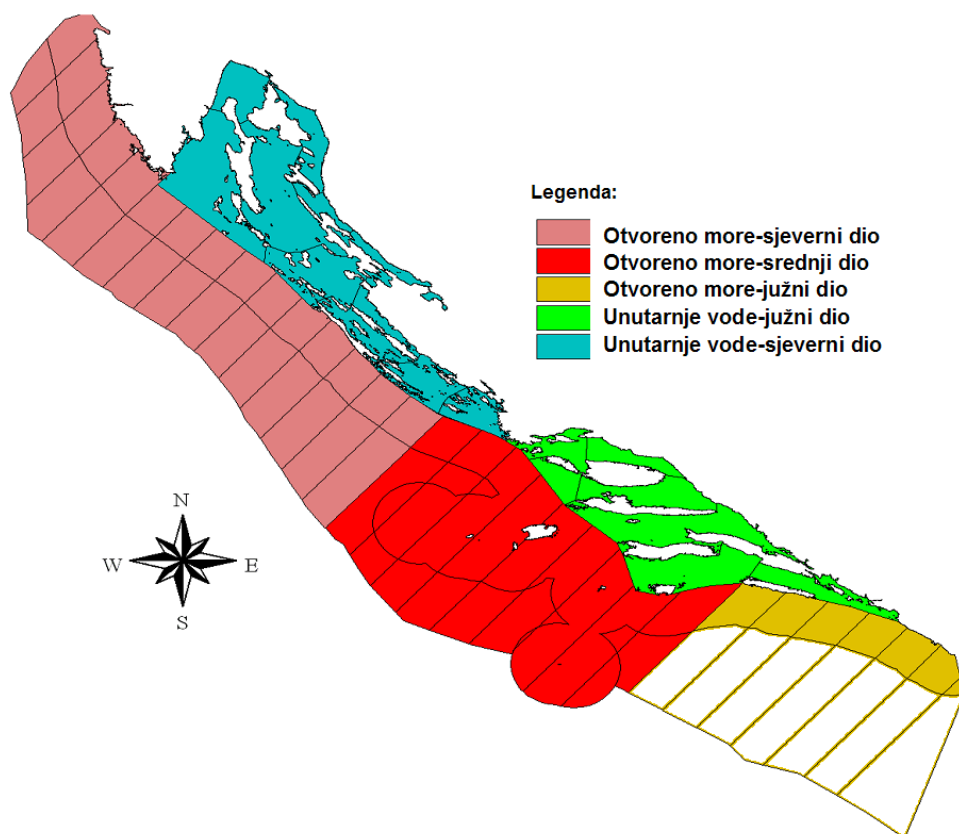
napor, a rezultati bi bili dosta nesigurni zbog velike mogućnosti pojave pogreški kod proračuna zbog subjektivnih razloga.

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

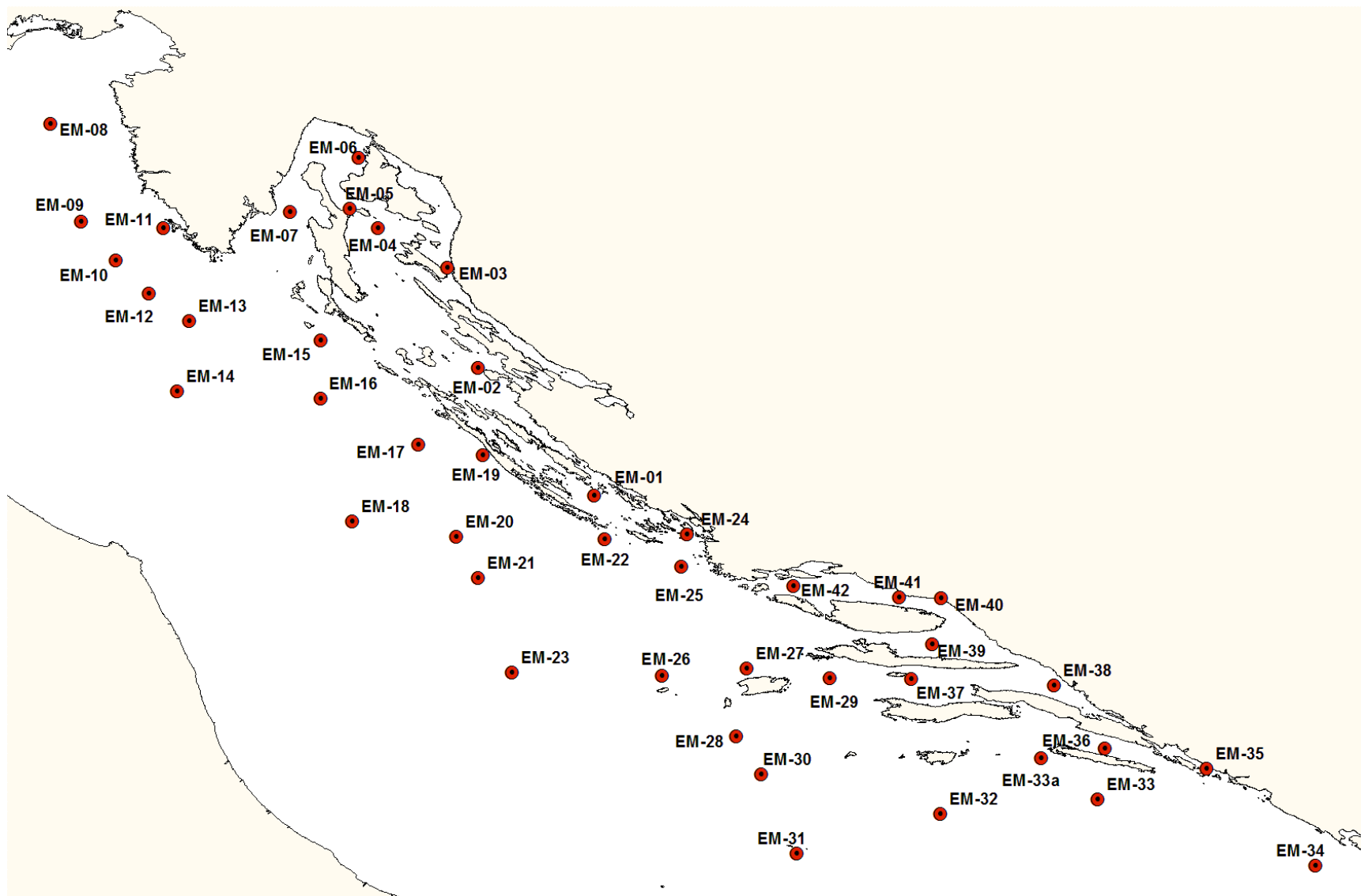
Položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje hidrografskih osobitosti, te fitoplanktona i zooplanktona određen je slučajnim odabirom, a prikazan je na slici 32. Detaljan opis uzorkovanja na pojedinim postajama iznesen je u Tablici 4. Akustičko uzorkovanje na području otvorenog mora obavljalo se 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 33).



Slika 31. Područje istraživanja i prostorni položaj glavnih područja i podpodručja.

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

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

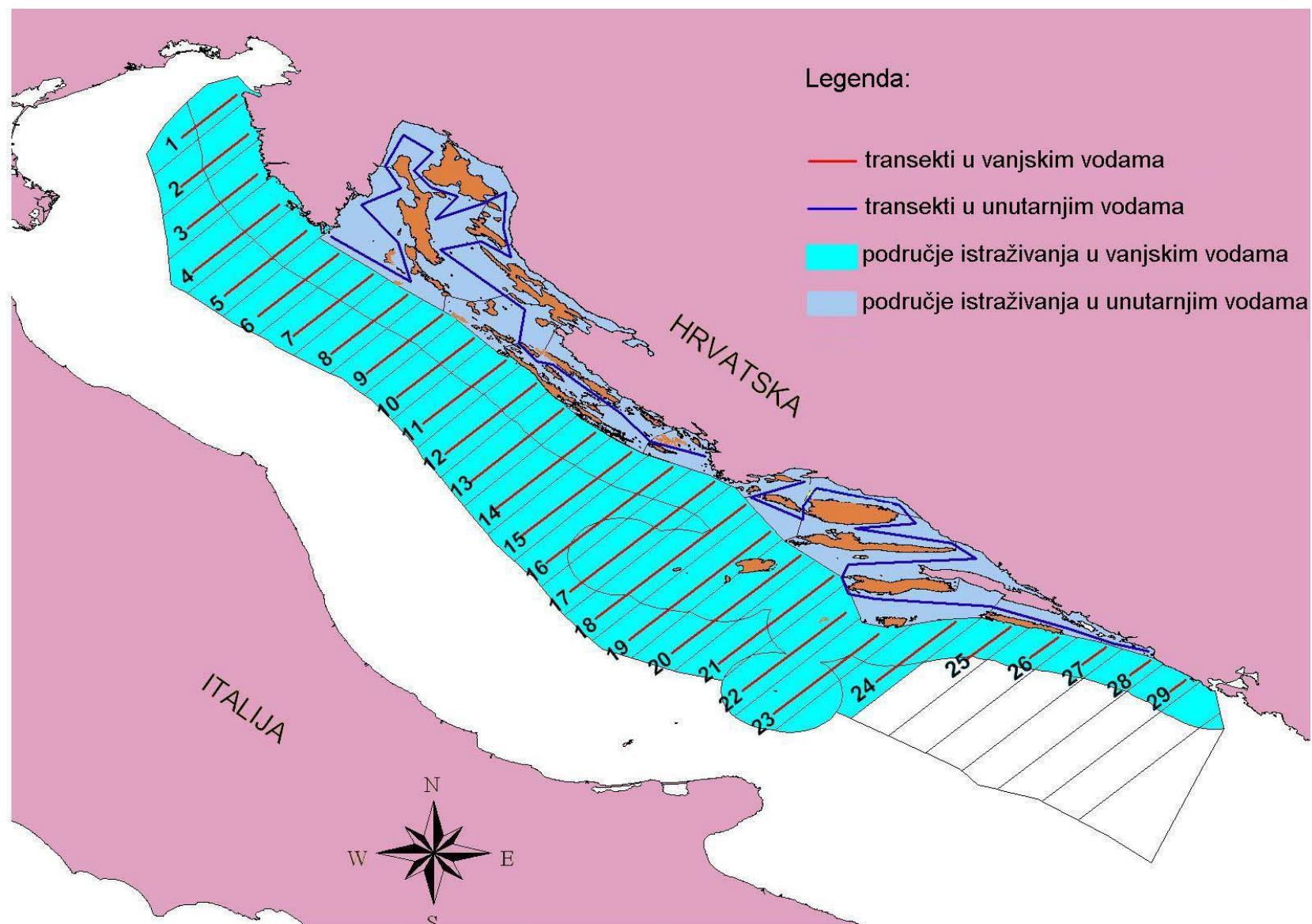


Slika 32. Prostorni položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje tijekom eho-monitoringa (kolovoz-rujan, 2005).

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

| Postaja | Područje               | Dubina  | Položaj postaje |       |    |       |   | Uzorkovanje |         |        |                |      |
|---------|------------------------|---------|-----------------|-------|----|-------|---|-------------|---------|--------|----------------|------|
|         |                        |         | m               | °     | '  | °     | ' | CTD         | Fitopl. | Zoopl. | O <sub>2</sub> | ribe |
| EM-1    | Murtersko more         | 87/85   | 43              | 48,81 | 15 | 28,44 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-2    | Virsko more            | 69/65   | 44              | 19,94 | 14 | 59,95 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-3    | Veleb. kan. (Jablanac) | 107/105 | 44              | 44,36 | 14 | 52,39 |   | +           | -       | +      | -              | -    |
| EM-4    | Kvarneric              | 89/85   | 44              | 54,13 | 14 | 35,45 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-5    | Plavnik                | 104/100 | 44              | 58,87 | 14 | 28,56 |   | +           | -       | +      | -              | -    |
| EM-6    | Rijecki zaljev         | 61/55   | 45              | 11,26 | 14 | 30,79 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-7    | Kvarner                | 51/45   | 44              | 58,06 | 14 | 13,95 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-8    | Transekt 1             | 29/25   | 45              | 19,54 | 13 | 15,14 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-9    | Transekt 3 / 2a        | 40/35   | 44              | 55,70 | 13 | 22,69 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-10   | Transekt 4             | 43/40   | 44              | 46,29 | 13 | 31,24 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-11   | Transekt 4a            | 37/35   | 44              | 54,09 | 13 | 42,92 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-12   | Transekt 5             | 46/45   | 44              | 38,07 | 13 | 39,30 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-13   | Transekt 6             | 40/35   | 44              | 31,41 | 13 | 49,16 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-14   | Transekt 7             | 64/60   | 44              | 14,16 | 13 | 46,23 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-15   | Transekt 8             | 55/50   | 44              | 26,72 | 14 | 21,36 |   | +           | -       | +      | -              | +    |
| EM-16   | Transekt 9             | 65/60   | 44              | 12,33 | 14 | 21,31 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-17   | Transekt 11            | 65/60   | 44              | 01,40 | 14 | 45,31 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-18   | Transekt 11a           | 79/75   | 43              | 42,55 | 14 | 29,09 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-19   | Transekt 12a           | 66/60   | 43              | 58,79 | 15 | 01,09 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-20   | Transekt 13            | 95/90   | 43              | 38,81 | 14 | 54,52 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-21   | Transekt 14            | 107/100 | 43              | 28,73 | 14 | 59,86 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-22   | Transekt 14a           | 156/150 | 43              | 38,22 | 15 | 30,90 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-23   | Transekt 16 (Jabuka)   | 268/260 | 43              | 05,53 | 15 | 08,21 |   | +           | -       | +      | -              | -    |
| EM-24   | Zlarinski kanal        | 55      | 43              | 39,45 | 15 | 50,99 |   | -           | -       | -      | -              | +    |
| EM-25   | Transekt 16a           | 155     | 43              | 31,57 | 15 | 49,45 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-26   | Transekt 18            | 120     | 43              | 04,86 | 15 | 44,84 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-27   | Transekt 19            | 100     | 43              | 06,62 | 16 | 05,50 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-28   | Transekt 20            | 154     | 42              | 50,02 | 16 | 02,89 |   | +           | -       | +      | -              | +    |
| EM-29   | Transekt 20a           | 78/73   | 43              | 04,22 | 16 | 25,95 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-30   | Transekt 21            | 173/168 | 42              | 40,65 | 16 | 09,18 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-31   | Tr. 21b (Palagruza)    | 114/110 | 42              | 21,28 | 16 | 17,80 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-32   | Transekt 24            | 170     | 42              | 31,06 | 16 | 52,88 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-33a* | Transekt 24a           | 118     | 42              | 44,72 | 17 | 17,61 |   | -           | -       | -      | -              | +    |
| EM-33   | Transekt 26            | 187     | 42              | 34,54 | 17 | 31,41 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-34   | Transekt 30            | 201     | 42              | 18,39 | 18 | 24,84 |   | +           | +       | +      | +              | -    |
| EM-35   | Kolocepski kanal       | 43/38   | 42              | 42,19 | 17 | 58,09 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-36   | Mljetski kanal         | 81/75   | 42              | 47,08 | 17 | 33,19 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-37   | Korculanski kanal      | 65/60   | 43              | 04,08 | 16 | 45,77 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-38   | Neretvanski kanal      | 37/32   | 43              | 02,41 | 17 | 20,82 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-39   | Hvarski kanal          | 71/65   | 43              | 12,46 | 16 | 50,96 |   | +           | +       | +      | +              | +    |
| EM-40   | Vrulja                 | 53/45   | 43              | 23,82 | 16 | 53,17 |   | +           | -       | +      | -              | -    |
| EM-41   | Bracki kanal           | 70/65   | 43              | 23,95 | 16 | 42,82 |   | +           | -       | -      | -              | +    |
| EM-42   | Splitski kanal         | 63/58   | 43              | 26,80 | 16 | 17,00 |   | +           | -       | -      | -              | +    |

\* - dodatna postaja



Slika 33. Položaj transekata duž kojih se obavlja akustičko uzorkovanje i/b «BIOS» pomoću eho-sondera SIMRAD EK6



## 6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

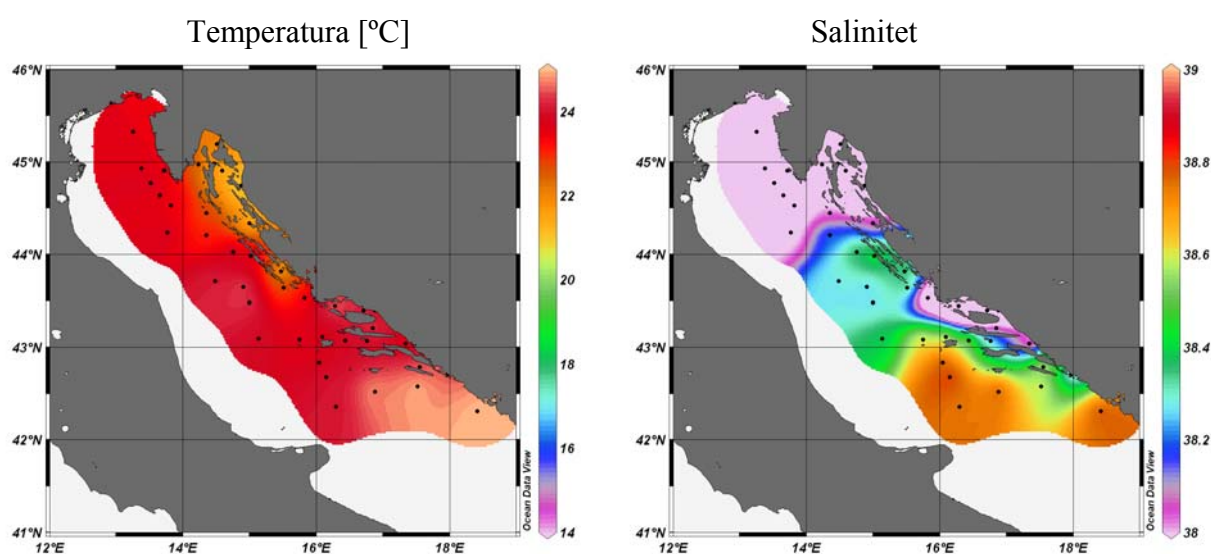
### 6.1. Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području

#### 6.1.1. Termohalina svojstva

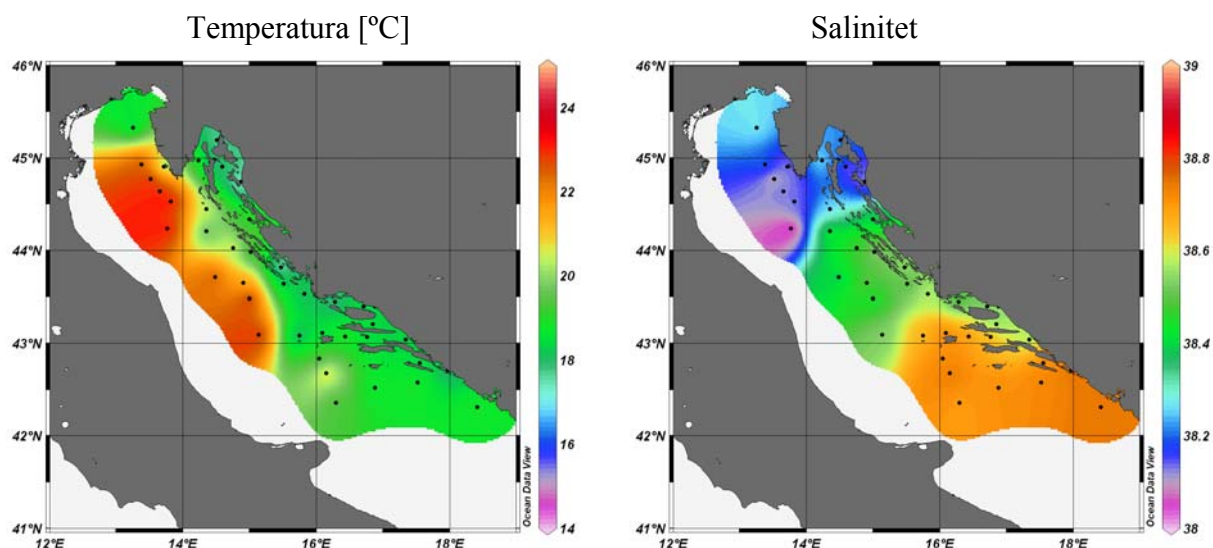
Tijekom razdoblja kolovoz-rujan 2005. godine, duž istočne obale Jadrana obavljena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta višeparametarskim sondama tipa SEABIRD-25. Pri uzorkovanju je odabran korak usrednjavanja od 1 m. Slijedeći prostornu podjelu termohaline se osobine, iznjete u ovom preglednom izvješću, odnose na ukupno 5 različitih područja istraživanja.

Kao što je bilo i za očekivati vertikalna i horizontalna razdioba termohalinih osobina osim sezonske ovisnosti pokazuje 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.

Vodeni stupac je bio raslojen po temperaturnim i halinim svojstvima, s prostorno varijabilnom debljinom površinskog sloja. U površinskom je sloju (slika 34) naglašena razlika između sjevernog i južnog, te otvorenog mora i obalnih voda. Temperatura površinskog sloja (srednja temperatura u sloju do 5 m dubine) direktno je ovisna o uvjetima na granici s atmosferom, stoga vertikalni procesi na termohaline osobine imaju značajnu ulogu. Pri analizi



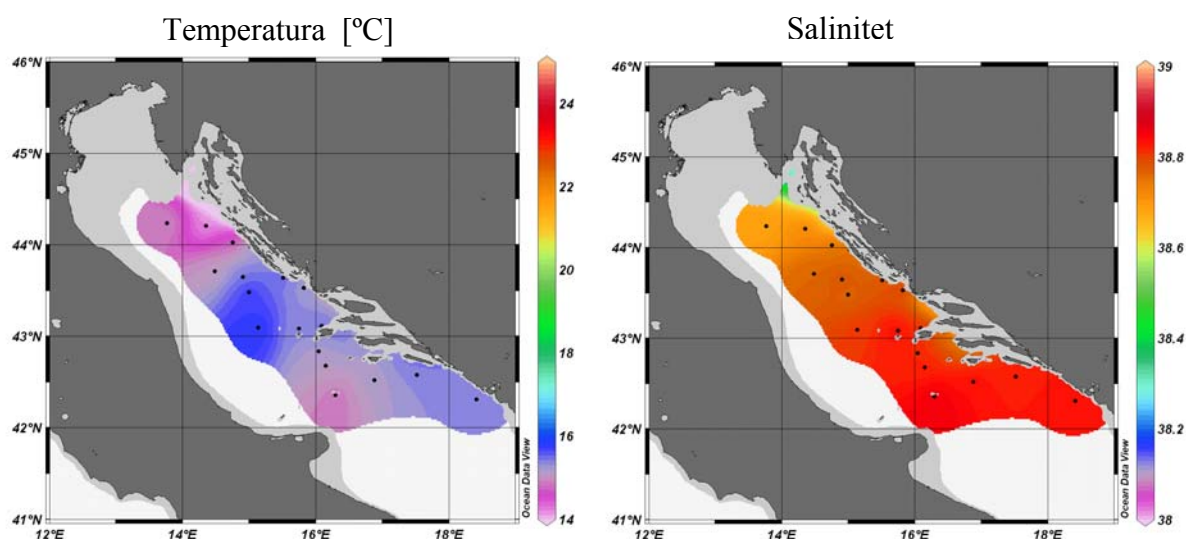
Slika 34. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom razdoblja kolovoz-rujan 2005. u površinskom sloju do 5 m dubine.



Slika 35. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom razdoblja kolovoz-rujan 2005 u sloju od 16-25 m dubine.

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. Najslabe su vode sjevernog Jadrana, vidljiv je i utjecaj dotoka slatke vode rijekama Neretvom i Cetinom u kanalnom području južnih unutarnjih voda.

U intermedijalnim i dubljim slojevima (slika 35 i 36) su horizontalni gradijenti



Slika 36. Prostorna raspodjela temperature i saliniteta tijekom razdoblja kolovoz-rujan 2005. u sloju do 45-55 m dubine.

izraženi, te je primjetno prisustvo vode iz Sredozemnog mora (LIW). U području otvorenih voda sjevernog Jadrana u sloju od 45-55 m, se uočava prodiranje hladnije vode iz Kvarnera i Kvrnerića.

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

Tablica 5. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, kolovoz-rujan 2005, unutarnje more – sjeverni dio.

| Oznaka postaje | Dubina mjerenja (m) | SALINITET (PSU)    |                       |                      |                       | TEMPERATURA (°C)   |                       |                      |                       |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                |                     | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
| EM-01          | 85                  | 38,65              | 0,15                  | 38,37                | 38,79                 | 16,59              | 2,21                  | 14,91                | 22,28                 |
| EM-02          | 65                  | 38,37              | 0,17                  | 37,81                | 38,51                 | 15,96              | 3,81                  | 10,33                | 22,04                 |
| EM-03          | 105                 | 38,18              | 0,26                  | 37,34                | 38,41                 | 13,15              | 3,59                  | 9,83                 | 20,83                 |
| EM-04          | 85                  | 38,21              | 0,21                  | 37,79                | 38,43                 | 14,49              | 3,84                  | 9,98                 | 21,75                 |
| EM-05          | 100                 | 38,22              | 0,78                  | 27,65                | 38,41                 | 13,84              | 3,94                  | 10,14                | 21,70                 |
| EM-06          | 55                  | 38,05              | 0,77                  | 31,09                | 38,32                 | 16,53              | 3,79                  | 11,28                | 22,56                 |
| EM-07          | 45                  | 38,25              | 0,27                  | 36,52                | 38,47                 | 18,60              | 3,24                  | 14,07                | 22,78                 |

Tablica 6. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, kolovoz-rujan 2005, unutarnje more – južni dio.

| Oznaka postaje | Dubina mjerenja (m) | SALINITET (PSU)    |                       |                      |                       | TEMPERATURA (°C)   |                       |                      |                       |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                |                     | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
| EM-35          | 38                  | 38,62              | 0,25                  | 38,11                | 38,83                 | 19,37              | 3,28                  | 16,05                | 24,62                 |
| EM-36          | 75                  | 38,69              | 0,67                  | 32,24                | 39,10                 | 17,96              | 3,40                  | 14,92                | 24,47                 |
| EM-37          | 60                  | 38,67              | 0,13                  | 38,36                | 38,76                 | 18,03              | 3,09                  | 15,07                | 23,91                 |
| EM-38          | 32                  | 38,18              | 1,04                  | 32,18                | 38,73                 | 19,94              | 2,53                  | 16,67                | 23,73                 |
| EM-39          | 65                  | 38,47              | 0,21                  | 37,12                | 38,65                 | 17,59              | 3,45                  | 14,19                | 24,36                 |
| EM-40          | 45                  | 38,12              | 1,34                  | 27,74                | 38,68                 | 18,77              | 2,93                  | 15,88                | 24,30                 |
| EM-41          | 65                  | 38,19              | 0,87                  | 31,26                | 38,61                 | 17,91              | 3,53                  | 13,98                | 24,78                 |
| EM-42          | 58                  | 38,21              | 0,65                  | 35,25                | 38,70                 | 18,02              | 3,53                  | 14,71                | 25,29                 |

Tablica 7. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, kolovoz-  
rujan 2005, otvoreno more – sjeverni dio.

| Oznaka postaje | Dubina mjerenja (m) | SALINITET (PSU)    |                       |                      |                       | TEMPERATURA (°C)   |                       |                      |                       |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                |                     | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
| EM-08          | 25                  | 37,86              | 0,32                  | 37,46                | 38,29                 | 21,79              | 2,35                  | 16,69                | 23,50                 |
| EM-09          | 35                  | 38,10              | 0,21                  | 37,72                | 38,35                 | 21,43              | 3,00                  | 14,51                | 23,69                 |
| EM-10          | 40                  | 38,06              | 0,30                  | 36,99                | 38,40                 | 21,70              | 3,18                  | 13,23                | 23,99                 |
| EM-11          | 35                  | 37,92              | 0,38                  | 37,15                | 38,35                 | 19,71              | 3,14                  | 15,32                | 23,63                 |
| EM-12          | 45                  | 38,11              | 0,73                  | 31,45                | 38,40                 | 20,69              | 3,67                  | 13,86                | 23,54                 |
| EM-13          | 35                  | 37,93              | 1,07                  | 30,36                | 38,42                 | 22,43              | 1,87                  | 16,95                | 23,53                 |
| EM-14          | 60                  | 38,30              | 0,29                  | 37,96                | 38,71                 | 19,96              | 3,69                  | 14,29                | 23,74                 |
| EM-15          | 50                  | 38,32              | 0,86                  | 30,78                | 38,71                 | 18,71              | 3,07                  | 14,97                | 22,82                 |
| EM-16          | 60                  | 38,44              | 0,84                  | 31,75                | 38,73                 | 17,85              | 3,51                  | 13,98                | 23,46                 |
| EM-17          | 60                  | 38,55              | 0,15                  | 38,34                | 38,76                 | 18,86              | 3,55                  | 14,74                | 23,88                 |
| EM-18          | 75                  | 38,54              | 0,53                  | 33,14                | 38,79                 | 18,27              | 3,81                  | 14,32                | 24,14                 |
| EM-19          | 60                  | 38,62              | 0,21                  | 36,72                | 38,79                 | 18,32              | 3,18                  | 15,13                | 23,66                 |
| EM-20          | 90                  | 38,56              | 0,90                  | 29,26                | 39,27                 | 17,73              | 3,76                  | 14,07                | 25,25                 |
| EM-21          | 100                 | 38,66              | 0,20                  | 38,25                | 38,83                 | 17,60              | 3,67                  | 14,38                | 24,66                 |
| EM-22          | 150                 | 38,70              | 0,34                  | 34,14                | 38,83                 | 15,81              | 2,41                  | 12,55                | 22,88                 |

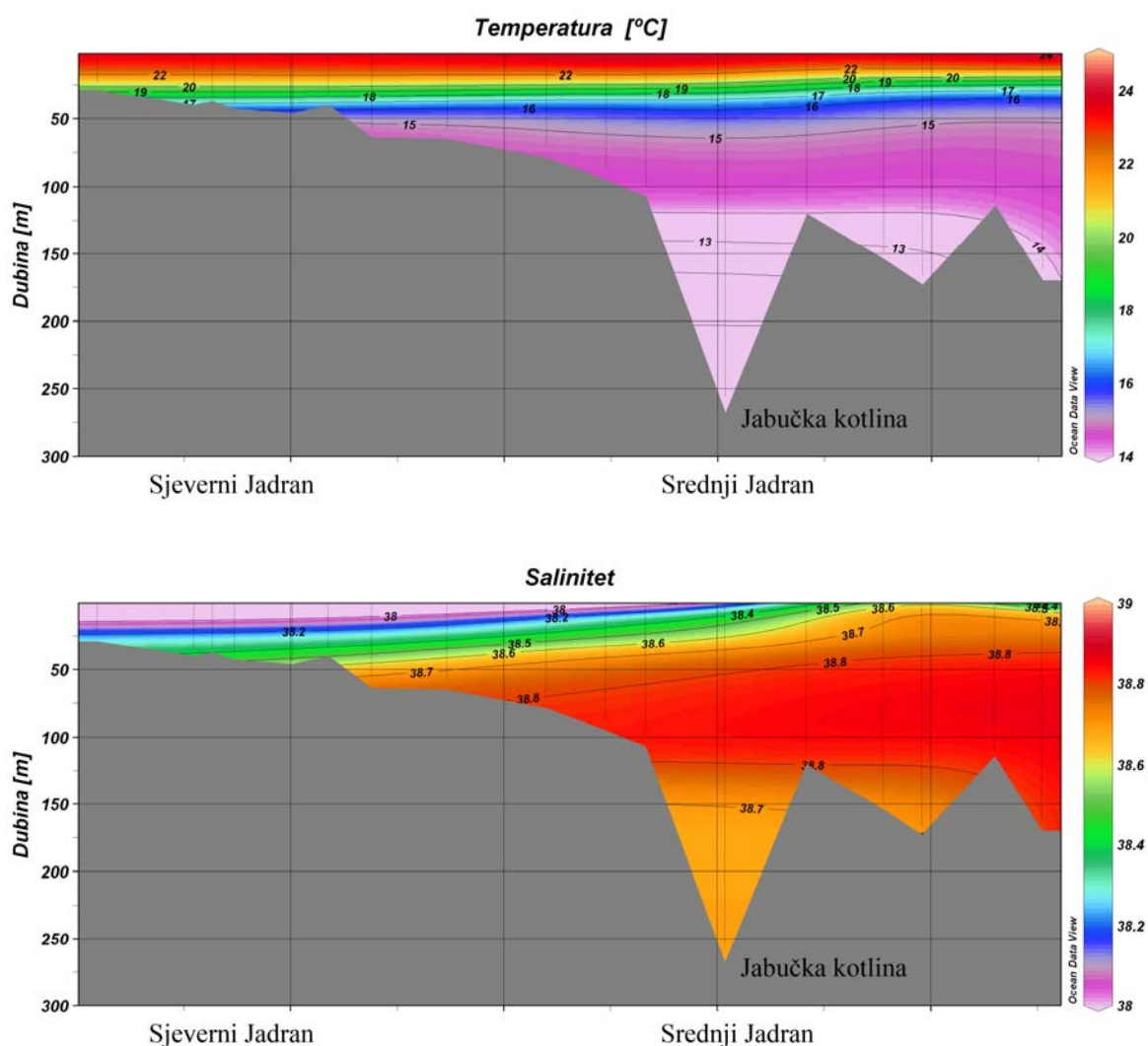
Tablica 8. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, kolovoz-  
rujan 2005, otvoreno more – srednji dio.

| Oznaka postaje | Dubina mjerenja (m) | SALINITET (PSU)    |                       |                      |                       | TEMPERATURA (°C)   |                       |                      |                       |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                |                     | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
| EM-23          | 260                 | 38,70              | 0,22                  | 34,47                | 38,85                 | 14,20              | 3,75                  | 10,46                | 24,54                 |
| EM-25          | 155                 | 38,73              | 0,26                  | 36,76                | 38,85                 | 15,89              | 2,55                  | 13,90                | 23,47                 |
| EM-26          | 120                 | 38,78              | 0,32                  | 34,07                | 38,86                 | 16,46              | 2,81                  | 14,63                | 23,91                 |
| EM-27          | 100                 | 38,80              | 0,06                  | 38,65                | 38,85                 | 16,99              | 2,88                  | 14,66                | 23,53                 |
| EM-28          | 154                 | 38,80              | 0,12                  | 37,23                | 38,86                 | 15,76              | 2,91                  | 11,57                | 23,61                 |
| EM-29          | 73                  | 38,74              | 0,22                  | 36,25                | 38,81                 | 17,85              | 3,21                  | 14,87                | 24,10                 |
| EM-30          | 168                 | 38,78              | 0,07                  | 38,63                | 38,91                 | 15,29              | 3,29                  | 11,52                | 24,12                 |
| EM-31          | 110                 | 38,81              | 0,06                  | 38,67                | 38,87                 | 16,39              | 3,23                  | 14,09                | 24,27                 |
| EM-32          | 170                 | 38,79              | 0,69                  | 26,66                | 39,01                 | 16,05              | 2,87                  | 14,56                | 24,79                 |

Tablica 9. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, kolovoz-  
rujan 2005, otvoreno more – južni dio.

| Oznaka postaje | Dubina mjerenja (m) | SALINITET (PSU)    |                       |                      |                       | TEMPERATURA (°C)   |                       |                      |                       |
|----------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                |                     | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
| EM-33          | 187                 | 38,82              | 0,07                  | 38,62                | 38,87                 | 16,05              | 2,84                  | 14,57                | 25,08                 |
| EM-34          | 201                 | 38,84              | 0,04                  | 38,73                | 39,08                 | 16,08              | 2,67                  | 14,65                | 25,30                 |

Termohaline osobine duž otvorenih voda Jadrana (slika 37) karakterizirane su stratificiranošću vodenog stupca od sjevernog do južnog Jadrana. Površinski, topliji sloj u sjevernom Jadranu smješten je dublje nego u južnom. Vidljiv je ulazak vode više temperature i većeg saliniteta u Jadran. Nad tom se vodom smješta površinska voda čija se termoklina produljuje idući od južnog prema sjevernom Jadranu.

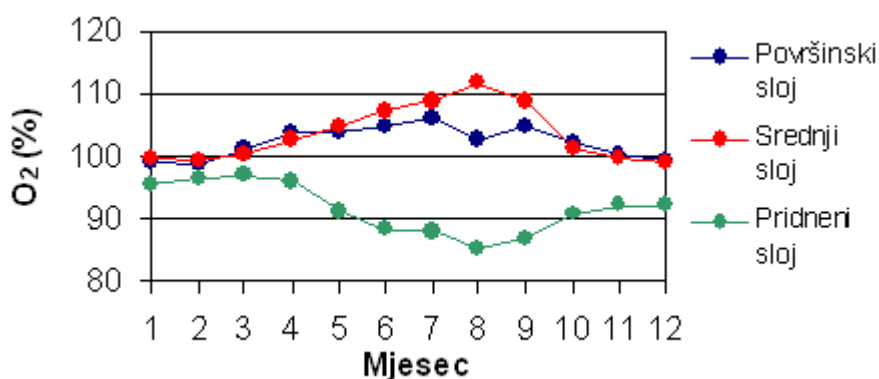


Slika 37. Vertikalni presjek temperatura i saliniteta uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu.

### 6.1.2. Otopljeni kisik

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

Na osnovi rezultata dugogodišnjih istraživanja hidrografskih svojstava srednjeg Jadrana (Buljan i Zore-Armanda, 1979; Zore-Armanda i sur., 1991; Institut za oceanografiju i ribarstvo - Banka podataka) uobičajene fluktuacije kisika u ovom dijelu Jadrana možemo prikazati na primjeru postaje Stončica (Slika 38).



Slika 38. Srednje mjesečne vrijednosti zasićenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom na postaji Stončica (otvoreno more srednjeg Jadrana) tijekom razdoblja 1970-2000.

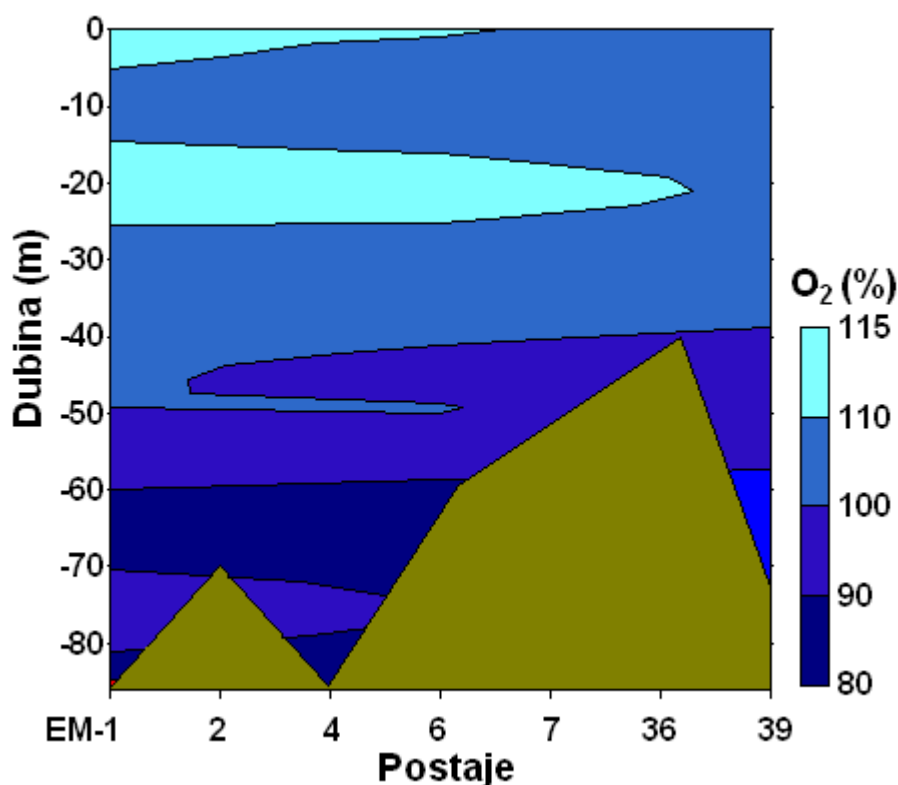
Početkom godine vodeni stupac je dobro izmiješan i relativno ujednačeno zasićen kisikom. Od ožujka se, zbog sve intenzivnije primarne proizvodnje, zasićenost površinskog i srednjeg dijela stupca povećava, a istovjetno se u pridnenom sloja (uslijed heterotrofne razgradnje sedimentirane organske tvari) smanjuje. Najveće raslojavanje uspostavlja se tijekom kolovoza, kad je srednji sloj prezasićen kisikom (povremeno i preko 120 %) a pridneni sloj pokazuje izražen nedostatak kisika (zasićenje pada povremeno i ispod 70%).

Ciklus kisika u područjima pod antropogenim utjecajem (kanalske vode, zaljevi i estuarij) u osnovi pokazuju iste vremenske promjene, međutim često uz izraženije ekstreme.

U sklopu projekta PELMON, eho-monitoring sitne plave ribe, istraživanje sadržaja kisika provedeno je na 7 postaja područja unutarnjeg mora i 12 postaja područja otvorenog mora. Dobiveni rezultati ukazuju na, za kolovoz, uobičajenu prezasićenost površinskog i srednjeg sloja, uz relativno dobru zasićenost pridnenog sloja.

