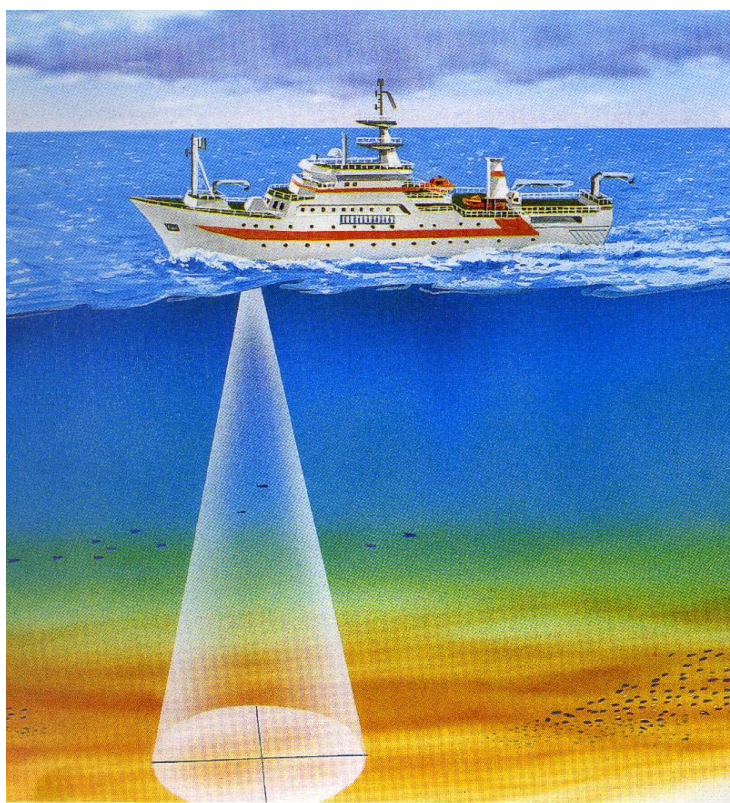




INSTITUT ZA OCEANOLOGIJU I RIBARSTVO

PELAGIJSKI MONITORING (Projekt PELMON)

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



Split, 2008.

Institut za oceanografiju i ribarstvo - Split

Pelagijski monitoring u Jadranskome moru (PELMON 2008)

Suradnici IOR-a:

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

Vanjski suradnici:

mr.sc. Bojanić Dubravka
mr.sc. Emrić Tičina Vanja
Miljuš Milan
Milutin Zvonimir
Čorić Nikola
Sunajko Petar

SADRŽAJ:

	PREDGOVOR	4
1.	UVOD	5
2.	CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA	6
3.	SITNA PLAVA RIBA U JADRANU	7
3.1.	Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu	7
3.2.	Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu	10
3.2.1.	Srdela (<i>Sardina pilchardus</i> WALB)	10
3.2.2.	Inćun ili brgljun (<i>Engraulis encrasicolus</i> L.)	11
3.2.3.	Papalina (<i>Sprattus sprattus</i> L.)	12
4.	METODE ISTRAŽIVANJA	14
4.1.	Metoda hidroakustičkog uzorkovanja	14
4.1.1.	Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja	14
4.1.2.	Opis sustava eho-sondera s ehointegratorom korištenog pri akustičkom uzorkovanju	18
4.1.3.	Kalibracija pretvarača eho-sondera	21
4.1.4.	Procjena količine ribe ehointegratorom	24
4.2.	Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora	26
4.3.	Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona	27
4.3.1.	Procjena biomase fitoplanktona	28
4.3.2.	Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice	29
4.4.	Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona	29
4.5.	Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom kočom	31
4.6.	Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom kočom	40
4.7.	Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti	43
4.7.1.	Analiza variograma podataka dobijenih mjerenjima u 2008. godini	44
5.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	46
5.1.	Način određivanja područja i zona za potrebe eho-monitoringa	46
6.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	52
6.1.	Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području	52
6.1.1.	Termohalina svojstva	52
6.1.2.	Otopljeni kisik	61
6.1.3.	Fitoplankton	70
6.1.4.	Zooplankton	95
6.2.	Procjena obimnosti naselja sitne plave ribe	123
6.2.1.	Unutarnje more – sjeverni dio	123
6.2.2.	Unutarnje more – južni dio	128
6.2.3.	Otvoreno more – sjeverni dio	132
6.2.4.	Otvoreno more – srednji dio	137
6.2.5.	Otvoreno more – južni dio	140
6.3.	Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe	143
6.3.1.	Srdela	143
6.3.2.	Inćun	149
6.3.3.	Papalina	158
6.3.4.	Ostale pelagičke vrste	161
6.3.5.	Ostale vrste	163
6.3.6.	Analiza procjena stanja stokova inćuna i srdele u razdoblju 2003.-2008. godine	166
6.3.7.	Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta	174
6.3.8.	Procjena najveće dozvoljene količine izlova (MSY)	176
7.	ZAKLJUČCI I PREPORUKE	179
8.	KORIŠTENA LITERATURA	185
	PRILOG 1.	189

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 stanovnicima (poglavito ženama) na obali i otocima, sitna plava riba se također smatra osnovnom hranom koja se koristi i u marikulturi, posebice prilikom uzgoja tunja. Napominjemo da se krajnji proizvodi navedenih djelatnosti u većoj mjeri izvoze te predstavljaju Republiku Hrvatsku na svjetskom tržištu. Zanemarivanje odgovarajućeg dugoročno-održivog gospodarenja navedenim živim prirodnim bogatstvima, moglo bi uskoro dovesti do ozbiljnog osiromašenja biološke osnove ovih prirodnih bogatstava i smanjenja mogućnosti njihovog daljnjeg iskorištavanja, a što bi se negativno odrazilo na socio-ekonomske prilike zaposlenika u prije spomenutim djelatnostima. Dakle, glavni cilj koji se sustavnim praćenjem populacija sitne plave ribe putem pelagijskog monitoringa želi postići je dobivanje informacija potrebnih za procjenu obimnosti iskorištavanih populacija i njihovih prirodnih kolebanja tijekom vremena, a koje predstavljaju temelj za dugoročno-održivo gospodarenje pelagijskim ekosustavom jadranskog mora Republike Hrvatske.

1. UVOD

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

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

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

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

Ovaj princip širenja i odbijanja zvuka jednak je i u zraku i u vodi. Razlika je jedino u tome što se zvuk u vodi širi oko 4,4 puta brže nego u zraku, a razlog tome je veća gustoća vode nego zraka. Tako se zvuk u zraku širi brzinom od “samo” 340 metara u sekundi, a u vodi brzinom od oko 1500 metara u sekundi. Dakle, osnovni princip rada svakog eho-sondera (koji se u osnovi sastoji od odašiljača električnih impulsa, pretvarača ili sonde, prijemnika s pojačalom električnih impulsa i prikazivača povratnih signala) zasniva se na odašiljanju zvučnih signala u moru ili vodi, mjerenju vremena koje je potrebno da se oni odbiju od morskog dna ili ribe i vrate natrag kao eho do uređaja koji ih registrira te mjerenju njihovog intenziteta. Pri tome najznačajniju ulogu u pretvorbi

električnih impulsa u zvučne i obratno, ima pretvarač (sonda) koji je izrađen od piezoelektričnih kristala. Za izradu pretvarača koriste se najčešće kristali barijevog titanata koji imaju svojstvo da, na osnovu pojave piezoelektriciteta, električne impulse određene frekvencije pretvaraju u zvučne signale jednake frekvencije, te da zvučne signale pretvaraju u električne impulse određenog intenziteta u ovisnosti o intenzitetu primljenog eho signala.

2. CILJ I ZADACI EHO-MONITORINGA

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

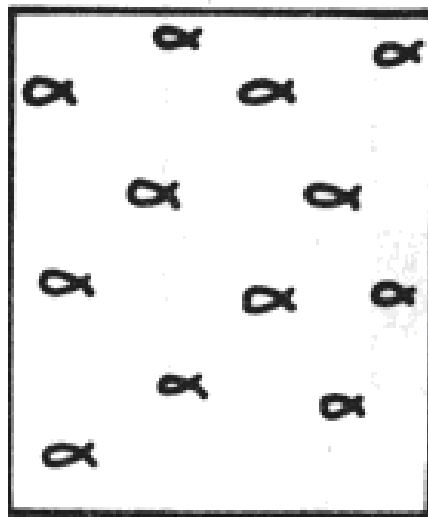
S tim u vezi, osnovni zadatak eho-monitoringa je da se primjenom hidroakustičkih metoda dođe do važnih bioloških spoznaja o pojedinim gospodarski značajnim vrstama živih organizama u Jadranskom moru. Najvažnije spoznaje do kojih se tijekom ovih istraživanja želi doći su prostorna raspodjela te procjena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

3. SITNA PLAVA RIBA U JADRANU

3.1. Načini prostorne raspodjele sitne plave ribe u Jadranu

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

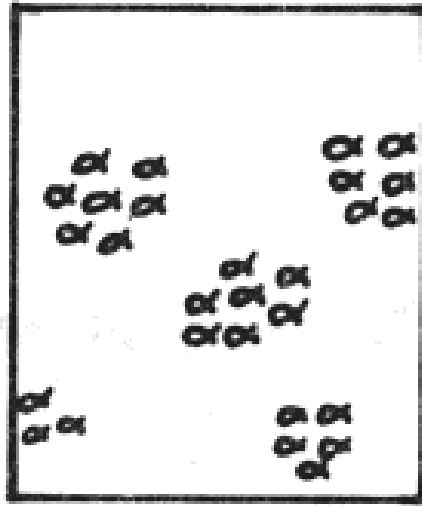
1. raspršena raspodjela pojedinačnih riba (Slika 1)
2. skup riba u manjim raspršenim nakupinama (plovama) (Slika 2)
3. velike nakupine (akumulacije) riba (Slika 3).



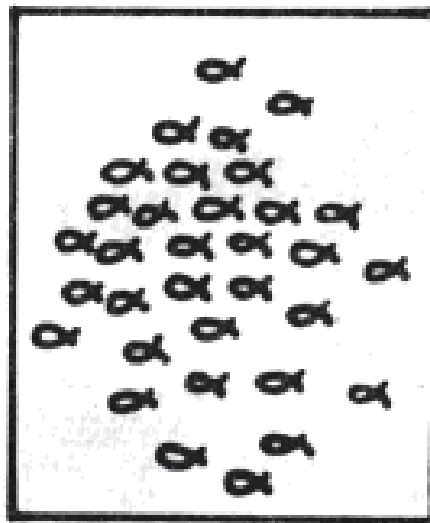
Slika 1. Shematski prikaz raspršene raspodjele pojedinačnih riba.

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

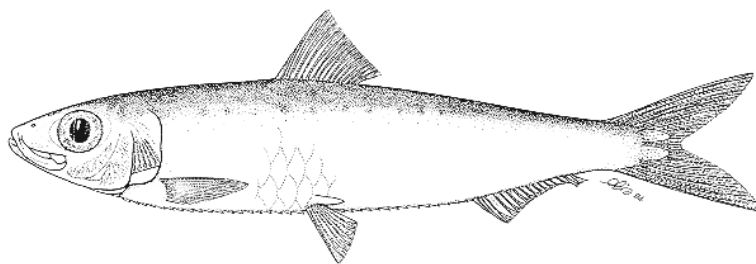
Pri pokušaju određivanja vrste ribe na temelju izgleda zabilježenih ehograma, svakako treba uzeti u obzir učinak osnovnih parametara hidroakustičnih instrumenata. Oblik, veličina i boja zapisa različitih riba i njihovih plova u znatnom stupnju ovise o odabranoj osjetljivosti samog uređaja, brzini kretanja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

3.2. Najvažnije vrste sitne plave ribe u Jadranu

3.2.1. Srdela (*Sardina pilchardus* WALB)

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

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



FAO

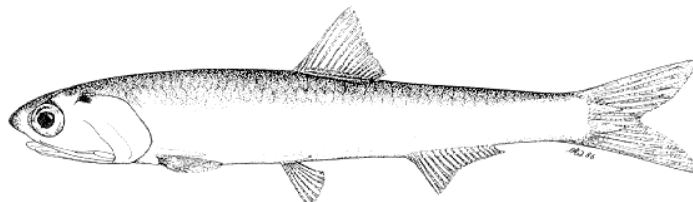
Slika 4. Srdela, *Sardina pilchardus* (Iz: www.fishbase.org).

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

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

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

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



FAO

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

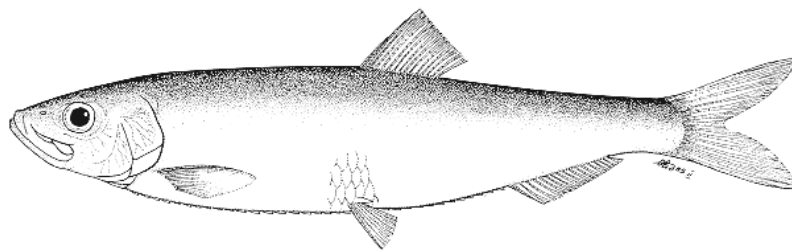
3.2.3. Papalina (*Sprattus sprattus* L.)

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

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

Uobičajeni nazivi na Jadranu:

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



FAO

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

4. METODE ISTRAŽIVANJA

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

4.1. Metoda hidroakustičkog uzorkovanja

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

4.1.1. Osnovni principi hidroakustičnog uzorkovanja

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

Tijekom eho-monitoringa sitne plave ribe, zvučni valovi nastaju i šire se u morskoj sredini, pa je zvučno polje ograničeno između površine i morskog dna. Brzina širenja zvučnih valova u moru je višestruko veća od brzine širenja u zraku. Međutim brzina

širenja zvuka u moru nije stalna, već se mijenja u ovisnosti o gustoći morske vode. Budući da je gustoća morske vode određena temperaturom, slanošću i pritiskom (dubinom), to su glavni čimbenici koji utječu na brzinu širenja zvuka u moru. Brzina zvuka u moru (c) obično se izračunava korištenjem empirijske formule s tri nezavisne varijable i to: temperaturom (T) u °C, salinitetom (S) izraženim u psu i dubinom mora (D) u metrima, prema formuli:

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

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

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

$$\lambda = c / f$$

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

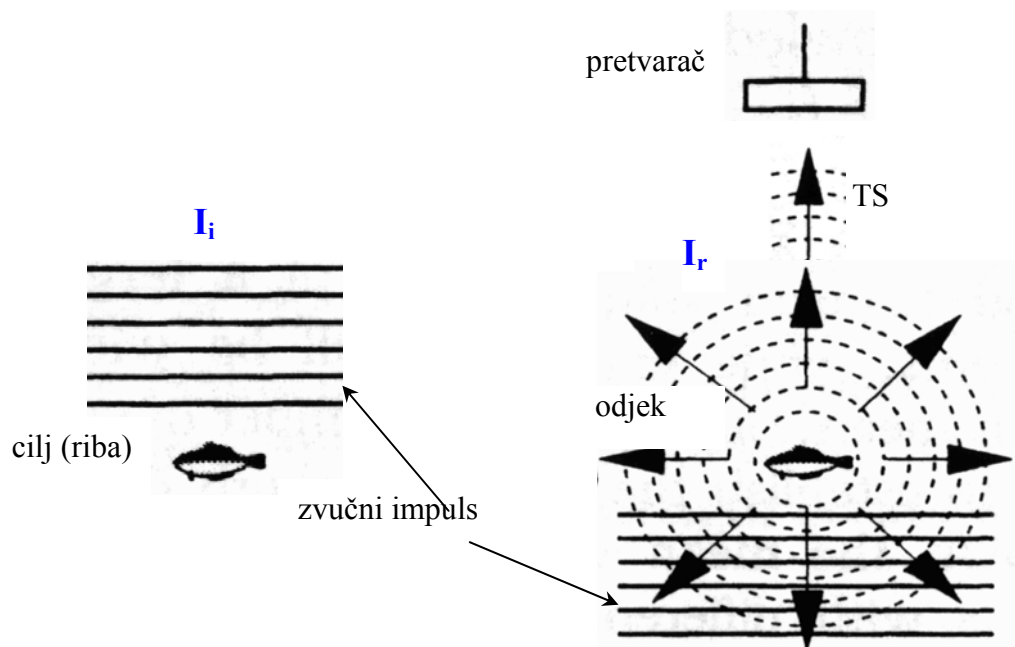
Zvučni val koji se širi u nekom sredstvu nosi sa sobom zvučnu ili akustičku energiju čija se veličina naziva intenzitet ili jakost zvuka. Ova energija se sastoji od dvije komponente. Jedna je kinetička energija koju imaju titrajuće čestice, a druga je potencijalna energija koju imaju čestice pomaknute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

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

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

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

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



Slika 7. Snaga odjeka (jeke) cilja.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

gdje je L ukupna duljina ribe izražena u cm.

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

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

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

gdje je L ukupna duljina ribe izražena u cm.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

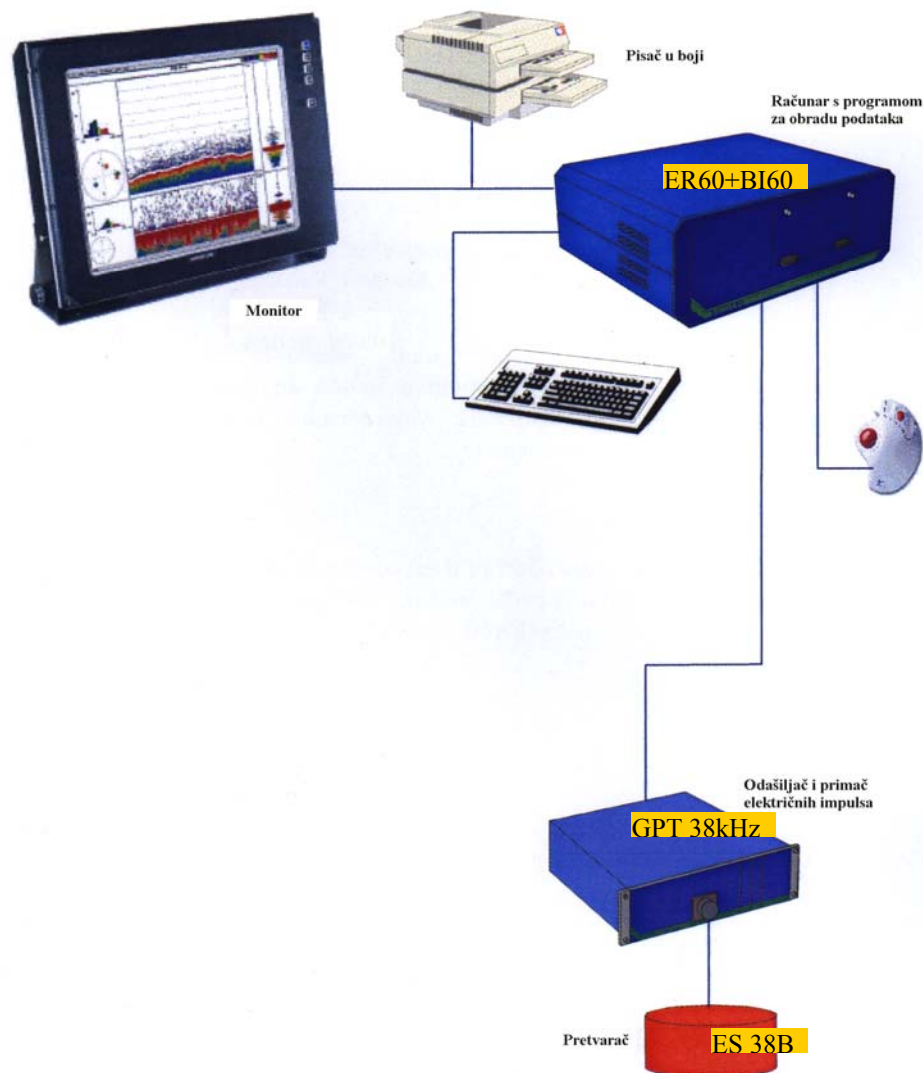
$$\alpha = \frac{0,11 f^2}{1 + f^2} + \frac{44 f^2}{4100 + f^2} \text{ (dB / km)}$$

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

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

Tijekom eho-monitoringa, s ciljem hidroakustičkog uzorkovanja, korišten je najsuvremeniji znanstveni eho-sonder SIMRAD EK60 s ugrađenim digitalnim eho-integratorom namjenjenim za ribarstvena istraživanja. Osnovna razlika između komercijalnih eho-sondera korištenih u ribarstvu i EK60 namjenjenog za znanstvena

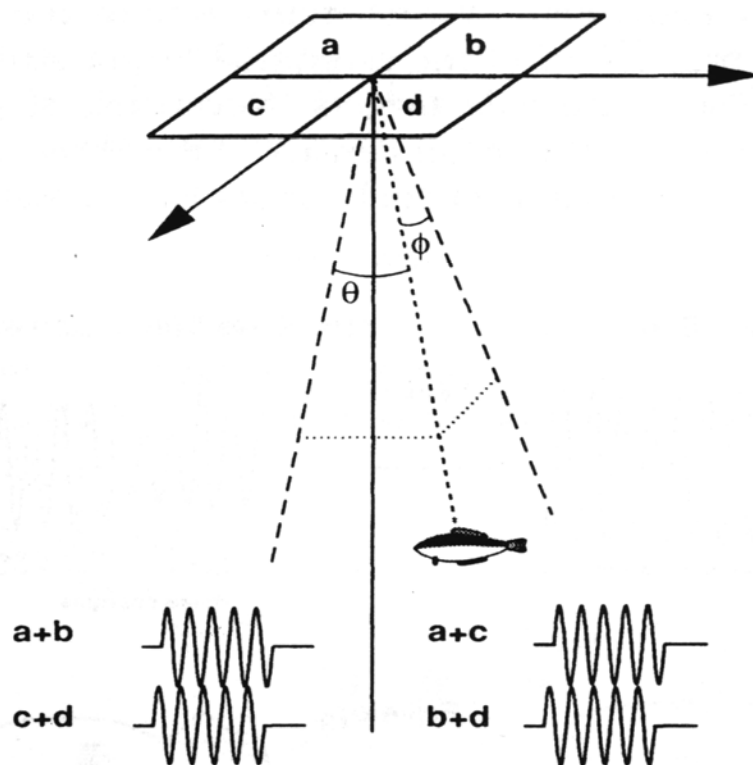
istraživanja je u neusporedivo većoj preciznosti elektroničke obrade odaslatih i primljenih signala, te mnogostruko većoj osjetljivosti samog pretvarača. Ove karakteristike omogućavaju eho-sonderu EK60 detekciju vrlo precizno mjerenje eho signala pojedinačnih riba i na dubinama mora preko 600 metara. Rad EK60 zasniva se na najsuvremenijoj tehnologiji podijeljenog zvučnog snopa (split-beam). Uređaj se sastoji od odašiljača i prijemnika električnih signala (GPT), pretvarača ili sonde i računara s pripadajućim programskim paketom. Shematski prikaz cijelog sustava eho-sondera EK60 prikazan je na slici 8.



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

Odašiljač eho-sondera (GPT) povezan je s pretvaračem SIMRAD tipa ES38B radne frekvencije 38 kHz i širine zvučnog snopa od 7°, koji je podijeljen u četiri jednaka

dijela ili kvadranta. Početni električni impuls odašiljača, pretvarač pretvara u jedan jedinstveni zvučni impuls kojeg šalje prema ribi. Međutim, zahvaljujući podijeljenosti pretvarača, svaki od njegova četiri dijela zasebno analizira primljene eho signale. Na osnovi četiri istovremene, ali zasebne analize svakog eho signala pojedine ribe, omogućuje se točna prostorna određenost svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa. To se postiže na osnovi analize faznih razlika primljenog eho signala uzrokovanih različitim položajem ribe u odnosu na akustičku os pretvarača s obzirom na njegova četiri dijela (Slika 9). Ovo istovremeno omogućuje i izravno mjerenje snage odjeka svake pojedine ribe unutar zvučnog snopa (MacLennan i Simmonds, 1995). Valna duljina korištenog ultrazvuka tijekom eho-detekcije je bila 3,95 cm uz upotrebu zvučnih impulsa vremenskog trajanja od 1,024 ms.



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

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

4.1.3. Kalibracija pretvarača eho-sondera

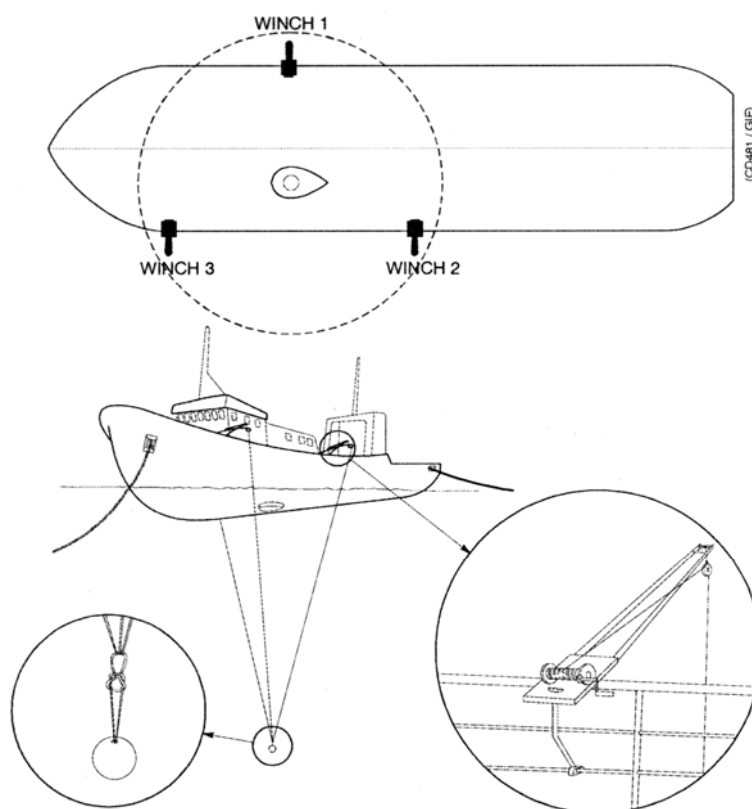
Poradi utvrđivanja točnosti mjerenja povratnih eho-signalâ, neposredno prije samog istraživanja obavljena je kalibracija pretvarača eho-sondera tipa ES 38B (serijski broj: 30269) ugrađenog na i/b «BIOS», u skladu sa SIMRAD-ovim naputcima. Pri tome je korišten standardni cilj za kalibraciju pretvarača radne frekvencije od 38 kHz, tj. standardizirana bakrena kugla gustoće 8945 kg/m^3 , promjera 60 mm i snage odjeka od – 33,6 dB (Slika 10). Neposredno prije uranjanja u more, standardiziranu bakrenu kuglu se namače u blagoj otopini deterdženta da se izbjegne zadržavanje sitnih zračnih mjehurića na površini kugle (Slika 11). U suprotnom, prisustvo zračnih mjehurića na površini kugle poremetilo bi njene standardne karakteristike. Za vrijeme postupka kalibracije (Slika 12), bakrena kugla je uz pomoć tri najlonske niti držana na udaljenosti od 7,9 do 9,9 metara od pretvarača, te lagano pomicana u svim djelovima zvučnog snopa. Dubina mora na mjestu kalibracije je bila 19 m. Na osnovi izmjerene temperature i slanosti mora, izračunata je brzina širenja zvuka u moru tijekom kalibracije od 1535,3 m/s, te koeficijent upijanja zvuka od 7,4 dB/km. Izvorni rezultati kalibracije pri opisanim uvjetima, izneseni su u Tablici 1.



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



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



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

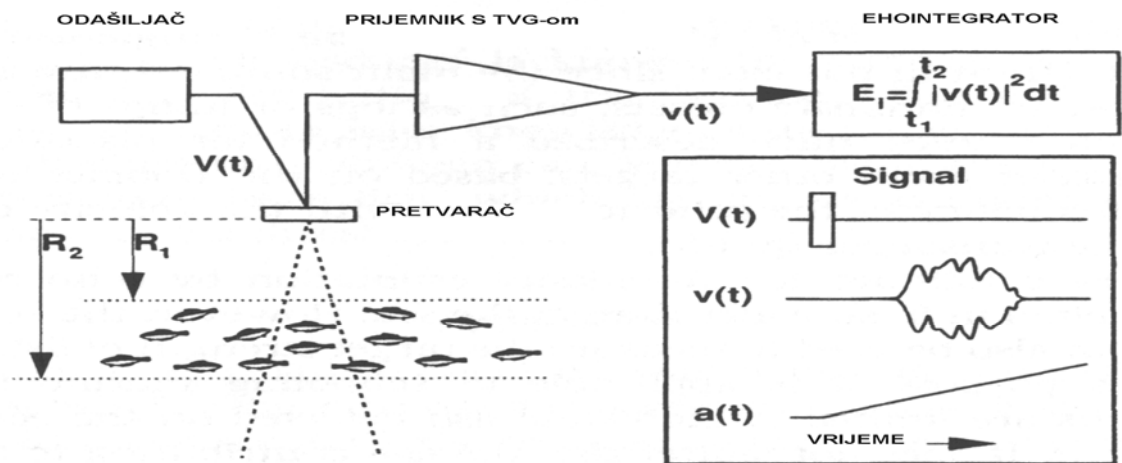
Za vrijeme trajanja kalibracije, izvršeno je ukupno 213 pojedinačnih mjerenja snage odjeka standardnog cilja (Cu-kugle) u različitim dijelovima zvučnog snopa. Rezultati pojedinačnih mjerenja dani su u Prilogu 1 ovog izvješća.

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

Date	2008-09-01	Calibration version	
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	25,82 dB	Two way beam angle	-20,6 dB
Athw. angle sens.	21,90	Along. angle sens.	21,90
Athw. beam angle	7,12 deg	Along. beam angle	6,97 deg
Athw. offset angle	0,06 deg	Along. offset angle	-0,03 deg
SaCorrection	-0,68 dB	depth	2,60 m
Transceiver GPT 38 kHz			
Pulse duration	1,024 ms	Sample interval	0,197 m
Power	2000 W	Receiver bandwidth	2,43 kHz
Sounder type: EK60 version 2.1.1.			
TS detection			
Min. value	-50,0 dB	Min. spacing	100%
Max. beam comp.	6,0 dB	Min. echo-length	80%
Max. phase dev.	8,0	Max. echo-length	180%
Environment			
Absorption coeff.	8,1 db/km	Sound velocity	1530,9ms
Beam model results:			
Transducer gain	25,73 dB	SaCorrection	-0,65 dB
Athw. beam angle	7,07 deg	Along. beam angle	7,08 deg
Athw. offset angle	0,01 deg	Along. offset angle	-0,06 deg
Data deviation from beam model			
RMS = 0,12 dB			
Max. = 0,21 dB	No. = 50	Athw. = -3,1 deg	Along = -1,9deg
Min. = -0,45 dB	No. = 101	Athw. = 0,2 deg	Along = -4,9 deg

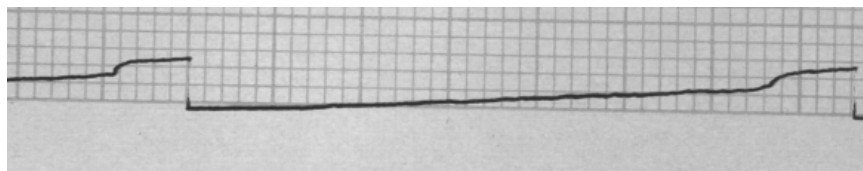
4.1.4. Procjena količine ribe ehointegratorom

Prilikom ribarstvenih istraživanja kojima je cilj procjena relativne obimnosti ribljih naselja, pored okomitog ehosondera koristi se uređaj nazvan ehointegrator. Ehointegrator može biti napravljen kao zaseban uređaj koji se priključuje na ehosonder koji je predviđen za to, ili pak može biti ugrađen u kućište ehosondera kao što je to slučaj kod korištenog eho-sondera EK60. Eho-integrator je spojen s eho-sonderom tako da od njega dobiva pojačane eho-signale. Pojednostavljeno rečeno, uloga ehointegratora bi bila integriranje svih pojedinačnih eho-signala riba, dobivenih iz ehosondera u određenom vremenskom periodu, tj. iz točno određenog dijela vodenog stupca (Slika 13).



Slika 13. Shematski prikaz rada ehointegratora (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 σ_A (m^2/m^2) u točno određenom dijelu vodenog stupca (R_2-R_1) koji se računa prema formuli:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- za srdelu:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.196} * 10^{2.047}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)}$
- za inćuna:	$CF = \frac{L_{cm}^{1.523} * 10^{1.65}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)}$
- za papalinu:	$CF = \frac{L_{cm}^{0.72} * 10^{2.66}}{4\pi} \text{ (kg/Nm}^2\text{)}$

4.2. Metodologija mjerenja hidrografskih svojstava mora

Za vrijeme eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2008. izvršena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta na unaprijed određenim oceanografskim postajama, kao i na mjestima uzorkovanja sitne plave ribe i/ili zooplanktona. Mjerenje temperature i saliniteta je obavljeno višeparametarskom sondom SEABIRD 25 (Slika 15), s korakom osrednjavanja od jedan metar, na ukupno 40 postaja.



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

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

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

4.3. Metodologija uzorkovanja i analize fitoplanktona

Uzorkovanje morske vode za analizu fitoplanktona obavljeno je jednokratno na 19 postaja upotrebom Nansenovih crpaca volumena 1,7 litara (Slika 16). Uzorci za određivanje biomase fitoplanktona uzimani su uglavnom na 4 razine. Na pojedinim postajama zbog boljeg uvida u vertikalnu raspodjelu uzerci su uzeti na standardnim oceanografskim dubinama (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 i 100 metara), a u skladu s dubinom mora na svakoj pojedinoj postaji.



Slika 16. Uzimanje uzoraka morske vode iz Nansenovih crpaca za analizu koncentracije otopljenog kisika i fitoplanktona (Foto: V. Tičina).

4.3.1. Procjena biomase fitoplanktona

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

Poduzorci morske vode volumena 500 ml filtrirani su uz vakum od 65 Kpa kroz staklene filtere «Whatman» GF/F, promjera 47 mm i veličine pora oko 0,7 μm (Slika 17). Nakon filtriranja filteri su spremljeni u zamrzivač, a flourometrijska analiza je obavljena odmah nakon putovanja. Filter sa sadržajem je homogeniziran uz dodatak 90 % acetona. Suspenzija je zatim prelivena u epruvetu za centrifugiranje volumena 12 ml, a homogenizator ispran sa 90 % acetonom. Ekstrakti sakupljeni u epruveti nadopunjeni su acetonom do 12 ml, nakon čega su ostavljeni u mraku (120 minuta) da bi se završila ekstrakcija pigmenata. Acetonski ekstrakt je zatim centrifugiran 5-10 minuta na 5000 G. Nakon toga supernatant je prebačen u kivetu i određena mu je flourescencija prije i nakon zakiseljavanja (2 kapi 5% HCl). Za određivanje flourescencije korišten je flourometar Turner TD 700.



Slika 17. Filtriranje poduzoraka morske vode za analizu klorofila *a* (Foto: D. Bogner).

4.3.2. Određivanje strukture fitoplanktonske zajednice

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

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

4.4. Metodologija uzorkovanja i analize zooplanktona

Za vrijeme eho-monitoringa u rujnu 2008. godine uzorci su uzeti na 30 postaja Nansenovom planktonskom mrežom (Slika 18) opskrbljenom mehanizmom za zatvaranje, promjera obruča 50 cm, dužine 250 cm i finoće tkanja 53 μm za uzorke mikrozooplanktona te promjera obruča 57 cm, dužine 255 cm i finoće tkanja 200 μm za uzorke mezozooplanktona i makrozooplanktona. Na plitkim postajama uzorci su sakupljeni vertikalnim potezom mreže od dna do površine, a na dubljim postajama u dva sloja, od dna do 50 m dubine i od 50 m do površine. Na postaji EM-19 uzet je uzorak i u sloju od 260 do 200 m dubine. Brzina poteza je iznosila oko 0,5 ms^{-1} . Organizmi su konzervirani neutraliziranim formaldehidom konačne koncentracije 2,5%. U laboratoriju uzorci mikrozooplanktona su analizirani korištenjem inverznog mikroskopa Olympus uz povećanja 100x i 400x, dok su uzorci mezozooplanktona i makrozooplanktona analizirani korištenjem stereomikroskopa Wild uz povećanje od 25 puta.

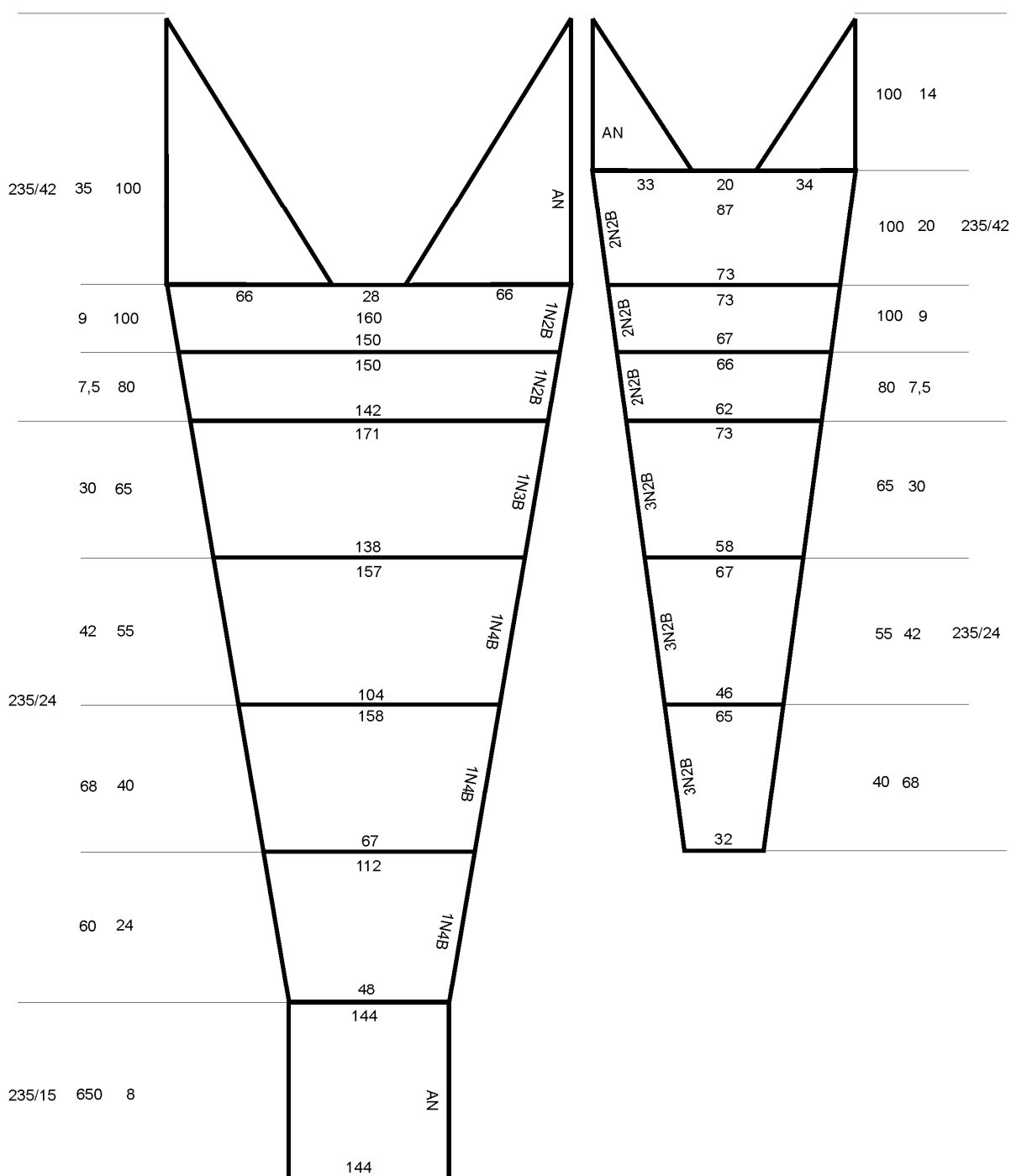
Organizmi su prebrojani u poduzorku od 1/32 ili 1/64, odnosno za mikrozooplankton u poduzorku od 1/16, a za rijetke i malobrojne vrste pregledan je cijeli uzorak. Za određivanje vrsta korištena je novija taksonomska literatura. Dobivene brojčane vrijednosti označavaju broj jedinki u 1 m^3 mora.



Slika 18. Uzorkovanje zooplanktona Nansen-ovom planktonskom mrežom s mehanizmom za zatvaranje (Foto: V. Tičina)

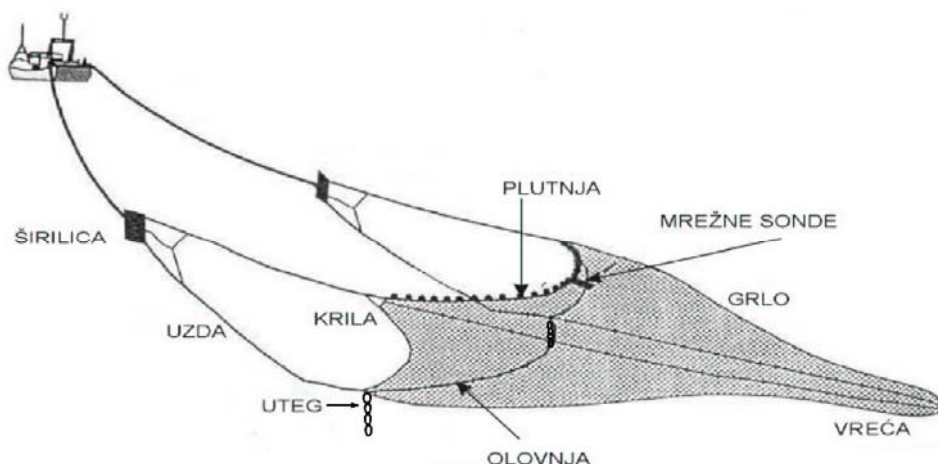
4.5. Metodologija uzorkovanja sitne plave ribe pelagičnom koćom

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



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

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



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

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

Visina mreže prilikom povlačenja iznosila je uglavnom od 4,0 m, dok je vodoravni raspon mreže bio 6 – 8 m. Prilikom istraživanja korišteni su dodatni utezi (lanci) za dobivanje vertikalnog raspona mreže te dubine mreže. Masa lanaca je varirala u ovisnosti o željenoj dubini od 15 – 25 kg po strani mreže. Također u ovisnosti o željenoj dubini povlačenja količina ispuštene čelične užadi iznosila je od 100 do 550 m, s tim da je uslijed oznaka za dužinu na čeličnom užetu ispuštanje užadi vršeno na svakih 50 m.

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

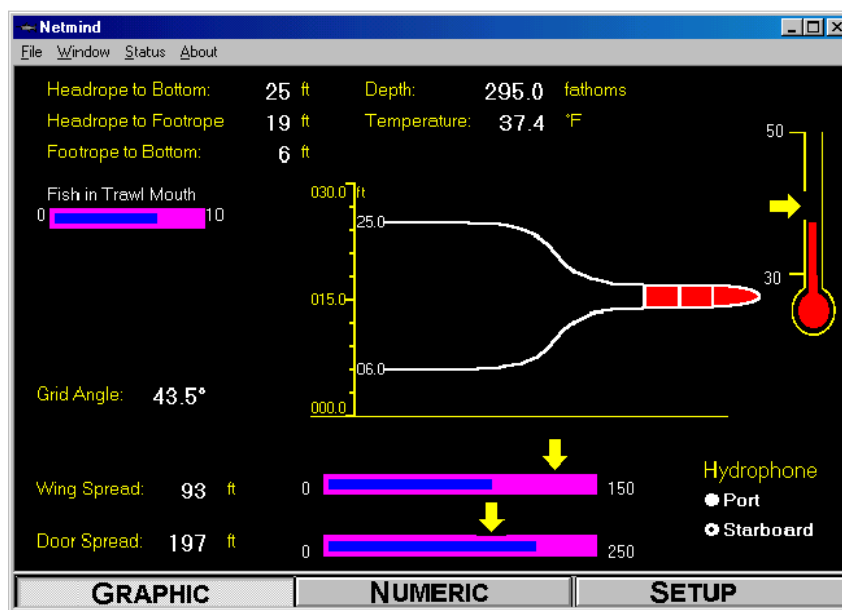
Mrežne sonde korištene u istraživanju dio su sustava za praćenje rada povlačnih mreža (koća) kanadske proizvodnje (Northstar Technical Inc., Vancouver Canada) pod nazivom NETMIND Trawl Monitor System.

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



Slika 21. Mrežne sonde (žuto) montirane na plutnji pelagične koće (Foto: V. Tičina).

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



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

Tehničke karakteristike upotrebljavanog sustava bile su sljedeće:

Brodska jedinica - prijemnik

Spajanje sa računalom: *Serial RS-232*

Data Logging: *moгуće za sve sonde*

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

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

Masa: *2 Kg*

Software operativni zahtjevi:

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

Baterijski punjač:

Napajanje: *110VAC, 50/60 Hz*

Broj jedinica za napajanje: *1*

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

Pokretni hidrofon:

Materijal: *Nerđajući čelik*

Kut: *50° konično*

Oprema: *zaštitni paravan od nerđajućeg čelika, 50 m električnog kabla 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 23).



Slika 23. Kočarsko vitlo s dva glavna bubnja za povlačnu užad na MB “Bios” (Foto: T. Šegvić).

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

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

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



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



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

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

Nakon završetka uzorkovanja dizanje mreže iz mora (Slika 26) se odvija obrnutim redoslijedom. Prvo se na glavne bubnjeve namotava čelično uže. Do krme broda dolaze širilice koje se zatim dižu iz mora i učvrste na krmeni portal. Nakon toga se odvajaju uzde i povlačno čelično uže od širilica, međusobno se spajaju i namataju na glavni bubanj. Nakon što se uzde namotaju na glavne bubnjeve vitla u slučaju da su bili prikačeni odvajaju se i utezi i baloni. Na mrežu se hvata petlja od konopa (Slika 27), na koju se zatim učvrsti konop s kukom, koji preko pomoćnog priteznog bubnja postepeno izvlači mrežu (Slika 28), sve dok vreća mreže nije na palubi («imbragavanje»).



Slika 26. Izvlačenje mreže iz mora (Foto: D. Bogner, rujan 2008).



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



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

4.6. Metodologija obrade uzoraka sitne plave ribe prikupljenih pelagičnom koćom

Analizirani uzorci riba potječu iz lovina ostvarenih tijekom 30-45 minuta uzorkovanja pelagičnom povlačnom koćom (Slika 29). Uzorci su odmah po ulovu u potpunosti obrađeni u brodskom laboratoriju. Ličinke ribe, kao i probavni organi ciljanih vrsta konzervirani su radi kasnije klasifikacije i obrade.



Slika 29. Uzorak sitne plave ribe prikupljen pelagičnom koćom (Foto:D. Bogner, rujan 2008).

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

Ulovljene su ribe razvrstane po vrstama prema ključu za određivanje riba (Jardas, 1996). Naknadno su poduzete dužinske i masene analize prikupljenih jedinki pojedinih vrsta. Ukupna dužina tijela ribe (LT) je mjerena 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 stanište istih (Tablica 2).

Podjela organizama po skupinama:

- ciljane vrste:

Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)

Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758)

Sprattus sprattus (Linnaeus, 1758),

- ostale pelagičke vrste riba (s plivaćim mjehurom):

Aphia minuta (Risso, 1810)

Boops boops (Linnaeus, 1758)

Sardinella aurita (Valenciennes, 1847)

Scomber japonicus (Houttuyin, 1782)

Sphyraena sphyraena (Linnaeus, 1758)

Spicara flexuosa (Rafinesque, 1810)

Spicara smaris (Linnaeus, 1758)

Trachurus mediterraneus (Steindachner, 1868)

Trachurus trachurus (Linnaeus, 1758)

Trisopterus minutus (Linnaeus, 1758),

- pridnene vrste:

ribe,
glavonošci,
rakovi,
školjkaši i
ostalo.

Ciljane su vrste (srdela, inćun, papalina) analizirane po dužinskim frekvencijama u odnosu na dužinske razrede od 0,5 cm. Ukupna masa svih jedinki iz pojedinih dužinskih razreda je mjerena s točnošću od $\pm 0,05$ kg, dok je masa pojedinih jedinki mjerena s točnošću od 0,5 g. Obradenim jedinkama nije određivan spol pa su stoga sve lovine obrađene s obzirom na oba spola zajedno. Dužinska i masena struktura prikupljenih uzoraka ciljanih vrsta sitne plave ribe je izračunata na temelju postotne brojčane i postotne masene zastupljenosti jedinki raspoređenih po 0,5 cm dužinskim razredima na cjelokupnom istraživanom području.

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

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

$$W=a LT^b,$$

a indeks kondicije pomoću kubičnog ili Fultonovog koeficijenta:

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

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

Tablica 2. Uzorkovane vrste organizama na cjelokupnom istraživanom području

Znanstveni naziv	Hrvatski nazivi	Oznaka vrste
CILJANE VRSTE		
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Srdela	SARDPIL
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Inćun, brgljun	ENGRENC
<i>Spratus spratus</i> (Linnaeus, 1758)	Papalina	SPRASPR
OSTALE PELAGIČKE VRSTE		
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Mliječ ružični	APHIMIN
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Bukva, bugva	BOOPBOO
<i>Sardinella aurita</i> (Valenciennes, 1847)	Srdela golema	SARIAUR
<i>Scomber japonicus</i> (Houttuyin, 1782)	Plavica, lokarda	SCOMJAP
<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)*	Skuša	SCOMSCO
<i>Spicara flexuosa</i> (Rafinesque, 1810)	Oštrulja, lužina	SPICFLE
<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Gira, menula	SPIC SMA
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Šarun, Šnjur	TRACMED
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Šarun, Šnjur	TRACTRA
<i>Trisopterus minutus (capellanus)</i> (Linnaeus, 1758)	Ugotica	TRISMIN
OSTALE PRIDNE VRSTE		
<i>Arnoglossus laterna</i> * (Walbaum, 1792)	Plosnata bljedica	ARNOLAT
<i>Blennius ocellaris</i> * (Linnaeus, 1758)	Babica dubinka	BLENOCE
<i>Cepola macrophthalma</i> * (Linnaeus, 1758)	Mačinac crveni, kurdela	CEPOMAC
<i>Diplodus annularis</i> * (Linnaeus, 1758)	Špar	DIPLANN
<i>Dentex macrophthalmus</i> * (Bloch, 1791)	Zubačić rumeni	DENTMAC
<i>Lepidopus caudatus</i> * (Euphrasen, 1788)	Zmijačnjak repaš	LEPICAU
<i>Lepidotrigla cavillone</i> * (Linnaeus, 1758)	Kokotić oštruljić	LEPICAV
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i> * (Blanc & Hureau, 1973)	Kokotić	LEPIDIE
<i>Macroramphosus scolopax</i> * (Linnaeus, 1758)	Šljuka	MACRSCO
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Osljč, mol	MERLMER
<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	Trlja od blata	MULLBAR
<i>Myliobatis aquila</i> * (Linnaeus, 1758)	Golub	MYLIAQU
<i>Ophidion rochei</i> * (Muller, 1845)	Huj mačinac	OPHIROC
<i>Pagellus acarne</i> * (Risso, 1827)	Batoglavac	PAGEACA
<i>Pagellus erythrinus</i> * (Linnaeus, 1758)	Arbun	PAGEERY
<i>Raja miraletus</i> * (Linnaeus, 1758)	Raža modropjega	RAJAMIR
<i>Scyliorhinus canicula</i> * (Linnaeus, 1758)	Mačka bljedica	SCYOCAN
<i>Serranus cabrilla</i> * (Linnaeus, 1758)	Kanjac	SERRCAB
<i>Serranus hepatus</i> * (Linnaeus, 1758)	Čučin, vučić	SERAHEP
<i>Sparus aurata</i> * (Linnaeus, 1758)	Komarča	SPARAUR
<i>Squalus acanthias</i> * (Linnaeus, 1758)	Kostelj	SQUAACA
<i>Trachinus draco</i> * (Linnaeus, 1758)	Pauk bijelac	TRACDRA
GLAVONOŠCI		
<i>Allotheutis media</i> * (Linnaeus, 1758)	Lignjica	ALLOMED
<i>Eledone moschata</i> * (Lamarck, 1798)	Muzgavac	ELED MOS
<i>Illex coindetii</i> * (Verany, 1839)	Lignjun	ILLECOI
<i>Loligo vulgaris</i> * Lamarck, 1798	Lignja	LOLIVUL
<i>Sepia officinalis</i> * (Linnaeus, 1758)	Sipa	SEPIOFF

* vrste koje ne sudjeluju u ukupnim vrijednostima eho-integrala

4.7. Metoda prostorne interpolacije iz poznatih vrijednosti

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

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

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

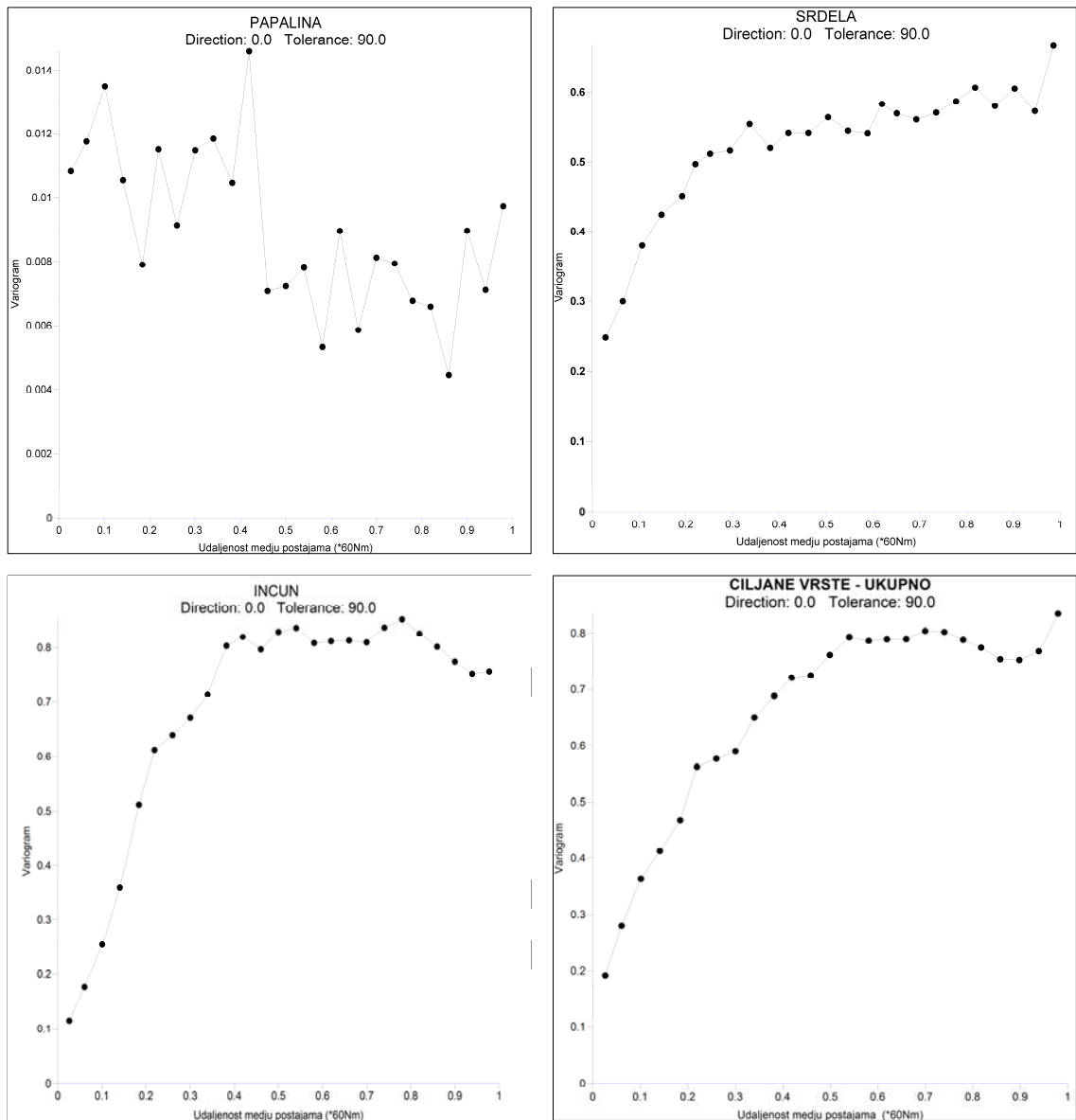
Kod ove metode interpolacija se vrši samo iz podataka čija je udaljenost manja od unaprijed određene najveće udaljenosti u odnosu na poziciju na kojoj se vrši interpolacija kako bi se na interpolaciju izbjegao utjecaj podataka iz područja s različitom populacijom pelagične riblje populacije u odnosu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

Istraživanja su pokazala da eksperimentalni variogrami koji predstavljaju prikaz izračunate poluvarijance iz mjerenih podataka u ovisnosti o udaljenostima među parovima postaja nisu jednostavni jer se u najčešćem broju slučajeva vrijednost varijance ne povećava jednoliko s povećanjem udaljenosti među parovima postaja. Uzrok ovome mogu biti različiti kao što su npr. vrlo velike razlike u vrijednostima na relativno bliskim postajama. Da bi se lakše odredila udaljenost u kojoj vrijede međuzavisnosti u vrijednostima parametara iz složenog izgleda variograma koriste se matematički modeli među kojima su najčešći Gausov, eksponencijalni i kružni modeli pomoću kojih se nastoje simulirati rezultati dobijeni eksperimentalnim variogramom. Pomoću eksperimentalnog i matematičkih modela proizlazi da je homogenost sačuvana do prosječne udaljenosti među postajama od 10 do 12 Nm ako se kod obične «kriging» interpolacije uzima radijus pretraživanja od 15Nm. Ovo znači da se za generiranje interpolirane vrijednosti u točkama bez mjerenja uzimaju u obzir samo podatci s postaja čija udaljenost nije veća od gore navedene.

4.7.1. Analiza variograma podataka dobijenih mjerenjima u 2008. godini

Za podatke dobijene mjerenjima u 2008. godini prikazani su variogrami po pojedinim ciljanim vrstama, te za sve ciljane vrste zbirno na Slici 30.

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



Slika 30. Variogrami kao mjera prostorne homogenosti za ciljane vrste pelagičkih riba.

5. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

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

1) Eho-monitoring unutarnjega mora

Područje unutarnjeg mora podijeljeno je u dva dijela i to:

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

2) Eho-monitoring otvorenog mora

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

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

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

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

* do izobate od 200 m

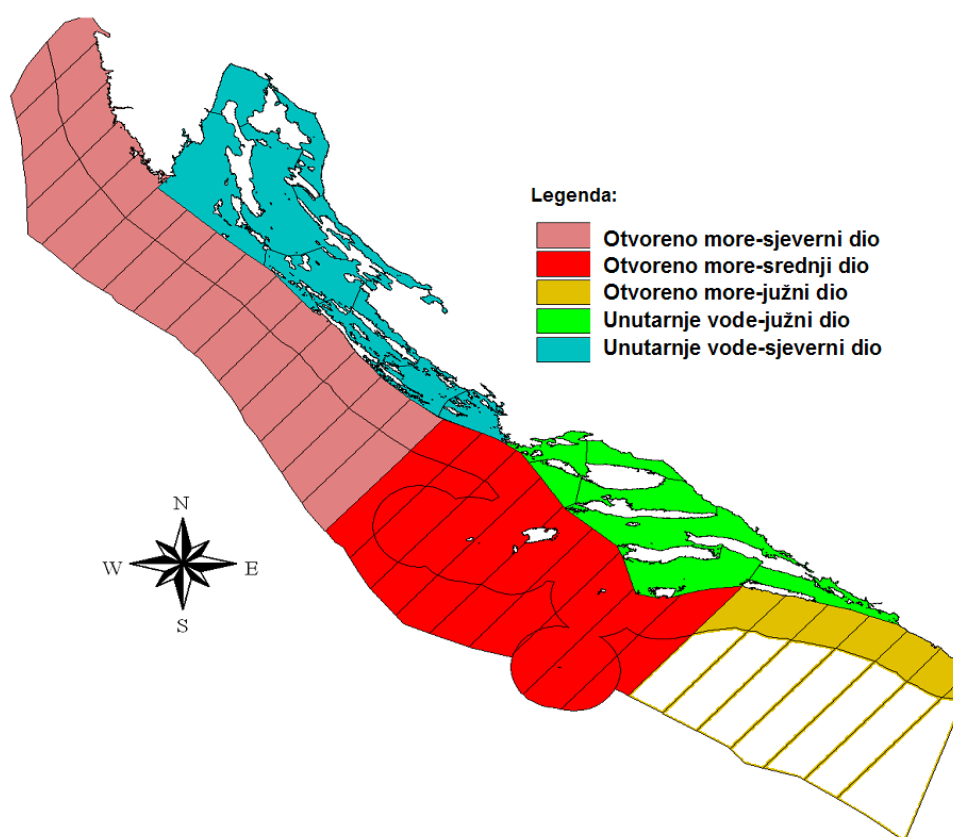
od upotrebe planimetara za računanje površine pojedinih područja jer bi to zahtijevalo veliki napor, a rezultati bi bili dosta nesigurni zbog velike mogućnosti pojave pogreški kod proračuna zbog subjektivnih razloga.

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

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

Osnovna je digitalizacija obale Jadranskoga mora izvršena u zemljopisnoj projekciji jer se ona najčešće upotrebljava u istraživanjima mora iz razloga što se kod oceanografskih istraživanja pozicije postaja određuju pomoću standardnih zemljopisnih koordinata (zemljopisne dužine i širine). S obzirom da se kod ove projekcije ne mogu dobiti točne površine zemljopisnih poligona bilo je neophodno zemljopisnu podlogu pretvoriti u standardni kartografski prikaz pomoću x i y koordinata. Problem koji se pojavio zbog činjenice da je Hrvatska kartografski podijeljena na petu i šestu zonu, a granica među njima prolazi kroz grad Split riješena je na način da je šesta zona transformirana na referentnu petu zonu i potom joj pridružena. Nakon ovoga određene su granice glavnih područja i pod-područja (Slika 31) te izračunane njihove površine (Tablica 3) na način da se od ukupne površine dobijene proračunom isključene površine pripadajućih otoka, otočića, hridi i grebena.