#### 6.1.2.1. Područje unutarnjeg mora

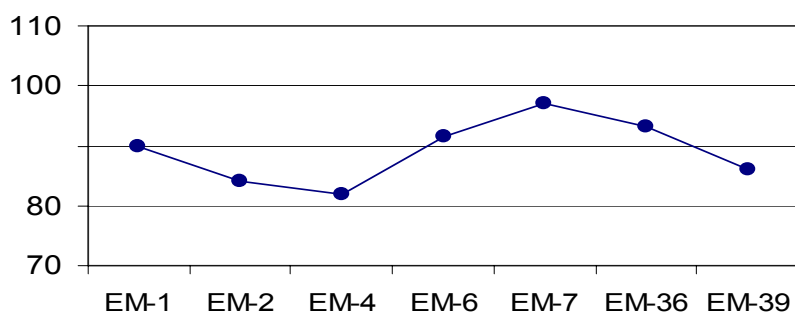
Zasićenje vodenog stupca kisikom u ovom dijelu Jadrana je tijekom istraživanja bilo između 81,8 do 114,3 %, što se može smatrati relativno uskim rasponom bez izraženih pojava prezasićenja ili nedostatka kisika. Kisikom obogaćeni dio stupca ( $> 100\%$ ) se na svim postajama nalazio od površine do dubine od 40 m (Slika 39), a na postajama EM-4, 2 i 1 (Kvarnerić, Virsko i Murtersko more) se spuštao i do dubine od 50 m. Maksimalne vrijednosti zasićenja ( $> 110\%$ ) zabilježena su u površinskom sloju kao i sloju na dubini od 20 m, a jedini izuzetak je bila postaja EM-39 (Hvarski kanal) gdje zasićenje gornjeg dijela stupca nije prelazilo 106 %.



Slika 39. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području unutarnjeg mora tijekom kolovoza 2005.



Pridneni sloj svih postaja je bio relativno dobro zasićen, pri čemu su na postajama EM-6, 7 i 36 (Riječki zaljev, Kvarner i Mljetski kanal) ustanovljene vrijednosti između 90 i 100%, dok je zasićenje na postajama EM-1, 2, 4 i 39 (Murtersko more, Virsko more, Kvarnerić i Hvarski kanal) bilo nešto niže (Slika 40).



Slika 40. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama unutarnjeg mora.

Ako istražene postaje unutarnjeg mora razmotrimo prema geografskoj raspodjeli sjever-jug (Slika 41), vidimo da je prosječno zasićenje u površinskom i srednjem sloju u sjevernom dijelu nešto veće u odnosu na južni dio, dok je prosječno zasićenje pridnenog sloja jednako.

e

**Površinski sloj    Sloj 10-30m    Pridneni sloj**

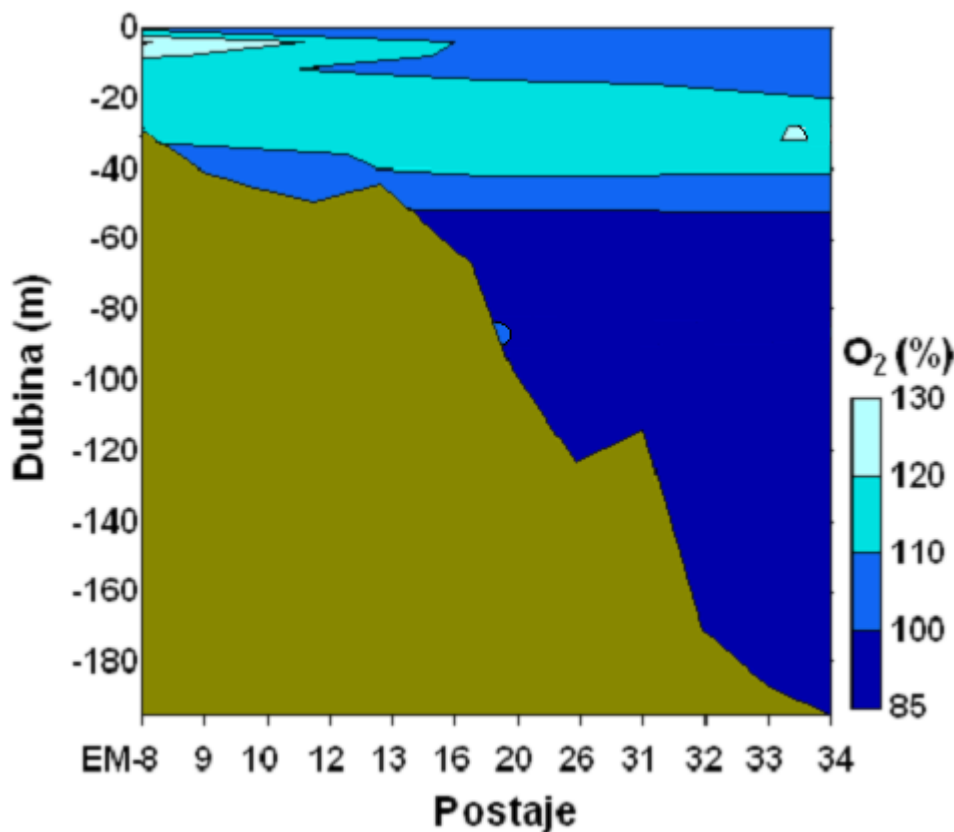
Slika 41. Prosječno zasićenje ( $\pm$  standardna devijacija) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom i južnom unutarnjem moru.

#### 6.1.2.2. Područje otvorenog mora

Raspon zasićenja vodenog stupca kisikom u području otvorenog mora bio je tijekom istraživanja od 84,6 do 154,7 %, pri čemu je donja granica raspona slična minimalnoj vrijednosti ustanovljenoj u području unutarnjeg mora (81,8 %), dok je gornja granica znatno iznad maksimalne vrijednosti unutarnjeg mora (114,3 %). Treba napomenuti da je ovako

visoka vrijednost ustanovljena samo na jednoj postaji (EM-33, 30 m), dok su vrijednosti na ostalim postajama ipak niže.

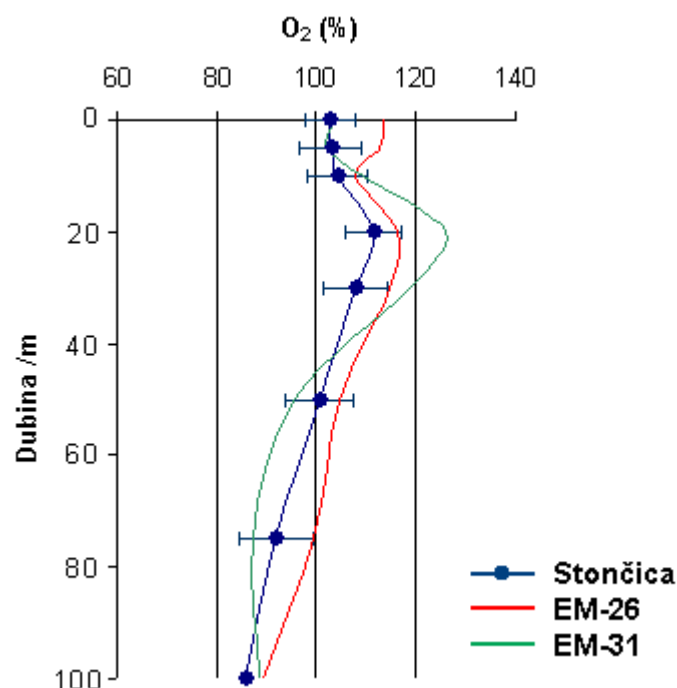
Prema slici 42 granična dubina ravnotežnog zasićenja se na svim postajama nalazi na dubini od 50 m, pri čemu su slojevi iznad te dubine prezasićeni, a ispod siromašniji kisikom.



Slika 42. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području otvorenog mora tijekom kolovoza 2005.

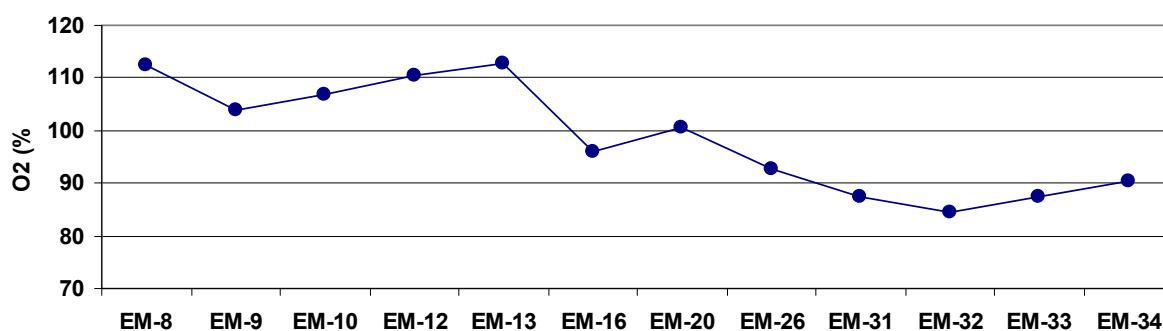
Za razliku od područja unutarnjeg mora, gdje je gornji dio vodenog stupca bio relativno ujednačeno prezasićen, na postajama otvorenog mora ustanovljena je veća prostorna heterogenost, pri čemu se osim već navedene postaje EM-33, izdvajaju i postaje EM-8 (137,3 %), te EM-12 (121,5 %).

Ako usporedimo zasićenja ustanovljena tijekom kolovoza 2005. s dugogodišnjim srednjim vrijednostima za ovaj mjesec (Slika 43), uočljivo je da je gornji dio vodenog stupca tijekom eho-monitoringa sitne plave ribe bio nešto bogatiji kisikom u odnosu na prosječno stanje.



Slika 43. Vertikalna raspodjela zasićenja kisikom tijekom kolovoza na tri postaje u području otvorenog mora srednjeg Jadrana (Postaja Stončica - prosječno zasićenje  $\pm$  std za razdoblje 1970-2000, Postaje EM-26 i EM-31 – zasićenje tijekom 2005. godine).

Zasićenje pridnenog sloja kisikom je na svim postajama bilo dosta dobro (Slika 44), pri čemu je na postajama s manjim dubinama (EM-8, 9, 10, 12, 13) zasićenje bilo čak iznad 100 %.



Slika 44. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama otvorenog mora.

Na ostalim postajama zasićenje pridnenog sloja je bilo niže, međutim obzirom na dubine postaja koji dosežu i do 200 m, vrijednosti su dosta dobre. Posebno se izdvaja postaja EM-20, kod koje je čak na dubini od 95 m ustanovljeno još ravnotežno stanje.

Ako zasićenje razmotrimo prema raspodjeli sjeverni, srednj i južni dio (Slika 45) uočljivo je veće zasićenje vodenog stupca u južnom Jadranu u sloju od 10 do 30 m, te u sjevernom Jadranu u pridnjenom sloju.



Slika 45. Prosječno zasićenje ( $\pm$  std) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom, srednjem i južnom dijelu otvorenog mora.

Rezultati istraživanja prostorne raspodjele kisika u sklopu projekta PELMON eho-monitoring sitne plave ribe ukazuju da je u području unutarnjeg mora gornji dio vodenog stupca (do 40 - 50 m) bio umjereno prezasićen kisikom (do 114 %), a ispod te dubine ustanovljen je blagi nedostatak kisika ( $O_2$  min = 81 %). U području otvorenog mora, gornji dio vodenog stupca (do 50 m) je bio nešto bogatiji kisikom (do 154 %), a ustanovljene su i veće razlike među postajama. Zasićenje u pridnenom sloju otvorenog mora bilo je dosta dobro, a izraženiji nedostatak kisika nije ustanovljen ni na postajama s većim dubinama.

### 6.1.3. Fitoplankton

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

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

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

Dosadašnja istraživanja Jadrana ukazuju na postojanje različitih trofičkih područja pa razlikujemo produktivni i potencijalno eutrofni sjeverni dio, te dublji srednji i južni dio s nižom primarnom proizvodnjom. S obzirom na stupanj trofije bitno se razlikuju obalne vode i otvoreno more. Otvorene vode srednjeg i južnog Jadrana pokazuju jasne oligotrofne karakteristike (Viličić i sur., 1989).

#### 6.1.3.1. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica

##### 6.1.3.1.1. *Unutarnje more*

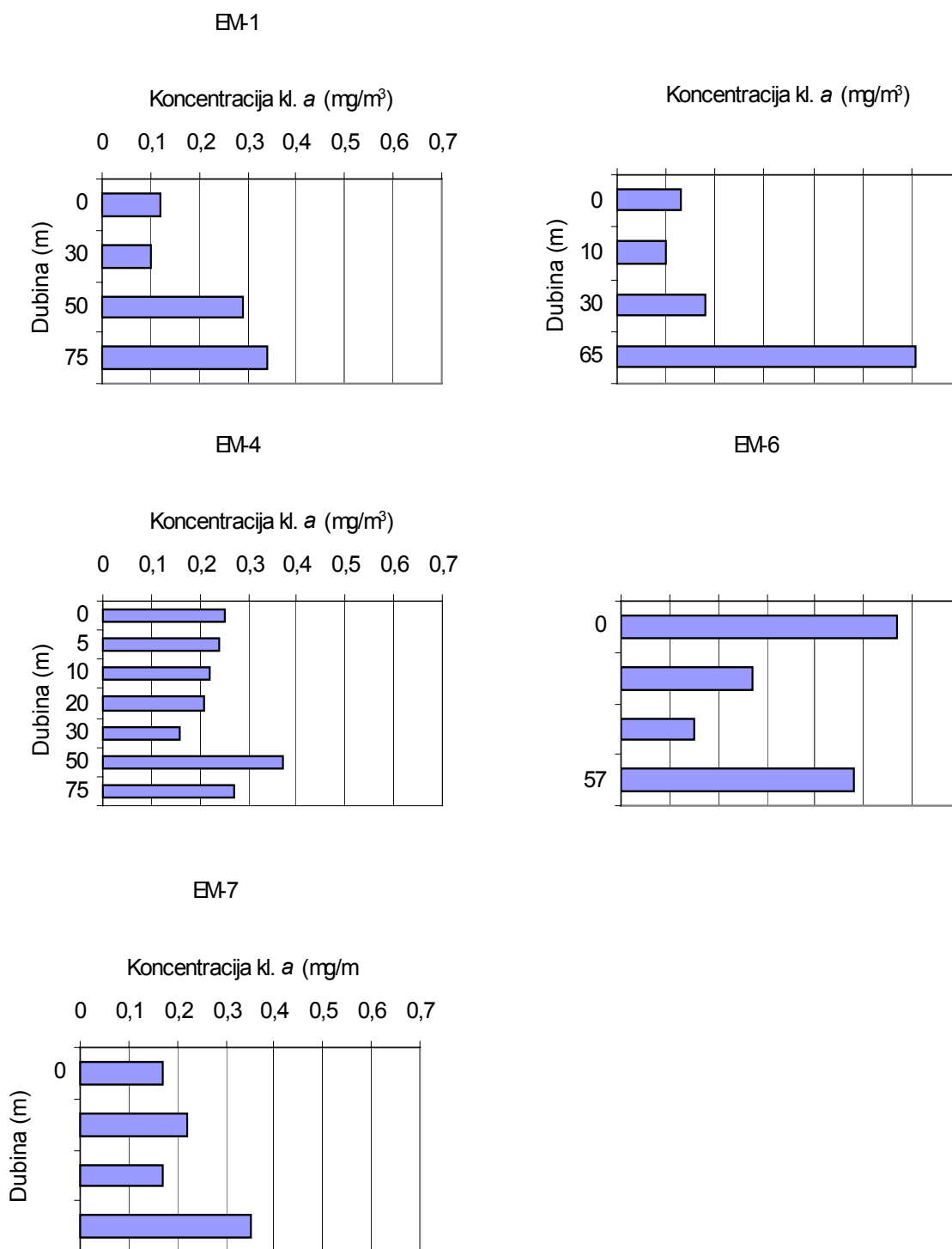
###### *Unutarnje more-sjeverni dio*

Koncentracija klorofila *a* na području unutarnje more-sjeverni dio kretala se u rasponu od 0,1 do 0,61 mg m<sup>-3</sup> (Slika 46).

Najveće vrijednosti zabilježene su u Riječkom zaljevu (EM-6), te u pridnenom sloju na postaji EM-2 (Virsko more).

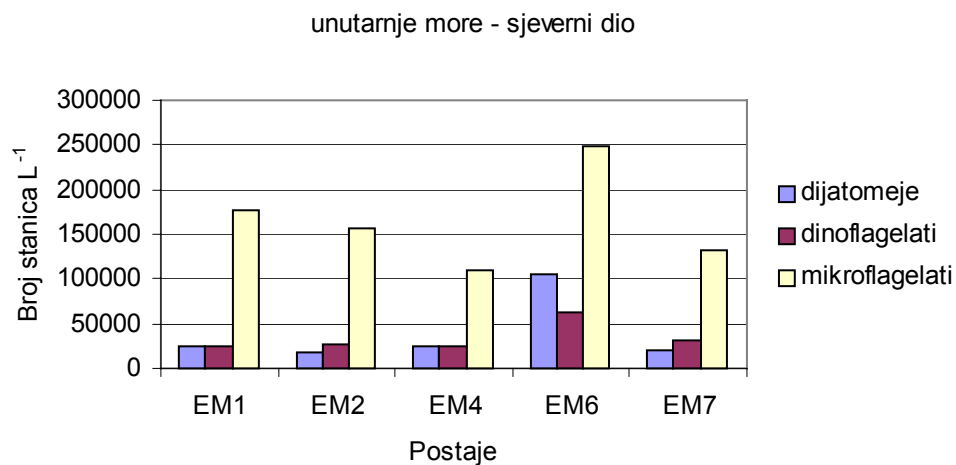
Maksimalne vrijednosti na svim postajama zabilježene su u pridnenom sloju, osim u Riječkom zaljevu gdje su visoke koncentracije zabilježene u površinskom i u pridnenom sloju. Visoke su vrijednosti klorofila *a* u pridnenom sloju tijekom ljeta karakteristične za sjeverni Jadran. Naime, u sjevernom su Jadranu najveće vrijednosti klorofila *a*, u zimskom periodu zabilježene u površinskom sloju dok se tijekom proljeća i ljeta maksimalne vrijednosti spuštaju u podpovršinski sloj s jasnim podpovršinskim maksimum klorofila *a* ljetnom razdoblju (Zavatarelli i sur., 2000). Visoke vrijednosti klorofila *a* u površinskom sloju u Riječkom zaljevu upućuju na dotok hranjivih soli s kopna. Općenito, su koncentracije klorofila *a* na području unutarnje more-sjeverni dio znatno veće u odnosu na prošlogodišnje istraživanje.

Sastav fitoplanktonske zajednice na području unutarnje more-sjeverni dio opisan je u tablicama 10, 11, 12, 13 i 14. Ukupna fitoplanktonska abundancija kretala se u rasponu od 1,85 x 10<sup>5</sup> stanica L<sup>-1</sup> na području Kvarnera do 4,25 x 10<sup>5</sup> stanica L<sup>-1</sup> u Riječkom zaljevu. Na svim postajama prevladavaju nanoplanktonski organizmi iz skupine Mikroflagelata (Slika 47). Od mikropilanktonskih vrsta najzastupljenije su dijatomeje *Leptocylindrus minimus* i *Pseudonitzschia complex* i to na području Kvarnerića i Riječkog zaljeva.



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





Slika 47. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-sjeverni dio.

Tablica 10. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-1 (Murtersko more). Unutarnje more-sjeverni dio.

| EM-1                             | (MIX 0-75) |
|----------------------------------|------------|
| DIJATOMEJE                       |            |
| <i>Nitzschia closterium</i>      | 7340       |
| <i>Pennatae indeterminata</i>    | 2940       |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>   | 10300      |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i> | 1470       |
| <i>Rhizosolenia stolterfothi</i> | 1470       |
| ukupno:                          | 23520      |
| DINOFLAGELATI                    |            |
| <i>Gymnodinium spp.</i>          | 16200      |
| <i>Pyramimonas spp.</i>          | 7340       |
| ukupno:                          | 23540      |
| MIKROFLAGELATI                   |            |
| <i>Hillea fusiformis</i>         | 1470       |
| <i>Mikroflagella spp.</i>        | 175000     |
| ukupno:                          | 176470     |
| UKUPNO:                          | 223530     |

Tablica 11. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-2 (Virsko more). Unutarnje more-sjeverni dio.

| EM-2                                    | (MIX 0-65m) |
|-----------------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                              |             |
| <i>Chaetoceros gracilis</i>             | 4400        |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>           | 1470        |
| <i>Nitzschia closterium</i>             | 7340        |
| <i>Pennatae indeterminata</i>           | 400         |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 1470        |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i>        | 1470        |
| <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>      | 1470        |
| ukupno:                                 | 18020       |
| DINOFLAGELATI                           |             |
| <i>Cocchloidium flavum</i>              | 1470        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 23500       |
| <i>Gyrodinium aureolum</i>              | 1470        |
| ukupno:                                 | 26440       |
| MIKROFLAGELATI                          |             |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 157000      |
| ukupno:                                 | 157000      |
| UKUPNO:                                 | 201460      |

Tablica 12. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-4 (Kvarnerić). Unutarnje more-sjeverni dio.

| EM-4                                    | 0 m    | 30 m   | 50 m   | 75 m   |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| DIJATOMEJE                              |        |        |        |        |
| <i>Chaetoceros gracilis</i>             | 1470   |        |        |        |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>           | 58700  | 1470   |        |        |
| <i>Nitzschia closterium</i>             |        |        | 1470   |        |
| <i>Pennatae indeterminata</i>           | 1470   | 1470   |        | 1470   |
| <i>Pseudonitzschia seriata complex</i>  | 4400   | 13200  | 13200  | 1470   |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 1470   |        |        |        |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>       |        |        | 1470   |        |
| ukupno:                                 | 67510  | 16140  | 16140  | 2940   |
| DINOFLAGELATI                           |        |        |        |        |
| <i>Amphidinium acutissimum</i>          | 1470   |        |        |        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 49900  | 19100  | 14700  | 14700  |
| <i>Scirpsiella trochoidea</i>           | 1470   | 1470   |        |        |
| ukupno:                                 | 52840  | 20570  | 14700  | 14700  |
| KOKOLITOFORINE                          |        |        |        |        |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>          | 1470   |        | 1470   |        |
| ukupno:                                 | 1470   | 0      | 1470   | 0      |
| MIKROFLAGELATI                          |        |        |        |        |
| <i>Hillea fusiformis</i>                | 4400   | 10300  | 1470   |        |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 157000 | 69900  | 87400  | 105000 |
| ukupno:                                 | 161400 | 80200  | 88870  | 105000 |
| UKUPNO:                                 | 283220 | 116910 | 121180 | 122640 |

Tablica 13. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-6 (Riječki zaljev). Unutarnje more-sjeverni dio.

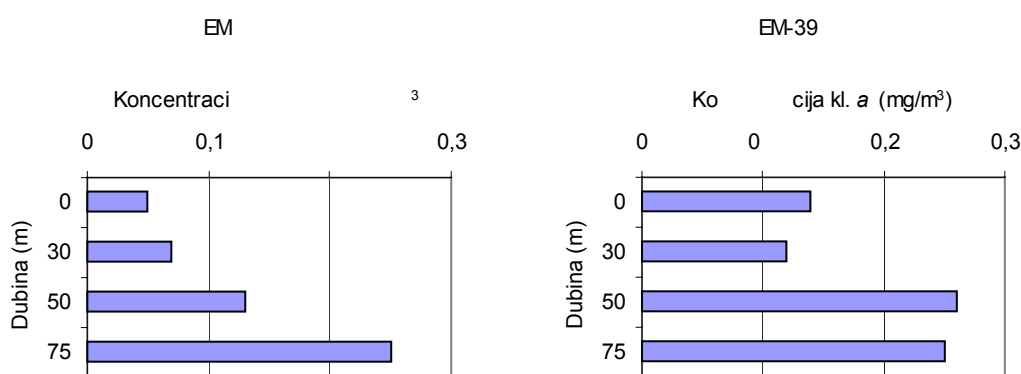
| EM-6                             | (MIX 0-57m) |
|----------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                       |             |
| <i>Chaetoceros peruvianus</i>    | 1470        |
| <i>Guinardia flaccida</i>        | 1470        |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>    | 61700       |
| <i>Pennatae indeterminatae</i>   | 1470        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>   | 35200       |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i> | 4400        |
| ukupno:                          | 105710      |
| DINOFLAGELATI                    |             |
| <i>Gymnodinium spp.</i>          | 54300       |
| <i>Pyramimonas spp.</i>          | 7340        |
| ukupno:                          | 61640       |
| KOKOLITOFORINE                   |             |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>   | 8810        |
| ukupno:                          | 8810        |
| MIKROFLAGELATI                   |             |
| <i>Hillea fusiformis</i>         | 73400       |
| <i>Mikroflagella spp.</i>        | 175000      |
| ukupno:                          | 248400      |
| UKUPNO:                          | 424560      |

Tablica 14. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-7 (Kvarner). Unutarnje more-sjeverni dio.

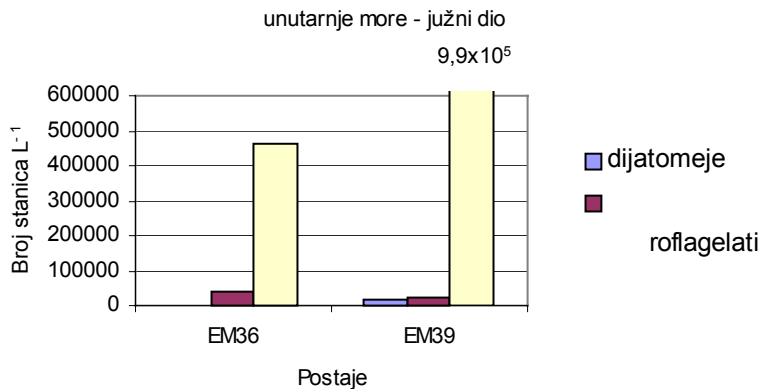
| EM-7                           | (MIX 0-45m) |
|--------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                     |             |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>  | 7340        |
| <i>Pennatae indeterminatae</i> | 2940        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i> | 8810        |
| ukupno:                        | 19090       |
| DINOFLAGELATI                  |             |
| <i>Amphidinium acutissimum</i> | 1470        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>        | 29400       |
| <i>Pyramimonas spp.</i>        | 1470        |
| ukupno:                        | 32340       |
| KOKOLITOFORINE                 |             |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i> | 1470        |
| ukupno:                        | 1470        |
| MIKROFLAGELATI                 |             |
| <i>Hillea fusiformis</i>       | 1470        |
| <i>Mikroflagella spp.</i>      | 131000      |
| ukupno:                        | 132470      |
| UKUPNO:                        | 185370      |

### Unutarnje more-južni dio

Koncentracija klorofila a na području unutarnje more-južni dio kretala se u rasponu od 0,05 do 0,26 mg m<sup>-3</sup> (Slika 48). Brojnost fitoplanktonskih stanica bila je u rasponu od 5,04x10<sup>5</sup> do 1,03x10<sup>6</sup> stanica L<sup>-1</sup>. Na temelju dobivenih rezultata nije uočena razlika između unutarnjeg i otvorenog mora južnog dijela s obzirom na sastav i biomasu fitoplanktonske zajednice. U fitoplanktonskoj zajednici dominiraju organizmi nanoplanktonske veličinske kategorije iz skupine Mikroflagelata (Slika 49, tablice 15 i 16).



Slika 48. Raspodjela koncentracije klorofila a (mg m<sup>-3</sup>). Unutarnje more-južni dio.



Slika 49. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina. Unutarnje more-južni dio.

Tablica 15. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-36 (Mljetski kanal). Unutarnje more-južni dio.

| EM-36                           | (MIX 0-65m) |
|---------------------------------|-------------|
| DINOFLAGELATI                   |             |
| <i>Dinoflagelati</i> < 20 $\mu$ | 35600       |
| <i>Gymnodinium</i> spp.         | 5180        |
| <i>Massariata rotundata</i>     | 370         |
| ukupno:                         | 41150       |
| MIKROFLAGELATI                  |             |
| <i>Mikroflagella</i> spp.       | 463000      |
| ukupno:                         | 463000      |
| UKUPNO:                         | 504150      |

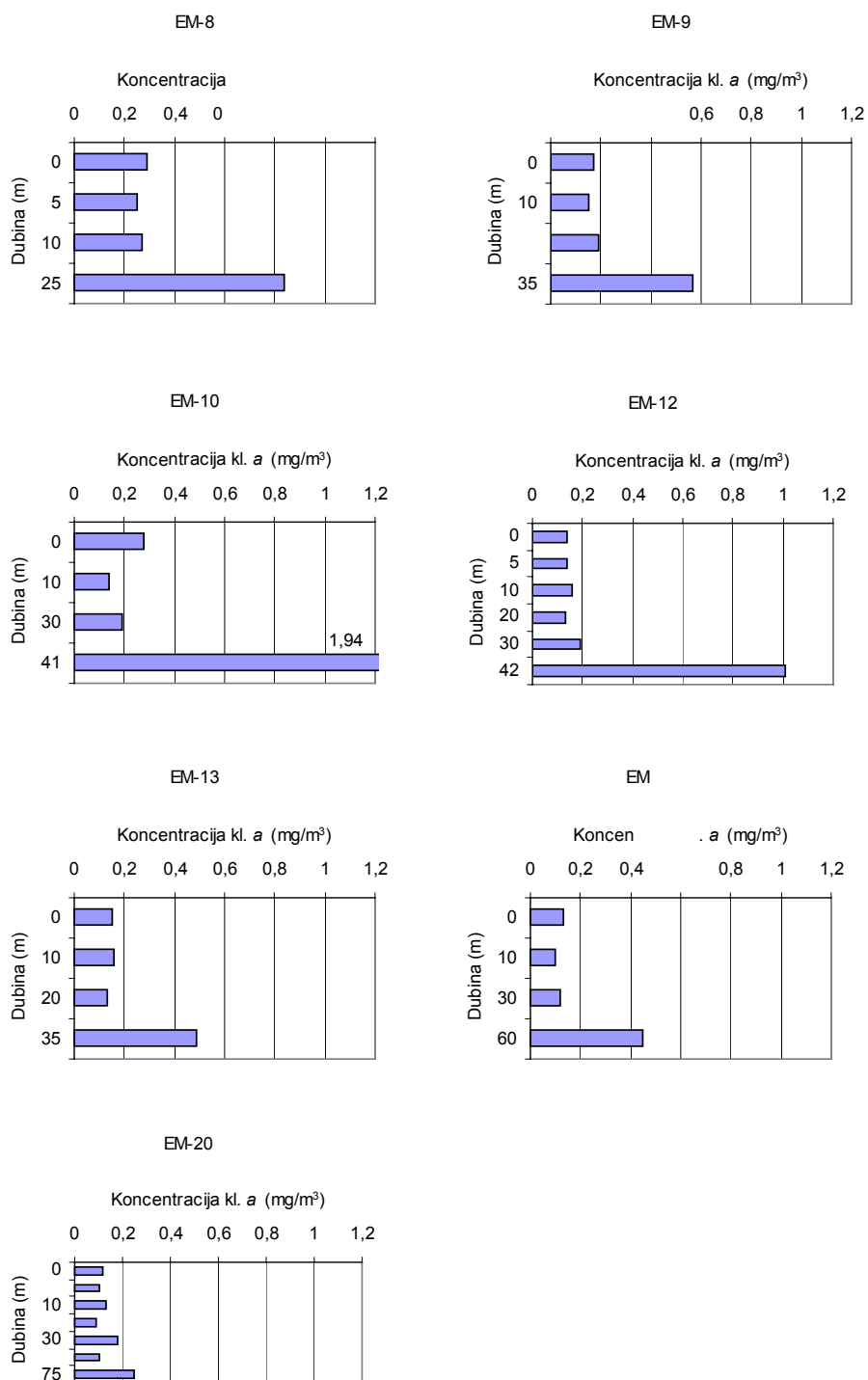
Tablica 16. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-39 (Hvarski kanal). Unutarnje more-južni dio.

| EM-39                                          | (MIX 0-65m) |
|------------------------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                                     |             |
| <i>Chaetoceros compressus</i>                  | 3700        |
| <i>Chaetoceros curvisetus</i>                  | 6290        |
| <i>Fragilaria</i> spp.                         | 1480        |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>                  | 1850        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>                 | 2960        |
| <i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i> | 740         |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i>               | 370         |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>              | 370         |
| ukupno:                                        | 17760       |
| DINOFLAGELATI                                  |             |
| <i>Dinoflagelati</i> < 20 $\mu$                | 17800       |
| <i>Ceratium furca</i>                          | 370         |
| <i>Gymnodinium</i> spp.                        | 3330        |
| <i>Gyrodinium</i> spp.                         | 2220        |
| <i>Pronoctiluca spinifera</i>                  | 370         |
| ukupno:                                        | 24090       |
| MIKROFLAGELATI                                 |             |
| <i>Mikroflagella</i> spp.                      | 988000      |
| ukupno:                                        | 988000      |
| UKUPNO:                                        | 1029850     |

### 6.1.3.1.2. Otvoreno more

#### Otvoreno more-sjeverni dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more-sjeverni dio kretala se u rasponu od 0,1 do 1,94  $\text{mg m}^{-3}$  (Slika 50).

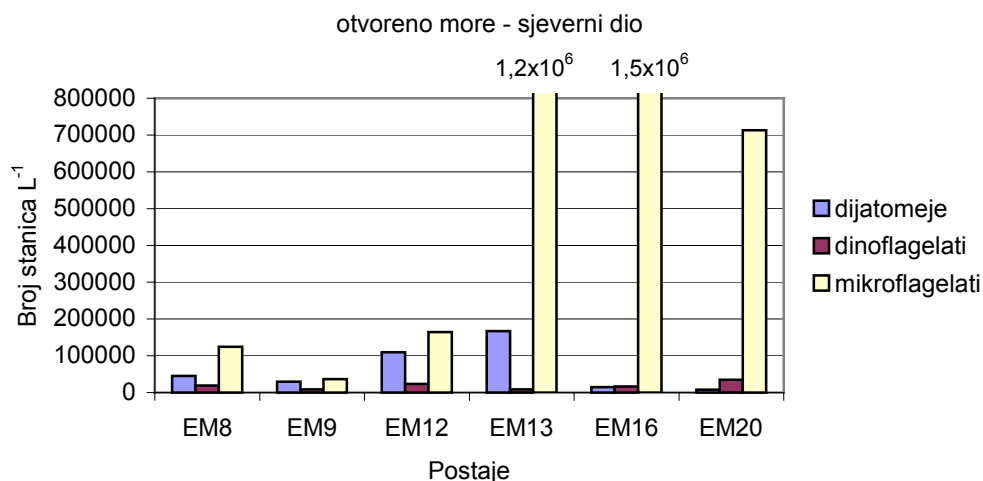


Slika 50. Raspodjela koncentracije klorofila *a* ( $\text{mg m}^{-3}$ ) na području otvoreno more-sjeverni dio.

Vrijednosti i raspodjela fitoplanktonske biomase potvrdili su rezultate dobivene prošlogodišnjim istraživanjem. Na svim postajama najveća biomasa zabilježena je u pridnom sloju s maksimalnim vrijednostima na postajama EM-10 i EM-12. Porast biomase u pridnom sloju rezultat je povećane brojnosti dijatomeja *Leptocylindrus minimus*, *L. danicus*, *Pseudonitzschia complex* i *Rhizosolenia alata f. gracillima* (Tablice 17 i 19.). Brojnost fitoplanktona na području otvoreno more-sjeverni dio kretala se u rasponu od  $7,6 \times 10^4$  do  $1,53 \times 10^6$  stanica  $L^{-1}$ . Brojnost dijatomeja je veća na postajama gdje je zabilježena veća biomasa dok na postajama s manjom biomasom u zajednici prevladava nanoplankton iz skupine mikroflagelata (Slika 51, Tablice 17, 18, 19, 20, 21 i 22).

Tablica 17. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-8. Otvoreno more-sjeverni dio.

| EM-8                                    | 0 m    | 5 m    | 10 m   | 25 m   |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>DIJATOMEJE</b>                       |        |        |        |        |
| <i>Asterionella formosa</i>             | 1470   |        |        |        |
| <i>Chaetoceros spp.</i>                 | 4400   | 1470   |        | 1470   |
| <i>Diploneis spp.</i>                   |        |        |        | 2960   |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>           |        |        |        | 137000 |
| <i>Guinardia flaccida</i>               |        |        | 1470   |        |
| <i>Nitzschia closterium</i>             |        | 2940   |        | 4400   |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          |        |        | 7340   |        |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> |        | 1470   |        |        |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>       | 1470   |        |        |        |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i>        | 1470   |        | 2940   | 8810   |
| ukupno:                                 | 8810   | 5880   | 11750  | 154640 |
| <b>DINOFLAGELATI</b>                    |        |        |        |        |
| <i>Ceratium fusus</i>                   | 1470   | 1470   |        |        |
| <i>Dinophysis rotundatum</i>            |        |        | 1470   |        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 26400  | 14700  | 14700  | 10300  |
| <i>Gyrodinium adriaticum</i>            |        |        | 1470   |        |
| <i>Pronoctiluca spinifera</i>           |        | 2940   |        |        |
| ukupno:                                 | 27870  | 19110  | 17640  | 10300  |
| <b>KOKOLITOFORINE</b>                   |        |        |        |        |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>          | 2940   | 1470   |        |        |
| ukupno:                                 | 2940   | 1470   | 0      | 0      |
| <b>MIKROFLAGELATI</b>                   |        |        |        |        |
| <i>Hillea fusiformis</i>                | 1470   | 4400   | 13200  | 7340   |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 114000 | 139800 | 131100 | 87400  |
| ukupno:                                 | 115470 | 144200 | 144300 | 94740  |
| UKUPNO:                                 | 155090 | 170660 | 173690 | 259680 |



Slika 51. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more-sjeverni dio.

Tablica 18. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-9. Otvoreno more-sjeverni dio.

| EM-9                                    | (MIX 0-35m) |
|-----------------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                              |             |
| <i>Chaetoceros gracilis</i>             | 1470        |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>           | 4400        |
| <i>Nitzschia closterium</i>             | 5870        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          | 14700       |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 1470        |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i>        | 1470        |
| ukupno:                                 | 29380       |
| DINOFLAGELATI                           |             |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 8810        |
| ukupno:                                 | 8810        |
| KOKOLITOFORINE                          |             |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>          | 1470        |
| ukupno:                                 | 1470        |
| MIKROFLAGELATI                          |             |
| <i>Hillea fusiformis</i>                | 1470        |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 34960       |
| ukupno:                                 | 36430       |
| UKUPNO:                                 | 76090       |



Tablica 19. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-12. Otvoreno more-sjeverni dio.

| EM-12                                   | 0 m    | 10 m   | 20 m   | 42 m   |
|-----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| DIJATOMEJE                              |        |        |        |        |
| <i>Chaetoceros affinis</i>              |        |        |        | 8810   |
| <i>Chaetoceros gracilis</i>             | 2940   | 1470   | 4400   |        |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>           | 16200  | 23500  | 13200  | 202000 |
| <i>Navicula spp.</i>                    |        |        |        | 1470   |
| <i>Nitzschia closterium</i>             | 5870   |        | 1470   | 2940   |
| <i>Pennatae indeterminatae</i>          |        |        |        | 1470   |
| <i>Pleurosigma spp.</i>                 |        |        |        | 1470   |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          | 4440   | 5870   | 8810   | 60200  |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 8810   | 5870   | 4400   | 38200  |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>       |        |        |        | 8810   |
| <i>Thalassionema nitzschoides</i>       |        |        |        | 4400   |
| ukupno:                                 | 38260  | 36710  | 32280  | 329770 |
| DINOFLAGELATI                           |        |        |        |        |
| <i>Dinophysis rotundatum</i>            | 1470   |        |        |        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 26400  | 24900  | 16200  | 19100  |
| <i>Gyrodinium fisiforme</i>             |        | 1470   |        |        |
| <i>Pronoctiluca spinifera</i>           |        | 1470   |        |        |
| <i>Prorocentrum micans</i>              | 2940   |        |        |        |
| ukupno:                                 | 30810  | 27840  | 16200  | 19100  |
| SILIKOFLAGELATI                         |        |        |        |        |
| <i>Meringosphaera tenerrima</i>         |        |        |        | 1470   |
| ukupno:                                 | 0      | 0      | 0      | 1470   |
| KOKOLITOFORINE                          |        |        |        |        |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>          | 1470   | 1470   |        |        |
| ukupno:                                 | 1470   | 1470   | 0      | 0      |
| EUGLENOFITI                             |        |        |        |        |
| <i>Eutreptiella spp.</i>                |        | 1470   |        |        |
| ukupno:                                 | 0      | 1470   | 0      | 0      |
| MIKROFLAGELATI                          |        |        |        |        |
| <i>Hillea fusiformis</i>                | 8810   | 2940   | 1470   | 5870   |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 175000 | 192000 | 157000 | 114000 |
| ukupno:                                 | 183810 | 194940 | 158470 | 119870 |
| UKUPNO:                                 | 254350 | 262430 | 206950 | 470210 |

Tablica 20. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-13. Otvoreno more-sjeverni dio.

| EM-13                                   | (MIX 0-35m). |
|-----------------------------------------|--------------|
| DIJATOMEJE                              |              |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>           | 162800       |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 1480         |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>       | 2960         |
| ukupno:                                 | 167240       |
| DINOFLAGELATI                           |              |
| <i>Dinoflagelati &lt; 20 µ</i>          | 8900         |
| ukupno:                                 | 8900         |
| MIKROFLAGELATI                          |              |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 1200000      |
| ukupno:                                 | 1200000      |
| UKUPNO:                                 | 1376140      |

Tablica 21. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-16. Otvoreno more-sjeverni dio.