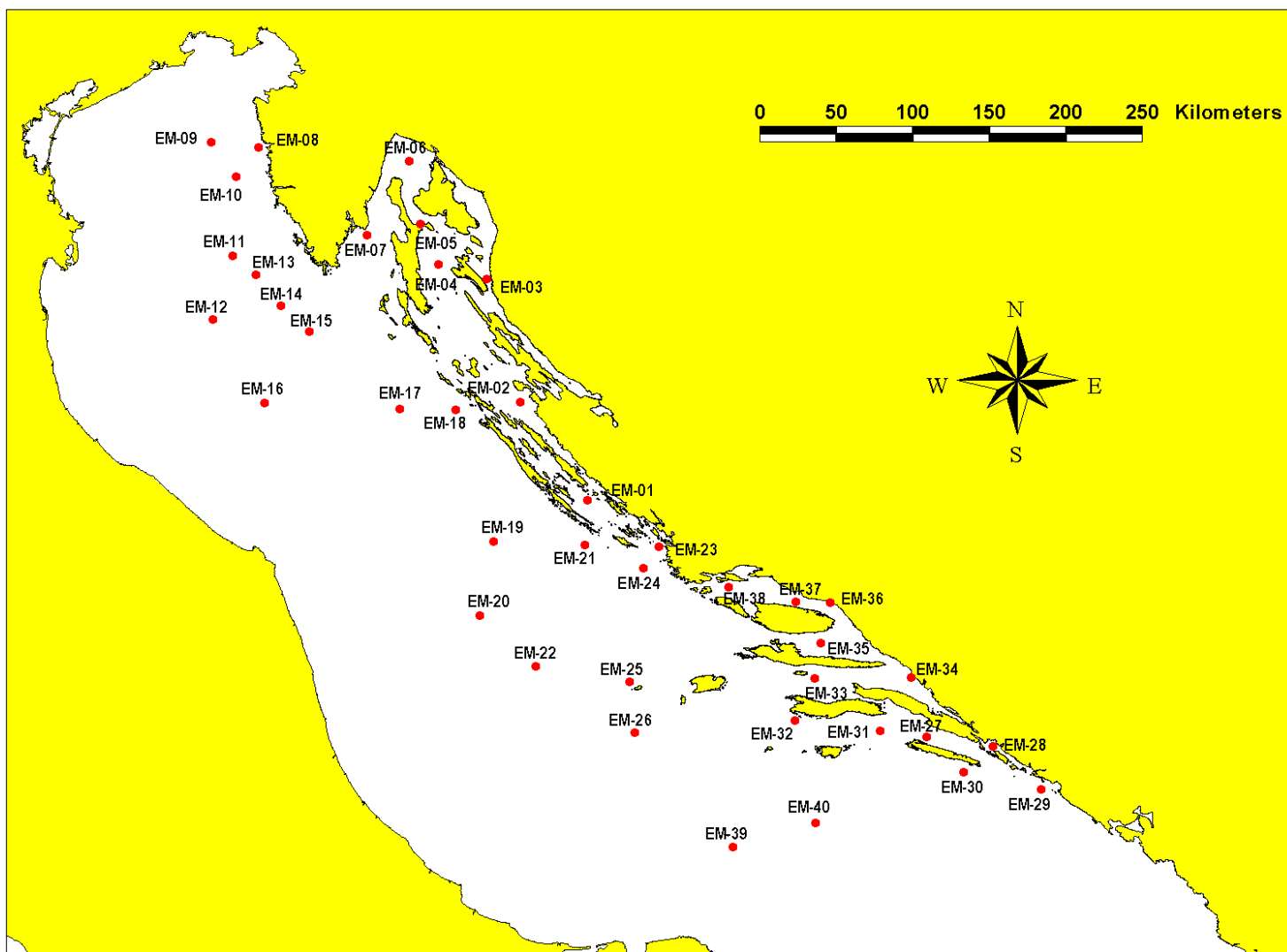
Položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje hidrografskih osobitosti, te fitoplanktona i zooplanktona određen je slučajnim odabirom, a prikazan je na slici 32. Detaljan opis uzorkovanja na pojedinim postajama iznesen je u Tablici 4. Akustičko uzorkovanje na području otvorenog mora obavljalo se po djelomično slučajno raspoređenim paralelnim transektima međusobno udaljenim po 10 Nm, dok je na području kanalnih voda akustičko uzorkovanje obavljeno duž transekata prilagođenih geomorfološkim značajkama područja (Slika 33).



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

Tablica 3. Površine 5 podpodručja obuhvaćenih akustičkim uzorkovanjem.

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

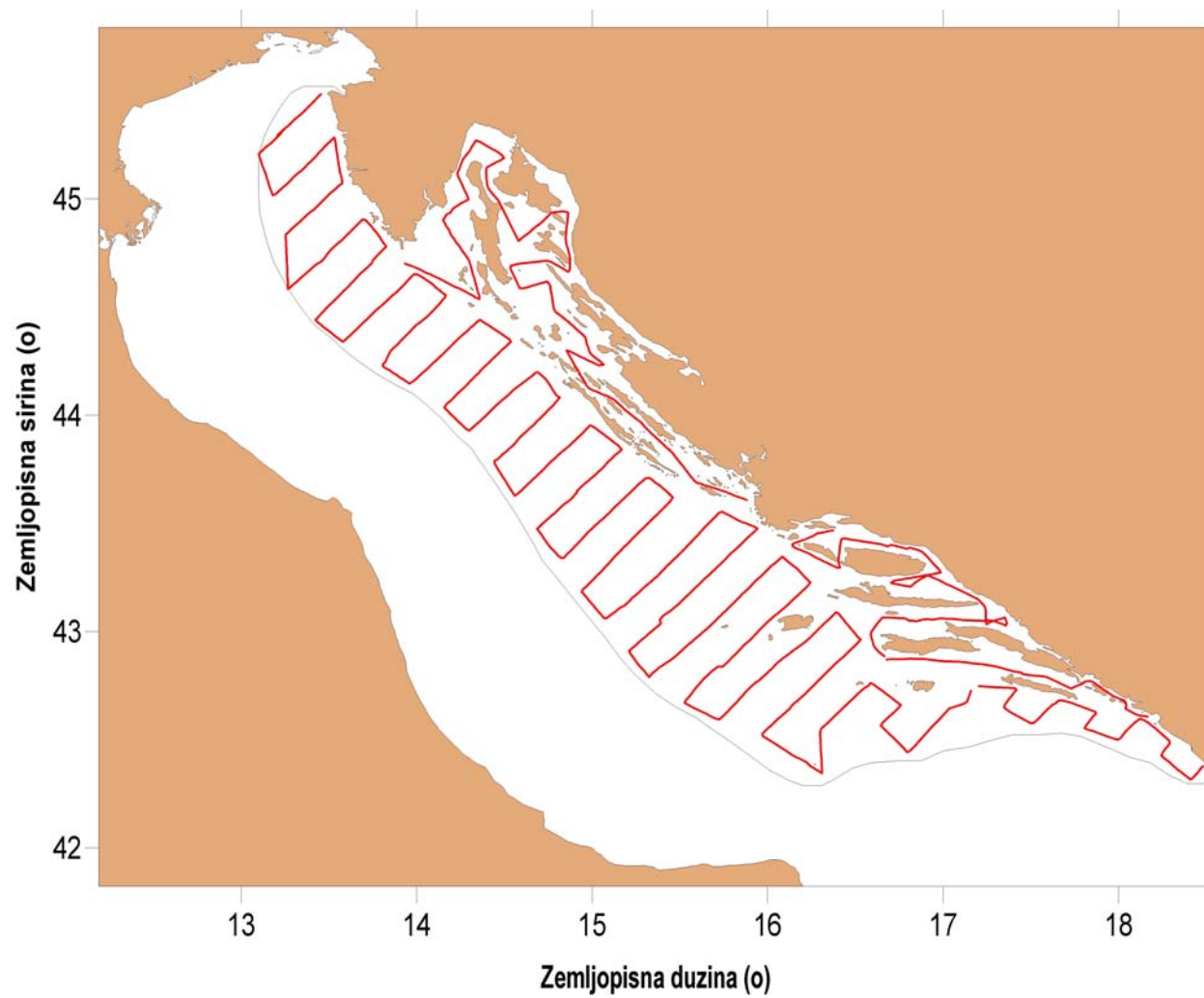


Slika 32. Prostorni položaj postaja na kojima je obavljeno uzorkovanje tijekom eho-monitoringa 2008. godine.

Tablica 4. Način i vrijeme uzorkovanja na pojedinim postajama rujan 2008.

Postaja	Područje	Dubina	Položaj postaje					Uzorkovanje				
		m	°	'	°	'	CTD	Fitop	Zoopl.	O ₂	ribe	
EM-01	Murtersko more	86	43	49,42	15	27,74	+	+	+	+	+	
EM-02	Virsko more	42	44	14,02	15	03,93	+	+	+	+	+	
EM-03	Velebitski kanal	107	44	44,91	14	52,08	+	-	+	-	-	
EM-04	Kvarnerić	86	44	48,72	14	35,23	+	+	+	+	-	
EM-05	Plavnik	120	44	58,66	14	28,81	+	-	+	-	-	
EM-06	Riječki zaljev	65	45	14,29	14	24,74	+	+	+	+	+	
EM-07	Kvarner	50	44	55,90	14	09,90	+	+	+	+	+	
EM-08	Transekt 2a	25	45	17,66	13	31,83	+	-	+	-	+	
EM-09	Transekt 1	30	45	19,12	13	15,12	+	+	+	+	+	
EM-10	Transekt 2	32	45	10,57	13	24,05	+	-	-	-	+	
EM-11	Transekt 3	40	44	50,84	13	22,89	+	+	+	+	-	
EM-12	Transekt 3a	47	44	34,89	13	15,91	+	-	-	-	+	
EM-13	Transekt 4	44	44	46,12	13	30,85	+	+	-	+	-	
EM-14	Transekt 5	45	44	38,39	13	39,76	+	+	+	+	+	
EM-15	Transekt 6	40	44	31,82	13	49,87	+	+	+	+	-	
EM-16	Transekt 7	64	44	13,91	13	34,09	+	-	-	-	+	
EM-17	Transekt 9	64	44	12,38	14	21,51	+	+	+	+	-	
EM-18	Transekt 10	61	44	12,17	14	41,22	+	-	-	-	+	
EM-19	Transekt 13	93	43	39,03	14	54,58	+	+	+	+	-	
EM-20	Transekt 13a/14	99	43	20,06	14	49,75	+	-	-	-	+	
EM-21	Transekt 14a	156	43	38,03	15	26,63	+	-	-	-	+	
EM-22	Transekt 16	269	43	06,93	15	09,58	+	-	-	-	-	
EM-23	Zlarinski kanal	68	43	37,64	15	52,34	+	-	-	-	+	
EM-24	Transekt 16a	160	43	32,11	15	47,12	+	-	-	-	+	
EM-25	Transekt 18	107	43	3,09	15	42,32	+	+	+	+	-	
EM-26	Transekt 19	165	42	49,93	15	44,08	+	-	-	-	+	
EM-27	Mljetski kanal	86	42	48,70	17	26,64	+	+	+	+	+	
EM-28	Koločepski kanal	60	42	46,36	17	50,15	+	-	-	-	+	
EM-29	Transekt 28a/28	105	42	35,10	18	07,18	+	+	+	+	-	
EM-30	Transekt 26	122	42	39,65	17	39,69	+	+	+	+	-	
EM-31	Lastovski kanal	85	42	50,38	17	10,29	+	-	-	-	+	
EM-32	Lastovski kana	96	42	52,95	16	40,34	+	-	-	-	+	
EM-33	Korčulanski kanal	69	43	03,86	16	47,37	+	-	+	+	+	
EM-34	Neretvanski kanal	35	43	04,03	17	21,28	+	-	+	-	+	
EM-35	Hvarski kanal	77	43	13,01	16	49,54	+	+	+	+	+	
EM-36	Vrulja	77	43	23,33	16	52,81	+	-	+	-	-	
EM-37	Brački kanal	59	43	23,53	16	40,55	+	-	-	-	+	
EM-38	Splitski kanal	61	43	27,33	16	17,07	+	-	+	-	+	
EM-39*	Trans. 21a (Palagruža)	122	42	20,87	16	18,62	+	+	+	+	-	
EM-40*	Transekt 24	200	42	26,58	16	47,70	+	+	+	+	-	

* - listopad



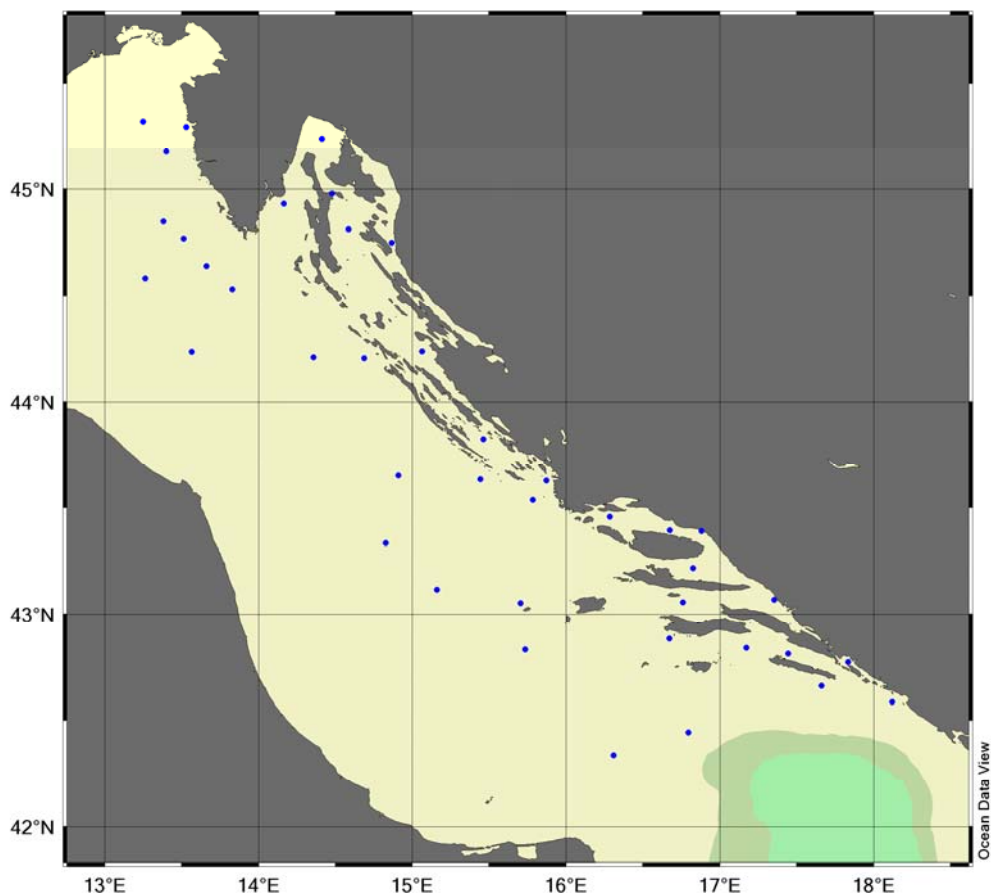
Slika 33. Ruta kretanja broda duž koje se obavljalo akustičko uzorkovanje i/b «BIOS» pomoću eho-sondera SIMRAD EK60.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Abiotski i biotski čimbenici na istraživanom području

6.1.1. Termohalina svojstva

Tijekom rujna 2008. godine, na prikazanim postajama (Slika 34) obavljena su jednokratna mjerenja temperature i saliniteta višeparametarskom sondom tipa SEABIRD-25. Pri uzorkovanju je odabran korak usrednjavanja od 1 m.

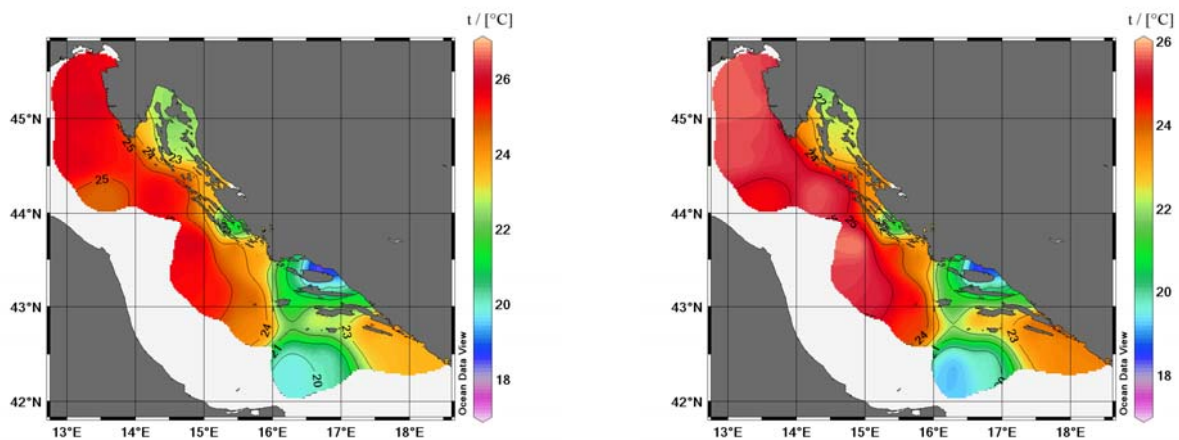


Slika 34. Karta Jadrana uz prostorni prikaz postaja za CTD mjerenja.

Tijekom rujna atmosferski je utjecaj na termohaline osobine Jadrana duž njegove istočne obale kontroliran djelovanjem vjetra i prestankom zagrijavanja. Nastupa homogenizacija vodenog stupca te se posebno ističu obalna područja u kojima je i vertikalni i horizontalni utjecaj (npr. advekcija slatke vode s kopna) više izražen nego u vodama dalje od obale.

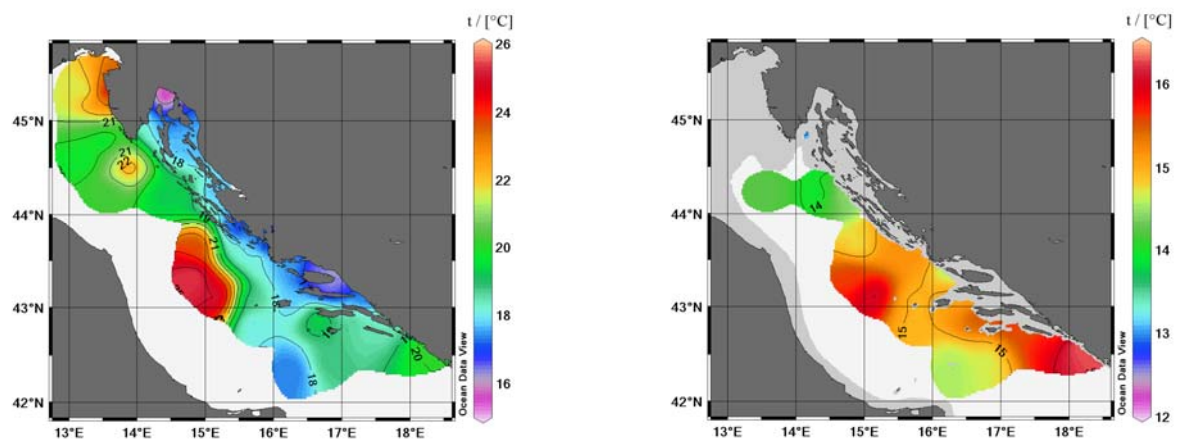
Osobine površinskog sloja mora direktno su ovisne o uvjetima na granici s atmosferom, te vertikalni procesi na termohaline osobine imaju značajnu ulogu. Ove se godine u rujnu nastavilo postupno ohlađivanje, te je površinska temperatura mora sve do polovine mjeseca oscilirala oko normalnih višegodišnjih vrijednosti. Uspoređujući srednje mjesečne vrijednosti površinske temperature mora (prema podacima DHMZ-a) koje su se kretale od 21,5 °C u Komiži do 19,6 °C u Šibeniku, sa pripadnim višegodišnjim vrijednostima, ne nalaze se znatnija odstupanja, s izuzetkom postaje Šibenik. U području estuarija rijeke Krke srednja mjesečna vrijednost ovogodišnjeg rujna bila je za čak 2,4 °C niža od višegodišnje srednje vrijednosti. Raspon srednjih dnevnih temperatura bio je od minimalnih 17,2 °C (Šibenik, 26. i 27. rujna) do 24,6 °C (Komiža, 2. rujna). Uz obalu je bilo općenito varijabilnije nego na otocima. Prodorom vlažnog i hladnog zraka polovinom mjeseca površinski se sloj mora naglo ohladio. Temperatura se spustila ponegdje i za nekoliko stupnjeva. Srednja dnevna temperatura mora u Šibeniku se sa relativno visokih 22,3 °C koliko je izmjereno 14. rujna spustila 15. rujna na samo 19,3 °C. Idućih dana nastavio se pad površinske temperature mora. U razdoblju od 15. rujna pa do kraja mjeseca na pojedinim su postajama zabilježene ekstremne temperature mora koje su čak za 3 standardne devijacije bile niže od višegodišnje srednje vrijednosti. Prodor hladnog zraka osjetio se duž cijele istočne obale, te na otocima, no jače u području estuarija rijeke Krke zbog prisustva znatne količine slatke vode. U području otvorenog mora (otok Vis) zabilježeno je također od polovice mjeseca razdoblje ekstremnih vrijednosti površinske temperature mora, s minimalnom vrijednosti od 18,4 °C koliko je izmjereno 20. rujna. (Grbec i Britvić Pejšković, Bilten DHMZ-a; rujna, 2008). Prema izmjerenim podacima temperature mora na površini i na 3 m dubine duž cijele istočne obale Jadrana te na postajama otvorenog mora uočava se temperaturno dobro izmiješan površinski sloj mora (Slika 35). Sjevernije je bilo toplije nego u području srednjeg i južnog Jadrana. Kako je mjerenje termohalinih osobina obavljeno u dva navrata (prva polovica rujna i krajem listopada) tijekom kojega se temperatura površinskog sloja mora kontinirano smanjivala prostorni prikaz temperature mora (i saliniteta) ne daje razdiobu mjerenih parametara pod

istim uvjetima u atmosferi te se o tome treba voditi računa. Temperatura se na površini kretala od 16,5 °C do 25,0 °C.



Slika 35. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2008. na površini (lijeva slika) i na 3 m dubine (desna slika).

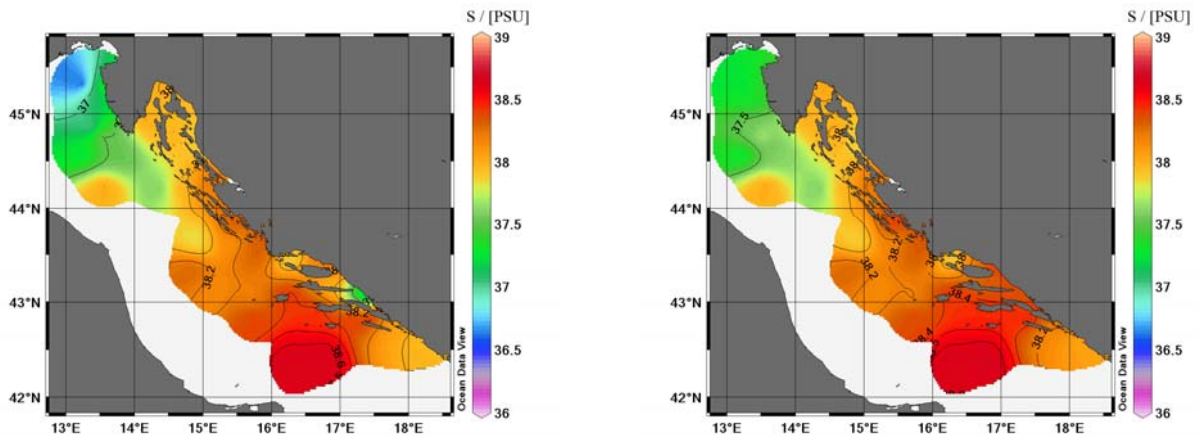
Razdioba temperature na 20 i 50 m dubine (Slika 36) prikazuje prostornu homogenost na dubini od 20 m, dok je dublje područje južnog i srednjeg Jadrana toplije od dijela sjevernog Jadrana. Termoklina je tijekom rujna, ovisno o postaji i vremenu mjerenja smještena na dubini od 10-25 m.



Slika 36. Prostorna raspodjela temperature u rujnu 2008. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini 50 m (desna slika).

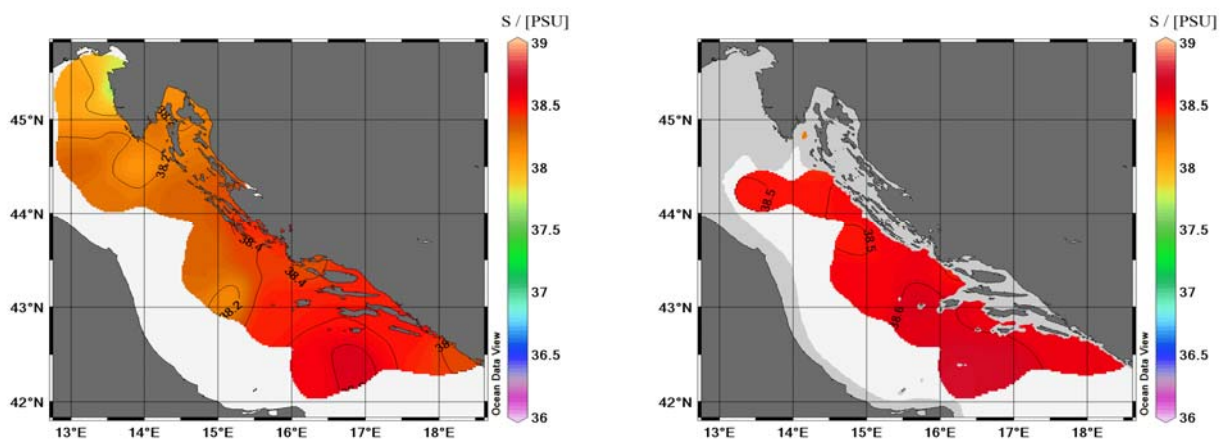
U polju saliniteta (Slika 37) vidljiv je utjecaj slatkovodnih obalnih dotoka, što se odražava na halinu strukturu površinskog sloja. Prostorna razdioba saliniteta nije homogena prvenstveno zbog nejednolike rasporedene oborine tijekom razdoblja mjerenja.

Salinitet otvorenih voda smanjuje se od juga prema sjeveru, s izuzetkom obalnih voda srednjeg Jadrana gdje je vidljiv utjecaj slatkovodnih dotoka s kopna. Taj utjecaj, jasno slabi od površine prema dubljim slojevima. Kao posljedica djelovanja atmosfere i procesa miješanja na vertikalnom profilu saliniteta uočava se dobro izmiješan površinski sloj, s haloklinom na dubini od 10-20 m, ovisno o postaji.



Slika 37. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2008. na 3 m dubine (lijeva slika) i na dubini 10 m (desna slika).

U dubljim slojevima (50 metara i dublje) vidljivi su horizontalni gradijenti temperature (Slika 37) i saliniteta (Slika 38), ali su slabije izraženi i prostorno su ujednačeniji nego na površini. Njihov je uzrok prodiranje vode iz južnog Jadrana i/ili Mediterana, a ne procesi vertikalnog miješanja.



Slika 38. Prostorna raspodjela saliniteta tijekom rujna 2008. na 20 m dubine (lijeva slika) i na dubini od 50 m (desna slika).

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

Tablica 5. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujn 2008., unutarne 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	83,0	38,53	0,08	38,31	38,64	16,10	1,80	14,43	20,69
EM-02	35,5	38,33	0,10	38,16	38,46	18,67	2,41	15,96	23,38
EM-03	100,5	38,15	0,14	37,74	38,32	14,32	3,51	10,88	22,65
EM-04	75,0	38,24	0,13	37,98	38,40	15,48	3,28	11,17	22,49
EM-05	111,0	38,19	0,10	37,92	38,25	13,95	3,36	11,25	22,11
EM-06	61,5	38,14	0,07	37,96	38,23	14,71	2,92	11,51	22,54
EM-07	47,0	38,21	0,13	37,99	38,38	18,27	3,47	13,69	23,40
EM-23	64,0	38,48	0,08	38,29	38,59	16,80	2,58	14,76	23,24

Tablica 6. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujn 2008., unutarne 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-27	78,0	38,57	0,05	38,47	38,67	17,15	2,99	14,62	24,64
EM-28	55,0	38,43	0,20	38,00	38,59	18,39	3,29	15,18	24,25
EM-31	80,5	38,54	0,06	38,44	38,68	17,23	2,74	14,61	22,93
EM-32	94,0	38,56	0,07	38,43	38,65	17,29	3,09	14,75	23,13
EM-33	62,0	38,53	0,07	38,43	38,65	17,27	2,42	14,87	21,08
EM-34	31,0	38,18	0,56	36,87	38,52	18,14	1,61	16,29	20,79
EM-35	71,0	38,46	0,18	37,97	38,66	15,90	1,71	14,50	20,25
EM-36	71,0	38,52	0,06	38,35	38,57	16,00	0,90	14,68	18,50
EM-37	56,0	38,40	0,12	38,16	38,55	16,03	1,23	14,32	17,94
EM-38	56,5	38,24	0,27	37,81	38,49	17,01	2,58	14,34	20,93

Tablica 7. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2008., 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	21,0	37,47	0,03	37,46	37,59	25,32	0,11	24,90	25,39
EM-09	27,5	37,42	0,73	36,37	38,18	23,60	2,60	19,57	25,69
EM-10	29,5	37,57	0,53	36,38	38,28	23,55	2,84	18,24	26,13
EM-11	37,5	37,82	0,62	36,74	38,32	21,08	4,09	16,07	25,63
EM-12	42,5	37,94	0,52	37,19	38,37	20,12	4,36	14,71	25,80
EM-13	42,0	38,13	0,24	37,77	38,36	19,98	4,00	15,39	25,42
EM-14	43,5	38,06	0,37	37,52	38,42	20,28	4,33	14,76	25,42
EM-15	33,5	37,96	0,31	37,43	38,37	22,37	3,38	16,68	25,38
EM-16	57,5	38,30	0,20	38,02	38,51	18,53	4,27	13,42	24,57
EM-17	58,5	38,25	0,36	37,57	38,52	18,33	4,53	13,55	25,65
EM-18	55,0	38,31	0,23	37,98	38,54	18,91	4,54	14,09	25,37
EM-19	89,0	38,38	0,26	37,81	38,64	17,64	4,63	13,57	25,85
EM-20	95,0	38,48	0,14	38,26	38,64	18,26	4,77	13,43	25,45
EM-21	145,5	38,56	0,17	38,11	38,71	16,02	3,01	14,01	24,92

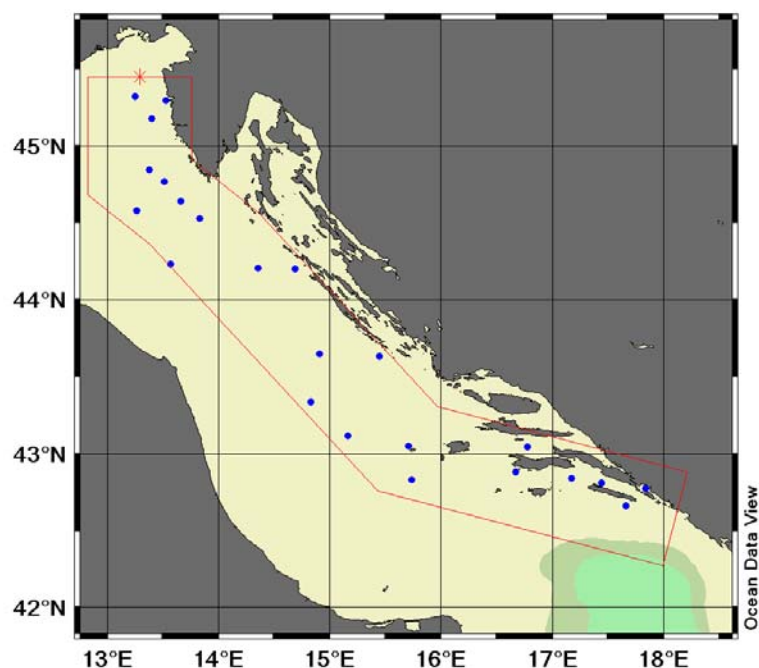
Tablica 8. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan/listopad 2008., otvoreno more – srednji dio.

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-22	258,5	38,51	0,13	38,15	38,67	14,46	4,04	11,35	25,33
EM-24	150,5	38,61	0,13	38,32	38,72	15,88	2,98	12,43	24,13
EM-25	103,0	38,59	0,18	38,17	38,77	16,50	3,37	14,32	24,76
EM-26	159,5	38,64	0,12	38,38	38,80	15,38	2,98	11,73	24,26
EM-39	119,0	38,71	0,09	38,53	38,81	15,30	1,68	13,99	19,70
EM-40	196,0	38,76	0,08	38,60	38,85	15,10	1,60	14,27	20,02

Tablica 9. Osnovna statistička obilježja hidrografskih svojstava vodenog stupca, rujan 2008., otvoreno more – južni dio.

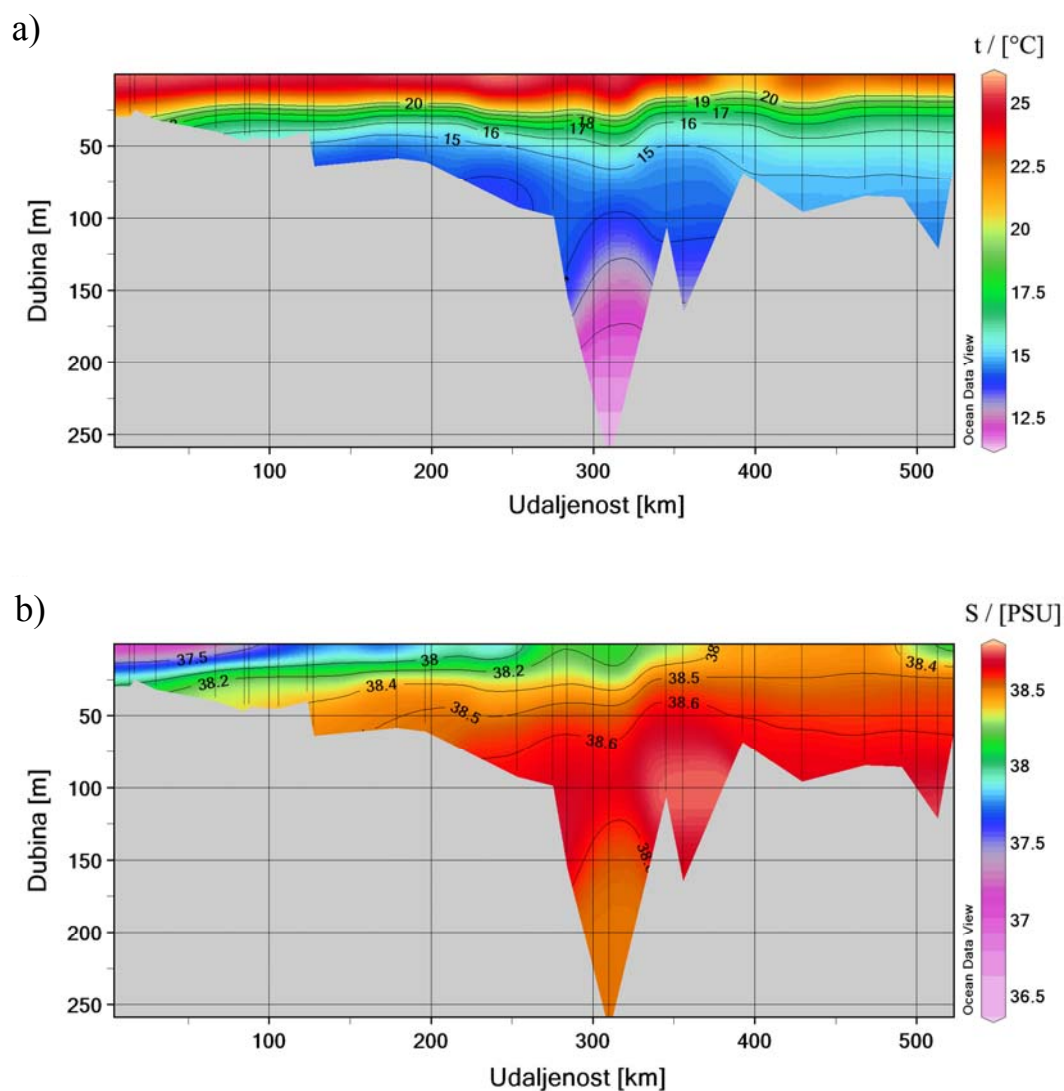
Oznaka postaje	Dubina mjerenja (m)	SALINITET (PSU)				TEMPERATURA (°C)			
		Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost
EM-29	99,0	38,46	0,23	37,88	38,66	17,71	2,93	14,63	23,59
EM-30	119,0	38,56	0,19	38,03	38,77	16,48	2,67	14,45	23,18

Kako bi se analizirala razdioba temperature i saliniteta u otvorenim vodama od sjevernog do južnog Jadrana definiran je profil Savudrija - Prevlaka (Slika 39) uzduž kojega su prikazani podaci temperature i saliniteta.



Slika 39. Mapa postaja na profilu uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu.

Idući duž definiranog profila od sjevera prema jugu u polju temperature primjetan je prostorno homogen površinski sloj, nešto većih temperatura u sjevernom dijelu profila, gdje je salinitet najniži. Primjerice izolinija saliniteta od 37,5 PSU prisutna je samo u najsjevernijem području profila, dok općenito niži salinitet zahvaća površinske vode do područja oko Jabučke kotline (Slika 40). Strujanje je usmjereno prema istočnoj obali. Ispod površinskog sloja prisutna je intermedijarna voda većeg saliniteta (približno 38,6 PSU) i srednje temperature od 15,5 °C koja strujanjem dolazi iz južnoj dijela Jadrana i/ili Mediterana. U dubljim slojevima Jabučke kotline prisutna je voda koja se ohlađivanjem i procesima evaporacije formirala u sjevernom Jadranu. Srednja temperatura te vode je 12,5 °C i saliniteta od 38,5 PSU.

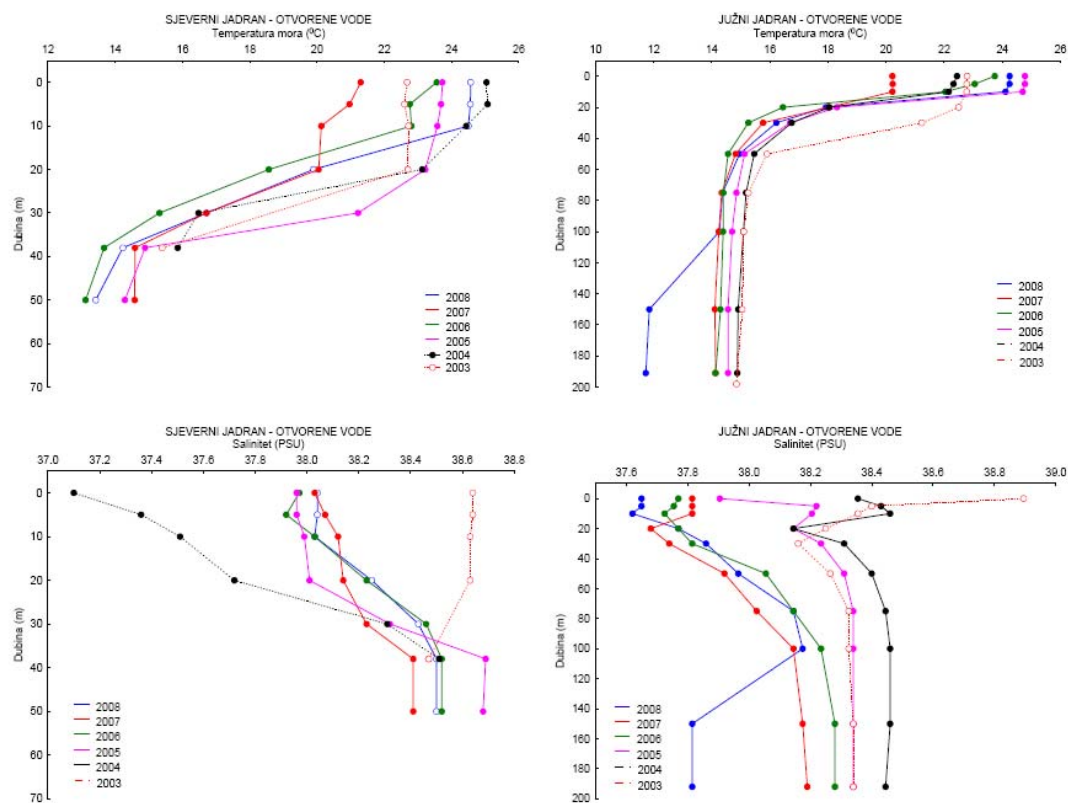


Slika 40. Vertikalni presjek temperatura (a) i saliniteta (b) uzduž otvorenih voda od sjevernog prema južnom Jadranu u rujnu 2008.

6.1.1.1. Višegodišnje promjene termohalinih osobina tijekom mjerenja u okviru Projekta PELMON od 2003.-2008. godine

Termohaline se osobine u moru mijenjaju kombiniranim djelovanjem izmjene topline i soli horizontalnim i vertikalnim procesima. Promjene temperature i saliniteta ukazuju na djelovanje klimatskih promjena i skokova koje mijenjanjem preduvjeta za stvaranje vodenih masa značajnih za Jadran mijenjaju cirkulaciju u moru, i lokalne termohaline osobine. Termohaline osobine u kolovozu i rujnu tijekom višegodišnjeg razdoblja (2003-2008) za potrebe ovog Izvješća prikazane se analizom temperature i

saliniteta za dio otvorenog mora sjevernog i otvorenog mora južnog Jadrana (slika 41), te služe samo kao prikaz stanja u pojedinim mjernim razdobljima i područjima.



Slika 41. Vertikalne promjene temperature i saliniteta tijekom višegodišnjeg razdoblja mjerenja (2003-2008) tijekom projekta PELMON u otvorenim vodama sjevernog i južnog Jadrana.

Naime, proučavanje višegodišnjih promjena termohalinih osobina usko je vezano sa klimatskim osobinama pripadnog razdoblja, kao i sa specifičnim sinoptičkim situacijama koje su vladale za vrijeme mjerenja. Kako je mjerenje termohalinih osobina tijekom projekta PELMON ograničeno samo na razdoblje kolovoz-rujan kada zbog specifičnih atmosferskih situacija (npr. veći izostanak zagrijavanja, djelovanje bure na stratificirani sloj mora) vodeni stupac postaje nestabilan, za dokumentirano objašnjenje promjena u moru iz godine u godinu potrebno je raspolagati dodatnim mjerenjima i meteorološkim podlogama. Kako tome nije slučaj to je dan prikaz termohalinih osobina tijekom razdoblja mjerenja.

Iz mjerenja je vidljivo da su u otvorenim vodama sjevernog Jadrana termohaline osobine varijabilnije u odnosu na južni Jadran koji je pod većim utjecajem upliva

intermedijarne vode iz Mediterana. U sjevernom je Jadranu i salinitet površinskog sloja variabilniji te ovisi o većem ili manjem utjecaju slatkovodnih dotoka s kopna. Višegodišnje promjene termohalinih osobina na području sjevernog i južnog Jadrana u ovisnosti o uglavnom horizontalnoj (površinski sloj) i uglavnom vertikalnoj (intermedijarni i pridneni sloj) izmjeni topline i soli u pojedinim godinama su različite. Analizom termohalinih osobina za promatrano razdoblje (podaci Projekta Jadran, ADRICOSM, EACE) izdvajaju se godine 2003, 2006 i 2007 koje meteorološki te u odnosu na termohalinu cirkulaciju (THC) opisuju različite ekstremne situacije u Jadranu. Već dobro dokumentirana ekstremna zimska i ljetna situacija 2003. godine (Dorman i sur., 2007; Grbec i sur., 2007; Orlić i sur., 2007) opisuje ona stanja u Jadranu koja se povezuju sa izrazito hladnim i suhim zimama, te ekstremno toplim i suhim ljetom. Godine s više oborine i općenito s toplijim zimama (npr. 2006.) razlogom su drugačije THC u Jadranu.

6.1.2. Otopljeni kisik

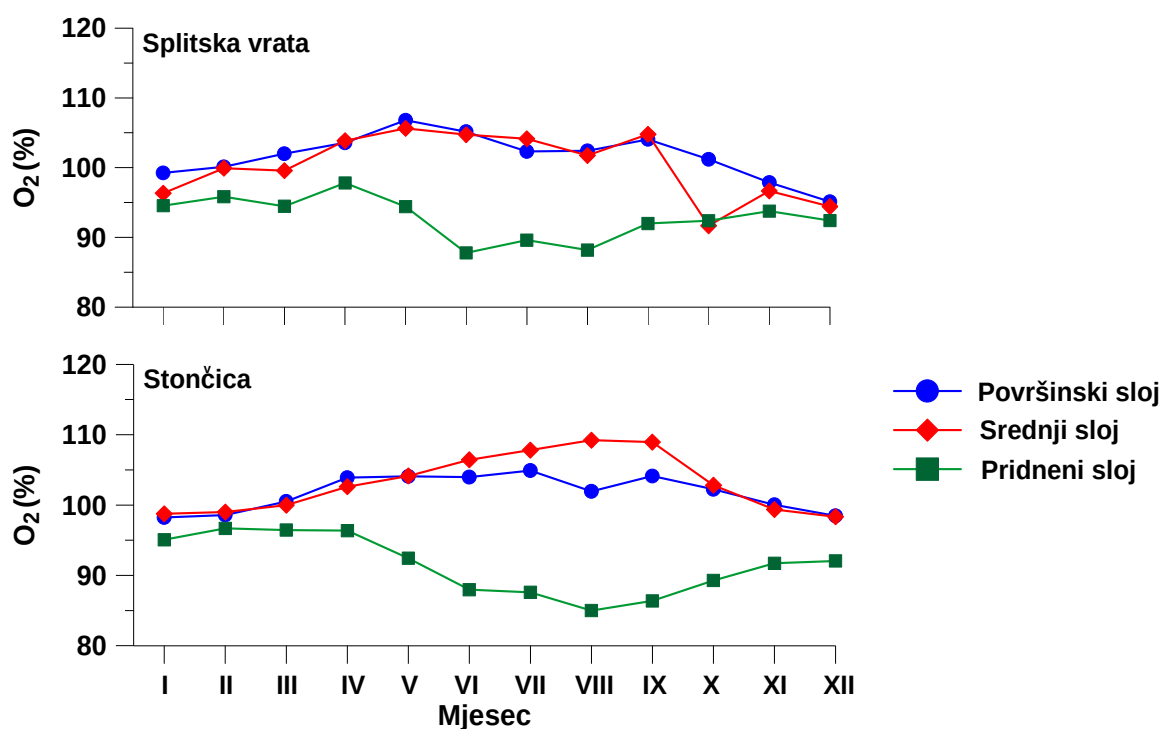
Otopljeni kisik u prirodnim vodama pokazuje nekonzervativno ponašanje, tj. njegov volumni udio je prostorno i vremenski promjenjiv. Glavni razlog tome je njegova uloga u procesima fotosinteze i respiracije kojima se njegov sadržaj povećava (primarna proizvodnja organske tvari), odnosno smanjuje (razgradnja otopljene i partikularne organske tvari). Iz praktičnih razloga kisik se osim kao volumni udio često izražava i preko postotka zasićenja (O_2 %), pri čemu njegovom ravnotežnom stanju odgovara vrijednost zasićenja od 100 %.

Dugogodišnja istraživanja hidrografskih parametara u priobalnom i otvorenom moru Republike Hrvatske (Banke podataka IOR-Split i CIM-Rovinj) ukazuju na relativno dobro stanje sadržaja kisika u vodenom stupcu, pri čemu je zasićenost kisikom za većinu područja uravnotežena, dok su značajnija odstupanja zabilježena tek u obalnim područjima pod snažnim antropogenim utjecajem, kao i u dubokim bazenima s prirodno otežanom izmjenom vodenih masa.

Obzirom da se projektom „PELMON“, uz osnovna istraživanja rasprostranjenosti i obima populacije sitne plave ribe, istražuje i zasićenost vodenog stupca kisikom, prije rasprave o ustanovljenom stanju tijekom krstarenja u rujnu i listopadu 2008. svrsishodno je razmotriti:

- godišnji ciklus raspodjele otopljenog kisika u područjima unutrašnjeg i otvorenog mora Jadrana,
- prosječne vertikalne raspodjele kisika u vodenom stupcu unutrašnjeg i otvorenog mora za rujan i listopad.

Godišnji ciklus otopljenog kisika razmotrit ćemo na osnovi rezultata dugogodišnjih istraživanja hidrografskih svojstava područja unutrašnjeg i otvorenog mora Jadrana (Buljan i Zore-Armanda, 1979; Zore-Armanda i sur., 1991; Banka podataka - Institut za oceanografiju i ribarstvo), uz prikaz mjesečnih fluktuacija kisika u karakterističnim slojevima vodenog stupca za postaje „Splitski kanal“ (unutrašnje more) i „Stončica“ (otvoreno more) (Slika 42).



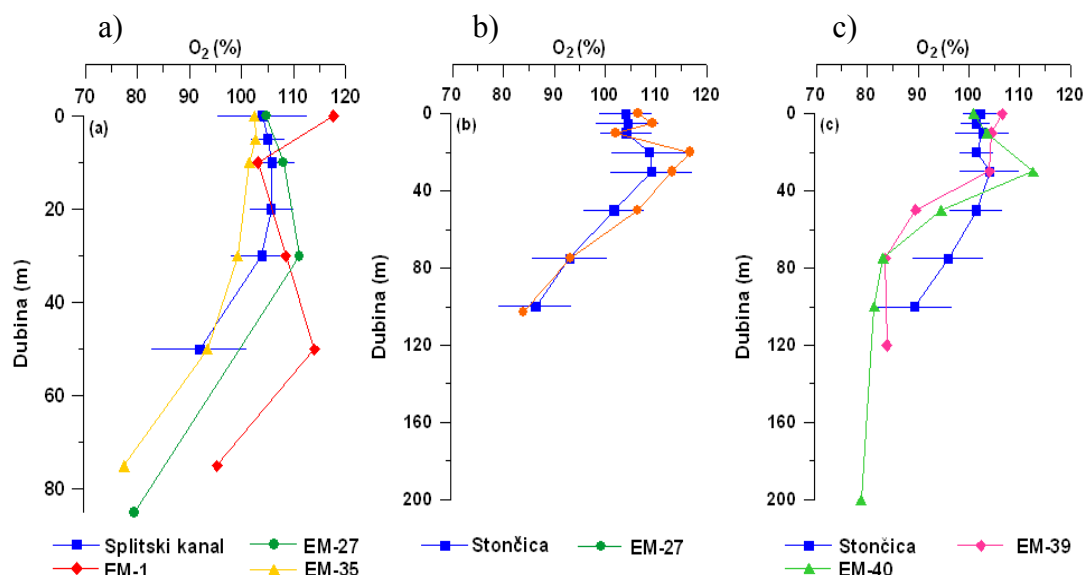
Slika 42. Srednje mjesečne vrijednosti zasićenja površinskog, srednjeg i pridnenog sloja kisikom na postaji Splitska vrata (unutrašnje more) za razdoblje 1995-2008 i na postaji Stončica (otvoreno more) za razdoblje 1970-2008.

Početkom godine (zimsko razdoblje) vodeni stupac je u oba područja dobro izmiješan i relativno ujednačeno zasićen kisikom. Zbog smanjene temperature vodenog stupca, kao i manje insolacije u ovom dijelu godine proces fotosinteze je smanjen, te je zasićenje vodenog kisika ispod 100%. Zagrijavanjem se u proljetnom razdoblju (ožujak / travanj) zbog sve intenzivnije primarne proizvodnje, zasićenost površinskog i srednjeg

dijela stupca povećava, a istovjetno se u pridnenom sloju (uslijed heterotrofne razgradnje sedimentirane organske tvari) smanjuje. Najveće raslojavanje uspostavlja se u oba područja tijekom ljetnog razdoblja, kada su površinski i srednji slojevi prezasićeni kisikom (povremeno i preko 120 %) a pridneni sloj pokazuje izražen nedostatak kisika. U području otvorenog mora zasićenost u pridnenom sloju može, zbog većih dubina biti i niža od 70 %, dok u unutrašnjem moru u pravilu ne pada ispod 80 %. U jesen (studeni, prosinac) se vodeni stupac ponovo počinje homogenizirati, što u području unutrašnjeg mora izaziva vertikalno ujednačenu zasićenost čitavog stupca, dok se u dubljem otvorenom moru izjednačava samo zasićenost gornjih slojeva vodenog stupca.

Obzirom da su terenska istraživanja za projekt „PELMON“ u 2008. godini provedena u rujnu i listopadu, ovi su mjeseci odabrani za prikaz na slici 42 kao prosječne vertikalne raspodjele kisika u vodenom stupcu postaja «Splitska vrata» i «Stončica». Na obje je postaje u rujnu gornji dio vodenog stupca do 40 m prezasićen kisikom, a maksimumi zasićenja nalaze se na dubini od 10-20 m (Splitska vrata) odnosno 20-30 m (Stončica). Donji dio vodenog stupca ($z > 40 - 50$ m) pokazuje nedostatak kisika, koji je na postaji otvorenog mora snažnije izražen. Stanje na postaji «Stončica» u listopadu zadržava karakteristike iz rujna, osim na dubini od 20-30 m gdje se sadržaj kisika nešto smanjuje. Usporedimo li ove prosječne vertikalne raspodjele s rezultatima istraživanja «PELMON» iz 2008. godine (Slika 43) možemo ustanoviti da je stanje na postajama:

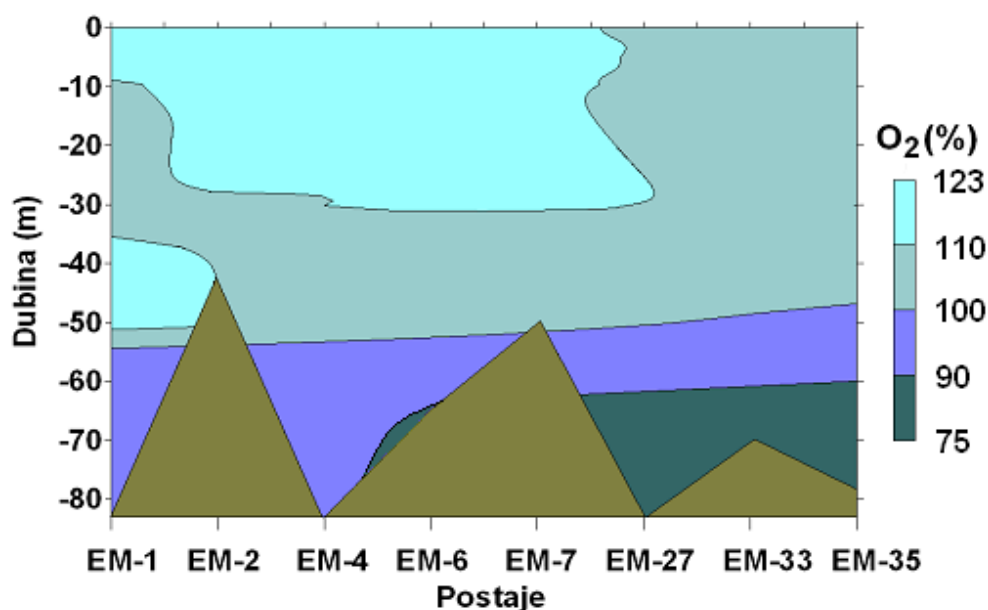
- u području unutrašnjeg mora u osnovi u skladu s višegodišnjim vertikalnim hodom na postaji „Splitska vrata“, te je zasićenost vodenog stupca kisikom slična ili čak i viša;
- u području otvorenog mora tijekom rujna u granicama standardnih devijacija, dok je u listopadu donji dio vodenog stupca ispod 40 m znatno slabije zasićen kisikom u odnosu na višegodišnje prosječno stanje.



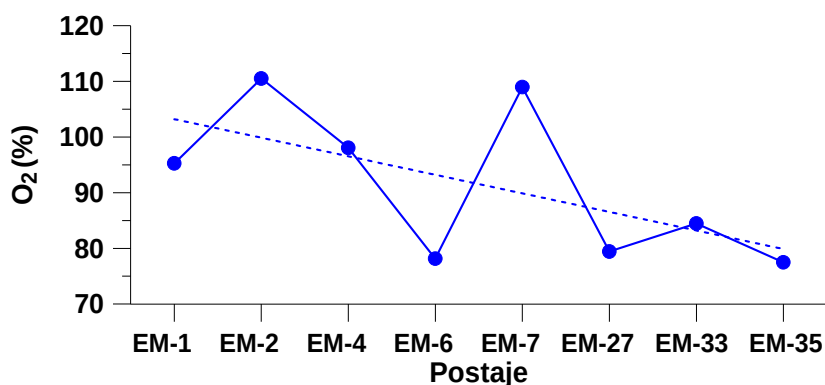
Slika 43. Prosječno zasićenje vodenog stupca kisikom za rujan ($SV \pm std$) u razdoblju 1995. – 2008. na postaji Splitska vrata (a) i na postaji Stončica u razdoblju 1970. – 2008. (b), te za isto razdoblje u listopadu za postaju Stončica (c) uz vertikalne profile zasićenja ustanovljene tijekom 2008. godine na odabranim postajama EM-01, EM-27, EM-35 (unutrašnje more) i EM-27, EM-39 i EM-40 (otvoreno more).

6.1.2.1. Područje unutrašnjeg mora

Zasićenje vodenog stupca kisikom je u ovom dijelu Jadrana tijekom rujna 2008. bilo između 77,5 do 122,8 %, što se može smatrati blago povišenim rasponom za ovo razdoblje godine. Kako je vidljivo na slici 44 gornji slojevi (0 - 50 m) bili su u čitavom području umjereno prezasićeni kisikom (100 – 110 %), s izuzetkom sjevernog dijela priobalja (EM-1 do EM-7), gdje se javlja vodena masa od površine do 30 m koja je posebno bogata kisikom (110 do 123 %). Osim u površinskom dijelu ovako veliko zasićenje zabilježeno je na postajama EM-1 i EM-2 čak i na dubinama od 40 do 50 m, što je svakako izuzetak od uobičajenog stanja. Razlike između sjevernog i južnog dijela unutrašnjeg mora javljaju se i u dubljim slojevima vodenog stupca ($z > 50$ m), pri čemu se zasićenost u tom sloju smanjuje od 90 - 100 % na sjeveru do 75 - 90 % na jugu. Ovaj trend uočljiv je osobito u pridnenom sloju istraženih postaja (Slika 45), pri čemu je pad zasićenosti kisikom od sjevera prema jugu u skladu s povećanjem dubine postaja sa izuzetkom postaje EM-6.

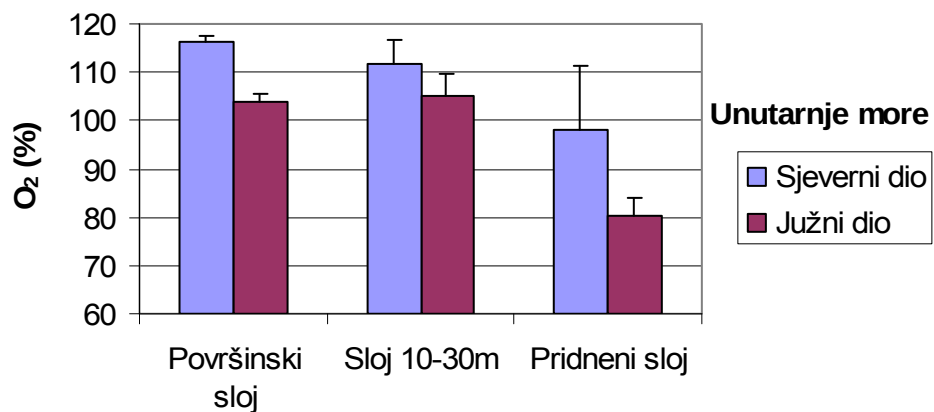


Slika 44. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području unutrašnjeg mora tijekom rujna 2008.



Slika 45. Zasićenje pridnenog sloja postaja unutrašnjeg mora kisikom tijekom rujna 2008. uz prikaz trenda od sjevera prema jugu (isprekidana crta).

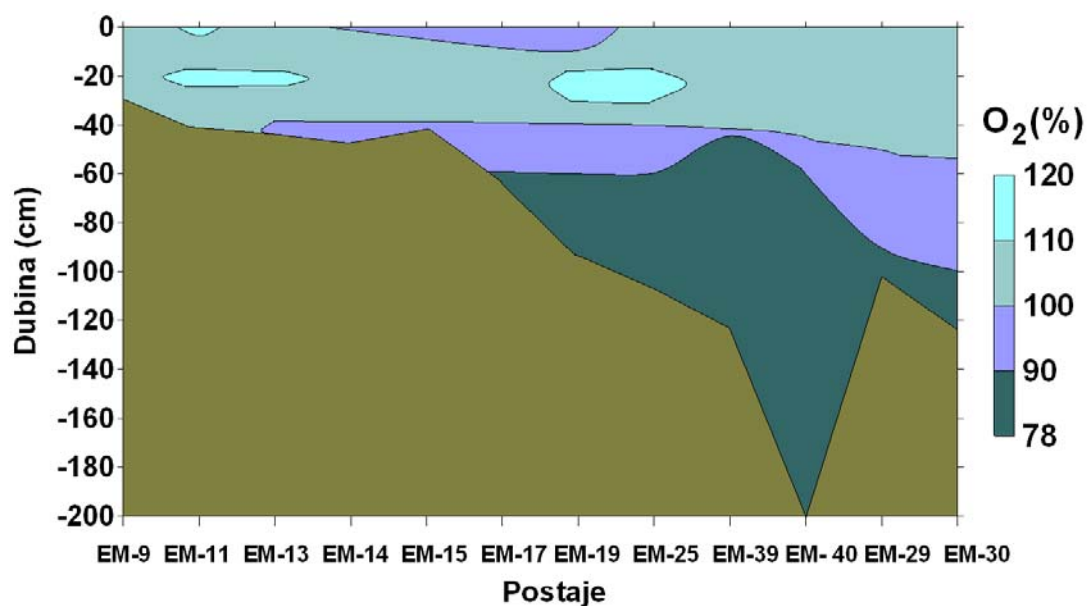
Daljnja analiza osobitosti sjevernog i južnog dijela unutrašnjeg mora u odnosu na otopljeni kisik (Slika 46) pokazuje da su razlike između njih značajne (12,3 % u površinskom, 6,3 % u srednjem do 17,8 % u pridnenom sloju) i da u površinskom i pridnenom sloju izlaze iz granica standardnih devijacija.



Slika 46. Prosječno zasićenje ($\pm$ standardna devijacija) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom i južnom dijelu unutrašnjeg mora tijekom rujna 2008.

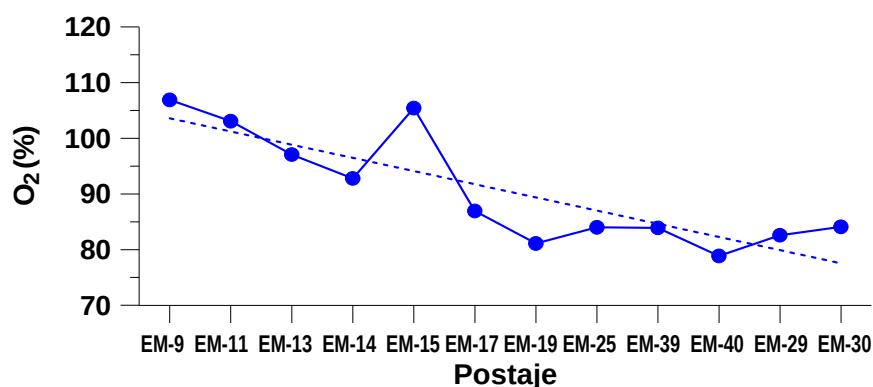
6.1.2.2. Područje otvorenog mora

Raspon zasićenja vodenog stupca kisikom u području otvorenog mora je u rujnu i listopadu 2008. bio od 78,9 do 120,2 %, što možemo ocijeniti uobičajenim rasponom za ovaj dio Jadrana. Granični sloj uravnoteženog zasićenja (100 %) na sjevernim postajama nalazi se na dubini od 40 m te se prema jugu produbljuje i ispod 50 m (Slika 47). Vodena masa iznad ove granične razine je blago prezasićena kisikom (do 110 %), a manja su odstupanja zabilježena jedino u površinskom sloju postaja EM-14 do EM-19 ($O_2 < 100\%$), kao i na dubini od 20 m na postajama EM-11, EM-13, EM-19 i EM-25 ($O_2 = 110 - 120 \%$). Vodeni stupac ispod dubine uravnoteženog zasićenja možemo podijeliti u dva sloja, i to u sloj s umjerenim nedostatkom kisika ($O_2 = 90 - 100 \%$) te u sloj s naglašenim nedostatkom kisika, gdje zasićenje pada i ispod 80 %. Sloj s umjerenim nedostatkom kisika u području otvorenog mora javlja se od postaje EM-13 te se rasprostire sve do najjužnije postaje EM-30. U sjevernom dijelu otvorenog mora (EM-13 do EM-15) ovaj sloj je relativno tanak (oko 10 m), međutim prema jugu njegova se debljina povećava na 20 do 40 m (uz izuzetak na postaji 39). Vertikalno se ovaj sloj na postajama EM-13 do EM-15 rasprostire sve do morskog dna dok na južnim postaja graniči s slojem u kojem je zasićenje ispod 90 %. Ovaj sloj (s naglašenim nedostatkom kisika) osobito je značajan u središnjem dijelu otvorenog Jadrana (EM-25 do EM-40), gdje zauzima veliki dio vodenog stupca, dok je u sjevernom (EM-17, EM-19) i u južnom dijelu (EM-29, EM-30) relativno tanak sloj iznad morskog dna.

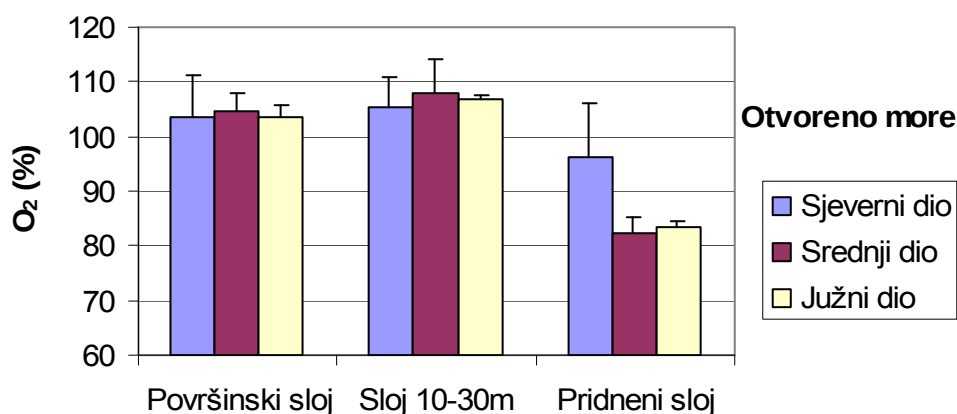


Slika 47. Prostorna raspodjela zasićenja kisikom u području otvorenog mora tijekom rujna i listopada 2008.

Karakteristično smanjenje zasićenja kisikom od sjevera prema jugu, uočeno kod postaja unutrašnjeg mora (Slike 45, 46), zapaženo je i u području otvorenog mora, međutim samo u pridnenom sloju (Slika 48), dok se površinski i sloj od 10 do 30 m dubine statistički ne razlikuju (Slika 49).



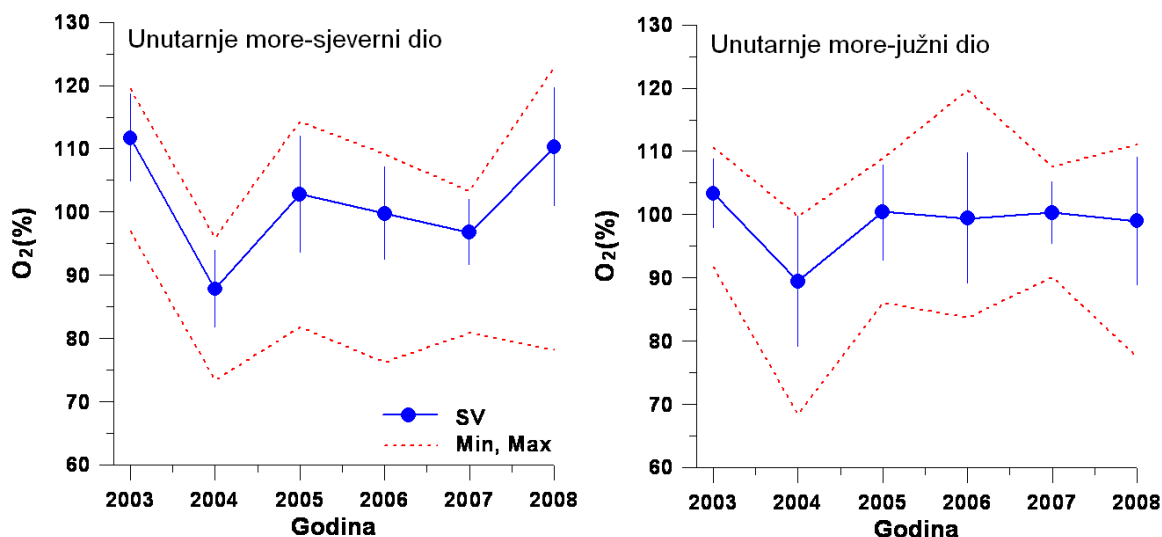
Slika 48. Zasićenje pridnenog sloja kisikom na postajama otvorenog mora tijekom rujna i listopada 2008.



Slika 49. Prosječno zasićenje ($\pm$ std) karakterističnih slojeva vodenog stupca kisikom u sjevernom, srednjem i južnom dijelu otvorenog mora tijekom 2008.

6.1.2.3. Osvrt na cjelokupno razdoblje istraživanja (2003 - 2008)

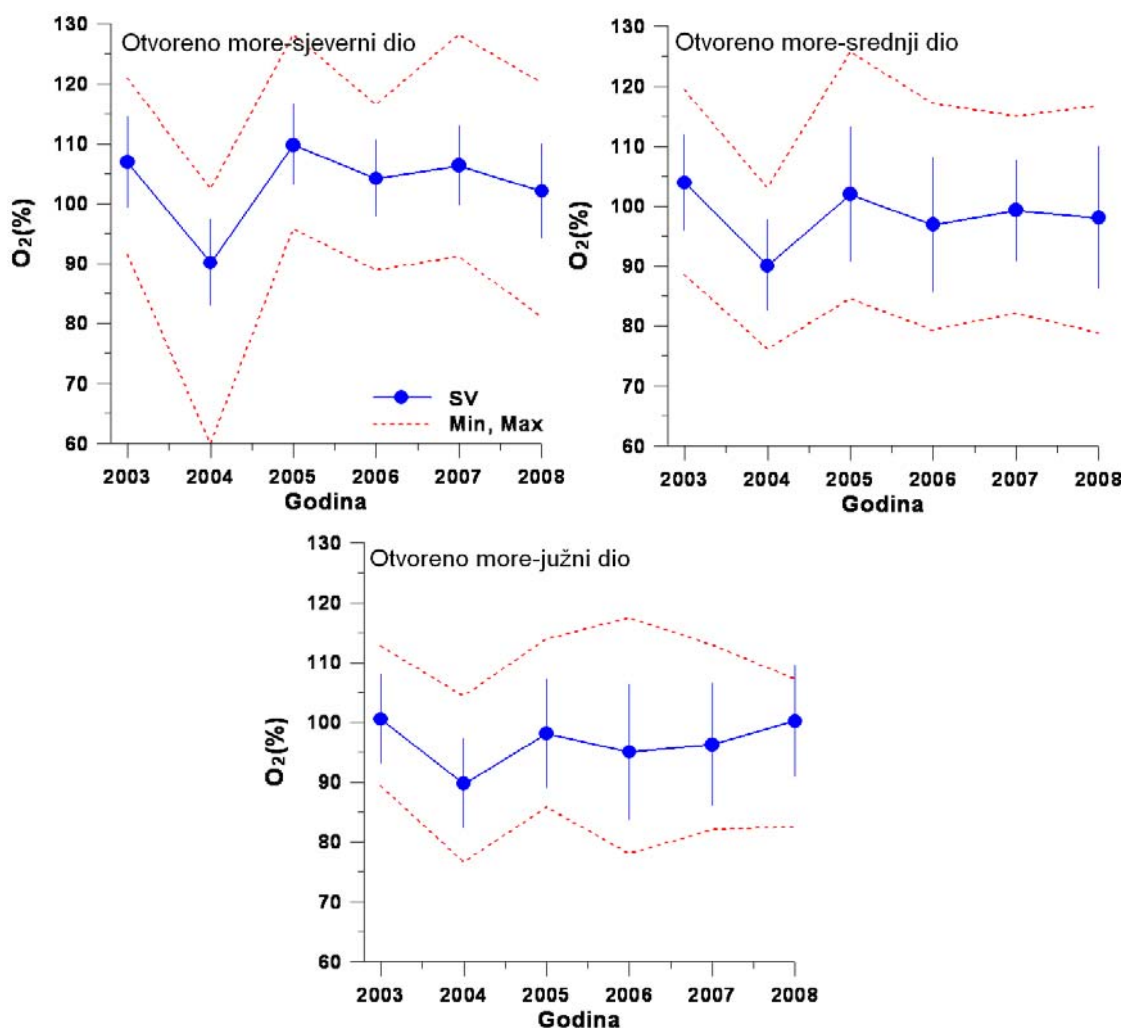
Činjenica da se istraživanja u sklopu projekta «PELMON» od 2003. godine provode u istom razdoblju godine (rujan – kolovoz), omogućuje nam analizu višegodišnjeg stanja Jadranskog mora obzirom na sadržaj otopljenog kisika. U području unutrašnjeg mora (Slika 50) zasićenost vodenog stupca kisikom tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja nije pala ispod 68 %, kao što nije porasla iznad 123%. Ovaj apsolutni raspon može se ocijeniti umjerenim, i stoga se kisik ne može smatrati kritičnim abiotskim čimbenikom za cjelokupni život u moru.



Slika 50. Minimalno, maksimalno i prosječno zasićenje ($\pm$ std) vodenog stupca područja unutrašnjeg mora u razdoblju od 2003. do 2008. godine.

Prema prikazanim srednjim vrijednostima zasićenja jednoznačan trend promjene razine kisika u ovom području nije ustanovljen, međutim može se zaključiti da su oscilacije u području sjevernog dijela unutrašnjeg mora nešto jače izražene u odnosu na južni dio.

Apsolutni raspon zasićenosti kisikom je u području otvorenog mora (Slika 51) bio od 60 do 128 %, što je nešto širi raspon u odnosu na područje unutrašnjeg mora. Razlog tome je veća dubina ovog područja koja otežava prozračivanje pridnenih slojeva, ali i sporije hlađenje gornjeg, eufotičnog sloja u ovom dijelu Jadrana koje potiče fotosintezu. Slično području unutrašnjeg mora, trend smanjenja ili povećanja sadržaja kisika nije ustanovljen, dok srednje vrijednosti zasićenosti kisikom također ukazuju na nešto izraženije oscilacije kisika u sjevernom dijelu otvorenog mora u odnosu na njegov srednji i južni dio. Zaključak da se kisik ni u ovom području ne može smatrati kritičnim abiotskim čimbenikom je također valjan.



Slika 51. Minimalno, maksimalno i prosječno zasićenje ($\pm$ std) vodenog stupca područja otvorenog mora u razdoblju od 2003. do 2008. godine.

6.1.3. Fitoplankton

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

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

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

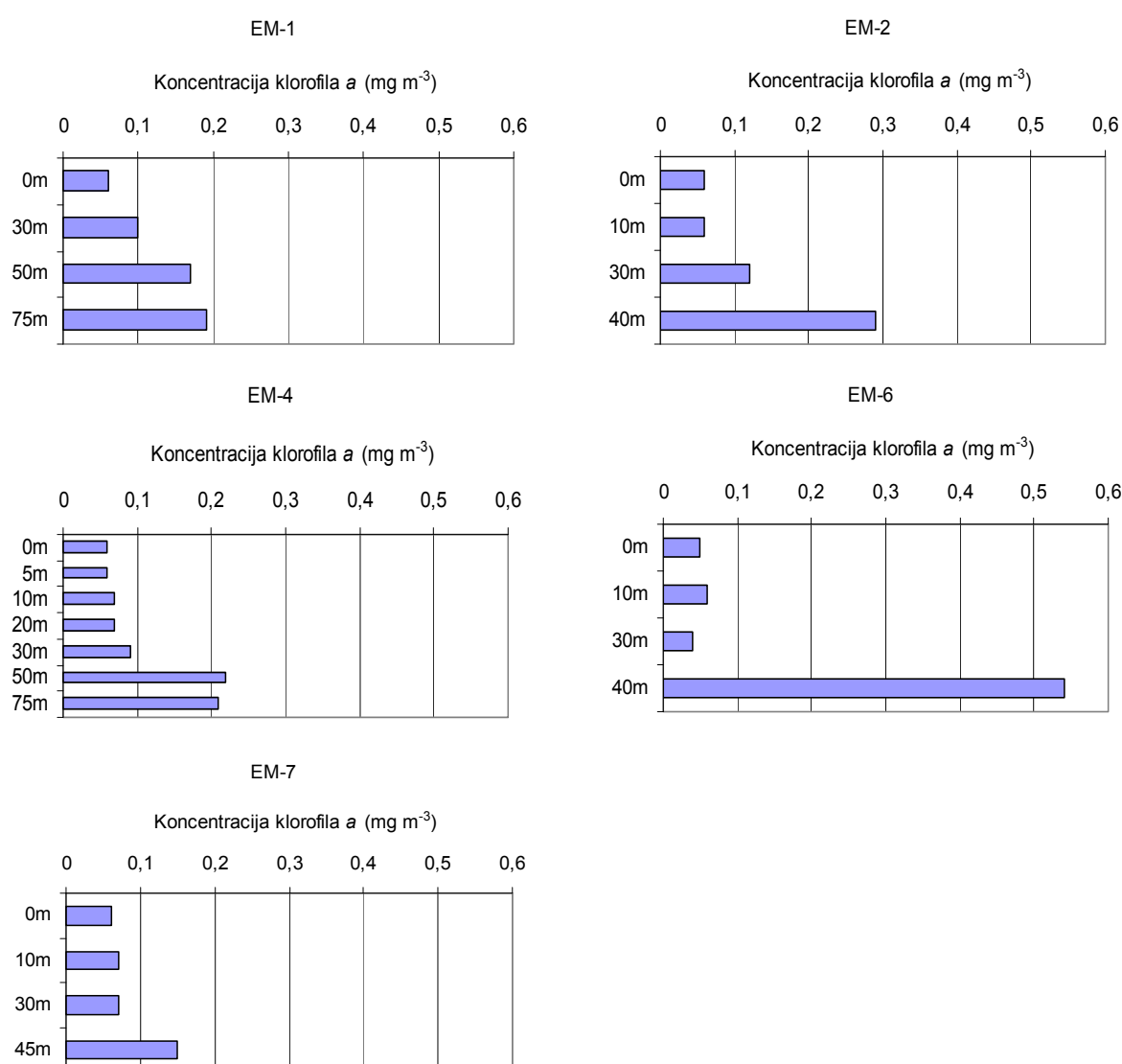
Dosadašnja istraživanja Jadrana ukazuju na postojanje različitih trofičkih područja u okviru kojih razlikujemo produktivniji i potencijalno eutrofni sjeverni dio, te dublji

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

6.1.3.1. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica unutarnjeg mora

6.1.3.1.1. Unutarnje more –sjeverni dio

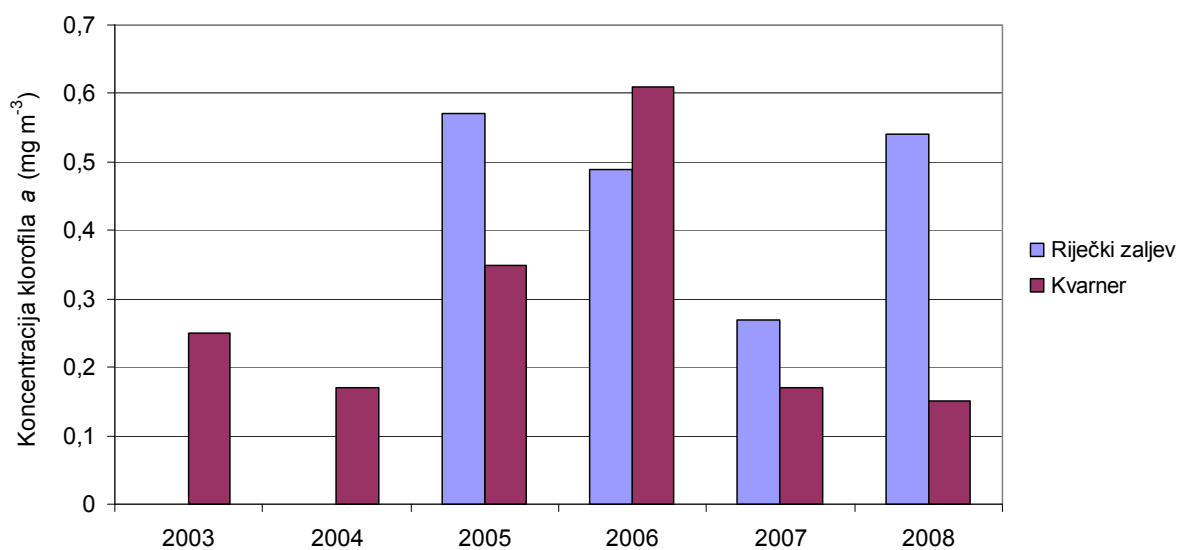
Koncentracija klorofila *a* na području unutarnje more - sjeverni dio bila je u rasponu od 0,05 do 0,54 mg m⁻³ (Slika 52).



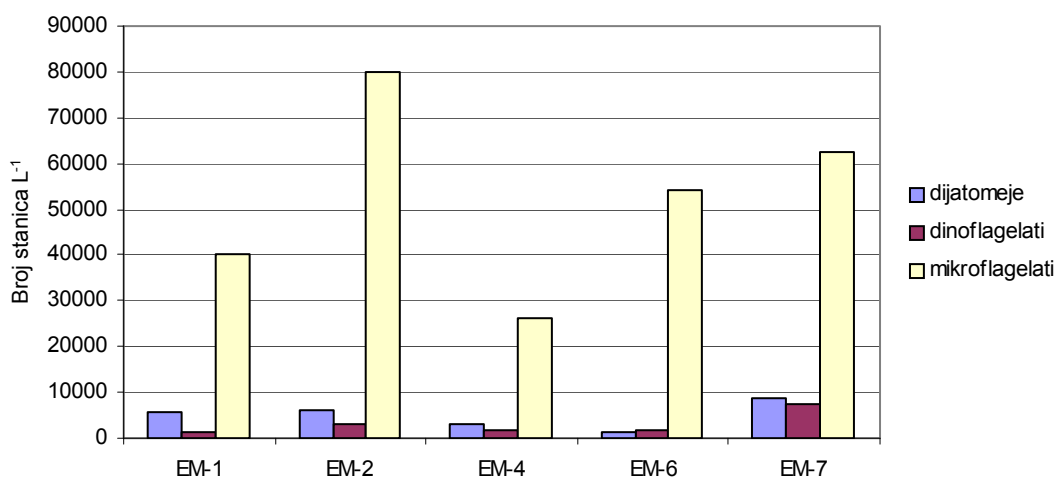
Slika 52. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području unutarnje more - sjeverni dio.

Zabilježene vrijednosti biomase fitoplanktona karakteriziraju oligotrofna područja. Najveća je biomasa zabilježena u Riječkom zaljevu (EM-6) u pridnom sloju. Na svim su istraživanim postajama najveće vrijednosti zabilježene u pridnom sloju što je uobičajeno za umjereno topla mora kao što je Jadran. U toplijem je dijelu godine zbog stratifikacije onemogućeno miješanje pa je u pravilu zbog veće koncentracije hranjivih soli, biomasa fitoplanktona najveća u pridnom sloju. Analiza rezultata šestogodišnjeg razdoblja od 2003. do 2008. je pokazala da su najveće biomase zabilježene u 2005. i 2006. godini (Slika 53). Najveća je biomasa u pravilu zabilježena u Riječkom zaljevu osim u 2006. godini kada je najveća biomasa zabilježena na području Kvarnera. Na području Kvarnera se nakon te maksimalne vrijednosti bilježi znatan pad biomase.

Brojnost fitoplanktona je bila u rasponu od $1,93 \times 10^4$ do $7,86 \times 10^4$ stanica po litri morske vode (Slika 54). Najbrojniji su bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelati (Tablice 10-14) a veći fitoplanktonski organizmi su bili slabo zastupljeni. Od dijatomejskih vrsta u zajednici su zabilježene vrste *Chaetoceros* sp. i *Pseudonitzschia* spp.



Slika 53. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona u Riječkom zaljevu i na području Kvarnera u razdoblju od 2003. do 2008. godine.



Slika 54. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području unutarnje more-sjeverni dio.

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

EM-1	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-75m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros coarctatus</i>	2220
<i>Hemiaulus hauckii</i>	370
<i>Pennatae indeterminata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	2590
Ukupno:	5550
DINOFLAGELATI	
<i>Oxytoxum constrictum</i>	370
<i>Dinofl.</i> <20µm	740
Ukupno:	1110
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	40140
Ukupno:	40140
UKUPNO:	46800

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

EM-2	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-40m
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	4440
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1480
Ukupno:	5920
DINOFLAGELATI	
<i>Dinoflagellati</i> sp. <20µm	2960
Ukupno:	2960
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella</i> spp.	71200
Ukupno:	71200
UKUPNO:	80080

Tablica 12. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-4 (Kvarnerić) unutarnje more – sjeverni dio.

EM-4				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Chaetoceros concavicornis</i>				2220
<i>Navicula</i> sp.	740		370	370
<i>Pennatae indeterminatae</i>	740	1850	3330	
<i>Proboscidea alata</i>		370	370	
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.			370	370
<i>Rhizosolenia imbricata</i>		370		
<i>Thalassiosira</i> sp.			740	
Ukupno:	1480	2590	5180	2960
DINOFLAGELATI				
<i>Amphidinium</i> sp.		370		
<i>Gymnodinium</i> z.			370	370
<i>Oxytoxum laticeps</i>		370		
<i>Scrippsiella</i> sp.			370	
<i>Dinofl.</i> <20µm	2220	740	1850	1110
Ukupno:	2220	1480	2590	1480
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella</i> spp.	15610	17840	42370	28990
Ukupno:	15610	17840	42370	28990
UKUPNO:	19310	21910	50140	33430

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

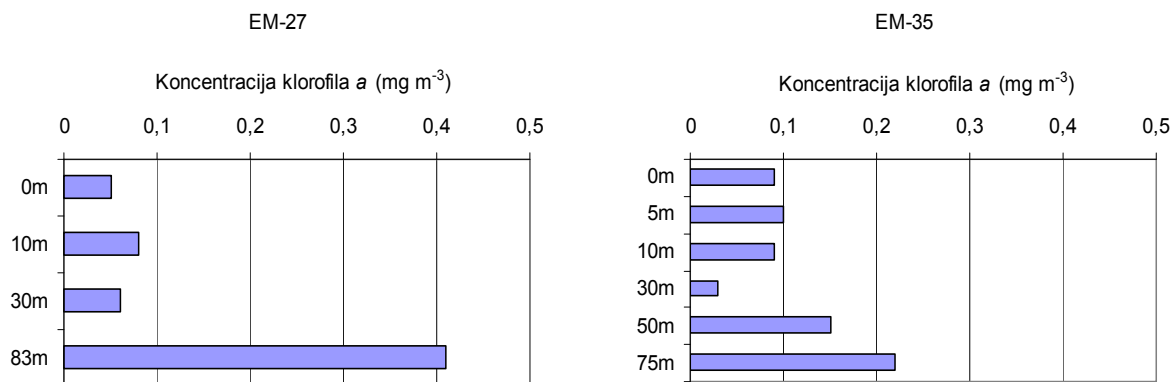
EM-6	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-60m
DIJATOMEJE	
<i>Navicula sp.</i>	740
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370
Ukupno:	1110
DINOFLAGELATI	
<i>Diploneis sp.</i>	370
<i>Gyrodinium spp.</i>	1480
Ukupno:	1850
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	51290
Ukupno:	51290
UKUPNO:	54250

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

EM-7	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-45m
DIJATOMEJE	
<i>Navicula sp.</i>	1480
<i>Pennatae indeterminatae</i>	2960
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	4440
Ukupno:	8880
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium spp.</i>	4440
<i>Oxytoxum laticeps</i>	1480
<i>Dinofl. <20µm</i>	1480
Ukupno:	7400
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	62300
Ukupno:	62300
UKUPNO:	78580

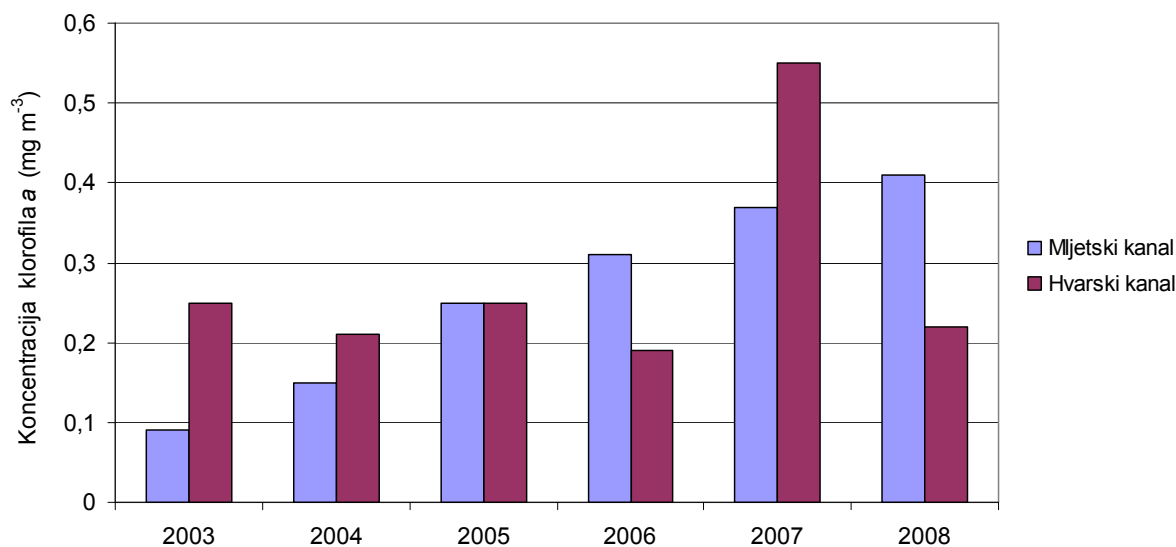
6.1.3.1.2. Unutarnje more - južni dio

Koncentracija klorofila *a* je u Hvarskom i Mljetskom kanalu bila u rasponu od 0,03 do 0,41 mg m^{-3} (Slika 55). Na obje postaje je veća biomasa zabilježena u pridnenom sloju u odnosu na površinski.



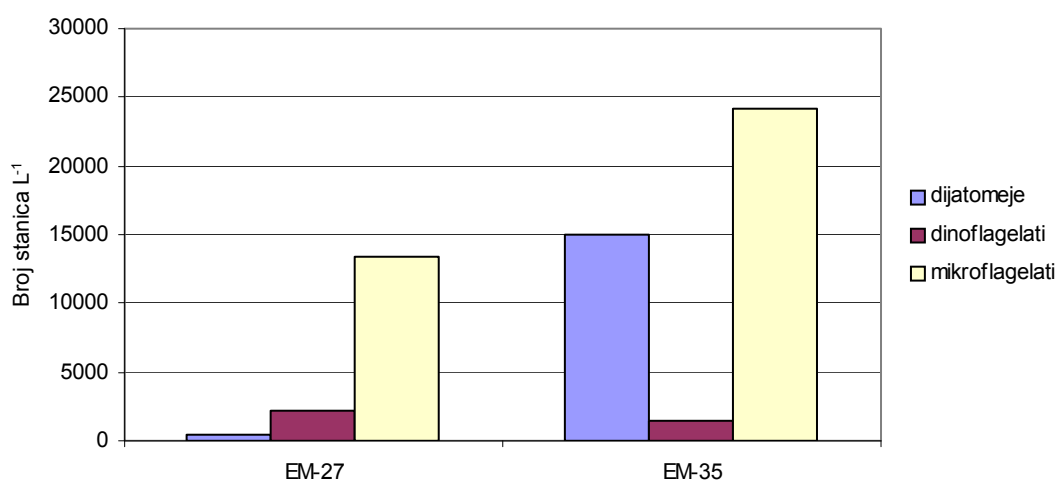
Slika 55. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m^{-3}) na području unutarnje more - južni dio.

U Mljetskom je kanalu uočen konstantan rast biomase fitoplanktona u razdoblju od 2003. do 2008. dok je biomasa u Hvarskom kanalu konstantna ako se izuzme 2007. godina kada je biomasa fitoplanktona bila znatno viša nego prethodnih godina (Slika 56).



Slika 56. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene u Mljetskom i Hvarskom kanalu u razdoblju od 2003. do 2008. godine.

Brojnost fitoplanktona je u Mljetskom kanalu bila $1,60 \times 10^4$ stanica po litri dok je u Hvarskom kanalu bila u rasponu od $1,34-6,87 \times 10^4$ stanica po litri ovisno o dubini (Slika 57; Tablice 15,16). Na obje su postaje najbrojniji bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelata. U Hvarskom su kanalu brojne bile i dijatomeje i to u površinskom sloju. Najzastupljenije su bile vrste roda *Chaetoceros* koje su dobro bile zastupljene i 2005. godine dok je u 2007. najzastupljenija bila dijatomeja *Thalassionema nitzschioides*. Dijatomeje su u fitoplanktonskoj zajednici slabo bile zastupljene 2003., 2004. i 2006. godine.



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

Tablica 15. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L^{-1}) na postaji EM-27, unutarnje more - južni dio (Mljetski kanal).

EM-27	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-83m
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370
Ukupno:	370
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium spp.</i>	740
<i>Prorocentrum minimum</i>	370
<i>Dinofl. <20µm</i>	1110
Ukupno:	2220
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	13380
Ukupno:	13380
UKUPNO:	15970

Tablica 16. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-35, unutarnje more – južni dio (Hvarski kanal).

EM-35						
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	5m	10m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE						
<i>Cerataulina sp.</i>	370					
<i>Chaetoceros affinis</i>	1850					
<i>Chaetoceros compressus</i>		1850				
<i>Chaetoceros decipiens</i>	2960					
<i>Chaetoceros peruvianus</i>					370	
<i>Chaetoceros wighamii</i>		2220				
<i>Chaetoceros sp.</i>	8140	22940	14430			
<i>Dactyliosolen fragilissima</i>		370				
<i>Guinardia flaccida</i>		370	370			
<i>Guinardia striata</i>		370	740			
<i>Hemiaulus hauckii</i>			370		740	
<i>Leptocylindrus danicus</i>		370				
<i>Leptocylindrus mediteraneus</i>	6660	740				
<i>Navicula sp.</i>						370
<i>Pennatae indeterminatae</i>	370	1480	370	740	740	
<i>Proboscidea alata</i>	370	370	740			
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	370	2220	2960		1110	1480
<i>Synedra sp.</i>	370		370			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1110	2960				
<i>Thalassionema sp.</i>			1480			
<i>Thalassiosira sp.</i>	740	740	2220			
Ukupno:	23310	37000	24050	740	2960	1850
DINOFLAGELATI						
<i>Amphidinium sp.</i>			370			
<i>Diploneis sp.</i>						1480
<i>Gymnodinium simplex</i>		370				
<i>Gymnodinium spp.</i>	370	370		1110	370	
<i>Gyrodinium sp.</i>	370					
<i>Oxytoxum adriaticum</i>				370		
<i>Dinofl. <20µm</i>					370	2960
Ukupno:	740	740	370	1480	740	4440
MIKROFLAGELATI						
<i>Mikroflagella spp.</i>	44600	15610	6690	11150	24530	42370
Ukupno:	44600	15610	6690	11150	24530	42370
UKUPNO:	68650	53350	31110	13370	28230	48660

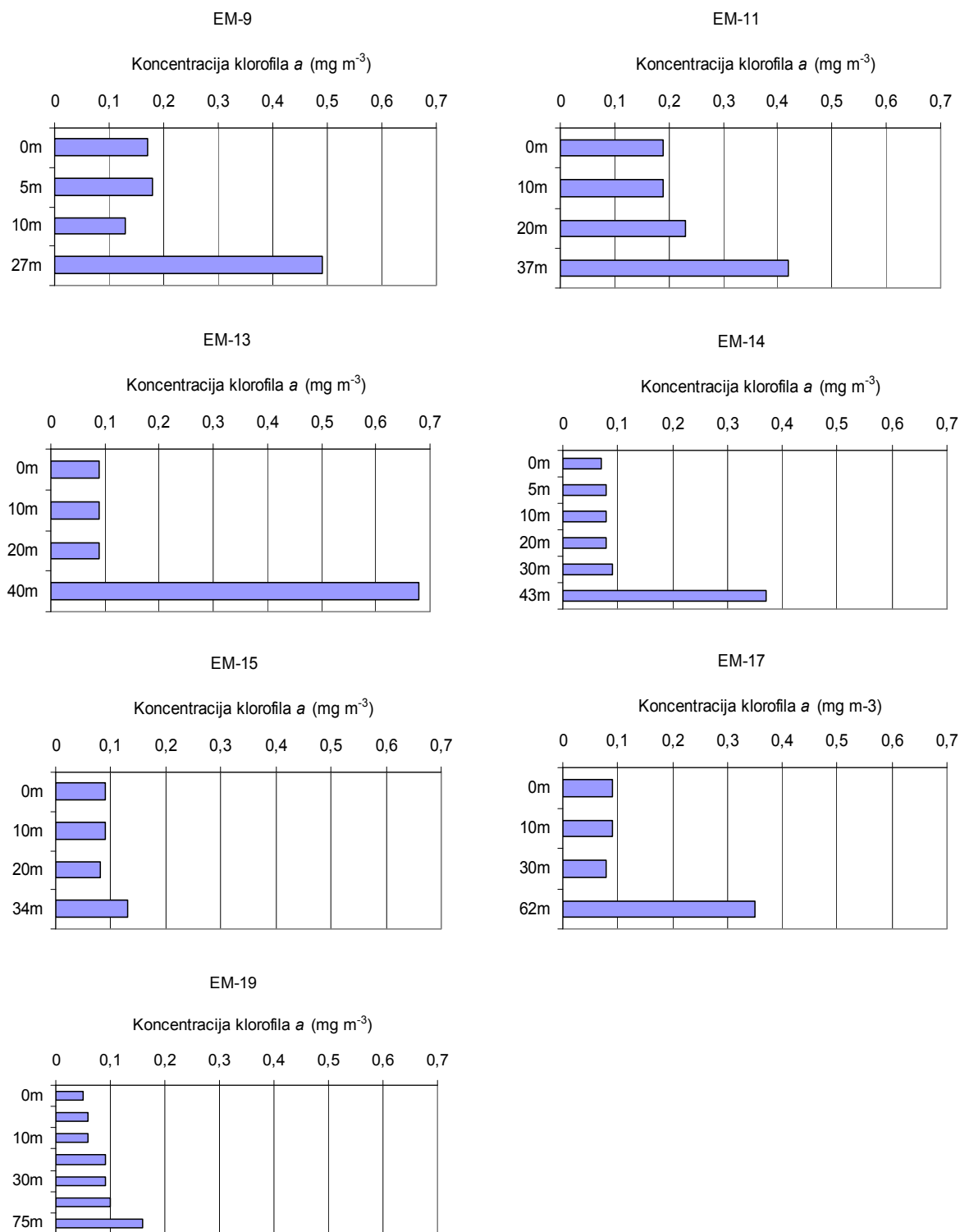
6.1.3.2. Biomasa i sastav fitoplanktonskih zajednica otvorenog mora

6.1.3.2.1. Otvoreno more - sjeverni dio

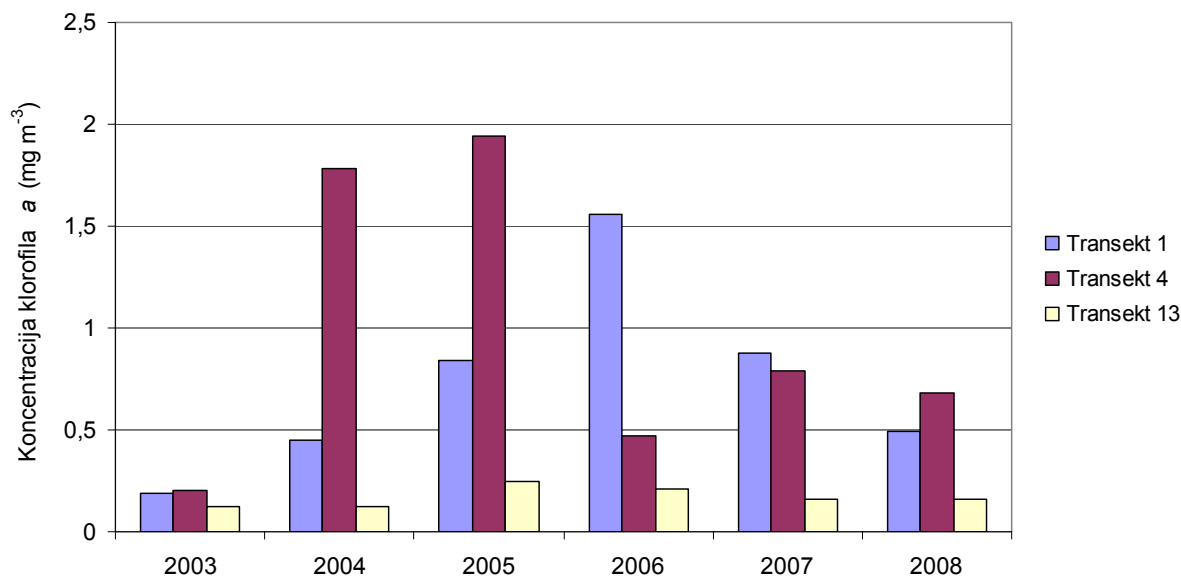
Koncentracija klorofila *a* je na području otvoreno more-sjeverni dio bila u rasponu od 0,05 do 0,68 mg m⁻³. Zabilježene vrijednosti su uobičajene za ovo područje i uglavnom su niže od 0,5 mg m⁻³ što je karakteristika ekosustava nižeg stupnja trofije. Na svim su istraživanim postajama najveće vrijednosti zabilježene u pridnenom sloju (Slika 58). Najviše vrijednosti u pridnenom sloju su zabilježene na postaji EM-13. Najsjevernije postaje EM-9 i EM-11 se po nešto većoj biomasi u površinskom sloju razlikuju od ostalih postaja ovog područja.

Analiza rezultata za razdoblje od 2003. do 2008. je pokazala da je najniža biomasa zabilježena 2003. godine što je vjerojatno rezultat izuzetno sušnog razdoblja i male količine padalina koje su karakterizirale tu godinu (Slika 59). Koncentracija klorofila *a* je na najsjevernijoj istraživanoj točki (Transekt 1, Slika 59) bila najveća 2006. godine, a zabilježene su i nešto veće vrijednosti 2005. i 2007. godine u odnosu na 2003., 2004. i 2008. Ovakva je raspodjela u skladu s količinom oborina u kolovozu tijekom istraživanih godina. Veća količina oborina je popraćena većom biomasom fitoplanktona što je vjerojatno rezultat obilnijeg dotoka hranjivih soli rijekom Po, ali i ostalim rijekama. Biomasa fitoplanktona je na postaji Transekt 4 koja je smještena u otvorenim vodama u razini krajnje južne točke poluotoka Istra bila povišena 2004. i 2005. godine (Slika 59). Biomasa fitoplanktona je na najjužnijoj postaji sjevernog dijela tijekom 6-godišnjeg razdoblja istraživanja nepromijenjena (Slika 59).

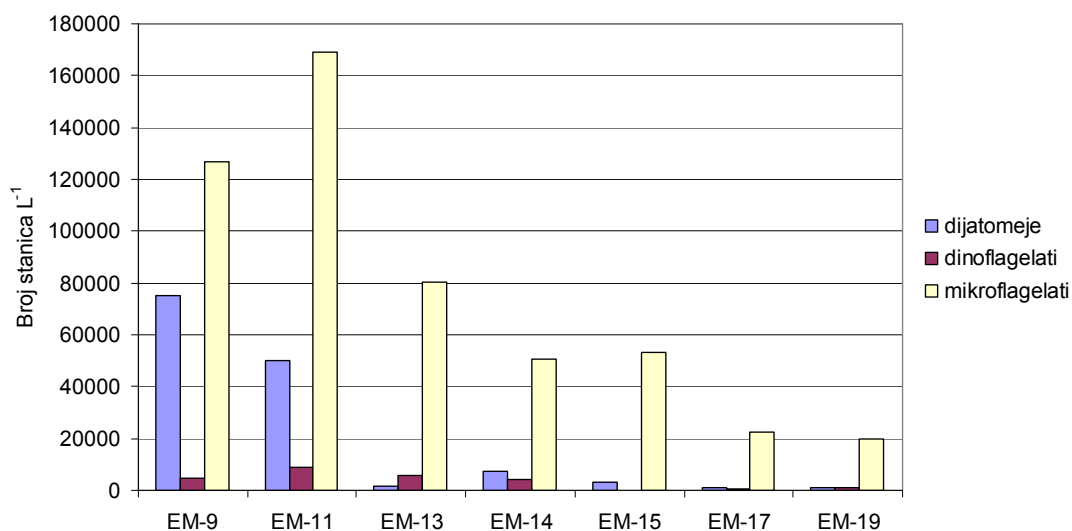
Brojnost fitoplanktona je na istraživanom području bila u rasponu od $2,25 \times 10^4$ na postaji EM-19 do $2,28 \times 10^5$ stanica L⁻¹ na postaji EM-11. Najveća je brojnost zabilježena na najsjevernijim postajama EM-9 i EM-11 dok se brojnost postupno smanjuje na postajama smještenim južnije (Slika 60). Na svim su istraživanim postajama u fitoplanktonskoj zajednici najbrojniji bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelati (Tablice 17-23). Dijatomeje su prisutne samo na najsjevernijim postajama EM-9 i EM-11, a najzastupljenije su vrste *Pseudonitzschia* spp., *Cerataulina bergonii*, *Thalassiosira* sp. i *Chaetoceros* spp. Dinoflagelati su na svim postajama slabo zastupljeni i to su uglavnom sitni neoklopljeni dinoflagelati koji su također nešto zastupljeniji na sjevernijim postajama u odnosu na južnije.



Slika 58. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvoreno more - sjeverni dio.



Slika 59. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – sjeverni dio u razdoblju od 2003. do 2008. Transekt 1 označava najsjeverniju istraživanu postaju; Transekt 4 označava postaju smještenu u razini krajnje južne točke poluotoka Istra; Transekt 13 označava najjužniju postaju sjevernog dijela.



Slika 60. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području, otvoreno more - sjeverni dio.

Tablica 17. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-9, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-09				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	5m	10m	27m
DIJATOMEJE				
<i>Asterionelopsis glacialis</i>		7400		
<i>Cerataulina sp.</i>	16280	13320	1480	1480
<i>Chaetoceros sp.</i>	5920	19240		16280
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		7400	2960	
<i>Guinardia striata</i>				5920
<i>Leptocylindrus danicus</i>	4440	11840		5920
<i>Melosira sp.</i>				2960
<i>Navicula sp.</i>		1480		1480
<i>Pennatae indeterminatae</i>				1480
<i>Proboscia alata</i>	2960	1480		
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	79920	60680	1480	17760
<i>Synedra sp.</i>	2960		1480	
<i>Thalassiosira sp.</i>	1480	1480	1480	
Ukupno:	113960	124320	8880	53280
DINOFLAGELATI				
<i>Ceratium fusus</i>	1480			
<i>Diploneis sp.</i>				2960
<i>Gyrodinium spp.</i>	2960			
<i>Prorocentrum minimum</i>	1480			
<i>Dinofl. <20µm</i>	2960	4440	2960	
Ukupno:	8880	4440	2960	2960
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella spp.</i>	151300	142400	71200	142400
Ukupno:	151300	142400	71200	142400
UKUPNO:	274140	271160	83040	198640

Tablica 18. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-11, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-11	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-37m
DIJATOMEJE	
<i>Cerataulina sp.</i>	1480
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	8880
<i>Leptocylindrus danicus</i>	2960
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	22200
<i>Synedra sp.</i>	1480
<i>Thalassiosira sp.</i>	13320
Ukupno:	50320
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.</i>	1480
<i>Gyrodinium sp.</i>	2960
<i>Prorocentrum minimum</i>	1480
<i>Dinofl. <20µm</i>	2960
Ukupno:	8880
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	169100
Ukupno:	169100
UKUPNO:	228300

Tablica 19. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-13, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-13	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-40m
DIJATOMEJE	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	1480
Ukupno:	1480
DINOFLAGELATI	
<i>Ceratium caudelabrum</i>	2960
<i>Dinofl. <20µm</i>	2960
Ukupno:	5920
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	80100
Ukupno:	80100
UKUPNO:	87500

Tablica 20. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-14, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-14						
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	5m	10m	20m	30m	43m
DIJATOMEJE						
<i>Cerataulina sp.</i>		1480				
<i>Chaetoceros peruvianus</i>						1480
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		1480				
<i>Guinardia flaccida</i>				2960		
<i>Guinardia striata</i>		2960				
<i>Hemiaulus hauckii</i>				1480		
<i>Leptocylindrus danicus</i>		4440		2960		
<i>Navicula sp.</i>						1480
<i>Pennatae indeterminatae</i>		1480				
<i>Proboscia alata</i>		1480	1480			1480
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>					7400	
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>						2960
<i>Thalassiosira sp.</i>		1480	5920			
Ukupno:	0	14800	7400	7400	7400	7400
DINOFLAGELATI						
<i>Amphidinium sp.</i>				1480		
<i>Diploneis sp.</i>						1480
<i>Goniodoma polyedricum</i>				1480		
<i>Gymnodinium spp.</i>	1480			2960	1480	
<i>Gyrodinium sp.</i>				1480	1480	
<i>Oxytoxum adriaticum</i>					1480	
<i>Protoperidinium brochi</i>					1480	
<i>Dinofl. <20µm</i>	1480	1480	1480	4440		
Ukupno:	2960	1480	1480	11840	5920	1480
MIKROFLAGELATI						
<i>Mikroflagella spp.</i>	53400	62300	26700	35600	26700	97900
Ukupno:	53400	62300	26700	35600	26700	97900
UKUPNO:	56360	78580	35580	54840	40020	106780

Tablica 21. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-15, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-15	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-34m
DIJATOMEJE	
<i>Pennatae indeterminatae</i>	2960
Ukupno:	2960
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	53400
Ukupno:	53400
UKUPNO:	56360

Tablica 22. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-17, otvoreno more - sjeverni dio.

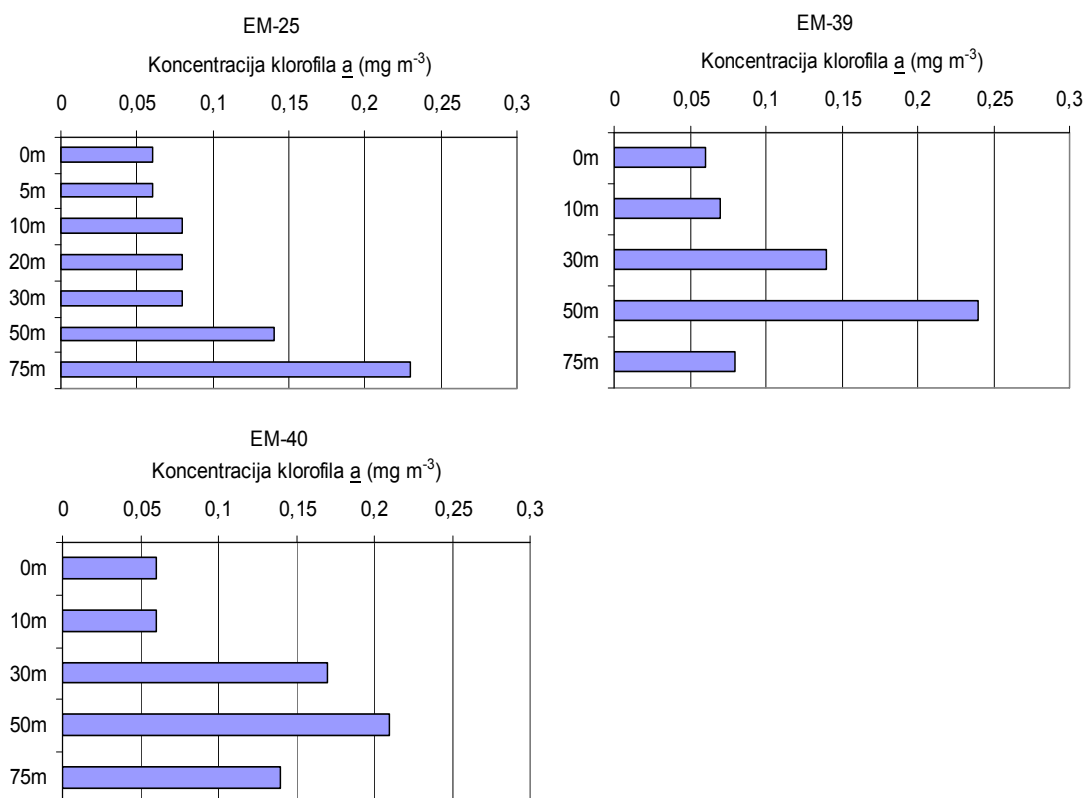
EM-17	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-62m
DIJATOMEJE	
<i>Guinardia flaccida</i>	370
<i>Navicula sp.</i>	740
Ukupno:	1110
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.</i>	370
<i>Protoperidinium bipes</i>	370
Ukupno:	740
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	22300
Ukupno:	22300
UKUPNO:	24150

Tablica 23. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-19, otvoreno more - sjeverni dio.

EM-19				
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE				
<i>Guinardia flaccida</i>			370	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	370	370		
<i>Leptocylindrus mediteraneus</i>				1480
<i>Navicula sp.</i>			370	370
<i>Pennatae indeterminatae</i>			1110	370
<i>Proboscidea alata</i>	370			
Ukupno:	740	370	1850	2220
DINOFLAGELATI				
<i>Amphidinium sp.</i>				370
<i>Gymnodinium spp.</i>	740	740	370	
<i>Gyrodinium sp.</i>	740			
<i>Dinofl. <20µm</i>	1110	370		
Ukupno:	2590	1110	370	370
MIKROFLAGELATI				
<i>Mikroflagella spp.</i>	46830	11150	15610	6690
Ukupno:	46830	11150	15610	6690
UKUPNO:	50160	12630	17830	9280

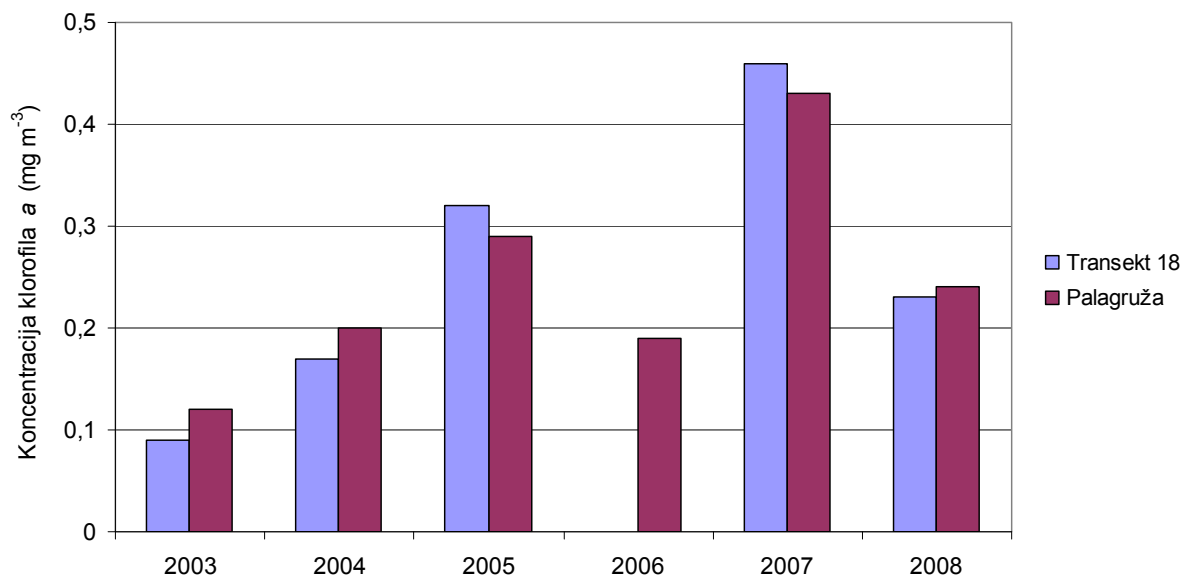
6.1.3.2.2. Otvoreno more-srednji dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno-more srednji dio kretala se u rasponu od 0,06 do 0,23 mg m⁻³ (Slika 61). Koncentracija klorofila *a* je na svim postajama bila veća u podpovršinskom i pridnom sloju u odnosu na površinski sloj. Koncentracija klorofila *a* je ujednačena na svim postajama i niža je od 0,5 mg m⁻³ što ukazuje na niži stupanj trofije.



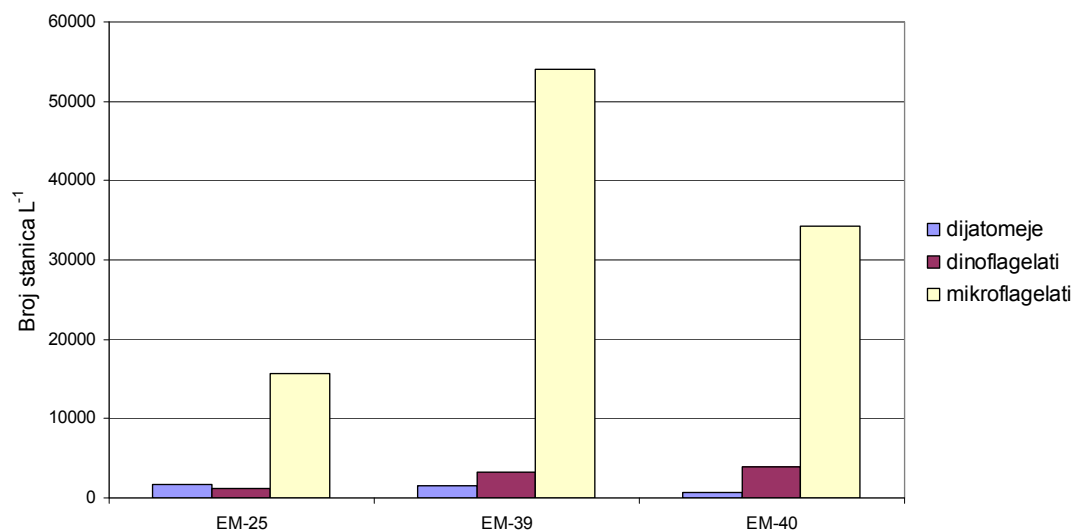
Slika 61. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području otvoreno more - srednji dio.

U razdoblju od 2003. do 2008. godine koncentracija klorofila *a* nijednom nije prelazila 0,5 mg m⁻³ što ukazuje na niži stupanj trofije. Nešto je veća biomasa zabilježena 2007. godine u odnosu na ostala istraživana područja (Slika 62). Najniža je biomasa bila u 2003. godini koju karakterizira iznimno sušno i toplo vrijeme.



Slika 62. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – srednji dio u razdoblju od 2003. do 2008. Transekt 18 označava postaju zapadno od otoka Visa.

Brojnost fitoplanktona bila je u rasponu od $3,92 \times 10^4$ do $5,90 \times 10^4$ stanica po litri. Najbrojniji su u fitoplanktonskoj zajednici bili sitni organizmi iz skupine mikroflagelata (Slika 63). Na postajama EM-25 i EM-40 najbrojnije su dijatomeje bile vrste roda *Chaetoceros* i *Pennatae indeterminatae* dok su na Palagruži u površinskom sloju najbrojnije bile vrste roda *Leptocylindrus*, a u pridnom sloju *Pseudonitzschia* spp. (Tablice 24-26).



Slika 63. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području, otvoreno more – srednji dio.

Tablica 24. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-25, otvoreno more - srednji dio.

EM-25					
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	10m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE					
<i>Chaetoceros peruvianus</i>				370	
<i>Chaetoceros sp.</i>					1480
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>					370
<i>Leptocylindrus danicus</i>					1850
<i>Navicula sp.</i>	370			370	
<i>Pennatae indeterminatae</i>				1110	
<i>Proboscia alata</i>				740	370
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>				370	740
Ukupno:	370	0	0	2960	4810
DINOFLAGELATI					
<i>Gymnodinium sp.</i>	370				370
<i>Gyrodinium sp.</i>	370				
<i>Oxytoxum adriaticum</i>			370		
<i>Oxytoxum laticeps</i>			370		
<i>Dinofl. <20µm</i>	1850	370	740		740
Ukupno:	2590	370	1480	0	1110
MIKROFLAGELATI					
<i>Mikroflagella spp.</i>	22300	15610	11150	15610	13380
Ukupno:	22300	15610	11150	15610	13380
UKUPNO:	25260	15980	12630	18570	19300

Tablica 25. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-39, otvoreno more - srednji dio (Palagruža).

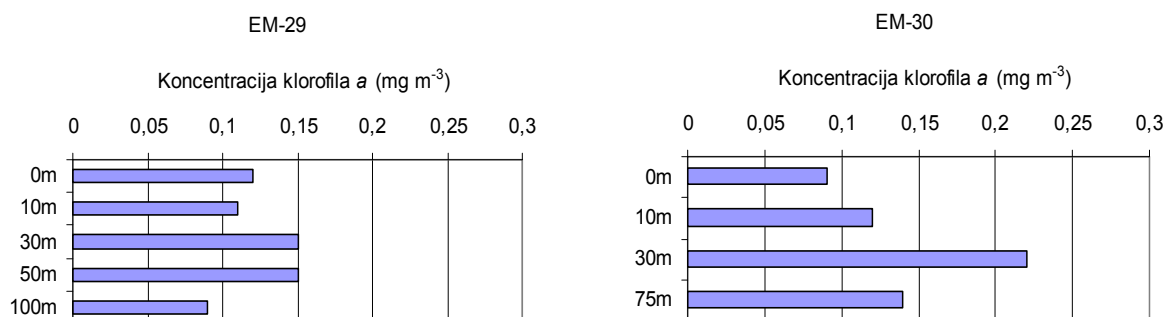
EM-39					
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	10m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE					
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		370			
<i>Leptocylindrus danicus</i>	370	1110		370	370
<i>Leptocylindrus mediteraneus</i>	740		370		
<i>Navicula sp.</i>			370		370
<i>Pennatae indeterm</i>				370	
<i>Pleurosigma sp.</i>	370				
<i>Proboscia alata</i>	370			370	
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	370			1110	
Ukupno:	2220	1480	740	2220	740
DINOFLAGELATI					
<i>Alexandrium minutum</i>			1110		
<i>Amphidinium sp.</i>	370	1110	1110		
<i>Dinophysis rotundata</i>		370			
<i>Gymnodinium spp.</i>	1110		1480	370	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>		370			370
<i>Gyrodinium sp.</i>		370			
<i>Oxytoxum adriaticum</i>		370			
<i>Oxytoxum laticeps</i>	370	370	370	370	
<i>Protoperidinium brochi</i>			370		
<i>Scrippsiella sp.</i>			370		
<i>Dinofl. <20µm</i>		2590	1850	740	370
Ukupno:	1850	5550	6660	1480	740
KOKOLITOFORINE					
<i>Coccolithophoridae sp.</i>		740	370		
Ukupno	0	740	370	0	0
SILIKOFLAGELATI					
<i>Dictyocha fibula</i>				370	
Ukupno:	0	0	0	370	0
MIKROFLAGELATI					
<i>Mikroflagella spp.</i>	80280	78050	46830	31220	33450
Ukupno:	80280	78050	46830	31220	33450
UKUPNO:	84350	85820	54600	35290	34930

Tablica 26. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM-40, otvoreno more - srednji dio.

EM-40					
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0m	10m	30m	50m	75m
DIJATOMEJE					
<i>Chaetoceros sp.</i>					1110
<i>Navicula sp.</i>	370				370
<i>Pennatae indeterminatae</i>		370		370	
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	370			370	
Ukupno:	740	370	0	740	1480
DINOFLAGELATI					
<i>Alexandrium minutum</i>			1850		1480
<i>Amphidinium sp.</i>	370	740		740	370
<i>Ceratium setaceum</i>				370	
<i>Cochlodinium sp.</i>		370			
<i>Gonyaulax sp.</i>		370			
<i>Gymnodinium spp.</i>	1110	740	3330	370	
<i>Gyrodinium fusiforme</i>		370		370	
<i>Gyrodinium sp.</i>	370				
<i>Oxytoxum adriaticum</i>					370
<i>Oxytoxum sceptrum</i>			370		
<i>Prorocentrum minimum</i>			370		
<i>Protoperdinium sp.</i>			370		
<i>Scrippsiella sp.</i>	370	370			
<i>Dinofl. <20µm</i>	740	1480	1110	370	370
Ukupno:	2960	4440	7400	2220	2590
KOKOLITOFORINE					
<i>Rhabdosphaera tignifera</i>			1480		
Ukupno:	0	0	1480	0	0
MIKROFLAGELATI					
<i>Mikroflagella spp.</i>	51290	40140	46830	17840	15610
Ukupno:	51290	40140	46830	17840	15610
UKUPNO:	54990	44950	55710	20800	19680

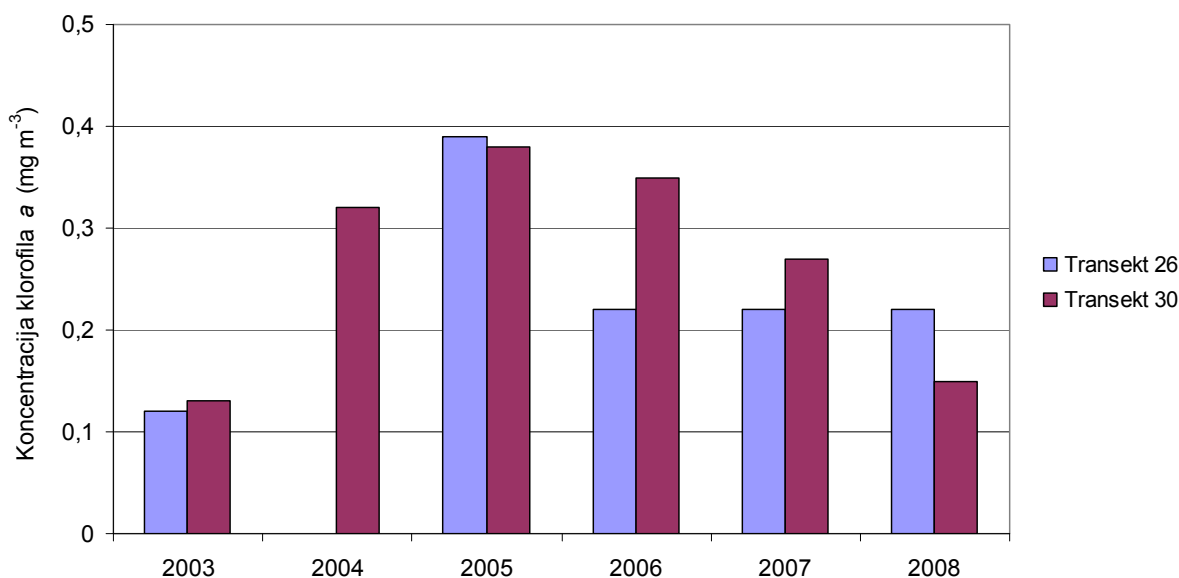
6.1.3.2.3. Otvoreno more –južni dio

Koncentracija klorofila *a* na području otvoreno more - južni dio bila je u rasponu od 0,09 do 0,22 mg m⁻³. Na obje su postaje nešto veće vrijednosti zabilježene u sloju od 30 do 50 metara (Slika 64).