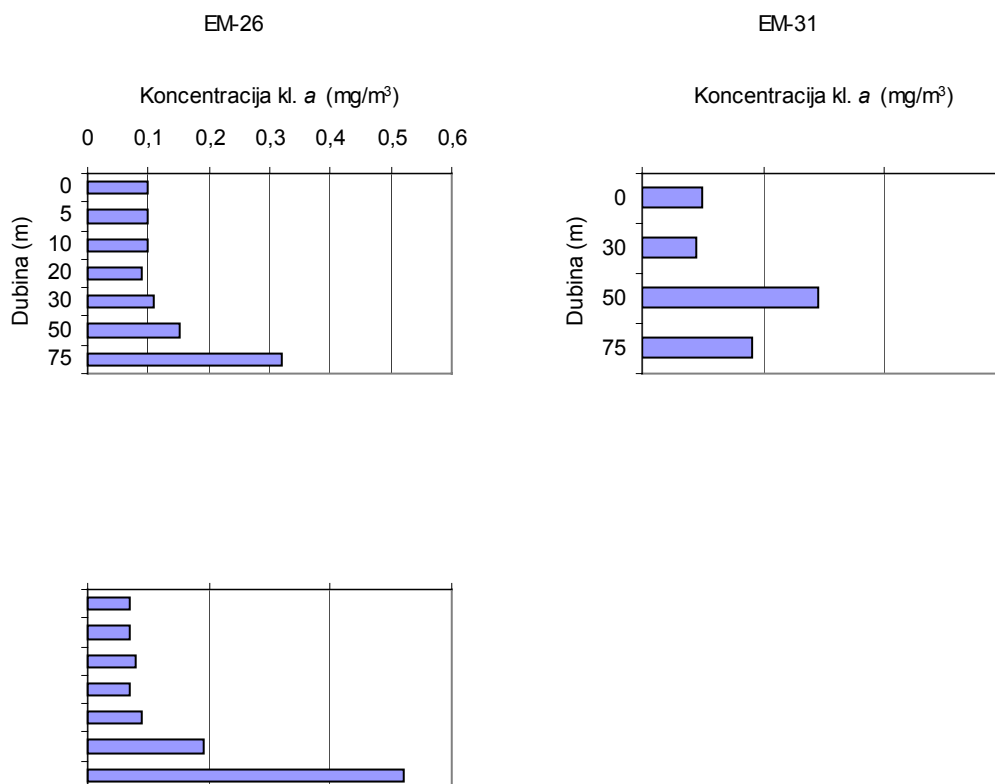
| EM-16                                   | (MIX 0-60m) |
|-----------------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                              |             |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>           | 5920        |
| <i>Navicula spp.</i>                    | 1480        |
| <i>Nitzschia closterium</i>             | 1480        |
| <i>Pennatae indeterminatae</i>          | 1480        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          | 1480        |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 1480        |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>       | 1480        |
| ukupno:                                 | 14800       |
| DINOFLAGELATI                           |             |
| <i>Dinoflagelati &lt; 20 µ</i>          | 8900        |
| <i>Gymnodinium agilis</i>               | 2960        |
| <i>Gymnodinium caput</i>                | 1480        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 1480        |
| <i>Gyrodinium spp.</i>                  | 1480        |
| ukupno:                                 | 16300       |
| MIKROFLAGELATI                          |             |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 1500000     |
| ukupno:                                 | 1500000     |
| UKUPNO:                                 | 1531100     |

Tablica 22. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-20. Otvoreno more-sjeverni dio.

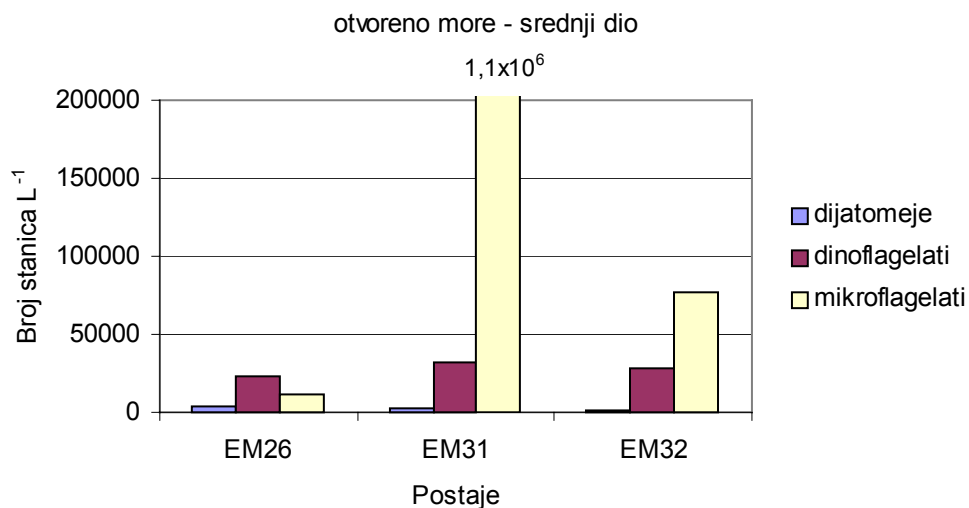
| EM-20                                   | 0 m     | 30 m   | 50 m   | 75 m   |
|-----------------------------------------|---------|--------|--------|--------|
| DIJATOMEJE                              |         |        |        |        |
| <i>Chaetoceros spp.</i>                 |         |        | 7400   |        |
| <i>Dactyliosolen mediterraneus</i>      |         |        |        | 4440   |
| <i>Leptocylindrus danicus</i>           |         | 1480   |        | 1480   |
| <i>Pennatae indeterminatae</i>          | 1480    |        |        |        |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          | 1480    | 5920   | 2960   |        |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> |         |        | 1480   |        |
| <i>Rhizosolenia stylifirma</i>          | 1480    |        |        |        |
| ukupno:                                 | 4440    | 7400   | 11840  | 5920   |
| DINOFLAGELATI                           |         |        |        |        |
| <i>Dinoflagelati &lt; 20 µ</i>          | 62000   | 17800  | 26700  | 8900   |
| <i>Gymnodinium gramaticum</i>           |         |        | 1480   |        |
| <i>Gymnodinium pulchrum</i>             |         | 4440   |        |        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 5920    | 2960   | 4440   | 4440   |
| ukupno:                                 | 67920   | 25200  | 32620  | 13340  |
| MIKROFLAGELATI                          |         |        |        |        |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 1090000 | 854000 | 703100 | 204700 |
| ukupno:                                 | 1090000 | 854000 | 703100 | 204700 |
| UKUPNO:                                 | 1162360 | 886600 | 747560 | 223960 |

### Otvoreno more-srednji dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more-srednji dio kretala se u rasponu od 0,07 do 0,52 mg m<sup>-3</sup> (Slika 52). Najveća biomasa zabilježena je u pridnenom sloju. Koncentracija klorofila *a* uglavnom je ispod 0,5 mg m<sup>-3</sup> što ukazuje na niži stupanj trofije na ovom području. Najveća biomasa zabilježena je na postaji EM-32 u pridnenom sloju. Brojnost dijatomeja na ovom području izuzetno je mala, a u fitoplanktonskoj zajednici prevladavaju manji nanoplanktonski organizmi uglavnom iz skupine *Mikroflagelata* kao i neoklopljeni sitni dinoflagelati iz roda *Gymnodinium* (Slika 53, tablice 23, 24 i 25). Najveći broj organizama iz skupine *Mikroflagelata* zabilježen je na Palgruži (EM-31). Na postajama EM-26 i EM-31 najveća biomasa u pridnenom sloju popraćena je i najvećom abundancijom fitoplanktona u pridnenom sloju, dok je na postaji EM-32 najveća abundancija zabilježena u površinskom sloju što ukazuje da je na toj postaji visoka vrijednost koncentracije klorofila *a* u pridnenom sloju vjerojatno dijelom rezultat fiziološke adaptacije fitoplanktona na smanjenu količinu svjetlosti.



Slika 52. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m<sup>-3</sup>) na području otvoreno more-srednji dio.



Slika 53. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području otvoreno more-srednji dio.

Tablica 23. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-26. Otvoreno more-srednji dio.

| EM-26                                   | 0 m   | 30 m  | 50 m  | 75 m  |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| DIJATOMEJE                              |       |       |       |       |
| <i>Chaetoceros brevis</i>               |       |       |       | 1468  |
| <i>Climacospaenia moniligera</i>        |       | 367   |       |       |
| <i>Dactyliosolen mediterraneus</i>      |       | 1100  | 734   |       |
| <i>Guinardia flaccida</i>               |       |       |       | 734   |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>           |       | 2200  | 367   |       |
| <i>Nitzschia closterium</i>             |       | 734   |       | 367   |
| <i>Pennatae indeterminata</i>           | 1100  | 1840  | 734   |       |
| <i>Pseudonitzschia complex</i>          |       |       |       | 1840  |
| <i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> | 367   |       | 367   |       |
| <i>Rhizosolenia styliformis</i>         |       | 367   |       |       |
| ukupno:                                 | 1467  | 6608  | 2202  | 4409  |
| DINOFLAGELATI                           |       |       |       |       |
| <i>Amphidinium acutissimum</i>          | 1100  | 734   |       | 1100  |
| <i>Gymnodinium spp.</i>                 | 15400 | 15400 | 7340  | 51380 |
| <i>Gyrodinium biconicum</i>             |       | 367   |       |       |
| <i>Gyrodinium pingue</i>                |       | 367   | 367   |       |
| <i>Oxytoxum adriaticum</i>              |       |       | 367   |       |
| ukupno:                                 | 16500 | 16868 | 8074  | 52480 |
| SILIKOFLAGELATI                         |       |       |       |       |
| <i>Dyctiocha fibula</i>                 |       | 367   |       |       |
| ukupno:                                 | 0     | 367   | 0     | 0     |
| KOKOLITOPHORINE                         |       |       |       |       |
| <i>Coccolithophoridae spp.</i>          | 1100  | 367   | 367   |       |
| ukupno:                                 | 1100  | 367   | 367   | 0     |
| MIKROFLAGELATI                          |       |       |       |       |
| <i>Hillea fusiformis</i>                | 367   |       |       | 367   |
| <i>Mikroflagella spp.</i>               | 13100 | 13100 | 10900 | 8720  |
| ukupno:                                 | 13467 | 13100 | 10900 | 9087  |
| UKUPNO:                                 | 32534 | 37310 | 21543 | 65976 |

Tablica 24. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-31 (Palagruža). Otvoreno more-srednji dio.

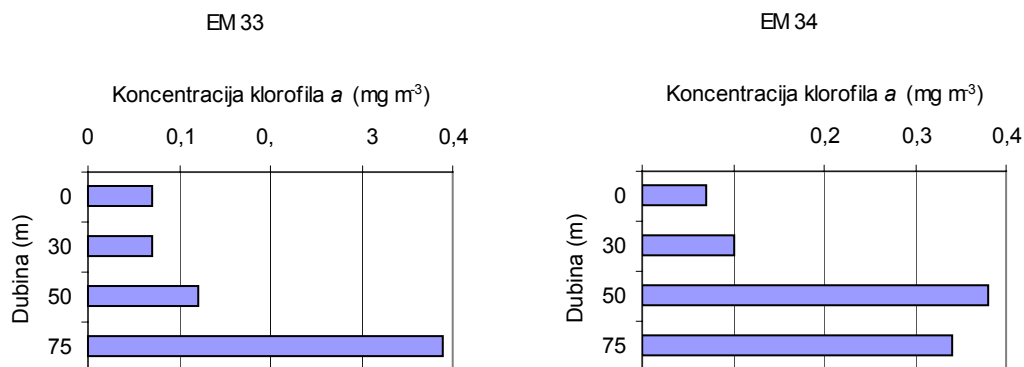
| EM-31                          | (MIX 0-77m) |
|--------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                     |             |
| <i>Pseudonitzschia complex</i> | 2960        |
| ukupno:                        | 2960        |
| DINOFLAGELATI                  |             |
| <i>Dinoflagelati &lt; 20 μ</i> | 26700       |
| <i>Amphidinium Klebsi</i>      | 370         |
| <i>Gymnodinium spp.</i>        | 4440        |
| <i>Gyrodinium spp.</i>         | 370         |
| ukupno:                        | 31880       |
| MIKROFLAGELATI                 |             |
| <i>Mikroflagella spp.</i>      | 1090000     |
| ukupno:                        | 1090000     |
| UKUPNO:                        | 1124840     |

Tablica 25. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-32. Otvoreno more-srednji dio.

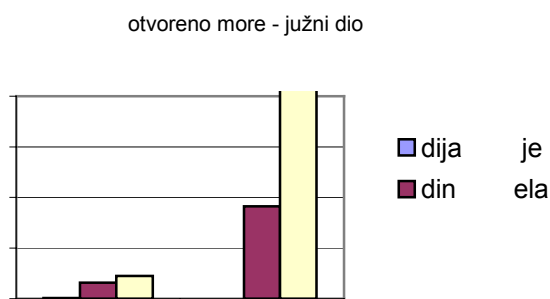
| EM-32                          | 0 m    | 30 m  | 50 m  | 75 m  |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| DIJATOMEJE                     |        |       |       |       |
| <i>Pseudonitzschia complex</i> |        | 1468  | 734   | 734   |
| ukupno:                        | 0      | 1468  | 734   | 734   |
| DINOFLAGELATI                  |        |       |       |       |
| <i>Amphidinium acutissimum</i> |        | 1468  |       | 1100  |
| <i>Dinoflagelati &lt; 20 μ</i> | 35600  |       |       |       |
| <i>Gymnodinium spp.</i>        | 11100  | 22400 | 18700 | 9180  |
| <i>Gyrodinium spp.</i>         | 1100   | 1100  | 367   |       |
| <i>Pyramimonas spp.</i>        |        | 5140  | 1468  | 1468  |
| <i>Scripsiella trochoidea</i>  |        | 734   |       | 367   |
| ukupno:                        | 47800  | 30842 | 20535 | 12115 |
| MIKROFLAGELATI                 |        |       |       |       |
| <i>Hillea fusiformis</i>       |        | 1468  | 1100  |       |
| <i>Mikroflagella spp.</i>      | 222500 | 34900 | 32700 | 15300 |
| ukupno:                        | 222500 | 36368 | 33800 | 15300 |
| UKUPNO:                        | 270300 | 68678 | 55069 | 28149 |

#### Otvoreno more –južni dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more-južni dio kretale se u rasponu od 0,07 do 0,39 mg m<sup>-3</sup> i nisu se bitno razlikovale od prošlogodišnjih. Najveće su vrijednosti zabilježene u pridnenom sloju (Slika 54). U fitoplanktonskoj zajednici prevladavaju manji nanoplanktonski organizmi iz skupine *Mikroflagelata* (Slika 55, tablice 26 i 27). Ovakva raspodjela fitoplanktona uobičajena je za ovo doba godine na ovom području. Intenzivni razvoj fitoplanktona u južnom Jadranu je utvrđen u razdoblju od travnja do srpnja. Dijatomeje su najbrojnije u proljeće dok tijekom ljeta dominira nanoplanktonska veličinska kategorija (Jasprica, 1994).



Slika 54. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m<sup>-3</sup>) na području otvoreno more–južni dio.



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

Tablica 26. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-33. Otvoreno more-južni dio.

| EM-33                          | MIX(0-75 m) |
|--------------------------------|-------------|
| DIJATOMEJE                     |             |
| <i>Leptocylindrus minimus</i>  | 367         |
| <i>Rhizosolenia spp.</i>       | 367         |
| ukupno:                        | 734         |
| DINOFLAGELATI                  |             |
| <i>Amphidinium acutissimum</i> | 1100        |
| <i>Gymnodinium spp.</i>        | 12500       |
| <i>Gyrodinium spp.</i>         | 1100        |
| <i>Oxytoxum adriaticum</i>     | 367         |
| <i>Pyrammimonas spp.</i>       | 734         |
| ukupno:                        | 15801       |
| MIKROFLAGELATI                 |             |
| <i>Hillea fusiformis</i>       | 734         |
| <i>Mikroflagella spp.</i>      | 21800       |
| ukupno:                        | 22534       |
| UKUPNO:                        | 39069       |

Tablica 27. Sastav fitoplanktonske zajednice na postaji EM-34. Otvoreno more-južni dio.

| EM-34                           | (MIX 0-75m) |
|---------------------------------|-------------|
| DINOFLAGELATI                   |             |
| <i>Dinoflagelati</i> < 20 $\mu$ | 80100       |
| <i>Gymnodinium</i> spp.         | 9620        |
| <i>Gyrodinium</i> spp.          | 740         |
| <i>Massariata rotundata</i>     | 370         |
| <i>Scropsiella trochoidea</i>   | 370         |
| ukupno:                         | 91200       |
| MIKROFLAGELATI                  |             |
| <i>Mikroflagella</i> spp.       | 632000      |
| ukupno:                         | 632000      |
| UKUPNO:                         | 723200      |

Dobiveni rezultati potvrđuju ranija istraživanja odnosno pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomi kao i po satavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveće biomase kao i veći udio mikrop planktonske veličinske kategorije i to uglavnom organizama iz skupine dijatomeja zabilježen je u sjevernom Jadranu. Od dijatomejskih vrsta najzastupljenije su bile *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus* i *Pseudonitzschia complex*, odnosno vrste karakteristične za područja bogatija hranjivim solima. Područje srednjeg i južnog Jadrana karakterizirale su niže vrijednosti koncentracije klorofila *a* i fitoplanktonski organizmi nanoplanktonske veličinske kategorije, uglavnom *Mikroflagelati* i sitni neoklopljeni dinoflagelati.

Na čitavom istraživanom području najveće vrijednosti zabilježene su u pridnenom sloju što je uobičajeno za vrijeme stratifikacije u ljetnom razdoblju. Tijekom ljeta površinski sloj je prilično osiromašen hranjivim solima zbog proljetne fitoplanktonske cvatnje, a uslojenost vodenog stupca onemogućava miješanje i donos hranjivih soli s dna. Zbog toga se tijekom ljeta najveći broj fitoplanktonskih organizama nalazi u pridnenom sloju. Veće koncentracije klorofila *a* u površinskom sloju ukazuju na dotok hranjivih soli s kopna kao što je to slučaj u Riječkom zaljevu.

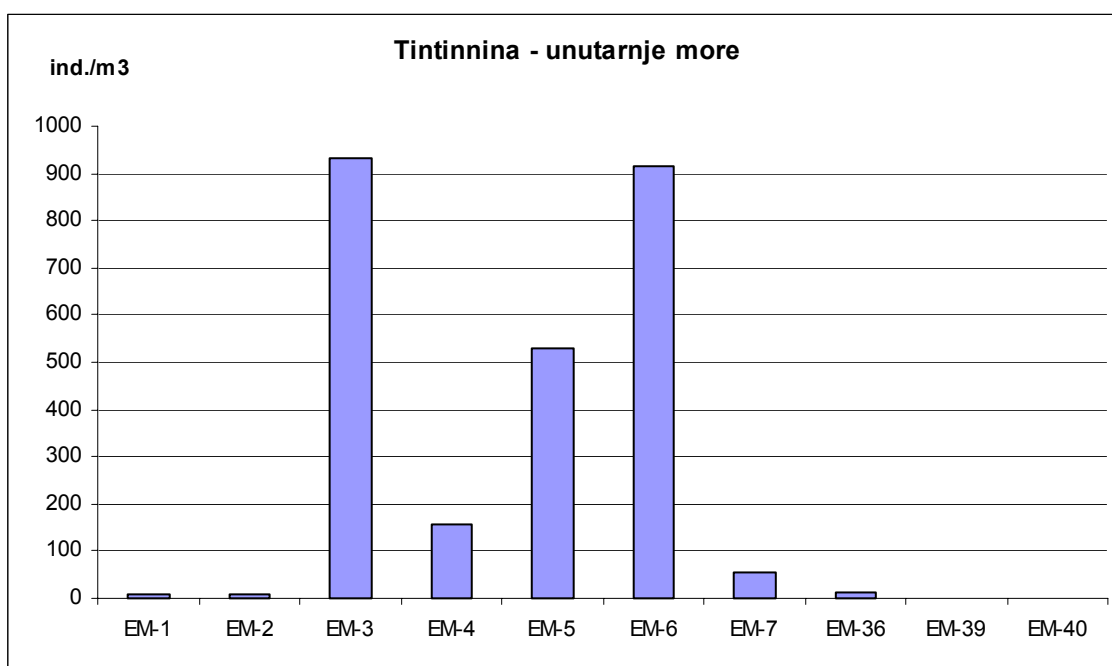
#### 6.1.4. Zooplankton

##### 6.1.4.1. Mikrozooplankton

###### *6.1.4.1.1. Unutarnje more*

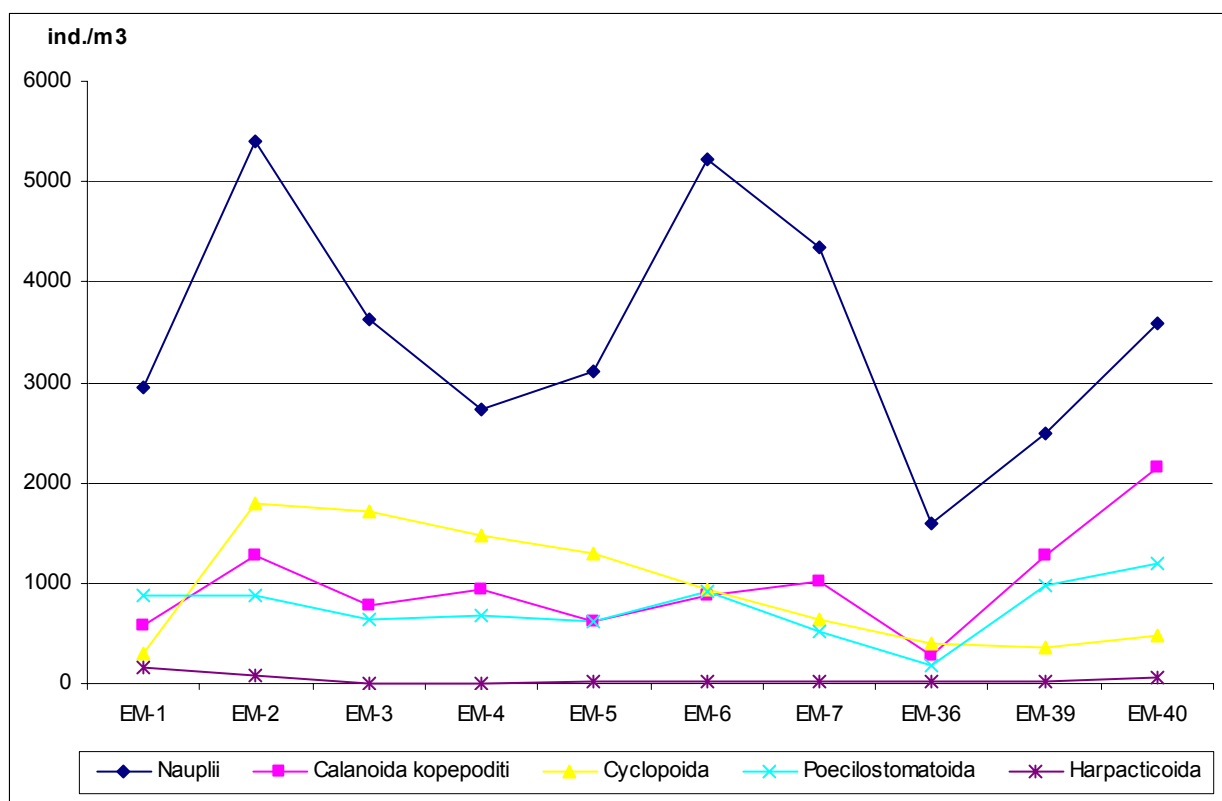
Fauna tintinina je na svim postajama unutarnjeg mora bila razmjerno siromašna, zastupljena sa samo 4 vrste, dok na postajama u Hvarskom kanalu i Vrulji prisustvo tintinina

nije zabilježeno. Jedino je *Dictyocysta elegans* kvantitativno važna vrsta u površinskom sloju postaja Jablanac, Plavnik i Riječki zaljev, što je u skladu s ranijim poznavanjem ljetne raspodjele ove vrste u Jadranskom moru (Kršinić, 1980). Najviša vrijednost 1056 jed.m<sup>-3</sup> bila je u površinskom sloju postaje Jablanac u Velebitskom kanalu (Slika 56). Struktura mikrometazoa između sjevernih unutarnjih voda i južnih unutarnjih voda s postajom u Murterskom moru znatno se razlikuje. Postaje od Virskog mora do Kvarnera su slične uz dominaciju nauplija 4173-5400 jed.m<sup>-3</sup>, kalanoidnih kopepodita 832-1270 jed.m<sup>-3</sup>, *Oithona* kopepodita i odraslih primjeraka vrste *Oithona nana* i *O. similis* 602-1800 jed.m<sup>-3</sup>. Na slici 57 su prikazane prosječne vrijednosti za cijeli vodeni stupac. U pridnenim slojevima na postajama Jablanac i Plavnik izrazito dominiraju postnauplijarni kopepodi roda *Oithona*. Oncaeidni kopepodi su manje brojni, a povećane vrijednosti su u površinskom sloju postaje Plavnik od 1099 jed.m<sup>-3</sup>.



Slika 56. Prosječna brojnost tintinina na području unutarnjeg mora.





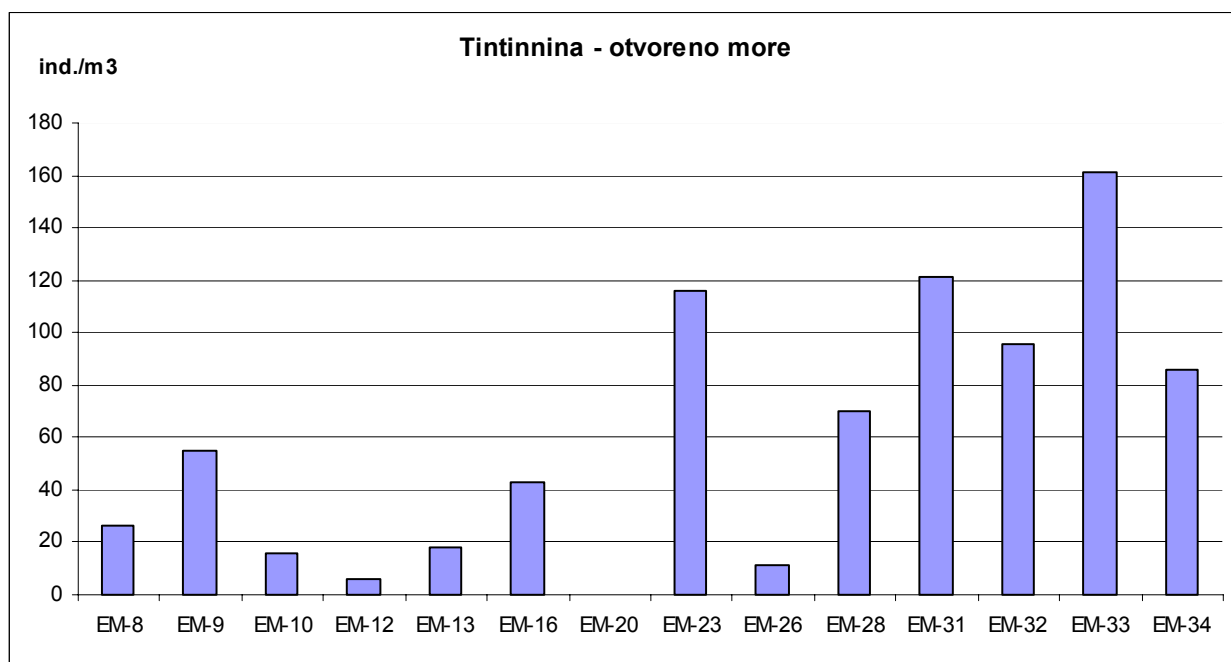
Slika 57. Prosječna brojnost mikrometazoa na području unutarnjeg mora.

Područje južnog djela unutarnjeg mora karakteriziraju niže vrijednosti gustoće jedinki s pojavom tipičnih vrsta otvorenog mora, kao što su *Oncaea zernovi*, *O. ivlevi*, *Triconia minuta* itd. Izdvaja se postaja Vrulja s izrazito visokim vrijednostima kalanoidnih kopepoda ( $2150 \text{ jed.m}^{-3}$ ) i postnauplijarnih kopepoda vrste *Oncaea waldemari* ( $1086 \text{ jed.m}^{-3}$ ). U Hvarskom kanalu tintinini nisu zabilježeni, dok su mikrometazoi manje brojni od unutarnjih kanala. Relativno je visoka vrijednost gustoće kalanoidnih kopepodita ( $1280 \text{ jed.m}^{-3}$ ) i maksimalna vrijednost onceidne vrste *Monothula subtilis* ( $510 \text{ jed.m}^{-3}$ ). U Mljetskom kanalu su bile izrazito niske vrijednosti gustoće svih skupina mikrozooplanktona.

#### 6.1.4.1.2. Otvoreno more

Na sjevernom dijelu otvorenog mora (postaje: EM-8 do EM-20), fauna tintinina je siromašna s vrlo niskim vrijednostima gustoće populacije (Slika 58). Prema brojnosti svih skupina mikrometazoa jasno je izražen trofički gradijent s najvišim vrijednostima na postaji EM-8 (naupliji  $11776 \text{ jed.m}^{-3}$ , kalanoidni kopepodi  $3046 \text{ jed.m}^{-3}$  postnauplijarni oitonidi  $1996 \text{ jed.m}^{-3}$ , postnauplijarni onceidi  $2655 \text{ jed.m}^{-3}$  i harpaktikoidi  $435 \text{ jed.m}^{-3}$ ), a najmanjim na postaji EM-20 (Slika 59). Na svim postajama u sjevernom Jadranu osobito je brojna vrsta

*Oncaea waldemari* s prosječnom gustoćom od 1126 jed.m<sup>-3</sup>, što nije tipično za toplije doba godine (Hure i Kršinić, 1998).

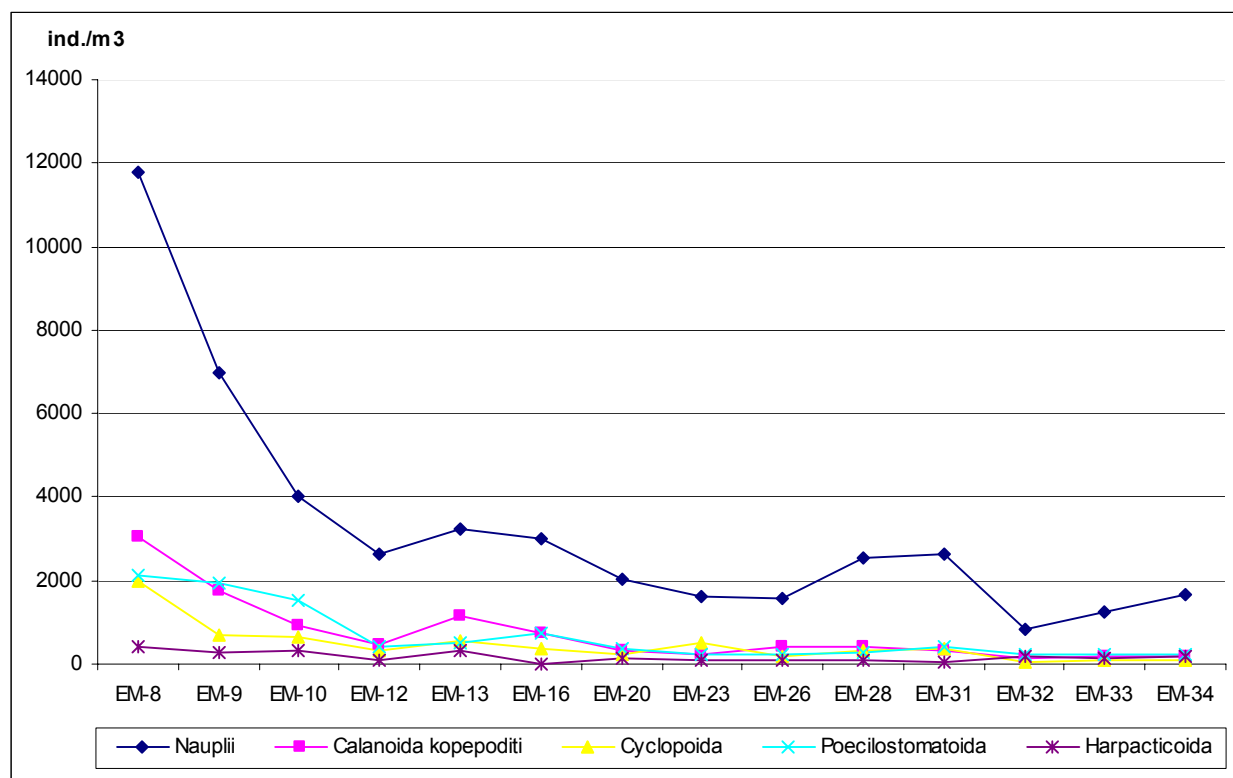


Slika 58. Prosječna brojnost tintinina na području otvorenih voda.

Na srednjem dijelu otvorenog mora (postaje: EM-23 do EM-32) tintinini su brojniji nego na sjevernom dijelu (Slika 58) s raznolikijom faunom. Najviše 11 vrsta nađeno je na postaji EM-32. Najbrojnija vrsta *Petalotricha ampula* prisutna je u najdubljem sloju Jabučke kotline. Na ovom području slabije je izražen horizontalni trofički gradijent mikrometazoa (Slika 59). Najniže vrijednosti svih skupina mikrometazoa su zabilježene na postaji EM-32 u oba sloja, dok su također u oba sloja povišene vrijednosti na postajama EM-28 i EM-31 (naupliji 3584 jed.m<sup>-3</sup>, kalanoidi 676 jed.m<sup>-3</sup>, oitonidi 450 jed.m<sup>-3</sup>). U pridnenim slojevima postaja EM-31 i EM-32 je isti faunistički sastav *Oncaea* otvorenog mora subpovršinskih slojeva, a dominantna vrsta je *O. ivlevi*. Važno je istaknuti da je u najdubljem sloju Jabučke kotline najveća vrijednost većine skupina mikrometazoa, što je ranije više puta zabilježeno.

Fauna tintinina u južnom dijelu otvorenog mora je raznolika, 17 vrsta, dok je brojnost niska (postaje: EM-33, EM-34) (Slika 58). Struktura populacije skupina kopepoda je slična između navedene dvije postaje. Za razliku od ostalih postaja otvorenog mora, naupliji i kalanoidni kopepodi su najbrojniji u sloju od 100 do 50 m dubine, a kopepoditi i odrasli onceidi u sloju ispod 100 m dubine. Na postaji EM-33 u najdubljem sloju dominiraju vrste *Oncaea zernovi* i *O. ivlevi*, a prisutno je i 8 subpovršinskih i mezopelagičnih vrsta. U

površinskom sloju postaje EM-34 zabilježena je vrlo visoka gustoća gastropodnih ličinki, 2438 jed.m<sup>-3</sup>.



Slika 59. Prosječna brojnost mikrometazoa na području otvorenih voda.

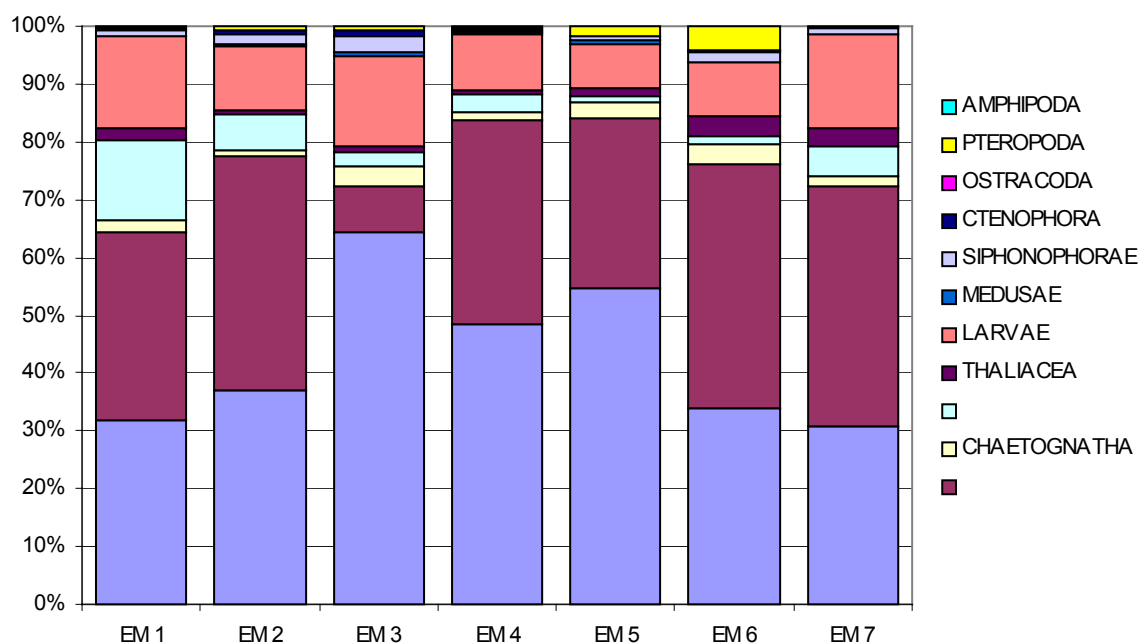
Kao i ranijih godina (rujan, 2003, 2004) utvrđeno je kvalitativno siromaštvo tintinina s iznimno niskim vrijednostima gustoće jedinki, osim u Kvarneriću i Riječkom zaljevu, gdje je dominirala ljetna vrsta otvorenog mora *Dictyocysta elegans*. Vrsta je inače karakteristična za Kvarnerić i Kvarner, gdje za vrijeme ljeta pojedinih godina dostiže visoku brojnost populacije, kada je vjerojatno važna u ishrani mlađi inčuna. Uobičajeno od svih skupina zooplanktona dominirali su kopepodni rakovi i njihovi razvojni stadiji, naupliji i kopepoditi. Izraženi su horizontalni i vertikalni trofički gradijenti glavnine skupine mikrometazoa. Značajno je smanjenje brojnosti mikrometazoa od najsjevernije postaje otvorenog mora do Jabučke kotline, a izrazito niske vrijednosti gustoće su na postajama u rubnom sjeverozapadnom dijelu južnojadranske kotline i postaje u otvorenom dijelu Mljetskog kanala. Vertikalni gradijent se očitava u maksimalnim vrijednostima gustoće jedinki u površinskom sloju, osim u depresijama unutarnjeg mora sjeverni dio, centralnoj postaji Jabučke kotline i obje postaje otvorenog mora južni dio, gdje je gustoća znatno viša u pridnenom ili subpovršinskom sloju. Zbog relativno visokih vrijednosti gustoće nauplija, kopepodita i odraslih kopepoda iz redova Calanoida, Cyclopoida u sjevernom dijelu unutarnjeg mora, te

sjevernom i srednjem dijelu otvorenog mora, kao i iznimno visokim vrijednostima onceidnih kopepoda u sjevernom dijelu otvorenog mora, možemo zaključiti da su bili povoljni uvjeti za ishranu nedoraslih jedinki sitne plave ribe.

#### 6.1.4.2. Mezozooplankton i makrozooplankton

##### 6.1.4.2.1. Unutarnje more

Od sedam postaja u sjevernom dijelu unutarnjeg mora, samo su postaje Jablanac i Plavnik uzorkovane u dva sloja. Iako su na cijelom području zabilježene relativno visoke koncentracije kopepoda (na čak pet postaja  $>700$  ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 28), jedino na tim dubljim postajama, kao i u području Kvarnerića, oni čine većinu u ukupnom zooplanktonu (48-65%) (Slika 60).



Slika 60. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu unutarnjeg mora.

U području Virskog mora, Riječkog zaljeva i Kvarnera najbrojnije su kladocere sa  $>40\%$  udjela u ukupnom zooplanktonu (Slika 60), a ističu se i više vrijednosti Appendicularia (130-146 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 28). Na istom području, uključujući postaju Jablanac, udio ličinki u ukupnom zooplanktonu veći je od 10% (Tablica 28) zbog povišenog broja ličinki školjkaša (na postaji EM-7 čak 324 ind./m<sup>3</sup>). Jaja riba zabilježena su u malom broju ( $<0,8$  ind./m<sup>3</sup>), a nisu pronađena u području Jablanca i Riječkog zaljeva. Ličinke riba nisu zabilježene na

postaji Plavnik, te pridnenom sloju postaje Jablanac. Značajne vrijednosti su u području Virskog mora (2,2 ind./m<sup>3</sup>) i Kvarnerića (3,5 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 28).

Tablica 28. Raspodjela gustoće zooplanktona na sjevernom dijelu unutarnjeg mora (ind./m<sup>3</sup>).