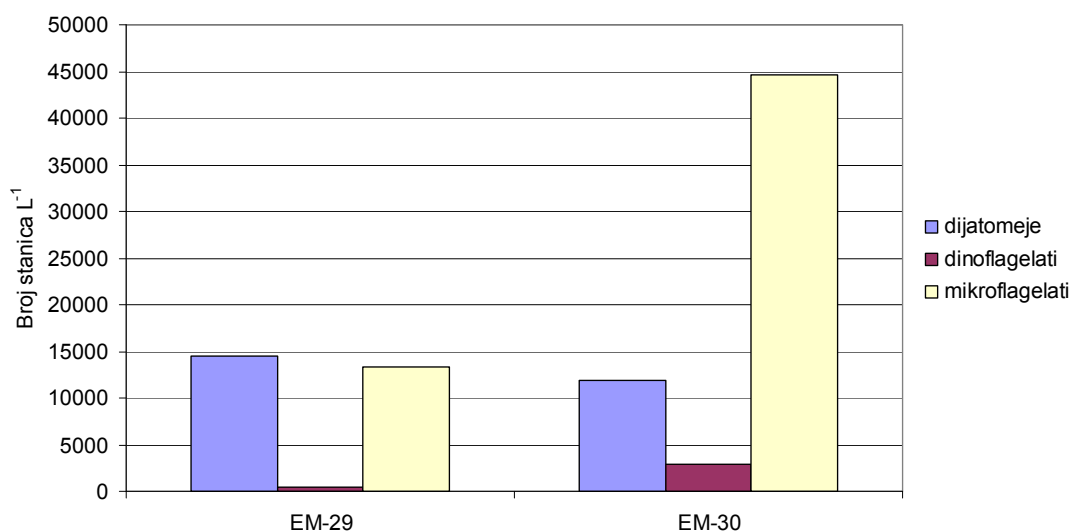
Slika 64. Raspodjela koncentracije klorofila *a* (mg m⁻³) na području, otvoreno more - južni dio.

Koncentracija klorofila *a* je tijekom šestogodišnjeg razdoblja bila ispod 0,5 mg m⁻³ što istraživano područje karakterizira kao oligotrofno (Slika 65). Nije zapažen trend porasta biomase već se razlike u biomasi između pojedinih godina mogu pripisati različitim klimatskim obilježjima pojedinih godina. Najveća je biomasa zabilježena 2005. godine.



Slika 65. Maksimalne vrijednosti biomase fitoplanktona zabilježene na pojedinim postajama na području otvoreno more – južni dio u razdoblju od 2003 do 2008. Transekt 26 označava postaju jugozapadno od otoka Mljeta; Transekt 30 označava najjužniju istraživanu postaju.

Brojnost fitoplanktona je na istraživanom području bila u rasponu $2,82 \times 10^4$ do $5,94 \times 10^4$ stanica po litri (Slika 66). Na najjužnijoj istraživanoj postaji (EM-29) su dijatomeje i sitni oklopljeni mikroflagelati bili podjednako zastupljeni u fitoplanktonskoj zajednici. Od dijatomeja su najzastupljenije bile vrste roda *Chaetoceros* i *Pseudonitzschia* spp. (Tablice 27 i 28). Sastav fitoplanktonske zajednice je gotovo identičan na obje istraživane postaje s tim da je brojnost sitnih neoklopljenih flagelatnih organizama bila znatno veća na postaji smještenoj jugozapadno od otoka Mljeta (EM-30) u odnosu na postaju EM- 29.



Slika 66. Brojnost pojedinih fitoplanktonskih skupina na području, otvoreno more - južni dio.

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

EM-29	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-100m
DIJATOMEJE	
<i>Chaetoceros sp.</i>	7770
<i>Guinardia striata</i>	370
<i>Licmophora sp.</i>	370
<i>Proboscia alata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	4070
<i>Synedra sp.</i>	740
<i>Thalassiosira sp.</i>	740
Ukupno:	14430
DINOFLAGELATI	
<i>Gymnodinium sp.</i>	370
Ukupno:	370
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	13380
Ukupno:	13380
UKUPNO:	28180

Tablica 28. Sastav fitoplanktonske zajednice (br. stanica L⁻¹) na postaji EM 30, otvoreno more - južni dio.

EM-30	mix.
FITOPLANKTONSKE VRSTE	0-75m
DIJATOMEJE	
<i>Cerataulina sp.</i>	370
<i>Chaetoceros sp.</i>	7400
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	740
<i>Leptocylindrus danicus</i>	370
<i>Proboscia alata</i>	370
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	1480
<i>Synedra sp.</i>	370
<i>Thalassiosira sp.</i>	740
Ukupno:	11840
DINOFLAGELATI	
<i>Amphidinium sp.</i>	740
<i>Oxytoxum caudatum</i>	740
<i>Dinofl. <20µm</i>	1480
Ukupno:	2960
MIKROFLAGELATI	
<i>Mikroflagella spp.</i>	44600
Ukupno:	44600
UKUPNO:	59400

6.1.3.2.4. Osvrt na cjelokupno područje

Ovogodišnji rezultati kao i oni prethodnih godina pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomasi kao i po sastavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveća biomasa i najveći udio mikrop planktonske veličinske kategorije, posebice iz skupine dijatomeja, zabilježeni su u sjevernom Jadranu i to na području Kvarnera, Riječkog zaljeva i na najsjevernije smještenim postajama u otvorenom moru. Najveće vrijednosti biomase su na čitavom području zabilježene u pridnom sloju što je uobičajeno za ljetno razdoblje kada je zbog stratifikacije onemogućeno miješanje i donos hranjivih soli s dna. Nešto veća biomasa u površinskom sloju je zabilježena na najsjevernije istraživanim postajama u otvorenom moru (EM-9, EM-11) što upućuje na dotok hranjivih soli u površinski sloj najvjerojatnije donosom slatke vode u površinskom sloju. Naime, za vrijeme stratifikacije slatka voda iz talijanskih rijeka širi se površinskim slojem duž zapadne obale, ali i prema sjevernoj i istočnoj obali (Orlić, 1989).

U sastavu fitoplanktonske zajednice su na svim istraživanim postajama najbrojniji bili sitni nanoplanktonski flagelatni organizmi. Od većih mikrop planktonskih organizama najzastupljenije su bile dijatomeje od kojih su najčešće bile vrste roda *Chaetoceros* i *Pseudonitzschia* spp. Brojnost je uglavnom bila reda veličine 10^4 osim u otvorenom moru-sjeverni dio kojeg karakterizira i najveća biomasa gdje je brojnost bila reda veličine 10^5 .

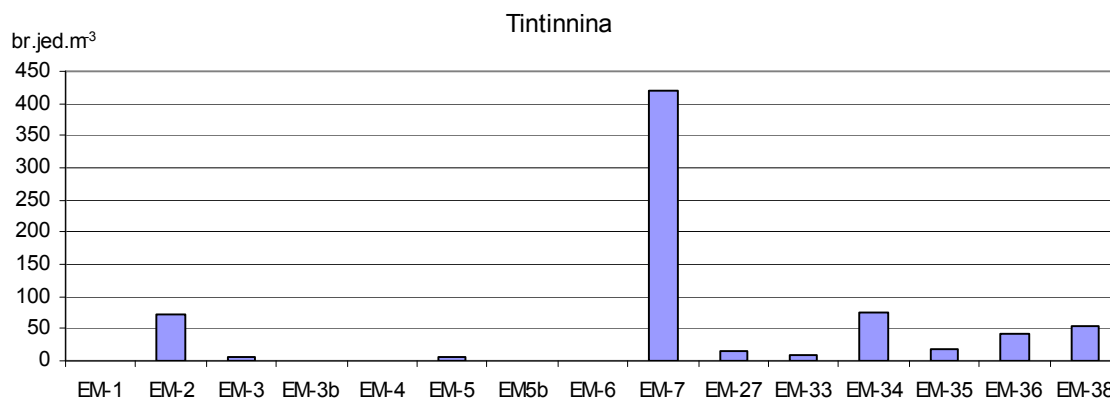
Analiza rezultata šestogodišnjeg razdoblja (2003.-2008.) je pokazala da je trend porasta biomase zabilježen jedino u Mljetskom kanalu dok se promjene između pojedinih godina na ostalim istraživanim područjima mogu pripisati klimatskim obilježjima pojedinih godina. Tako je najniža biomasa na svim područjima bila 2003. godine koja je već dobro dokumentirana kao izrazito suha godina. Najveće vrijednosti biomase u sjevernom su dijelu zabilježene 2005. i 2006. godine koje su karakterizirane obilnom količinom padalina, pa su dobiveni rezultati vjerojatno posljedica jačeg dotoka rijeke Po ali i ostalih rijeka. U srednjem su i južnom Jadranu nešto veće vrijednosti zabilježene 2007. godine što je moguće rezultat mediteranske ingresije, ali su i ovom dijelu kišne godine (2005., 2006.) također karakterizirane nešto većom biomasom.

6.1.4. Zooplankton

6.1.4.1. Mikrozooplankton

6.1.4.1.1. Unutarnje more

Fauna tintinida u području oba dijela unutarnjeg mora je izrazito siromašna. Brojnost je bila vrlo niska na svim postajama za ovo doba godine. Samo vrsta *Dictyocysta elegans* dostiže brojnost od 420 jed.m⁻³. Na postajama EM-1, EM-4 i EM-6 tintinidi nisu nađeni (Slika 67, Tablica 29 i 30).

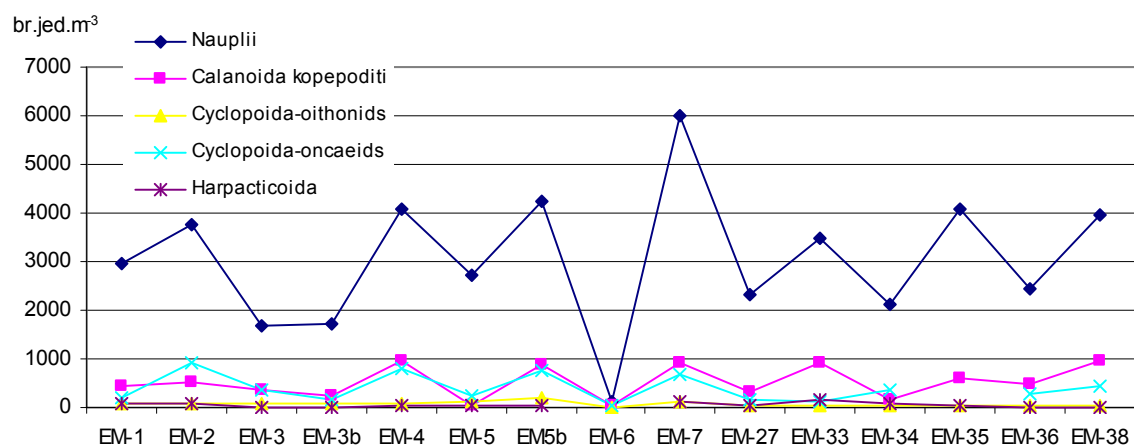


Slika 67. Brojnost tintinina na području unutarnjeg mora - sjeverni i južni dio.

Gustoća mikrometazoa u unutarnjim vodama je uglavnom ravnomjerna. Kopepodski naupliji su dominantni mikrometazoi, a njihova gustoća varira od 1670 do 4224 jed.m⁻³. Znatno viša gustoća je na postaji u Kvarneru (EM-07), 6020 jed.m⁻³ (Slika 68, Tablica 29, 30). Na ovoj postaji su zabilježene i visoke vrijednosti gustoće kalanoidnih kopepodita, oncaea kopepodita i adultnih primjeraka vrsta *Monothula subtilis* i *Oncaea waldemari* (Tablica 29). Kao i za vrijeme prethodnih istraživanja potpuno se izdvaja populacija u pridnenom sloju Kvarnerske depresije (EM-05), gdje su bili izrazito brojni kalanoidni kopepoditi, kopepoditi i odrasli primjerci vrsta *Paroithona parvula* i *Oithona similis*, te kopepoditi i odrasli primjerci vrste *Monothula subtilis*. Na postaji u Riječkom zaljevu (EM-06) vrijednosti gustoće svih grupa kopepoda su izrazito niske, što dovodimo u vezu s masovnom pojavom salpe *Salpa fusiformis*. U unutarnjim vodama - južni dio izdvaja se postaja EM-38 s povećanim vrijednostima gustoće kalanoidnih kopepodita, te oncaea kopepodita i odrasle forme *M. subtilis*.

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

Postaje	EM-1	EM-2	EM-3		EM-4	EM-5		EM-6	EM-7
Slojevi (m)	70-0	40-0	50-0	100-50	80-0	50-0	100-50	60-0	50-0
Tintinnina									
<i>D. elegans</i>		24							420
<i>Eutintinnus fraknoi</i>			6						
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>		48				6			
Ukupno tintinnina		72	6			6			420
COPEPODA									
Nauplii	2944	3760	1670	1728	4080	2720	4224	112	6020
Calanoida kopepoditi	460	520	352	256	976	38	896	45	938
Oithona kopepoditi	230	360	134	409	336	224	448	6	364
<i>Paroithona parvula</i>	6	24		38	40	6	64		
<i>Oithona nana</i>	26	32	51		56	70			70
<i>O. similis</i>	26	16		45		13	115		42
<i>O. setigera</i>			13				13		
<i>O. plumifera</i>	13					13	13	3	14
Ukupno Oithonida	71	72	64	83	96	102	205	3	126
Oncaea kopepoditi	121	336	442	512	688	307	806	2	462
<i>Monothula subtilis</i>	115	560	249	166	576	147	780	10	532
<i>Oncaea zernovi</i>		16							
<i>S. Ivlevi</i>		16							
<i>O. waldemari</i>	83	288	96		216	108		13	168
<i>O. media</i>		24	13		16				
<i>O. scottodicarloi</i>		8			8				
Ukupno Oncaeida	198	912	358	166	816	255	780	23	700
<i>Microsetella norvegica</i>	38	72		19	24	26	38		140
<i>Euterpina acutifrons</i>	26	8	13		16		13		
Ukupno Harpacticoida	64	80	13	19	40	26	51		140



Slika 68. Brojnost mikrometazoa na području unutarnjeg mora.

Tablica 30. Protozoi i mikrometazoi (br.jed.m⁻³), mreža 53 µm, unutarnje more - južni dio.

Postaje Slojevi	EM-27 80-0	EM-33 65-0	EM-34 30-0	EM-35 74-0	EM-36 74-0	EM-38 57-0
Tintinnina						
<i>Tintinnopsis campanula</i>			11			
<i>Codonellopsis schabi</i>			32		13	33
<i>Codonella aspera</i>				9		
<i>Cyttarocylis cassis</i>				9		
<i>Steenstrupiella steenstrupii</i>			11			
<i>Amphorides q.v. minor</i>			22			
<i>Rhabdonella spiralis</i>	8	10				
<i>Xystonella lohmanni</i>	8					
<i>D. elegans</i>					13	
<i>Eutintinnus fraknoi</i>						22
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>					17	
Ukupno tintinnina	16	10	76	18	43	55
COPEPODA						
Nauplii	2336	3500	2120	4085	2451	3960
Calanoida kopepoditi	304	940	180	584	485	946
Oithona kopepoditi	64	170	304	284	326	253
<i>Paroithona parvula</i>	8			34	30	22
<i>Oithona nana</i>	16	20	53			11
<i>O. similis</i>					4	
<i>O. plumifera</i>	8	20		26	4	11
Ukupno Oithonida	32	40	53	60	38	44
Oncaea kopepoditi	128	120	74	241	254	473
<i>Monothula subtilis</i>	64	40	64		124	308
<i>Oncaea zernovi</i>	8	20			13	
<i>O. venusta</i>						
<i>O. waldemari</i>	80	80	286		124	121
<i>O. media</i>			11		8	
Ukupno Oncaeida	152	140	361		269	429
<i>Microsetella norvegica</i>	48	170	85	52	17	11
<i>Euterpina acutifrons</i>			11			
Ukupno Harpacticoida	48	170	96	52	17	11

6.1.4.1.2. Otvoreno more

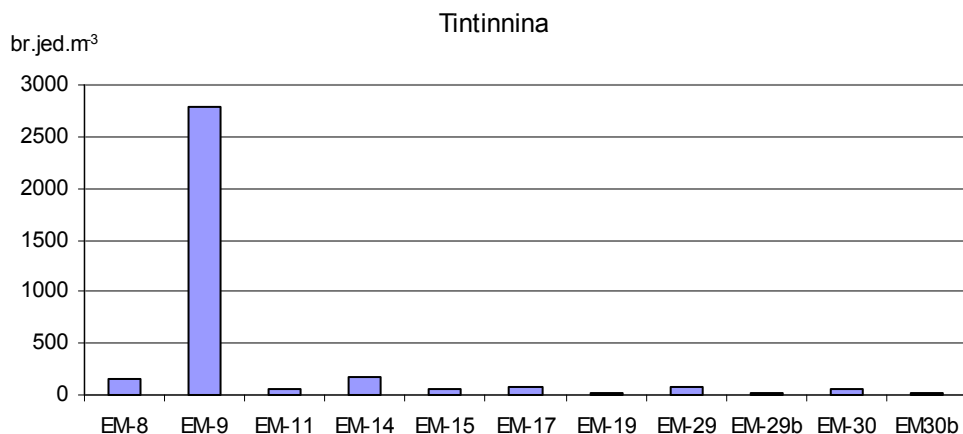
Fauna tintinida u otvorenom moru je bila siromašna s vrlo niskim vrijednostima brojnosti (Slika 69, Tablica 31 i 32). Povećanoj brojnosti na postaji EM-9 doprinosi inače rijetka vrsta otvorenog mora *Amphorellopsis acuta*.

U otvorenim vodama sjevernog Jadrana izražen je trofički gradijent nauplija i svih skupina kopepoda od krajnje sjeverne postaje prema jugu. Visoka vrijednost gustoće nauplija od 16000 jed.m⁻³ bila je na postaji EM-08 (Slika 70). Na istoj postaji zabilježene su i maksimalne vrijednosti oithonidnih kopepodita (2240 jed.m⁻³) i odraslih primjeraka vrste

Oithona nana, kao i oncaea kopepodita. Naprotiv vrlo visoke vrijednosti gustoće kalanoidnih kopepodita (2252 jed.m⁻³) i vrste *Euterpina acutifrons* utvrđene su na sjevernoj postaji EM-09 (Tablica 31). Na obje postaje otvorenog mora-južni dio u pridnenim slojevima je vrlo niska vrijednost gustoće svih grupa kopepoda. Za razliku od ranijih istraživanja tipične subpovršinske vrste su malobrojne ili nisu nađene.

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

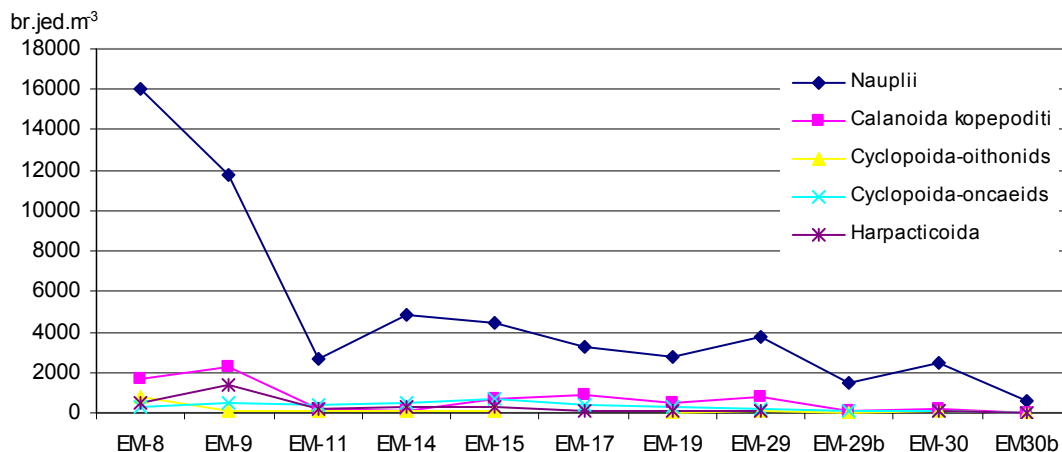
Postaje Slojevi	EM-8 20-0	EM-9 25-0	EM-11 35-0	EM-14 42-0	EM-15 37-0	EM-17 60-0	EM-19 89-0
Tintinnina							
<i>Codonella aspera</i>						16	
<i>Codonellopsis schabi</i>	128	486		15			
<i>Xystonella lohmanni</i>						11	28
<i>Dictyocysta elegans</i>	32	256	63	165	60	37	
<i>Amphorellopsis acuta</i>		2048					
<i>Eutintinnus lusus-undae</i>						5	
Ukupno tintinnina	160	2790	63	180	60	69	28
COPEPODA							
Nauplii	16000	11776	2700	4875	4500	3233	2800
Calanoida kopepoditi	1664	2252	153	109	720	933	525
Oithona kopepoditi	2240	896	207	225	430	101	91
<i>Paroithona parvula</i>			18				
<i>Oithona nana</i>	800	128	45	105	80		14
<i>O. similis</i>			27				
<i>O. setigera</i>							
<i>O. plumifera</i>			9	15			
Ukupno Oithonida	800	128	99	120	80		14
Oncaea kopepoditi	960	358	225	210	100	90	182
<i>Monothula subtilis</i>			189	135		185	126
<i>O. waldemari</i>	320	480	180	345	730	233	126
Ukupno Oncaeida	320	480	369	480	730	418	252
<i>Microsetella norvegica</i>	192	102	154	90	30	90	84
<i>Euterpina acutifrons</i>	256	1280	36	192	220		
Ukupno Harpacticoida	448	1382	190	282	250	90	84



Slika 69. Brojnost tintinina na području otvorenog mora - sjeverni i južni dio.

Tablica 32. Protozoi i mikrometazoi (br.jed.m⁻³), mreža 53 µm, otvoreno more - južni dio.

Postaje	EM-29		EM-30	
Slojevi	50-0	100-50	50-0	119-50
Tintinnina				
<i>Tintinnopsis angulata</i>			45	
<i>Codonellopsis schabi</i>	38			
<i>Codonella aspera</i>	13			12
<i>Undella hyalina</i>	13		6	
<i>D. elegans</i>	13	19	6	
<i>D. mitra</i>		6		9
<i>Parundella ampula</i>				2
<i>Rhabdonella spiralis</i>			6	
Ukupno tintinnina	77	25	63	23
COPEPODA				
Nauplii	3776	1497	2432	632
Calanoida kopepoditi	780	147	217	41
Oithona kopepoditi	342	83	288	52
<i>Paroithona parvula</i>	13	26		16
<i>Oithona nana</i>	51		32	2
<i>O. similis</i>	26	6	6	
<i>O. setigera</i>				5
<i>O. plumifera</i>	26	13	19	
Ukupno Oithonida	116	45	57	23
Oncaea kopepoditi	243	38	140	25
<i>Monothula subtilis</i>	128	83	66	23
<i>Oncaea zernovi</i>				2
<i>O. venusta</i>			6	
<i>O. waldemari</i>	77	19	57	2
<i>O. media</i>		6		5
<i>S. Ivlevi</i>		6		14
Ukupno Oncaeida	205	114	129	46
<i>Microsetella norvegica</i>	89		102	18
<i>Euterpina acutifrons</i>	26			
Ukupno Harpacticoida	115		102	18



Slika 70. Brojnost mikrometazoa na području otvorenog mora.

6.1.4.1.3. Osvrt na cjelokupno područje

Fauna tintinina je siromašna s iznimno malim brojem vrsta u cijelom istraživanom području. Od kvantitativne važnosti samo na jednoj postaji (EM-09) je vrsta otvorenog mora *Amphorellopsis acuta*.

Ovo krstarenje karakteriziraju kopepodni rakovi i njihovi raniji razvojni stadiji, naupliji i kopepoditi. Sve nađene vrste su tipične za obalno more i nisu zabilježeni imigranti iz subpovršinskih slojeva južnog dubokog Jadrana. Na cijelom području nađene su povećane vrijednosti gustoće svih skupina kopepoda, osobito na nekoliko postaja otvorenog mora-sjeverni dio (EM-08, EM-09) i postaje (EM-07) unutarnje more-sjeverni dio. Maksimalne vrijednosti kalanoidnih kopepodita i harpacticoida zabilježene su na postaji EM-09, a oithonida i oncaeida na postaji EM-08. Dominantna vrsta oncaeidnih kopepoda u unutarnjem moru-sjeverni dio bila je *Monothula subtilis*, a u području otvoreno more-sjeverni dio vrsta *Oncaea waldemari*. Također u ovom području su bile brojne vrste *Microsetella norvegica* i *Euterpina acutifrons*. Izrazito niske vrijednosti gustoće svih skupina bile su na postaji EM-06 u Riječkom zaljevu. Možemo pretpostaviti da je masovna pojava salpida kao i velika količina sitnih inčuna u Riječkom zaljevu značajno smanjila gustoću tintinina, malih kopepoda i njihovih nerazvijenih primjeraka. Kao i za vrijeme ranijih istraživanja na postaji EM-05 između Plavnika i Cresa sve skupine kopepoda su bile znatno brojnije u pridnenom u odnosu na površinski sloj, a osobito vrste *Paroithona parvula*, *Oithona similis* i *Monothula subtilis*. Prema sastavu i

brojnosti svih skupina manjeg i srednjeg zooplanktona u obalnom moru sjevernog i južnog Jadrana, te na većem dijelu otvorenog mora sjevernog dijela tijekom rujna 2008. godine bili su povoljni uvjeti za ishranu svih veličinskih kategorija sitne plave ribe.

6.1.4.1.4. Osvrt na razdoblje 2003-2008.

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

Analiza abundancije nauplija i dominantnih skupina kopepoda, kao važnijih pokazatelja stanja u zooplanktonskoj populaciji prikazana je na slici 70. Izdvojene su slične produkcione zone: unutarnje more, otvoreno more-sjeverni dio i otvoreno more-srednji i južni dio. U otvorenom moru-srednji i južni dio su najniže vrijednosti, a nisu utvrđene značajnije razlike abundancije između godina. Tijekom 2005. zabilježene su najmanje vrijednosti gustoće nauplija i kalanoidnih kopepodita. Tijekom 2006. su relativno visoke vrijednosti kalanoidnih kopepodita, a 2008. vidljivo je smanjenje gustoće svih skupina kopepoda, osobito oithonida i oncaeida. Unutarnje more je druga zona prema abundanciji kopepoda, sa relativno malim razlikama između godina. Međutim tijekom 2008. zapaženo je smanjenje svih skupina kopepoda, a osobito za oithonide i oncaeide. Treća ili najbogatija zona prema brojnosti kopepoda je otvoreno more-sjeverni dio. U ovoj zoni su najveće varijabilnosti abundancije svih grupa kopepoda u cijelom razdoblju. Tijekom 2003 iznimno su niske vrijednosti gustoće, što može ukazivati na poremećaje u pelagijalu sjevernog Jadrana. Također značajno smanjenje gustoće nauplija je bilo tijekom 2005. i 2006., te oithonida i oncaeida 2008. godine. Promatrajući cjelokupno područje u rujnu 2008., zooplanktonsku zajednicu su karakterizirali kalanoidni kopepoditi uz značajno smanjenje brojnosti oithonidnih i oncaeidnih kopepoda. Iznesene podatke je

neophodno usporediti s drugim dostupnim parametrima kako bi mogli procjeniti njihov odnos prema populaciji male plave ribe u našem dijelu Jadranskog mora.



Slika 71. Pregled prosječnih vrijednosti abundancije nauplija, kalanoidnih kopepodita, postnaupliarnih oithonida i oncaeida od 2003. do 2008.

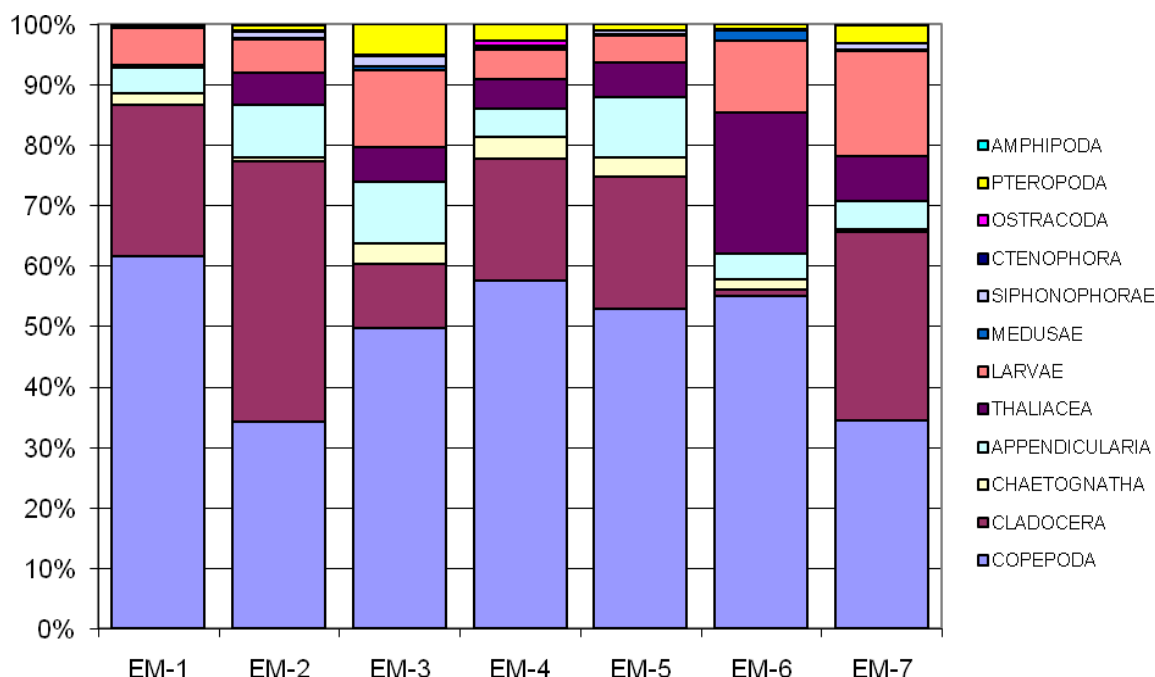
6.1.4.2. Mezozooplankton i makrozooplankton

6.1.4.2.1. Unutarnje more

Na cijelom području sjevernog unutarnjeg mora zabilježene su relativno visoke koncentracije kopepoda koji čine i većinu u ukupnom zooplanktonu (34-62%) (Slika 72). Iznimku čini područje Virskog mora gdje su najbrojnija skupina kladocere sa 1203 jed.m⁻³ (Tablica 33). Atipična je situacija u Riječkom zaljevu (s obzirom na okolna područja) gdje su zabilježene niže vrijednosti ukupnog zooplanktona, visoka koncentracija Thaliacea (23%), i to salpida, izrazito mala zastupljenost kladocera (<1%) te izostanak jaja i ličinki riba (Slika 72). U području Kvarnera značajan je udio ličinki (17%) zbog povišenog broja ličinki školjkaša (466,5 jed.m⁻³) (Slika 72, Tablica 33).

Tablica 33. Raspodjela gustoće zooplanktona, sjeverni dio - unutarnje more (jed.m⁻³).

	EM-1 80-0	EM-2 40-0	EM-3 50-0	EM-3 100-50	EM-4 80-0	EM-5 50-0	EM-5 110-50	EM-6 60-0	EM-7 45-0
MEDUSAE	0,8	6,4	5,1	15,4	1,6	0,6	1,1	8,5	11,4
SIPHONOPHORAE	3,2	32	35,8	10,3	6,4	2,6	8,5	0,3	34,1
CTENOPHORA		3,2		2,6	0,8			0,3	
OSTRACODA	0,4		0,2		12,8				
CLADOCERA	448	1203,2	281,6	5,1	326,4	435,2	17,1	4,3	1103,6
PTEROPODA	3,2	32	97,3	41	44,8	15,4	8,5	4,3	113,8
AMPHIPODA		0,1							0,1
COPEPODA									
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	60,8	52	45,1	10,3	26,8	52,5	30	4,3	15,1
Calanoida	161,7	152,2	92,5	70,2	141,7	92,5	37,2	15,9	212,1
Calanoida kopepoditi	876,8	755,2	768	358,4	812,8	486,4	396,8	256	990
COPEPODA UKUPNO	1099,3	959,4	905,6	438,9	981,3	631,4	464	276,2	1217,2
CHAETOGNATHA	32	19,2	87	5,1	57,6	56,3	8,5	8,5	11,4
APPENDICULARIA	76,8	243,2	184,3	92,2	76,8	174,1	29,9	21,3	170,7
THALIACEA	6,4	147,2	97,3	56,3	76,8	87	34,1	117,3	261,7
LARVAE									
Bivalvia	76,8	70,4	128	97,3	51,2	3,8	59,7	8,5	466,5
Gastropoda	6,4	32	25,6	25,6				8,5	91
Polychaeta	2,4	6,4	5,1	5,1	3,2	2,6	8,5	4,3	0,7
Decapoda	25,6	19,2	30,7	5,1	25,6	10,2	4,3	0,2	22,8
Mysida		0,4	0,2	0,4		0,1	0,1		0,8
Cirripedia						1,3			
Echinida	2,4	6,4	10,2	5,1				21,3	
Ophiurida		6,4	1,3	0,6	1,6	1,3		17,1	22,8
Asterioidea		3,2	1,3		0,4			0,3	0,3
Ova piscis	0,5	2,8	0,9	0,1	0,4	0,8	0,2		3,2
Pisces	0,8	3,5	1,4	0,1	0,6	0,3	0,3		3,4
LARVAE UKUPNO	114,9	150,7	204,7	139,4	83	20,4	73,1	60,2	611,5
UKUPNO	1785	2796,6	1898,9	806,3	1668,3	1423	644,8	501,2	3535,5



Slika 72. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu unutarnjeg mora.

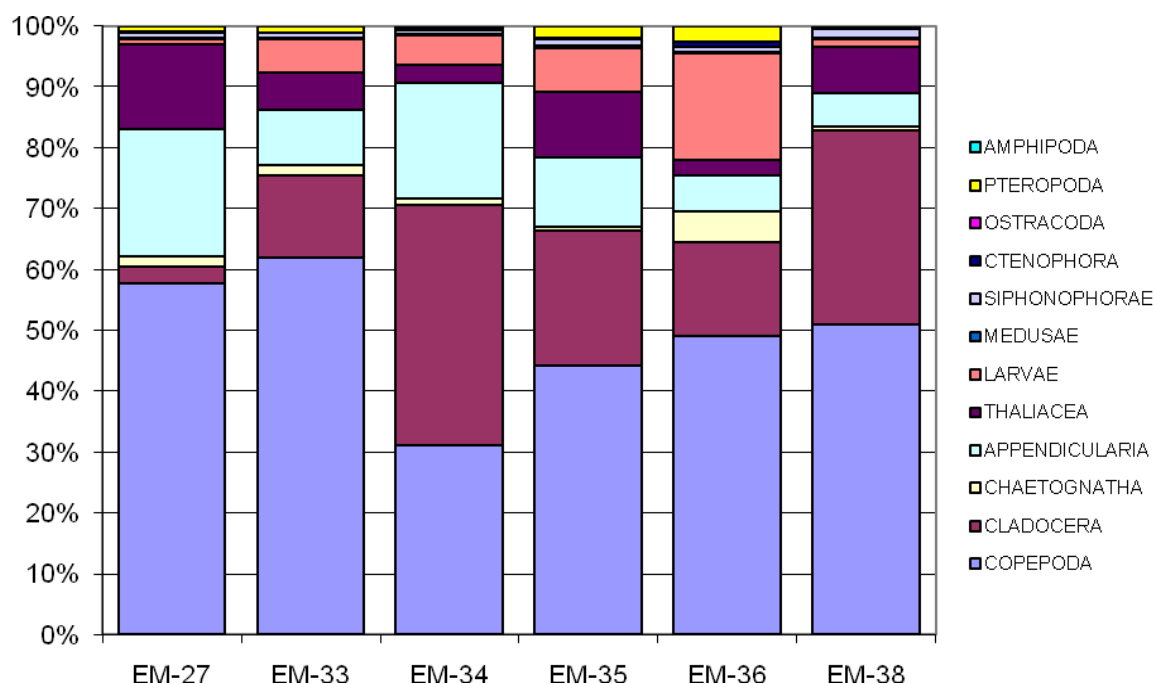
Jaja i ličinke riba se na području Murterskog mora, Jablanca, Kvarnerića i Plavnika javljaju sa $<1 \text{ jed.m}^{-3}$. U području Virskog mora nađeno je $2,8 \text{ jed.m}^{-3}$ jaja i $3,5 \text{ jed.m}^{-3}$ ličinki, dok je na području Kvarnera $3,2 \text{ jed.m}^{-3}$ jaja i $3,4 \text{ jed.m}^{-3}$ ličinki (Tablica 33). Na obje postaje su jaja incuna (*Engraulis encrasicolus*) nešto brojnija od jaja druge male plave ribe.

Na pet postaja južnog dijela unutarnjeg mora kopepodi su dominantna skupina (44-62%), jedino su na području Neretvanskog kanala najbrojnije kladocere sa zabilježenih 1382 jed.m^{-3} (Slika 73, Tablica 34). Isto područje karakterizira i velika brojnost apendikularija ($665,6 \text{ jed.m}^{-3}$). Od ostalih skupina izdvaja se visoki udio Thaliacea u Mljetskom i Hvarskom kanalu (14 i 11%) (Slika 73). Značajan je udio ličinki u ukupnom zooplanktonu na području Vruļje (17%) gdje su inače zabilježene niže vrijednosti ukupnog zooplanktona uspoređujući s okolnim postajama.

Jaja riba javljaju su na svim područjima, a maksimalnih $3,2 \text{ jed.m}^{-3}$ nađeno je u Mljetskom kanalu, i to njih 95% pripada incunu. Ličinke riba nisu nađene u Splitskom kanalu, a visoka koncentracija od $11,3 \text{ jed.m}^{-3}$ zabilježena je u Neretvanskom kanalu. Ostale vrijednosti ne prelaze 1 jed.m^{-3} (Tablica 34).

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

	EM-27 80-0	EM-33 65-0	EM-34 30-0	EM-35 74-0	EM-36 74-0	EM-38 57-0
MEDUSAE	0,2	3,9	4,3	6,9	0,9	2,2
SIPHONOPHORAE	6,4	11,8	25,6	13,8	3,5	31,4
CTENOPHORA					3,5	0,1
OSTRACODA	1,6		0,5	1,7		0,6
CLADOCERA	19,2	232,4	1382,4	311,4	62,3	574,9
PTEROPODA	6,4	19,7	17,1	27,7	10,4	2,2
AMPHIPODA			0,8			
COPEPODA						
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	32,8	80,7	85,7	31,6	4,3	33,7
Calanoida	85,7	170,5	288,8	134,5	43,2	143,2
Calanoida kopepoditi	307,2	799,5	716,8	449,7	152,2	741
COPEPODA UKUPNO	425,7	1050,7	1091,3	615,8	199,7	917,9
CHAETOGNATHA	12,8	27,6	34,1	6,9	20,8	13,5
APPENDICULARIA	153,6	153,6	665,6	159,1	24,2	98,8
THALIACEA	102,4	102,4	102,4	152,2	10,4	134,7
LARVAE						
Bivalvia	0,4	27,6	1,1	20,8	17,3	4,5
Gastropoda	0,8	39,4	34,1	48,4	27,7	4,5
Polychaeta		7,9	0,3	0,9	0,2	4,5
Decapoda	1,6	3,9	51,2	6,9	3,5	4,5
Mysida	0,2	0,1	2,1	0,8	0,1	0,6
Euphausida	0,4		0,3			
Echinida	0,2	11,8	68,3	6,9	20,8	4,5
Ophiurida	0,4	3,9	1,1	13,8	0,9	
Asteroidea			3,2			1,7
Ova piscis	3,2	0,2	0,8	0,3	0,1	0,3
Pisces	0,6	0,6	11,3	0,4	0,1	
LARVAE UKUPNO	7,8	95,4	173,8	99,2	70,7	25,1
UKUPNO	736,1	1697,5	3497,9	1394,7	406,4	1801,4



Slika 73. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu unutarnjeg mora.

6.1.4.2.2. Otvoreno more

Sjeverni dio ovog područja obuhvaćen je sa šest istraživanih postaja. Kopepodi čine većinu u ukupnom zooplanktonu samo na postaji EM-19 (49%), iako su zabilježene visoke vrijednosti na svim postajama (naročito na postaji EM-9, 2399 jed.m⁻³) (Slika 74, Tablica 35). Kladocere su zastupljene sa 30-50%, ali većinu čine na tri postaje; EM-14, EM-15 i EM-17. Maksimalnih 2949 jed.m⁻³ zabilježeno je na postaji EM-9, ali su vrijednosti i na drugim postajama >1000 jed.m⁻³ (Tablica 35). Dominantna vrsta je *Penilia avirostris*, međutim, brojni su i pripadnici rodova *Evadne* i *Podon*. Očito je povećanje udjela kopepoda i smanjenje udjela kladocera u horizontalnom smjeru (od sjevera prema jugu).

Na postajama EM-9 i EM-11 većinu ukupnog zooplanktona čine ličinke (39 i 48%), i to ličinke školjkaša sa visokih 3543 i 1946 jed.m⁻³ (Slika 74, Tablica 35).

Jaja i ličinke riba nađena su na svim postajama. Maksimalna koncentracija jaja zabilježena je na postaji EM-14 (16,4 jed.m⁻³), čak 92% su jaja incuna. Povišene vrijednosti javljaju se još na postajama EM-9 (3,8 jed.m⁻³) i EM-11 (5,3 jed.m⁻³), ali je

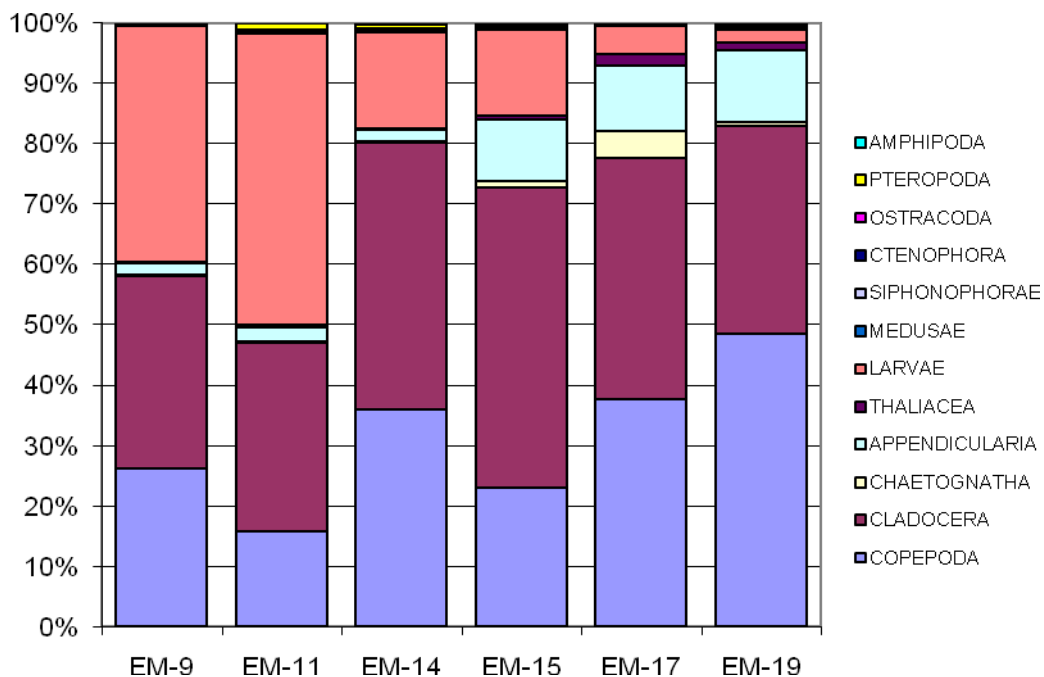
ovdje veći udio jaja druge male plave ribe. Najveća vrijednost ličinki nađena je na postaji EM-15 ($6,2 \text{ jed.m}^{-3}$) (Tablica 35).

Tablica 35. Raspodjela gustoće zooplanktona, sjeverni dio - otvoreno more (jed. m^{-3}).

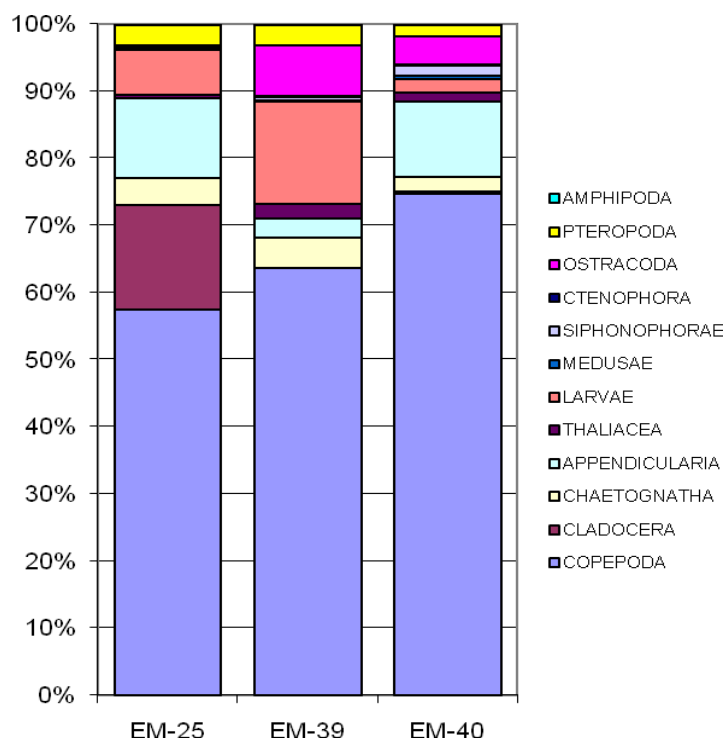
	EM-9 25-0	EM-11 35-0	EM-14 42-0	EM-15 33-0	EM-17 60-0	EM-19 89-0
MEDUSAE	20,5	3,7	0,8	15,5	1,1	5,8
SIPHONOPHORAE	10,2	14,6	12,2	7,8	4,3	2,9
CTENOPHORA						0,2
OSTRACODA	0,6		1,5	3,9	0,3	2,9
CLADOCERA	2949	1316,6	1450,7	2141	700	460,2
PTEROPODA	5,1	43,9	24,4	15,5		1,4
AMPHIPODA			1,5		0,1	0,2
COPEPODA						
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	81,9	59,7	64,4	31,8	21,3	51,2
Calanoida	391,7	169,3	233,4	118,3	176,1	131,6
Calanoida kopepoditi	1925	438,9	890	837,8	460,8	466
COPEPODA UKUPNO	2398,6	667,9	1187,8	987,9	658,2	648,8
CHAETOGNATHA	1,3	3,7	12,2	46,5	76,8	5,8
APPENDICULARIA	184,3	102,4	61	434,4	187,7	161,1
THALIACEA	20,5	14,6	6,1	31	34,1	17,3
LARVAE						
Bivalvia	3543	1945,6	487,6	558,5	51,2	23
Gastropoda	5,1	14,6		1,9		0,4
Polychaeta	10,2	29,3	1,1	3,9	17,1	2,2
Decapoda	10,2	14,6	24,4	23,3	4,3	0,7
Mysida			0,4	0,7		
Euphausiida				0,1		
Echinida			1,5		8,5	0,4
Ophiurida	20,5	29,3	0,8	15,5		0,7
Ova piscis	3,8	5,3	16,4	1,7	1,8	0,5
Pisces	1,6	0,6	2,5	6,2	0,9	0,2
LARVAE UKUPNO	3594,4	2039,3	534,7	611,8	83,8	28,1
UKUPNO	9184,5	4206,7	3292,9	4295,3	1746,4	1334,7

Otvorene vode Srednjeg Jadrana najdublje su istraživano područje. Najzastupljenija skupina su kopepodi koji u ukupnom zooplanktonu sudjeluju sa 57-75%, povećanje udjela od sjevera (EM-25) prema jugu (EM-40). Na postaji EM-25 značajan je i udio apendikularija (12%) i kladocera (16%), koje se javljaju samo u površinskom sloju ($235,5 \text{ jed.m}^{-3}$) (Slika 75, Tablica 36). Zanimljivo je spomenuti povećanu brojnost

ostrakoda u pridnenim slojevima dviju južnijih postaja (20,7 jed.m⁻³ na EM-39 i 24,9 jed.m⁻³ na EM-40) (Tablica 36).



Slika 74. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u sjevernom dijelu otvorenog mora.



Slika 75. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u srednjem dijelu otvorenog mora.

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

	EM-25 50-0	EM-25 100-50	EM-39 50-0	EM-39 115-50	EM-40 50-0	EM-40 100-50	EM-40 195-100
MEDUSAE	0.3		0.2	0.1	2.6	2.6	0.1
SIPHONOPHORAE	5.1		1.3	0.2	5.1	6.4	2
CTENOPHORA			0.1		0.3	0.2	1.3
OSTRACODA	0.3	3.6		20.7	3.8	10.2	24.9
CLADOCERA	235.5				2.6		
PTEROPODA	25.6	20.5	3.8	4.9	5.1	1.3	10.1
AMPHIPODA	0.2	0.6	0.1	0.2			0.1
COPEPODA							
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	26.4	26.2	2.7	2.2	7.9	17.9	4.7
Calanoida	78.5	68.6	39.4	21.3	29	13	3.8
Calanoida kopepoditi	445.5	220.2	60.2	50.2	361	172.8	77.5
COPEPODA UKUPNO	550.4	315	102.3	73.7	397.9	203.7	86
CHAETOGNATHA	15.4	46.1	10.2	2	12.8	3.8	3.4
APPENDICULARIA	117.8	61.5	5.1	3	81.9	20.5	2
THALIACEA	3.8	2.6	5.1	1	10.2	1.3	
LARVAE							
Bivalvia	10.2	41	7.7	7.9			
Gastropoda	10.2		5.1	14.8	0.1	1.3	4.7
Polychaeta	1.3	15.4	0.1	3	1.3	5.1	0.3
Decapoda	5.1	15.4	1.3	0.2	0.6	1.3	0.3
Mysida		0.5				0.3	0.1
Euphausiida		0.8	0.1	2	0.1		
Cirripedia	0.3						
Echinida					1.3		
Ophiurida	1	1.3				1.3	
Ova piscis			0.1	0.1	0.1		
Pisces	0.6						0.1
LARVAE UKUPNO	28.7	74.4	14.4	28	3.5	9.3	5.5
UKUPNO	983.1	524.3	142.6	133.8	525.8	259.3	135.4

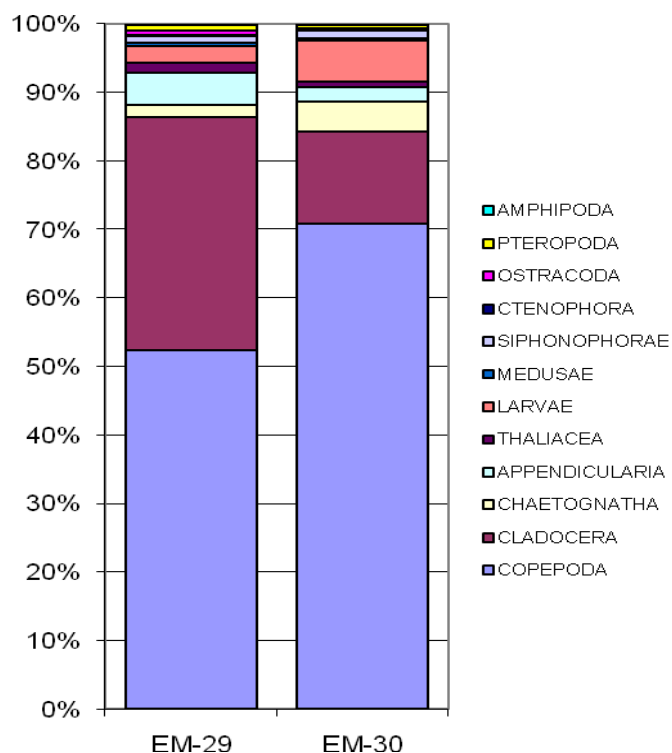
Jaja riba nađena su na postaji EM-39 i površinskom sloju EM-40, a ličinke se javljaju u površinskom sloju EM-25 i pridnenom sloju EM-40. Sve su vrijednosti <1 jed.m⁻³ (Tablica 36).

I u otvornim vodama južnog dijela Jadranskog mora kopepodi čine većinu u ukupnom zooplanktonu (52% na EM-29, 71% na EM-30) (Slika 76). Postaju EM-29 karakterizira visoka koncentracija kladocera (34%), u površinskom sloju čak 727 jed.m⁻³ (Slika 76, Tablica 37).

Jaja riba zabilježena su u površinskim slojevima obiju postaja, kao i ličinke riba. Vrijednosti su $<1 \text{ jed.m}^{-3}$ osim $1,4 \text{ jed.m}^{-3}$ ličinki na EM-29 (Tablica 37).

Tablica 37. Raspodjela gustoće zooplanktona na južnom dijelu otvorenog mora (jed.m^{-3}).

	EM-29 50-0	EM-29 100-50	EM-30 50-0	EM-30 119-50
MEDUSAE	5,1	5,1	2,6	0,2
SIPHONOPHORAE	20,5	5,1	5,1	3,7
CTENOPHORA	1,3		0,3	
OSTRACODA	10,2	1,3	0,3	0,9
CLADOCERA	727	2,6	66,6	33,4
PTEROPODA	20,5	1,3	1,3	3,7
AMPHIPODA		0,2	0,1	0,2
COPEPODA				
Poecilostomatoida (bez Oncaeidae)	64,7	10,4	16,6	23,3
Calanoida	257,1	114,2	57,8	85,2
Calanoida kopepoditi	460,8	215	128	215,2
COPEPODA UKUPNO	782,6	339,6	202,4	323,7
CHAETOGNATHA	20,5	15,4	20,5	11,1
APPENDICULARIA	61,4	41	5,1	11,1
THALIACEA	20,5	10,2	5,1	0,9
LARVAE				
Bivalvia	10,2	10,2	5,1	11,1
Gastropoda	5,1	0,5	2,6	1,9
Polychaeta	2,6	1,3	1,3	0,9
Decapoda	2,6	1,3	5,1	7,4
Mysida				
Euphausida	2,6	1,3	0,6	1,9
Cirripedia	0,6		5,1	
Echinida	7,7			
Ophiurida	2,6			0,5
Asteroidea	0,6			
Ova piscis	0,5		0,6	
Pisces	1,4		0,1	
LARVAE UKUPNO	36,5	14,6	20,5	23,7
UKUPNO	1706,1	436,4	329,9	412,6



Slika 76. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona u južnom dijelu otvorenog mora.

6.1.4.2.3. Osvrt na cjelokupno područje

Ovo krstarenje karakteriziraju visoke vrijednosti kopepoda na cijelom istraživanom području, osobito na nekoliko postaja unutarnjeg mora (Murtersko i Virsko more, Kvarner, Korčulanski i Neretvanski kanal), dok je maksimalna vrijednost zabilježena na EM-9, postaji sjevernog otvorenog mora. Apsolutno dominiraju kopepoditni stadiji, a od odraslih su najbrojniji herbivori *Temora stylifera*, *Clausocalanus furcatus*, *Centropages typicus* i *Clausocalanus jobei*. U otvorenim vodama srednjeg i južnog Jadrana povećana je koncentracija pučinskih vrsta karakterističnih za to područje. U sjevernom dijelu otvorenog mora dominantna, a u unutarnjem moru vrlo brojna, skupina su kladocere sa najzastupljenijom vrstom *Penilia avirostris*. Naime, neobična je pojava visoka koncentracija te skupine na najjužnijoj istraživanoj postaji EM-29. Specifična situacija zabilježena je u Riječkom zaljevu. Niske vrijednosti ukupnog zooplanktona, naročito važnih herbivora – kopepoda i kladocera, te izostanak jaja i ličinki riba mogu se protumačiti povećanom koncentracijom salpida.

Paralelno s visokim vrijednostima kopepoda zabilježene su i veće koncentracije jaja riba. Maksimalna vrijednost nađena je na postaji EM-14, gdje apsolutno dominiraju jaja vrste *Engraulis encrasicolus*, kao i na području Mljetskog kanala i Kvarnera. Značajne vrijednosti jaja druge male plave ribe nađene su na postajama EM-11, EM-9 i u Virskom moru. Ličinke riba bile su najbrojnije u Neretvanskom kanalu, a značajna brojnost zabilježena je još na postaji EM-15, te na području Virskog mora i Kvarnera.

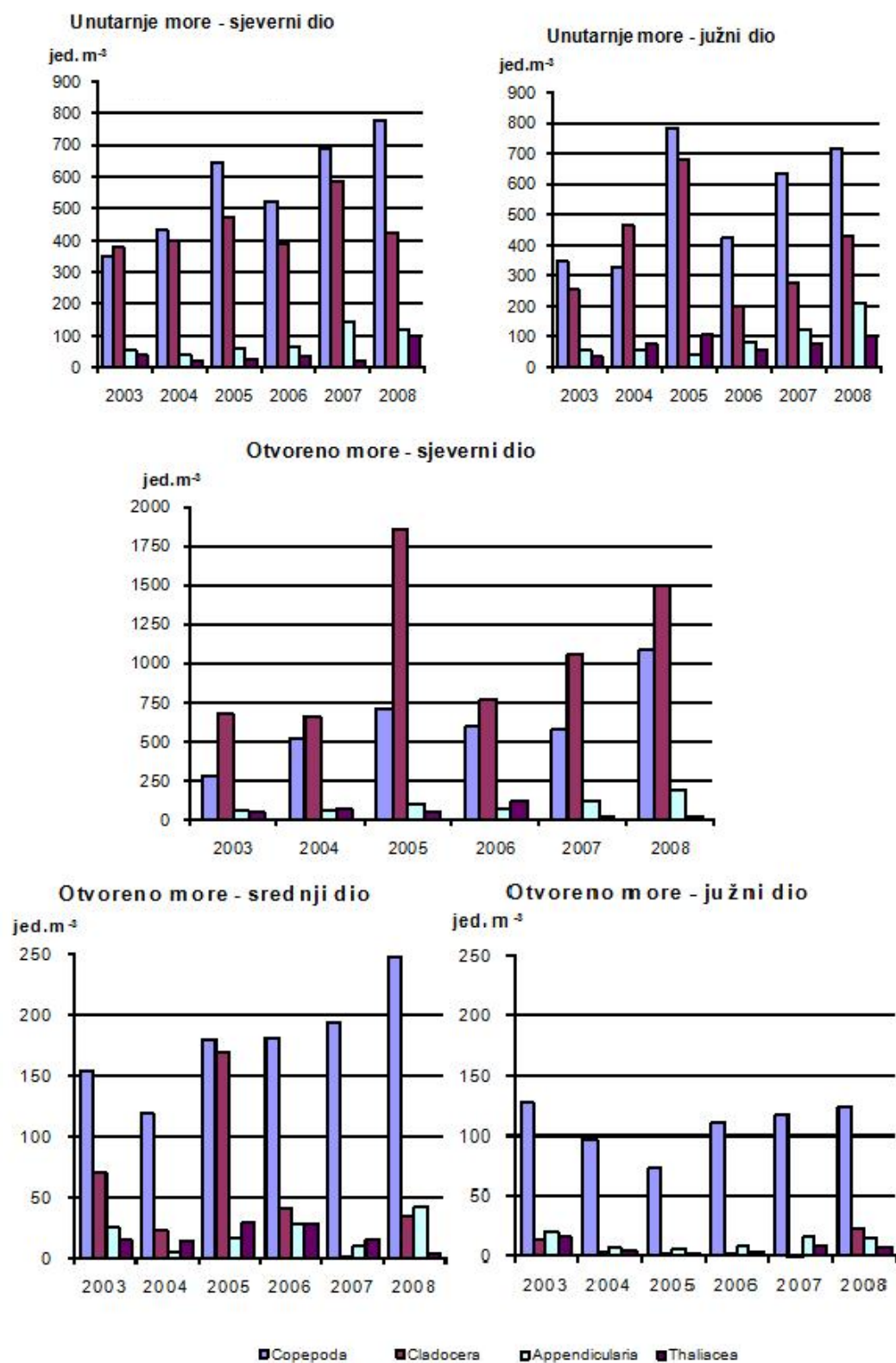
6.1.4.2.3. Osvrt na razdoblje 2003-2008.

Najbrojnije skupine krustacejskog zooplanktona su kopepodi i kladocere, a želatinoznog apendikularije i Thaliacea. Prosječne vrijednosti gustoće njihovih populacija daju sliku sveopćeg stanja mezozooplanktonskih i makrozooplanktonskih zajednica u proteklom šestogodišnjem razdoblju (Slika 77). Pregled prosječnih vrijednosti jaja i ličinki riba prikazan je na slici 78. Očite su razlike u brojnosti pojedinih skupina zooplanktona među različitim područjima istraživanja.

Južni i srednji dio otvorenog mora najsiromašnija su istraživana područja, ali kvalitativno vrlo značajna zbog velikog broja pučinskih vrsta. U južnom dijelu apsolutnu dominaciju bilježe kopepodi, te nema značajnije razlike u abundanciji tijekom svih šest godina. Isto se odnosi na jaja i ličinke riba koje se u ovom području javljaju povremeno i u vrlo malom broju. Iznimno je 2006. godine na otvorenom moru kod Prevlake zabilježen ponešto veći broj jaja inćuna i ličinki male plave ribe. Otvorene vode srednjeg Jadrana neznatno su produktivnije od prethodnog područja, a i ovdje su kopepodi najbrojnija skupina zooplanktona, s iznimkom 2005. godine kada su kladocere bile jednako brojne. Najmanja gustoća populacija kopepoda zabilježena je 2004. godine, a maksimalna 2008. Zanimljivo je spomenuti povećanu brojnost Thaliacea u otvorenim vodama srednjedalmatinskog otočnog područja svih prethodnih godina, izostaje 2008. Kvantitativno značajna je pojava jaja male plave ribe 2005. i ličinki 2007. godine u površinskom i subpovršinskom sloju najdubljeg dijela Jabučke kotline.

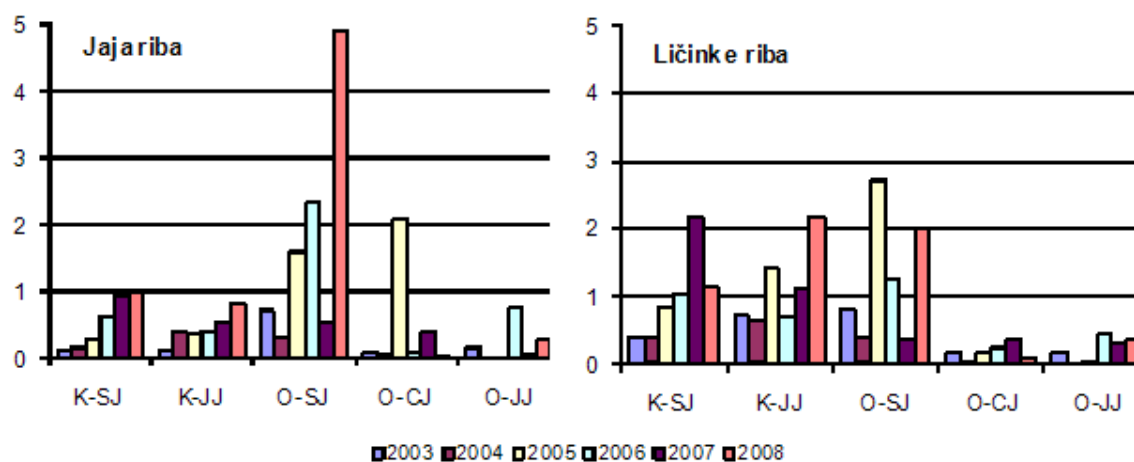
Analizom brojnosti populacija važnih mezozooplanktonskih i makrozooplanktonskih skupina, uviđa se golema sličnost između južnog i sjevernog dijela unutarnjeg mora. Pored dominantnih kopepoda, vrlo zastupljena skupina su kladocere koje maksimum populacije upravo bilježe u obalnom području koncem ljeta i u ranu jesen.

Razlikuju se godine 2003., 2004. i 2006. sa relativno nižim vrijednostima tih skupina od 2005., 2007. i osobito, 2008. godine kada je njihova brojnost znatno viša.



Slika 77. Pregled prosječnih vrijednosti najbrojnijih skupina zooplanktona od 2003. do 2008. godine.

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



Slika 78. Pregled prosječnih vrijednosti jaja i ličinki riba od 2003. do 2008. godine po područjima.

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

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

6.1.4.3. Analiza zooplanktona u ishrani sitne plave ribe

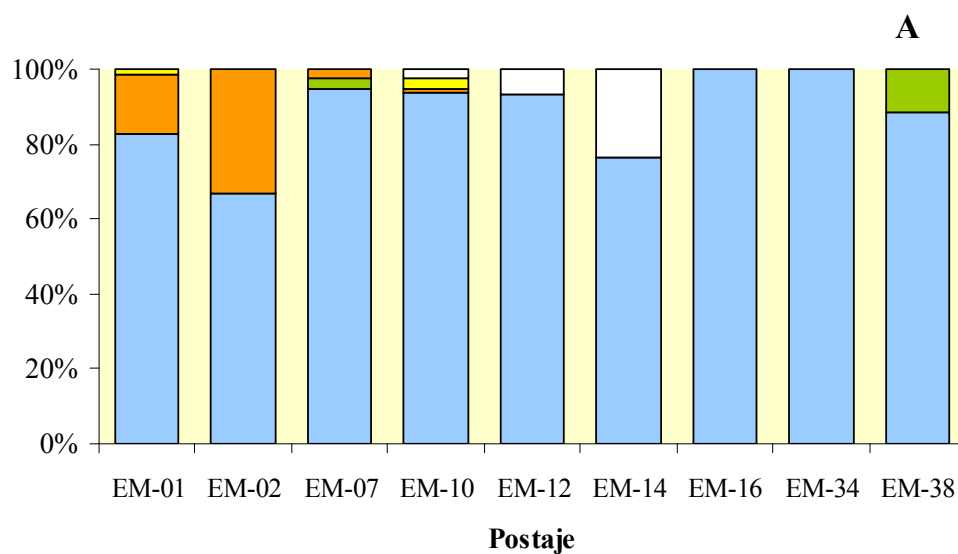
Analizirani su sadržaji probavila nasumično uzetih primjeraka iz prikupljenih lovina ciljanih vrsta srdela (*Sardina pilchardus*) i inćun (*Engraulis ecrasicolus*). Čitav sadržaj probavila pregledan je na invertnom mikroskopu OLYMPUS IX 51.

6.1.4.3.1. SRDELA (*Sardina pilchardus* WALB.)

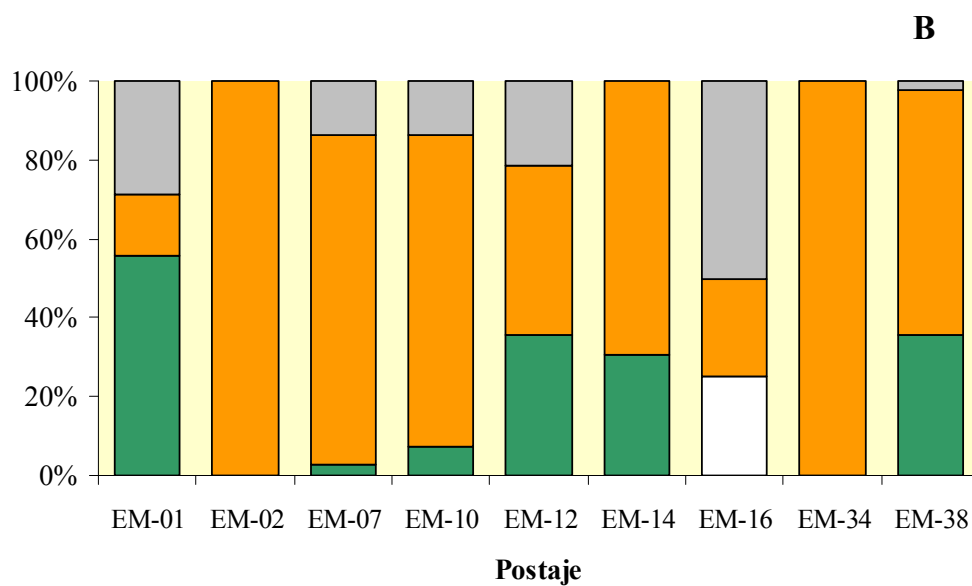
Analizirani su uzorci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-01, EM-02 i EM-07) i otvorenog mora (EM-10, EM-12 i EM-14), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-34 i EM-38). U većini probavila nađena je mala količina jako probavljenog plijena, a identificirani su ostaci rakova veslonožaca (kopepoda), rakova škrgonožaca (kladocere) i ličinačkih stadija dekapodnih rakova, rakova vitičara i školjkaša. U probavilu srdele sa postaje EM-10 iz sjevernog dijela otvorenog mora zabilježen je jedan primjerak dinoflagelata *Protopteridinium* sp., i to je jedini fitoplanktonski organizam zabilježen u ukupnom pregledanom materijalu.

Kao i u dosadašnjim istraživanjima, najzastupljenija skupina u sadržaju probavila bili su ostaci kopepodnih rakova, a slijede ostaci ličinačkih stadija dekapodnih rakova i školjkaša (Slika 79A). Od kladocera utvrđeni su ostaci jedinki vrste *Podon intermedius* na postajama sjevernog i južnog unutrašnjeg mora (EM-07 i EM-38). Na postaji sjevernog dijela otvorenog mora EM-10 u probavilima su zabilježeni i ostaci ličinki rakova vitičara (Cirripedia).

Među kopepodima u sadržaju probavila srdele određeno je 14 taksona, a na većini postaja dominiraju mali ciklopoidi (Slika 79B). Na svim postajama je zabilježeni su ostaci kopepoda *Oncaea waldemari*, a slijede je *Farranula rostrata* (66,6% postaja), kalanoidni kopepoditski razvojni stadiji (55,6 % postaja), te *Temora stylifera*, *Ditrichocorycaeus brehmi*, *Euterpina acutifrons* i *Microsetella* sp. (44,4 % postaja). Sve spomenute vrste kopepoda široko su rasprostranjene u Jadranskom moru, i nastanjuju i obalne i otvorene vode. Najveći ukupni broj kopepoda u sadržaju probavila od 252 jedinice isključivo vrsta *Farranula rostrata* i *Oncaea waldemari* zabilježen je na postaji južnog unutrašnjeg mora u Neretvanskom kanalu.



■ COPEPODA
 ■ CLADOCERA
 ■ DECAPODA
 ■ BIVALVIA
 ■ OSTALI



■ CALANOIDA
 ■ CYCLOPOIDA Poecilostom.
 ■ CYCLOPOIDA Oithonidae
 ■ HARPACTICOIDA

Slika 79. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona (A) i pojedinih redova kopepoda (B) u ishrani srdele na istraživanim postajama.

6.1.4.3.2. INĆUN (*Engraulis encrasicolus* L.)

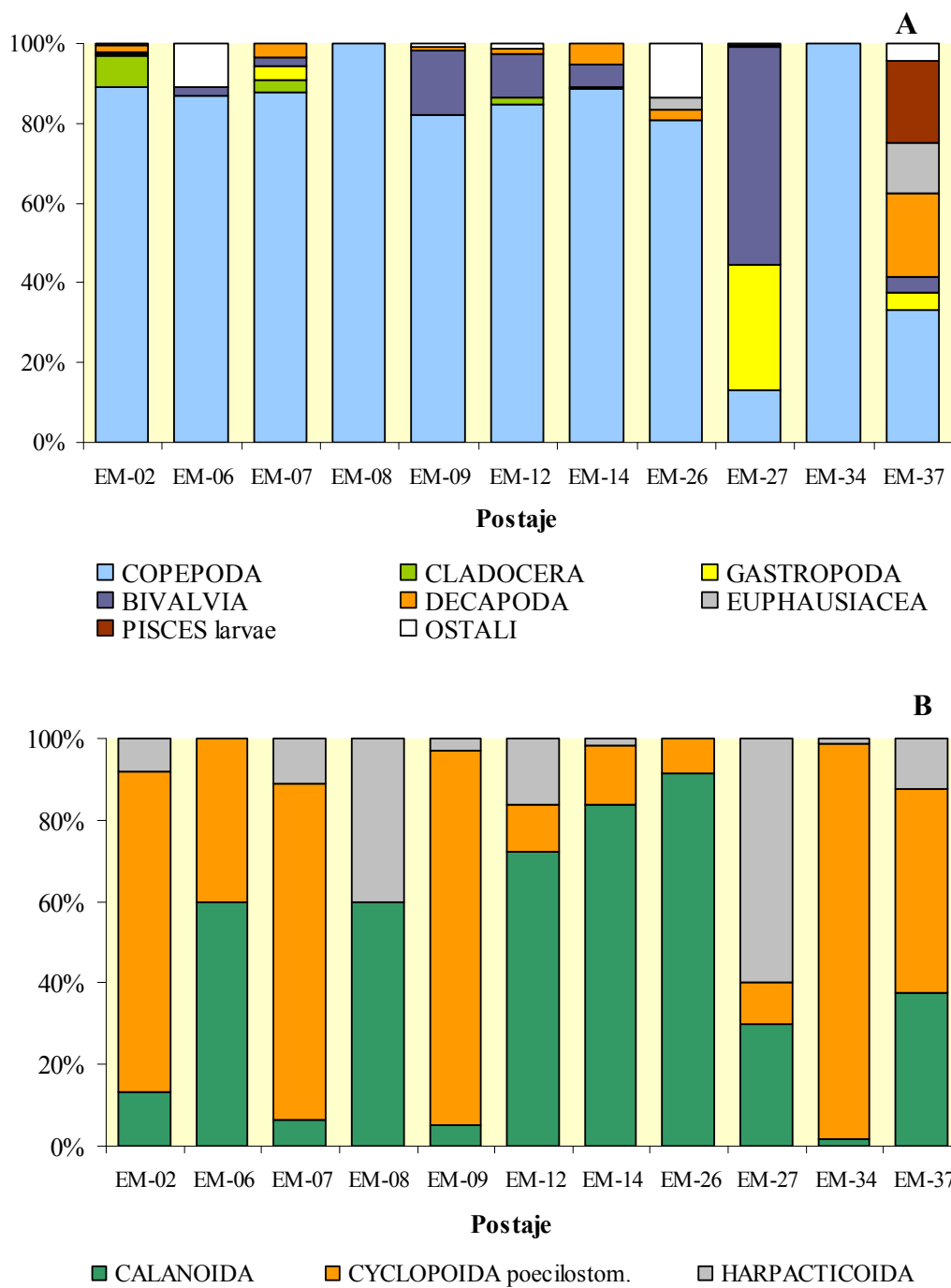
Analizirani su primjerci iz lovina sa područja sjevernog dijela unutarnjeg (EM-02, EM-06 i EM-07) i otvorenog (EM-08, EM-09, EM-12 i EM-14) mora, s područja srednjeg dijela otvorenog mora (EM-26), te s područja južnog dijela unutarnjeg mora (EM-27, EM-34 i EM-37).

U sadržaju probavila zabilježeni su samo pripadnici zooplanktona. Stupanj probavljenosti hrane je visok, a punoća želudaca razmjerno mala gotovo na svim postajama. Nešto punija probavila zabilježena su na postajama EM-09 (sjeverno otvoreno more), EM-27 (Mljetski kanal) i EM-34 (Neretvanski kanal).

Kopepodni rakovi na svim postajama čine glavninu prepoznatog sadržaja. Izuzetak je postaja EM-27 u Mljetском kanalu, na kojoj u sadržaju probavila dominiraju ličinke školjkaša (Slika 80A). U analiziranom želučanom sadržaju na čitavom istraživanom području zabilježeni su i ostaci razvojnih stadija dekapodnih rakova, a na postajama sjevernog unutrašnjeg i otvorenog mora i ostaci kladocera *Penilia avirostris*, *Evadne tergestina* i *Podon intermedius*. Od ostalih skupina zabilježene su ličinke puževa i mnogočetinaša, ostaci rakova eufauzida, amfipoda, ljuskara (Ostracoda) i vitičara (Cirripedia), te jaja i ličinke riba. Na postaji EM-26 u srednjem otvorenom Jadranu u probavilu inćuna nađena je i apendikularija *Oikopleura* sp.

Među kopepodima u želučanom sadržaju zabilježeni su kalanoidi, ciklopoidni poecilostomatoidi i harpaktikoidi (Slika 80B), dok ostaci *Oithona* spp. nisu nađeni.. Najveći broj jedinki zabilježen je u probavilima sa postaja EM-09 (sjeverno unutarnje more) i EM-34 (Neretvanski kanal). Određeno je ukupno 30 taksona. Najzastupljeniji su *Oncaea waldemari*, *Temora stylifera*, *Ditrichocorycaeus brehmi*, *Euterpina acutifrons*, *Farranula rostrata* i *Microsetella* sp., a sve spomenute vrste su široko rasprostranjene u Jadranskom moru.

Jaja srdele zabilježena su u Virskom moru (EM-02), a u Bračkom kanalu (EM-37) u probavljenim ostacima nađene su i ličinke riba. Ostaci fitoplanktona ove godine nisu pronađeni u sadržaju probavila inćuna.



Slika 80. Zastupljenost pojedinih skupina zooplanktona (A) i redova kopepoda (B) u ishrani incuna na istraživanim postajama.

6.1.4.3.3. Osvrt na rezultate istraživanja ishrane srdele i incuna u okviru projekta PELMON u razdoblju od 2003.-2008. godine

Ovogodišnji rezultati analize ishrane srdele i incuna ne odstupaju značajnije od dosadašnjih istraživanja obavljenih u okviru projekta PELMON u razdoblju od 2003.-2008. godine.

Na temelju njih vidljivo je da se jadranska srdela hrani pretežito zooplanktonom, uz kopepodne rakove, te ličinke dekapodnih rakova i školjkaša kao najzastupljeniju hranu. Tijekom čitavog istraživnog razdoblja u ishrani srdele fitoplanktonski su organizmi u želučanom sadržaju zabilježeni rijetko i pojedinačno, što je u skladu sa ranijim istraživanjima u Jadranu (Vučetić, 1963; Tirelli i sur., 2006) i istočnom Egejskom moru (Sever i sur., 2005), dok istraživanja provedena u sjeverozapadnom Mediteranu, te Mramornom i Crnom moru ukazuju na značajniju zastupljenost fitoplanktona u ishrani odrasle srdele (Palomera i sur., 2007).

Kvalitativni sastav zooplanktona u ishrani srdele ne podudara se u potpunosti sa podacima o strukturi zooplanktonske zajednice uzorkovane planktonskim mrežama tijekom istih terenskih izlazaka. Brojni tintinidi i kopepodni naupliji nisu zastupljeni u ishrani odrasle srdele i značajni su u ishrani larvalnih stadija (Dulčić, 1999; Fernández i Gonzáles-Quirós, 2006). Karakteristična dominacija kladocera u zooplanktonskoj zajednici unutrašnjeg mora kao i sjevernog dijela otvorenog mora, nije vidljiva u sadržaju probavila srdele sa tog područja, već su kopepodni rakovi uvijek dominantni u ishrani, a kladocere zastupljene pojedinačno i sporadično (Slika 81). Isto tako, brojne oitoidne kopepode zabilježene u sjevernom dijelu mora tijekom ovih istraživanja srdele ne konzumira u većim količinama, već u želučanom sadržaju dominiraju kalanoidni kopepodi, njihovi kopepoditi i onceidni kopepodi. Kalanoidni kopepodi koje nalazimo u ishrani srdele podudaraju se sa trenutnom vremensko-prostornom raspodjelom kalanoidnih vrsta u zooplanktonu istraživanih područja.

Slični se sumarni rezultati dobivaju i u analizi ishrane incuna kod kojeg također u ishrani dominiraju kopepodni rakovi, dok su kladocere čak i u primjeraka iz unutrašnjih voda samo sporadično zabilježene u želučanom sadržaju (Slika 82). U Tršćanskom zaljevu Tirelli i sur. (2006) su ustanovili da kladocera *Penilia avirostris*, uz kopepodne račiće, ima značajnu ulogu u ishrani incuna, ali ne i kod srdele. Pojedinačne fitoplanktonske stanice zabilježene su u probavilima incuna samo u 2004. i 2005. godini, oba puta u primjercima ulovljenim u sjevernim vodama. U sjeverozapadnom Mediteranu također je uočena

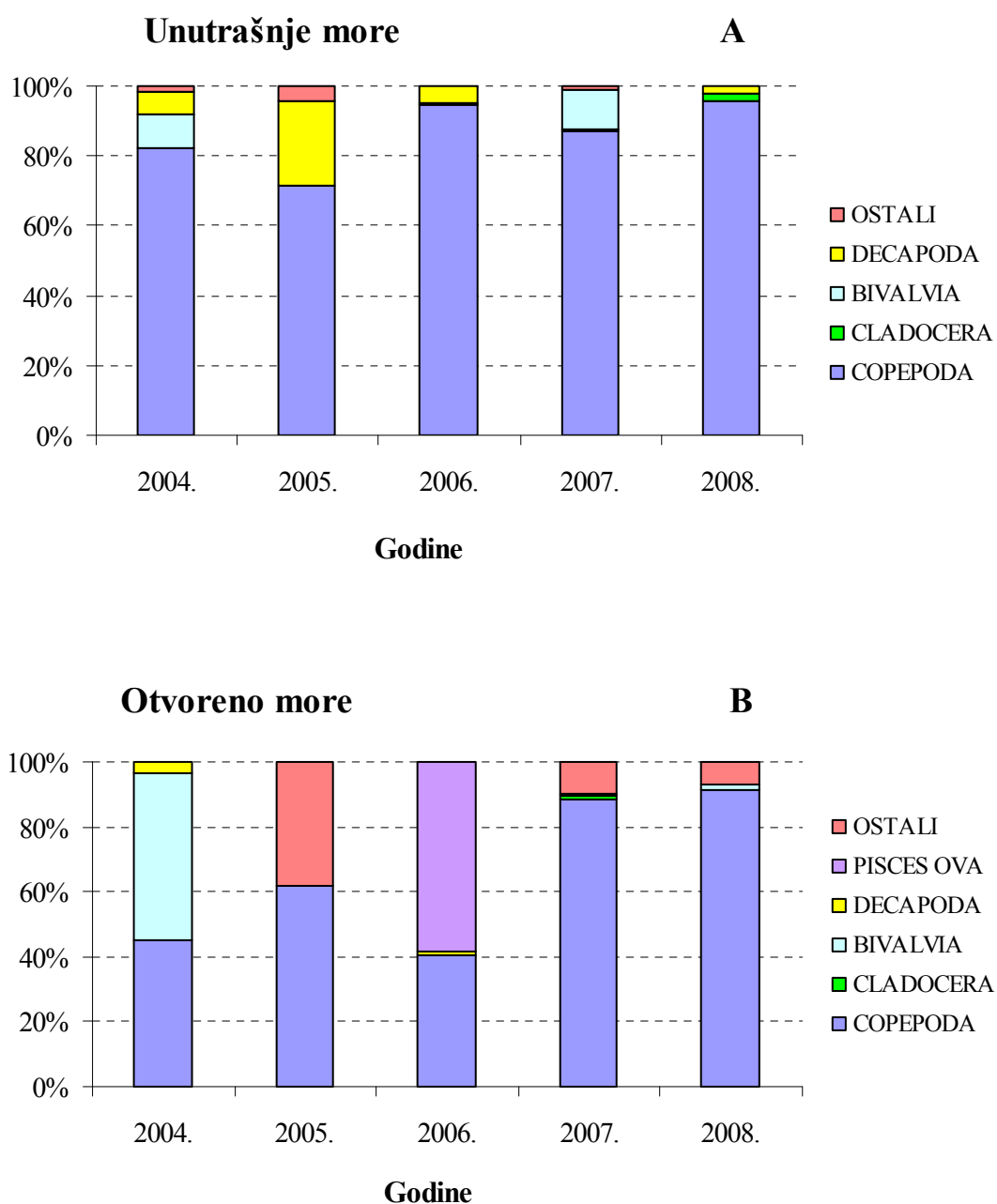
dominantna uloga zooplanktona, naročito kopepoda, te u manjoj mjeri mekušaca, kladocera i apendikularija, u ishrani inćuna (Palomera i sur., 2007), dok su istraživanja crnomorskog inćuna (*E. encrasicolus ponticus*) ukazala na dominantnu ulogu zooplanktona tijekom čitave godine, ali i na činjenicu da tijekom niske biomase zooplanktona inćun koristi u većoj mjeri i fitoplankton (Bulgakova, 1996). Kod peruanskog inćuna (*Engraulis ringens*) dokazano je da fitoplankton numerički dominira u ishrani ali metaboličke zahtjeve efikasno zadovoljava samo malobrojniji zooplanktonski plijen (Espinoza i Bertran, 2008).

Prema našim rezultatima u ishrani inćuna iz sjevernih jadranskih voda povremeno su prisutna riblja jaja, a kod primjeraka iz kanala srednjeg i južnog područja redovito i ličinke školjkaša. Taksonomski sastav kopepoda u ishrani ne odražava u potpunosti kvantitativne odnose u kopepodnoj zajednici. Unatoč visokim gustoćama u zooplanktonu, oitoidni kopepodi zabilježeni su pojedinačno i samo u primjercima ulovljenim u kanalskim unutrašnjim vodama, što sugerira da ovi kopepodi nisu omiljeni plijen inćuna. Među Oncaeidama redovito u plijenu dominira *Oncaea waldemari*, a izostaje u sjevernom moru povremeno jako brojna *Monothula subtilis*. Tijekom ovogodišnjeg istraživanja u primjercima srdele i inćuna iz Neretvanskog kanala uz *O. waldemari* dominira i *Farranula rostrata*. Ova je vrsta najčešći, ali ne i jako brojna koriceidni kopepod obalnog i otvorenog mora (Vidjak i Bojanić, u tisku). Tijekom svih dosadašnjih istraživanja ishrane koriceidni rakovi su zabilježeni u probavilima inćuna, ali je broj jedinki plijena obično daleko manji. Budući da u zooplanktonskoj zajednici mrežama nisu zabilježene značajne gustoće ovog koriceida, nalaz više od 100 jedinki po probavilima planktivornih riba ukazuje na aktivno biranje, tj. selekciju ovog plijena.

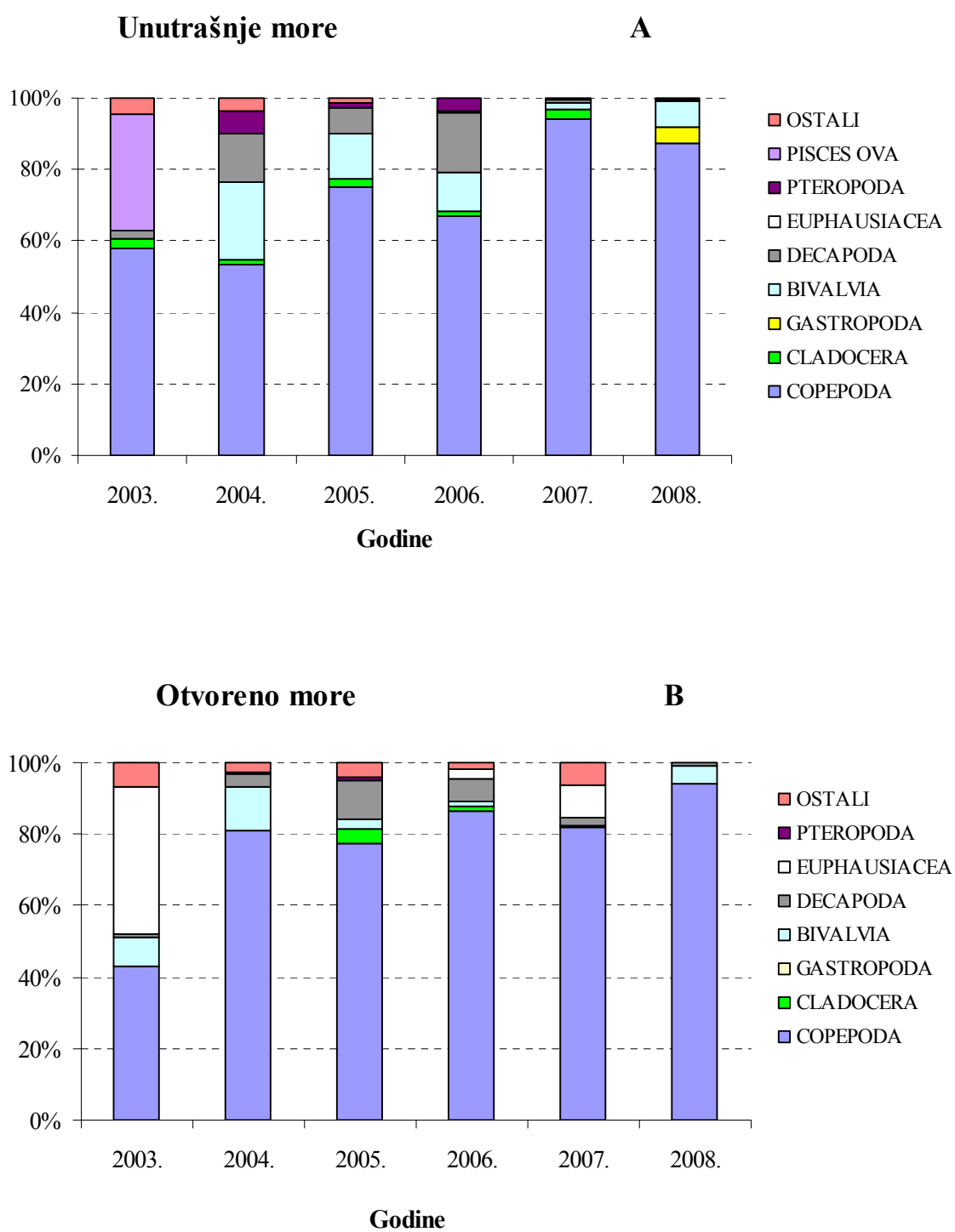
Selektivnost u ishrani ranije je utvrđena kod srdele (Mužinić, 1959; Vučetić, 1963) i inćuna (Plounevez i Champalbert, 2000). Istraživanja pokazuju da su mali kopepodi kao *Oncaea* spp. i *Corycaeus* spp. često dominantni u ishrani inćuna u neritičkim područjima kao što su Tršćanski zaljev (Tirelli i sur., 2006) ili unutrašnjost Biskajskog zaljeva (Plounevez i Champalbert, 1999), čak i u slučajevima kada u zooplanktonu numerički dominiraju veći kopepodi, što ukazuje da veličina nije jedini selekcijski kriterij planktivornih riba u biranju plijena.

Na temelju opažanja punoće analiziranih želudaca i vremena ulova u istraživanom razdoblju, može se zaključiti da se srdela i inćun hrane uglavnom tijekom dana. Ipak, povremeno su zabilježeni i puni želuci u kasnim večernjim i noćnim satima, naročito kod inćuna. Istraživanja ritma hranjenja kod inćuna ukazuju su na nedostatak pravilnosti u

dnevno-noćnom ciklusu. Iako se inćun pretežno hrani tijekom dana, kod više vrsta inćuna uočeno je i hranjenje po noći ukoliko ima raspoloživog plijena (Bulgakova, 1996; Plounevez i Champalbert, 1999).



Slika 81. Prosječni udio zooplanktonskih skupina u ishrani srdele u razdoblju od 2004. do 2008. godine.



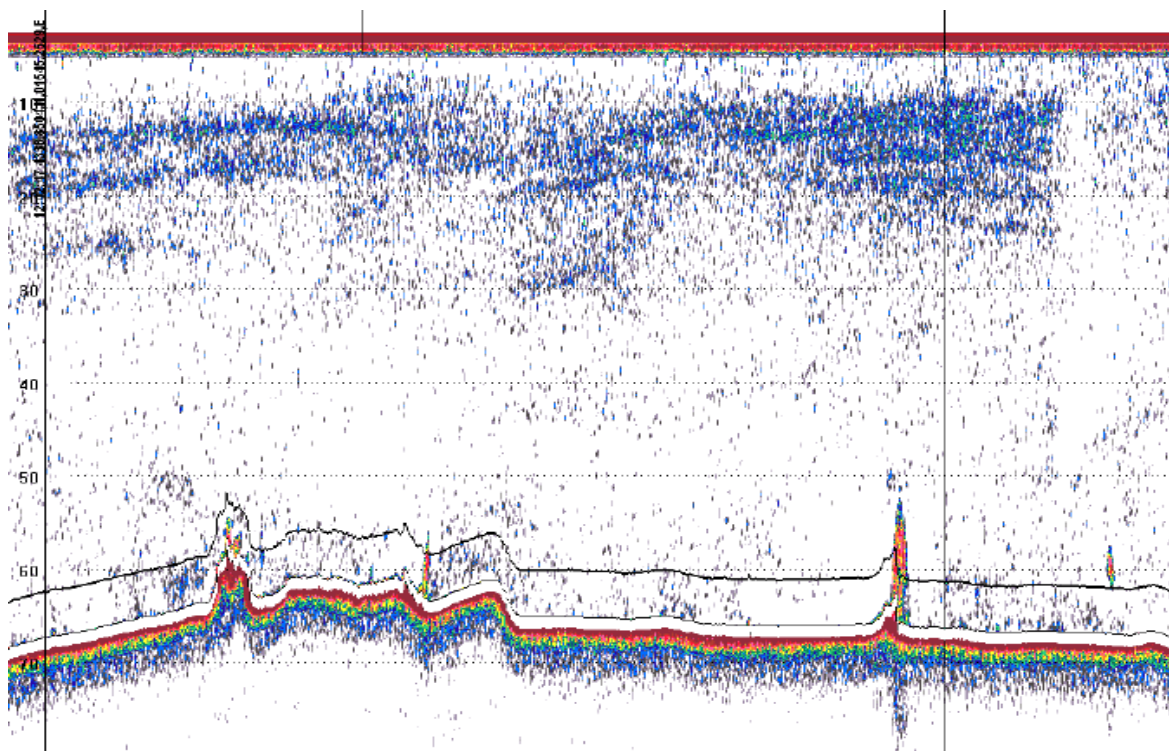
Slika 82. Prosječni udio zooplanktonskih skupina u ishrani inćuna u razdoblju od 2003. do 2008. godine.

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

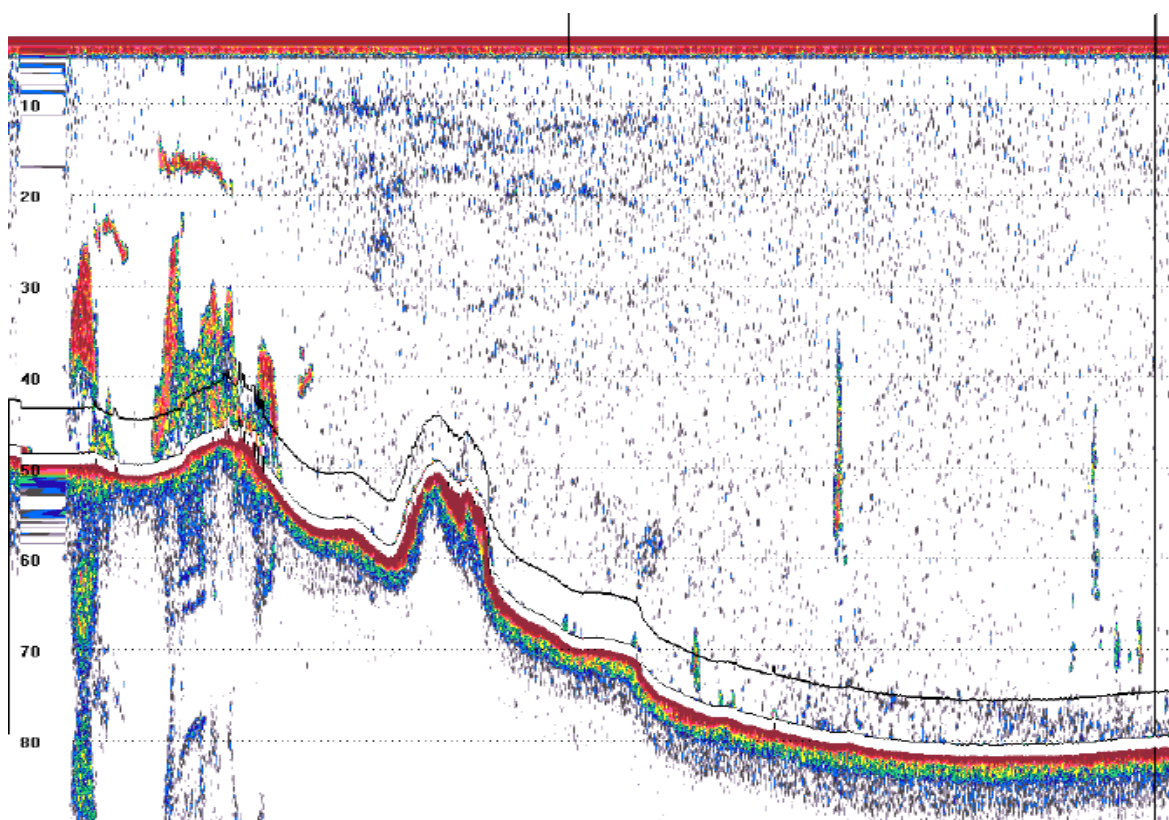
6.2.1. Unutarnje more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela unutarnjeg mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 263 Nm. U ovom području, zastupljene su bile sve tri ciljane vrste.

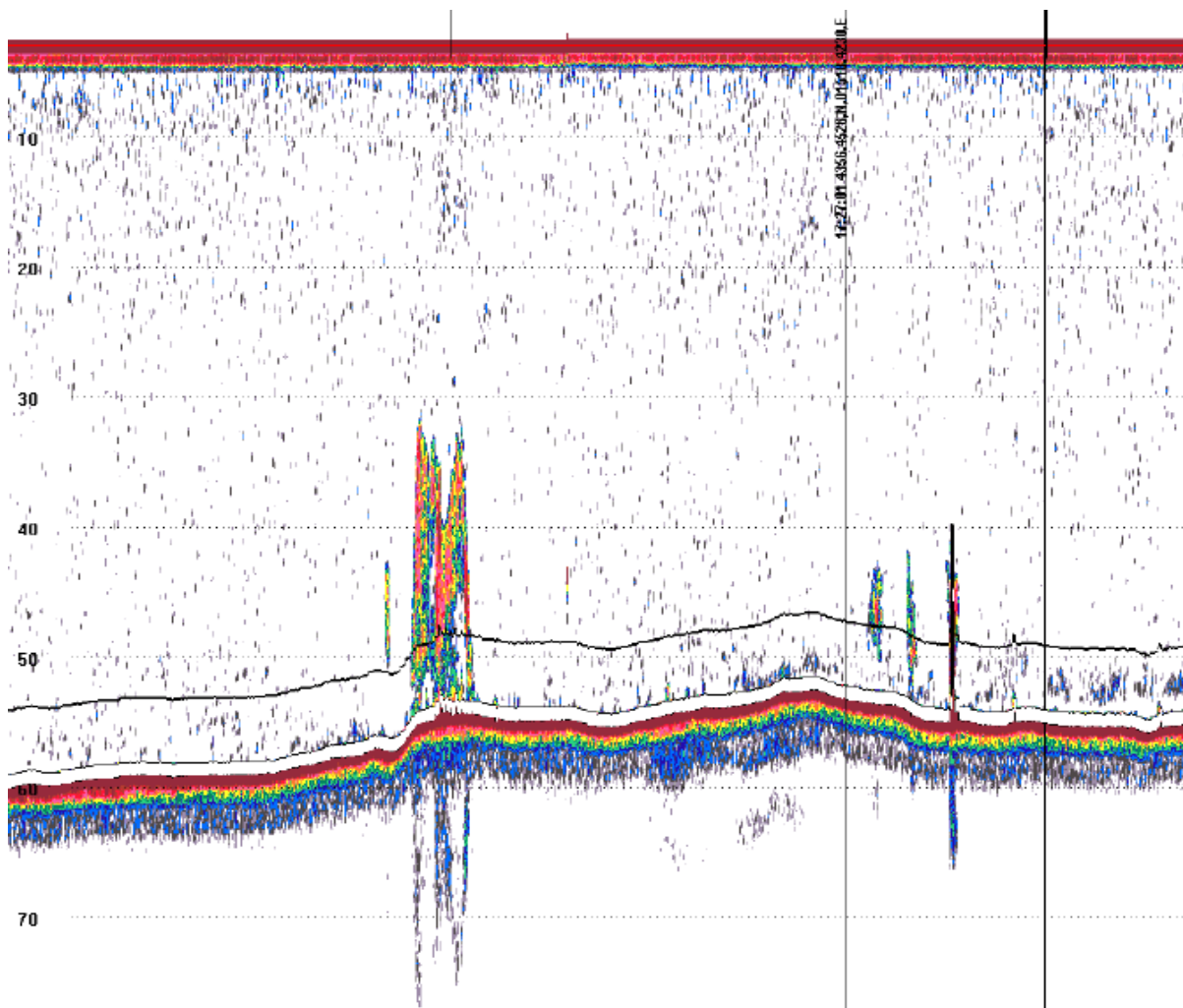
Veličina srdele u ovom području je bila u rasponu od 10,0 do 18,5 cm, sa srednjom vrijednosti od 14,15 cm. Gustoća naselja srdele, kao i ostalih vrsta sitne plave ribe, je bila prostorno vrlo heterogena. Stoga je ukupna standardna devijacija srednje vrijednosti eho-integrala, što je i očekivano, bila razmjerno velika ($\text{std} = 197,589$). 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 $2.811,1 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Ukupna srednja procjenjena vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je bila $46,13 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 23,88 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na procjenjene vrijednosti dobivene akustičkim uzorkovanjem, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele početkom rujna 2008. u ovom području bila značajno veća od gustoće naselja srdele registrirane tijekom rujna 2007. godine, te se kretala u rasponu od 4,70 do $14,77 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 2.070 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 9.721 do 30.582 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području mogla biti 20.151 tona. Glavnina ove količine srdele je, zajedno s drugim vrstama sitne plave ribe, detektirana na području Žirjanskog kanala (Slika 83), Murterskog mora (Slika 84) i Srednjeg kanala (Slika 85).



Slika 83. Ehogram plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih na području Žirjanskog kanala (rujan, 2008).



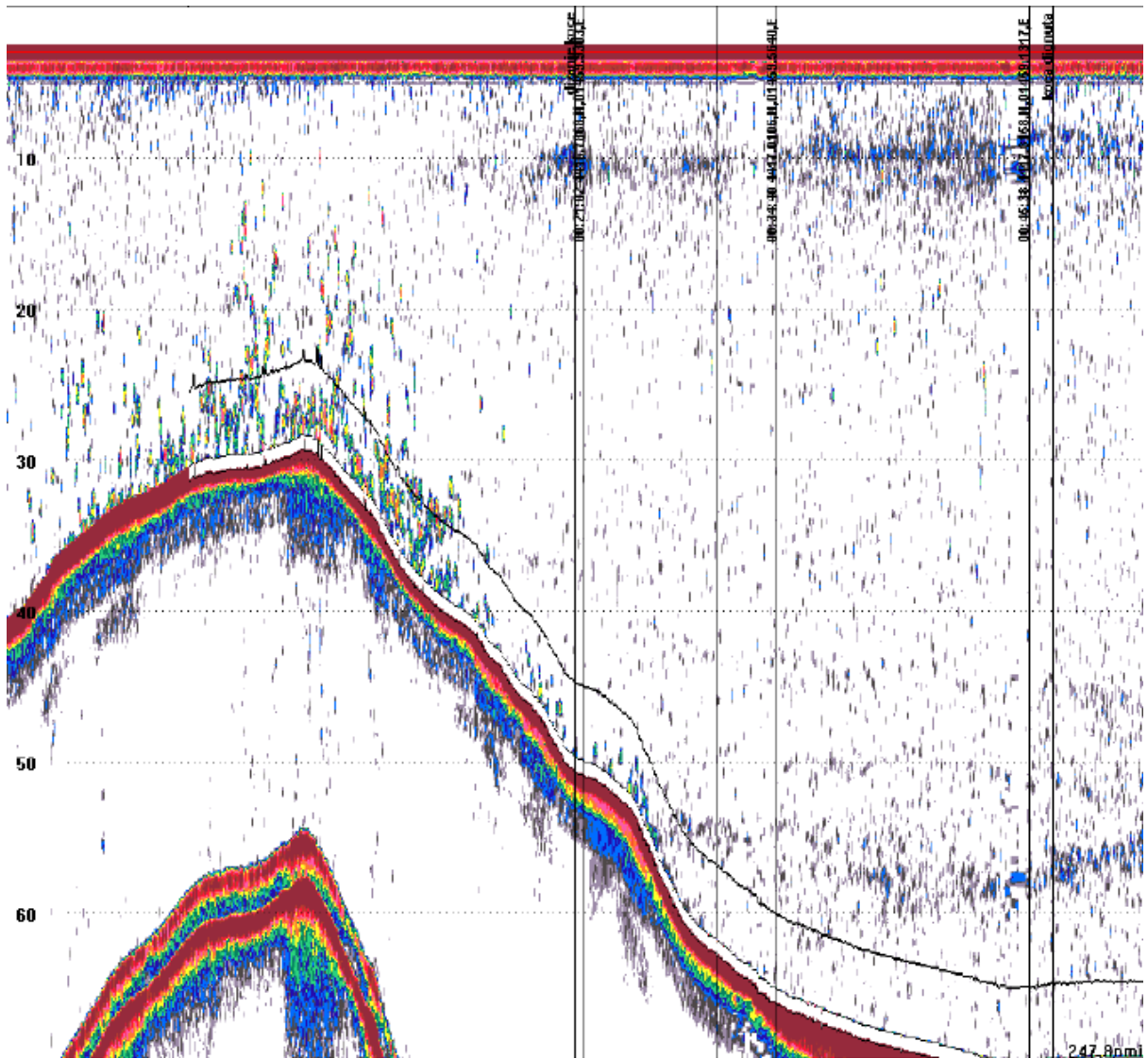
Slika 84. Ehogram plova srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih uz podmorsku uzvisinu (brak) na području Murterskog mora (rujan, 2008).



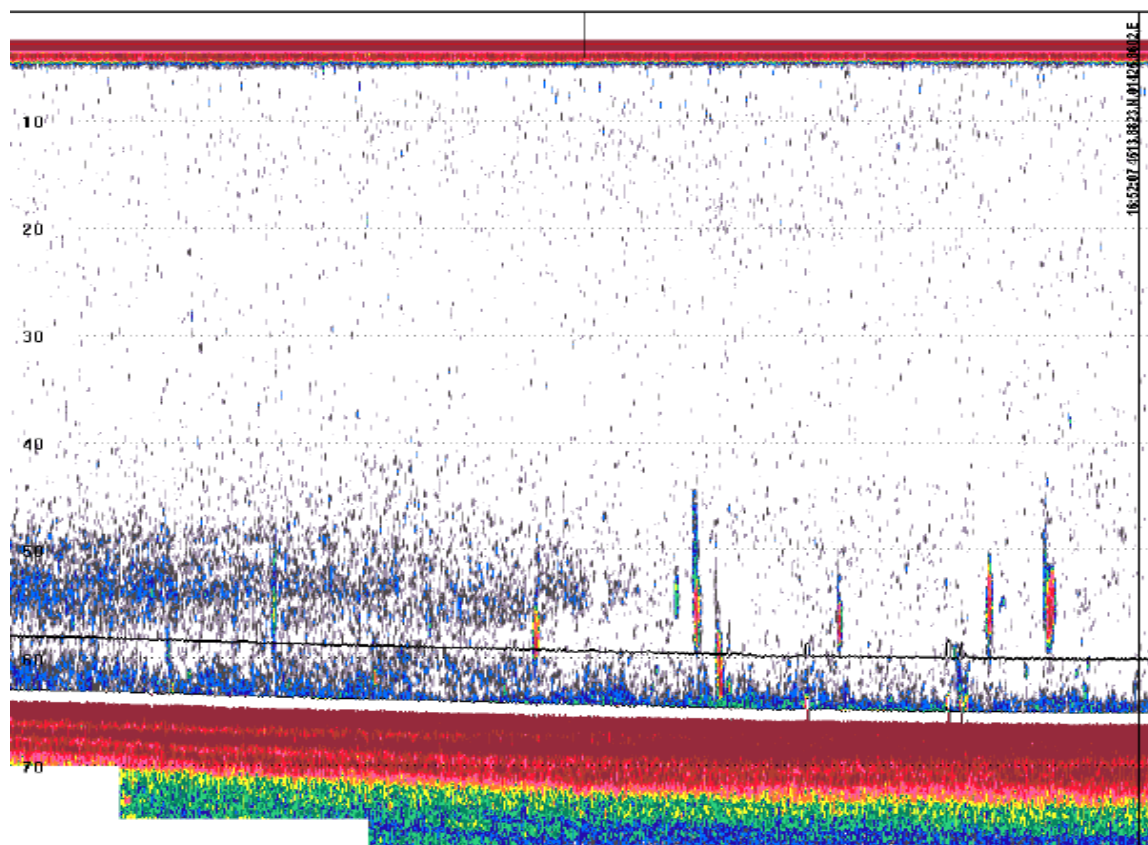
Slika 85. Ehogram plova srdele registriranih na području Srednjeg kanala (rujan, 2008).

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 ($\text{std} = 480,198$). 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 $5.066,1 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) za inćuna se procjenjuje na $155,80 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 58,04 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna početkom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila nešto manja od gustoće naselja ove vrste registrirane tijekom rujna 2007. godine, te se kretala u rasponu od 5,41 do $11,83 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina istraženog područja bila 2.070

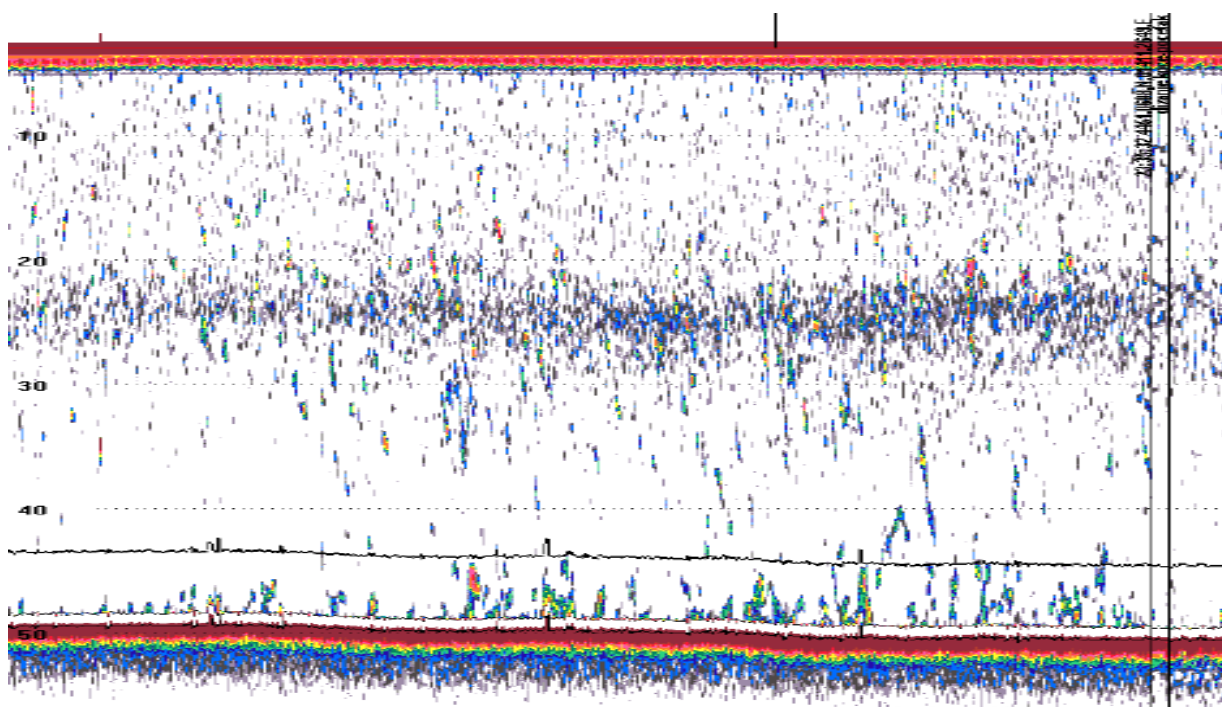
Nm², to se ukupna količina inćuna ($LT \geq 3\text{cm}$) koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 11.191 do 24.478 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 17.834 tona. Najveći dio odraslog inćuna nalazio se na području Virskog mora, Riječkog zaljeva i Kvarnera, dok su na području Riječkog zaljeva zabilježene vrlo velike količine malog inćuna. Ehogrami inćuna i drugih vrsta sitne plave ribe snimljeni na spomenutim djelovima ovog područja prikazani su na slikama 86, 87 i 88.



Slika 86. Ehogram sitne plave ribe (inćun 94,3%, srdela 2,5%, OPS 3,2%) snimljen noću na području Virskog mora (rujan, 2008).



Slika 87. Ehogram plova malog incuna snimljenih na području Riječkog zaljeva (rujan, 2008).



Slika 88. Ehogram sitne plave ribe (incun 88,8%, srdela 3,5%, OPS 7,6%) snimljen noću na području Kvarnera (rujan, 2008).

Veličina incuna na ovom području je bila u rasponu od 3,0 do 15,5 cm. Međutim, uslijed velike količine malog incuna s područja Riječkog zaljeva (modalna veličina: 5,5 cm), sveukupna je srednja dužina incuna na ovom području bila samo 6,06 cm. Prisustvo sitnog, nedoraslog incuna manjeg od 3,0 cm, a čija se brojnost prethodne godine poglavito isticala na području Kvarnerića i Riječkog zaljeva, ove godine nije zabilježeno.

Prisustvo papaline na ovom području je zabilježeno samo u akvatoriju Riječkog zaljeva i Kvarnera. Standardna devijacija eho-integrala srednje gustoće naselja papaline u ovom području je bila, kao što je i očekivano, vrlo velika (std = 0,374) u odnosu na pripadajuću srednju vrijednost. Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline varirale su u rasponu od potpunog odsustva ove ribe, tj. od 0 m²/Nm², pa do samo 3,3 m²/Nm². Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) za papalinu se procjenjuje na 0,10 m²/Nm², uz 95%-tne granice pouzdanosti od ±0,05 m²/Nm². S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline početkom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila vrlo mala, te se kretala u rasponu od samo 0,01 do 0,04 tona/Nm². Ukupna se količina papaline koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 28 do 75 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine papaline na ovom području bila 52 tone.

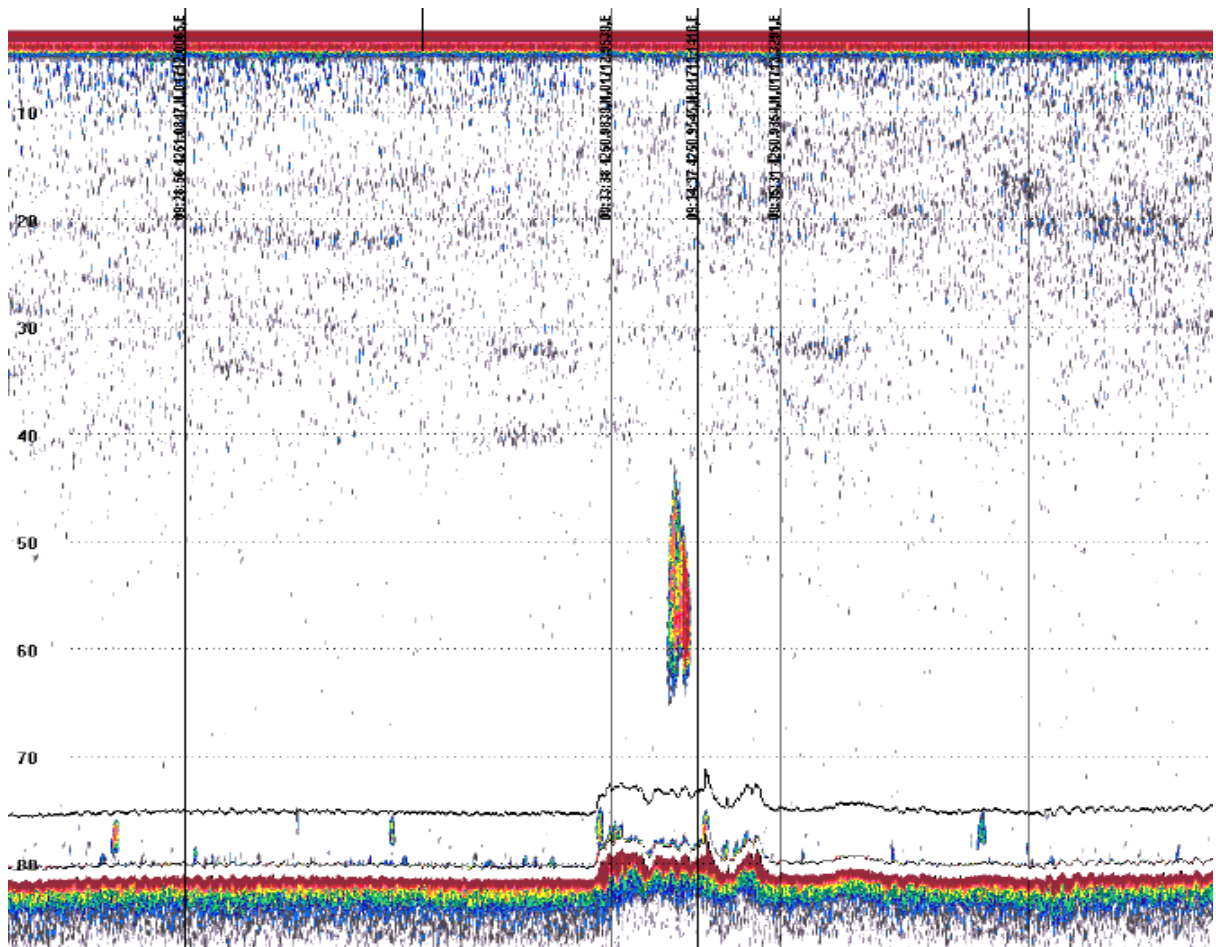
Od ostalih pelagičkih vrsta na cijelom ovom području najzastupljeniji su bili mliječ ružični (*Aphia minuta*), te plavica (*Scomber japonicus*) i šnjur (*Trachurus mediterraneus*), a u manjoj mjeri gire (*Spicara smaris* i *S. flexuosa*), bukva (*Boops boops*) i skuša (*Scomber scombrus*). Od glavonožaca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

6.2.2. Unutarnje more – južni dio

U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora akustički uzorci su prikupljeni duž ukupne duljine transekata od 236 Nm. U istraživanom području južnog dijela unutarnjeg mora (kanalsko područje srednjeg Jadrana) od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i incun, dok prisutnost populacije papaline nije bila zamijećena.

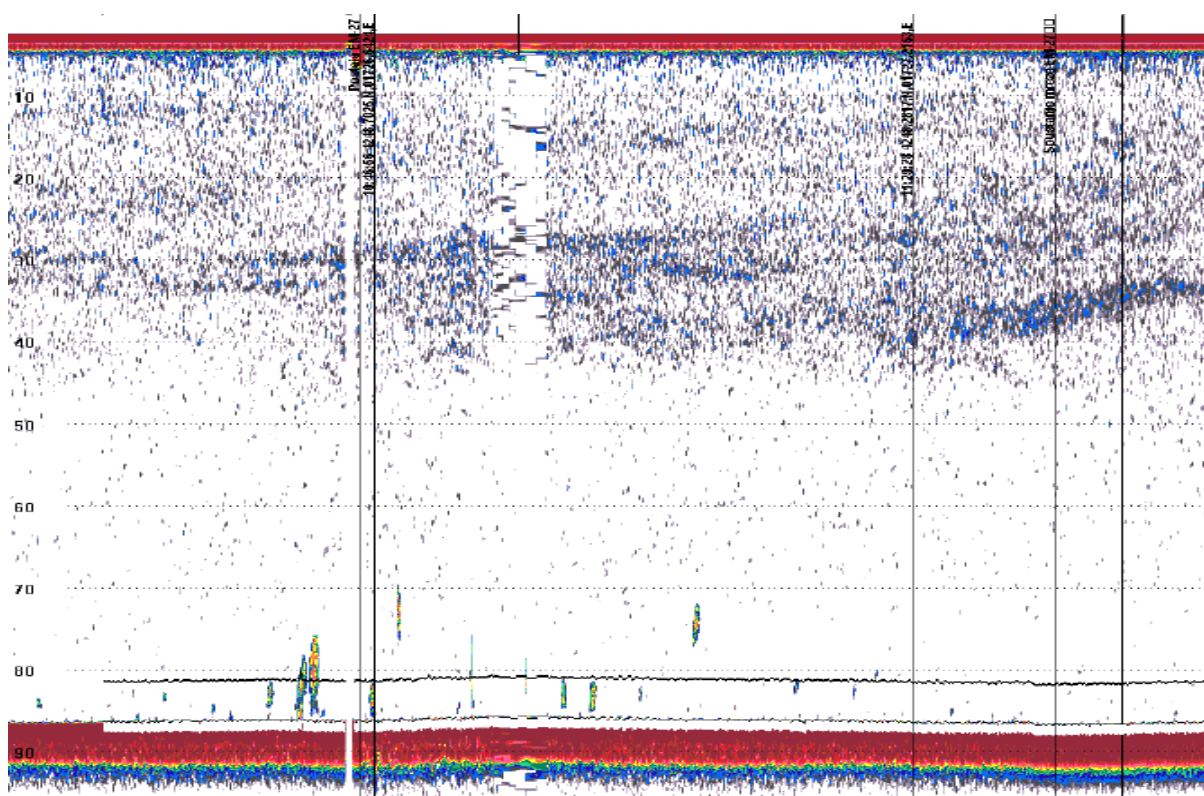
U ovom je području gustoća naselja srdele bila prostorno vrlo heterogena, poglavito uzme li se u obzir rasprostranjenost velike, višegodišnje srdele na području

Lastovskog (Slika 89) i Hvarskog kanala, te manje, jednogodišnje srdele na području Neretvanskog i Splitskog kanala. Stoga je i ukupna standardna devijacija eho-integrala, u odnosu na aritmetičku sredinu, vrlo velika ($\text{std} = 92,230$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su, slično kao i prošle godine, varirali u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $1.035,5 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) je procijenjena na $27,87 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 11,57 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja veličina srdele na ovom području je bila $14,67 \text{ cm}$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je ukupna srednja gustoća naselja srdele tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od $3,59$ do $8,69 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Budući da je površina ovog područja bila 1.386 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je tijekom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od oko 4.977 do 12.045 tona . Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području mogla biti 8.511 tona , što je za oko 10% manje od ukupne količine srdele procijenjene na ovom području u rujnu 2007.