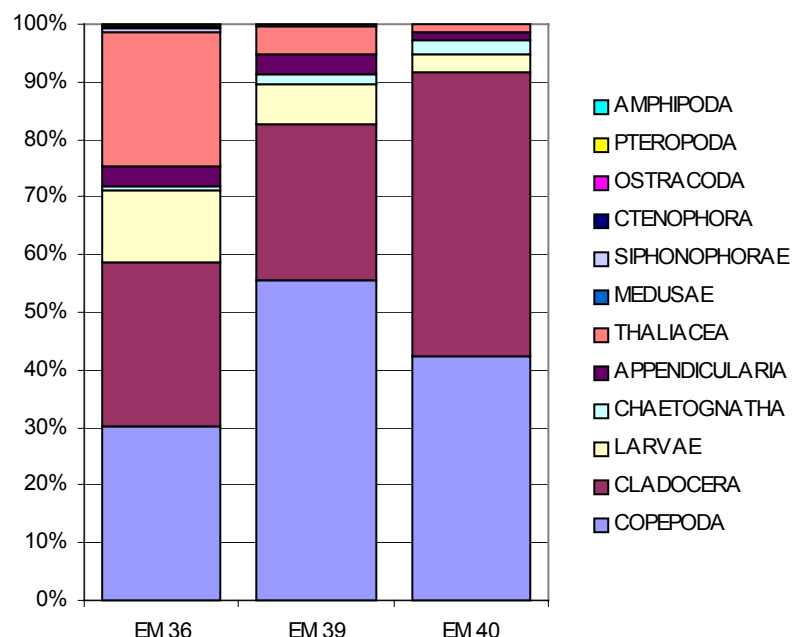
|                                   | EM-1<br>80-0 | EM-2<br>65-0 | EM-3<br>50-0 | EM-3<br>100-50 | EM-4<br>85-0 | EM-5<br>50-0 | EM-5<br>100-50 | EM-6<br>55-0 | EM-7<br>45-0 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| MEDUSAE                           | 0,8          | 4            | 7,7          | 5,1            | 1,5          | 7,7          | 2,6            | 2,3          | 5,7          |
| SIPHONOPHORAE                     | 8            | 43,3         | 46           | 12,8           | 9            | 12,8         | 5,1            | 18,6         | 22,8         |
| CTENOPHORA                        | 3,2          | 15,8         | 15,4         | 5,1            | 3            | 3,8          | 2,6            | 4,7          | 2,8          |
| OSTRACODA                         | 1,6          | 0,3          |              |                | 0,1          |              |                |              |              |
| CLADOCERA                         | 320          | 957          | 164          | 5,1            | 533          | 624,6        | 89,6           | 484          | 1064         |
| PTEROPODA                         | 3,2          | 15,8         | 2,6          | 15,4           | 6            | 33,3         | 5,1            | 46,5         | 5,7          |
| AMPHIPODA                         |              | 0,3          |              |                |              |              | 0,1            |              |              |
| COPEPODA                          |              |              |              |                |              |              |                |              |              |
| Poecilostomatoida (bez Oncaeidae) | 57,8         | 78,8         | 28           | 10,2           | 30           | 21,2         | 3,8            | 9,3          | 52           |
| Calanoida                         | 24,6         | 84           | 50,4         | 53,1           | 62,6         | 52,5         | 69,1           | 68,8         | 145,2        |
| Calanoida kopepoditi              | 232          | 709          | 440          | 780,8          | 635,5        | 376,3        | 804            | 312          | 591,6        |
| COPEPODA UKUPNO                   | 314,4        | 871,8        | 518,4        | 844,1          | 728,1        | 450          | 876,9          | 390,1        | 788,8        |
| CHAETOGNATHA                      | 20,8         | 27,6         | 33,3         | 35,8           | 24,1         | 23           | 46             | 37,2         | 45,5         |
| APPENDICULARIA                    | 136          | 145,7        | 35,8         | 18             | 45,2         | 15,4         | 7,7            | 18,6         | 130,8        |
| THALIACEA                         | 20,8         | 19,7         | 18           | 7,7            | 12           | 33,3         | 2              | 37,2         | 80           |
| LARVAE                            |              |              |              |                |              |              |                |              |              |
| Bivalvia                          | 116,8        | 185          | 120          | 33,3           | 87,3         | 25,6         | 84,5           | 46,5         | 324,3        |
| Gastropoda                        | 22,4         | 43,3         | 33,3         | 69             | 27           | 12,8         | 30,7           | 18,6         | 39,8         |
| Polychaeta                        | 4,8          | 8            | 5,1          | 5,8            | 3            | 2,6          | 7,7            | 4,7          | 22,8         |
| Decapoda                          | 11,2         | 8            | 12,8         | 5,1            | 18           | 10,2         | 2,6            | 4,7          | 11,4         |
| Mysida                            |              | 1            |              |                |              |              |                |              | 0,4          |
| Euphasida                         |              |              |              |                |              |              |                |              |              |
| Cirripedia                        |              |              |              | 2,6            |              | 0,6          |                | 4,7          |              |
| Echinida                          | 1,6          | 4            | 18           | 2,6            | 9            | 2,6          | 0,6            | 9,3          | 11,4         |
| Ophiurida                         |              | 1            | 0,7          |                |              | 1,3          | 0,3            | 9,3          |              |
| Asteroidea                        | 0,4          | 8            | 18           |                | 0,1          | 1,3          | 0,3            | 9,3          | 1,4          |
| Ova piscis                        | 0,8          | 0,4          |              |                | 0,6          | 0,1          | 0,2            |              | 0,3          |
| Pisces                            | 0,6          | 2,2          | 0,3          |                | 0,7          |              |                | 0,2          | 3,5          |
| LARVAE UKUPNO                     | 158,6        | 260,9        | 208,2        | 118,4          | 145,7        | 57,1         | 126,9          | 107,3        | 415,3        |
| UKUPNO                            | 987,4        | 2362,2       | 1049,4       | 1067,5         | 1507,7       | 1261         | 1164,6         | 1146,5       | 2561,4       |

Tri postaje južnog dijela unutarnjeg mora uzorkovane su u jednom sloju. U Hvarskom kanalu većinu u ukupnom zooplanktonu čine kopepodi (55,6%), na Vrulji kladocere (42,3%), a u području Mljetskog kanala su kopepodi i kladocere jednako zastupljeni (oko 30%) (Slika 61).

Tu postaju karakterizira i visoka koncentracija Thaliacea (204,8 ind./m<sup>3</sup>, 23,2%), te povišen broj ličinki školjkaša (88,7 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 29). Jaja riba zabilježena su na svim postajama ali uvijek <0,7 ind./m<sup>3</sup>, a ličinke su nađene na svim postajama, s maksimalnih 2,4 ind./m<sup>3</sup> u Mljetskom kanalu.

Tablica 29. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu unutarnjeg mora (ind./m<sup>3</sup>).

|                                   | EM-36<br>75-0 | EM-39<br>65-0 | EM-40<br>50-0 |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| MEDUSAE                           | 0,4           | 0,5           |               |
| SIPHONOPHORAE                     | 6,8           | 3,9           | 1,3           |
| CTENOPHORA                        | 1,7           |               |               |
| OSTRACODA                         | 0,9           | 1             |               |
| CLADOCERA                         | 252,6         | 452,9         | 1341,4        |
| PTEROPODA                         | 3,4           | 0,2           |               |
| AMPHIPODA                         |               |               |               |
| COPEPODA                          |               |               |               |
| Poecilostomatoida (bez Oncaeidae) | 14,5          | 38,4          | 83,2          |
| Calanoida                         | 58,7          | 130           | 105           |
| Calanoida kopepoditi              | 194,6         | 760,1         | 962,6         |
| COPEPODA UKUPNO                   | 267,8         | 928,5         | 1150,8        |
| CHAETOGNATHA                      | 6,8           | 27,6          | 71,7          |
| APPENDICULARIA                    | 30,7          | 59,1          | 30,7          |
| THALIACEA                         | 204,8         | 82,7          | 41            |
| LARVAE                            |               |               |               |
| Bivalvia                          | 88,7          | 63            | 10,2          |
| Gastropoda                        | 13,7          | 19,7          | 20,5          |
| Polychaeta                        | 0,9           | 11,8          | 2,6           |
| Decapoda                          | 2,6           | 1,5           | 20,5          |
| Mysida                            | 0,1           | 0,2           |               |
| Euphasida                         |               |               |               |
| Cirripedia                        |               |               |               |
| Echinida                          | 0,4           | 15,8          | 20,5          |
| Ophiurida                         |               | 2             | 2,6           |
| Asteroidea                        |               |               | 2,6           |
| Ova piscis                        | 0,2           | 0,3           | 0,6           |
| Pisces                            | 2,4           | 0,7           | 1,2           |
| LARVAE UKUPNO                     | 109           | 115           | 81,3          |
| UKUPNO                            | 884,9         | 1671,4        | 2718,2        |



Slika 61. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora.

#### 6.1.4.2.2. Otvoreno more

Sjeverni dio ovog područja obuhvaćen je sa sedam istraživanih postaja od kojih je samo EM-20 uzorkovana u dva sloja. Iako su na cijelom području zabilježene visoke koncentracije kopepoda (na postaji EM-8 čak 2015,2 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 30), većinu u ukupnom zooplanktonu čine kladocere (42-77%) (Slika 62). Na postaji EM-9 zabilježeno je maksimalnih 3562 ind./m<sup>3</sup>, ali su vrijednosti i na drugim postajama >1000 ind./m<sup>3</sup> (Tablica 30). Dominantna vrsta je *Penilia avirostris*, međutim, brojni su i pripadnici rodova *Evadne* i *Podon*. Od želatinoznih skupina zooplanktona, Thaliacea su najbrojniji na postaji EM-12 sa 96 ind./m<sup>3</sup>, meduze na postaji EM-8 sa 66,6 ind./m<sup>3</sup> te apendikularije na postaji EM-9 sa 204,8 ind./m<sup>3</sup> (Tablica 30). Od ličinki su najzastupljeniji školjkaši, na postaji EM-20 čak 400 ind./m<sup>3</sup>, te zmijače (225,3 ind./m<sup>3</sup>) i ježinci (460,8 ind./m<sup>3</sup>) na postaji EM-8. Jaja i ličinke riba nađena su na svim postajama, a maksimalne vrijednosti zabilježene su na postaji EM-9 (jaja- 6,6 ind./m<sup>3</sup>, ličinke-7,7 ind./m<sup>3</sup>). Povišene vrijednosti ličinki javljaju se još na postajama EM-10 (6,6 ind./m<sup>3</sup>) i EM-13 (3,8 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 30).

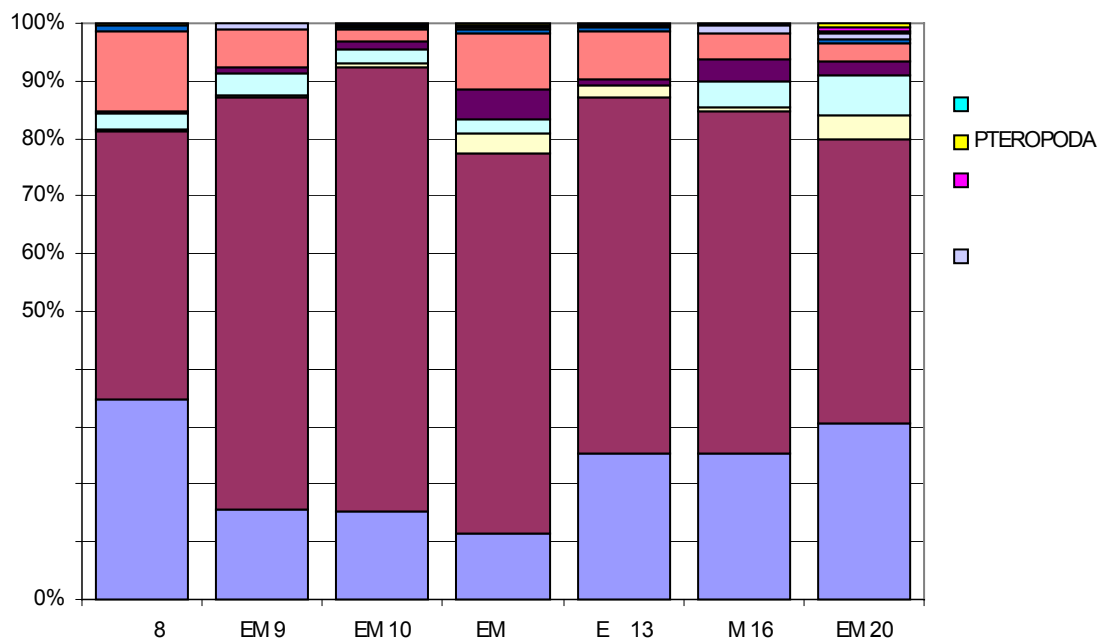
Otvorene vode Srednjeg Jadrana najdublje su istraživano područje. Tako je postaja EM-23 uzorkovana u četiri sloja, dok su ostale četiri postaje u dva sloja. Očit je pad gustoće populacija zooplanktona u horizontalnom (od sjevera prema jugu) i vertikalnom smjeru (od površine prema dnu). Na južnijim postajama većinu u ukupnom zooplanktonu čine kopepodi

(64-73%), dok na postaji EM-23 kladocere čine 58%, maksimalnih 1244 ind./m<sup>3</sup> u površinskom sloju (Slika 63). Postaja EM-26 se razlikuje od ostalih postaja ovog područja zbog visoke koncentracije Thaliacea u površinskom sloju (312,3 ind./m<sup>3</sup>, 20%) (Tablica 31).

Tablica 30. Raspodjela gustoće zooplanktona na sjevernom dijelu otvorenog mora (ind./m<sup>3</sup>).

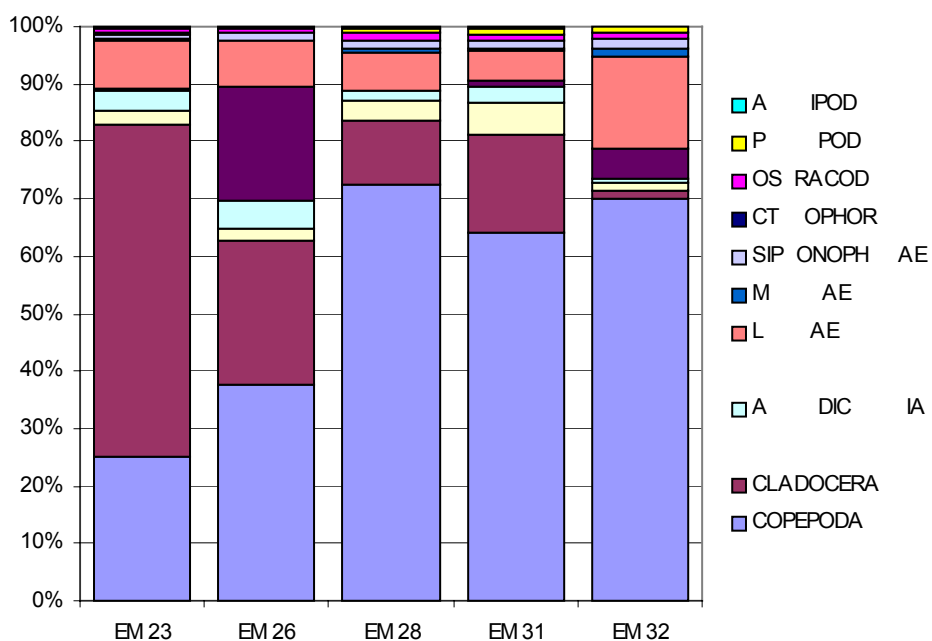
|                                   | EM-8<br>25-0 | EM-9<br>35-0 | EM-10<br>40-0 | EM-12<br>40-0 | EM-13<br>35-0 | EM-16<br>60-0 | EM-20<br>50-0 | EM-20<br>90-50 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| MEDUSAE                           | 66,6         | 14,6         | 12,8          | 12,8          | 14,6          | 4,3           | 15,4          | 3,2            |
| SIPHONOPHORAE                     | 10,2         | 36,6         | 25,6          | 6,4           | 14,6          | 29,9          | 25,6          | 3,2            |
| CTENOPHORA                        |              |              | 1,6           | 6,4           | 3,7           | 4,3           | 5,1           | 1,6            |
| OSTRACODA                         |              | 7,3          |               |               |               | 0,5           | 5,1           | 12,8           |
| CLADOCERA                         | 2713,6       | 3562         | 3046,4        | 1292,8        | 1784,7        | 1297,1        | 1152          | 51,2           |
| PTEROPODA                         | 10,2         | 0,7          | 6,4           | 6,4           | 3,7           | 2,1           | 10,2          | 3,2            |
| AMPHIPODA                         |              |              |               |               | 1             |               | 0,1           | 0,4            |
| COPEPODA                          |              |              |               |               |               |               |               |                |
| Poecilostomatoida (bez Oncaeidae) | 56,3         | 29,3         | 6,4           | 25,6          | 29,3          | 49,1          | 20,5          | 44,8           |
| Calanoida                         | 264,2        | 193,8        | 67,6          | 68,1          | 198,4         | 115,7         | 202,5         | 43,4           |
| Calanoida kopepoditi              | 1694,7       | 563,2        | 524,8         | 128           | 512           | 388,3         | 261,1         | 172,8          |
| COPEPODA UKUPNO                   | 2015,2       | 786,3        | 598,8         | 221,7         | 739,7         | 553,1         | 484,1         | 261            |
| CHAETOGNATHA                      |              |              |               |               |               |               |               |                |
| APPENDICULARIA                    | 163,8        | 204,8        | 102,4         | 51,2          | 7,3           | 102,4         | 92,2          | 80             |
| THALIACEA                         | 30,7         | 51,2         | 44,8          | 96            | 22            | 85,3          | 30,7          | 25,6           |
| LARVAE                            |              |              |               |               |               |               |               |                |
| Bivalvia                          | 71,7         | 110          | 32            | 25,6          | 109,7         | 68,3          | 25,6          | 400            |
| Gastropoda                        | 15,4         | 58,5         | 6,4           | 32            | 25,6          | 8,5           | 10,2          | 19,2           |
| Polychaeta                        | 1,3          | 51,2         | 0,6           | 6,4           | 1,8           | 8,5           | 5,1           | 1,6            |
| Decapoda                          | 10,2         | 7,3          | 0,8           | 25,6          | 7,3           | 4,3           | 0,7           | 6,4            |
| Mysida                            |              |              |               | 0,8           | 0,8           |               |               |                |
| Euphasida                         |              |              |               |               |               |               |               |                |
| Cirripedia                        | 5,1          |              |               |               |               |               |               |                |
| Echinida                          | 460,8        | 73,2         | 25,6          | 76,8          | 84,1          | 0,5           | 1,3           | 22,4           |
| Ophiurida                         | 225,3        | 1,8          | 6,4           | 19,2          | 11            | 1,1           | 5,1           | 6,4            |
| Asteroidea                        |              | 0,9          | 0,1           | 6,4           | 3,7           | 0,3           |               |                |
| Ova piscis                        | 2,1          | 6,6          | 2,1           | 1             | 0,4           | 0,04          | 0,5           | 0,1            |
| Pisces                            | 1,1          | 7,7          | 6,6           | 1,3           | 3,8           | 0,4           | 0,7           | 0,1            |
| LARVAE UKUPNO                     | 793          | 317,2        | 80,6          | 195,1         | 248,2         | 91,94         | 49,2          | 456,2          |
| UKUPNO                            | 5808,4       | 4995,3       | 3945          | 1952,8        | 2901,7        | 2183,74       | 1931,2        | 930,4          |





Slika 62. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu otvorenog mora.

Ličinke riba zabilježene su samo u površinskim slojevima postaja EM-23, EM-26 i EM-32, dok se jaja riba javljaju na svim postajama, osim EM-28. Kvanitativno značajna su samo u površinskim i subpovršinskom sloju postaje EM-23 (15 i 7,3 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 31).



Slika 63. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u srednjem dijelu otvorenog mora.

Tablica 31. Raspodjela gustoće zooplanktona na srednjem dijelu otvorenog mora (ind./m<sup>3</sup>).

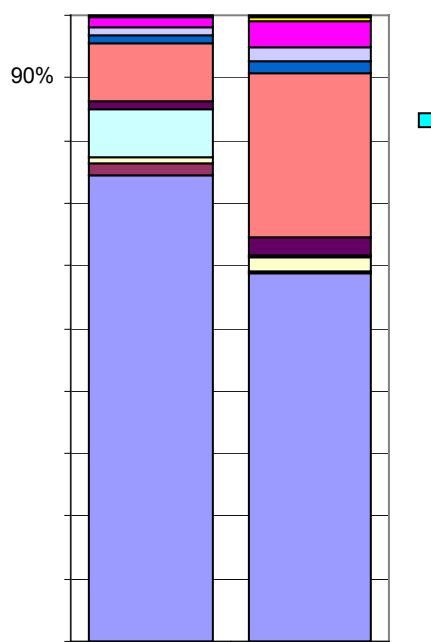
|                                   | EM-23  | EM-23  | EM-23   | EM-23   | EM-26  | EM-26  | EM-28 | EM-28  | EM-31 | EM-31  | EM-32 | EM-32  |
|-----------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
|                                   | 50-0   | 100-50 | 200-100 | 260-200 | 50-0   | 115-50 | 50-0  | 150-50 | 50-0  | 110-50 | 50-0  | 165-50 |
| MEDUSAE                           | 5,1    | 1,3    | 0,6     | 2,1     | 0,3    | 3      | 2,6   | 0,2    | 0,3   | 2,1    | 0,6   | 1,9    |
| SIPHONOPHORAE                     | 15,4   | 3,8    | 1,3     | 1,1     | 10,2   | 7,9    | 7,7   | 0,3    | 2,6   | 4,3    | 2,6   | 0,6    |
| CTENOPHORA                        | 5,1    |        |         | 0,3     | 2,6    | 0,5    | 0,6   | 0,04   |       | 1,1    |       | 0,3    |
| OSTRACODA                         | 10,2   | 5,1    | 5,1     | 1,1     | 5,1    | 5,9    | 0,2   | 7,7    | 0,2   | 4,3    | 1,3   | 0,3    |
| CLADOCERA                         | 1244,2 | 209,9  | 3,8     | 1,6     | 399,4  | 3,9    | 64    | 1,3    | 96    |        | 2,6   | 0,14   |
| PTEROPODA                         | 2,6    | 1,3    | 0,2     | 0,1     | 1,3    | 1      | 5,1   | 0,04   | 6,4   |        | 1,3   | 0,6    |
| AMPHIPODA                         | 0,3    | 1,3    | 1       |         |        | 2      | 0,6   | 0,6    | 0,1   | 2,1    |       | 0,14   |
| COPEPODA                          |        |        |         |         |        |        |       |        |       |        |       |        |
| Poecilostomatoida (bez Oncaeidae) | 30,7   | 9,6    | 0,6     | 0,3     | 24,3   | 7,9    | 6,4   | 1,3    | 6,4   | 6,4    | 3,8   |        |
| Calanoida                         | 154,9  | 36,6   | 5,6     | 2,6     | 98     | 48,3   | 31,5  | 29,7   | 30,2  | 52,3   | 19,8  | 1,9    |
| Calanoida kopepoditi              | 261,1  | 71,7   | 47,4    | 14,4    | 250,9  | 177,2  | 240,6 | 112,6  | 96    | 164,3  | 81,9  | 23,7   |
| COPEPODA UKUPNO                   | 446,7  | 117,9  | 53,6    | 17,3    | 373,2  | 233,4  | 278,5 | 143,6  | 132,6 | 223    | 105,5 | 25,6   |
| CHAETOGNATHA                      | 41     | 17,9   | 1,3     | 0,5     | 20,5   | 11,8   | 12,8  | 7,7    | 23    | 6,4    | 1,3   | 1,1    |
| APPENDICULARIA                    | 51,2   | 26,9   | 7,7     | 1,6     | 35,8   | 45,3   | 2,6   | 6,4    | 1,3   | 14,9   | 1,3   | 0,3    |
| THALIACEA                         | 5,1    | 6,4    |         |         | 312,3  | 5,9    | 0,2   | 1,3    | 6,4   |        | 9     | 0,3    |
| LARVAE                            |        |        |         |         |        |        |       |        |       |        |       |        |
| Bivalvia                          | 117,8  | 12,8   | 0,6     | 1,1     | 20,5   | 53,2   | 5,1   | 7,7    | 7,7   | 10,7   | 6,4   | 1,7    |
| Gastropoda                        | 15,4   | 7,7    | 3,8     | 1,1     | 15,4   | 11,8   | 17,9  | 2,6    | 5,1   |        | 10,2  | 2,2    |
| Polychaeta                        | 2,6    | 1,3    | 0,3     | 0,1     | 0,2    | 1      |       |        | 0,2   | 0,3    |       | 0,3    |
| Decapoda                          | 5,1    |        |         | 0,1     | 5,1    | 2      | 0,6   | 1,3    | 0,3   | 1,1    | 0,3   | 0,3    |
| Mysida                            |        |        |         |         |        | 0,25   |       |        |       |        |       | 0,2    |
| Euphasida                         | 1,3    | 3,8    | 1,3     | 0,5     | 0,1    | 13,8   | 2,6   | 0,6    |       | 1,1    | 6,4   | 0,3    |
| Cirripedia                        |        |        |         |         | 2,6    |        |       |        | 0,6   |        | 1,3   |        |
| Echinida                          |        |        |         |         |        |        |       | 0,04   | 0,3   |        | 0,3   | 0,14   |
| Ophiurida                         | 1,3    |        |         |         |        |        |       |        | 0,7   |        |       |        |
| Asteroidea                        | 0,3    | 0,1    |         |         |        |        |       |        |       |        |       |        |
| Ova piscis                        | 15     | 7,3    | 1,7     | 0,1     | 0,5    | 0,25   |       |        | 0,2   |        | 0,1   | 0,08   |
| Pisces                            | 1,2    |        |         |         | 0,6    |        |       |        |       |        | 0,1   |        |
| LARVAE UKUPNO                     | 160    | 33     | 7,7     | 3       | 45     | 82,3   | 26,2  | 12,24  | 15,1  | 13,2   | 25,3  | 5,02   |
| UKUPNO                            | 1986,9 | 424,8  | 82,3    | 28,7    | 1205,7 | 402,9  | 401,1 | 181,42 | 284   | 271,4  | 150,8 | 36,3   |

U otvorenim vodama južnog dijela Jadranskog mora uzorkovalo se na dvije duboke postaje u tri sloja. Ovo je područje kvantitativno siromašno zooplanktonom u usporedbi s ostalim područjima uzorkovanja. Kopepoditi čine većinu u ukupnom zooplanktonu na obje postaje (EM-33 74,5%, EM-34 58,8%) (Slika 64). Južniju postaju (EM-34) karakterizira povećana koncentracija ličinki puževa u sva tri sloja, zbog čega ličinke čine 26% u ukupnom zooplanktonu te postaje.

Jaja riba uopće nisu zabilježena, a tek nekoliko ličinki je nađeno u srednjem sloju postaje EM-34 (0,1 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 32).

Tablica 32. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu otvorenog mora (ind./m<sup>3</sup>).

|                                   | EM-33<br>50-0 | EM-33<br>100-50 | EM-33<br>185-100 | EM-34<br>50-0 | EM-34<br>100-50 | EM-34<br>195-100 |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|
| MEDUSAE                           | 2             | 1,3             | 1,5              | 1,9           | 1               | 1                |
| SIPHONOPHORAE                     | 1,3           | 2,6             | 1,5              | 1,9           | 1               | 2                |
| CTENOPHORA                        |               |                 | 0,2              | 0,2           | 0,3             |                  |
| OSTRACODA                         | 0,3           | 3,8             | 2,3              | 0,6           | 2,9             | 5,4              |
| CLADOCERA                         | 8,3           |                 |                  | 0,6           |                 |                  |
| PTEROPODA                         | 0,3           |                 | 0,8              | 0,6           |                 | 0,3              |
| AMPHIPODA                         |               | 0,3             | 0,1              | 0,1           | 0,1             | 0,7              |
| COPEPODA                          |               |                 |                  |               |                 |                  |
| Poecilostomatoida (bez Oncaeidae) | 2,1           | 4,2             | 1,5              | 2,6           | 1,9             | 2                |
| Calanoida                         | 11,9          | 18,2            | 8,4              | 7,4           | 0,6             | 5,7              |
| Calanoida kopepoditi              | 62,7          | 162,6           | 42,9             | 60,2          | 3,2             | 43,1             |
| COPEPODA UKUPNO                   | 76,7          | 185             | 52,8             | 70,2          | 5,7             | 50,8             |
| CHAETOGNATHA                      | 0,5           | 1,3             | 2,3              | 0,6           |                 | 4                |
| APPENDICULARIA                    | 5,1           | 19,2            | 7,5              |               |                 | 0,7              |
| THALIACEA                         | 3,8           | 1,3             |                  | 5,1           | 1,6             |                  |
| LARVAE                            |               |                 |                  |               |                 |                  |
| Bivalvia                          | 1,9           | 9               | 0,2              | 0,6           | 1,6             | 2                |
| Gastropoda                        | 0,6           | 15,4            | 1,5              | 16,7          | 11,5            | 14,2             |
| Polychaeta                        | 0,6           |                 | 0,3              | 0,6           | 0,1             | 0,3              |
| Decapoda                          | 1,3           |                 | 0,4              | 0,1           |                 |                  |
| Mysida                            |               |                 |                  |               |                 |                  |
| Euphasida                         | 1,3           | 3,8             | 3                | 0,2           | 0,2             | 5,4              |
| Cirripedia                        | 0,1           |                 |                  | 0,2           | 0,2             |                  |
| Echinida                          | 0,5           |                 |                  | 0,2           | 1,6             | 0,3              |
| Ophiurida                         | 0,1           | 0,3             |                  |               |                 |                  |
| Asteroidea                        |               |                 |                  |               |                 |                  |
| Ova piscis                        |               |                 |                  |               |                 |                  |
| Pisces                            |               |                 |                  |               | 0,1             |                  |
| LARVAE UKUPNO                     | 6,4           | 28,5            | 5,4              | 18,6          | 15,3            | 22,2             |
| UKUPNO                            | 104,7         | 243,3           | 74,4             | 100,4         | 27,9            | 87,1             |



Slika 64. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu otvorenog mora.

Pad gustoće populacija zooplanktona uočava se u horizontalnom (od sjevera prema jugu) i vertikalnom smjeru (od površine prema dnu). Područje unutarnjeg i otvorenog mora Sjevernog Jadrana, kao i unutarnjeg mora Južnog Jadrana, karakterizira velika gustoća populacije mezozooplanktona. Naročito su brojni kopepodi i kladocere, s dominantnom vrstom *Penilia avirostris*. Broj odraslih jedinki kopepoda na nekim je postajama i do petnaest puta manji od broja kopepodita.

Jaja riba su najbrojnija u otvorenom moru Sjevernog Jadrana, te u površinskom i subpovršinskom sloju postaje u središtu Jabučke kotline (EM-23) gdje je zabilježena maksimalna vrijednost (15 ind./m<sup>3</sup>) (Tablica 31). U otvorenom moru Južnog Jadrana jaja nisu zabilježena. Jaja incuna *Engraulis encrasicolus* L. nađena su na 9 postaja, ali kvantitativno značajna samo na postaji EM-9.

Ličinke ribe su najmanje zastupljene u otvorenom moru Srednjeg i Južnog Jadrana. U području Sjevernog Jadrana brojnije su od jaja, a najveća koncentracija zabilježena je na postajama EM-9 i EM-10 (Tablica 30).

#### 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*). Čitav sadržaj probavila pregledan je na invertnom mikroskopu OLYMPUS IX 51.

##### 6.1.4.3.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB.)

Analizirani su uzorci iz lovina sa područja sjevernog dijela otvorenog mora (EM-9), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-35, EM-37, EM-38, EM-41 i EM-42). Probavila su bila punija kod riba uhvaćenih na postajama EM-37 i EM-41, dok su na ostalim postajama uglavnom bila prazna ili sa sadržavala malu količinu jako probavljenog plijena.

Dosadašnja istraživanja ishrane srdele u Jadranskom moru pokazuju da se ova vrsta male plave ribe hrani pretežito zooplanktonom, što je ustanovljeno i kod pregledanih jedinki.

Najzastupljenija skupina zooplanktona u njihovim probavilima bili su planktonski rakovi iz skupine Copepoda (Slika 65). Osim njih, česti su i ličinački stadiji Bivalvia i ostaci Decapoda. Na postaji sjevernog dijela otvorenog mora EM-9 i postajama EM-35 (Koločepski kanal) i EM-37 (Korčulanski kanal) probavila su sadržavala i ostatke ličinki Gastropoda. Od kladocera utvrđeni su ostaci jedinki vrsta *Evadne tergestina* (EM-9) i *Penilia avirostris* (EM-37).

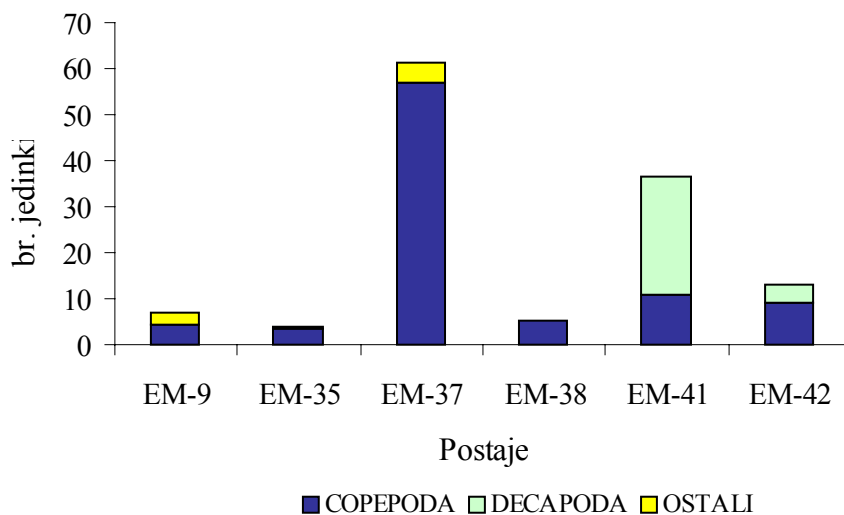
Među kopepodima zabilježenim u probavilima srdele najbrojniji su predstavnici redova Calanoida i Poecilostomatoida (Slika 66). Pripadnici reda Cyclopoida nisu nađeni ali je moguće da su njihova nježna tijela brzo razgrađena i neprepoznatljiva. Red Harpacticoida zabilježen je na postajama EM-9, EM-35, i EM-37, a zabilježene su vrste *Microsetella norvegica* i *Euterpina acutifrons*. Među kalanoidima najčešća je vrsta bila *Temora stylifera*, a zabilježeni su još i *Calanus helgolandicus*, *Nannocalanus minor*, *Ctenocalanus vanus*, *Calocalanus contractus*, *Clausocalanus spp.*, *Centropages typicus* i *Candacia giesbrechti*. Sve ove vrste imaju široko područje rasprostranjenosti u Jadranskom moru.

U probavilima je nađen i određeni broj kopepoda, uglavnom kalanoida, koje zbog visokog stupnja razgrađenosti nije bilo moguće odrediti, te kalanoidnih kopepodita (nedoraslih jedinki).

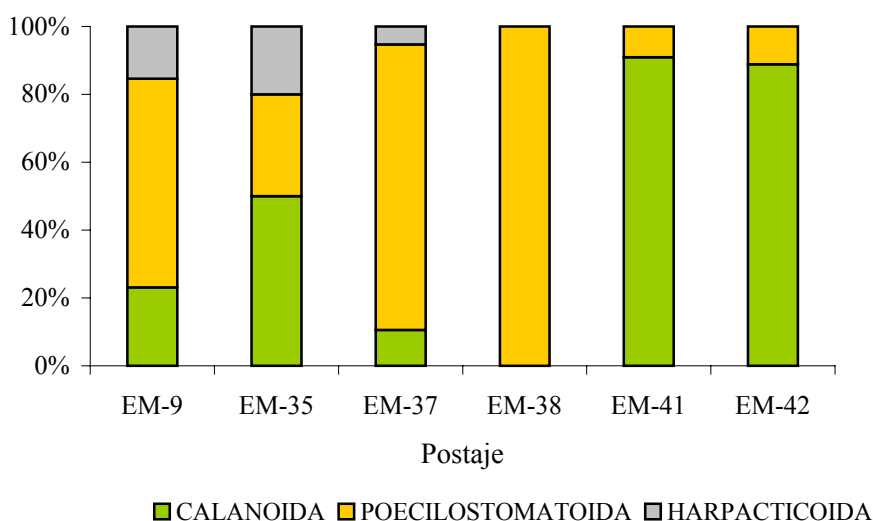
Među poecilostomatoidima najbrojniji su predstavnici roda *Oncaea*, koji su u probavilima zabilježeni gotovo na svim postajama. Brojni su i poecilostomatoidi iz porodice Corycaidae koja je u probavilima uglavnom zastupljena vrstama *Farranula rostrata*, *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) brehmi* i *Corycaeus (Agetus) typicus*. Njihovi dobro očuvani

ostaci lako su prepoznatljivi i u jako probavljenim želučanom sadržaju, što se povezuje se sporijom razgradnjom probavnim procesima uslijed čvrstoće njihovog hitinskog oklopa.

U sadržaju probavila primjeraka srdele iz lovine na postaji sjevernog dijela otvorenog mora EM-9 zabilježena je i fitoplanktonska vrsta dinoflagelata iz roda *Peridinium*. Dosadašnja istraživanja ishrane srdele ne ukazuju na znatnu ulogu fitoplanktona u njezinoj ishrani, već se fitoplanktonski ostaci smatraju slučajnim (nehotičnim) ulovom prilikom hranjenja.



Slika 65. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u ishrani srdele na istraživanim postajama.



Slika 66. Zastupljenost pojedinih redova kopepoda u ishrani srdele na istraživanim postajama.

#### 6.1.4.3.2. Inćun (*Engraulis encrasicolus* L.)

Analizirani su primjerci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg mora (EM-2, EM-7 i EM-24), s područja sjevernog, srednjeg i južnog dijela otvorenog mora (EM-8, EM-9, EM-18, , EM-30, EM-33), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-35, EM-36, EM-37, EM-38, EM-39, EM-41 i EM-42). Gotovo sva su probavila bila ispunjena hranom različitog stupnja probavljenosti, osim uzoraka sa postaje EM-30 koji su bili prazni.

Prema pregledanim probavilima u ishrani inćuna i u ovogodišnjim je uzorcima najzastupljeniji zooplankton, naročito kopepodi koji gotovo svugdje čine glavninu sadržaja (Slika 67 i 68).

Na postajama sjevernog dijela unutarnjeg mora EM-2, EM-7 i EM-24 preko 80% sadržaja analiziranih probavila čine kopepodi. Udio ličinki dekapodnih rakova nešto je povećan u uzorcima s postaje u Zlarinskom kanalu EM-24 (<14%).

Na postajama sjevernog dijela otvorenog mora najpunija su probavila analizirana sa postaje EM-8, a u sadržaju su i ovdje dominirali kopepodi.

Na postajama južnog dijela unutarnjeg mora probavila su bila punija, a ovdje je, ukoliko izuzmemo postaju sjevernog dijela otvorenog mora EM-8, zabilježen i najveći broj jedinki u probavilima. Na postajama EM-37, EM-41 i EM-42 (Korčulanski, Brački i Splitski kanal), osim kopepoda , u probavilima je zabilježen i veliki broj ličinki *Bivalvia*.

Među kopepodima su u želučanom sadržaju na većini postaja najbrojniji pripadnici reda Poecilostomatoida, uglavnom roda *Oncaea* (*Oncaea media* complex) (Slika 71). Porodica Corycaidae zastupljena je na većini postaja, uglavnom dobro očuvanim jedinkama široko rasprostranjenih vrsta *Ditrichocorycaeus brehmi*, *Farranula rostrata* i *Agetus typicus*. Među kalanoidima dominiraju jesenska vrsta *Temora stylifera* i *Candacia giesbrechti*. Ciklopoidni kopepodi su u sadržaju malobrojni i teško prepoznatljivi i jedinke roda *Oithona* zabilježene su samo u probavilima iz lovina na području južnog dijela unutrašnjeg mora (Brački kanal i Splitski kanal). Harpaktikoidnih je kopepoda zabilježeno nešto više u većini probavila, a prisutne su vrste *Microsetela norvegica* i *Euterpina acutifrons*.

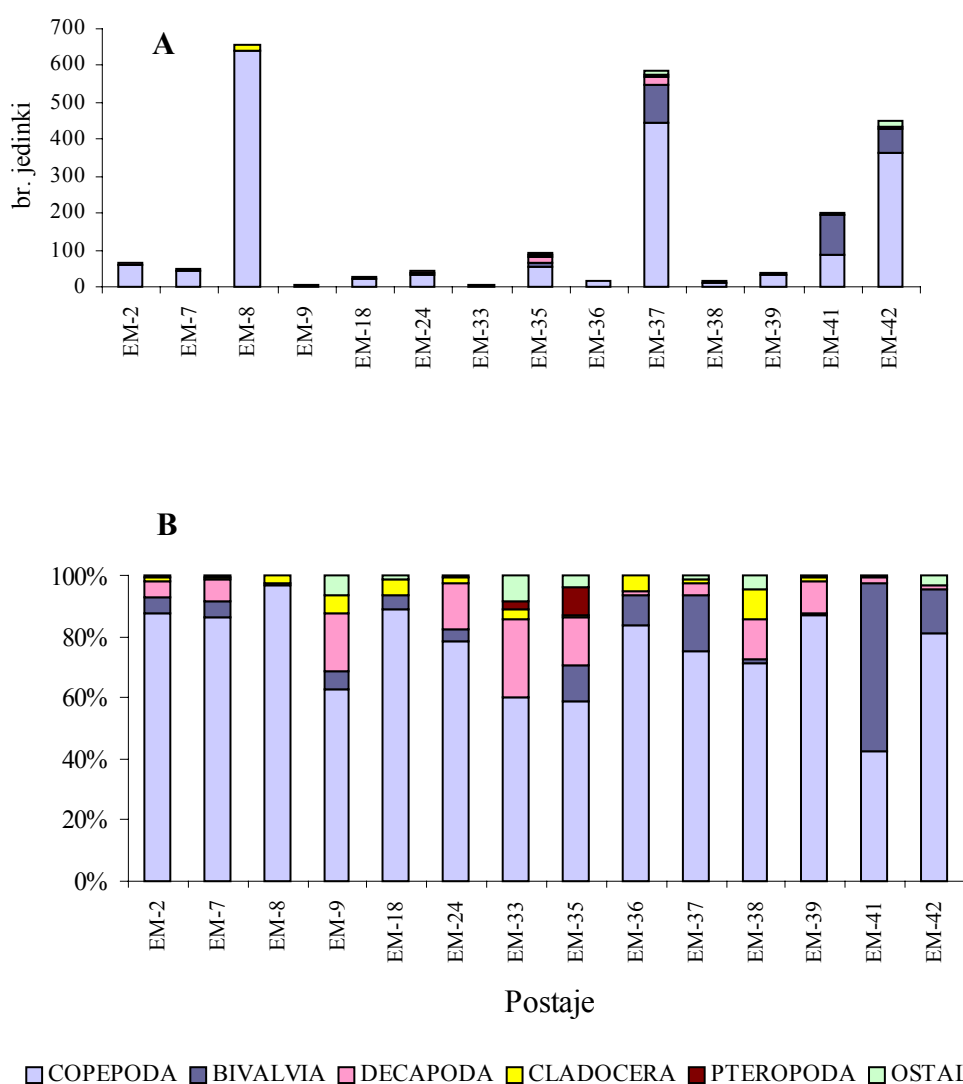
Ostaci kladocera su u većini analiziranih probavila malobrojni, a nešto veći broj primjeraka vrste *Penilia avirostris* zabilježen je na postaji sjevernog dijela unutarnjeg mora EM-8.