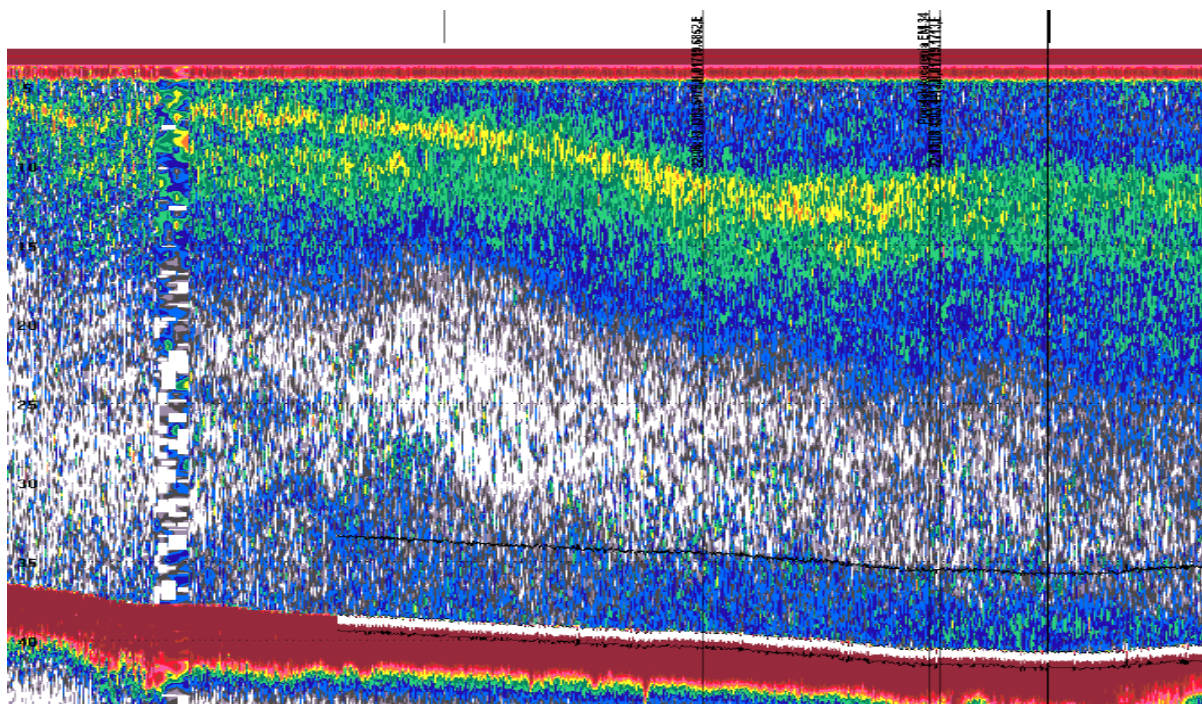


Slika 89. Ehogram velike plove srdele na dubini od 42-64 m, te manjih plova drugih vrsta sitne plave ribe u blizini dna snimljen na području Lastovskog kanala (rujan, 2008).

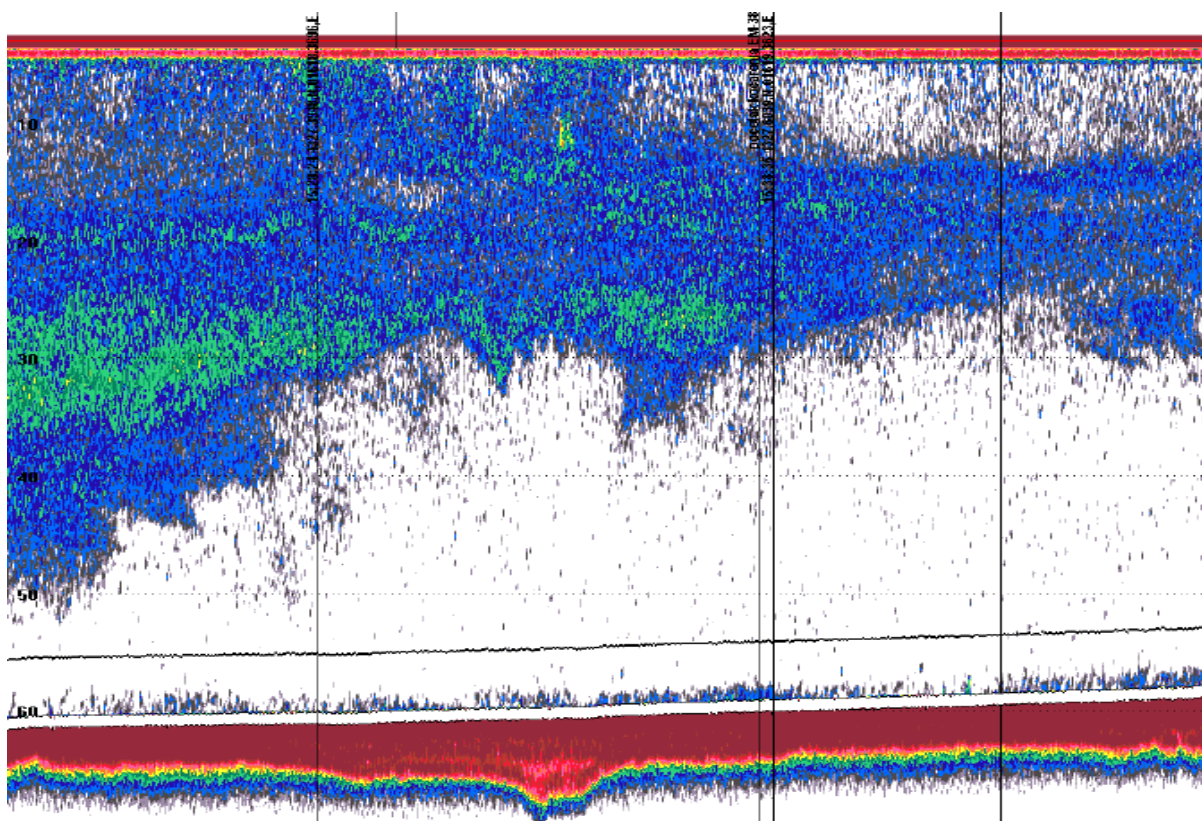
Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna, standardna devijacija eho-integrala inćuna je bila razmjerno velika ($\text{std}=113,449$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $755,8 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjene ukazuju da bi srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) bila $48,71 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 14,23 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, a uzimajući u obzir srednju veličinu primjeraka inćuna u ovom području od 11,09 cm, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, bila u rasponu od samo 4,79 do 8,74 tona/ Nm^2 . Budući da je površina ovog područja 1.386 Nm^2 , to se ukupna količina inćuna ($\text{LT} \geq 3\text{cm}$) koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 6.633 do 12.110 tona. To je veća količina od one procjenjene u rujnu 2007. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području mogla biti 9.371 tona. Najveće količine inćuna detektirane su na području Mljetskog, Neretvanskoga i Splitskog kanala. Ehogrami inćuna i druge sitne plave ribe na navedenim područjima prikazani su na slikama 90, 91 i 92. Uz to, velike količine sitnog inćuna ($\text{LT} < 3\text{cm}$) su registrirane u Splitskom kanalu.



Slika 90. Ehogram većeg broja plova inćuna i drugih vrsta sitne plave ribe registriranih u Mljetskom kanalu (rujan, 2008).



Slika 91. Ehogram sitne plave ribe (inćun 69,0%, srdela 8,7%, OPS 22,3%) snimljen noću na području planktonom bogatog Neretvanskog kanala (rujan, 2008).



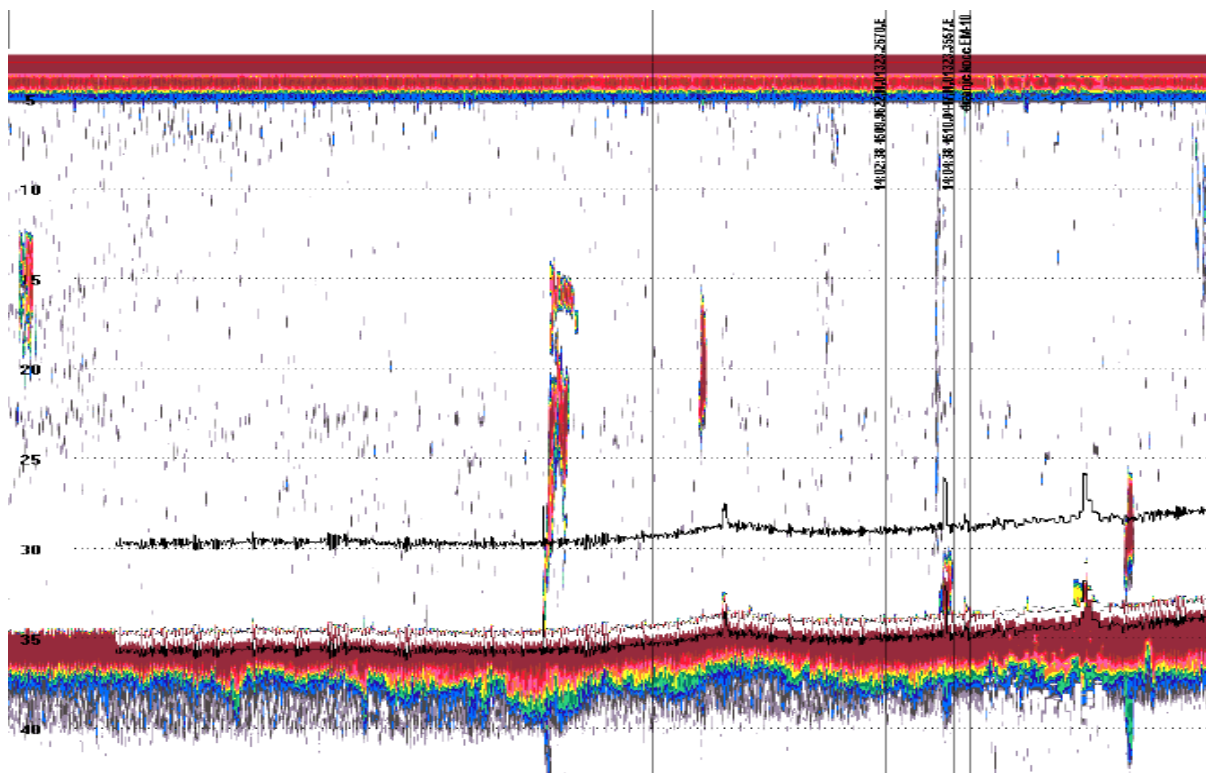
Slika 92. Ehogram sitnog inćuna ($LF < 3\text{cm}$) na dubini od 20-40 m u Splitskom kanalu; veći primjerci inćuna ($LF > 3\text{cm}$) registrirani su u pridnom sloju (rujan, 2008).

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

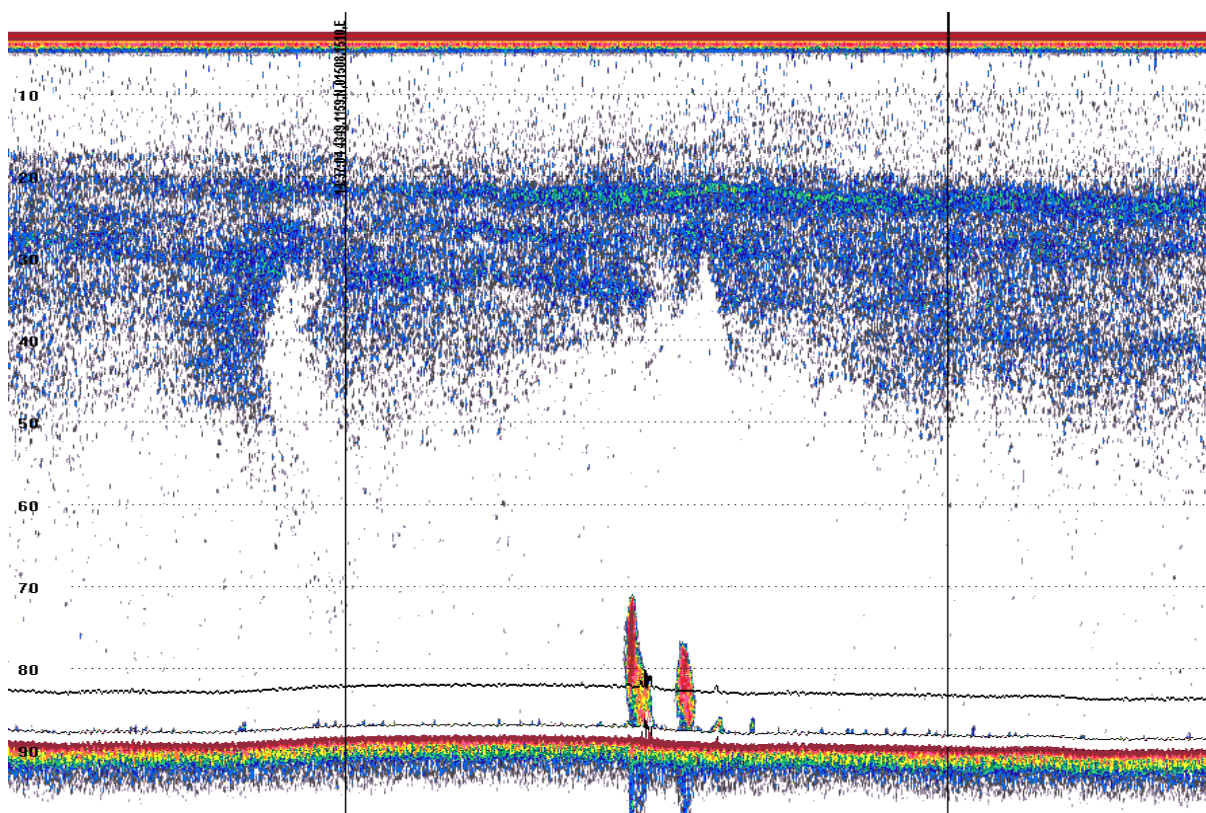
6.2.3. Otvoreno more – sjeverni dio

U istraživanom području sjevernog dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 547 Nm. Na području sjevernog dijela otvorenog mora tijekom rujna 2008. godine bile su od ciljanih vrsta zastupljeni srdela, inćun i papalina.

Prostorna raspodjela gustoće naselja srdele je bila prostorno izrazito heterogena, ukazujući na vrlo veliku gustoću njene populacije na području zapadne obale poluotoka Istre, dok je nekim u drugim dijelovima ovog područja bila potpuno odsutna. Upravo zbog ovako velikih razlika u prostornoj raspodjeli, standardna devijacija eho-integrala srdele bila, kao što je i očekivano, izrazito visoka u odnosu na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 304,041$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa sve do $2443,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjene srednje vrijednosti eho-integrala srdele (SA_{avg}) su bile $82,01 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 25,48 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja dužina srdele na području otvorenog mora je iznosila 14,84 cm. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od 12,63 do 24,01 tona/ Nm^2 . Imajući na umu površinu istraženog područja sjevernog dijela otvorenog mora od 5.134 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od 64.829 do 123.270 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području bila 94.049 tona. To je za oko 18% manje od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2007. Najveće količine srdele detektirane su na dijelu uz zapadnu obalu Istre (Slike 93), te u akvatoriju južne strane Dugog otoka (Slika 94).

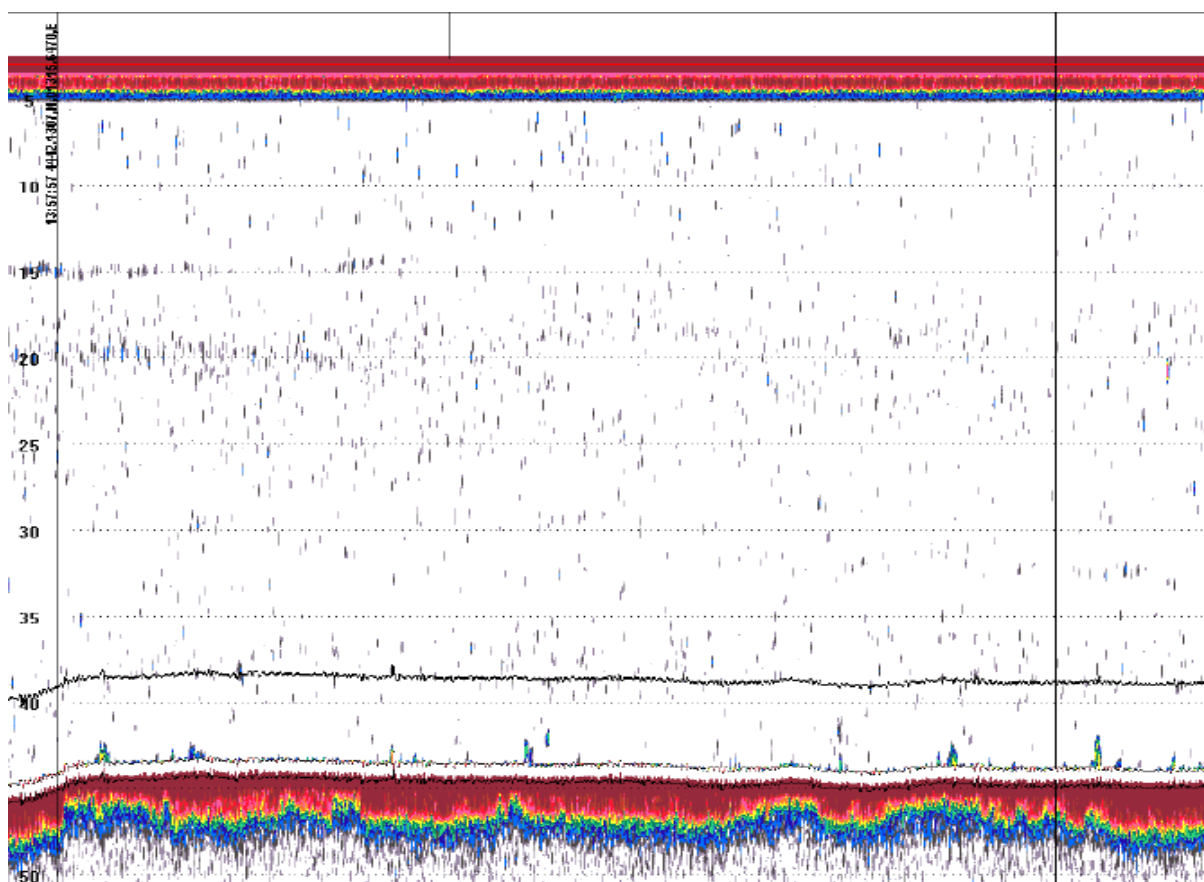


Slika 93. Ehogram plova sitne plave ribe (srdela 96,9%, OPS 3,1%) snimljen u akvatoriju zapadne obale Istre (rujan, 2008).

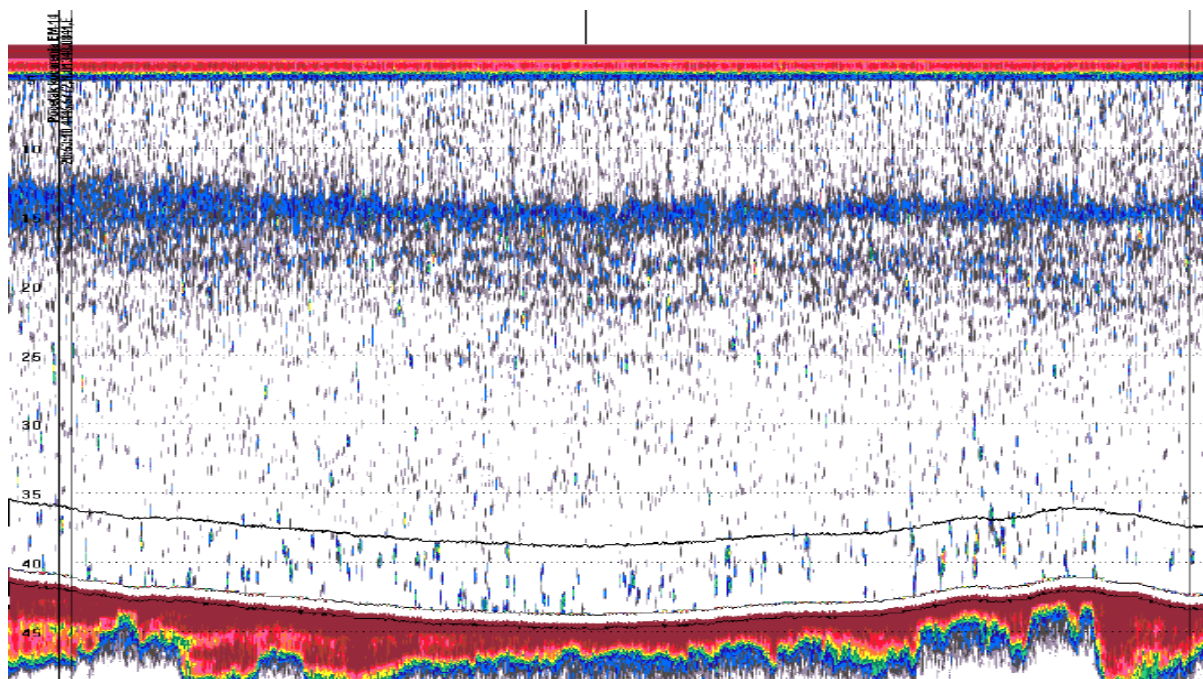


Slika 94. Ehogram dvije plove srdela registrirane uz dno u akvatoriju oko 4 nm južno od Dugog otoka; sitni incun registriran na dubini 20-25 m (rujan, 2008).

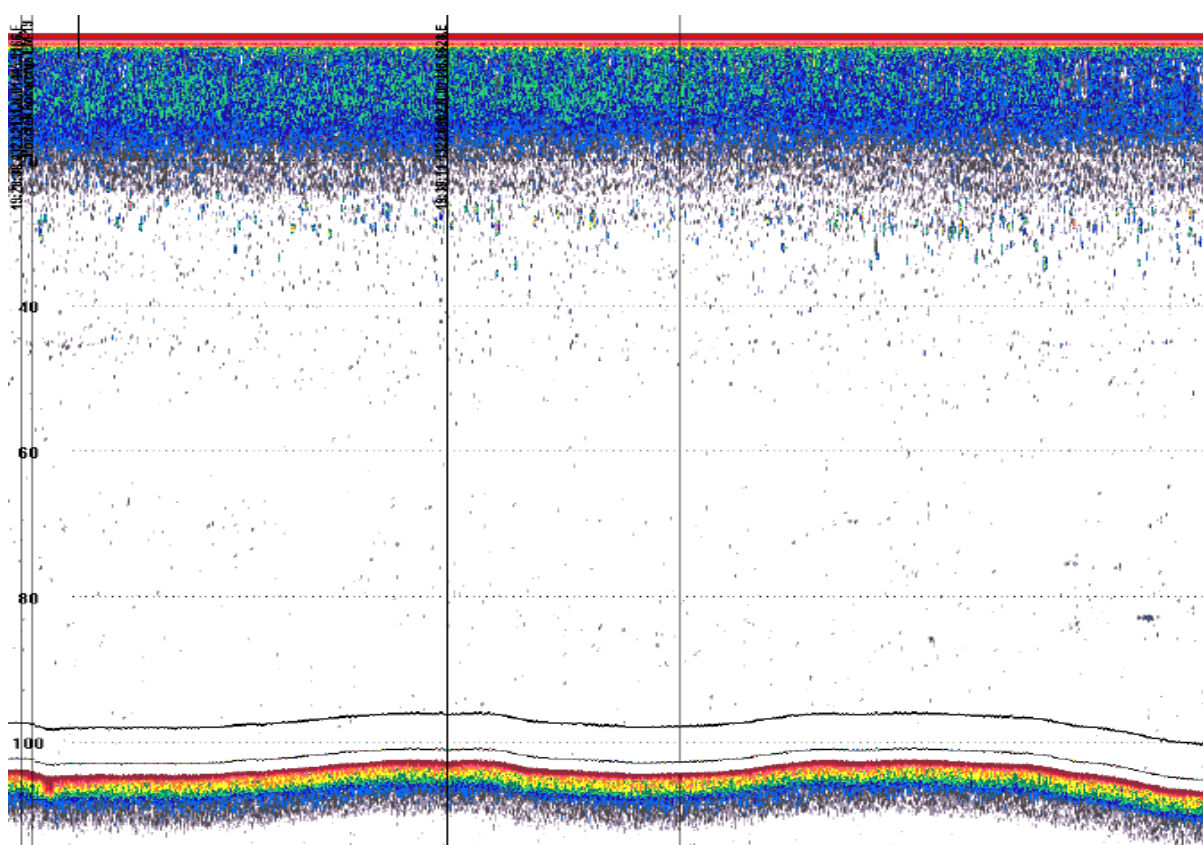
Kao i kod srdele, poradi velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna ($LT \geq 3$ cm), standardna devijacija eho-integrala je bila razmjerno visoka, s obzirom na pripadajuću aritmetičku sredinu ($\text{std} = 106,641$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $727,4 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjenjena srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) iznosila je $70,18 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 8,94 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, na ovom području bila u rasponu od 11,01 do 14,22 tona/ Nm^2 . Uzimajući u obzir veličinu površine sjevernog dijela otvorenog mora, ukupna se količina inćuna ($LT \geq 3\text{cm}$) koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 56.515 do 73.007 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 64.761 tona. To je značajno veća količina inćuna od količine procjenjene u rujnu 2007. Znatnije količine inćuna na ovom području registrirane su jugozapadno od Rta Kamenjak (Istra) u zaštićenom ekološko-ribolovnom pojasu, te u akvatoriju jugozapadno od otoka Kornat (Slika 95, 96 i 97).



Slika 95. Ehogram malih plova inćuna registriranih uz morsko dno na području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa jugozapadno od Istre (rujan, 2008).

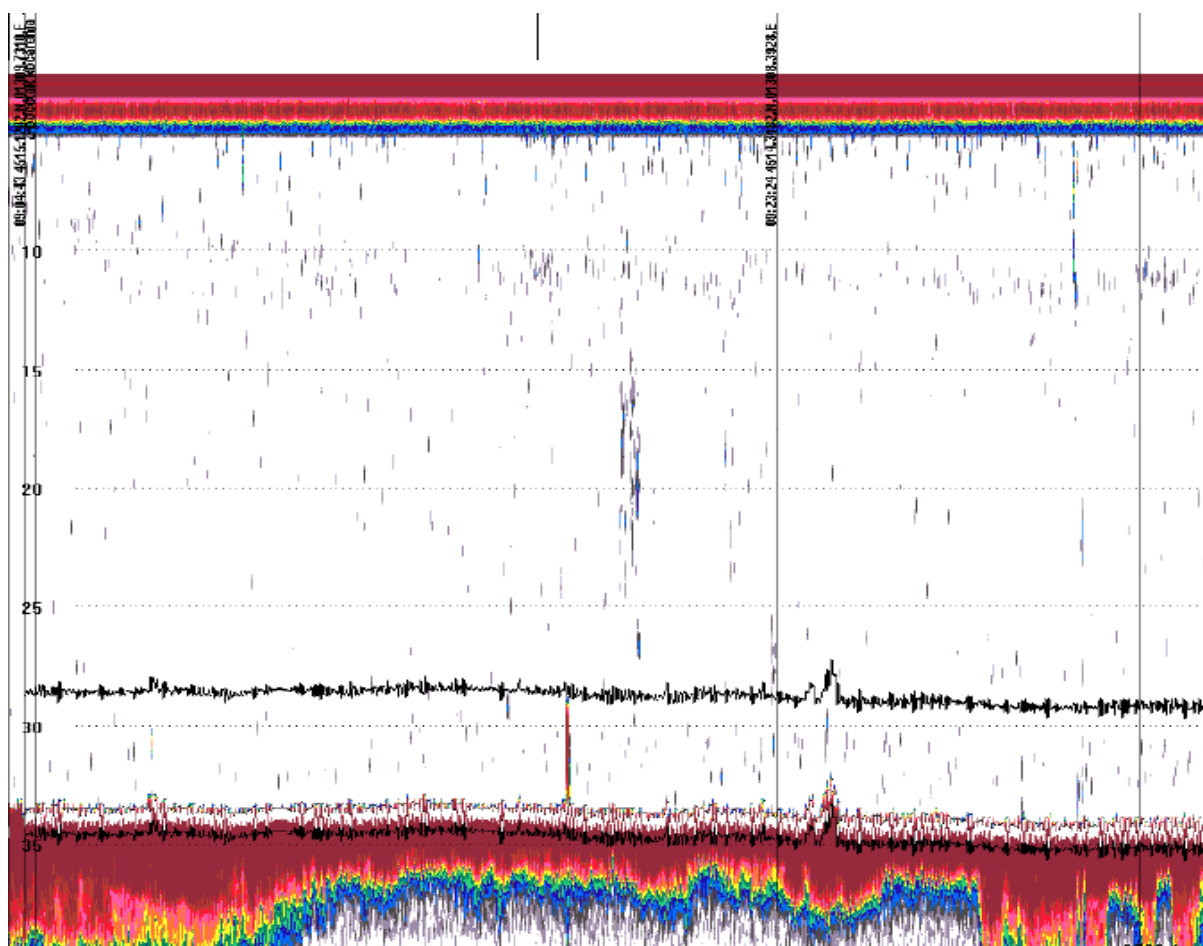


Slika 96. Ehogram sitne plave ribe (incun 71,0%, srdela 7,3%, OPS 21,7%) snimljen noću u akvatoriju jugozapadno od Rta Kamenjak (rujan, 2008).



Slika 97. Ehogram planktona i sitne plave ribe (incun 100%) snimljen noću na području zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, jugozapadno od o. Kornat (rujan, 2008).

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 ($\text{std} = 19,639$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja papaline su varirale u rasponu vrijednosti od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ pa do $387,8 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho integrala (SA_{avg}) je bila samo $1,50 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene rezultate procjenjuje se da je srednja gustoća naselja papaline tijekom rujna 2008. na ovom području bila u rasponu od $0,04$ do $0,69 \text{ tona}/\text{Nm}^2$, sa srednjom vrijednosti od $0,33 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Uzimajući u obzir površinu istraženog područja, ukupna količina papaline u istraživanom periodu se procjenjuje u rasponu vrijednosti od 181 do 3.564 tone, sa srednjom vrijednošću od 1.698 tona. Papalina se uglavnom nalazila u malim, raspršenim plovama, detektiranim uglavnom samo na sjevernom dijelu ovog područja uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (Slika 98).



Slika 98. Ehogram raspršene raspodjele sitne plave ribe (papalina 97%; OPS 3%) zabilježen u sjevernom Jadranu uz granicu zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa (rujan, 2008).

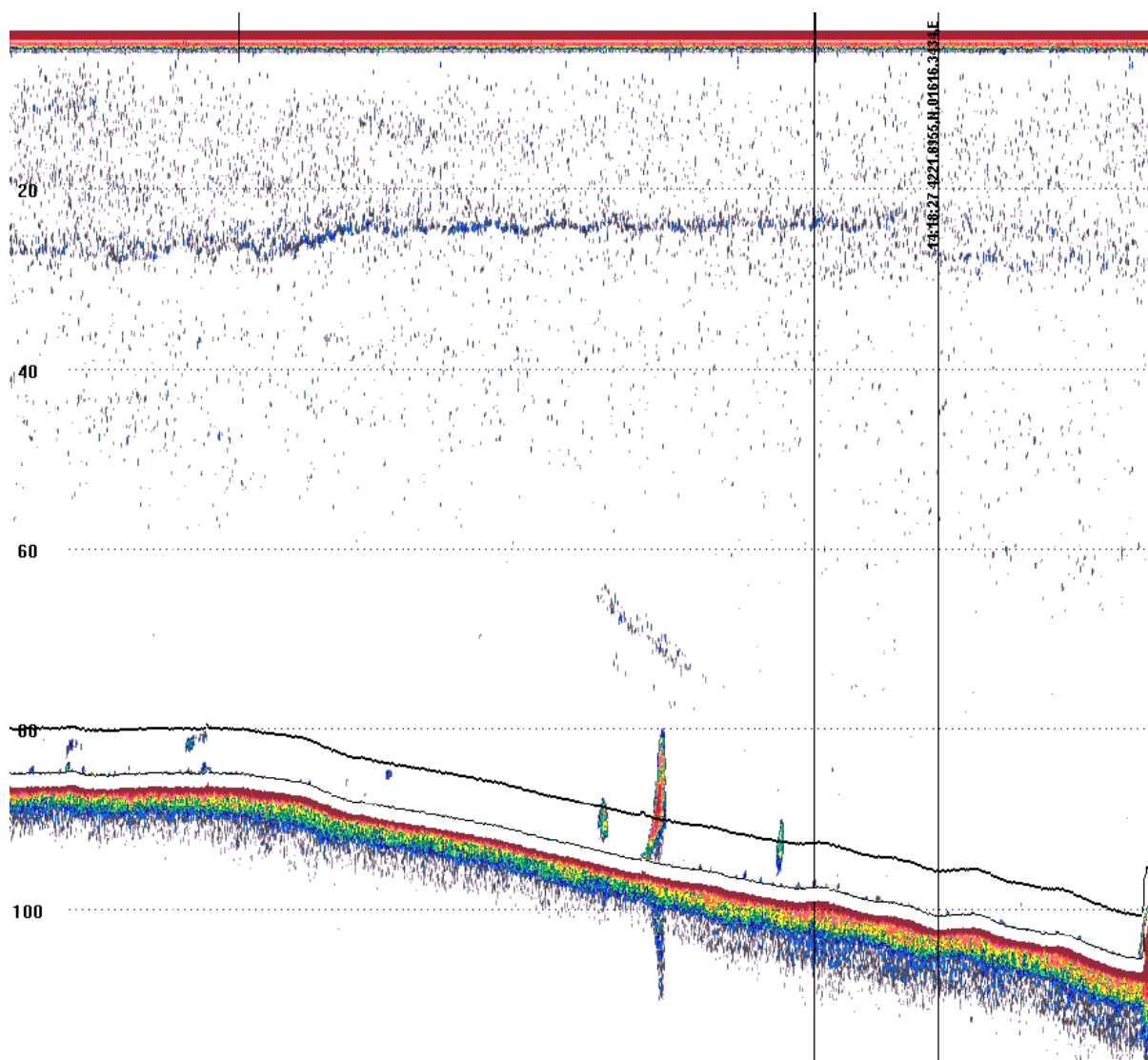
Ovaj nalaz papaline uz granicu ekološko-ribolovne zone ukazuje na to da se jedan dio njene populacije u ovo doba godine nalazio i u zapadnom dijelu Jadranskoga mora.

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

6.2.4. Otvoreno more – srednji dio

U istraživanom području srednjeg dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 423 Nm. U području srednjeg dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta sitne plave ribe su bile zastupljene srdela i inćun, dok prisutnost papaline nije bila zamijećena.

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 (std = 92,477). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele varirali su u rasponu od 0 m²/Nm² do 1663,0 m²/Nm². Procjena srednje vrijednosti eho-integrala srdele (SA_{avg}) je bila 8,89 m²/Nm², uz vrlo široke 95%-tne granice pouzdanosti od čak ±8,81 m²/Nm², a što je rezultat koncentracije biomase u nekoliko većih plova detektiranih na ovom području. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da srednja gustoća naselja srdele u ovom području tijekom rujna 2008. u ovom području je bila u rasponu od 0,19 do 3,95 tona/Nm², sa srdenjom vrijednošću od 1,99 tona/Nm². Budući da je površina ovog područja 4.306 Nm², to se ukupna količina srdele koja je tijekom rujna 2008. bila prisutna u ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od svega 840 do 17.024 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele ovom području mogla biti 8.548 tona, što je za oko 89% više od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2007. Rijetke plove srdele na ovom području registrirane na ovom području nalazile su se u akvatoriju hridi Mulo, istočne strane otoka Visa, u akvatoriju Palagruže (Slika 99).

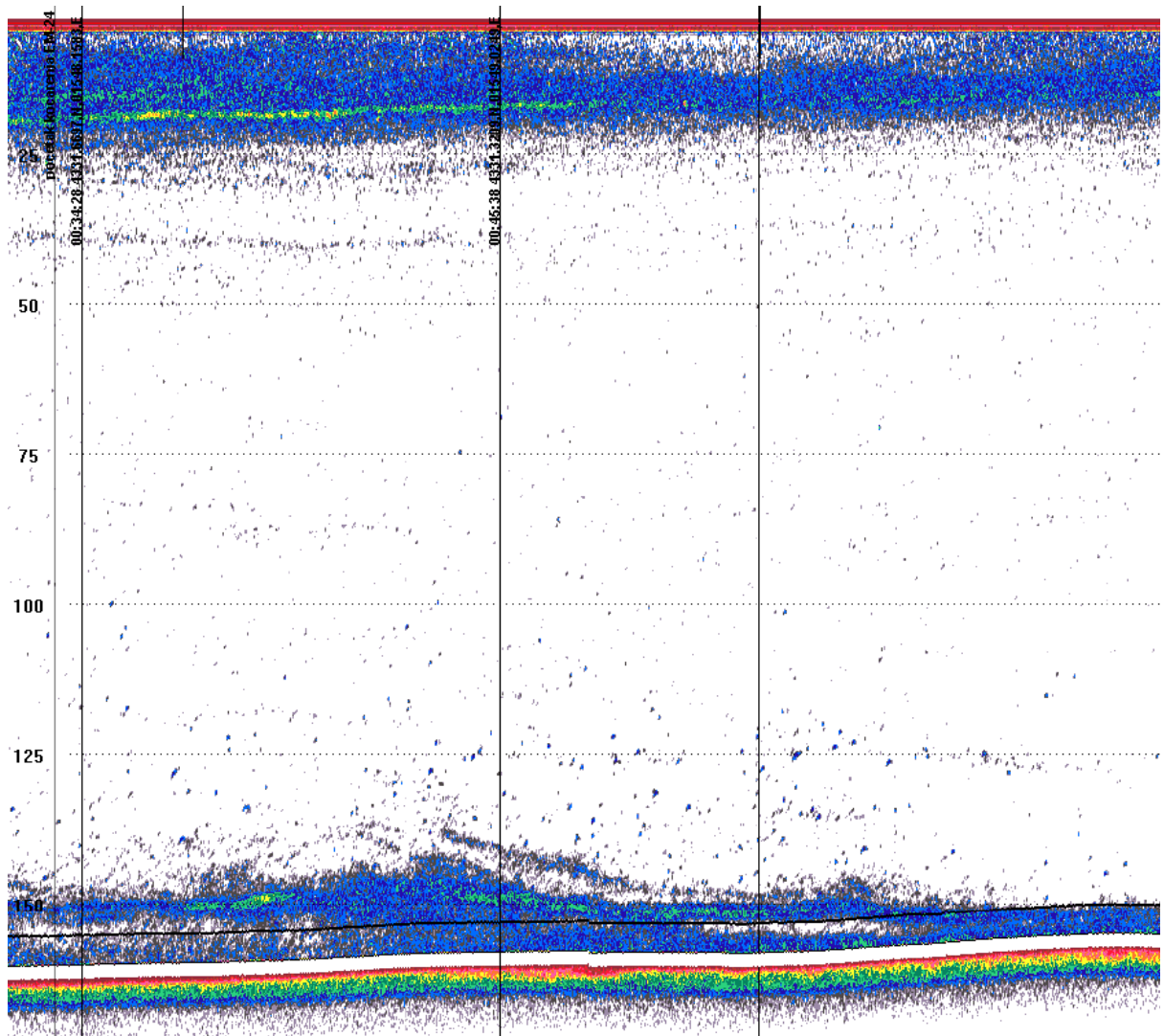


Slika 99. Ehogram velike plove srdele i drugih vrsta sitne plave ribe registrirane u akvatoriju o. Palagruže (rujan, 2008).

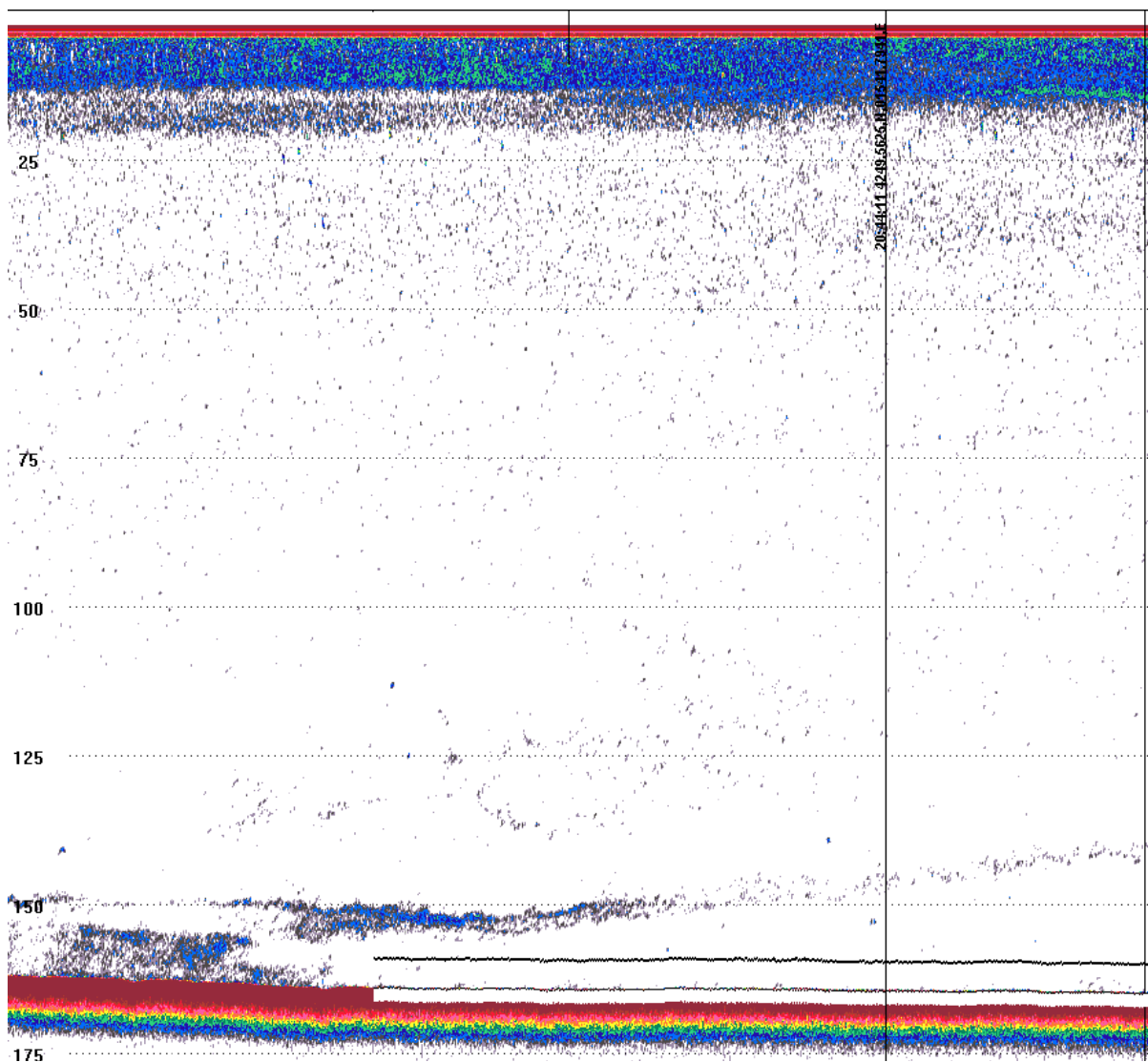
Kao i kod srdele, zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja inćuna ($LT \geq 3$ cm), standardna devijacija eho-integrala inćuna je bila velika ($\text{std}=41,902$). Na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja inćuna varirale su u rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$ do $236,1 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala inćuna (SA_{avg}) je procijenjena na $23,36 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 3,99 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja inćuna na ovom području tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila $4,20 \pm 0,72$ tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog područja 4.306 Nm^2 , ukupna se količina inćuna ($LT \geq 3\text{cm}$) koja je početkom rujna 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 14.989 do 21.169 tona. Pri

tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine inćuna na ovom području bila 18.079 tona, što bi predstavljalo znatno povećanje biomase inćuna prisutne tijekom rujna 2008. godine u odnosu na količine procijenjene tijekom rujna 2007.

U pelagijalu ovog područja također je bila značajna i prisutnost mlađi inćuna ($LT < 3\text{cm}$), te mlađi i ranih razvojnih stadija različitih pelagičnih, a vjerojatno i pridnenih organizama (Slika 100 i 101).



Slika 100. Ehogram odraslog i sitnog, nedoraslog inćuna snimljen noću (EM-24), u gustom sloju planktona na površini mora, zapadno od Hridi Mulo (rujan, 2008).



Slika 101. Ehogram odraslog i sitnog, nedoraslog incuna snimljen noću (EM-27), u gustom sloju planktona na površini mora, južno od o. Svetac (rujan, 2008).

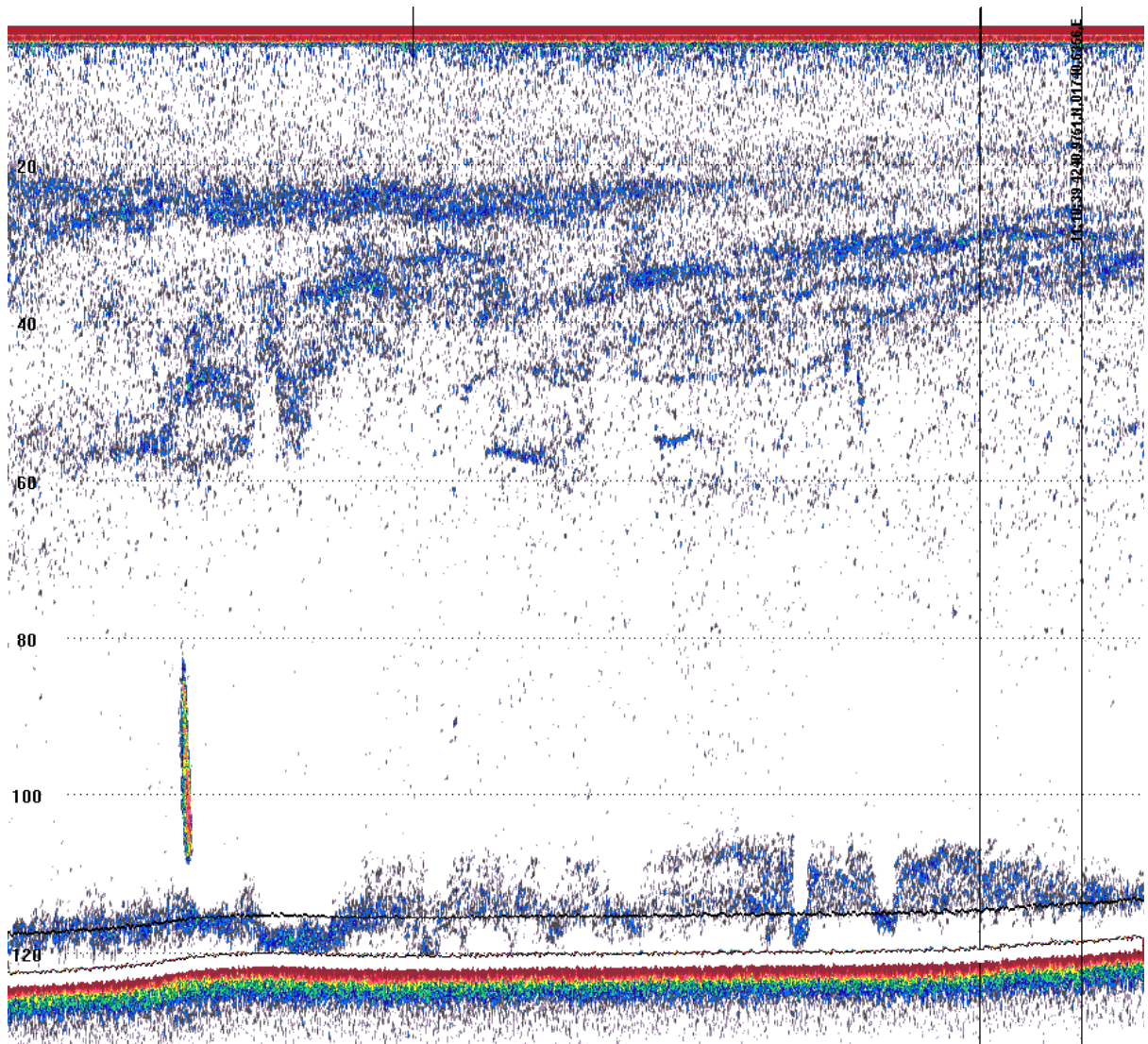
6.2.5. Otvoreno more – južni dio

U istraživanom području južnog dijela otvorenog mora akustički uzorci su prikupljeni duž transekata ukupne duljine 97 Nm. Na području južnog dijela otvorenog mora od ciljanih vrsta su bile zastupljene srdela i incun.

Srdela je bila prostorno vrlo heterogeno raspoređena, pa je zbog toga je i standardna devijacija eho-integrala srdele bila razmjerno velika u odnosu na aritmetičku sredinu ($\text{std} = 18,286$). Kao i u prethodnim istraživanjima, i ove su godine na ovom području vrijednosti eho-integrala gustoće naselja srdele su bile najmanje, a varirale su u

rasponu od $0 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, pa do $180,1 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Procjenjuje se da je srednja vrijednost eho-integrala srdele (SA_{avg}) u ovom području bila samo $1,86 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom na dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja srdele početkom rujna u ovom području bila samo $0,41 \text{ tona}/\text{Nm}^2$. Imajući na umu razmjerno malu površinu istraženog dijela ovog područja (do izobate od 200 m) od samo 682 Nm^2 , to se ukupna količina srdele koja je tijekom rujna 2008. bila prisutna na ovom području, u 95%-tnim granicama pouzdanosti, procjenjuje u rasponu od 40 do 837 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine srdele na ovom području bila 283 tona, što je manje od 12% od ukupne količine srdele procjenjene na ovom području u rujnu 2007.

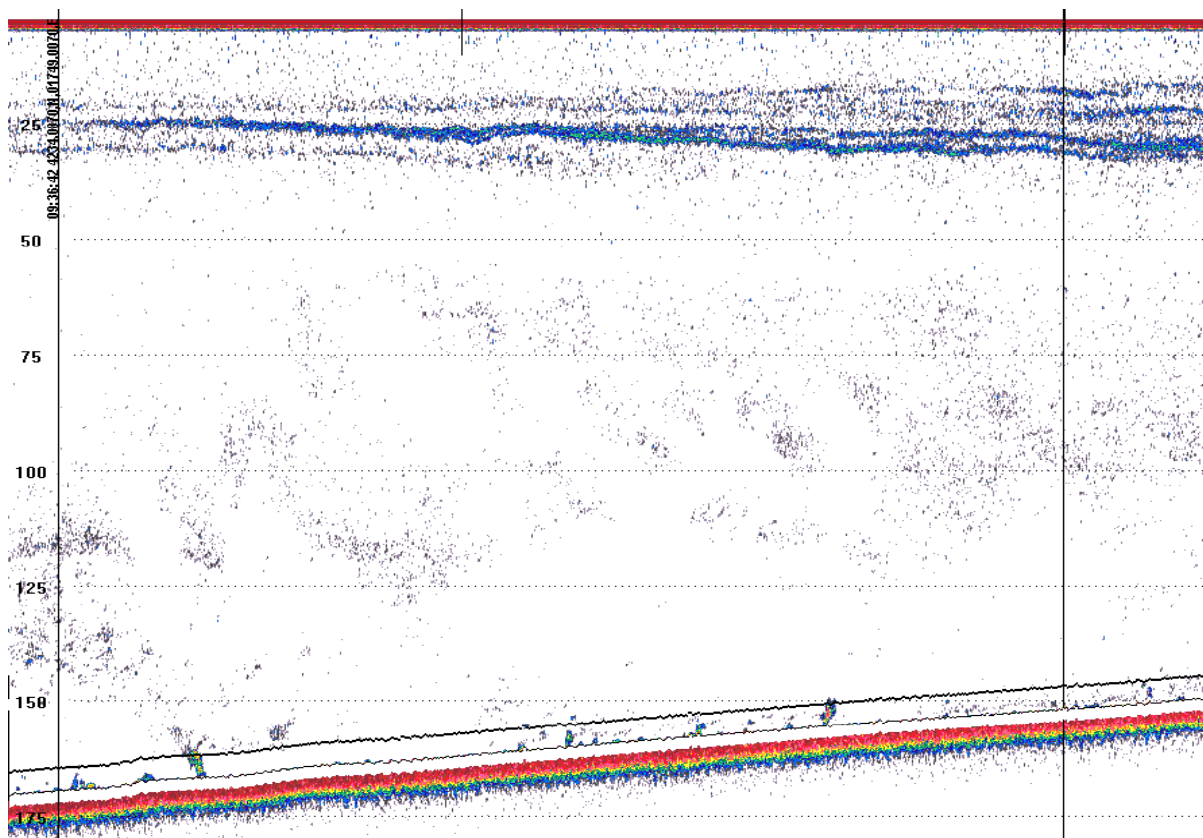
Slično kao i prošle godine, srdela detektirana tijekom rujna 2008. u ovom području nalazila se u akvatoriju južno od jugozapadne strane otoka Mljeta (Slika 102).



Slika 102. Plova srdele registrirana u akvatoriju jugozapadne strane o. Mljeta na dubini 80-110 m (rujan, 2008).

Zbog velikih razlika u prostornoj raspodjeli gustoće naselja incuna, standardna devijacija eho-integrala incuna ($LT \geq 3\text{cm}$) je bila i ovdje razmjerno velika ($\text{std}=4,707$) u odnosu na pripadajuću srednju vrijednost. 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 $28,7 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. Srednja vrijednost eho-integrala (SA_{avg}) se procjenjuje na $2,00 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$, uz 95%-tne granice pouzdanosti od $\pm 0,94 \text{ m}^2/\text{Nm}^2$. S obzirom dobivene vrijednosti, procjenjuje se da je srednja gustoća naselja incuna tijekom rujna 2008., u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti, u ovom području bila u rasponu od samo 0,19 do 0,53 tona/ Nm^2 . Budući da je površina istraženog dijela ovog područja 682 Nm^2 , ukupna se količina incuna ($LT \geq 3\text{cm}$) koja je u rujnu 2008. bila prisutna u ovom području u 95%-tnim granicama pouzdanosti procjenjuje u rasponu od 130 do 359 tona. Pri tome se procjenjuje da bi srednja vrijednost količine incuna na ovom području bila 245 tona, što bi predstavljalo veliko smanjenje biomase incuna prisutne u ovom području tijekom rujna 2008. godine u odnosu na količinu procijenjenu tijekom rujna 2007.

Slično kao i prošle godine, najveći dio ove količine registriran je na jugozapadnoj strani o. Mljeta (Slika 103), te u akvatoriju Cavtata i Rta Oštro.



Slika 103. Plove incuna registrirane uz morsko dno u akvatoriju južne strane o. Mljeta (rujan, 2008).

6.3. Procjena strukture i prostorne rasprostranjenosti naselja sitne plave ribe

6.3.1. Srdela

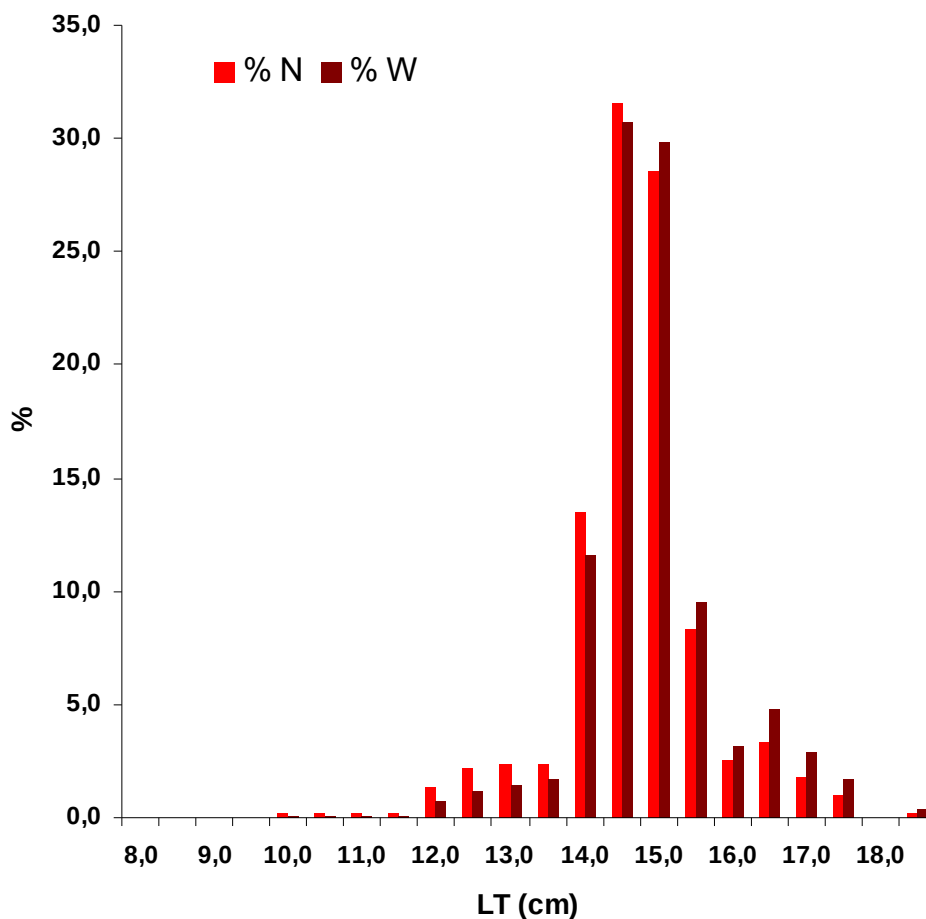
Srdela, *Sardina pilchardus* (Slika 104) je bila zastupljena u lovinama Murterskog mora, Kvarnera, otvorenog mora sjevernog dijela (EM-10, EM-14, EM-16), Zlarinskog kanala i otvorenog mora srednjeg dijela (EM-24). Analizirane su i komercijalne lovine iz poručja Korčulanskog i Bračkog kanala. Za razliku od prvih pet godina istraživanja, u zadnje dvije godine srdela nije ulovljena na postajama u Korčulanskom i Hvarskom kanalu. Najobimniji je ulov srdele ostvaren u popodnevnom potegu u otvorenom moru sjevernog dijela Jadrana (EM-10) i to 288 jedinki mase 7.570 g. Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 509 jedinki srdele ukupne mase 13.172,1 g.



Slika 104. Uzorak srdele ulovljen pelagičnom kočom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan, 2009).

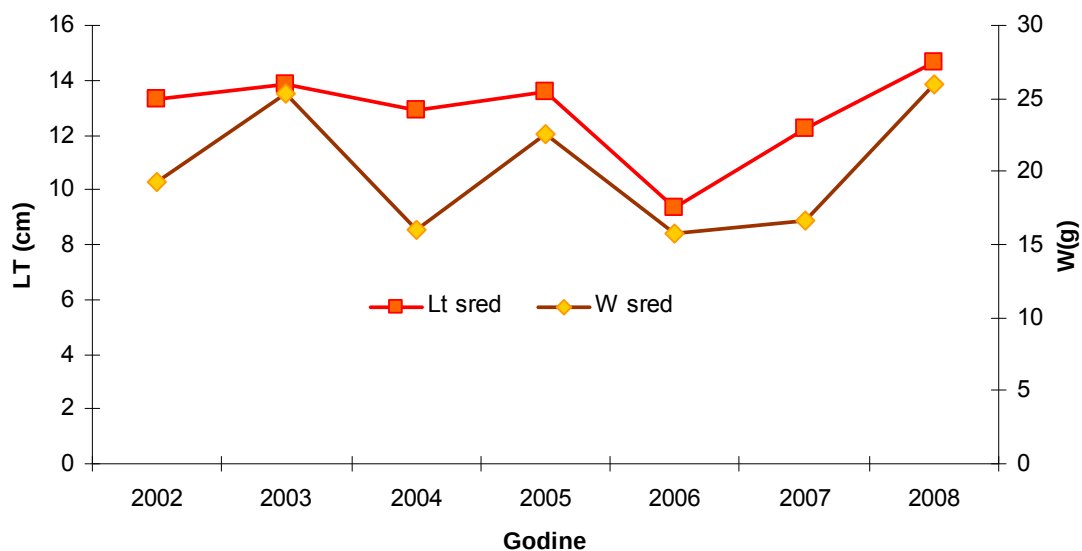
Ulovljene jedinke srdele su bile u rasponu od 10,0 cm do 18,5 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 14,67 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki srdele zamjećuje snažna jednomodalna raspodjela (Slika 105) s modalnom vrijednošću pri dužini od 14,5 cm i s učestalošću od 31,6%. Ova dužina

odgovara odrasloj populaciji srdele, zahvaljujući zapravo ukupnom ulovu. Jedinke manjih dužinskih frekvencija (10,0 – 13,0 cm) ulovljene su samo na području Zlarinskog kanala i južnog dijela unutrašnjeg mora. Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 9,0 g do 52,0 g sa srednjom vrijednošću od 25,88 g.



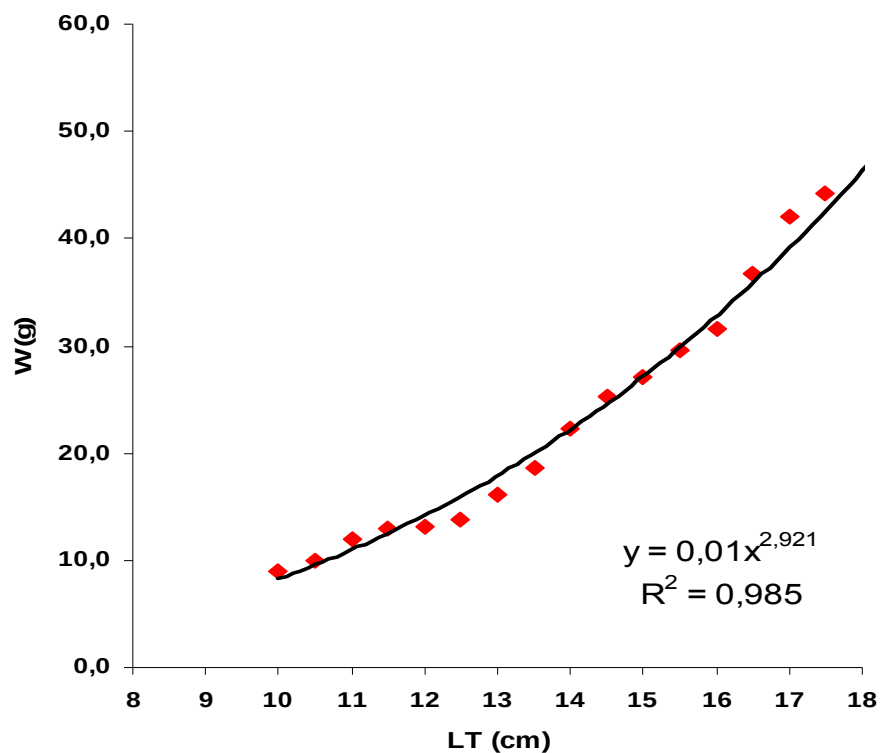
Slika 105. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije srdele s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2008).

Usporedba višegodišnjeg kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase srdele pokazuje proporcionalnu povezanost istih, te pozitivni trend rasta zadnje dvije godine istraživanja (Slika 106).



Slika 106. Višegodišnja kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase za analizirane jedinke populacije srdele na cjelokupnom analiziranom području.

Analizom je dužinsko-masenog odnosa srdele iz cjelokupnog ulova (Slika 107) dobiven koeficijent regresije $b = 2,921$ koji ukazuje na negativan alometrijski ($R^2 = 0,985$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 38.



Slika 107. Dužinsko-maseni odnos srdele s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2008).

Tablica 38. Parametri dužinsko-masenog odnosa srdele s cjelokupnog istraživnog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2008. godine.