Prisustvo želatinoznog zooplanktona u želučanom sadržaju zabilježeno je samo na postaji južnog dijela otvorenog mora EM-33, gdje su u jednom probavilu nađeni ostaci meduza iz skupine Siphonophora. U ishrani planktivornih riba želatinozni organizmi mogu

imati znatnu vrijednost, ali se njihovi nježni organizmi zbog velikog sadržaja vode i nedostatka skeleta brzo probavljaju.

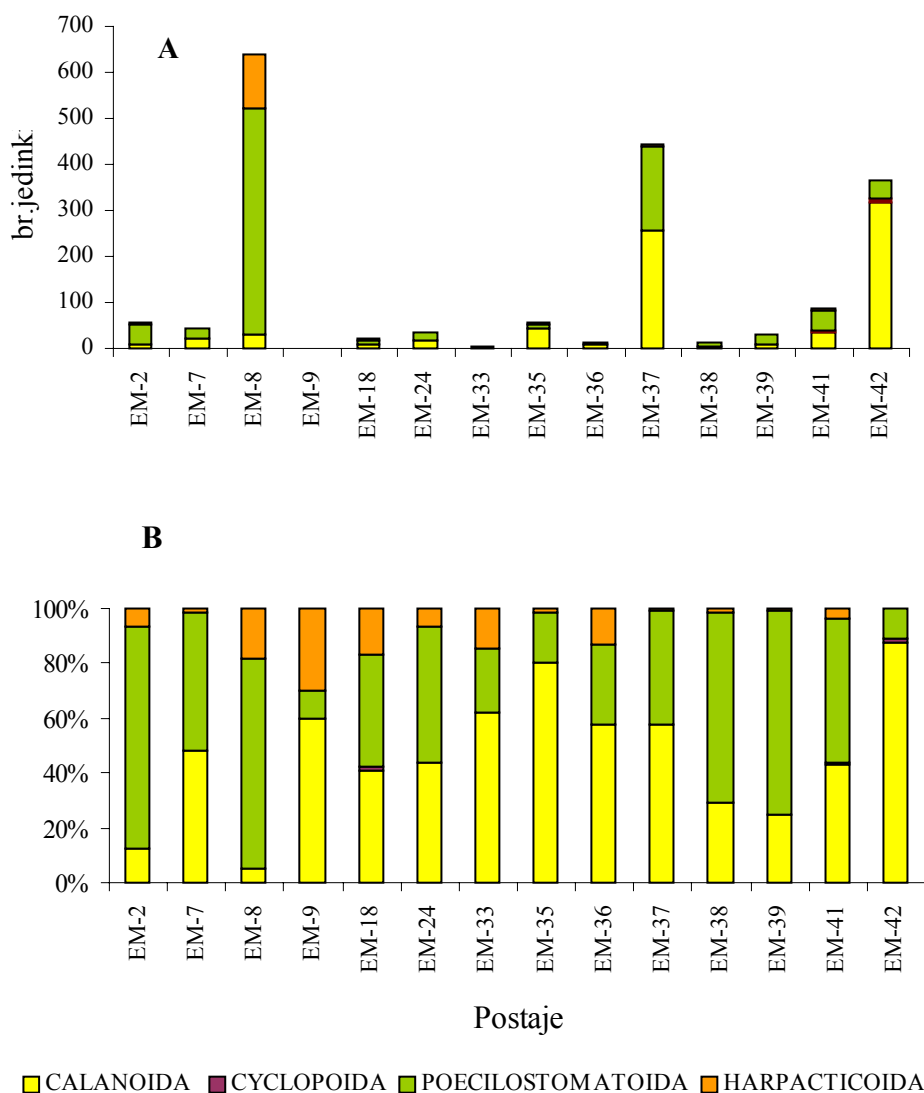
Ostaci fitoplanktona pronađeni su samo u jednom probavilu na postaji sjevernog dijela otvorenog mora EM-9, a radilo se o dinoflagelatu *Ceratium trichoceros*. U manjem broju probavila pronađena su i riblja jaja, i to i srdele i inćuna.

Na temelju punoće i stupnja probavljenosti sadržaja analiziranih probavila primjećeno je da je bolja očuvanost sadržaja i veća punoća nađena u uzorcima uzetim tijekom dana ili u ranim večernjim satima.



Slika 67. Brojnost (A) i zastupljenost (B) pojedinih skupina zooplanktona u ishrani inćuna na istraživanim postajama.





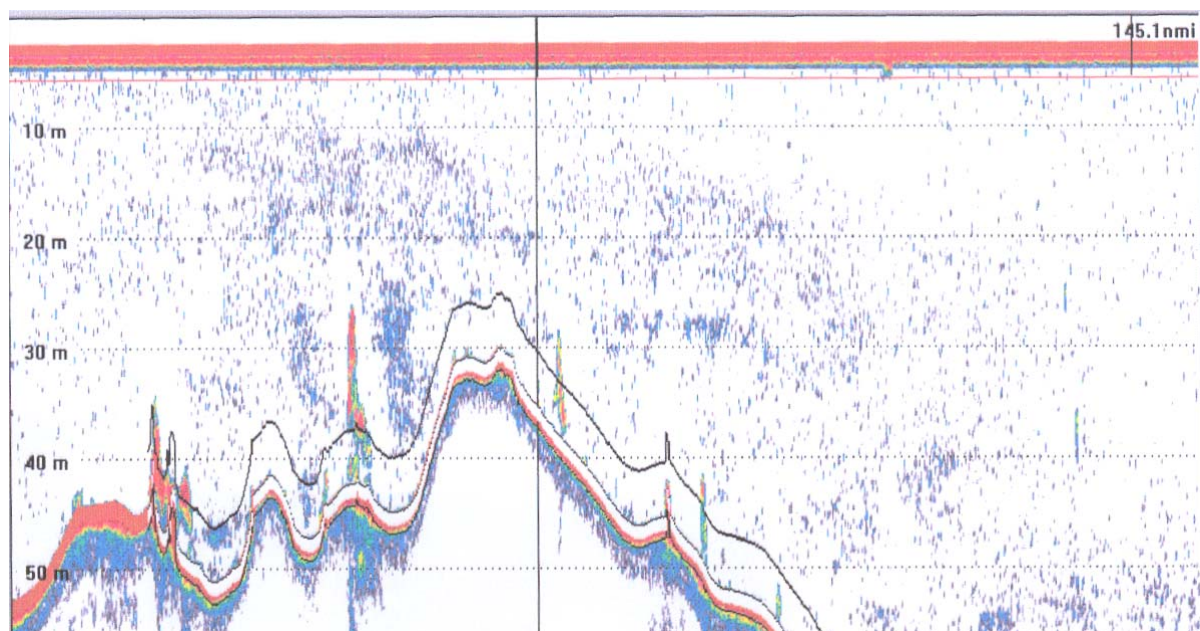
Slika 68. Brojnost (A) i zastupljenost (B) pojedinih redova kopepoda u ishrani incuna na istraživanim postajama.

Kopepodni rakovi dominantan su plijen za obje ispitivane vrste planktivornih riba. U želučanom sadržaju prevladavaju uobičajene jesenske vrste kalanoida, te mali poecilostomatoidi čija je prisutnost u planktonu stalna tijekom čitave godine. Ličinački stadiji dekapodnih rakova i školjkaša na drugom su mjestu po zastupljenosti u ishrani. Kladocere su u probavilima slabo zastupljene, naročito kod srdele. Kao i prethodnih godina i ovogodišnji rezultati ukazuju na zanemarivu ulogu biljne hrane u ishrani srdele i incuna.

## 6.2. Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe

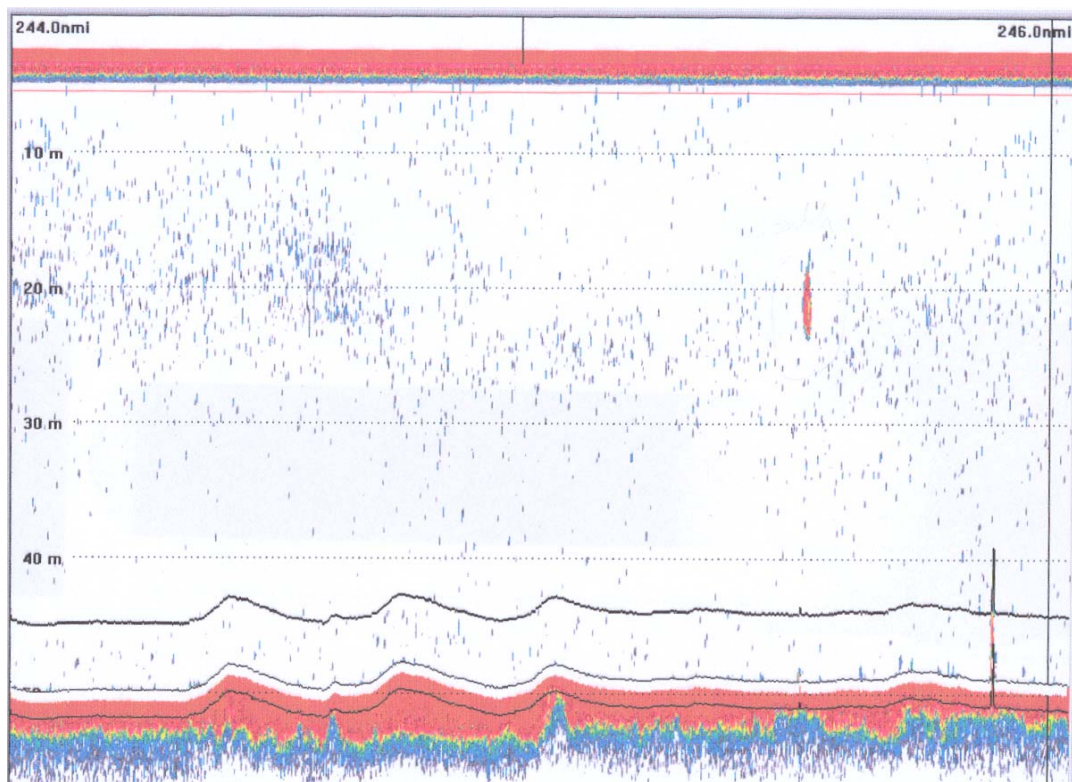
### 6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela unutarnjeg mora 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 razmjerno velika ( $\text{std} = 132,382$ ). 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  $1880 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $13,05 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 17,82 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da bi srednja gustoća naselja srdele krajem kolovoza 2005. u ovom području bila  $3,12 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . 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 koja je krajem kolovoza bila prisutna u ovom području procjenjuje na 6.683 tona, odnosno u 95%-tnim granicama pouzdanosti u rasponu od 661\* do 15.809 tona. Glavnina ove količine srdele je detektirana u Kvarneriću (Slika 69), te u južnom dijelu Kvarnera (Slika 70).



Slika 69. Plove srdele i drugih vrsta sitne plave ribe blizu hridinastog dna nedaleko od sjeverozapadne strane o. Raba (kolovoz, 2005).

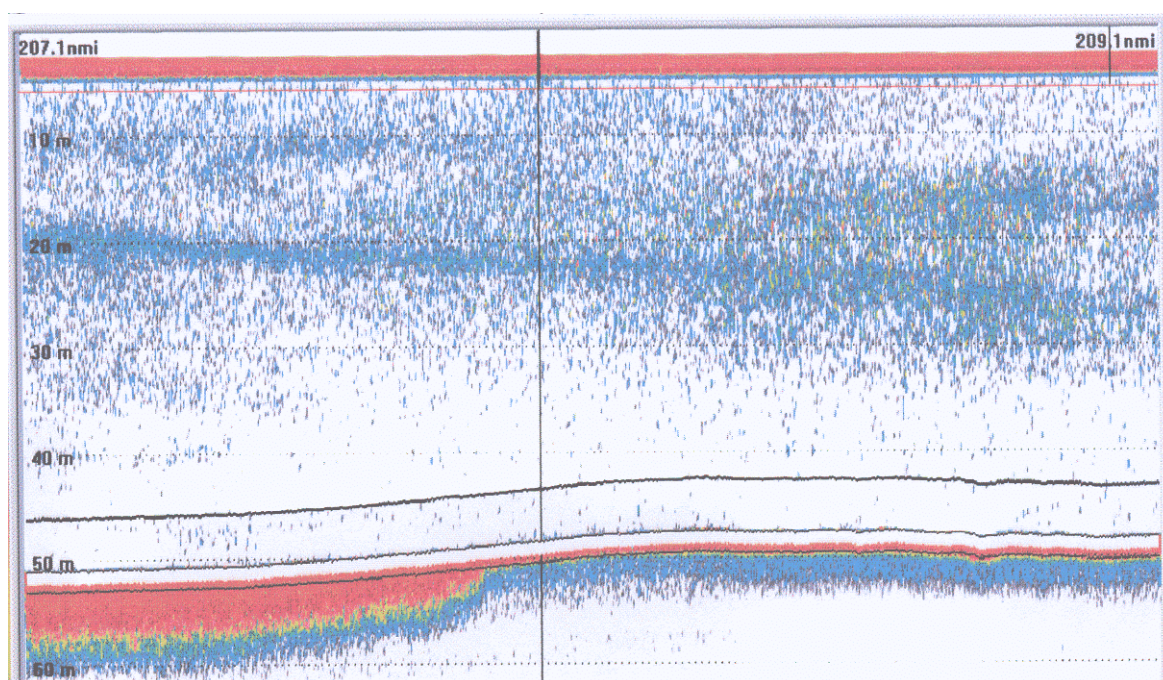
\* izračunato kao  $\text{SA} \times \text{CF}$



Slika 70. Plova srdele detektirana u južnom dijelu Kvarnera na dubini od 18 do 24 m (kolovoz, 2005).

Kao kod srdele, tako je i kod inćuna i standardna devijacija eho-integrala srednje gustoće naselja inćuna u području sjevernog dijela unutarnjeg mora bila, kao što je i očekivano, razmjerno velika ( $\text{std} = 85,972$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ , pa do  $453,0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $SA_{\text{avg}}$ ) je bila  $41,33 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 11,57 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da bi srednja gustoća naselja inćuna krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila  $6,50 \pm 1,82 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Budući da je površina istraženog područja bila  $2.144,5 \text{ Nm}^2$ , to se srednja vrijednost ukupne količine inćuna u ovom području krajem kolovoza 2005. procjenjuje na 13.937 tona, odnosno unutar 95%-tnih granica pouzdanosti procjene u rasponu vrijednosti od 10.034 do 17.839 tona. Ehogram inćuna snimljen tijekom noći na području Kvarnera prikazan je na slici 71. Pored toga, ovdje je bio prisutan i sasvim mali nedorasli inćun čija se dužina tijela kretala u rasponu od 20 do 50 mm. Procjenjuje se da je biomasa malog nedoraslog inćuna krajem kolovoza u ovom području bila u rasponu od 4.089 do 6.800 tona.





Slika 71. Ehogram sitne plave ribe (inćun 98,9% ; papalina 0,1% ; OPS 1,0%) snimljen noću na području Kvarnera (kolovoz, 2005).

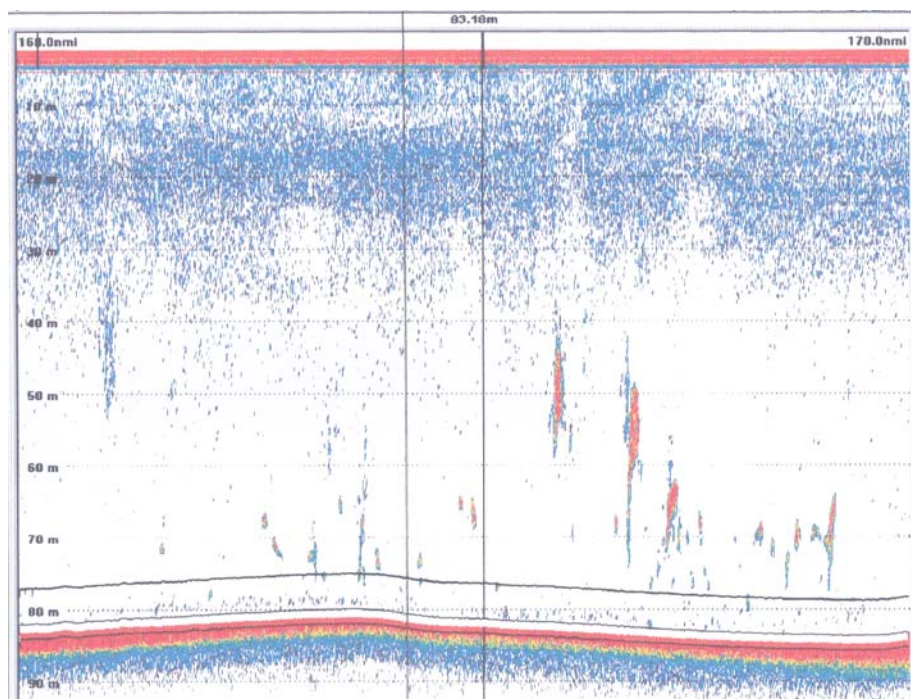
Tijekom ovog eho-monitoringa, na području sjevernog dijela unutarnjeg mora, prisustvo papaline zabilježeno je samo u području Kvarnera. Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ , pa do najviše  $8,1 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $SA_{\text{avg}}$ ) je bila svega  $0,74 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 0,42 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da bi srednja gustoća naselja papaline krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u Kvarneru bila  $0,15 \pm 0,08 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Budući da je površina Kvarnera otprilike  $485 \text{ Nm}^2$ , to se srednja vrijednost ukupne količine papaline u ovom području krajem kolovoza 2005. procjenjuje na 71 tonu, odnosno unutar 95%-tnih granica pouzdanosti procjene u rasponu vrijednosti od 31 do 112 tona.

Od ostalih pelagičkih vrsta u ovom području su bile zastupljene sljedeće ribe: mliječ ružični (*Aphia minuta*), šnjur (*Trachurus trachurus*), plavica (*Scomber japonicus*), i ugotica (*Trisopterus minutus*). Među njima, kao najbrojniji se izdvajaju mliječ ružični i šnjur. Od glavonožaca ovdje su bile prisutne lignje, lignjice, lignjuni i sipice.

### 6.2.2. Unutarnje more – južni dio

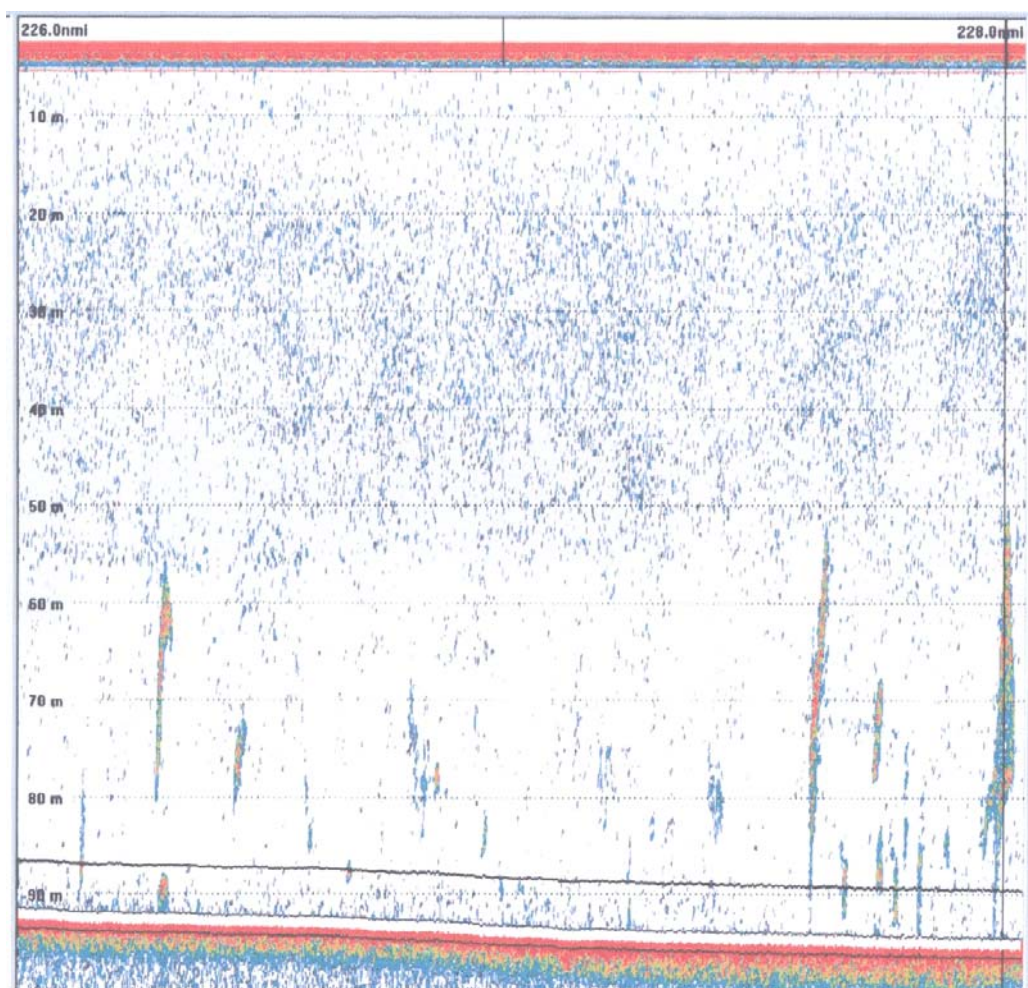
U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora (kanalsko područje srednjeg Jadrana) od ciljanih vrsta sitne plave ribe bile zastupljene srdela i incun, dok prisutnost populacije papaline nije bila zamijećena. U ovom je području gustoća naselja srdele bila prostorno vrlo heterogena, pa je i standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, vrlo velika (std = 181,200). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od 0 m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup> do čak 2336,0 m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>. Srednja vrijednost eho-integrala (SA<sub>avg</sub>) je bila 63,19 m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>, uz 95%-tne granice pouzdanosti od ±22,88 m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele početkom rujna 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila 15,09±5,46 tona/Nm<sup>2</sup>. Budući da je površina ovog područja bila 1386 Nm<sup>2</sup>, ukupna se količina srdele prisutne za vrijeme istraživanja u ovom području procjenjuje u rasponu vrijednosti od 13.344 do 28.487 tona, sa srednjom vrijednošću od 20.916 tona.

U samim kanalima južnog dijela unutarnjeg mora kao što su Koločepski, Neretvanski, Hvarski (Slika 72), Brački i Splitski kanal je bila prisutna uglavnom mala srdela, ukupne duljine tijela od 10,0 do 12,5 cm, dok su Korčulanskom kanalu, te onom dijelu ovog područja prema otvorenom moru (Slika 73) dominirale veće jedinke ukupne dužine tijela od 12,5 do 17,0 cm.



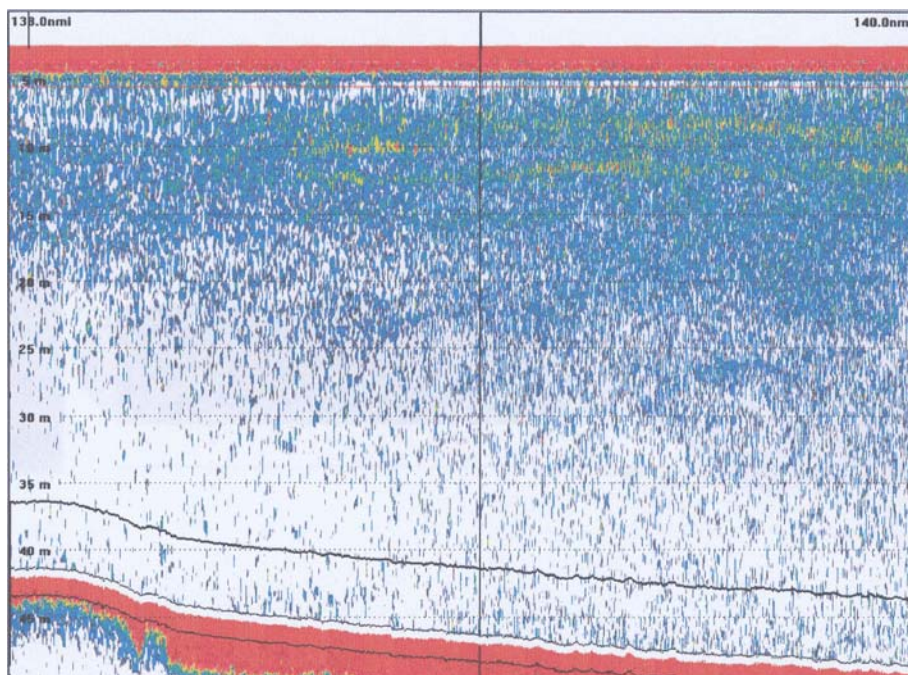
Slika 72. Veći broj plova male srdele i incuna u Hvarskom kanalu na dubini 40 - 75 m (rujan, 2005).





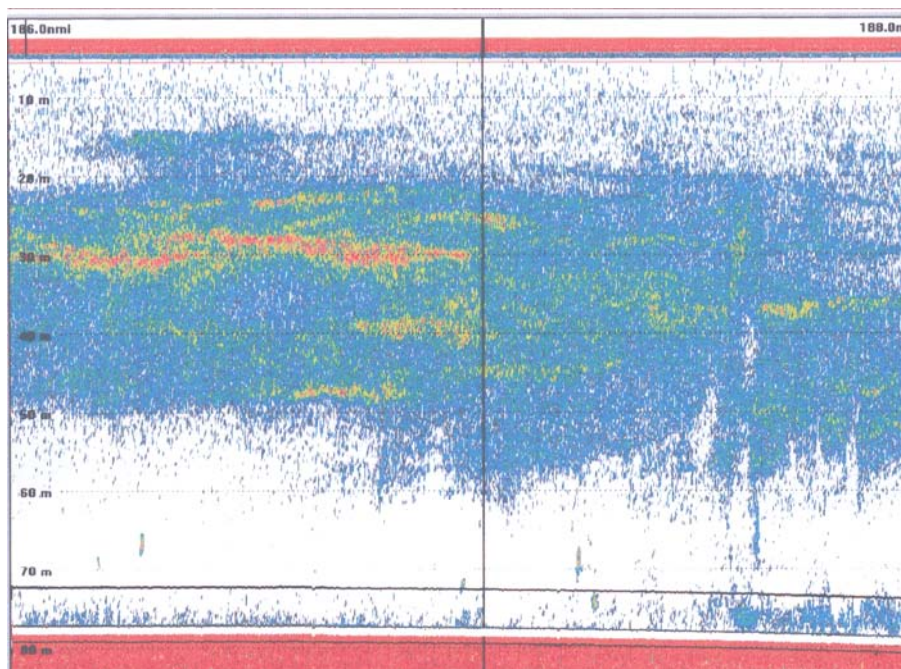
Slika 73. Plove srdele i drugih pelagičnih vrsta zabilježene s južne strane o. Šolte na dubini 50-90 m (rujan, 2005).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna je bila razmjerno velika ( $\text{std}=180,140$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja incuna varirale su u rasponu od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  do  $1034,3 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $135,79 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 22,74 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna početkom rujna 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila  $21,35 \pm 3,57 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Budući da je površina istraženog područja bila  $1.386 \text{ Nm}^2$ , to se ukupna količina incuna u ovom području u to vrijeme procjenjuje u rasponu vrijednosti od 24.640 do 34.555 tona, sa srednjom vrijednošću od 29.597 tona. Ehogram incuna i druge sitne plave ribe u Neretvanskom kanalu bogatom planktonom snimljen tijekom noći prikazan je na slici 74.



Slika 74. Ehogram planktona i sitne plave ribe (inćun 70,6%; srdelica 28,8%; OPS 0,6%) snimljen tijekom noći u Neretvanskom kanalu (rujan, 2005).

Kao i na području sjevernog dijela unutarnjeg mora, i ovdje su registrirane znatne količine sitnog inćuna, posebice na području Bračkog kanala (Slika 75).



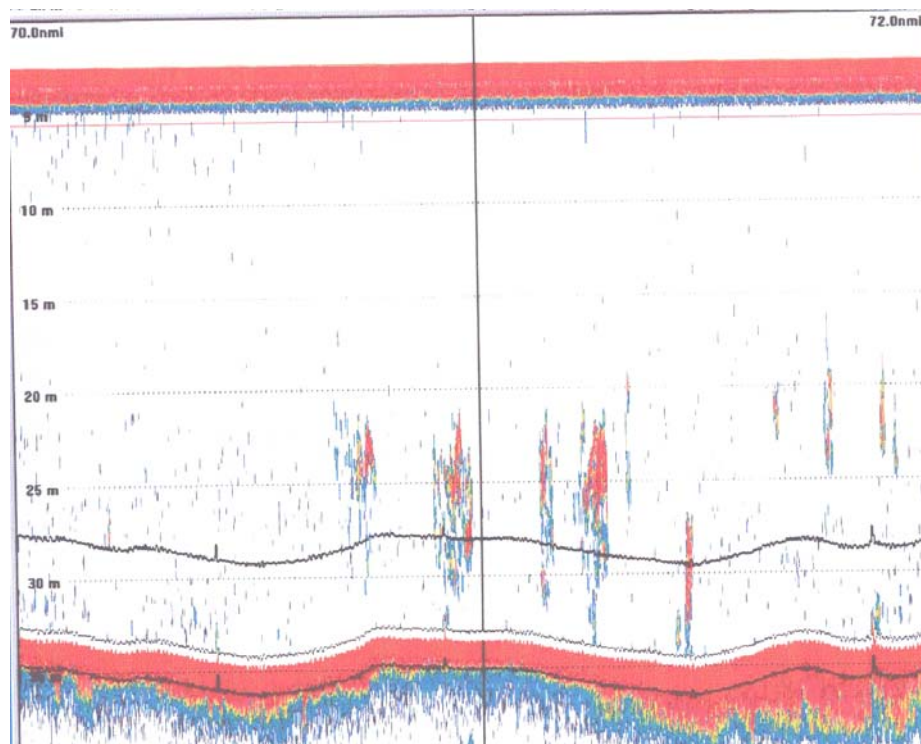
Slika 75. Ehogram nedoraslog inćuna registriran u gustom sloju planktona tijekom dana u Bračkom kanalu (rujan, 2005).

Od ostalih pelagičkih vrsta u području južnog dijela unutarnjeg mora najviše je bio zastupljen mliječ ružični (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), gira oštrulja (*Spicara flexuosa*) i oblica (*S. smaris*), šnjur (*Trachurus trachurus*), a zamiječeno je i prisustvo srdele goleme (*Sardinella aurita*). Od glavonožaca su najbrojniji bili lignja (*Loligo vulgaris*) te lignjica (*Allotheutis media*).

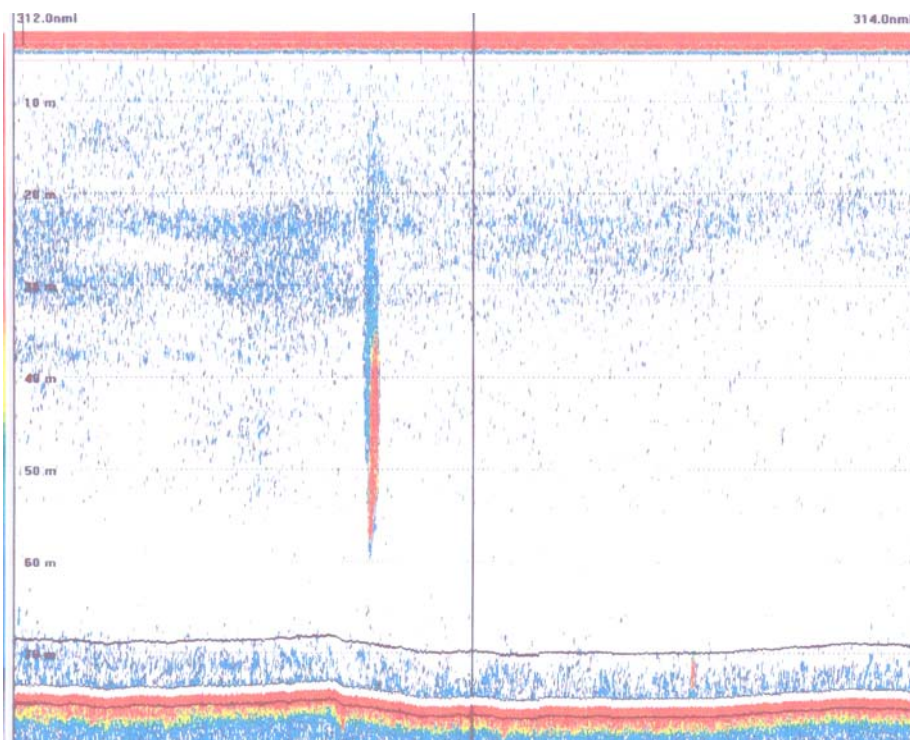
### 6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio

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 ( $\text{std} = 199,240$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ , pa sve do  $2257,2 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $40,90 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 17,09 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila  $11,97 \pm 5,00 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Imajući na umu površinu istraženog područja sjevernog dijela otvorenog mora od  $5.134 \text{ Nm}^2$ , ukupna se količina srdele u ovom području krajem kolovoza, uz 95%-tne granice pouzdanosti, procjenjuje u rasponu vrijednosti od 35.767 do 87.125 tona, sa srednjom vrijednošću od 61.446 tona. Najveće količine srdele detektirane su u na dijelu uz zapadnu obalu Istre (Slika 76) te na području otvorenog mora južno od Kvarnera, uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (Slika 77).



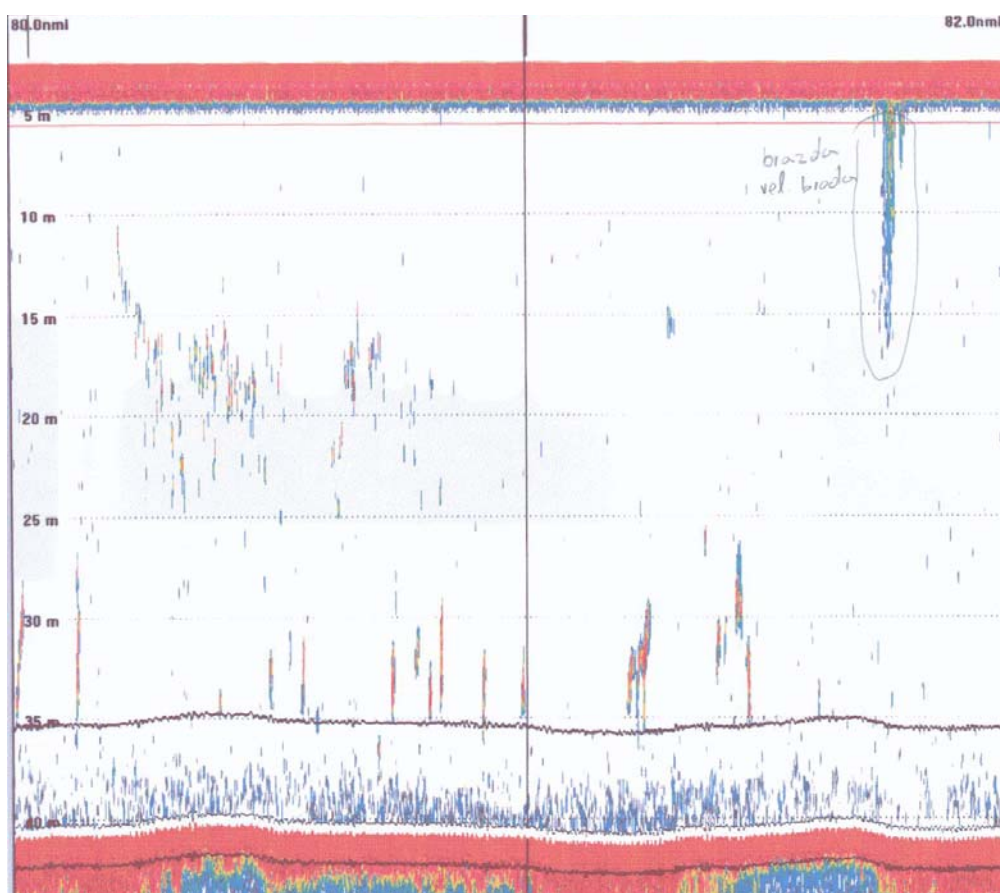


Slika 76. Plove srdele registrirane uz zapadnu obalu Istre u blizini Rovinja (kolovoz, 2005).



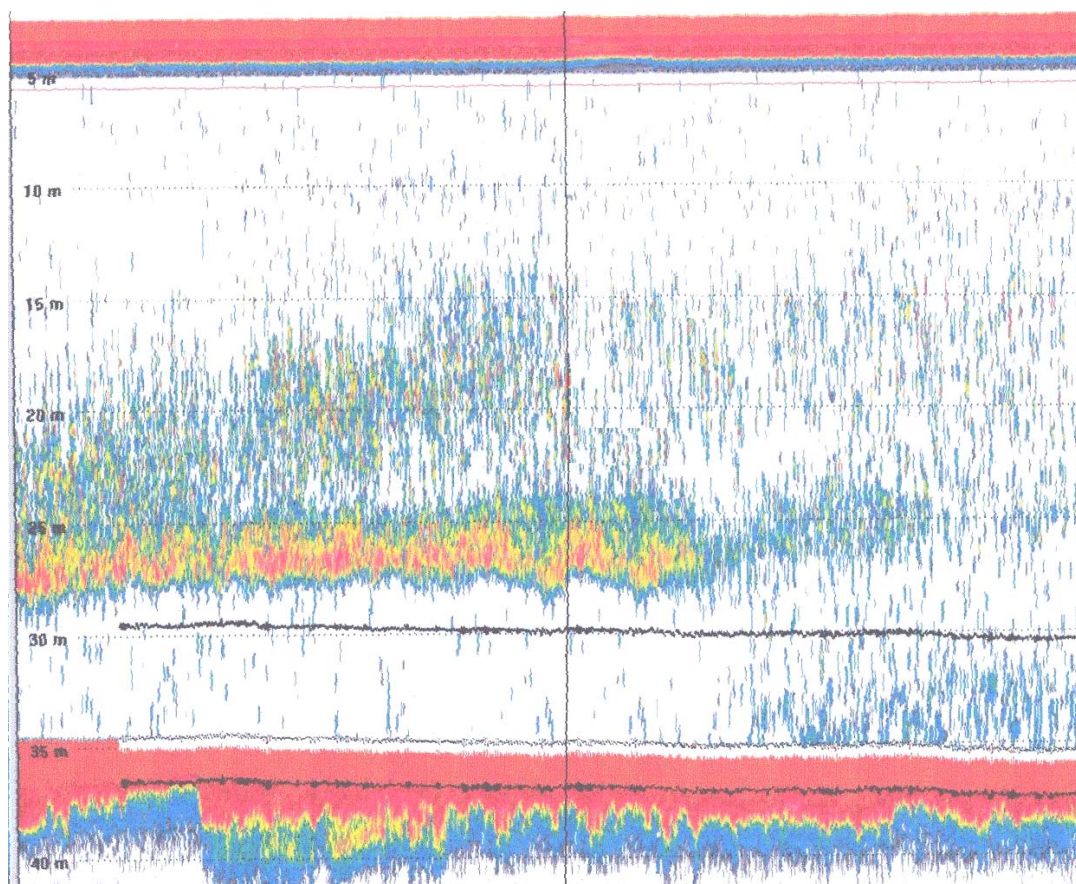
Slika 77. Velika plova srdele registrirana u akvatoriju jugozapadno od o. Premuda uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, na dubini 35-60 m (kolovoz, 2005).

Kao i kod srdele, poradi velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna, standardna devijacija eho-integrala je bila razmjerno visoka, s obzirom na pripadajuću aritmetičku sredinu ( $\text{std} = 134,480$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  do  $1442,0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) iznosila je  $52,25 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 11,54 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila  $9,49 \pm 2,10 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, ukupna količina inćuna u istraživanom periodu se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 37.967 do 59.482 tona, sa srednjom vrijednošću od 48.724 tona. Veći broj plova inćuna na ovom području registriran je zapadno i južno od obale poluotoka Istre (Slika 78), uz granicu našeg teritorijalnog mora, te do granice zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, pa se vjerojatno jedan dio populacije inćuna tijekom ovog istraživanja, nalazio u zapadnom dijelu Jadranskoga mora.



Slika 78. Ehogram brojnih plova inćuna na području sjevernog dijela otvorenog mora na dubini 30-35 m (kolovoz, 2005).

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 ( $\text{std} = 98,99$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline su varirale u rasponu vrijednosti od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  pa čak do  $1703,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $14,90 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 8,49 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene rezultate procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila  $3,14 \pm 1,80 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, ukupna količina papaline u istraživanom periodu se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 6.946 do 25.338 tona, sa srednjom vrijednošću od 16.142 tona. Papalina se uglavnom nalazila u zajedno s inćunom, danju u zasebnim plovama, a noću u izmiješana s inćunom i drugim pelagičnim vrstama. Najveća količina papaline detektirana je na sjevernom dijelu ovog područja (Slika 79), uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa.



Slika 79. Nakupina sitne plave ribe (papalina 48,3%; inćun 37,4%; OPS 14,3%) zabilježen u sjevernom Jadranu uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (kolovoz, 2005).



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

Od ostalih pelagičkih riba u uzorcima prikupljenim na ovom području smo nalazili ponajviše šnjura (*Trachurus trachurus*), bukvu (*Boops boops*) te plavicu (*Scomber japonicus*) i skušu (*S. scombrus*), dok su u manjoj mjeri ovdje bili zastupljeni i mliječ ružični (*Aphia minuta*) te srdela golema (*Sardinella aurita*). Od glavonožaca u uzorcima su najzastupljeniji bili lignjuni (*Ilex coindetti*), lignjice (*Allotheutis spp.*), sipica (*Sepiola sp.*) i lignja (*Loligo vulgaris*). Količina svih ostalih pelagičnih vrsta na ovom području je bila znatno veća nego prošle godine. Gruba procjena ukazuje da njihova ukupna količina u ovom području prelazi 100.000 tona.

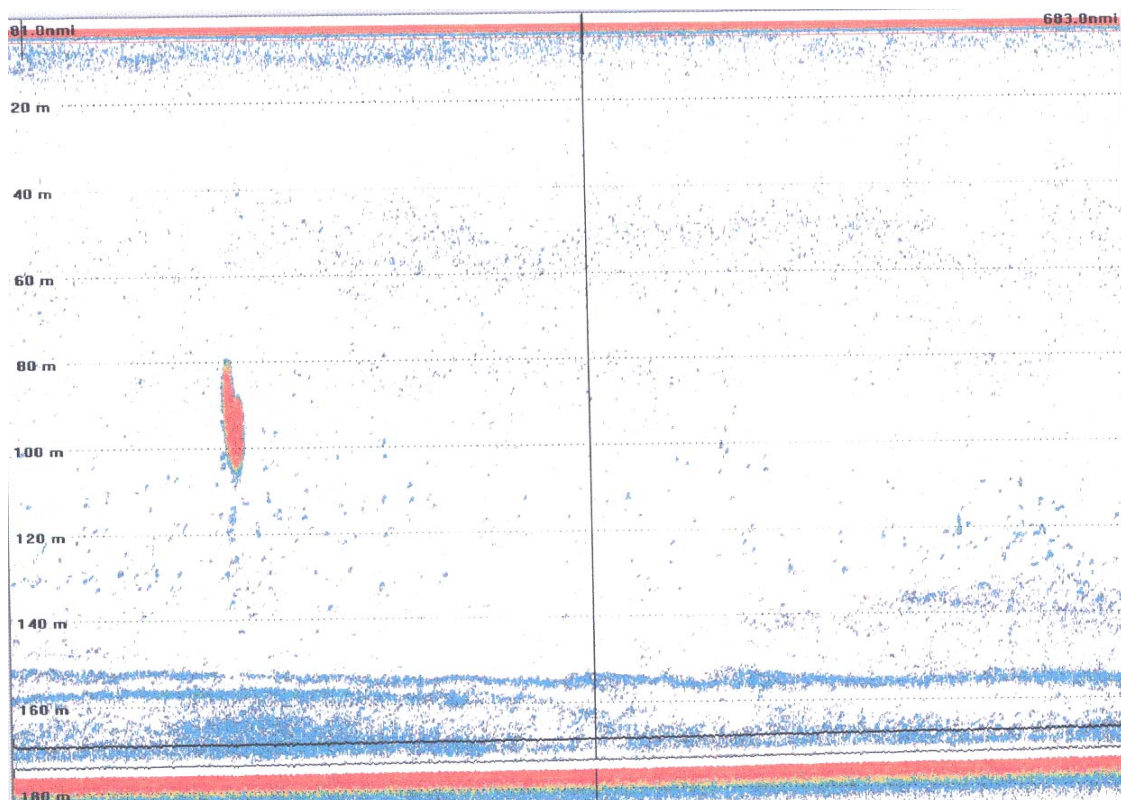
#### 6.2.4. Otvoreno more – srednji dio

U području srednjeg dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena. I u ovom području gustoća naselja srdele je bila prostorno izrazito heterogena, pa je i standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, bila vrlo velika ( $\text{std} = 134,80$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  do čak  $2707,0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $12,60 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ , uz vrlo široke 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 12,54 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da srednja gustoća naselja srdele u ovom području krajem kolovoza 2005. u ovom području je bila  $3,69 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Budući da je površina ovog područja  $4.306 \text{ Nm}^2$ , ukupna se količina srdele prisutna za vrijeme istraživanja u ovom području procjenjuje u rasponu vrijednosti od  $1.637^*$  do  $31.673 \text{ tona}$ , sa srednjom vrijednošću od  $15.874 \text{ tona}$ .

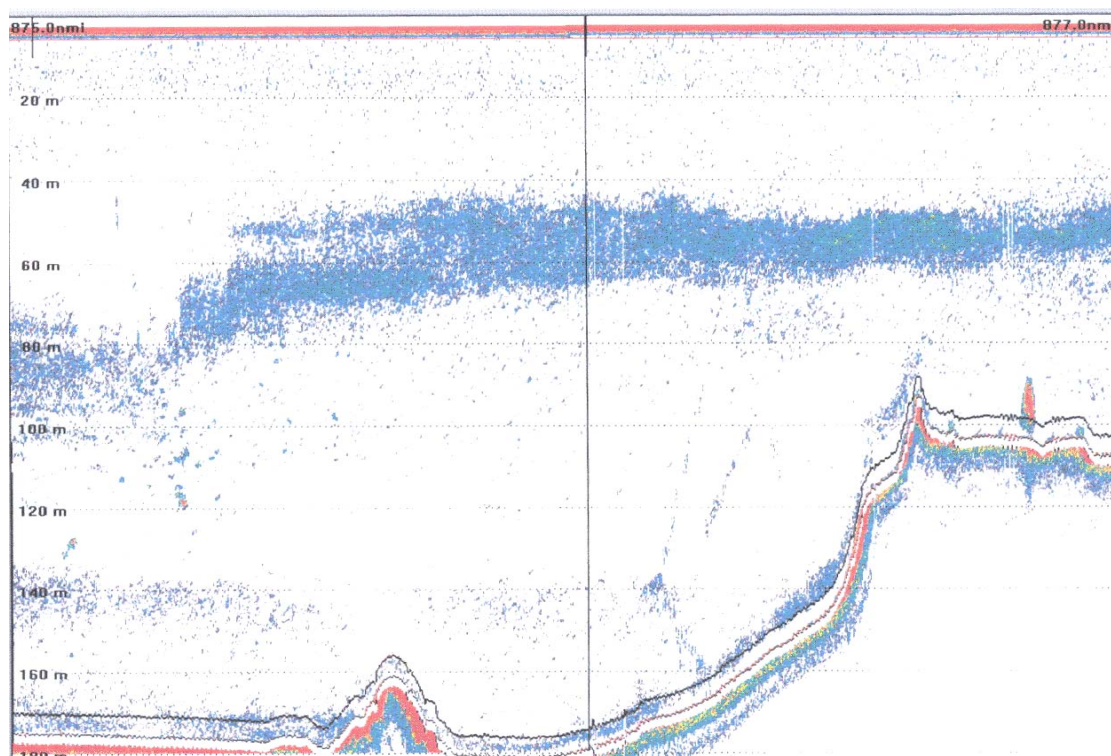
Na ovom području najveće količine srdele registrirane su u akvatoriju 12 Nm jugozapadno od o. Svetac (Slika 80), između o. Sušca i o. Lastova, te u akvatoriju o. Palagruže (Slika 81).

---

\* izračunato kao  $\text{S}_a \times \text{CF}$



Slika 80. Ehogram velike plove srdele registrirane u akvatoriju 12 Nm jugozapadno od o. Svetac na dubini 80-108 m (kolovoz, 2005).



Slika 81. Ehogram plove srdele u akvatoriju zapadno od o. Palagruža (kolovoz, 2005).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna, standardna devijacija eho-integrala inćuna je bila velika ( $\text{std}=98,80$ ). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od  $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  do  $784,9 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $44,69 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ , uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 9,19 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna na ovom području krajem kolovoza 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila  $8,12 \pm 1,67 \text{ tona}/\text{Nm}^2$ . Budući da je površina istraženog područja  $4.306 \text{ Nm}^2$ , to se ukupna količina inćuna u ovom području u vrijeme istraživanja procjenjuje u rasponu vrijednosti od 27.766 do 42.142 tona, sa srednjom vrijednošću od 34.954 tona.

Kao i na području unutarnjeg mora, i ovdje je registrirana prisutnost sitnog postličinačkog i malog inćuna ( $\text{LT} = 20\text{--}75 \text{ mm}$ ), koji je u većim količinama bio prisutan u akvatoriju otvorenog mora između o. Visa, o. Sušca i o. Palagruže (Slika 82). Procjenjuje se da je biomasa sitnog inćuna u području srednjeg dijela otvorenog mora bila u rasponu između 1.400 i 2.300 tona.



Slika 82. Sitni inćun registriran u akvatoriju otvorenog mora između o. Visa, o. Sušca i o. Palagruže (Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).

Od ostalih pelagičkih riba u pelagijalu ovog područja najviše smo nalazili šnjura (*Trachurus trachurus*) i mliječ ružični (*Aphia minuta*), posebice na području Jabučke kotline.



Od ostalih pelagičnih vrsta, na granici prema unutrašnjem moru te nedaleko od pučinskih otoka je zabilježena prisutnost bukve (*Boops boops*) i iglice (*Belone belone*) (Slika 83), a dalje prema pučini su bile ribe iz porodice skušovki (skuša i plavica). U pelagijalu uz sjeverni rub južnojadranske kotline registrirane su veće količine dubokomorskih pelagičnih vrsta od kojih je najbrojnija bio trbobrošćić, *Maurolicus muelleri*. Zabilježeno je i prisustvo vrste skušac pratibrod (*Naucrates ductor*), pučinske lualice (Slika 84). Pored toga, kada je istraživanje obavljano tijekom noći, u pelagijalu su registrirane i različite pridnene vrste hrskavičnih riba, a i onih iz porodice Gadidae (oslić, pišmolj i ugotica) i Sygnathidae. Od glavonožaca su najviše bili prisutni lignjuni (*Ilex coidetti*), lignje (*Loligo vulgaris*) i sipice (*Sepiola sp.*). U pelagijalu je, posebno tijekom noći, također bila značajna i prisutnost različitih vrsta rakova, kao i ranih razvojnih stadija različitih pelagičnih, a vjerojatno i pridnenih organizama (Slika 85).



Slika 83. Iglica (*Belone belone*), vrlo brojna u akvatoriju zapadne strane o. Visa (Foto: D. Bogner, kolovoz 2005).



Slika 84. Skušac pratibrod, *Naucrates ductor* (Foto: V. Tičina, kolovoz 2005).



Slika 85. Različite vrste organizama zabilježene u pelagijalu otvorenog mora (Foto: V. Tičina, kolovoz 2005).

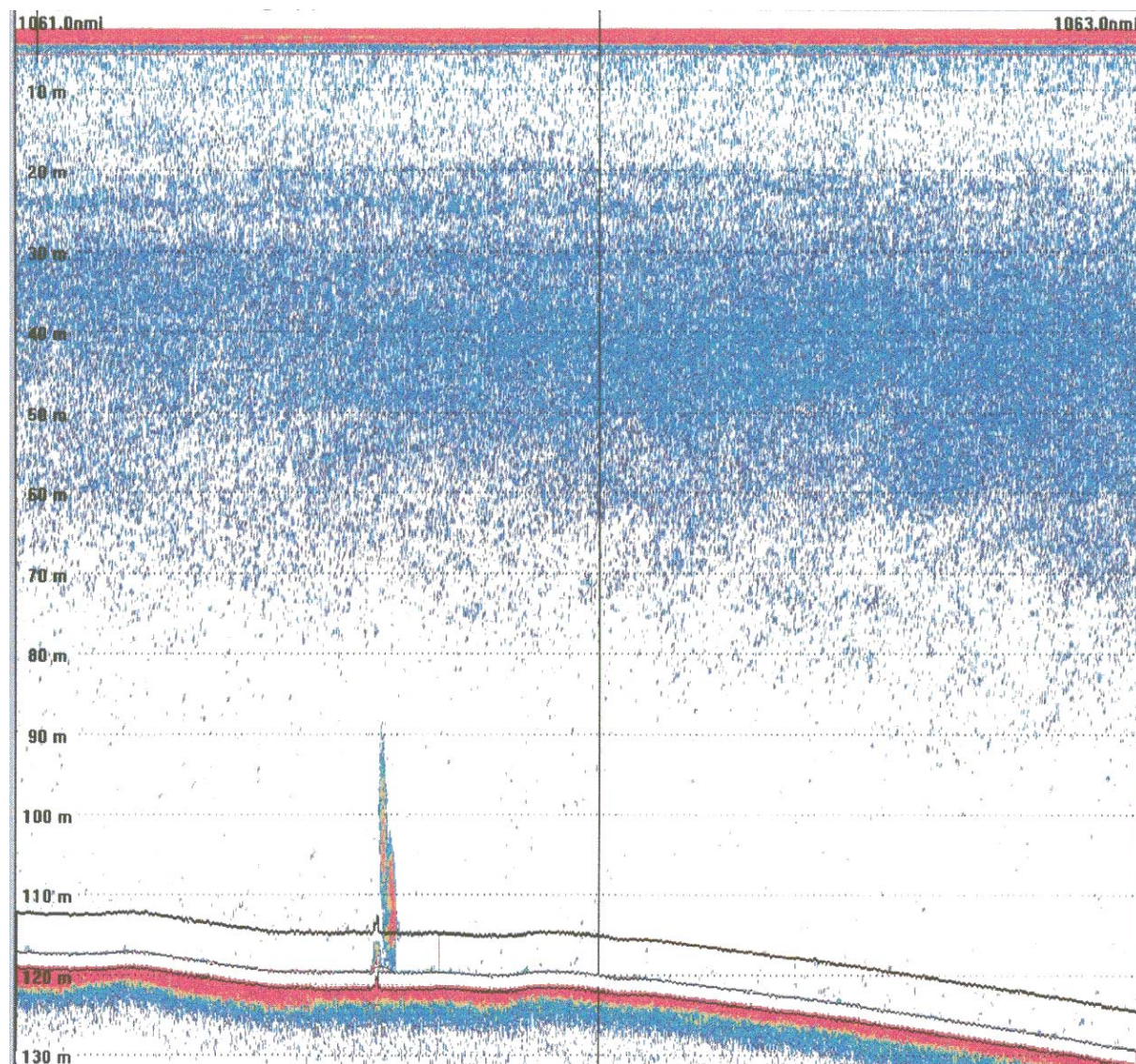
Zbog vrlo velike heterogenosti ove skupine i njihovih različitih akustičkih svojstava, mogu se dati samo grube procjene njihove količine svih ostalih vrsta sitne plave ribe na ovom području. Smatra se da bi njihova ukupna biomasa mogla biti oko 90.000-130.000 tona, od čega znatan dio pripada izravno gospodarski nevažnim vrstama, ali koje su važne u cjelokupnom ekosustavu.

#### 6.2.5. Otvoreno more – južni dio

Na području južnog dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta su bile zastupljene srdela i inćun. Srdela je bila prostorno vrlo heterogena raspoređena, odnosno zabilježena je u većim količinama samo s istočne strane o. Mljeta. Zbog toga je i standardna devijacija eho-integrala srdele bila razmjerno velika u odnosu na aritmetičku sredinu ( $\text{std} = 99,676$ ). 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 čak  $964,60 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala srdele ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila  $14,95 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$  uz vrlo široke 95%-tne granice pouzdanosti od čak  $\pm 18,38 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja



srdele početkom rujna u ovom području bila  $4,37 \text{ tona/Nm}^2$ . Imajući na umu razmjerno malu površinu istraženog dijela ovog područja (do izobate od 200 m) od samo  $682 \text{ Nm}^2$ , srednja procjena ukupne količina srdele u ovom području u vrijeme istraživanja je 2983 tone. Najveća količina srdele detektirana krajem kolovoza u ovom području nalazila se u akvatoriju južno od istočne strane o. Mljeta te s južne strane otočne skupine Elafiti (Slika 86).

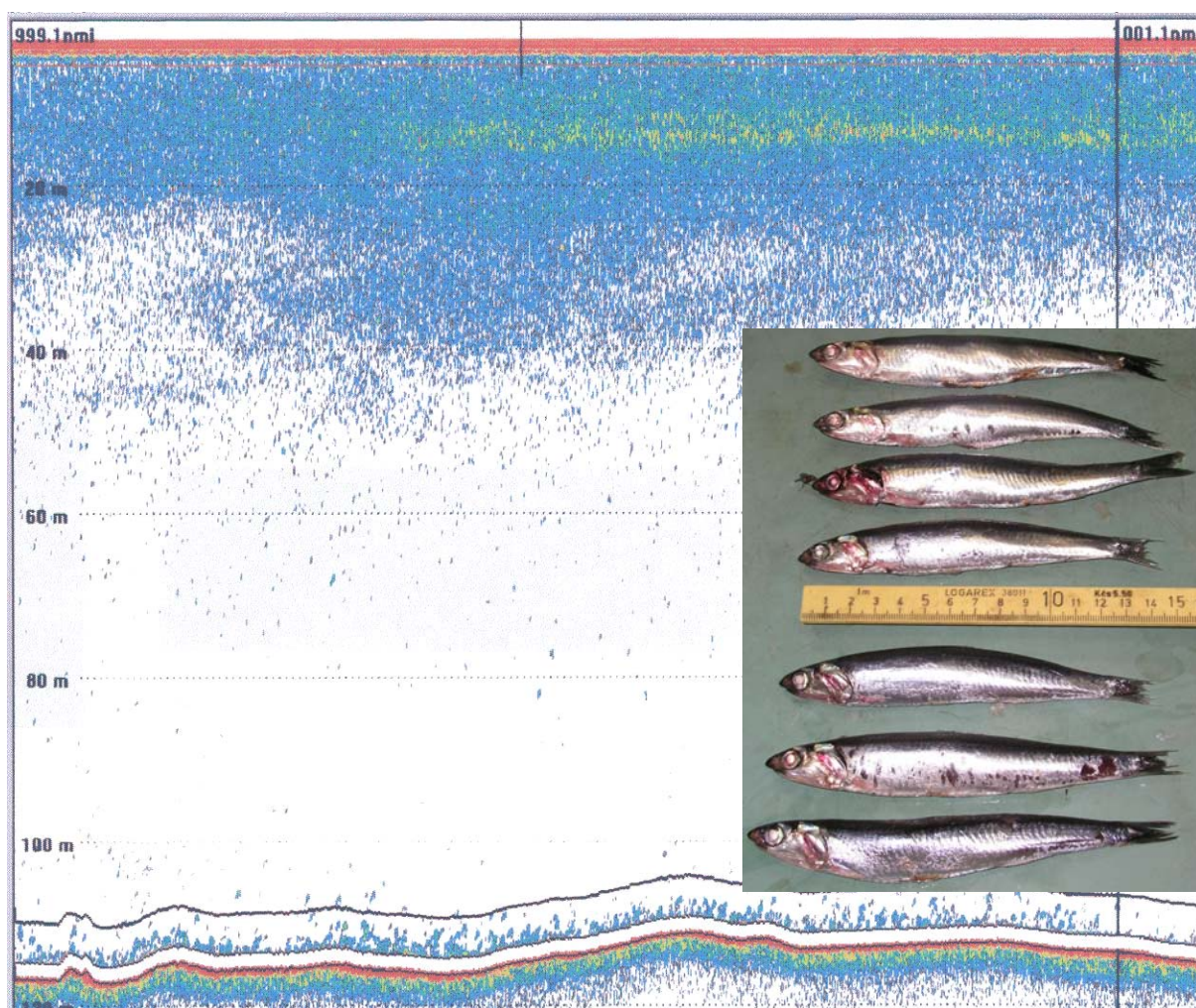


Slika 86. Plova srdele na dubini 90-115 m, registrirana s istočne strane o. Mljeta (rujan, 2005).

Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna je bila razmjerno velika ( $\text{std}=156,426$ ). 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 čak  $1019,50 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ . Srednja vrijednost eho-integrala ( $\text{SA}_{\text{avg}}$ ) je bila



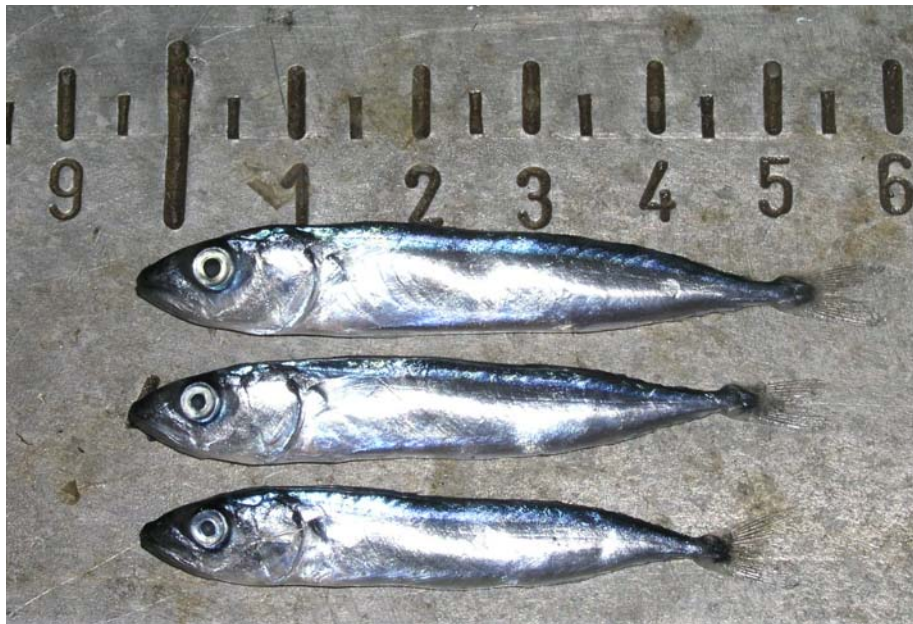
41,39 m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>, uz 95%-tne granice pouzdanosti od  $\pm 28,84$  m<sup>2</sup>/Nm<sup>2</sup>. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna početkom rujna 2005., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila  $7,52 \pm 5,24$  tona/Nm<sup>2</sup>. Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 682 Nm<sup>2</sup>, to se ukupna količina inćuna u ovom području u vrijeme istraživanja procjenjuje u rasponu vrijednosti od 1.555 do 8.700 tone, sa srednjom vrijednošću od 5.128 tona. Najveći dio ove količine registriran je na jugozapadnoj strani o. Mljeta (Slika 87), gdje je bio prisutan uglavnom izrazito veliki inćun (LT = 14,0-16,0 cm).



Slika 87. Ehogram sitne plave ribe (inćun 95%, OPS 5%) i planktona snimljen noću u površinskom sloju mora s jugoistočne strane o. Mljeta (rujan, 2005).

Od drugih pelagičkih vrsta, posebice uz južnu stranu otoka Mljeta, najzastupljenije su bile male plavice, *Scomber japonicus* (Slika 88), zatim u nešto manjoj mjeri i dvije vrste šnjura (*Trachurus trachurus* i *T. mediteraneus*), a zabilježeno je i prisustvo trupca (*Auxis*

*rochei*) na ovom području. Od glavonožaca lignjuni i lignje. Uz njih su, a poglavito u pelagijalu uz rubne dijelove južnojadranske kotline, bile vrlo brojne vrste sitnih riba kao što je trbobroščić, *Maurolicus muelleri* (Slika 89) i mliječ ružični (*Aphia minuta*).



Slika 88. Male plavice (*Scomber japonicus*) ulovljene s jugozapadne strane o. Mljeta (Foto: V. Tičina; rujan, 2005).



Slika 89. Trbobroščić, *Maurolicus muelleri*, vrlo brojan u pelagijalu otvorenog mora u blizini južnojadranske kotline (Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).



### 6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe

#### 6.3.1. Srdela

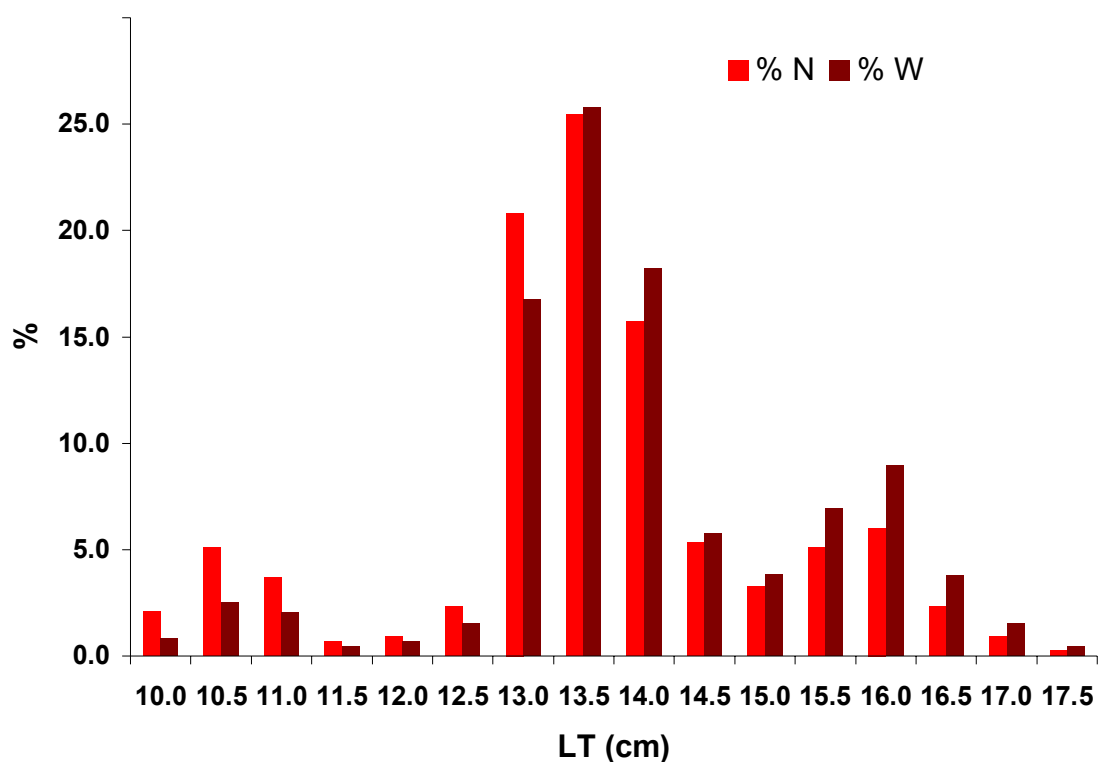
Srdela, *Sardina pilchardus* (Slika 90) je bila zastupljena u lovinama s područja sjevernog dijela otvorenog mora, te u Koločepskom, Korčulanskom i Neretvanskom kanalu. Najobimniji je ulov srdele (od oko 120 kg) ostvaren u večernjem potegu u Korčulanskom kanalu (EM-37). Od toga je obrađen uzorak koji je sadržavao 272 jedinke mase 6048 g. Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 432 jedinke srdele ukupne mase 9728,5 g.



Slika 90. Srdela ulovljena pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).

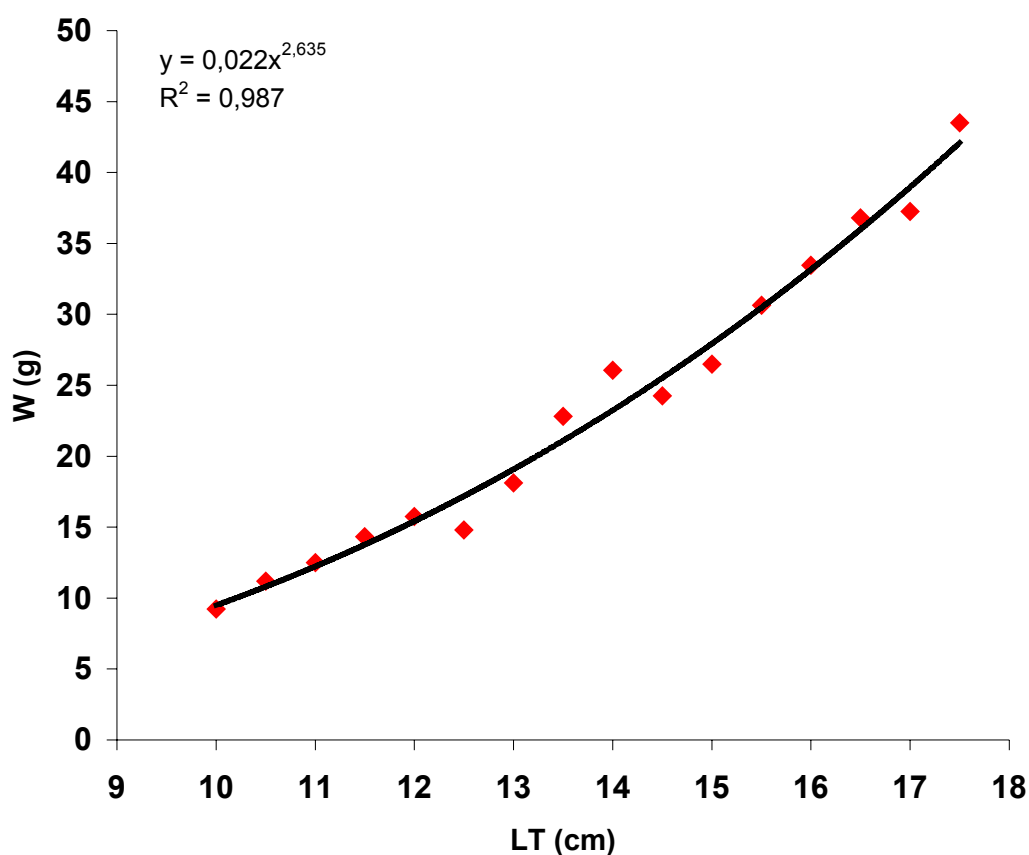
Ulovljene jedinke srdele su bile u rasponu od 10,0 cm do 17,5 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 13,57 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje trimodalna raspodjela (Slika 91). Prva modalna

vrijednost pri dužini od 10,5 cm s učestalošću od 5,09 % odgovara srdeli starosti 0<sup>+</sup> (jedinke od 10 do 11,5 cm ukupne tjelesne dužine), druga pri dužini od 13,5 cm s učestalošću od 25,46% zahvaljujući najvećim dijelom ulovu u Korčulanskom kanalu i treća modalna vrijednost pri dužini od 16,0 cm s učestalošću od 6,01 % koja odgovara odrasloj populaciji srdele na području otvorenog mora, čije su se veličine uglavnom kretale u rasponu od 15-17,5 cm. Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 9,2 g do 43,5 g sa srednjom vrijednošću od 22,52 g.



Slika 91. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije srdele s cjelokupnog istraživanog područja (kolovoz-rujan, 2005).

Analizom je dužinsko-masenog odnosa srdele iz cjelokupnog ulova (Slika 92) dobiven koeficijent regresije  $b = 2,635$  koji ukazuje na negativan alometrijski rast ( $R^2 = 0,987$ ). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 33.



Slika 92. 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 2005. godine.

| Godina | LT (cm)   | LT <sub>avg.</sub> | W (g)    | W <sub>avg.</sub> | a      | b     | R <sup>2</sup> |
|--------|-----------|--------------------|----------|-------------------|--------|-------|----------------|
| 2002   | 7,0-19,0  | 13,30              | 2,2-52,9 | 19,27             | 0,0028 | 3,349 | 0,985          |
| 2003   | 7,5-18,5  | 13,88              | 2,5-50,0 | 25,33             | 0,0028 | 3,381 | 0,996          |
| 2004   | 6,0-18,0  | 12,89              | 1,5-52,5 | 15,95             | 0,0033 | 3,321 | 0,995          |
| 2005   | 10,0-17,5 | 13,57              | 9,2-43,5 | 22,52             | 0,0022 | 2,635 | 0,987          |

Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije *b*, u prve 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 je primjetan pad vrijednosti koji je 2005. godine doveo do negativne interpretacije tog koeficijenta uslijed same strukture lovljene populacije. Glavnina je jedinki iz uzorka ulovljena na istoj postaji, odnosno u Korčulanskom kanalu kao i 2004. godine. Kako je kondicija ribe izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa, tako su najmanje vrijednosti tog indeksa od

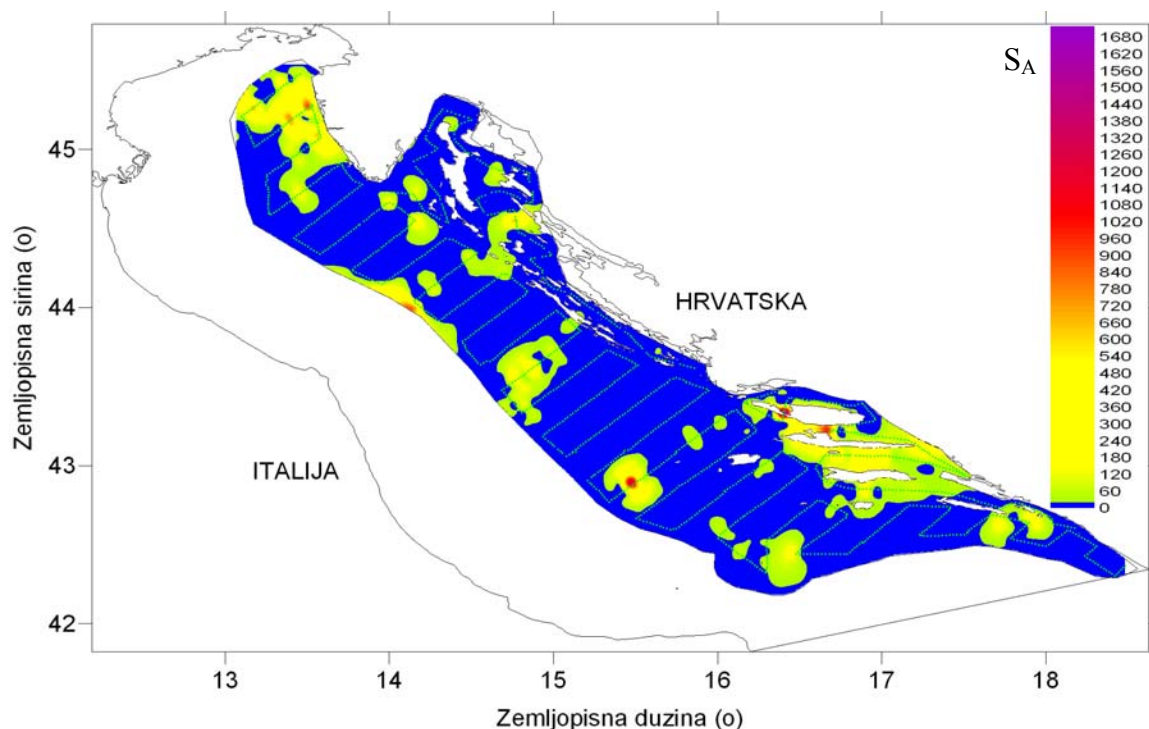
0,76 zabilježene kod jedinki iz dužinskih razreda 12,5 cm i 17,0 cm koje glavninu energije troše za dozrijevanje spolnih produkata. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,97 imale jedinke iz dužinskog razreda od 10,5 cm (Tablica 34).

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

| Razred | N   | W <sub>avg.</sub> (g) | K    |
|--------|-----|-----------------------|------|
| 10,0   | 9   | 9,22                  | 0,92 |
| 10,5   | 22  | 11,18                 | 0,97 |
| 11,0   | 16  | 12,50                 | 0,94 |
| 11,5   | 3   | 14,33                 | 0,94 |
| 12,0   | 4   | 15,75                 | 0,91 |
| 12,5   | 10  | 14,80                 | 0,76 |
| 13,0   | 90  | 18,11                 | 0,82 |
| 13,5   | 110 | 22,81                 | 0,93 |
| 14,0   | 68  | 26,06                 | 0,95 |
| 14,5   | 23  | 24,26                 | 0,80 |
| 15,0   | 14  | 26,50                 | 0,79 |
| 15,5   | 22  | 30,64                 | 0,82 |
| 16,0   | 26  | 33,46                 | 0,81 |
| 16,5   | 10  | 36,80                 | 0,82 |
| 17,0   | 4   | 37,25                 | 0,76 |
| 17,5   | 1   | 43,50                 | 0,81 |

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti srdele u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom kolovoza-rujna, 2005. su ponešto drugačiji od onih dobivenih tijekom istraživanja u rujnu 2004. godine. Pored toga što i ovogodišnji rezultati nedvojbeno ukazuju na to da se glavnina populacije srdele nalazila na području sjevernog dijela otvorenog mora, oni također sugeriraju da se znatan dio populacije srdele nalazio izvan područja istraživanja. Kao što se vidi na slici 93 najveće količine srdele detektirane su u akvatoriju uz zapadnu obalu Istre ali i na području otvorenog mora južno od Kvarnera, uz samu granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. Isto tako, na srednjem dijelu otvorenog mora, veće količine srdele su detektirane u akvatoriju 40-50 nm južno od o. Žirja, te u akvatoriju o. Palagruže. U južnom dijelu otvorenog mora srdela je detektirana u akvatoriju južno od istočne strane o. Mljeta te u akvatoriju otočića Sv. Andrija. Na području sjevernog dijela unutarnjeg mora plove srdele su bile vrlo rijetko detektirane, dok je u većim količinama srdela detektirana na području južnog dijela unutarnjeg mora.





Slika 93. Prostorna rasprostranjenost srdele s obzirom na vrijednosti eho-integrala ( $S_A$ ) u istočnom dijelu Jadranskog mora krajem kolovoza i početkom rujna 2005.

Ukupne su procjene obimnosti naselja srdele detektiranih krajem kolovoza i početkom rujna 2005, uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

|                               | Najmanja<br>vrijednost (t) | Srednja<br>vrijednost (t) | Najveća<br>vrijednost (t) |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Unutarnje more – sjeverni dio | 661                        | 6.683                     | 15.809                    |
| Unutarnje more – južni dio    | 13.344                     | 20.916                    | 28.487                    |
| Otvoreno more – sjeverni dio  | 35.767                     | 61.446                    | 87.125                    |
| Otvoreno more – srednji dio   | 1.637                      | 15.874                    | 31.673                    |
| Otvoreno more – južni dio     | 494                        | 2.983                     | 6.651                     |
| <b>UKUPNO (t):</b>            | <b>51.903</b>              | <b>107.902</b>            | <b>169.745</b>            |

### 6.3.2. Inćun

Tijekom eho-monitoringa obavljenog krajem kolovoza i početkom rujna 2005. godine inćun, *Engraulis encrasicolus* je zabilježen u lovinama sjevernog dijela unutarnjeg mora (Murtersko i Virsko more, Kvarner i Kvarnerić) i sjevernog dijela otvorenog mora (zapadna obala Istre i vanjska strana Kornata), zatim srednjeg dijela otvorenog mora (Rogoznica,

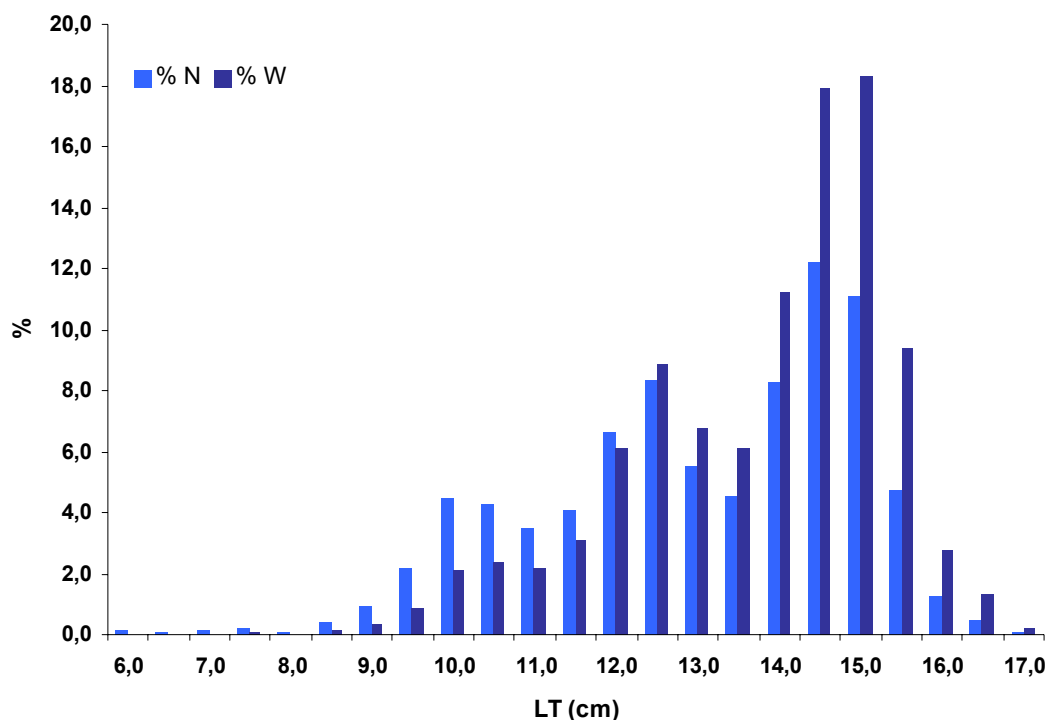
Lastovski kanal), južnog dijela otvorenog mora i južnog dijela unutarnjeg mora (kanali srednje dalmatinskih otoka do Vrulje). Najobimniji je ulov inćuna (28,8 kg) ostvaren je na najsjevernijoj postaji otvorenog mora (EM-8). Velik broj poslijeličinki inćuna ukupne tjelesne dužine od 2,0 do 4,0 cm se zadržao na mreži nakon uzorkovanja na području sjevernog dijela unutarnjeg mora (u Virskom moru, Kvarneru i Kvarneriću) te u otvorenom moru srednjeg djela (EM-28; EM-30).

Na cjelokupnom istraživanom području je ukupno analizirano 2666 jedinki inćuna (Slika 94) od čega 443 nedoraslih jedinki ( $< 6,0$  cm). Ukupne dužine tijela inćuna bez nedoraslih jedinke su bile u rasponu od 6,0 do 17,0 cm (2223 jedinke) sa srednjom vrijednošću od 10,92 cm.



Slika 94. Analiza uzorka inćuna prikupljenog tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).