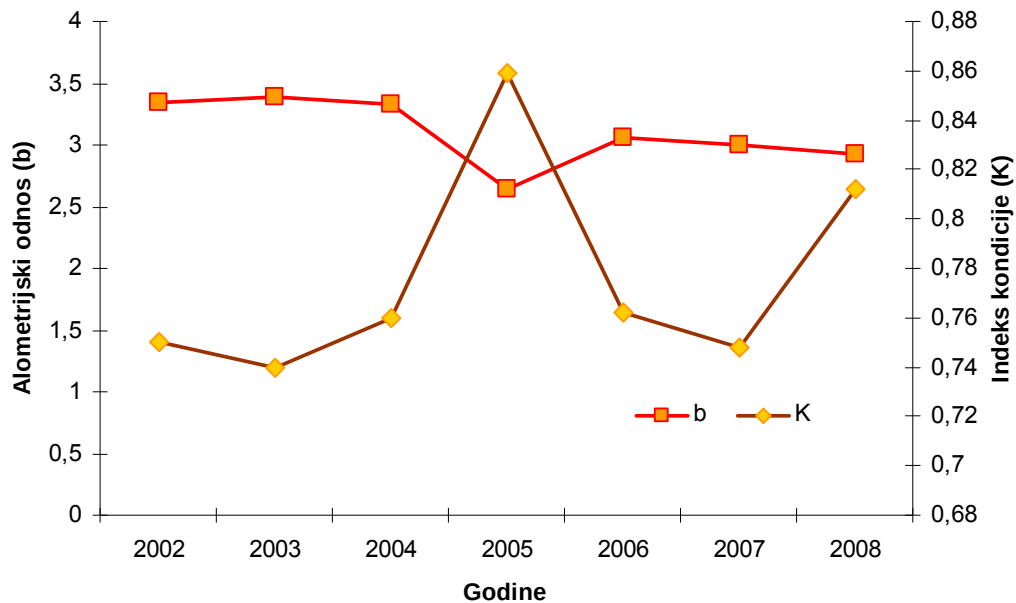
Godina	LT (cm)	LT _{avg.}	W (g)	W _{avg.}	a	b	R ²
2002	7,0-19,0	13,30	2,2-52,9	19,27	0,0028	3,349	0,985
2003	7,5-18,5	13,88	2,5-50,0	25,33	0,0028	3,381	0,996
2004	6,0-18,0	12,89	1,5-52,5	15,95	0,0033	3,321	0,995
2005	10,0-17,5	13,57	9,2-43,5	22,52	0,0022	2,635	0,987
2006	6,5-17,0	9,34	1,5-39,0	15,71	0,0066	3,065	0,974
2007	6,0-16,5	12,21	1,5-39,0	16,58	0,0077	2,997	0,990
2008	10,0-18,5	14,67	9,0-52,0	25,88	0,0100	2,921	0,985

Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije b , tijekom prve tri godine (2002-2004) kao i u eho-monitoringu iz 2006.godine, na istraživnom je području utvrđeni ukupni relativni rast srdele bio pozitivno alometrijski, odnosno s većim porastom mase u odnosu na dužinu. Pad je vrijednosti tog parametra utvrđen 2005. godine, ali i posljednje tri godine istraživanja parametar b ima negativni trend, odnosno rast populacije se može tumačiti kao negativno alometrijski, ukazujući na nešto veći dužinski rast od onog u masu. Kondicija ribe je izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa. Ovom analizom su dobivene najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,71 zabilježene kod jedinki iz dužinskog razreda 12,5 cm. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,86-0,90 imale jedinke najmanjih utvrđenih dužinskih razreda od 10,0-11,0 cm (Tablica 39).

Tablica 39. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2008).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
10,0	1	9,00	0,90
10,5	2	10,00	0,86
11,0	1	12,00	0,90
11,5	1	13,00	0,85
12,0	7	13,14	0,76
12,5	11	13,82	0,71
13,0	12	16,08	0,73
13,5	14	18,20	0,73
14,0	68	22,29	0,81
14,5	159	25,28	0,82
15,0	144	27,05	0,80
15,5	42	29,57	0,79
16,0	14	31,65	0,77
16,5	18	36,72	0,81
17,0	9	41,99	0,85
17,5	5	44,22	0,83
18,0	0	-	-
18,5	1	52,00	0,82

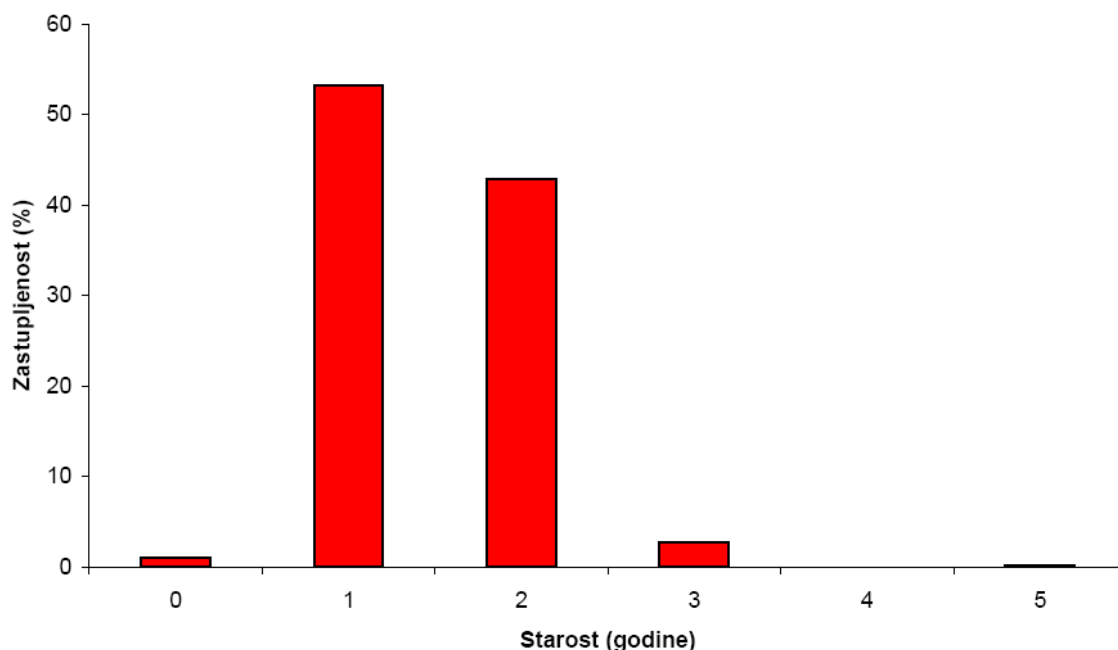
Višegodišnja usporedba dužinsko-masenog odnosa i indeksa kondicije, pokazuje manja kolebanja parametra b u odnosu na K . Vidljiv je negativni trend parametra b zadnjih godina istraživanja. Najveći poremećaj u trendu i jednog i drugog parametra zabilježen je 2005. godine, kada je utvrđena najniža vrijednost parametra $b = 2,635$, te najviša srednja vrijednost indeksa kondicije (Slika 108).



Slika 108. Višegodišnja usporedba alometrijskog odnosa i indeksa kondicije istraživane populacije srdele na cjelokupnom analiziranom području.

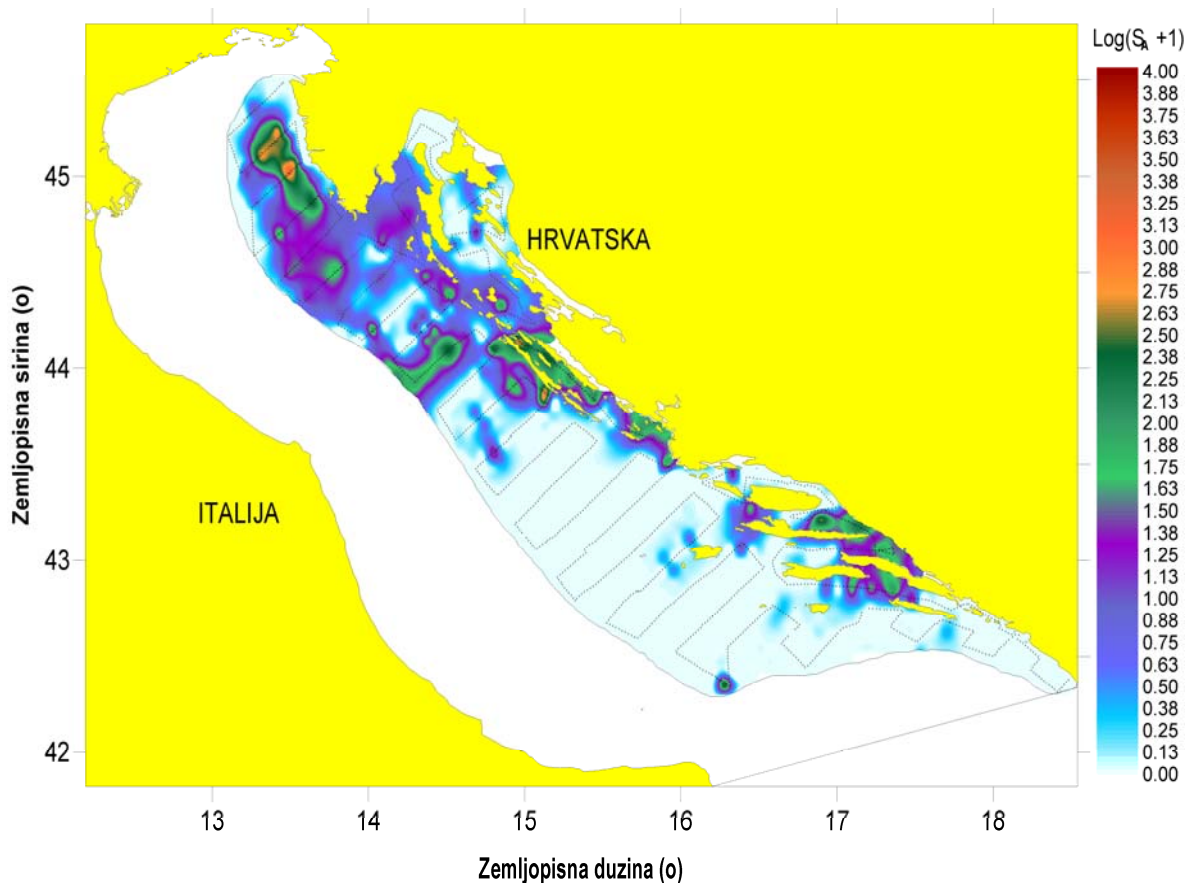
U starosnoj strukturi populacije sredele (Slika 109) dominira 1-godišnja klasa (53,24%) koju slijedi 2^+ (42,83%). Ove dvije starosne kategorije predstavljaju gotovo 99% ulovljene populacije srdele. Tek su 5 jedinki bile nedorasle (0^+), a uzorkovanjem je obuhvaćena i jedna petogodišnja jedinka. Zrelost srdele nastupa, krajem prve godine života, kad im je dužina oko 12 cm. Jedinke $< 11,5$ cm su nultog godišta (0^+). Jednogodišnje jedinke su u dužinskom razredu od 12,0-14,5 cm, a dvogodišnje od 15,0-16,5 cm. Jedinke ukupnih dužina tijela od 17 cm pripadaju 3^+ starosnom razredu, a one $> 18,5$ cm su petogodišnje jedinke sredele. Jačina godišnje klase uglavnom ovisi o preživljavanju najranijih razvojnih stadija (jaja, ličinki, nedoraslih). Smrtnost je uglavnom rezultat predacije i nedovoljnih količina hrane, a rast uglavnom ovisi o temperaturi i količini dostupne hrane. Novija istraživanja govore o promjeni raspodjele stocka srdele

zbog promjena u okolišu. Nedorasle jedinke se drže bliže obali, dok su odrasle na području otvorenog mora. Smanjenji, odnosno lokalno manji ulovi mogu biti rezultat neuspješnog novačenja ili promjena u migraciji odraslih u potrazi za hranom.



Slika 109. Procjena starosne strukture uzorka srdele iz rujna 2008 prikupljenih na cijelokupnom istraživanom području.

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti srdele u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna, 2008. su nedvojbeno ukazuju na to da se glavnina populacije srdele nalazila na području sjevernog dijela otvorenog mora i sjevernog dijela unutarnjeg mora, tj. na dijelu Jadranskog mora sjeverno od Jabučke kotline. Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti također sugeriraju da se jedan dio populacije srdele nalazio izvan područja istraživanja. Kao što se vidi na slici 110 najveće količine srdele detektirane su u akvatoriju zapadne obale poluotoka Istre.



Slika 110. Prostorna rasprostranjenost srdele s obzirom na izmjerene vrijednosti eho-integrala (S_A) u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2008.

Ukupne su procjene obimnosti naselja srdele detektiranih u rujnu 2008, uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	9.721	20.151	30.582
Unutarnje more – južni dio	4.977	8.511	12.045
Otvoreno more – sjeverni dio	64.829	94.049	123.270
Otvoreno more – srednji dio	840	8.548	17.024
Otvoreno more – južni dio	40	283	837
UKUPNO (t):	80.407	131.542	183.758

6.3.2. Inćun

Tijekom eho-monitoringa obavljenog u rujnu 2008. godine inćun, *Engraulis encrasicolus* je zabilježen u gotovo svim lovinama (68% postaja), i to onima sjevernog

dijela unutarnjeg mora (Virsko more, Riječki zaljev, Kvarner, Zlarinski kanal), sjevernog dijela otvorenog mora (zapadna obala Istre te južnije prema srednjem Jadranu), srednjeg dijela otvorenog mora (van Kornatskog otočja) i južnog dijela unutarnjeg mora (Mljetski, Neretvanski, Hvarski, Brački i Splitski kanal). Inćun nije ulovljen na području južnog dijela otvorenog mora Jadranskog mora. Najveći je raspon dužina ulovljenih jedinki (6,0-18,0 cm) kao i najobimniji ulov odraslih inćuna (874 jedinki mase 13,639 kg) ostvaren u Mljetskom kanalu (EM-27). Najveći ulov nedoraslih inćuna, ukupne tjelesne dužine od 3,0 do 10,5 cm, je ostvaren uzorkovanjem na području Riječkog zaljeva.

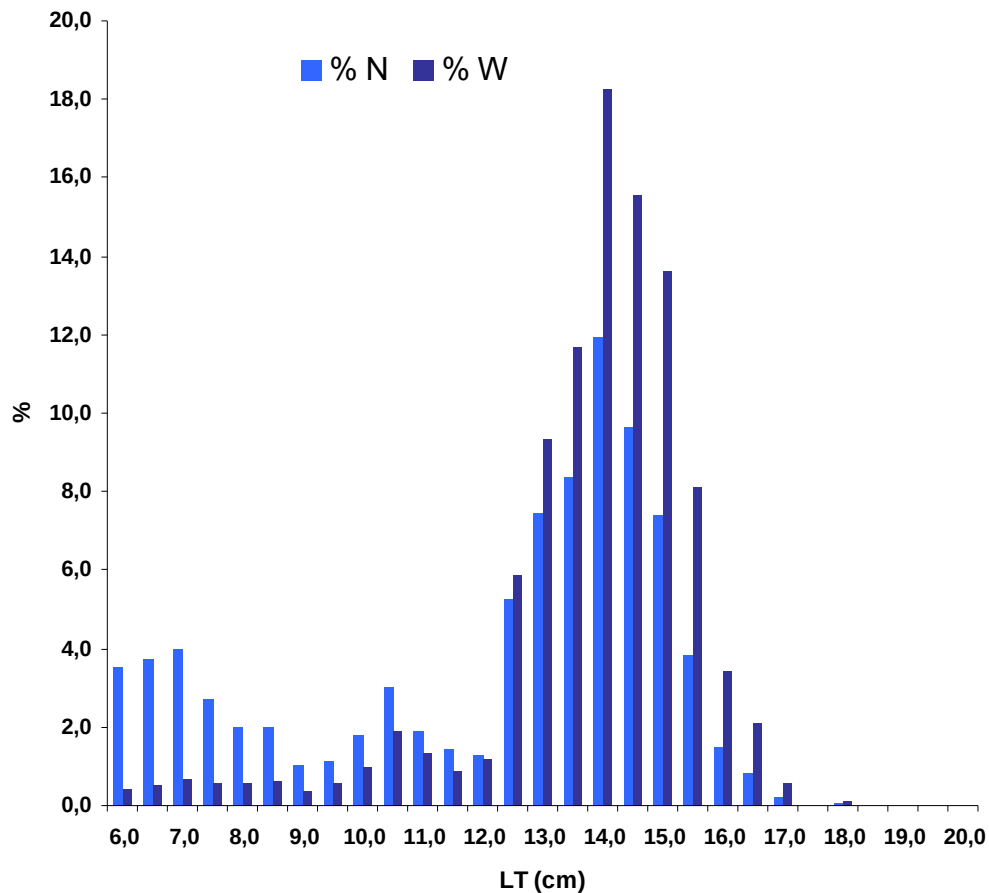
Na cjelokupnom istraživanom području je ukupno analizirano 2.635 jedinki inćuna (Slika 111) od čega 372 nedoraslih jedinki ($< 6,0$ cm). Ukupne dužine tijela inćuna bez nedoraslih jedinki su bile u rasponu od 6,0 do 18,0 cm (2.263 jedinki) sa srednjom vrijednošću od 12,14 cm.



Slika 111. Uzorak inćuna prikupljen pelagijskom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan, 2008).

Analiza raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki inćuna upućuje na zaključak o blagoj trimodalnoj raspodjeli (Slika 112). Najsnažnije je izražena

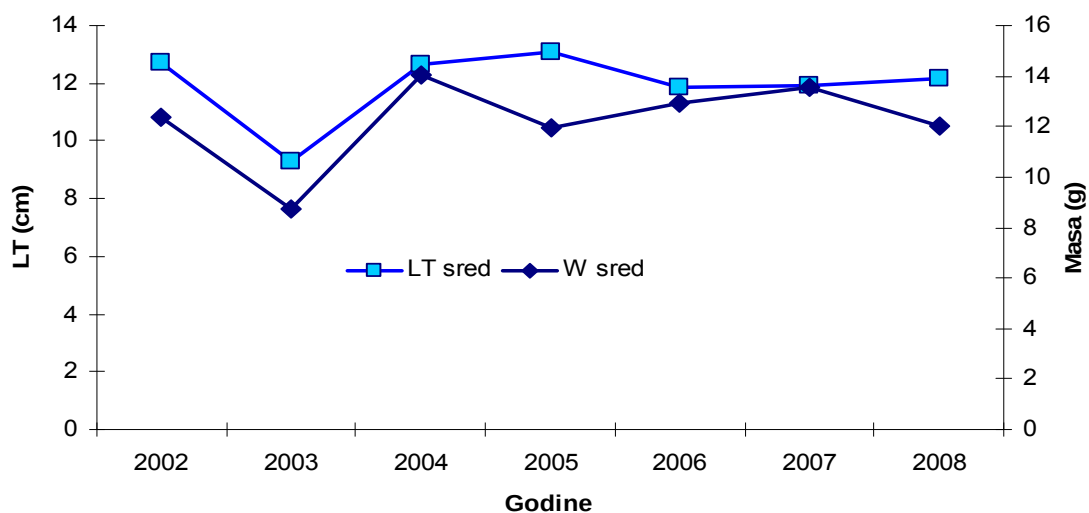
modalna vrijednost na 14,0 cm (11,94%). Dvije manje izražene modalne vrijednosti su na 7,0 cm (0,69 %) i 10,5 cm (1,88%).



Slika 112. Dužinska i masena struktura populacije inćuna na cjelokupnom istraživanom području (rujan, 2008).

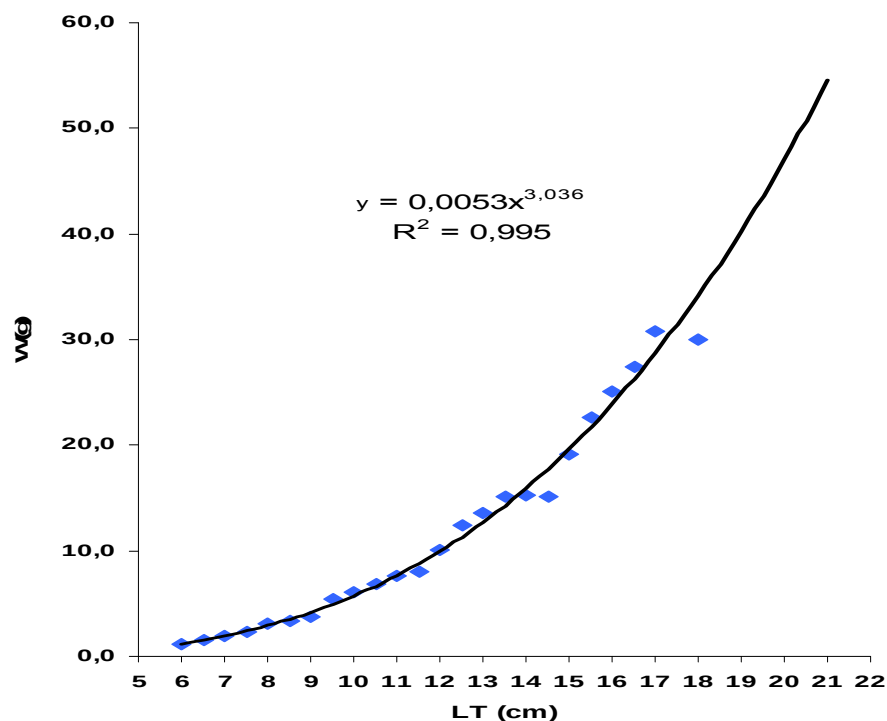
Masa je analiziranih jedinki inćuna (> 6 cm) bila u rasponu od 1,23 g do 30,0 g sa srednjom vrijednošću od 12,03 g. Među njima, inćuni najmanje mase su ulovljeni u Riječkom zaljevu, a oni najveće mase su bili ulovljeni u Mljetskom kanalu.

Usporedba višegodišnjih kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase inćuna pokazuje proporcionalnu povezanost istih do 2004. godine, a obrnuto proporcionalnu od 2005. godine, s stagnirajućim trendom rasta u 2006. i 2007. godini istraživanja (Slika 113).



Slika 113. Višegodišnja kolebanja srednjih vrijednosti ukupne dužine i mase za analizirane jedinke populacije incuna na cjelokupnom analiziranom području.

Dužinsko-maseni odnos (Slika 114) analiziranih jedinki incuna ukazuje na pozitivan alometrijski rast jer je koeficijent regresije $b = 3,036$ ($R^2 = 0,995$). U Tablici 40 su uspoređeni parametri ovog odnosa tijekom dosadašnjeg eho-monitoringa (2002.-2008).



Slika 114. Dužinsko-maseni odnos incuna s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2008).

Tablica 40. Parametri dužinsko-masenog odnosa inćuna s cjelokupnog istraživnog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2002. do 2008. godine.

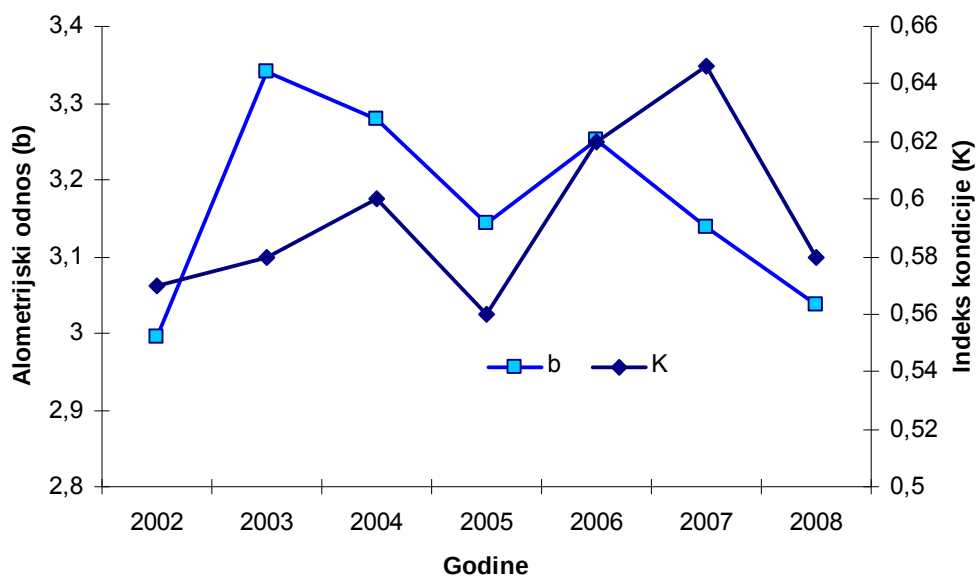
Godina	LT (cm)	LT _{avg.}	W (g)	W _{avg.}	a	b	R ²
2002	4,0 -17,0	12,69	0,3-40,0	12,40	0,0063	2,994	0,958
2003	6,5 -16,5	9,28	1,3-25,0	8,74	0,0025	3,341	0,986
2004	6,5 -18,0	12,65	1,5-42,0	14,03	0,0030	3,280	0,998
2005	6,0 -17,5	13,10	0,3-32,0	11,98	0,0055	3,142	0,990
2006	6,0-17,0	11,89	2,0-32,8	12,95	0,0029	3,253	0,998
2007	6,0-19,5	11,91	1,7-55,8	13,56	0,0046	3,138	0,992
2008	6,0-18,0	12,14	1,2-30,0	12,03	0,0053	3,036	0,995

Usporedbom je dobivenih vrijednosti koeficijenta regresije tijekom dosadašnjih istraživanja utvrđen pozitivan alometrijski rast inćuna osim gotovo izometrijskog rasta tijekom prve godine eho-monitoringa što se može pripisati uzorkovanju u hladnijem razdoblju godine (studenj) kada dolazi do određenog zaostajanja u rastu uslijed sporijeg metabolizma uzrokovanog sniženim temperaturama mora. Koeficijent kondicije inćuna kolebao je s obzirom na dužinsku strukturu jedinki (Tablica 41). Tako su najniže vrijednosti ovog koeficijenta od 0,50 utvrđene za jedinke iz dužinskog razreda 14,5 cm, dok su jedinke iz dužinskih razreda 9,5 cm, 12,5 cm i 17,0 cm imale najbolju kondiciju ($K = 0,63$).

Višegodišnja usporedba dužinsko-masenog odnosa i indeksa kondicije, pokazuje manja kolebanja parametra b i K tijekom godina. Vidljiv je proporcionalan odnos ovih dvaju parametara kao i negativni trend obaju parametara zadnjih godina istraživanja. Najveći poremećaj u trendu i jednog i drugog parametra relativnog rasta inćuna, kao i kod sredele, zabilježen je 2005. godine, kada je utvrđena najviša stopa pada vrijednosti oba dva parametra, a sličnu situaciju bilježimo i u 2008. godini (Slika 115).

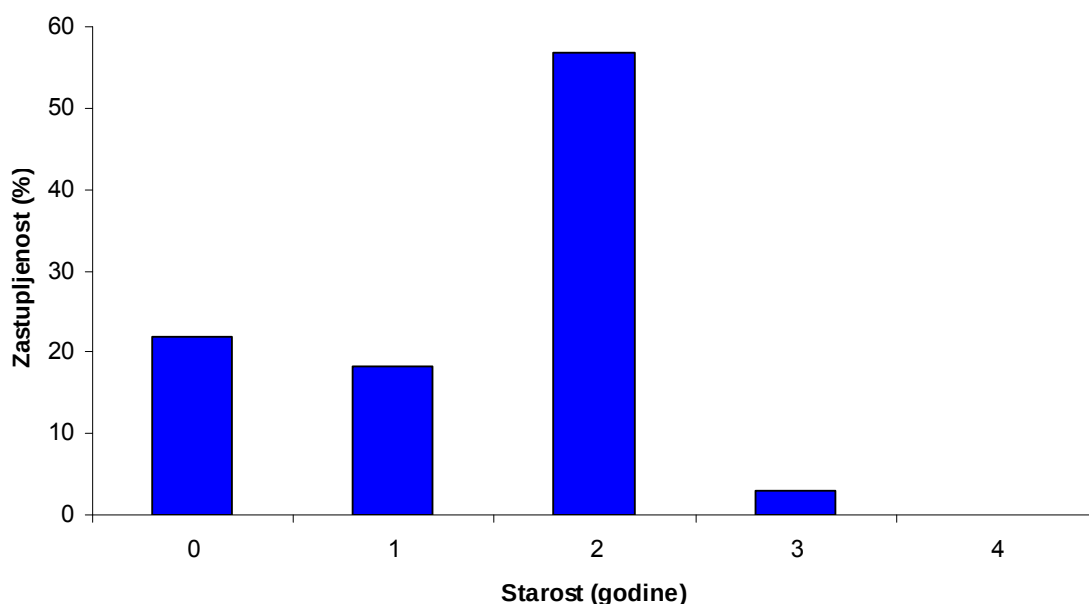
Tablica 41. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije (K) inćuna po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2008).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
6,0	92	1,23	0,57
6,5	100	1,57	0,57
7,0	104	1,88	0,55
7,5	71	2,27	0,54
8,0	52	3,08	0,60
8,5	52	3,35	0,54
9,0	27	3,78	0,52
9,5	29	5,41	0,63
10,0	47	6,04	0,60
10,5	79	6,86	0,59
11,0	49	7,59	0,57
11,5	39	8,05	0,53
12,0	34	10,09	0,58
12,5	138	12,37	0,63
13,0	197	13,63	0,62
13,5	220	15,13	0,62
14,0	316	15,25	0,56
14,5	254	15,10	0,50
15,0	195	19,10	0,57
15,5	101	22,67	0,61
16,0	39	25,03	0,61
16,5	22	27,40	0,61
17,0	5	30,74	0,63
17,5	0	-	-
18,0	1	30,00	0,51



Slika 115. Višegodišnja usporedba alometrijskog odnosa i indeksa kondicije istraživane populacije inćuna na cjelokupnom analiziranom području.

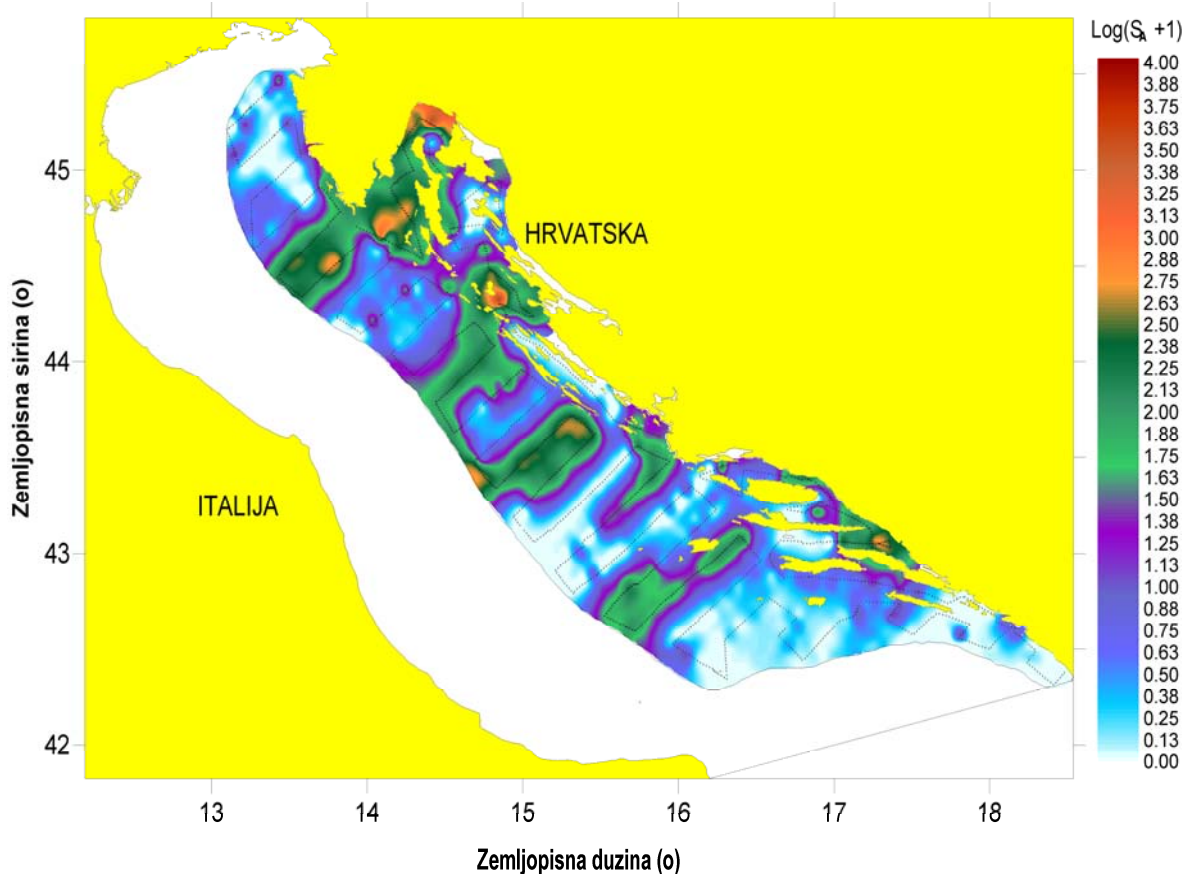
U starosnoj strukturi populacije prevladavaju niže starosne strukture, a dominira 2-godišnja klasa (56,69%), a slijede 0⁺ (21,81%) i 1⁺ (18,34%) godišnje klase. 3+ klasa je u ukupnom uzorku zastupljena s 2,92%. Ukoliko se uzmu u razmatranje sve jedinke (< 6 cm LT), tada je zastupljenost 0⁺ klase nešto viša, a ostalih manja, no trend je isti. Nedostaju najstarije klase (ulovljena je samo jedna jedinka starosti 4⁺; 0,04%) što ukazuje na snažnu ovisnost o novačenju, ali i ribolovu (Slika 116). Kao i kod srdele, zrelost inćuna nastupa krajem prve godine života. Jednogodišnje jedinke su u dužinskom razredu od 9,5-12,5 cm, a dvogodišnje od 13,0-15,5 cm. Jedinke ukupnih dužina tijela od 16 cm pripadaju 3+ starosnom razredu, a one >18 cm su četverogodišnje jedinke inćuna. Jačina godišnje klase uglavnom ovisi o preživljavanju najranijih razvojnih stadija (jaja, ličinki, nedoraslih). Smrtnost je uglavnom rezultat predacije i ribolova.



Slika 116. Procjena starosne strukture prikupljenih uzorka inćuna tijekom rujna 2008. na cijelokupnom istraživanom području.

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti inćuna u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2008. pokazuju da je odrasli dio populacije inćuna bio rasprostranjen uglavnom na području Kvarnera i na području otvorenog mora, a nedorasli primjerci (starosti 0+) u priobalnom području, s naglaskom na područje Riječkog zaljeva. Prostorna rasprostranjenost inćuna ($LT \geq 3,0$ cm) prikazana je na slici 117. Ona

nedvojbeno upućuje na zaključak da je u području istraživanja tijekom rujna 2008. bio prisutan samo jedan dio ukupne populacije incuna u Jadranu.



Slika 117. Prostorna rasprostranjenost incuna ($LT \geq 3,0$ cm) s obzirom na vrijednosti eho-integrala (S_A) u istočnom dijelu Jadranskog mora (rujan, 2008).

Ukupne su procjene obimnosti naselja incuna ($LT \geq 6,0$ cm) detektiranih u rujnu 2008., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	11.191	17.834	24.478
Unutarnje more – južni dio	6.633	9.371	12.110
Otvoreno more – sjeverni dio	56.515	64.761	73.007
Otvoreno more – srednji dio	14.989	18.079	21.169
Otvoreno more – južni dio	130	245	359
UKUPNO:	89.458	110.290	131.123

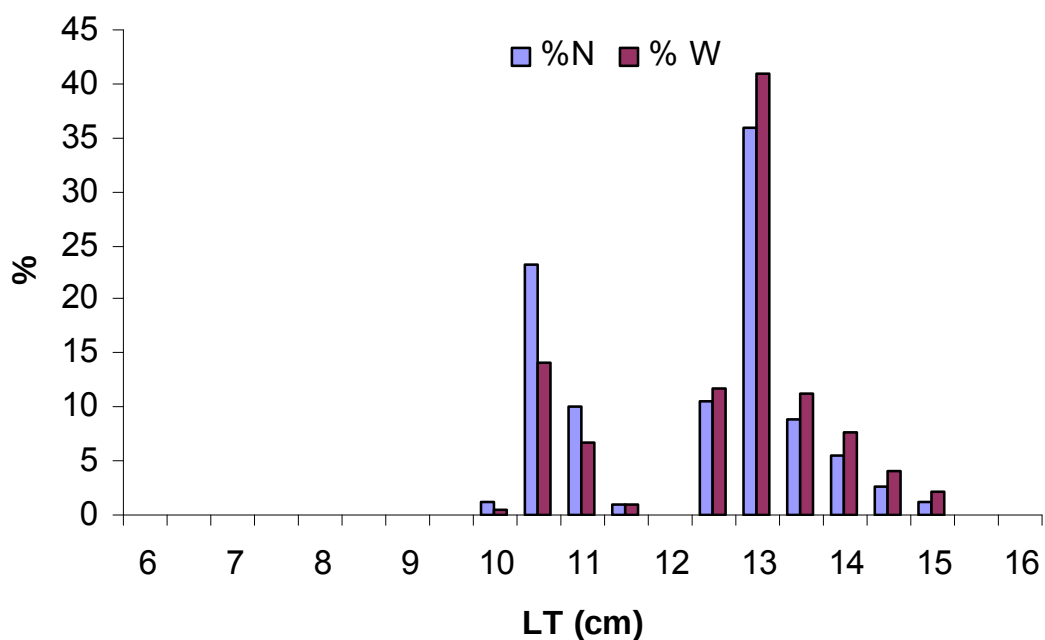
6.3.3. Papalina

Papalina, *Spratus spratus* (Slika 118) je bila u tragovima zastupljena u uzorku iz Riječkog zaljeva (EM-6), dok je najobimniji ulov papaline ostvaren u noćnom potegu na području sjevernog dijela otvorenog mora (EM-9) i to 334 jedinki mase 4,704 kg. Na cjelokupnom istraženom području ukupno su obrađene 340 jedinki papaline ukupne mase 4,847 kg.



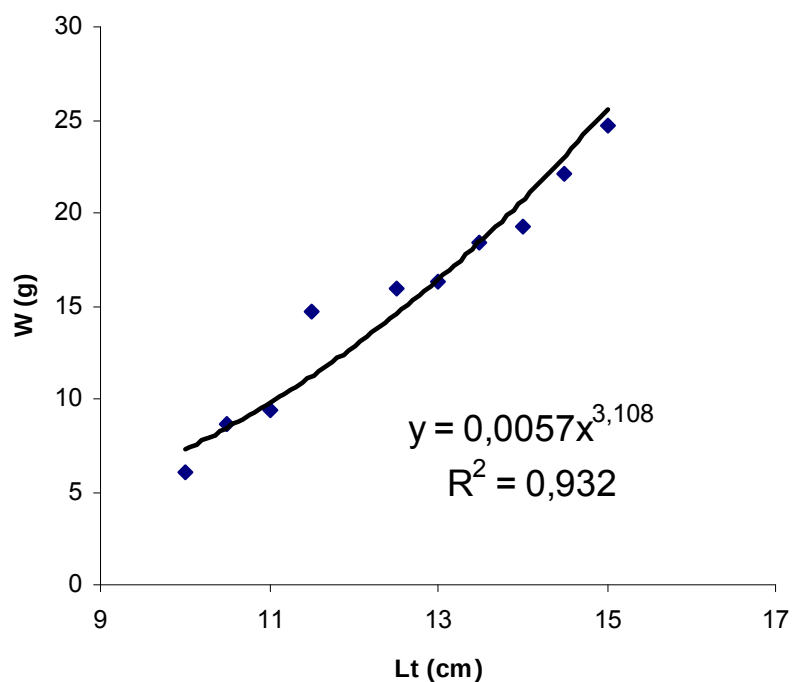
Slika 118. Papalina ulovljena pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa (Foto: V. Tičina, rujan, 2008).

Ulovljene jedinke papaline su bile u rasponu od 10,0 cm do 15,0 cm ukupne dužine tijela sa srednjom vrijednošću 12,28 cm. Promatranjem se raspodjele učestalosti ukupnih dužina svih analiziranih jedinki sudele zamjećuje snažna bimodalna raspodjela (Slika 119) s modalnim vrijednostima pri dužini od 10,5 cm i s učestalošću od 23,2% (jednogodišnja starost 0⁺) te pri 13,0 cm i učestalošću od 35,9% koja odgovara odrasloj populaciji papaline. Masa je pojedinih jedinki u ukupnom uzorku bila u rasponu od 6,0 g do 24,75 g sa srednjom vrijednošću od 14,26 g.



Slika 119. Dužinska i masena struktura uzorka iz populacije papaline s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2008).

Analizom je dužinsko-masenog odnosa papaline iz cjelokupnog ulova (Slika 120) dobiven koeficijent regresije $b = 3,108$ koji ukazuje na pozitivan alometrijski ($R^2 = 0,932$). Rezultati su dosadašnjeg istraživanja ovog odnosa prikazani u Tablici 42.



Slika 120. Dužinsko-maseni odnos papaline s cjelokupnog istraživanog područja (rujan, 2008).

Tablica 42. Parametri dužinsko-masenog odnosa papaline s cjelokupnog istraživnog područja tijekom eho-monitoringa u razdoblju od 2005. do 2008. godine.

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

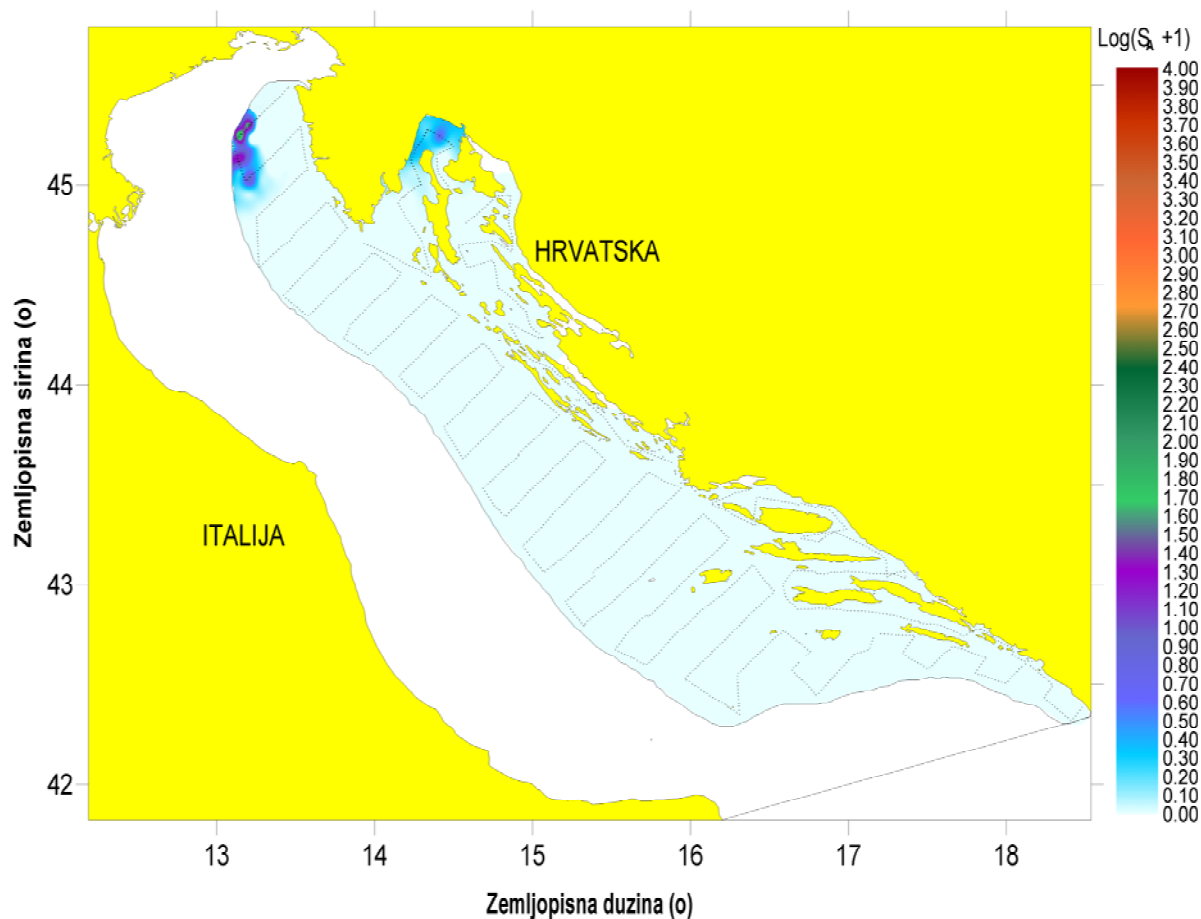
Prema dobivenim vrijednostima koeficijenta regresije b , tijekom tri godine (2005, 2006 i 2008) kada je njen ulov ostvaren u određenom obilju, na istraživnom je području utvrđeni pozitivan trend ukupnog relativnog rasta papaline. U ovogodišnjem istraživanju zabilježene su najveće srednje vrijednosti ukupne dužine i mase, a i rast papaline je bio pozitivno alometrijski, odnosno s većim porastom mase u odnosu na dužinu za razliku od rezultata iz preostale dvije navedene godine istraživanja. Kondicija ribe je izravna posljedica dužinsko-masenog odnosa. Ovom analizom su dobivene najmanje vrijednosti tog indeksa od 0,70 zabilježene kod jedinki iz dužinskog razreda 14,0 cm. Najviše su vrijednosti indeksa kondicije od 0,96 imale tri jedinke iz dužinskog razreda od 11,5 cm (Tablica 43).

Tablica 43. Brojčana zastupljenost, srednja vrijednost mase te vrijednost indeksa kondicije srdele po dužinskim razredima s cjelokupnog istraživnog područja (rujan, 2008).

Razred	N	W _{avg.} (g)	K
10,0	4	6,00	0,60
10,5	79	8,65	0,75
11,0	34	9,41	0,71
11,5	3	14,67	0,96
12,0	0	-	-
12,5	36	15,94	0,82
13,0	122	16,29	0,74
13,5	30	18,37	0,75
14,0	19	19,26	0,70
14,5	9	22,11	0,73
15,0	4	24,75	0,73

Rezultati istraživanja prostorne rasprostranjenosti papaline u istočnom dijelu Jadranskog mora tijekom rujna 2008. ukazuju da se vrlo mala količina papaline nalazila na području sjevernog dijela unutarnjeg mora (Riječki zaljev), dok je glavnina ukupno

procijenjene količine papaline registrirana na sjevernom dijelu otvorenog mota, u području zaštićenog-ekološko ribolovnog pojasa (Slika 121). Ovogodišnji rezultati ukazuju na to da se glavnina populacije papaline vjerovatno nalazila na području zapadnog dijela Jadrana, odnosno izvan istraživanog područja.



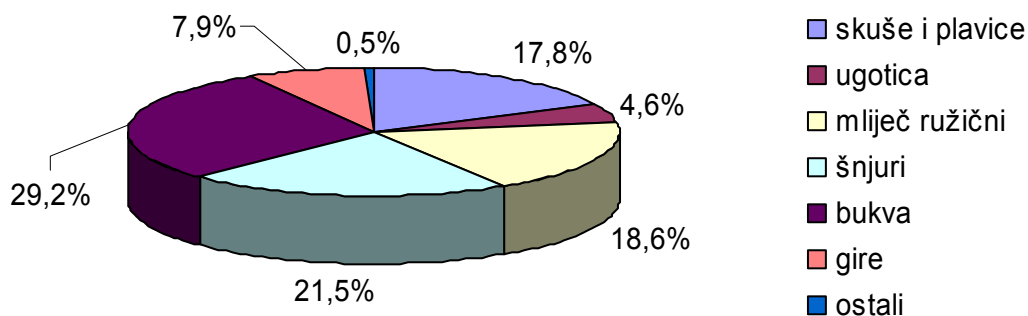
Slika 121. Prostorna rasprostranjenost papaline s obzirom na izmjerene vrijednosti eho-integrala (S_A) u istočnom dijelu Jadranskog mora u rujnu 2008.

Ukupne su procjene obimnosti naselja papaline detektiranih u rujnu 2008., uz 95%-tne granice pouzdanosti, u pojedinim područjima istočnog dijela Jadranskog mora bile:

	Najmanja vrijednost (t)	Srednja vrijednost (t)	Najveća vrijednost (t)
Unutarnje more – sjeverni dio	28	52	75
Unutarnje more – južni dio	0	0	0
Otvoreno more – sjeverni dio	181	1.698	3.564
Otvoreno more – srednji dio	0	0	0
Otvoreno more – južni dio	0	0	0
UKUPNO (t):	209	1.750	3.639

6.3.4. Ostale pelagičke vrste

Od ostalih su pelagičkih vrsta u eksperimentalnim lovinama pelagičke koće utvrđeno njih 10 i to: mliječ ružični (*Aphia minuta*), bukva (*Boops boops*), lokarda (*Scomber japonicus*), skuša (*Scomber scombrus*), 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 122.



Slika 122. Zastupljenost pojedinih vrsta iz skupine ostalih pelagičkih riba s obzirom na njihovu brojnost u lovinama pelagičkom koćom (rujan, 2008).

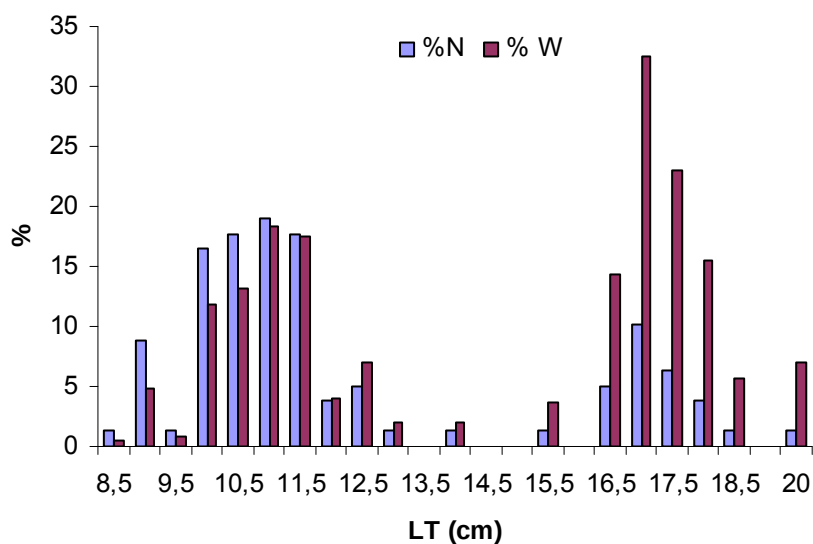
Bukva (*B. boops*) je dominirala brojčano (185; 29,18%) dok se mliječ ružični, *A. minuta* i šnjur, *T. mediterraneus* nalaze na drugom (18,61%), odnosno trećem (17,35%) mjestu po brojčanoj zastupljenosti, a bukva je dominirala i maseno (9142 g; 53,76%) u skupini ostalih pelagičkih vrsta u ukupnom uzorku (Slika 123). Gira oštrulja, *S. flexuosa* (12) i šnjur, *T. mediterraneus* (10) su ulovljeni na najviše postaja (oko 50%).

Brojčana zastupljenost vrste mliječ ružični (118 jedinki mase 17 g) ne odražava pravo stanje, jer se zbog njenih malih veličina tek rijetke jedinke zadržavaju u mreži dok ih većina prolazi kroz oka mreže.



Slika 123. Bukva (*Boops boops*) u uzorku prikupljenim pelagičnom koćom tijekom eho-monitoringa u Mljetkom kanalu (Foto: V. Tičina, rujan 2008).

Dužinsko-masena struktura vrste *T. mediterraneus* s bimodalnom raspodjelom pri 11,0 cm i 17,0 cm prikazana je na slici 124. Najobimniji je ulov ove vrste zabilježen u Splitskom kanalu (EM-38) gdje je ulovljeno ukupno 50 jedinki. Prosječna je dužina ulovljenih jedinki ovog šnjura bila 15,12 cm, a mase 14,97 g. Parametar $b = 2,916$ ($R^2=0,990$) iz dužinsko masenog odnosa upućuje na negativan alometrijski rast ove vrste.



Slika 124. Dužinsko-masena struktura šnjura, *T. mediterraneus* na cijelom istraživanom području tijekom eho monitoringa, rujan 2008.

Nakon šnjura obimnije su u uzorku bile zastupljene skuša (na 4 postaje 68 jedinki, 17 kg) i lokarda (na 5 postaja 45 jedinki, 439 g). Obje vrste su nađene u Riječkom zaljevu i otvorenom moru sjevernog dijela te Splitskom kanalu, a lokarda je još ulovljena i u Zlarinskom te Mljetskom kanalu. Kapelan je ulovljen na čak 6 postaja i dok u ukupnoj biomasi zauzima treće mjesto (1,065 kg; 6,26%) nakon bukve i skuše, prema brojnosti je niže rangirana pelagička vrsta. Gira, *S. smaris* je ulovljena samo u Murterskom moru i Mljetskom kanalu te je sa samo 6 ulovljenih jedinki najslabije zastupljena vrsta u kategoriji ostalih pelagičkih vrsta (ukupno zajedno 0,95% u obilju). Ukupno 3 jedinke srdele goleme, *S. aurita* ulovljene su na 3 postaje pa ova vrsta ukupno gledajući malo doprinosi i brojčanom i masenom sastavu ostalih pelagičkih vrsta.

Budući da bi procjene obimnosti ukupne količine svih ostalih pelagičkih vrsta riba zajedno detektiranih tijekom rujna 2008. bile vrlo nesigurne, zbog velike heterogenosti i vrlo različitih akustičkih svojstava pripadnika ove skupine riba, ovdje se ne iznose.

6.3.5. Ostale vrste

a) pridnene vrste riba

Analizom je ukupnog uzorka prikupljenog pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu, 2008. godine utvrđeno 22 pridnene vrste riba. Ukupno je ulovljena 157 jedinki s ukupnom masom od 26,877 kg. Inače, brojčano najzastupljenija pridnena vrsta je bila trlja blatarica, *Mullus barbatus* (134), za kojom po učestalosti slijede kokotić oštruljić, *Lepidotrigla cavillone* (36), vučić, *Serranus hepatus* (25) i arbun, *Pagellus erythrinus* (22). Slijede donekle podjednako zastupljene: špar, *Diplodus annularis* (11), golub, *Myliobatis aquila* (10) te mol, *Merluccius merluccius* (10). Osim batoglavca, *P. acarne* (9) i plosnate bljedice, *A. laterna* (8) ostale vrste su u ukupnom ulovu pridnenih vrsta riba zastupljene s 2-4 jedinke i to uglavnom uzorkovanjem s jedne postaje. Čak je 7 vrsta (32%) zastupljeno u ukupnom ulovu sa samo jednom ulovljenom jedinkom. S obzirom na broj postaja na kojima je ulovljena, prvo mjesto zauzima trlja blatarica (Slika 125), *Mullus barbatus* (12 postaja; 63,2%).



Slika 125. Trlja blatarica, često prisutna u uzorcima riba prikupljenim blizu morskog dna (Foto: V. Tičina, rujan, 2008).

Najveći su doprinos ukupnoj masi dale jedinke goluba, *M. aquila* (16,450 kg; 61,2%), ulovljene u otvorenom moru sjevernog dijela (EM-9 i EM-12) te u Neretvanskom kanalu (Slika 126). Slijede zmijičnjak repaš, *L. caudatus* (2,57 kg; 9,6%) ulovljen u Bračkom kanalu u ponoćnim satima te kostelj, *S. acanthias* (2,0 kg; 7,4%) ulovljen u Neretvanskom kanalu u jutarnjem potegu.



Slika 126. Golub, *Myliobatis aquila* (Foto: V. Tičina, rujan 2008).

b) glavonošci

U lovinama je pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2008. godine utvrđeno i 5 vrsta glavonožaca. Ukupno je ulovljeno 289 jedinki ukupne mase 5.094,0 g. U uzorku je brojčano (153) prevladavala lignja, *Loligo vulgaris* koja je zabilježena i na najvećem broju postaja (17) kao i kod prošlogodišnjeg uzorkovanja. Maseno je prevladavala vrsta lignjun (Slika 127), *Illex coindetii* (1854 g; 36,4%) koji je ulovljen na čak 14 postaja te muzgavac, *Eledone moschata* (1810 g; 35,5%) ulovljen na 8 postaja. Te tri vrste su ujedno i dominantne, dok su sipica (*Sepiola spp.*), sipa, *Sepia officinalis* (ulovljena na dvije postaje otvorenog mora sjevernog Jadrana i u Mljetskom kanalu) i lignjica, *Allotheutis media* neznatno doprinosile brojčano i maseno ukupnom ulovu glavonožaca. Najveći je ulov lignje zabilježen u Mljetskom kanalu (41 jedinka; 500,0 g) i Bračkom kanalu (25 jedinki; 44,0 g).



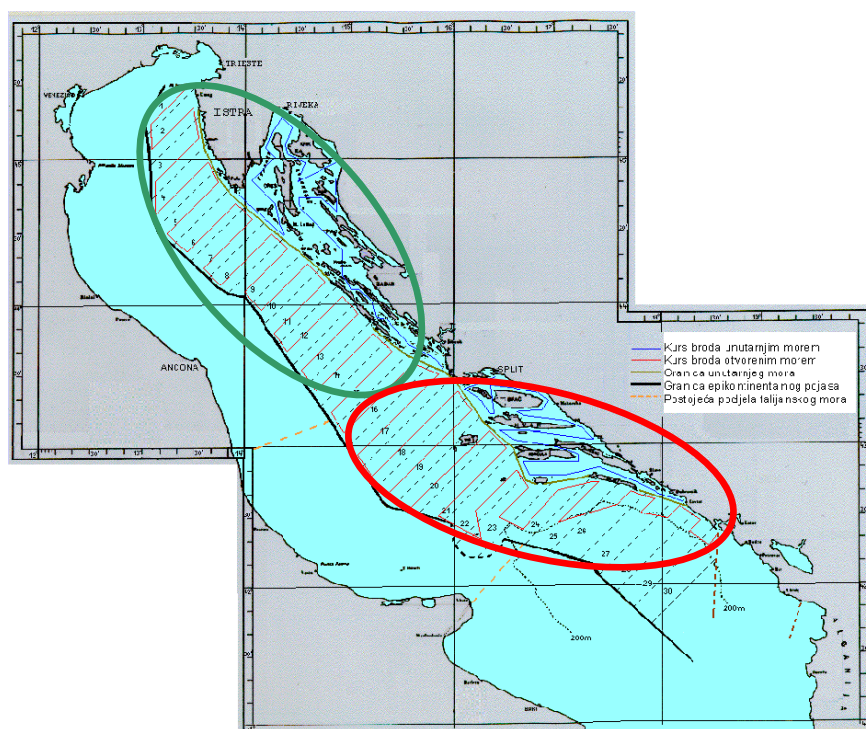
Slika 127. Lignjun, *Illex coindetii*, iz uzorka prikupljenog pelagijskom koćom (Foto: V. Tičina, rujan 2008).

c) rakovi

U lovinama pelagičkom koćom tijekom eho-monitoringa u rujnu 2008. godine rakovi nisu bili zastupljeni.

6.3.6. Analiza procjena stanja stokova inćuna i srdele u razdoblju 2003.-2008. godine

Poradi zamijčenih razlika u stanju stoka i trendovima na području sjeverno od Jabučke kotline i području južno od nje, prilikom analiza razmatrana su zajedno područja Unutarnje more-sjeverni dio i područje Otvoreno more-sjeverni dio (pod zajedničkim nazivom: sjeverni dio), i područja Unutarnje mora-južni dio, Otvoreno more-srednji dio, te Otvoreno more-južni dio (pod zajedničkim nazivom: južni dio) (Slika 128).



Slika 128. Podjela područja na sjeverni dio (zeleno) i južni dio (crveno).

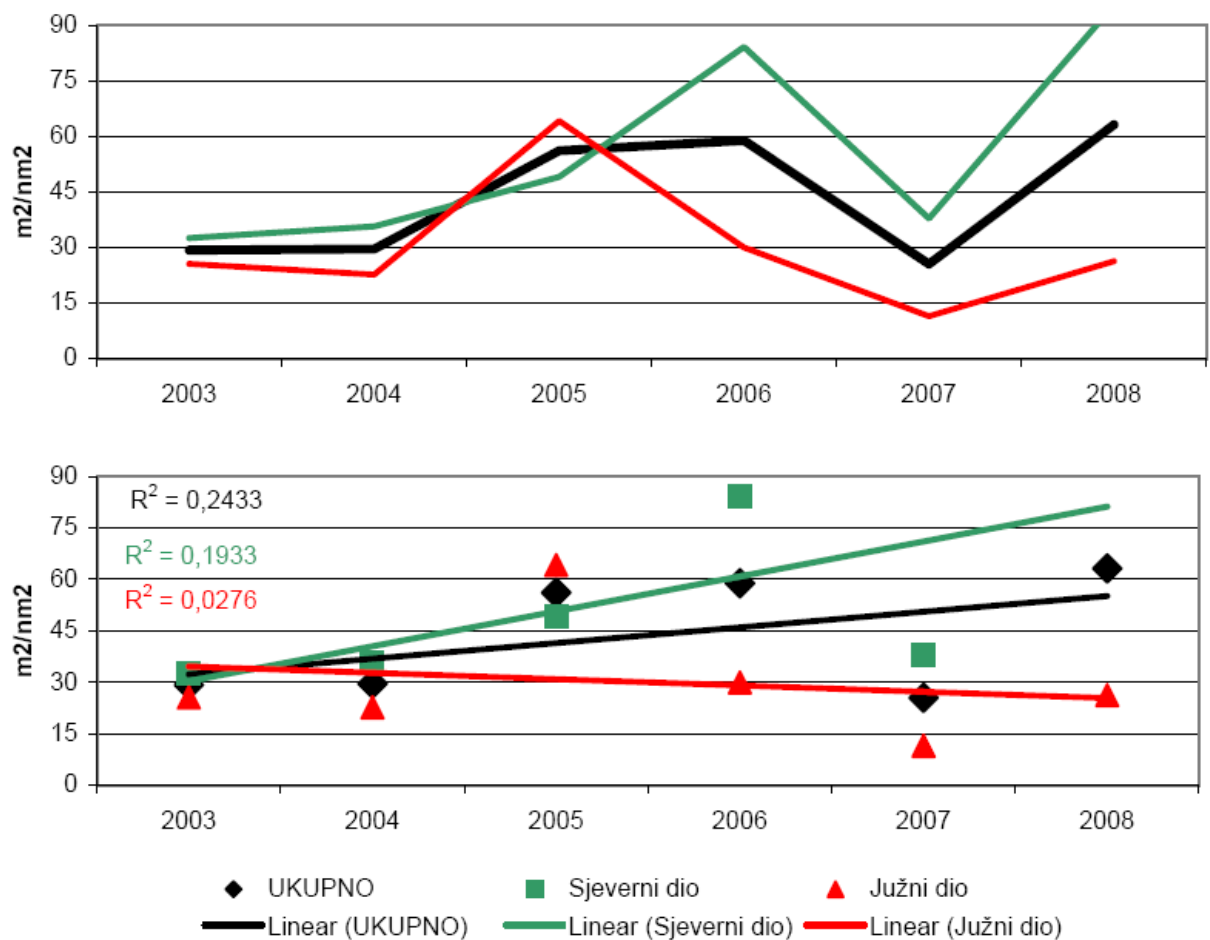
Trendovi u periodu 2003.-2008. su analizirani upotrebom linearne regresije, a značajnost pojedinih trenova je ispitana u odnosu na uobičajenu razinu značajnosti ($P < 0,05$).