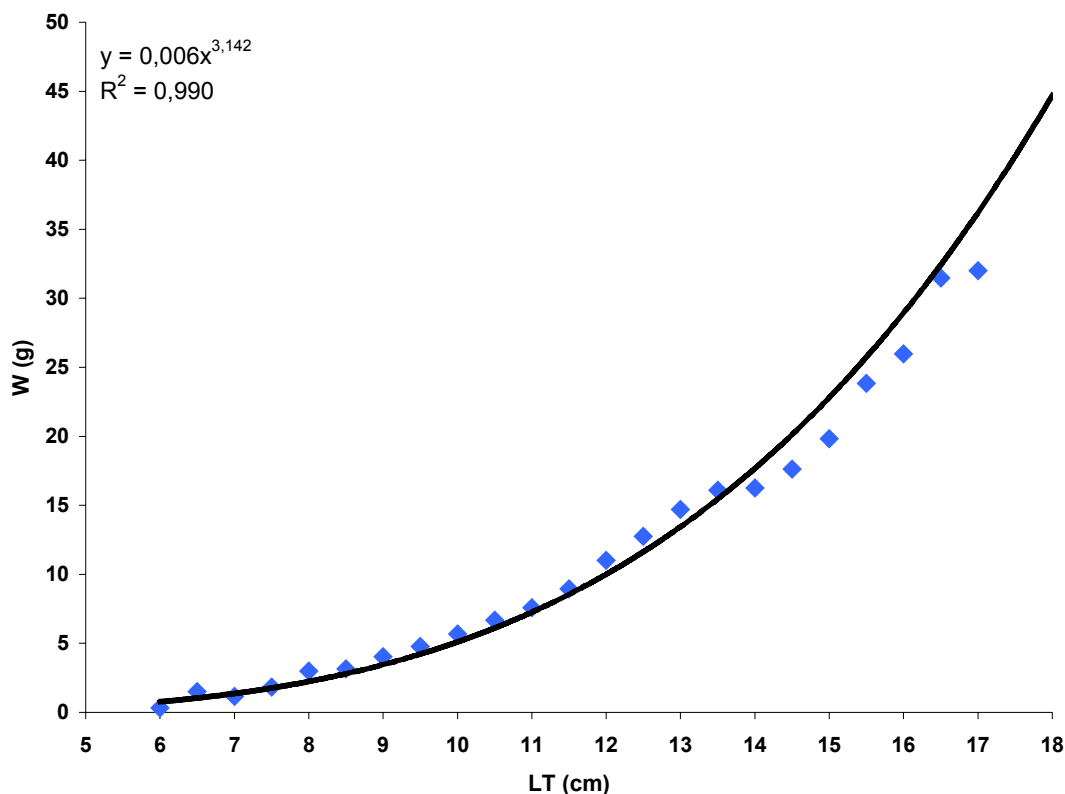
Analiza raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki inćuna upućuje na zaključak o trimodalnoj raspodjeli (Slika 95). Prve, manje uočljive modalne vrijednosti su na 10,0 cm (4,46%) i 12,5 cm (8,33%), a treća vrlo izražena na 14,5 cm (12,19%).



Slika 95. Dužinska i masena struktura populacije inčuna na cjelokupnom istraživanom području (kolovoz-rujan, 2005).

Masa je analiziranih jedinki inčuna ( $> 6$  cm) bila u rasponu od 0,3 g do 32,0 g sa srednjom vrijednošću od 11,98 g. Među njima, inčuni najmanje mase su ulovljeni u akvatoriju o. Žirja (EM-18) i u otvorenom moru srednjeg i južnog djela (EM-30 i EM-33), a oni najveće mase su bili ulovljeni s jugozapadne strane o. Mljeta (EM-33).

Dužinsko-maseni odnos (Slika 96) analiziranih jedinki inčuna ukazuje na pozitivan alometrijski rast jer je koeficijent regresije  $b = 3,142$  ( $R^2 = 0,990$ ). U tablici 35 su uspoređeni parametri ovog odnosa tijekom trogodišnjeg eho-monitoringa (2002-2005).



Slika 96. Dužinsko-maseni odnos inćuna s cjelokupnog istraživanog područja (kolovoz-rujan, 2005).

Tablica 35. Parametri dužinsko-masenog odnosa inćuna s cjelokupnog istraživanog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2005. godine.

| Godina | LT (cm)   | LT <sub>avg.</sub> | W (g)    | W <sub>avg.</sub> | a      | b     | R <sup>2</sup> |
|--------|-----------|--------------------|----------|-------------------|--------|-------|----------------|
| 2002   | 4,0 -17,0 | 12,69              | 0,3-40,0 | 12,40             | 0,0063 | 2,994 | 0,958          |
| 2003   | 6,5 -16,5 | 9,28               | 1,3-25,0 | 8,74              | 0,0025 | 3,341 | 0,986          |
| 2004   | 6,5 -18,0 | 12,65              | 1,5-42,0 | 14,03             | 0,0030 | 3,280 | 0,998          |
| 2005   | 6,0 -17,5 | 13,10              | 0,3-32,0 | 11,98             | 0,0055 | 3,142 | 0,990          |

Usporedbom je dobivenih vrijednosti koeficijenta regresije tijekom dosadašnjih istraživanja utvrđen pozitivan alometrijski rast inćuna u posljednje tri godine istraživanja za razliku od gotovo izometrijskog rasta tijekom prve godine eho-monitoringa što se može pripisati uzorkovanju u hladnijem razdoblju godine (studenj) kada dolazi do određenog zaostajanja u rastu uslijed sporijeg metabolizma uzrokovanog sniženim temperaturama mora. Ipak, od istraživanja 2003. godine do zadnjeg ovogodišnjeg istraživanja stalno je bilježen pad vrijednosti koeficijenta *b*. Koeficijent kondicije inćuna kolebao je s obzirom na dužinsku

strukturu jedinki (Tablica 36). Tako su najniže vrijednosti ovog koeficijenta od 0,15 utvrđene za jedinke iz dužinskog razreda 6,0 cm, dok je 13 jedinki incuna iz razreda 16,5 cm imala i najbolju kondiciju ( $K = 0,70$ ).

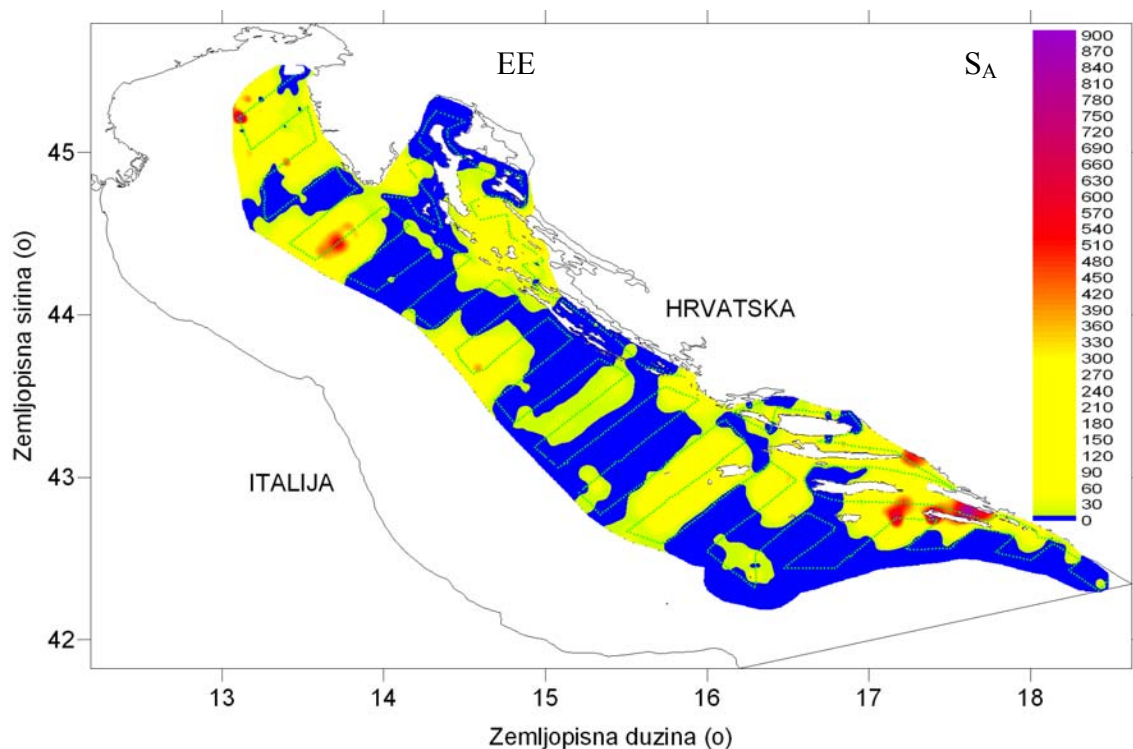
Tablica 36. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije (K) incuna po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživanog područja.

| Razred | N   | $W_{avg.}$ (g) | K    |
|--------|-----|----------------|------|
| 6,0    | 3   | 0,33           | 0,15 |
| 6,5    | 2   | 1,50           | 0,55 |
| 7,0    | 3   | 1,17           | 0,34 |
| 7,5    | 6   | 1,83           | 0,43 |
| 8,0    | 1   | 3,00           | 0,59 |
| 8,5    | 10  | 3,15           | 0,51 |
| 9,0    | 24  | 4,04           | 0,55 |
| 9,5    | 58  | 4,78           | 0,56 |
| 10,0   | 119 | 5,68           | 0,57 |
| 10,5   | 113 | 6,69           | 0,58 |
| 11,0   | 92  | 7,58           | 0,57 |
| 11,5   | 109 | 8,95           | 0,59 |
| 12,0   | 177 | 11,02          | 0,64 |
| 12,5   | 222 | 12,76          | 0,65 |
| 13,0   | 147 | 14,71          | 0,67 |
| 13,5   | 121 | 16,09          | 0,65 |
| 14,0   | 221 | 16,25          | 0,59 |
| 14,5   | 325 | 17,62          | 0,58 |
| 15,0   | 295 | 19,82          | 0,59 |
| 15,5   | 126 | 23,83          | 0,64 |
| 16,0   | 34  | 25,97          | 0,63 |
| 16,5   | 13  | 31,46          | 0,70 |
| 17,0   | 2   | 32,00          | 0,65 |

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti incuna u istočnom dijelu Jadranskog mora krajem kolovoza i početkom rujna 2005. pokazuju da je populacije incuna bila ravnomjernije prostorno raspoređena na području istočnog dijela Jadrana nego populacija srdele. Prostorna rasprostranjenost incuna ( $LT \geq 6,0$  cm) prikazana je na slici 97.

Veća gustoća populacije incuna je registrirana na području sjevernog dijela otvorenog mora i to ponajviše zapadno i južno od obale poluotoka Istre, uz granicu našeg teritorijalnog mora, te do granice zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa. Kao i kod srdele, ovakva prostorna rasprostranjenost navodi na zaključak da se jedan dio populacije incuna tijekom ovog istraživanja, nalazio i u zapadnom dijelu Jadranskoga mora, tj. izvan područja

istraživanja. Izrazito velika gustoća naselja incuna zabilježena je i na južnom dijelu unutarnjeg mora, poglavito u Lastovskom kanalu, Mljetskom kanalu i s jugozapadne strane o. Mljeta.



Slika 97. Prostorna rasprostranjenost incuna ( $LT \geq 6,0$  cm) s obzirom na vrijednosti eho-integrala ( $S_A$ ) u istočnom dijelu Jadranskog mora (kolovoz-rujan, 2005.).

Ukupne su procjene obimnosti naselja incuna ( $LT \geq 6,0$  cm) detektiranih krajem kolovoza i početkom rujna 2005., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

|                               | Najmanja<br>vrijednost (t) | Srednja<br>vrijednost (t) | Najveća<br>vrijednost (t) |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Unutarnje more – sjeverni dio | 10.034                     | 13.937                    | 17.839                    |
| Unutarnje more – južni dio    | 26.640                     | 29.597                    | 34.555                    |
| Otvoreno more – sjeverni dio  | 37.967                     | 48.724                    | 59.482                    |
| Otvoreno more – srednji dio   | 27.766                     | 34.954                    | 42.142                    |
| Otvoreno more – južni dio     | 1.555                      | 5.128                     | 8.700                     |
| <b>UKUPNO:</b>                | <b>103.962</b>             | <b>132.340</b>            | <b>162.718</b>            |



### 6.3.3. Papalina

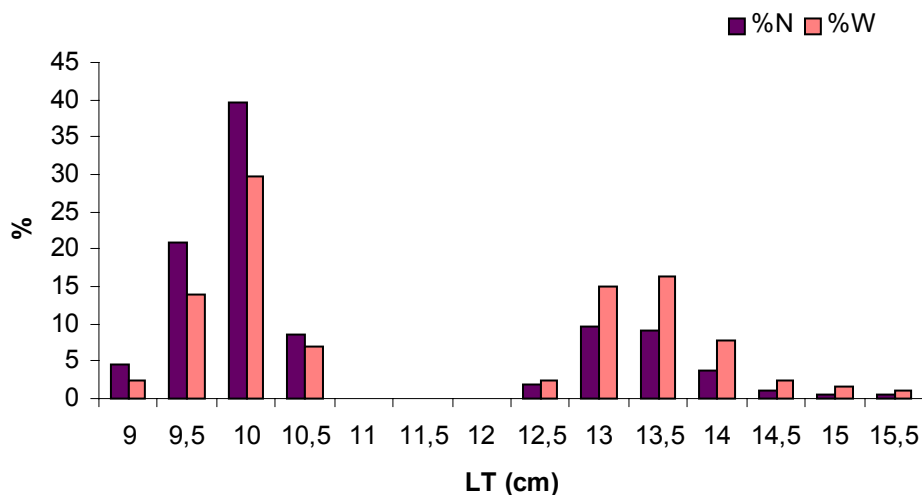
Tijekom eho-monitoringa tijekom kolovoza-rujna 2005. godine papalina, *Spratus spratus* je ulovljena pelagičkom koćom u većim količinama (38,4 kg) na sjevernom djelu otvorenog mora (EM-8). Od toga je analizirano 450 jedinki ukupne mase 4189 g. (Slika 98), a tek nekoliko jedinki je ulovljeno na području Kvarnera. Ukupne dužine tijela papaline su bile u rasponu od 9,0 do 15,5 cm sa srednjom vrijednošću od 10,89 cm.



Slika 98. Papalina ulovljena pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, kolovoz-rujan 2005).

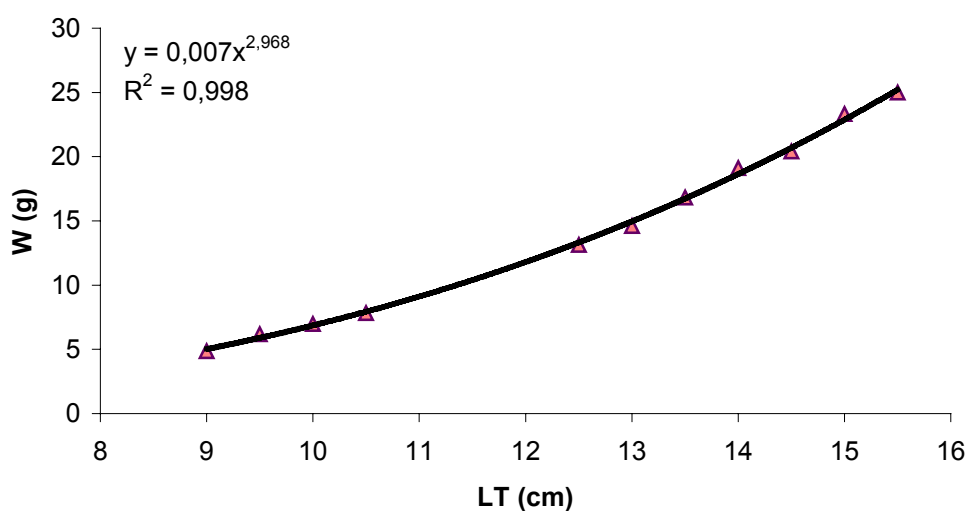
Analiza raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki papaline upućuje na zaključak o bimodalnoj raspodjeli (Slika 99, Tablica 37). Pikovi tih uočljivih modalnih vrijednosti su na 10,0 cm (39,56%) i 13,0 cm (9,56%), te upućuju na zaključak o prisustvu više različitih starosnih skupina koje zajedno obitavaju na istom području.





Slika 99. Dužinska i masena struktura populacije papaline na području sjevernog dijela otvorenog mora (kolovoz-rujan, 2005).

Masa je analiziranih jedinki papaline bila od 4,9 g do 25,0 g sa srednjom vrijednošću od 9,31 g. Dužinsko-maseni odnos (Slika 100) analiziranih jedinki papaline ukazuje na blago negativan alometrijski rast jer je koeficijent regresije  $b = 2,968$  ( $R^2 = 0,998$ ). Vrijednosti indeksa kondicije, kao direktne posljedice dužinsko-masenog odnosa su bile od 0,66 za jedinke iz dužinskog razreda 13,0 cm, dok je 94 jedinki papaline iz razreda 9,5 cm imalo i najbolju kondiciju ( $K = 0,72$ ).

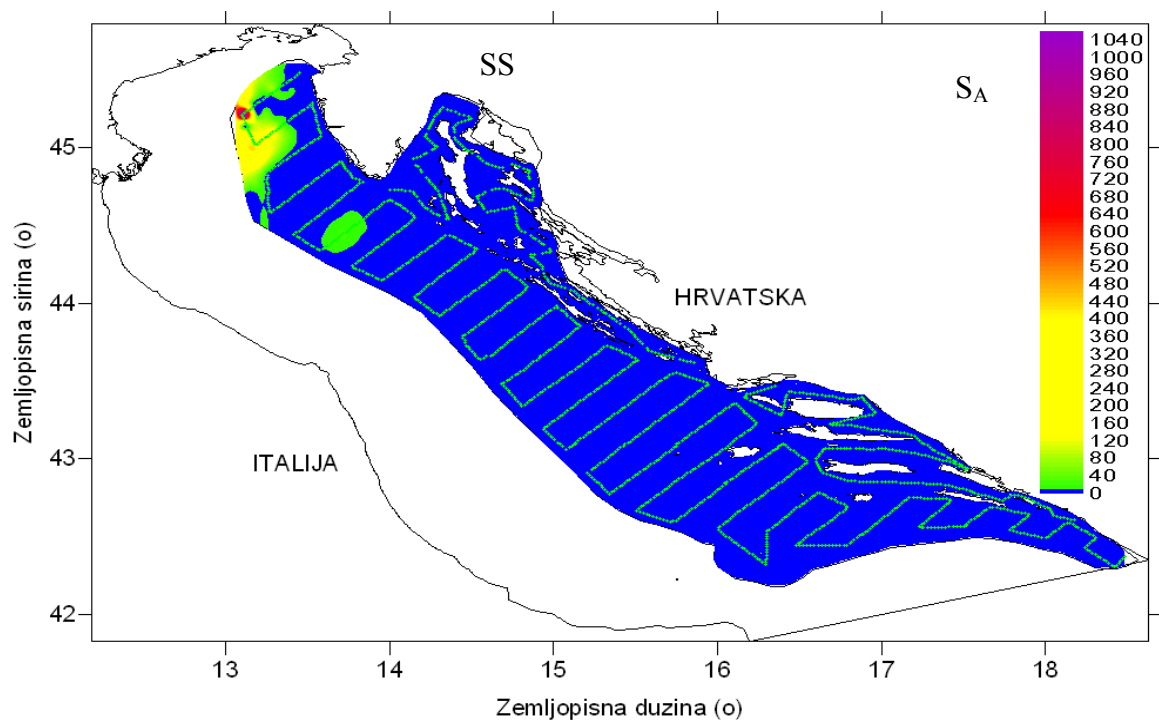


Slika 100. Dužinsko-maseni odnos papaline s područja sjevernog dijela otvorenog mora (kolovoz-rujan, 2005).

Tablica 37. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije papaline po dužinskim razredima s područja sjevernog dijela otvorenog mora.

| Razred | N   | W <sub>avg.</sub> (g) | K    |
|--------|-----|-----------------------|------|
| 9,0    | 21  | 4,86                  | 0,67 |
| 9,5    | 94  | 6,17                  | 0,72 |
| 10,0   | 178 | 6,97                  | 0,70 |
| 10,5   | 38  | 7,82                  | 0,68 |
| 11,0   | 0   | -                     | -    |
| 11,5   | 0   | -                     | -    |
| 12,0   | 0   | -                     | -    |
| 12,5   | 8   | 13,13                 | 0,67 |
| 13,0   | 43  | 14,60                 | 0,66 |
| 13,5   | 41  | 16,83                 | 0,68 |
| 14,0   | 17  | 19,12                 | 0,70 |
| 14,5   | 5   | 20,40                 | 0,67 |
| 15,0   | 3   | 23,23                 | 0,69 |
| 15,5   | 2   | 25,00                 | 0,67 |

Iz prostorne raspodjele populacije papaline na istraživanom području (Slika 101) očito je prisustvo papaline uz samu vanjsku granicu zaštićene ekološko-ribolovne zone. Ovakvi rezultati, kao i u slučaju srdele i inćuna, upućuju na zaključak o postojanje još jednog dijela njene populacije i izvan našeg područja istraživanja.



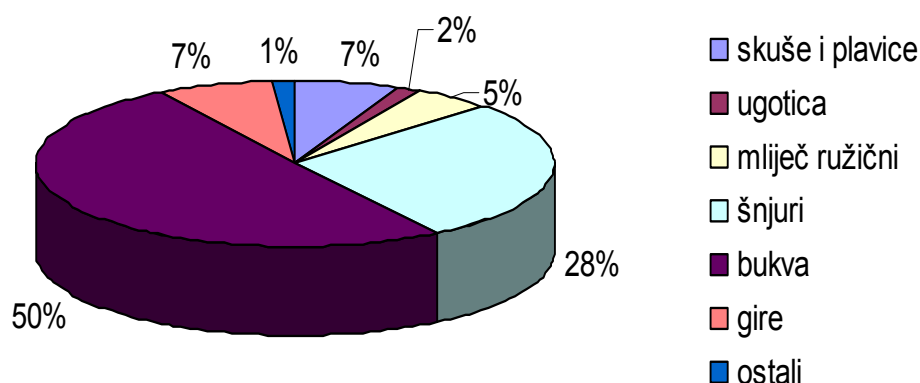
Slika 101. Prostorna rasprostranjenost papaline s obzirom na vrijednosti eho-integrala ( $S_A$ ) u istočnom dijelu Jadranskog mora krajem kolovoza, 2005.

Procjene ukupne obimnosti naselja papaline detektirane krajem kolovoza 2005., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora su bile:

|                               | Najmanja<br>vrijednost (t) | Srednja<br>vrijednost (t) | Najveća<br>vrijednost (t) |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Unutarnje more – sjeverni dio | 31                         | 71                        | 112                       |
| Unutarnje more – južni dio    | 0                          | 0                         | 0                         |
| Otvoreno more – sjeverni dio  | 6.946                      | 16.142                    | 25.338                    |
| Otvoreno more – srednji dio   | 0                          | 0                         | 0                         |
| Otvoreno more – južni dio     | 0                          | 0                         | 0                         |
| <b>UKUPNO:</b>                | <b>6.977</b>               | <b>16.213</b>             | <b>25.450</b>             |

#### 6.3.4. Ostale pelagičke vrste

Od ostalih su pelagičkih vrsta u eksperimentalnim lovinama pelagičke koće utvrđeno njih 15 i to: srebrnjak (*Argentina sphyraena*), trup (*Auxis rochei*), mliječ ružični (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), iglica (*Belone belone*), skušac pratibrod (*Naucrates ductor*), lokarda (*Scomber japonicus*), skuša (*Scomber scomber*), plavice (*Scomber spp.*), šilo dračavo (*Syngnathus phlegon*), gira oštrulja (*Spicara flexuosa*), gira (*Spicara smaris*), srdela golema (*Sardinella aurita*), šnjur (*Trachurus trachurus*), šnjur (*Trachurus mediterraneus*), te ugotica (*Trisopterus minutus*). Kvalitativno-kvantitativni sastav ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku prikupljenom pelagičkom koćom je prikazan na Slici 102.



Slika 102. Zastupljenost pojedinih vrsta iz skupine ostalih pelagičkih riba s obzirom na njihovu brojnost u lovinama pelagičkom koćom (kolovoz-rujan, 2005).

Bukva, *Boops boops* je dominirala brojčano (421; 50,72%) dok se šnjur, *Trachurus mediterraneus* nalazi na drugom mjestu po brojčanoj zastupljenosti (204; 24,58%), ali je

dominirao maseno (6753,5 g; 19,23%) u skupini ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku. Bukva je ulovljena na 6 postaja i to na otvorenom djelu sjevernog Jadrana, Zlarinskom kanalu, otvorenom moru srednjeg djela, Koločepskom, Korčulanskom i Neretvanskom kanalu. Najobimniji je ulov bukve zabilježen u Koločepskom kanalu gdje je ulovljeno ukupno 223 male jedinke ukupne mase 979,5 g. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki bukve bila 12,18 cm.

Šnjur (*Trachurus mediterraneus* i *T. trachurus*) je zabilježen u 11 lovina, što je ujedno i bio najveći broj postaja na kojem je neka vrsta zabilježena, i to na području Virskog mora, Kvarnera, otvorenog mora sjevernog dijela, Zlarinskog kanala, otvorenog mora srednjeg i južnog djela Jadrana te u Koločepskom, Mljetskom i Korčulanskom kanalu. Najobimniji je bio ulov šnjura (Slika 103) na području otvorenog mora sjevernog djela s ukupno 64 jedinke mase 1.514,0 g. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki šnjura bila 14,73 cm.



Slika 103. Šnjur (*Trachurus trachurus*) često prisutan u uzorcima prikupljenim pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa. (Foto: V. Tičina, rujan 2005).

Nakon šnjura obimnije su brojčano i maseno bili zastupljene gire (7,11% N; 4,84% W) i lokarda (4,94% N; 12,52% W). Od gira, dominirala je gira oblica (*Spicara smaris*) dok je gira oštrulja (*S. flexuosa*) u uzorcima bila manje zastupljena. Gire su ulovljene samo u južnom dijelu unutarnjeg mora, tj. u Koločepskom i Neretvanskom kanalu. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki gire bila 13,40 cm. S druge strane, lokarda je ulovljena na čak 8 postaja i to u Virskom moru, otvorenom moru sjevernog i južnog djela Jadrana te u Korčulanskom i Bračkom kanalu. Skuše su u uzorcima bile puno manje zastupljene od lokardi. U uzorcima su zabilježene samo na sjevernom dijelu otvorenog mora. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki lokarde bila 14,81 cm, a skuše 19,25 cm.

Nešto zastupljenije vrste u uzorcima bile su još mliječ ružični (*Aphia minuta*) s 38 jedinki na 6 postaja, i ugotica (*Trisopterus minutus*) s 13 jedinki na 4 postaje. Ovdje međutim treba pojasniti da brojčana zastupljenost vrste mliječ ružični (Slika 104) u uzorcima ne odražava pravo stanje, jer se zbog svoje male veličine tek rijetke jedinke zadržavaju u mreži dok ih većina prolazi kroz oka mreže. Ovdje se još treba spomenuti i (prema akustičkim

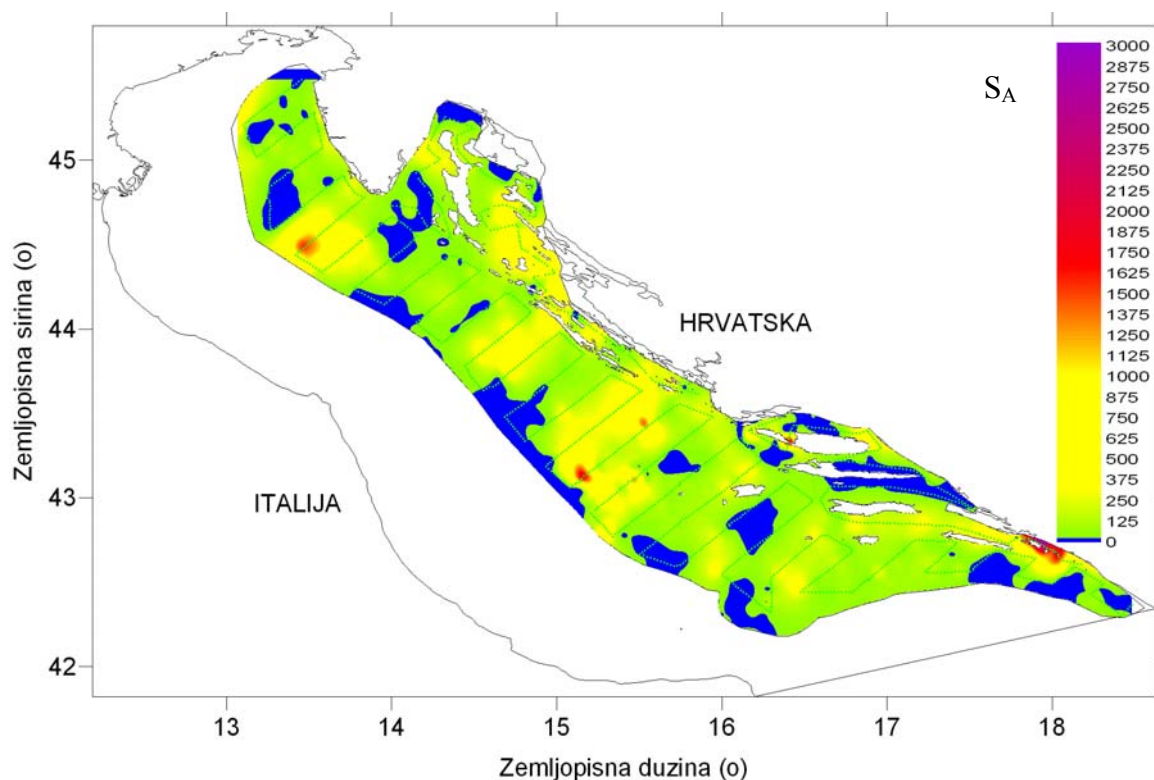
uzorcima mjestimično vrlo brojnu) mezopelagičnu vrstu trbobrošić (*Maurolicus muelleri*) čije su jedinke prosječne dužine od 3,0 cm ulovljene u otvorenom moru srednjeg djela Jadrana na rubu južnojadranske kotline.

Ostalih je devet vrsta uglavnom nađeno s 1-2 jedinke na samo jednoj ili eventualno dvije postaje. dok je jedan skušac pratibrod dužine 20,5 cm ulovljen u otvorenom moru srednjeg djela, a srebrnjak od 12,5 cm u Korčulanskom kanalu.



Slika 104. Mliječ ružični (*Aphia minuta*) (Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).

Prostorna je rasprostranjenost gustoće naselja svih ostalih pelagičkih vrsta zajedno, s obzirom na pripadajuće vrijednosti eho-integrala prikupljenih hidroakustičkim uzorkovanjem, prikazana na Slici 105.



Slika 105. Prostorna rasprostranjenost ostalih pelagičkih vrsta riba s obzirom na vrijednosti eho-integrala ( $S_A$ ) u istraživanom području tijekom razdoblja kolovoz-rujan, 2005.

Budući da bi procjene obimnosti ukupne količine svih ostalih pelagičkih vrsta riba zajedno detektiranih tijekom kolovoza i rujna 2005. bile vrlo nesigurne, zbog velike heterogenosti i vrlo različitih akustičkih svojstava pripadnika ove skupine riba, ovdje se ne iznose. Za pouzdaniju procjenu količine nekih pojedinih vrsta iz ove skupine riba, potrebna su daljnja istraživanja njihovih akustičkih svojstava (snage cilja), kao i poboljšanja ribolovnog sustava za njihovo točnije i neselektivno uzorkovanje.

#### 6.3.5. Ostale vrste

##### a) pridnene vrste riba

Analizom je ukupnog uzorka prikupljenog pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u razdoblju kolovoz-rujan, 2005. godine utvrđeno 20 pridnenih vrsta riba. Ukupno je ulovljena 161 jedinka te skupine s ukupnom masom od 22.991 g. Inače, četiri brojčano najzastupljenije vrste su bile sljedeće: pišmolj, *Gadus merlangus* (56 jedinki) (Slika 106), trlja blatarica, *Mullus barbatus* (33), vučić, *Serranus hepatus* (23) i kokotić oštruljić, *Lepidotrigla cavillone* (14).



Slika 106. Pišmolj (*Gadus merlangus*) ulovljen u pelagijalu sjevernog dijela otvorenog mora  
(Foto: V. Tičina, kolovoz, 2005).

Najveći su doprinos ukupnoj masi dale dvije jedinke goluba, *Myliobatis aquila* (53,00%) ulovljene u otvorenom moru sjevernog djela Jadrana (EM-8 i EM-9), slijede dvije



jedinke žutuge ljubičaste, *Dasyatis violacea* (18,49%) ulovljene u otvorenom moru srednjeg djela i južnom dijelu unutarnjeg mora (Slika 107), te dvije jedinke zmijačnjaka repaša, *Lepidopus caudatus* (14,88%) ulovljene u Bračkom kanalu (Slika 108).



Slika 107. Žutuga ljubičasta (*Dasyatis violacea*) ulovljena tijekom noći u pelagijalu Hvarskog kanala (Foto: V. Tičina, rujan 2005).



Slika 108. Zmijačnjak repaš (*Lepidopus caudatus*) ulovljen u Bračkom kanalu (Foto: V. Tičina, rujan 2005).

#### b) glavonošci

U lovinama je pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u razdoblju kolovoz-rujan 2005. godine utvrđeno i 7 vrsta glavonožaca. Ukupno je ulovljeno 233 jedinke ukupne mase 4.070,0 g. U uzorku je brojčano (137) i maseno (84,12%) prevladavala lignja, *Loligo vulgaris* (Slika 109) koja je zabilježena i na najvećem broju postaja (12). Najveći je ulov lignje zabilježen u Korčulanskom kanalu i to ukupno 74 jedinke mase 1.274,0 g. Trend su slijedili lignjica, *Allotheutis media* (52), s najviše 33 jedinki ulovljenih u Splitskom kanalu (EM-42),



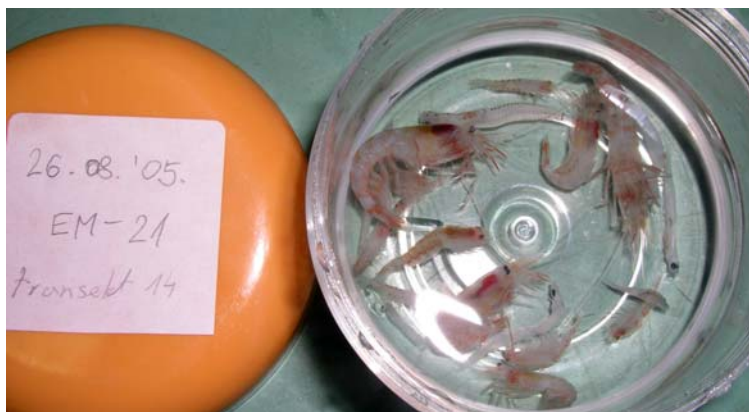
sipice, *Sepiola* spp. (22) te lignjun, *Illex coidetii* (16) nađen na 7 postaja. Preostale su tri utvrđene vrste, *Sepia officinalis*, *Eledone moschata* i *Argonauta argo* neznatno doprinosili brojčano i maseno ukupnom ulovu glavonožaca.



Slika 109. Lignjuni i lignje iz uzoraka prikupljenih pelagijskom koćom (Foto: D. Bogner, kolovoz 2005).

#### c) rakovi

Tijekom je ovog istraživanja tijekom noći su u pelagijalu često bile zastupljene različite vrste malih račića (Slika 110).



Slika 110. Različite vrste račića prisutnih noću u pelagijalu otvorenog mora (Foto: V. Tičina, kolovoz 2005).

#### d) meduze

Tijekom ovogodišnjeg eho-monitoringa, vrlo rijetko je zabilježeno prisustvo meduza i to u vrlo malom broju. Na području su otvorenog mora sjevernog djela Jadrana (EM-14) zabilježene tri jedinke vrste *Pelagia noctiluca*.

#### 6.3.6. Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta

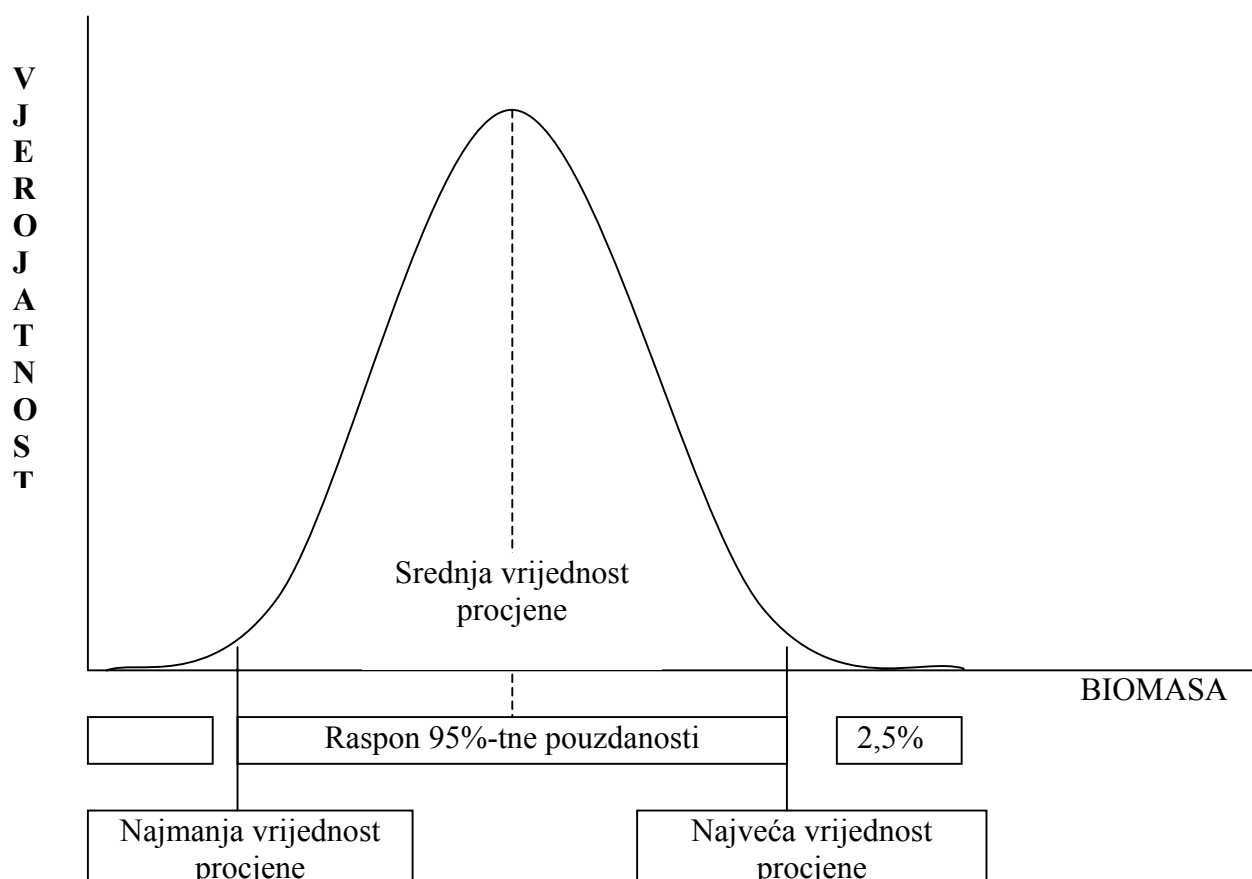
Za pravilno tumačenje procjena koje se daju u ovom Izviješću, u prvom redu treba shvatiti da je biomasa ciljanih vrsta sitne plave ribe (srdele, inćuna i papaline), u području našeg istraživanja, dinamična veličina koja je podložna promjenama u vremenu. Ove promjene (poglavito raspodjela biomase po pojedinim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

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

U ovom Izviješću dobivene prostorne raspodjele sitne plave ribe odnose se na stvarno stanje na istraživanom području u trenutku istraživanja (kraj kolovoza – početak rujna 2005), a procjene biomase iznose se u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti kao što je shematski prikazano na slici 111. Kao što se vidi sa slike, uvijek postoji mala vjerojatnost da je stanje biomase u moru veće ili pak manje od ovdje iznesenih procjena, ali se ta vjerojatnost ne smatra statistički značajnom.

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

mogu u vrlo kratkom periodu dovesti do velikih promjena u biomasi na pojedinim područjima. Čini se to je to ove godine upravo bio slučaj sa srdelom, čija je procijenjena biomasa u istočnom dijelu Jadranskoga mora bila bitno manja nego prethodnih godina kada se s echo-monitoring obavljao nešto kasnije nego ove godine. Ovu pretpostavku promjenama biomase uvjetovanim migracijama srdele potvrđuju i ovogodišnji rezultati analize njene prostorne rasprostranjenosti, a u skladu je i s njenim genetičkim migracijama iz hranom bogatijih područja (zapadni dio Jadrana) prema dubljim područjima (istočni dio Jadrana) na kojima se mrijesti. Zbog toga bi, ako se ne uzimaju u obzir i istovremene procjene stanja incuna, papaline i srdele sa zapadnog dijela Jadrana, vjerojatno bilo pogrešno tumačiti ove promjene isključivo kao promjene stanja raspoloživih biozaliha u Jadranskome moru.



Slika 111. Shematski prikaz tumačenja dobivenih procjena biomase.

### 6.3.7. 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 usmrtiti ribolovnim alatima, bez obzira na to da li je ulovljena namjenski ili pak slučajno pa potom mrtva vraćena natrag u more. Nadalje, jedna od temeljnih pretpostavki pri tom je da se izlovljavaju spolno zrele jedinke koje su barem jednom sudjelovale razmnožavanju, tj. u obnovi populacije.

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

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

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

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

Zbog toga se uz jednake vrijednosti procijenjene biomase, korištenjem različitih modela procjene prirodne smrtnosti mogu dobiti vrlo različite procjene MSY-a. Da bi se bolje ilustriralo navedeno, ovdje su kao primjer za srdelu (isto je moguće i za ostale vrste) iznesene tri različite procjene MSY dobivene korištenjem različitih metoda procjena prirodne smrtnosti (Tablica 38). Za inćuna je korištena ista vrijednost koju su koristili Cingolani i suradnici (2003a) kod VPA metode, a za papalinu je korištena procjena prirodne smrtnosti

(prema Pauly-evoj jednadžbi) koju iznosi Tičina (2000), umanjena za 20% kao što se savjetuje za ribe koje žive u plovama (Spare i Venema, 1992).

Tablica 38. Primjeri procjena najvećeg održivog izlova (MSY) na temelju procijenjene biomase ( $B_{avg.}$ ) uz korištenje različitih procjena prirodne smrtnosti (M).

|          |     | $B_{avg.}(t)$ | MSY(t) | % $B_{avg.}$ | M    | Procjena prema:                                                              |
|----------|-----|---------------|--------|--------------|------|------------------------------------------------------------------------------|
| Srdela   | (1) | 107.902       | 13.488 | 12,50%       | 0,50 | Taylor (iz: Sinovčić, 1984; 1986); korišteno za VPA (Cingolani i sur. 2003b) |
| Srdela   | (2) | 107.902       | 18.883 | 17,50%       | 0,70 | Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)                                       |
| Srdela   | (3) | 107.902       | 37.766 | 35,00%       | 1,40 | Rikhteru i Efanov (iz: Spare i Venema, 1992)                                 |
| Inćun    | (1) | 132.340       | 21.505 | 16,25%       | 0,65 | Cingolani i sur., 2003a; korišteno za VPA                                    |
| Papalina | (1) | 16.213        | 4.418  | 27,27%       | 1,09 | Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)                                       |

U svakom slučaju, za potrebe gospodarenja bilo bi poželjno kada bi znanstvenici na regionalnoj razini ustvrdili prednosti i nedostatke pojedinih metoda procjene prirodne smrtnosti, te savjetovali korištenje neke od njih za potrebe dugoročno održivog gospodarenja ovim biozaliham.

Važno je napomenuti da su primjeru navedenom u tablici 32, pri računanju MSY korištene nepotpune procjene biomase ovih vrsta u Jadranskom moru. Stvarne vrijednosti najvećeg održivog izlova (MSY) inćuna, srdele i papaline u Jadranskom moru nedvojbeno su veće, ali je za njihovo izračunavanje potrebno imati na raspolaganju potpune procjene biozaliha ovih vrsta koje istovremeno uključuju i zapadni dio Jadranskoga mora.

## 7. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Termohaline osobine tijekom razdoblja kolovoz/rujan 2005 pokazuju stratificiranost 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 slađe sjevernojadranske vode. Ovo je inače uobičajena slika razdiobe termohalinih osobina. Može se samo istaći prodiranje vode većeg saliniteta u intermedijalnom sloju, te nešto zagrijaniji površinski sloj. U području otvorenih voda sjevernog Jadrana u površinskom se sloju uočava prodiranje hladnije vode iz Kvarnera i Kvarnerića.

Rezultati istraživanja prostorne raspodjele kisika ukazuju da je u području unutarnjeg mora gornji dio vodenog stupca bio umjereno prezasićen kisikom (do 114 %), a u donjem dijelu vodenog stupca ustanovljen je blagi nedostatak kisika ( $O_2$  min = 81 %). U području otvorenog mora, gornji dio vodenog stupca (do 50 m) je bio nešto bogatiji kisikom (do 154 %). Zasićenje u pridnenom sloju otvorenog mora bilo je dosta dobro, a izraženiji nedostatak kisika nije ustanovljen ni na postajama s većim dubinama.

Rezultati ispitivanja sastava fitoplanktonskih zajednica na području Jadrana potvrđuju ranija istraživanja odnosno pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomi kao i po satavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveći stupanj trofije zabilježen je u sjevernom Jadranu dok srednji i južni Jadran karakterizira niži stupanj trofije. Na čitavom istraživanom području najveće vrijednosti zabilježene su u pridnenom sloju što je uobičajeno za vrijeme stratifikacije u ljetnom razdoblju. Veće koncentracije klorofila *a* u površinskom sloju ukazuju na dotok hranjivih soli s kopna kao što je to slučaj u Riječkom zaljevu.

S obzirom na mikrozooplankton, utvrđeno je kvalitativno siromaštvo tintinina s iznimno niskim vrijednostima gustoće jedinki, osim u Kvarneriću i Riječkom zaljevu, gdje je dominirala ljetna vrsta otvorenog mora *Dictyocysta elegans*, karakteristična za područje Kvarnerića i Kvarnera. Ova vrsta je vjerojatno važna u ishrani mladi inćuna. Kao i obično od svih skupina zooplanktona dominirali su kopepodni rakovi i njihovi razvojni stadiji, naupliji i kopepoditi. Izraženi horizontalni trofički gradijent glavnine skupine mikrometazoa ukazuje na smanjenje brojnosti mikrometazoa od najsjevernijeg dijela otvorenog mora do Jabučke kotline, a izrazito niske vrijednosti gustoće su na postajama u rubnom sjeverozapadnom dijelu južnojadranske kotline, te u akvatoriju između o. Korčule i o. Mljeta. Zbog relativno visokih

vrijednosti gustoće nauplija, kopepodita i odraslih kopepoda iz redova Calanoida, Cyclopoida u sjevernom dijelu unutarnjeg mora, te sjevernom i srednjem dijelu otvorenog mora, kao i iznimno visokim vrijednostima onceidnih kopepoda u sjevernom dijelu otvorenog mora, možemo zaključiti da su bili povoljni uvjeti za ishranu nedoraslih jedinki sitne plave ribe.

Kod mezozooplanktona isto se uočava pad gustoće naselja od sjevernog prema južnom dijelu istraživanog područja. Područje unutarnjeg mora, kao i sjevernog dijela otvorenog mora karakterizira velika gustoća populacije mezozooplanktona. Naročito su brojni kopepodi i kladocere, s dominantnom vrstom *Penilia avirostris*. Jaja riba su bila najbrojnija u sjevernom dijelu otvorenog mora te na području Jabučke kotline gdje je zabilježena maksimalna vrijednost (15 ind./m<sup>3</sup>). U južnom dijelu otvorenog mora jaja nisu zabilježena. Jaja incuna *Engraulis encrasicolus* L. nađena su na većem broju postaja, ali nešto značajnijim količinama samo u akvatoriju zapadne obale Istre, isto kao i ličinke riba.

Glede ishrane ciljanih vrsta riba, kopepodni rakovi dominantan su plijen za ispitivane ciljane vrste riba. U želučanom sadržaju prevladavaju uobičajene jesenske vrste kalanoida, te mali poecilostomatoidi čija je prisutnost u planktonu stalna tijekom čitave godine. Ličinački stadiji dekapodnih rakova i školjkaša na drugom su mjestu po zastupljenosti u ishrani. Međutim, unatoč njihovoj velikoj zastupljenosti u zooplanktonu, kladocere su u probavilima bile slabo zastupljene, naročito kod srdele. I ovogodišnji rezultati ukazuju na zanemarivu ulogu biljne hrane u ishrani srdele i incuna.

Prostorna raspodjela gustoće naselja sitne plave ribe ukazuje na prisustvo većih količina svih ciljanih vrsta neposredno uz granicu našeg zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, tj. uz sam rub područja istraživanja obuhvaćenog ovim monitoringom. Ovakva prostorna raspodjela naglašava jako veliki utjecaj trofičkih i/ili genetičkih migracija (iz ili u područje istraživanja) ciljanih vrsta na njihovu ukupnu količinu prisutnu na području istraživanja za vrijeme izvođenja monitoringa. Ovim se dodatno naglašava potreba za organiziranjem jedinstvenog međunarodnog eho-monitoringa, a s ciljem dobivanja potpunih informacija o cjelokupnom stanju biozaliha srdele, incuna i papaline u Jadranskome moru.

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 (vođe ribolova) koji bi sa sonarima trebali rukovati.



Dužinska struktura prikupljenih uzoraka srdele je bitno drugačija nego što je bila u rujnu 2004. Zamijećena je tri-modalna raspodjela, ali sa skromnim udjelom malih jedinki (starosti  $0^+$ ). Ni akustičkim uzorkovanjem nisu detektirane veće količine ovih malih jedinki srdele. Za razliku od 2004. godine, i kod dužinske strukture prikupljenih uzoraka inćuna (za  $LT \geq 6$  cm) se zamjećuje tri-modalna raspodjela, karakterizirana s razmjerno najvećim udjelom jedinki većih dužina (14-15 cm). Dužinsku strukturu papaline karakterizira bi-modalna raspodjela, s nešto većim udjelom manjih jedinki (starosti  $0^+$ ). Analizama dužinsko-masenog odnosa pozitivan alometrijski rast je utvrđen samo kod inćuna, dok je za srdelu i papalinu utvrđen negativan alometrijski rast.

Ovogodišnje procjene količine ciljanih vrsta sitne plave ribe ukazuju da je tijekom ovogodišnjeg obavljanja eho-monitoringa u istraživanom području bila prisutna znatno manja količina srdele nego prethodne godine, dok su nasuprot zabilježena prisutnost znatno veće količine inćuna i papaline nego u rujnu 2004. godine. Međutim, bez istovremenog poznavanja stanja biozaliha inćuna, papaline i srdele i na području zapadnog dijela Jadranskog mora, teško je reći da li zamijećene promjene biomase pojedinih vrsta odražavaju stvarne promjene njihovih biozaliha u Jadranu, ili su pak rezultat migracija ovih migratornih vrsta. Da bi se dobila potpunija slika cjelokupnog stanja populacija sitne plave ribe u Jadranskom moru, treba preporučiti podržavanje međunarodne znanstvene suradnje, poglavito sa znanstvenicima iz Instituta ISMAR u Anconi koji obavljaju istovjetna istraživanja na području zapadnog dijela Jadranskoga mora.

U ovom Izvješću samo se ponegdje iznose grube procjene količine ostalih pelagičnih vrsta riba, zbog toga što je, uslijed velike heterogenosti i vrlo različitih akustičkih svojstava pripadnika ove skupine riba, pouzdanost ovih procjena puno manja od pouzdanosti procjena ciljanih vrsta (srdele, inćuna i papaline) čija su akustička svojstva dobro poznata. Za pouzdaniju procjenu količine nekih pojedinih vrsta iz ove skupine riba, potrebna su ciljana istraživanja njihovih akustičkih svojstava (snage cilja), kao i poboljšanja ribolovnog sustava za njihovo točnije i neselektivno uzorkovanje. Nažalost, potrebna poboljšanja (ugradnja sonara, veće snage motora, mrežnog vitla,...) tehnički nije moguće ostvariti na sada korištenom i/b «BIOS», pa to ukazuje na potrebu za novim, bolje opremljenim istraživačkim plovilom.

Procjena ukupne količine svih ciljanih vrsta (inćun, srdela, papalina) zajedno prisutne u području istraživanja tijekom eho-monitoringa 2005. (256.455 tona) ne pokazuje značajnu razliku od ukupno procijenjene količine svih ciljanih vrsta tijekom eho-monitoringa 2004.

godine (275.898 tona). Općenito govoreći, ovo predstavlja 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 procjena 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 sagledavanja cjelovitog stanja njihovih biozaliha u Jadranskome moru. To je važno i zbog toga da se izbjegnu možebitne krive interpretacije dobivenih rezultata ovih migratornih vrsta, a do čega bi moglo doći ako bi se u obzir uzimale procjene biozaliha na samo jednom dijelu Jadranskog mora. Isto tako, s obzirom na utjecaj različitih procjena prirodne smrtnosti (M) na procjenu MSY, za potrebe gospodarenja bilo bi poželjno kada bi znanstvenici na regionalnoj razini kritički razmotrili prednosti i nedostatke pojedinih metoda procjene prirodne smrtnosti, te savjetovali korištenje neke od njih za potrebe gospodarenja ovim biozalihami.

U skladu s postojećom Strategijom razvoja ribarstva koja predviđa povećanje ulova sitne plave ribe, trebalo bi povesti računa o nesmetanom obnavljanju njihovih populacija. Stoga se preporučuje zaštita njihovih rastilišta, te učinkovitiji inspekcijski nadzor poštivanja zabrane izlova, a poglavito prodaje primjeraka manjih od minimalno dozvoljenih veličina. Unatoč postojanju razlika u biologiji srdela i papaline, iz praktičnih razloga se preporuča ujednačavanje zakonske regulative koja se odnosi na ove dvije vrste. Nadalje, po uzoru na zaštitu incuna tijekom mriješćenja na zapadnoj obali Jadrana, preporuča se uvođenje lovostaja za srdelu i papalinu u trajanju od 45 dana, u periodu od 1. prosinca do 15 siječnja. Budući da se pretpostavlja postojanje jedinstvenih populacija sitne plave ribe koje iskorištava više država («shared stock»), u budućim dogovorima o ribarenju u Jadranskome moru treba se zalagati za ujednačene kriterije gospodarenja, s posebnim naglaskom na zabrani izlova nedoraslih stadija sitne plave ribe («bianchetto») uz talijansku obalu, a s ciljem što učinkovitijeg novačenja njihovih populacija.

## 8. KORIŠTENJA 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.Tech.Pap., (242): 47 p.
- BULJAN, M., M. ZORE-ARMANDA, 1979. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1965 through 1970. Acta Adriat. , 20 (1-2): 1-368.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003a. Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-12.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003b. Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-11.
- FOOTE, K.G., 1987. Fish target strengths for use in echo-integrator surveys. J. Acou. Soc. Am., 82: 981-987.
- FRIMODT, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- GAMULIN, T., J. HURE, 1983. The spawning and spawning areas of pelagic fishes in the Adriatic Sea. Acta Adriat., 24: 97-131.
- GRAMITTO, M.E., 2001. I pesci marini. In (Ed. Gramitto, M.E.) La gestione della pesca marittima in Italia., 83-147.
- HURE, J., F. KRŠINIĆ, 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. 536 pp.
- JASPRICA, N. 1994. Biomasa Fitoplanktona obalnog i otvorenog mora Južnog Jadrana. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 129 pp.
- KAČIĆ, I., 1981. Pelagic fish in the northern Adriatic -distribution and movements. *FAO Fish Rep.*, 253: 131-136. (in Croatian)
- KATAVIĆ, I., V. TIČINA, V. FRANIČEVIĆ, 2001. A preliminary study of the growth rate of bluefin tuna from Adriatic when reared in the floating cages. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap., 54(2): 472-476.

- KRAJNOVIĆ-OZRETIĆ, M., 1975. Elektroforeske analize hemoglobina papaline (*Sprattus sprattus* L.) iz sjevernog Jadrana. *Ichthyologia*, 7(1): 25-30.
- KRŠINIĆ, F., 1980. Kvalitativna i kvantitativna istraživanja tintinida uz istočnu obalu Jadranskog mora. *Acta Adriatica*. 21:19-104.
- MACLENNAN, D.N., E.J. SIMMONDS, 1995. *Fisheries Acoustics*. Chapman&Hall, London, 325 pp.
- MUŽINIĆ, R., 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. *Acta Adriat.*, 5(10): 237-457.
- PAULY, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J.Cons.Int.Explor. Mer.*, 39(2): 175-192.
- PAULY, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech.Pap.*, 234: 52pp.
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fish Res Board of Canada*, 191: 1-382.
- SIMRAD, EK500 Scientific Echo Sounder, 1996. Instruction manual. P2172E.
- SINOVČIĆ, G., 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. In the central Adriatic. *Acta Adriat.*, 19(2): 1-32.
- SINOVČIĆ, G., 1984. Summary of biological parameters of sardine, *Sardina pilchardus* WALB.), from the Central Adriatic. *FAO Fish. Rep.*, 290: 147-148.
- SINOVČIĆ, G., 1986. Estimation of growth, mortality, production and stock size of sardine, *Sardina pilchardus* (WALB.), from the middle Adriatic. *Acta Adriatica*, 27(1-2): 67-74.
- SINOVČIĆ, G., 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriat.*, 41 (1): 3-53.
- SINOVČIĆ, G., V. ALEGRIA, I. JARDAS, 1991. Biološka osnova pelagijskog i priobalnog ribolova Jugoslavije. *Pom. Zborn.*, 29:383-408.
- SPARE, P., S.C. VENEMA, 1992. Introduction to tropical fish assessment. Part 1, Manual. *FAO Fisheries Technical Papers (Revision 1)* Rome, 306(1): 376 pp.
- STRICKLAND, J.D.H., T.R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin Fisheries Research. Board of Canada*, 167, 310 pp.
- TESKEREDŽIĆ, Z., 1978. The spawning of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Kvarner region of the Adriatic Sea. *Thalassia Jugoslav.*, 14: 232-338.
- TIČINA, V., 2000. Biologija i gospodarski značaj papaline (*Sprattus sprattus phalericus* L.) u Jadranskome moru. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet – Zagreb, p 133.

- TIČINA, V., I. IVANČIĆ, V. EMRIĆ, 2000a. Relation between the hidrographic properties of the northern Adriatic Sea water and sardine (*Sardina pilchardus*) population schools. Period. Biol. Vol.102, Supplement 1: 181-192.
- TIČINA, V., O. VIDJAK, I. KAČIĆ, 2000b. Feeding of adult sprat, *Sprattus sprattus*, during spawning season in the Adriatic Sea. Ital. J. Zool., 67: 307-311.
- TUDELA, S., I. PALOMERA, 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser., 160: 121-134.
- UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 9: 1-38.
- VILIČIĆ, D., VUČAK, Z., SKRIVANIĆ, A., Z. GRŽETIĆ, 1989. Phytoplankton blooms in the oligotrophic open South Adriatic waters. Marine Chemistry, 28:89-107.
- VUČETIĆ, T., 1963. Ishrana odrasle srdele *Sardina pilchardus* Walb. u srednjem Jadranu. Acta Adriat., 10(2):1-47.
- WHITEHEAD, P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1 -Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 303 pp.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON, T.WONGRATANA, 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. (Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2 – 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.
- ZAVATARELLI, M., BARETTA, J.W., BARETTA-BEKKER, J.G., PINARDI, N., 2000. The dynamics of the Adriatic Sea ecosystem. An idealized model study. Deep-Sea Research I, 47: 937-970.
- 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.
- ZORE-ARMANDA, M., BONE, M., DADIĆ, V., MOROVIĆ, M., RATKOVIĆ, D., STOJANOSKI, L., VUKADIN, I., 1991. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1971 through 1983. Acta Adriatica, 31 (1): 5-567.

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.**



# Pojedinačna mjerenja snage odjeka standardnog cilja tijekom kalibracije eho-sondera.

| Data:<br># | Time<br>No. | Distance<br>[m] | TS-c<br>[dB] | TS-u<br>[dB] | Athw.<br>[deg] | Along<br>[deg] | Sa<br>[m2/nm2] # |
|------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| #          |             |                 |              |              |                |                |                  |
| 1          | 11:02:53.74 | 8.41            | -33.07       | -39.24       | -3.43          | -0.91          | 17045            |
| 2          | 11:03:03.74 | 8.41            | -32.85       | -39.73       | -3.63          | -0.98          | 15185            |
| 3          | 11:04:30.74 | 8.42            | -32.88       | -39.31       | -3.56          | -0.59          | 16787            |
| 4          | 11:05:01.74 | 8.42            | -33.14       | -37.66       | -2.92          | -0.85          | 24567            |
| 5          | 11:05:13.74 | 8.44            | -33.29       | -37.11       | -2.66          | -0.85          | 28016            |
| 6          | 11:05:17.73 | 8.44            | -33.40       | -36.29       | -2.28          | -0.85          | 33987            |
| 7          | 11:05:22.74 | 8.44            | -33.47       | -35.41       | -1.83          | -0.78          | 41762            |
| 8          | 11:05:29.74 | 8.52            | -33.37       | -34.74       | -1.44          | -0.85          | 45126            |
| 9          | 11:05:31.74 | 8.53            | -33.41       | -34.35       | -1.25          | -0.59          | 49287            |
| 10         | 11:05:33.74 | 8.53            | -33.43       | -34.35       | -0.99          | -0.98          | 49223            |
| 11         | 11:05:35.74 | 8.53            | -33.50       | -33.98       | -0.80          | -0.59          | 53249            |
| 12         | 11:05:38.73 | 8.54            | -33.60       | -33.91       | -0.16          | -0.85          | 54051            |
| 13         | 11:05:39.73 | 8.54            | -33.61       | -33.85       | -0.22          | -0.72          | 54580            |
| 14         | 11:05:47.74 | 8.56            | -33.60       | -33.87       | 0.36           | -0.72          | 54466            |
| 15         | 11:05:52.73 | 8.56            | -33.57       | -33.96       | 0.74           | -0.59          | 53051            |
| 16         | 11:05:53.73 | 8.56            | -33.52       | -34.17       | 0.87           | -0.85          | 50576            |
| 17         | 11:05:55.74 | 8.57            | -33.57       | -34.30       | 1.06           | -0.72          | 48993            |
| 18         | 11:06:02.74 | 8.58            | -33.36       | -34.98       | 1.70           | -0.78          | 41882            |
| 19         | 11:06:03.74 | 8.59            | -33.32       | -35.28       | 1.90           | -0.78          | 38987            |
| 20         | 11:06:09.74 | 8.61            | -33.40       | -36.65       | 2.47           | -0.91          | 28803            |
| 21         | 11:06:13.73 | 8.62            | -33.28       | -37.30       | 2.80           | -0.85          | 24875            |
| 22         | 11:06:17.74 | 8.63            | -33.22       | -39.12       | 3.44           | -0.78          | 16345            |
| 23         | 11:06:21.74 | 8.71            | -33.14       | -39.70       | 3.63           | -0.78          | 13692            |
| 24         | 11:06:26.74 | 8.72            | -33.36       | -41.85       | 4.14           | -0.78          | 8081             |
| 25         | 11:06:34.73 | 8.73            | -33.05       | -42.53       | 4.34           | -1.11          | 6748             |
| 26         | 11:06:43.74 | 8.73            | -33.50       | -43.76       | 4.53           | -1.04          | 5039             |
| 27         | 11:07:26.74 | 8.63            | -33.76       | -45.59       | 4.59           | -2.26          | 3641             |
| 28         | 11:07:29.73 | 8.61            | -33.61       | -44.01       | 4.21           | -2.33          | 5225             |
| 29         | 11:07:30.73 | 8.61            | -33.45       | -41.71       | 3.69           | -2.13          | 8922             |
| 30         | 11:07:32.74 | 8.60            | -33.40       | -41.23       | 3.50           | -2.26          | 9913             |
| 31         | 11:07:36.74 | 8.59            | -33.16       | -39.78       | 3.05           | -2.33          | 13575            |
| 32         | 11:07:39.74 | 8.59            | -33.21       | -38.52       | 2.73           | -2.07          | 18124            |
| 33         | 11:07:42.74 | 8.57            | -33.09       | -37.26       | 2.28           | -2.00          | 24307            |
| 34         | 11:07:51.73 | 8.56            | -33.18       | -36.52       | 1.83           | -2.00          | 28851            |
| 35         | 11:07:56.74 | 8.55            | -33.27       | -35.72       | 1.19           | -2.00          | 34634            |
| 36         | 11:07:57.73 | 8.54            | -33.35       | -35.18       | 0.74           | -1.88          | 39461            |
| 37         | 11:07:58.73 | 8.54            | -33.40       | -35.38       | 0.80           | -1.94          | 37748            |
| 38         | 11:08:00.74 | 8.54            | -33.28       | -35.51       | 0.61           | -2.13          | 36920            |
| 39         | 11:08:01.74 | 8.54            | -33.38       | -34.99       | 0.55           | -1.81          | 41497            |
| 40         | 11:08:04.73 | 8.53            | -33.42       | -35.50       | 0.16           | -2.13          | 37476            |
| 41         | 11:08:06.74 | 8.52            | -33.37       | -34.97       | -0.03          | -1.88          | 42492            |
| 42         | 11:08:09.74 | 8.52            | -33.41       | -35.27       | -0.22          | -2.00          | 40226            |
| 43         | 11:08:10.74 | 8.52            | -33.43       | -34.98       | -0.35          | -1.81          | 42950            |
| 44         | 11:08:14.74 | 8.45            | -33.60       | -35.68       | -0.99          | -1.88          | 39206            |
| 45         | 11:08:15.74 | 8.44            | -33.57       | -35.61       | -0.80          | -1.94          | 39894            |
| 46         | 11:08:19.73 | 8.44            | -33.49       | -35.82       | -1.12          | -1.94          | 37951            |
| 47         | 11:08:22.74 | 8.43            | -33.51       | -35.64       | -1.31          | -1.68          | 39521            |
| 48         | 11:08:23.74 | 8.43            | -33.42       | -36.22       | -1.76          | -1.68          | 34507            |
| 49         | 11:08:25.73 | 8.42            | -33.25       | -36.69       | -1.83          | -2.00          | 30822            |
| 50         | 11:08:27.74 | 8.42            | -33.22       | -36.74       | -2.15          | -1.68          | 30611            |
| 51         | 11:08:29.74 | 8.41            | -33.25       | -37.04       | -2.08          | -1.94          | 28391            |
| 52         | 11:08:30.74 | 8.41            | -33.15       | -37.42       | -2.41          | -1.81          | 26000            |
| 53         | 11:08:33.74 | 8.40            | -33.07       | -37.84       | -2.53          | -1.94          | 23026            |
| 54         | 11:08:34.74 | 8.41            | -33.11       | -38.70       | -2.86          | -1.94          | 19301            |

| Data:<br>#No. | Time        | Distance<br>[m] | TS-c<br>[dB] | TS-u<br>[dB] | Athw.<br>[deg] | Along<br>[deg] | Sa<br>[m2/nm2] # |
|---------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|------------------|
| 55            | 11:08:35.74 | 8.40            | -33.01       | -38.20       | -2.86          | -1.68          | 21179            |
| 56            | 11:08:37.74 | 8.40            | -32.89       | -39.97       | -3.37          | -1.94          | 14074            |
| 57            | 11:08:38.74 | 8.40            | -33.00       | -39.98       | -3.37          | -1.88          | 14015            |
| 58            | 11:08:41.74 | 8.39            | -32.96       | -41.24       | -3.75          | -1.88          | 10478            |
| 59            | 11:08:44.74 | 8.38            | -32.88       | -42.10       | -4.01          | -1.88          | 8556             |
| 60            | 11:08:45.74 | 8.37            | -33.14       | -43.70       | -4.33          | -1.94          | 5895             |
| 61            | 11:08:48.74 | 8.37            | -33.03       | -44.31       | -4.52          | -1.88          | 5128             |
| 62            | 11:08:52.74 | 8.37            | -33.21       | -45.12       | -4.65          | -1.94          | 4255             |
| 63            | 11:09:10.74 | 8.35            | -32.95       | -42.04       | -4.20          | -0.98          | 8657             |
| 64            | 11:09:11.74 | 8.35            | -32.88       | -42.04       | -4.27          | -0.59          | 8684             |
| 65            | 11:09:12.74 | 8.35            | -33.00       | -43.17       | -4.46          | -0.98          | 6665             |
| 66            | 11:09:13.74 | 8.35            | -32.81       | -42.52       | -4.27          | -1.43          | 7759             |
| 67            | 11:09:15.74 | 8.33            | -32.93       | -39.51       | -3.63          | 0.24           | 15899            |
| 68            | 11:09:16.74 | 8.33            | -32.56       | -39.23       | -3.56          | 0.88           | 17039            |
| 69            | 11:09:18.74 | 8.25            | -33.00       | -38.48       | -3.11          | 1.21           | 21900            |
| 70            | 11:09:19.74 | 8.25            | -33.00       | -38.89       | -3.18          | 1.40           | 19928            |
| 71            | 11:09:22.74 | 8.23            | -33.01       | -37.83       | -2.41          | 2.04           | 25437            |
| 72            | 11:09:23.74 | 8.22            | -32.98       | -39.00       | -2.60          | 2.43           | 19300            |
| 73            | 11:09:24.74 | 8.23            | -32.93       | -39.45       | -2.86          | 2.36           | 17474            |
| 74            | 11:09:26.74 | 8.20            | -32.87       | -38.56       | -2.08          | 2.75           | 20936            |
| 75            | 11:09:27.74 | 8.21            | -32.98       | -40.36       | -2.02          | 3.39           | 13764            |
| 76            | 11:09:28.73 | 8.21            | -32.95       | -40.84       | -2.41          | 3.32           | 12309            |
| 77            | 11:09:30.74 | 8.19            | -32.78       | -39.87       | -1.70          | 3.45           | 15409            |
| 78            | 11:09:31.74 | 8.19            | -32.85       | -41.17       | -1.96          | 3.71           | 11411            |
| 79            | 11:09:32.74 | 8.19            | -33.05       | -41.85       | -1.83          | 3.90           | 9727             |
| 80            | 11:09:33.74 | 8.18            | -32.97       | -42.19       | -1.38          | 4.16           | 8965             |
| 81            | 11:09:35.73 | 8.18            | -33.34       | -44.74       | -1.44          | 4.67           | 4955             |
| 82            | 11:10:09.74 | 8.17            | -32.95       | -40.31       | -0.93          | 3.77           | 13778            |
| 83            | 11:10:14.74 | 8.16            | -32.90       | -38.85       | -0.80          | 3.39           | 19353            |
| 84            | 11:10:17.73 | 8.16            | -32.98       | -38.40       | -0.61          | 3.26           | 21484            |
| 85            | 11:10:18.74 | 8.15            | -32.94       | -37.77       | -0.61          | 3.07           | 24961            |
| 86            | 11:10:23.73 | 8.14            | -33.22       | -36.22       | -0.35          | 2.43           | 36521            |
| 87            | 11:10:24.73 | 8.14            | -33.14       | -35.54       | -0.29          | 2.17           | 42148            |
| 88            | 11:10:28.74 | 8.13            | -33.09       | -34.09       | 0.03           | 1.40           | 59031            |
| 89            | 11:10:31.73 | 8.13            | -33.16       | -34.45       | 0.10           | 1.59           | 54731            |
| 90            | 11:10:36.74 | 8.05            | -33.38       | -33.88       | 0.23           | 0.95           | 66834            |
| 91            | 11:10:37.73 | 8.05            | -33.36       | -33.78       | 0.16           | 0.88           | 68319            |
| 92            | 11:10:42.74 | 8.13            | -33.13       | -34.44       | -0.22          | 1.59           | 54721            |
| 93            | 11:10:46.74 | 8.05            | -33.38       | -33.55       | 0.23           | 0.50           | 71926            |
| 94            | 11:10:50.74 | 8.02            | -33.32       | -33.44       | 0.48           | -0.21          | 73277            |
| 95            | 11:10:51.74 | 8.02            | -33.31       | -33.58       | 0.55           | -0.59          | 69145            |
| 96            | 11:10:55.74 | 8.00            | -33.25       | -34.31       | 0.93           | -1.23          | 58065            |
| 97            | 11:10:59.73 | 8.00            | -33.13       | -34.90       | 1.06           | -1.68          | 50637            |
| 98            | 11:11:04.74 | 7.98            | -33.37       | -37.42       | 1.38           | -2.65          | 29230            |
| 99            | 11:11:07.74 | 7.97            | -33.25       | -38.11       | 1.64           | -2.84          | 24735            |
| 100           | 11:11:08.74 | 7.96            | -33.17       | -39.84       | 1.77           | -3.42          | 16451            |
| 101           | 11:11:09.74 | 7.96            | -33.10       | -40.67       | 1.96           | -3.61          | 13569            |
| 102           | 11:11:11.74 | 7.96            | -33.20       | -41.18       | 1.96           | -3.74          | 12080            |
| 103           | 11:11:12.73 | 7.95            | -33.55       | -42.85       | 2.09           | -4.06          | 8272             |
| 104           | 11:11:13.74 | 7.95            | -33.75       | -45.15       | 2.35           | -4.51          | 4871             |
| 105           | 11:11:17.74 | 7.95            | -33.47       | -44.13       | 2.35           | -4.32          | 6152             |
| 106           | 11:11:29.74 | 7.94            | -33.49       | -43.33       | 1.58           | -4.38          | 7475             |
| 107           | 11:11:30.74 | 7.95            | -33.37       | -41.84       | 1.83           | -3.93          | 10456            |
| 108           | 11:11:33.73 | 7.96            | -33.30       | -39.17       | 1.45           | -3.29          | 19301            |
| 109           | 11:11:35.74 | 7.96            | -33.25       | -38.56       | 1.45           | -3.10          | 22353            |
| 110           | 11:12:17.74 | 7.96            | -33.38       | -38.09       | 0.80           | -3.10          | 25079            |
| 111           | 11:12:24.74 | 7.95            | -33.35       | -37.93       | 0.61           | -3.10          | 26170            |

| #     |             |          |        |        |       |       |          |
|-------|-------------|----------|--------|--------|-------|-------|----------|
| Data: | Time        | Distance | TS-c   | TS-u   | Athw. | Along | Sa       |
| #No.  |             | [m]      | [dB]   | [dB]   | [deg] | [deg] | [m2/nm2] |
| #112  | 11:12:31.74 | 7.94     | -33.30 | -37.76 | 0.16  | -3.10 | 27595    |
| 113   | 11:12:39.74 | 7.93     | -33.30 | -37.63 | -0.35 | -3.03 | 28890    |
| 114   | 11:12:43.73 | 7.86     | -33.71 | -38.31 | -0.86 | -3.03 | 26429    |
| 115   | 11:12:50.73 | 7.85     | -33.64 | -38.25 | -1.25 | -2.90 | 26804    |
| 116   | 11:12:54.74 | 7.85     | -33.48 | -38.49 | -1.57 | -2.90 | 25296    |
| 117   | 11:12:57.73 | 7.85     | -33.41 | -39.70 | -2.15 | -3.03 | 19009    |
| 118   | 11:13:03.73 | 7.83     | -33.23 | -40.20 | -2.41 | -3.10 | 16899    |
| 119   | 11:13:06.74 | 7.82     | -33.17 | -41.16 | -2.86 | -3.10 | 13554    |
| 120   | 11:13:17.73 | 7.82     | -33.31 | -41.18 | -2.66 | -3.22 | 13125    |
| 121   | 11:13:56.74 | 7.81     | -33.30 | -38.76 | -2.21 | -2.65 | 23181    |
| 122   | 11:14:06.73 | 7.79     | -33.00 | -35.44 | -1.76 | -1.43 | 48228    |
| 123   | 11:14:19.74 | 7.77     | -33.01 | -33.52 | -0.99 | -0.08 | 75252    |
| 124   | 11:14:20.73 | 7.77     | -33.02 | -33.45 | -0.86 | 0.24  | 76276    |
| 125   | 11:14:37.74 | 7.76     | -33.01 | -33.70 | -1.12 | 0.24  | 72444    |
| 126   | 11:14:41.73 | 7.77     | -33.08 | -33.28 | -0.54 | 0.24  | 79653    |
| 127   | 11:14:43.74 | 7.78     | -33.07 | -33.13 | -0.16 | 0.24  | 82547    |
| 128   | 11:14:47.74 | 7.79     | -33.09 | -33.38 | 0.74  | 0.24  | 77883    |
| 129   | 11:14:49.74 | 7.79     | -33.14 | -33.50 | 0.87  | 0.18  | 76154    |
| 130   | 11:15:01.73 | 7.79     | -33.05 | -33.69 | 1.06  | 0.44  | 72434    |
| 131   | 11:15:03.74 | 7.79     | -33.00 | -34.11 | 1.32  | 0.76  | 65406    |
| 132   | 11:15:05.74 | 7.78     | -32.97 | -34.62 | 1.45  | 1.14  | 57778    |
| 133   | 11:15:06.74 | 7.78     | -32.82 | -35.16 | 1.70  | 1.40  | 50730    |
| 134   | 11:15:07.74 | 7.78     | -32.82 | -35.54 | 1.77  | 1.59  | 46304    |
| 135   | 11:15:09.73 | 7.77     | -32.80 | -36.49 | 2.02  | 1.91  | 37677    |
| 136   | 11:15:12.74 | 7.77     | -33.04 | -37.09 | 2.02  | 2.10  | 33222    |
| 137   | 11:15:15.74 | 7.76     | -33.23 | -38.29 | 2.35  | 2.30  | 25978    |
| 138   | 11:15:16.73 | 7.76     | -33.05 | -38.80 | 2.41  | 2.55  | 22990    |
| 139   | 11:15:18.74 | 7.75     | -32.88 | -39.83 | 2.60  | 2.88  | 18080    |
| 140   | 11:15:23.73 | 7.75     | -32.88 | -40.93 | 2.80  | 3.13  | 14098    |
| 141   | 11:15:24.74 | 7.75     | -32.90 | -41.79 | 2.92  | 3.32  | 11555    |
| 142   | 11:15:26.74 | 7.74     | -32.93 | -43.17 | 3.24  | 3.52  | 8520     |
| 143   | 11:15:27.74 | 7.74     | -32.97 | -43.27 | 3.12  | 3.65  | 8304     |
| 144   | 11:15:28.74 | 7.74     | -33.20 | -44.40 | 3.24  | 3.84  | 6448     |
| 145   | 11:16:02.74 | 7.74     | -33.03 | -39.98 | 2.92  | 2.55  | 17767    |
| 146   | 11:16:03.74 | 7.74     | -33.16 | -39.05 | 2.86  | 2.10  | 22284    |
| 147   | 11:16:04.73 | 7.74     | -33.09 | -39.17 | 3.05  | 1.91  | 22064    |
| 148   | 11:16:05.74 | 7.66     | -33.31 | -40.05 | 3.50  | 1.40  | 18988    |
| 149   | 11:16:06.74 | 7.65     | -33.44 | -39.46 | 3.50  | 0.50  | 21857    |
| 150   | 11:16:07.74 | 7.65     | -33.38 | -39.99 | 3.69  | 0.24  | 19240    |
| 151   | 11:16:08.74 | 7.65     | -33.30 | -39.18 | 3.37  | 0.95  | 23394    |
| 152   | 11:16:09.74 | 7.63     | -33.20 | -41.09 | 4.02  | 0.50  | 14842    |
| 153   | 11:16:13.74 | 7.61     | -33.37 | -43.73 | 4.40  | -1.75 | 7734     |
| 154   | 11:18:56.74 | 7.56     | -33.56 | -44.35 | 4.72  | 0.11  | 6849     |
| 155   | 11:18:58.73 | 7.57     | -33.17 | -42.34 | 4.27  | 0.95  | 10759    |
| 156   | 11:18:59.74 | 7.58     | -33.14 | -41.89 | 4.14  | 1.08  | 11882    |
| 157   | 11:19:00.74 | 7.58     | -33.07 | -41.30 | 3.82  | 1.72  | 13665    |
| 158   | 11:19:01.74 | 7.58     | -32.98 | -42.57 | 3.95  | 2.30  | 10111    |
| 159   | 11:19:04.74 | 7.60     | -32.96 | -41.37 | 3.57  | 2.36  | 13443    |
| 160   | 11:19:36.74 | 7.61     | -33.21 | -44.25 | 2.09  | 4.42  | 6932     |
| 161   | 11:19:37.74 | 7.62     | -33.14 | -43.73 | 1.51  | 4.48  | 7815     |
| 162   | 11:19:39.74 | 7.61     | -33.18 | -43.44 | 1.13  | 4.48  | 8353     |
| 163   | 11:19:40.73 | 7.61     | -33.02 | -43.16 | 1.32  | 4.42  | 8910     |
| 164   | 11:19:42.74 | 7.61     | -33.17 | -43.74 | 0.74  | 4.61  | 7784     |
| 165   | 11:19:44.74 | 7.61     | -33.31 | -43.20 | 1.00  | 4.42  | 8820     |
| 166   | 11:20:01.73 | 7.62     | -33.20 | -40.98 | 0.42  | 3.97  | 14886    |
| 167   | 11:20:02.74 | 7.62     | -33.18 | -39.05 | 0.74  | 3.39  | 23542    |
| 168   | 11:20:03.74 | 7.63     | -33.22 | -37.70 | 0.16  | 3.00  | 32818    |

| #Data:<br>#No. | Time        | Distance<br>[m] | TS-c<br>[dB] | TS-u<br>[dB] | Athw.<br>[deg] | Along<br>[deg] | Sa<br>[m2/nm2] |
|----------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 169            | 11:20:06.74 | 7.64            | -33.15       | -36.72       | -0.03          | 2.68           | 40351          |
| 170            | 11:20:07.73 | 7.66            | -33.16       | -35.36       | -0.67          | 1.98           | 55003          |
| 171            | 11:20:08.73 | 7.66            | -33.24       | -34.36       | -0.74          | 1.27           | 69650          |
| 172            | 11:20:09.74 | 7.73            | -33.08       | -33.83       | -0.93          | 0.76           | 74041          |
| 173            | 11:20:11.74 | 7.74            | -33.03       | -33.98       | -1.12          | 0.76           | 70377          |
| 174            | 11:20:17.74 | 7.75            | -32.93       | -34.10       | -1.51          | 0.18           | 66646          |
| 175            | 11:20:18.74 | 7.76            | -32.82       | -34.94       | -2.02          | -0.40          | 54165          |
| 176            | 11:20:22.73 | 7.77            | -33.13       | -36.57       | -2.34          | -1.30          | 37643          |
| 177            | 11:20:29.73 | 7.81            | -33.07       | -42.27       | -3.37          | -3.03          | 10198          |
| 178            | 11:20:31.74 | 7.79            | -33.14       | -39.44       | -2.66          | -2.58          | 19755          |
| 179            | 11:20:35.73 | 7.80            | -33.13       | -43.30       | -3.30          | -3.48          | 8034           |
| 180            | 11:20:37.74 | 7.80            | -33.15       | -40.54       | -3.18          | -2.45          | 15276          |
| 181            | 11:20:46.74 | 7.80            | -32.94       | -40.67       | -3.11          | -2.71          | 14832          |
| 182            | 11:20:56.74 | 7.78            | -33.55       | -45.15       | -2.79          | -4.32          | 5199           |
| 183            | 11:20:57.73 | 7.77            | -33.40       | -44.98       | -2.66          | -4.38          | 5443           |
| 184            | 11:20:59.74 | 7.78            | -33.24       | -43.59       | -2.73          | -4.00          | 7488           |