6.3.6.1. Inćun (*Engraulis encrasicolus*)

Srednja vrijednost izravno izmjenjenih eho integrala (S_A) inćuna, dobivenih nakon obrade prikupljenih akustičkih podataka, na cjelokupnom području je bila tijekom rujna 2003. i 2004. vrlo slična, te je iznosila 29,26 odnosno 29,59 m^2/nm^2 . Nakon toga, u 2005. godini zabilježen je značajan porast srednje vrijednosti eho-integrala inćuna (56,09

m^2/nm^2), koji je nastavljen daljnjim blagim porastom ovog pokazatelja i u 2006. godini ($58,83 \text{ m}^2/\text{nm}^2$). Tijekom rujna 2007. zabilježen je značajan pad srednje vrijednosti eho-integrala u odnosu na 2006. godinu, a dobivene vrijednosti su bile niže i od vrijednosti izmjerenih 2003-2004. godine. Srednja vrijednost eho-integrala inćuna izmjerene tijekom rujna 2008. na cjelokupnom području je bila $63,12 \text{ m}^2/\text{nm}^2$, što predstavlja značajno povećanje u odnosu na rujan 2007. (Slika 129).

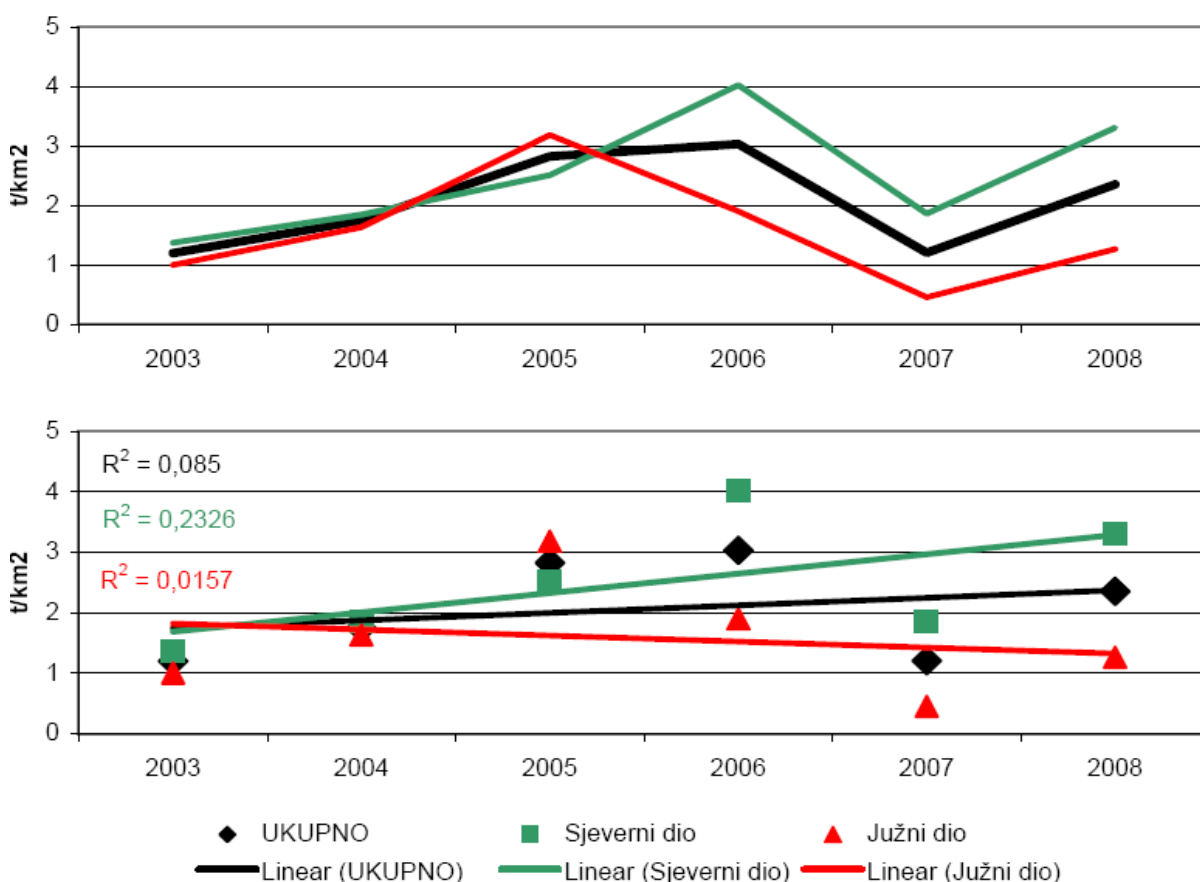
U južnom dijelu područja monitoringa, zamijećen je pad S_A vrijednosti nakon 2005. godine, te povećanje u 2008. godini. Nasuprot tome na sjevernom dijelu područja zabilježen značajan porast S_A vrijednosti u 2006. u odnosu na 2005. godinu, te porast S_A vrijednosti u 2008. u odnosu na 2007. godinu. Stoga se i dobiveni trendovi stanja za sjeverni i južni dio bitno razlikuju, dok je trend na sveukupnom području blago pozitivan. Međutim, s obzirom na izračunate pripadajuće koeficijente determinacije, ni jedan od dobivenih trendova nije bio statistički značajan ($P > 0,05$).



Slika 129. Procjena srednjih vrijednosti eho-integrala inćuna s pripadajućim trendovima.

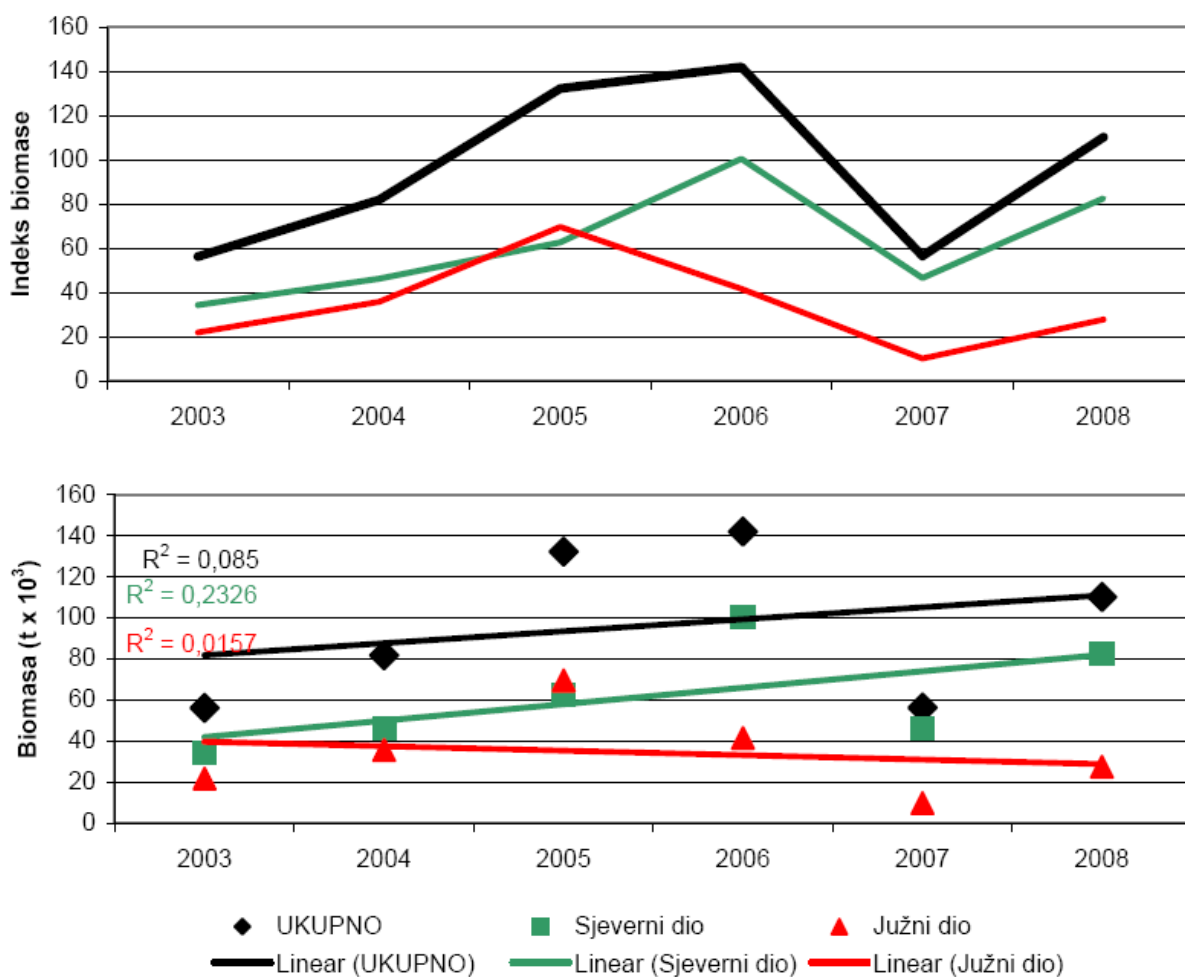
Temeljem izmjerenih vrijednosti eho-integrala i upotrebom istovjetnih jednadžbi koje su razvili i za pretvorbu eho-integrala u biomasu inćuna koriste znanstvenici instituta ISMAR-Ancona, procijenjena je srednja gustoća populacije inćuna. Najniža vrijednost srednje gustoće populacije inćuna na ukupnom području procijenjena je u 2003. godini ($1,20 \text{ t/km}^2$), nakon čega slijedi porast gstoće populacije inćuna do 2006. godine ($3,03 \text{ t/km}^2$). U rujnu 2007. procijenjena je gustoća populacije inćuna na cjelokupnom području bila približno jednaka kao i 2003. godine ($1,21 \text{ t/km}^2$), dok je gustoća populacije inćuna na cjelokupnom području procijenjena u rujnu 2008. godine bila skoro dvostruko veća ($2,36 \text{ t/km}^2$).

Ovaj porast vrijednosti od 2003. do 2006. zabilježen je na sjevernom dijelu područja, dok je na južnom dijelu područja zabilježen pad srednje gustoće populacije inćuna od 2005. do 2007. godine. Na oba područja zablježeno je povećanje srednje vrijednosti gustoće naselja inćuna u 2008. u odnosu na 2007. godinu. Dobiveni trendovi stanja u odnosu na procijenjenu gustoću populacije inćuna vrlo su slični trendovima dobivenim temeljem analize vrijednosti eho-integrala, te kao ni prethodni trendovi ni ovi nisu statistički značajni (Slika 130).



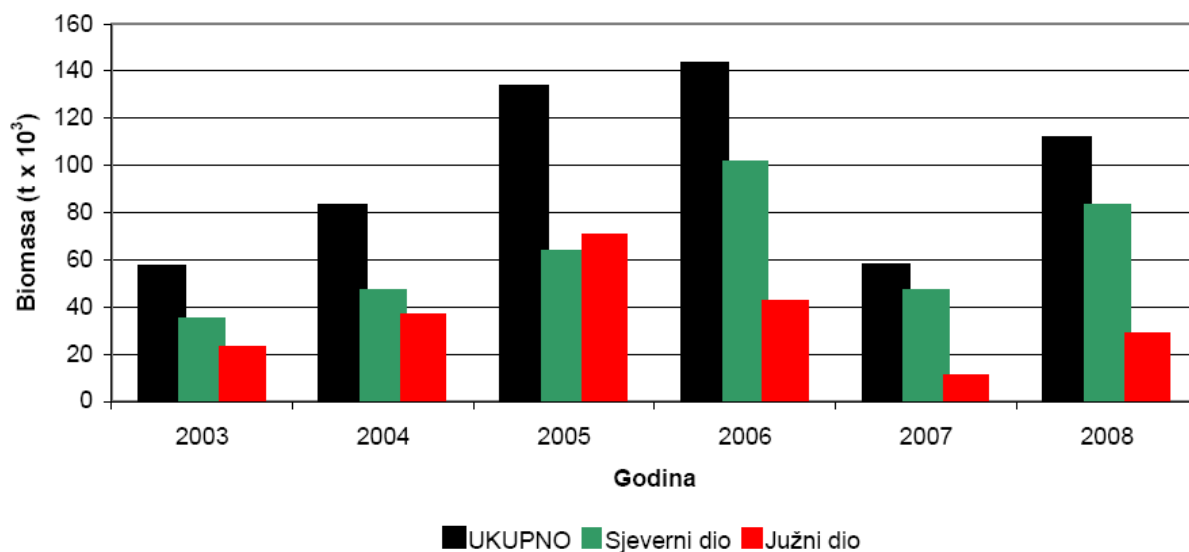
Slika 130. Procjena srednje gustoće populacije inćuna s pripadajućim trendovima.

Uzimajući u obzir prije navedeno kao i površinu područja obuhvaćenog monitoringom, procijenjen je indeks biomase inćuna, koji u periodu od 2003. do 2008. pokazuje znatno kolebanje (Slika 131). Budući da procjena ovog indeksa biomase ima uporište u prethodno navedenim pokazateljima, prethodno opisane razlike između sjevernog i južnog dijela područja izražene su i ovdje. Trendovi su također vrlo slični trendovima prethodnih pokazatelja i tijekom perioda 2003. – 2008. nisu statistički značajni.



Slika 131. Procjena indeksa biomase inćuna s pripadajućim trendovima.

Procjena stanja stoka u odnosu na biomasu inćuna koja je tijekom monitoringa bila prisutna na području teritorijalnog mora i ZERP-a Republike Hrvatske prikazana je na slici 132. Procjene dobivene ovom metodom, pored adultnih primjeraka, uključuju i sitne primjerke inćuna, tj. one već od 3 cm dužine.



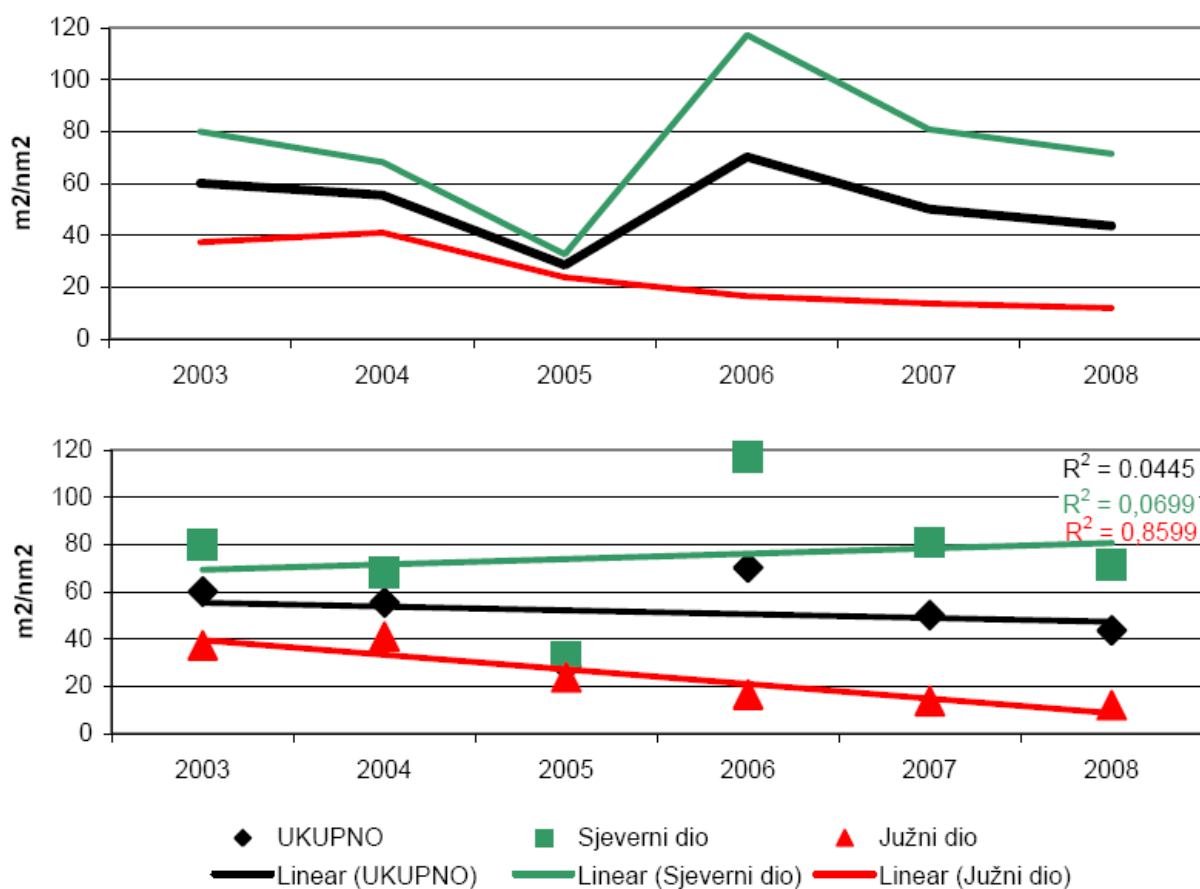
Slika 132. Procjena stanja biomase incuna prisutne tijekom monitoringa u hrvatskom dijelu Jadrana (srednje vrijednosti).

6.3.6.2. Srdela (*Sardina pilchardus*)

Srednja vrijednost izravno izmjerenih eho integrala (S_A) srdele, dobivenih nakon obrade prikupljenih akustičkih podataka spomenutim software-ima, na cjelokupnom području je bila tijekom rujna 2003. je iznosila $60,09 \text{ m}^2/\text{nm}^2$. Nakon toga, slijedeće dvije godine (2004. i 2005.) bilježi se smanjenje srednje vrijednosti eho-integrala srdele ($55,51$ i $28,57 \text{ m}^2/\text{nm}^2$). Nakon toga slijedi porast pa je u rujnu 2006. zabilježena najveća srednja vrijednost izravno izmjerenih eho integrala (S_A) srdele ($70,21 \text{ m}^2/\text{nm}^2$). Tijekom rujna 2007. zabilježena je značajno manja srednja vrijednost eho-integrala od $50,21 \text{ m}^2/\text{nm}^2$, a daljnje smanjenje ove vrijednosti zabilježeno je i u rujnu 2008. ($43,67 \text{ m}^2/\text{nm}^2$) kao što je prikazano na slici 133.

U južnom dijelu područja monitoringa, zamijećeno je stalno smanjenje S_A vrijednosti od 2004. godine, dok je na sjevernom dijelu područja zabilježeno smanjenje S_A vrijednosti od 2006. godine. Zbog ovih razlika, dobiveni trendovi stanja za sjeverni i južni dio se bitno razlikuju. Međutim, s obzirom na izračunate pripadajuće koeficijente determinacije, ni trend za cjelokupno područje, niti trend za sjeverni dio nisu bili statistički značajni ($P > 0,05$). Statistički je značajan jedino izrazito negativan trend

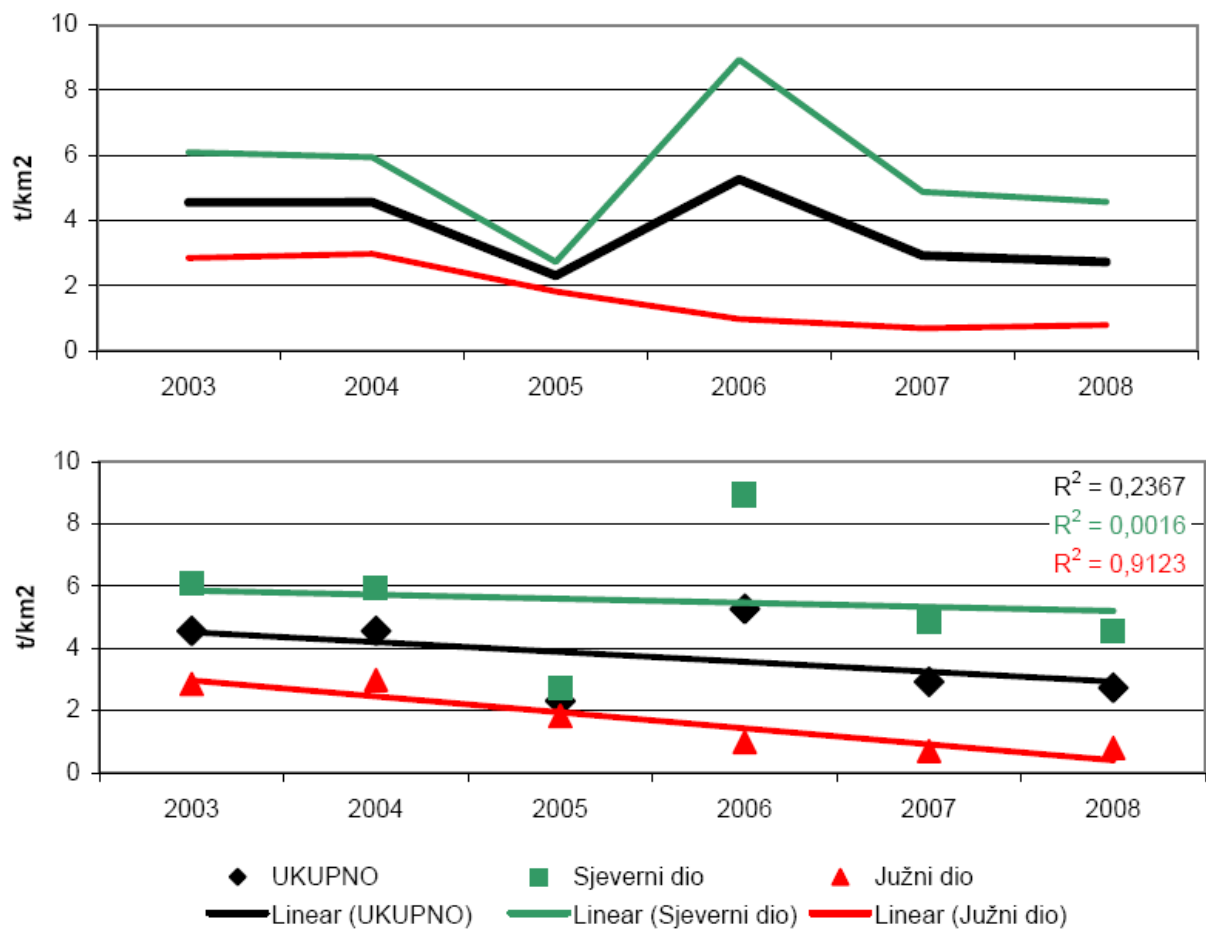
srednjih vrijednosti izravno izmjerenih eho integrala (S_A) srdele na južnom dijelu područja monitoringa ($P=0,0026$).



Slika 133. Procjena srednjih vrijednosti eho-integrala srdele s pripadajućim trendovima.

Temeljem izmjerenih vrijednosti eho-integrala i upotrebom istovjetnih jednadžbi koje su razvili i za pretvorbu eho-integrala u biomasu srdele koriste znanstvenici instituta ISMAR-Ancona, procijenjena je srednja gustoća populacije srdele. Srednja vrijednost gustoće populacije srdele na cjelokupnom području je bila tijekom rujna 2003. i 2004. jednaka, te je iznosila $4,56 \text{ t/nm}^2$. Najniža vrijednost srednje gustoće populacije srdele na ukupnom području procijenjena je u 2005. godini ($2,30 \text{ t/km}^2$), nakon čega slijedi porast gustoće populacije srdele na cjelokupnom području u 2006. godini ($5,27 \text{ t/km}^2$). Nakon toga, u rujnu 2007. procijenjena je gustoća populacije srdele na cjelokupnom području je bila znatno manja u odnosu na 2006. godinu ($2,92 \text{ t/km}^2$). Daljnje smanjenje gustoće populacije srdele na cjelokupnom području je zabilježeno i 2008. godine, gdje je procijena tijekom rujna iznosila $2,81 \text{ t/km}^2$.

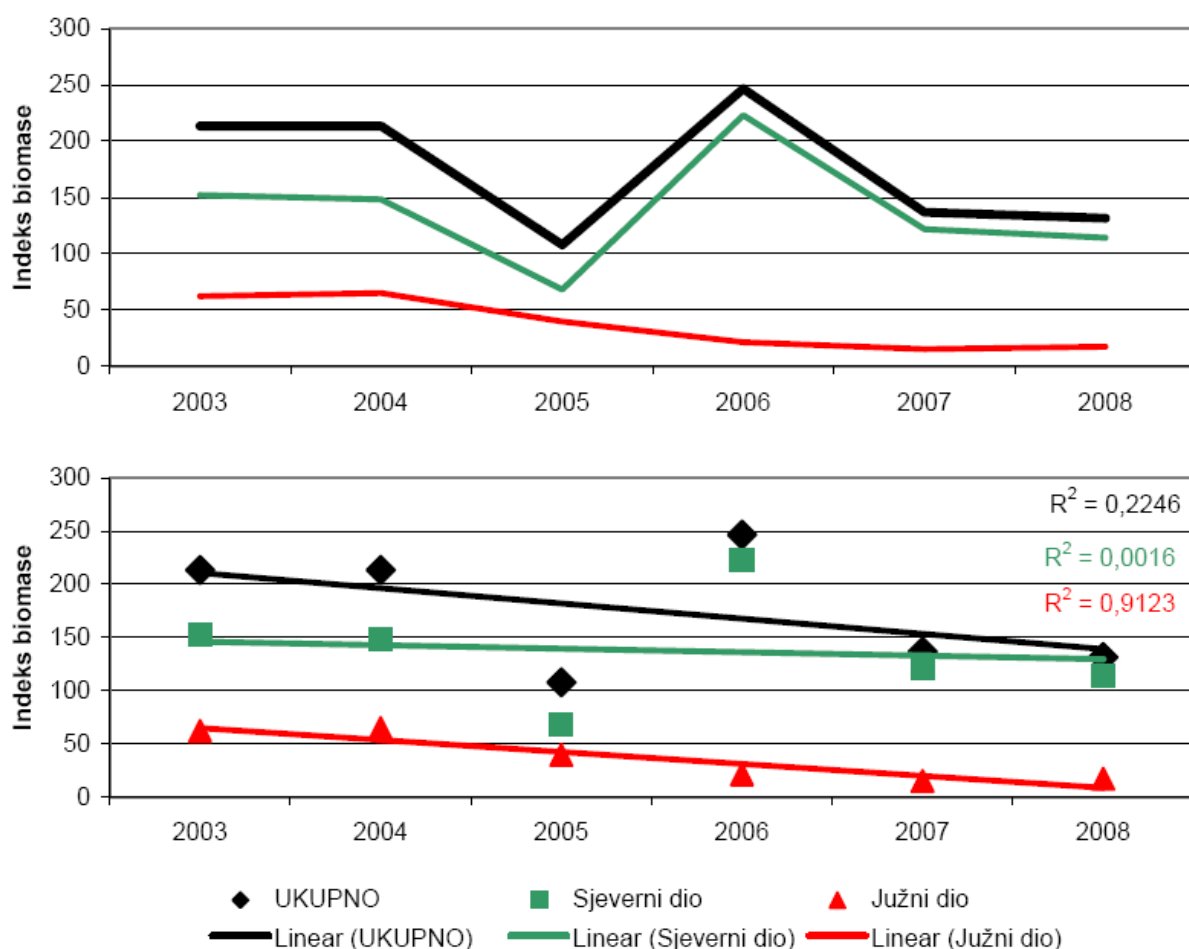
Opisane promjene gustoće populacije srdele na cjelokupnom području, slične su promjenama zabilježenim na sjevernom dijelu područja monitoringa. Međutim, na južnom dijelu područja bilježi se stalno smanjenje gustoće populacije srdele od 2004. do 2008. godine (Slika 134). Premda su svi trendovi (cjelokupno područje, sjeverni dio i južni dio) negativni, s obzirom na izračunate pripadajuće koeficijente determinacije, trendovi za cjelokupno područje i za sjeverni dio nisu bili statistički značajani ($P > 0,05$). Statistički je značajan jedino negativan trend smanjenja srednjih vrijednosti gustoće populacije srdele na južnom dijelu područja monitoringa ($P = 0,0008$).



Slika 134. Procjena srednje gustoće populacije srdele s pripadajućim trendovima.

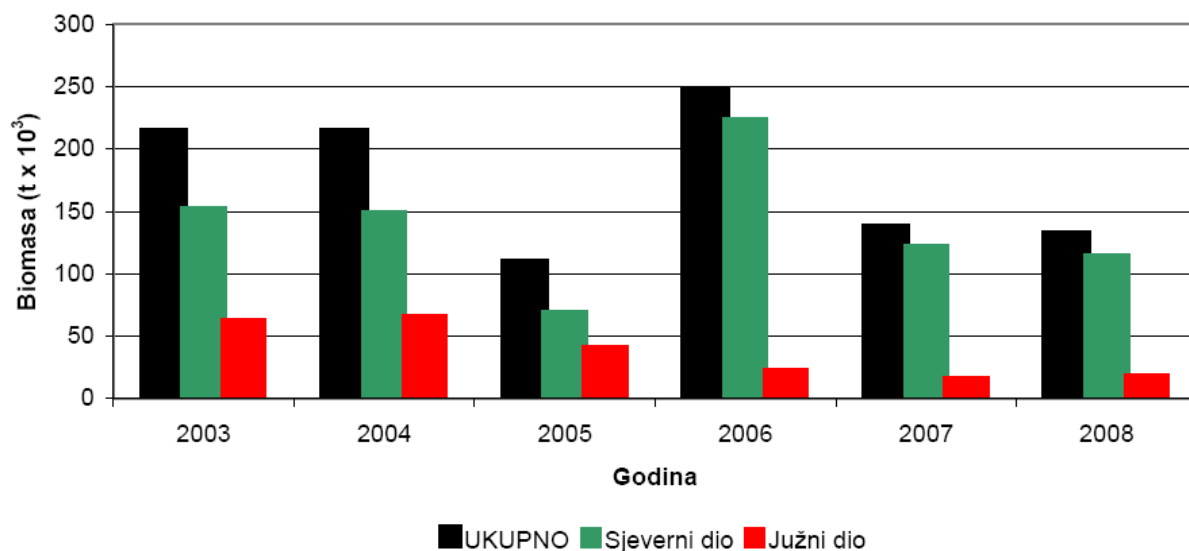
Uzimajući u obzir prije navedeno kao i površinu područja obuhvaćenog monitoringom, procijenjen je indeks biomase srdele, koji u periodu od 2004. do 2008. pokazuje znatno kolebanje. Budući da procjena ovog indeksa biomase ima uporište u

prethodno navedenim pokazateljima, prethodno opisane razlike između sjevernog i južnog dijela područja izražene su i ovdje. Trendovi su također vrlo slični trendovima prethodnih pokazatelja stanja stoka srdele i tijekom perioda 2003 – 2008 (Slika 135), te je jedini statistički značajan trend onaj koji nedvojbeno ukazuje na smanjenje biomase srdele na južnom dijelu područja monitoringa ($P = 0,0008$).



Slika 135. Procjena indeksa biomase srdele s pripadajućim trendovima.

Procjena stanja stoka u odnosu na biomasu srdele koja je tijekom monitoringa bila prisutna na području teritorijalnog mora i ZERP-a Republike Hrvatske prikazana je na slici 136. Procjene dobivene ovom metodom, pored adultnih primjeraka, uključuju i primjerke srdele manje od 10 cm.



Slika 136. Procjena stanja biomase srdele prisutne tijekom monitoringa u hrvatskom dijelu Jadrana (srednje vrijednosti).

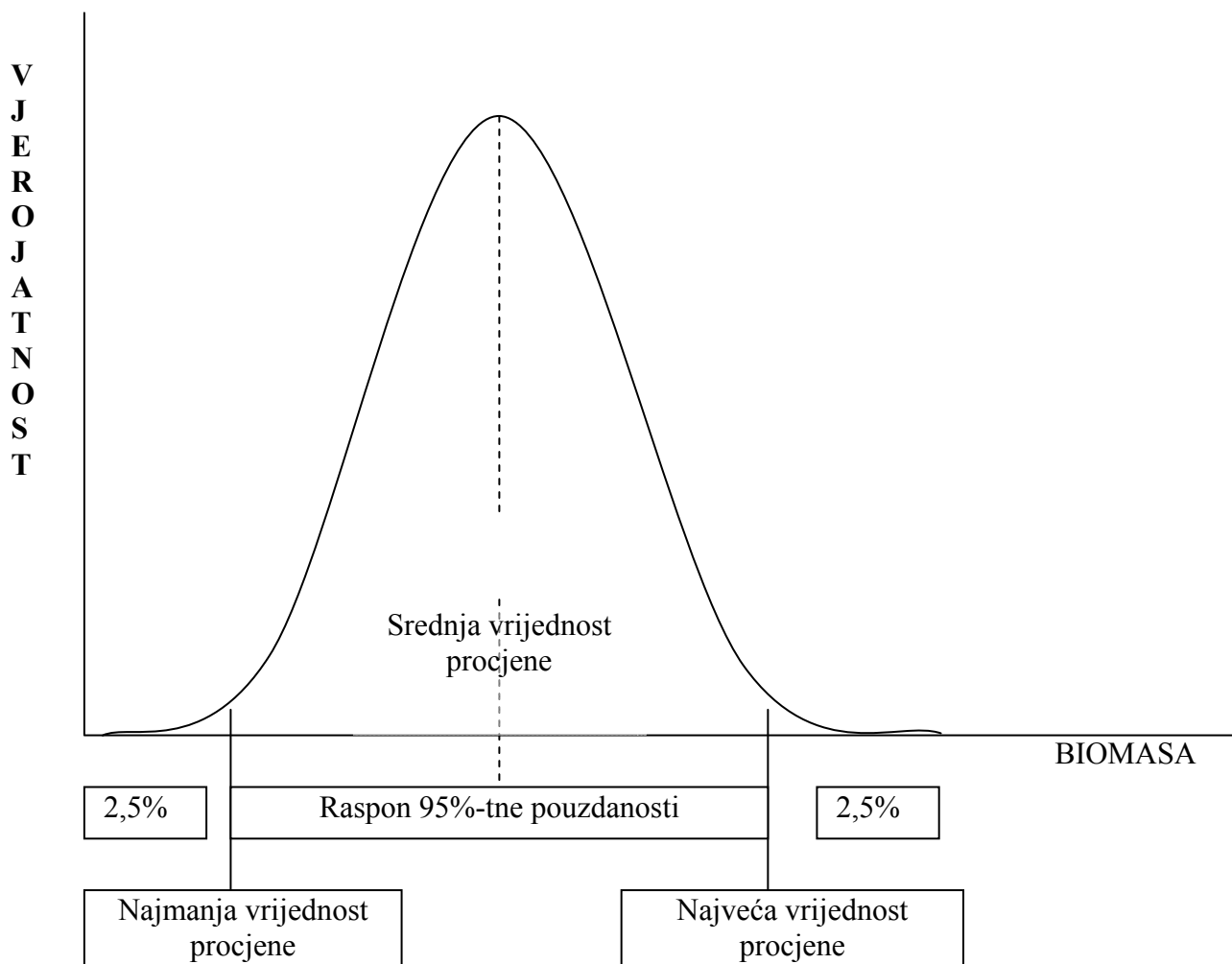
6.3.7. Tumačenje dobivenih procjena biomase i prostorne raspodjele ciljanih vrsta

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

Budući da ne postoji ni jedna metoda u ribarstvenoj znanosti koja nam može sasvim točno kazati koliko tona ciljanih vrsta sitne plave ribe ima u moru, bilo koja od korištenih metoda daje nam manje ili više točnu procjenu stanja u određenom trenutku. Premda su sve metode podložne subjektivnim i objektivnim pogreškama, usporedbe rezultata dobivenih različitim izravnim i neizravnim metodama, korištenih u ribarstvenoj znanosti s ciljem procjene biomase sitne plave ribe (haringe) u Sjevernom moru, upućuju na najveću pouzdanost procjena dobivenih upravo upotrebom metode ultrazvučne detekcije (iz: MacLennan and Simmonds 1995, prema: Bailey and Simmonds, 1990). Upravo ova pouzdanost, kao i njena brzina i ažurnost, opravdava njihovu znatno višu

cijenu u odnosu na ostale neizravne metode procjene. Međutim zbog drugih prednosti koje imaju neizravne metode procjene (npr. VPA) savjetuje se uzeti u razmatranje i na taj način dobivene informacije. Procjene biomase dobivene metodom ultrazvučne detekcije mogu se koristiti i kao jedan od ulaznih parametara u spomenutim neizravnim metodama.

U ovom Izviješću dobivene prostorne raspodjele sitne plave ribe odnose se na stvarno stanje na istraživanom području u trenutku istraživanja (rujan, 2008.), a procjene biomase iznose se u okviru 95%-tnih granica pouzdanosti kao što je shematski prikazano na slici 110. Kao osnova za ove procjene korišteni su akustički uzorci dobiveni usrednjavanjem stvarno izmjerenih vrijednosti eho-integrala duž 1 nautičke milje (EDSU=1nm). Kao što se vidi sa slike, uvijek postoji mala vjerojatnost da je stanje biomase u moru veće ili pak manje od ovdje iznesenih procjena, ali se ta vjerojatnost ne smatra statistički značajnom.



Slika 110. Shematski prikaz tumačenja dobivenih procjena biomase.

U svakom slučaju treba naglasiti da su ovdje navedene procjene bio-zaliha ciljanih vrsta (inćun, papalina i srdela) nepotpune, budući da područje istraživanja ne pokriva u cijelosti područje njihove rasprostranjenosti (Jadransko more) već samo njegov istočni dio. Budući da se radi o migratornim vrstama ribe, njihove migracije iz jednog područja u drugo mogu u vrlo kratkom periodu dovesti do velikih promjena u biomasi na pojedinim područjima. Ovu pretpostavku promjenama biomase uvjetovanim migracijama sitne plave ribe potvrđuju i rezultati analize njene prostorne rasprostranjenosti, tj. njene prisutnosti i u rubnim djelovima istraživanog područja, a što je tijekom rujna 2008. poglavito izraženo kod inćuna i papaline.

Pored toga, ovdje navedene procjene biomase za područje južnog dijela otvorenog mora treba razmatrati s osobitim oprezom poradi izrazito visokih reverberancijskih smetnji uzrokovanih nepovoljnim meteorološkim uvjetima u rujnu 2008. na većem dijelu ovog područja.

6.3.8. Procjena najveće dozvoljene količine izlova (MSY)

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

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

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

gdje je Z ukupna smrtnost riba u populaciji, a B procjena njene ukupne biomase. Iz toga je vidljivo da bi 50% ukupne smrtnosti u populaciji moglo biti uzrokovano ribolovom. Međutim, u slučaju sitne plave ribe, radi se o populacijama riba koje predstavljaju biološku osnovu ribarstva (Sinovčić i sur., 1991) predstavljajući osnovnu hranu drugim gospodarski važnim vrstama ribe poput tunja, palamide, gofa, luca, skuše, oslića, i drugih.

Imajući u vidu ove odnose (grabežljivac-plijen) među pojedinim vrstama u cjelovitom ekosustavu mora, Beddington i Cooke (1983) ukazuju da navedena formula zapravo procjenjuje 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, pa je ovdje korištena formula za procjenu najvećeg održivog izlova (MSY):

$$MSY = 0,2 \times Z \times B$$

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 Jadranskom moru koje se mogu dobiti na temelju korištenja različitih modela u ribarstvenoj biologiji nalaze se u rasponu vrijednosti od 0,5 (prema Taylor-u) pa sve do 1,4 (prema Rikhteru i Efanovu).

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

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

		$B_{avg.}(t)$	MSY(t)	% $B_{avg.}$	M	Procjena prema:
Srdela	(1)	129.764	16.220	12,50%	0,50	Taylor (iz: Sinovčić, 1984; 1986); korišteno za VPA (Cingolani i sur. 2003b)
Srdela	(2)	129.764	22.709	17,50%	0,70	Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)
Srdela	(3)	129.764	45.418	35,00%	1,40	Rikhter i Efanov (iz: Spare i Venema, 1992)
Inćun		110.290	17.922	16,25%	0,65	Cingolani i sur., 2003a; korišteno za VPA
Papalina		1.750	477	27,25%	1,09	Pauly (1980; 1983) uz korekciju (-20%)

U svakom slučaju, za potrebe gospodarenja koje bi se temeljilo na primjeni izlovnih kvota, bilo bi poželjno kada bi znanstvenici u okviru Generalnog savjeta za ribarstvo na Sredozemnom moru (GFCM) ustvrdili prednosti i nedostatke pojedinih metoda procjene prirodne smrtnosti, te nedvosmisleno preporučili korištenje neke od njih

za potrebe dugoročno održivog gospodarenja ovim biozalihama. Za sada se može samo ustvrditi da u skladu s uvažavanjem principa predostrožnosti (Precautionary approach) u gospodarenju, ne bi bilo uputno koristiti procjene MSY-a temeljene na najvećim procijenjenim vrijednostima prirodne smrtnosti (M).

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

7. ZAKLJUČCI I PREPORUKE

- 1) Tijekom rujna 2008. nastavilo se postupno ohlađivanje površinskog sloja mora, te je površinska temperatura mora sve do polovine mjeseca oscilirala oko normalnih višegodišnjih vrijednosti. Površinski sloj bio je dobro izmješšan. Sjeverni dio je bio topliji od područja srednjeg i južnog Jadrana. Termoklina je tijekom rujna, ovisno o postaji i vremenu mjerenja bila na dubini od 10-25 m. Prostorna razdioba saliniteta nije homogena prvenstveno zbog nejednoliko raspoređene oborine tijekom razdoblja mjerenja. Salinitet otvorenih voda smanjuje se od juga prema sjeveru, s izuzetkom obalnih voda srednjeg Jadrana gdje je vidljiv utjecaj slatkovodnih dotoka s kopna.. Taj utjecaj slabi od površine prema dubljim slojevima. Haloklina je bila na dubini od 10-20 m.. Idući duž profila od sjevera prema jugu u polju temperature primjetan je prostorno homogen površinski sloj, nešto većih temperatura u sjevernom dijelu profila, gdje je salinitet najniži. Ispod površinskog sloja prisutna je intermedijarna voda većeg saliniteta koja strujanjem dolazi iz južnoj dijela Jadrana i/ili Mediterana. U dubljim slojevima Jabučke kotline prisutna je voda koja se ohlađivanjem i procesima evaporacije formirala u sjevernom Jadranu.
- 2) Apsolutni raspon zasićenosti kisikom tijekom rujna 2008. je u području otvorenog mora bio 60-128 %, što je nešto širi raspon u odnosu na područje unutrašnjeg mora. Razlog tome je veća dubina ovog područja koja otežava prozračivanje pridnenih slojeva, ali i sporije hlađenje gornjeg, eufotičnog sloja u ovom dijelu Jadrana koje potiče fotosintezu. Slično području unutrašnjeg mora, trend smanjenja ili povećanja sadržaja kisika nije ustanovljen, dok srednje vrijednosti zasićenosti kisikom također ukazuju na nešto izraženije oscilacije kisika u sjevernom dijelu otvorenog mora u odnosu na njegov srednji i južni dio. Zaključak da se kisik ni u ovom području ne može smatrati kritičnim abiotskim čimbenikom je također valjan.
- 3) Rezultati iz rujna 2008. kao i oni prethodnih godina pokazuju da se sjeverni Jadran po fitoplanktonskoj biomasi kao i po satavu fitoplanktonske zajednice razlikuje od srednjeg i južnog Jadrana. Najveća biomasa i najveći udio mikrop planktonske veličinske kategorije, posebice iz skupine dijatomeja, zabilježeni su u sjevernom Jadranu i to na području Kvarnera, Riječkog zaljeva i na najsjevernije smještenim postajama u otvorenom moru. Najveće vrijednosti biomase su na čitavom području zabilježene u pridnenom sloju što je uobičajeno za ljetno razdoblje kada je zbog

stratifikacije onemogućeno miješanje i donos hranjivih soli s dna. Nešto veća biomasa u površinskom sloju je zabilježena na najsjevernije istraživanim postajama u otvorenom moru (EM-9, EM-11) što upućuje na dotok hranjivih soli u površinski sloj najvjerojatnije donosom slatke vode iz talijanskih rijeka.

- 4) U sastavu fitoplanktonske zajednice su na svim istraživanim postajama tijekom rujna 2008. najbrojniji bili sitni nanoplanktonski flagelatni organizmi. Od većih mikrop planktonskih organizama najzastupljenije su bile dijatomeje od kojih su najčešće bile vrste roda *Chaetoceros* i *Pseudonitzschia* spp. Brojnost je uglavnom bila reda veličine 10^4 osim u otvorenom moru-sjeverni dio kojeg karakterizira i najveća biomasa gdje je brojnost bila reda veličine 10^5 .
- 5) Analiza rezultata šestogodišnjeg razdoblja (2003.-2008.) je pokazala da je trend porasta biomase zabilježen jedino u Mljetskom kanalu dok se promjene između pojedinih godina na ostalim istraživanim područjima mogu pripisati klimatskim obilježjima pojedinih godina. Tako je najniža biomasa na svim područjima bila 2003. godine koja je već dobro dokumentirana kao izrazito suha godina. Najveće vrijednosti biomase u sjevernom su dijelu zabilježene 2005. i 2006. godine koje su karakterizirane obilnom količinom padalina, pa su dobiveni rezultati vjerojatno posljedica jačeg dotoka rijeke Po ali i ostalih rijeka. U srednjem su i južnom Jadranu nešto veće vrijednosti zabilježene 2007. godine što je moguće rezultat mediteranske ingresije, ali su i ovom dijelu kišne godine (2005., 2006.) također karakterizirane nešto većom biomasom.
- 6) Tijekom rujna 2008. zapaženo je smanjenje gustoće naselja svih skupina kopepoda, a osobito za oithonide i oncaeide. Najbogatije područje prema brojnosti kopepoda je sjeverni dio otvorenog mora. U ovom području su i najveće varijabilnosti abundancije svih grupa kopepoda. Tijekom 2003. iznimno su niske vrijednosti gustoće, što može ukazivati na poremećaje u pelagijalu sjevernog Jadrana. Također značajno smanjenje gustoće nauplija je bilo tijekom 2005. i 2006., te oithonida i oncaeida 2008. godine. Promatrajući cjelokupno područje u rujnu 2008, zooplanktonsku zajednicu su karakterizirali kalanoidni kopepoditi uz značajno smanjenje brojnosti oithonidnih i oncaeidnih kopepoda.
- 7) Kod makrozooplanktona, rujan 2008. karakteriziraju visoke vrijednosti kopepoda na cijelom istraživanom području, osobito na nekoliko postaja unutarnjeg mora (Murtersko i Virsko more, Kvarner, Korčulanski i Neretvanski kanal), dok je maksimalna vrijednost zabilježena na najsjevernijoj postaji otvorenog mora (EM-9).

Apsolutno dominiraju kopepoditni stadiji, a od odraslih su najbrojniji herbivori *Temora stylifera*, *Clausocalanus furcatus*, *Centropages typicus* i *Clausocalanus jobei*. U otvorenim vodama srednjeg i južnog Jadrana povećana je koncentracija pučinskih vrsta karakterističnih za to područje. U sjevernom dijelu otvorenog mora dominantna, a u unutarnjem moru vrlo brojna, skupina su kladocere sa najzastupljenijom vrstom *Penilia avirostris*. Naime, neobična je pojava visoka koncentracija te skupine na najjužnijoj istraživanoj postaji EM-29. Specifična situacija zabilježena je u Riječkom zaljevu. Niske vrijednosti ukupnog zooplanktona, naročito važnih herbivora – kopepoda i kladocera, te izostanak jaja i ličinki riba mogu se protumačiti povećanom koncentracijom salpida ali i predacijom od strane vrlo brojnih nedoraslih incuna registriranih u ovom području.

- 8) Maksimalna koncentracija jaja riba u rujnu 2008. nađena je u akvatoriju granice teritorijalnog mora, jugozapadno od Pule (EM-14), gdje apsolutno dominiraju jaja vrste *Engraulis encrasicolus*, kao i na području Mljetskog kanala i Kvarnera. Značajne vrijednosti jaja druge male plave ribe nađene su u akvatoriju zapadne obale Istre, na postajama EM-11, EM-9, te u Virskom moru. Ličinke riba bile su najbrojnije u Neretvanskom kanalu, a značajna brojnost zabilježena je još na području otvorenog mora jugozapadno od Kvarnera (EM-15), te na području Virskog mora i Kvarnera.
- 9) Kvalitativni sastav zooplanktona u ishrani srdele ne podudara se u potpunosti sa podacima o strukturi zooplanktonske zajednice u rujnu 2008. uzorkovane planktonskim mrežama tijekom istih terenskih izlazaka. Brojni tintinidi i kopepodni naupliji nisu zastupljeni u ishrani odrasle srdele i značajni su u ishrani larvalnih stadija (Dulčić, 1999; Fernández i Gonzáles-Quirós, 2006). Karakteristična dominacija kladocera u zooplanktonskoj zajednici unutrašnjeg mora kao i sjevernog dijela otvorenog mora, nije vidljiva u sadržaju probavila srdela sa tog područja, već su kopepodni rakovi uvijek dominantni u ishrani, a kladocere zastupljene pojedinačno i sporadično (Slika 3A i B) . Isto tako, brojne oitoidne kopepode zabilježene u sjevernom dijelu mora tijekom ovih istraživanja srdela ne konzumira u većim količinama, već u želučanom sadržaju dominiraju kalanoidni kopepodi, njihovi kopepoditi i onceidni kopepodi. Slični se sumarni rezultati dobivaju i u analizi ishrane incuna kod kojeg također u ishrani dominiraju kopepodni rakovi, dok su kladocere čak i u primjeraka iz unutrašnjih voda samo sporadično zabilježene u želučanom sadržaju. Jaja srdele u sadržaju probavila incuna zabilježena su u Virskom moru, a u Bračkom kanalu u probavljenim ostacima nađene su i ličinke riba.

- 10) Prostorna raspodjela gustoće naselja sitne plave ribe tijekom rujna 2008., poglavito incuna i papaline, neposredno uz granicu našeg zaštićenog ekološko-ribolovnog pojasa, tj. uz sam rub područja istraživanja obuhvaćenog ovim monitoringom, naglašava utjecaj trofičkih i/ili genetičkih migracija (iz ili u područje istraživanja) riba na njihovu ukupnu količinu prisutnu na području istraživanja za vrijeme izvođenja monitoringa. Kod srdele je zabilježena izrazito neravnomjerna prostorna raspodjela, pri čemu je utvrđeno da se oko 86,8% ukupno procijenjene količine nalazilo na području sjeverno od Jabučke kotline, dok je na području južno od nje bilo tek oko 13,2% ukupno procijenjene količine. Prostorna je raspodjela gustoće naselja incuna bila nešto ravnomjernija, ukazujući ipak na nešto veće koncentracije incuna u rujnu 2008. u sjevernom dijelu otvorenog mora i sjevernom dijelu unutarnjeg mora gdje je bilo prisutno oko 75% ukupno procijenjene količine. Veće količine sitnog, nedoraslog incuna registrirane su na području Riječkog zaljeva, Splitskog kanala, te na području srednjeg dijela otvorenog mora.
- 11) Dužinska struktura prikupljenih uzoraka srdele ($LT=10,0-18,5$ cm) je u rujnu 2008. bila jedno-modalnog karaktera, s izraženom modalnom vrijednosti pri dužini od 14,5 cm koja odgovara višegodišnjoj srdeli. Ovo ukazuje na izostanak snažnijeg novačenja populacije srdele, što se može negativno odraziti na ulov slijedeće godine. Kod dužinske strukture uzoraka incuna ($LT \geq 6$ cm) se zabilježuje blaga trimodalna raspodjela. Najsnažnije je izražena modalna vrijednost na 14,0 cm, a dvije manje izražene modalne vrijednosti su na 7,0 i 10,5 cm. Analizama dužinsko-masenog odnosa pozitivan alometrijski rast u rujnu 2008. je utvrđen kod incuna, dok je kod srdele zabilježen negativan alometrijski rast.
- 12) Procjene količine ciljanih vrsta sitne plave ribe ukazuju da je tijekom eho-monitoringa 2008. u istraživanom području bila prisutna oko 4% manja količina srdele, ali i 95% veća količina incuna nego prethodne godine. Pored toga, zabilježena je u rujnu 2008. i prisutnost populacije papaline na području istraživanja, a što nije bio slučaj u rujnu 2007. Sveukupno, to predstavlja povećanje ukupne biomase ciljanih vrsta sitne plave ribe u rujnu 2008. od oko 26% u odnosu na rujnu 2007. Pretpostavlja se da su ove promjene biomase ciljanih vrsta u području istraživanja, u odnosu na prošlu godinu, u jednoj mjeri rezultat migracija ovih migratornih vrsta, ali i rezultat prirodnih kolebanja njihovih biozaliha u Jadranu. Da bi se dobila potpunija slika cjelokupnog stanja populacija ciljanih vrsta u Jadranskom moru, preporučuje se međunarodna suradnja sa znanstvenicima iz Instituta ISMAR u Anconi koji obavljaju istovjetna istraživanja

na području zapadnog dijela Jadranskoga mora, ili pak organiziranje jedinstvenog pelagijskog monitoringa Jadranskog mora (npr. u okviru EU Projekta MEDIAS).

- 13) S obzirom na ukupno procijenjene «bruto» količine sitne plave ribe u moru, a koje su inače podložne velikim prirodnim kolebanjima, prilikom gospodarenja ovim obnovljivim biološkim resursima, uvijek treba imati na umu da su one samo jedan dio cjelovitog ekosustava mora, u kojem čovjek sa svojim ribolovnim alatima nije njihov jedini «predator». Naime, sitna plava riba predstavlja hranidbenu osnovu za mnogo veći broj prirodnih predatora (npr. dupine, morske pse...) od kojih su neki vrlo važni i kao objekti lova u našem morskom ribarstvu (npr. tunj, palamida, gof, luc...), pa bi se gospodarenje ovim resursima u budućnosti trebalo obavljati u okviru gospodarenja cjelovitim ekosustavima. Do tada bi se, na osnovi dobivenih izravnih procjena biomase, (uz obavezni nastavak redovitog godišnjeg eho-monitoringa) moglo u skladu s principima predostrožnosti, započme s gospodarenjem ovim resursima primjenom sustava najvećeg dozvoljenog izlova (TAC). Međutim, pri tome treba imati na umu važnost sagledavanja cjelovitog stanja njihovih biozaliha u Jadranskome moru. Pored toga, s obzirom na veliki utjecaj izbora pojedine metode procjene prirodne smrtnosti (M) na procjenu količine najvećeg održivog ulova (MSY), bilo bi potrebno da Generalna komisija za ribarstvo na Sredozemnom moru (GFCM), za potrebe gospodarenja ovim biozalihama, preporuči korištenje jedne određene metode za procjenu prirodne smrtnosti.
- 14) U skladu s postojećom Strategijom razvoja ribarstva koja predviđa povećanje ulova sitne plave ribe, s ciljem učinkovitijeg obnavljanja populacija vrsta koje se mriješte u zimsko doba godine (srdela i papalina), uveden je lovostaj u vremenu od 15. prosinca do 15. siječnja, koji se ove godine po treći put primjenjuje u praksi. Međutim, veliki (nelegalni) izlov nedoraslih, spolno nezrelih primjeraka srdele tijekom 2008. vjerojatno je u većoj mjeri poništio pozitivne učinke spomenute mjere lovostaja. Pored lovostaja, kao dodatna mjera zaštite nedoraslih primjeraka na područjima njihovih rastilišta preporučuje se zabrana korištenja određenih ribolovnih alata (npr. obalnih potegača i malih plivarica) tijekom proljeća i ljeta. Ova mjera bi imala pozitivne učinke i na zaštitu mlađi drugih vrsta na području rastilišta. Preporuča se i učinkovitiji inspekcijski nadzor poštivanja zakonskih odredbi u vezi lova sitne plave ribe, a poglavito učinkovitiji nadzor i sankcioniranje prodaje primjeraka manjih od minimalno dozvoljenih veličina.

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

8. KORIŠTENA LITERATURA

- BAILEY, R.S., E.J. SIMMONDS, 1990. The use of acoustic surveys in the assessment of the North Sea herring stock and comparison with other methods. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Perm. Int. Explor Mer, 189: 9-17.
- BEDDINGTON J.R., J.G. COOKE, 1983. The potential yield of fish stocks. FAO Fish.Tehc.Pap., (242): 47 p.
- BULGAKOVA, Y. 1996. Feeding in the Black Sea anchovy. Diet composition, feeding behaviour, feeding periodicity and daily rations (Abstract). Scientia Marina, 60 Suppl.2: 283-284.
- BULJAN, M., M. ZORE-ARMANDA, 1979. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1965 through 1970. Acta Adriat. , 20 (1-2): 1-368.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003a. Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-12.
- CINGOLANI, N., T. KARIŠ, G. SINOVIĆ, E. KAPEDANI, 2003b. Sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), stock assessment in the Adriatic Sea: 1975-2002. II AdriaMed Occasional Papers / Mannini, P., F. Massa and N. Milone (ed.). Termoli: FAO, 1-11.
- DORMAN, C., S.CARNIEL, L. CAVALERI, M. SCLAVO, J.CHIGGIATO, J. DOYLE, T. HAACK, J. PULLEN, B. GRBEC, I. VILIBIĆ, I. JANEKOVIĆ, C. LEE, V. MALAČIĆ, M. ORLIĆ, E. PASCHINI, A.RUSSO, R. SIGNELL, 2007. February 2003 marine atmospheric conditions and the bora over the northern Adriatic. Journal of Geophysical Research - Oceans. 112: 1-21.
- DULČIĆ, J. 1999. The diet of larval sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the eastern central Adriatic. Annales Ser. hist. nat. 9 1 (15). 9-13.
- ESPINOZA, P., BERTRAND, A. 2008. Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt current system. Progress in Oceanography, 79: 215-227.
- FERNÁNDEZ, I. M., R.GONZALES-QUIROS. 2006. Analysis of feeding of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) larval stages in the central Cantabrian Sea. Scientia Marina, 70S1: 131-139.
- FRIMODT, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- GAMULIN, T., J. HURE, 1983. The spawning and spawning areas of pelagic fishes in the Adriatic Sea. Acta Adriat., 24: 97-131.
- GRAMITTO, M.E., 2001. I pesci marini. In (Ed. Gramitto, M.E.) La gestione della pesca marittima in Italia., 83-147.

- GRBEC, B., I. VILIBIĆ, A. BAJIĆ, M. MOROVIĆ, G. BEG PAKLAR, F. MATIĆ, V. DADIĆ, 2007. Response of the Adriatic Sea to the atmospheric anomaly in 2003. *Annales Geophysicae - Atmospheres Hydrospheres & Space Sciences*. 25 (4): 835-846.
- JARDAS, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 536 pp.
- KAČIĆ, I., 1981. Pelagic fish in the northern Adriatic -distribution and movements. *FAO Fish Rep.*, 253: 131-136. (in Croatian)
- KATAVIĆ, I., V. TIČINA, V. FRANIČEVIĆ, 2001. A preliminary study of the growth rate of bluefin tuna from Adriatic when reared in the floating cages. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 54(2): 472-476.
- KRAJNOVIĆ-OZRETIĆ, M., 1975. Elektroforeske analize hemoglobina papaline (*Sprattus sprattus* L.) iz sjevernog Jadrana. *Ichthyologia*, 7(1): 25-30.
- MACLENNAN, D.N., E.J. SIMMONDS, 1995. *Fisheries Acoustics*. Chapman&Hall, London, 325 pp.
- MUŽINIĆ, R. 1959. On the schooling and feeding habits of the sardine. In: *Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardine and Related Species*. Exp. paper No. 17, FAO, Roma.
- MUŽINIĆ, R., 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. *Acta Adriat.*, 5(10): 237-457.
- ORLIĆ, M., V. DADIĆ, B. GRBEC, N. LEDER, A. MARKI, F. MATIĆ, H. MIHANOVIĆ, G. BEG PAKLAR, M. PASARIĆ, Z. PASARIĆ, I. VILIBIĆ, 2007 Wintertime buoyancy forcing, changing seawater properties, and two different circulation systems produced in the Adriatic. *Journal of Geophysical Research - Oceans*. 112: 1-21.
- PALOMERA I., M. P. OLIVAR, J. SALAT, A. SABATÉS, M. COLL, A. GARCIA, B. MORALES-NIN. 2007. Small pelagic fish in the NW Mediterranean Sea: An ecological review. *Progress in Oceanography*, 74: 377-396.
- PAULY, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J.Cons.Int.Explor. Mer.*, 39(2): 175-192.
- PAULY, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech.Pap.*, 234: 52pp.
- PLOUNEVEZ, S., CHAMPALBERT, G. 1999. Feeding behaviour and trophic environment of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Bay of Biskay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 177-191.
- PLOUNEVEZ, S., CHAMPALBERT, G. 2000. Diet, feeding behaviour and trophic activity of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *Oceanologica Acta*, 23 (2): 175-192.
- RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fish Res Board of Canada*, 191: 1-382.

- SEVER T.M., B. BAYHAN, E. TASKAVAK. 2005. A preliminary study on the feeding regime of european pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in Izmir Bay, Turkey, eastern Aegean Sea. NAGA, WorldFish Center Quaterly, 28 (3-4): 41-48.
- SIMRAD, EK500 Scientific Echo Sounder, 1996. Instruction manual. P2172E.
- SINOVČIĆ, G., 1978. On the ecology of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. In the central Adriatic. Acta Adriat., 19(2): 1-32.
- SINOVČIĆ, G., 1984. Summary of biological parameters of sardine, *Sardina pilchardus* WALB.), from the Central Adriatic. FAO Fish. Rep., 290: 147-148.
- SINOVČIĆ, G., 1986. Estimation of growth, mortality, production and stock size of sardine, *Sardina pilchardus* (WALB.), from the middle Adriatic. Acta Adriatica, 27(1-2): 67-74.
- SINOVČIĆ, G., 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. Acta Adriat., 41 (1): 3-53.
- SINOVČIĆ, G., V. ALEGRIA, I. JARDAS, 1991. Biološka osnova pelagijskog i priobalnog ribolova Jugoslavije. Pom. Zborn., 29:383-408.
- SPARE, P., S.C. VENEMA, 1992. Introduction to tropical fish assessment. Part 1, Manual. FAO Fisheries Technical Papers (Revision 1) Rome, 306(1): 376 pp.
- STRICKLAND, J.D.H., T.R. PARSONS, 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research. Board of Canada, 167, 310 pp.
- TESKEREDŽIĆ, Z., 1978. The spawning of the sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) in the Kvarner region of the Adriatic Sea. Thalassia Jugoslav., 14: 232-338.
- TIČINA, V., 2000. Biologija i gospodarski značaj papaline (*Sprattus sprattus phalericus* L.) u Jadranskome moru. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet – Zagreb, p 133.
- TIČINA, V., I. IVANČIĆ, V. EMRIĆ, 2000a. Relation between the hidrographic properties of the northern Adriatic Sea water and sardine (*Sardina pilchardus*) population schools. Period. Biol. Vol.102, Supplement 1: 181-192.
- TIČINA, V., O. VIDJAK, I. KAČIĆ, 2000b. Feeding of adult sprat, *Sprattus sprattus*, during spawning season in the Adriatic Sea. Ital. J. Zool., 67: 307-311.
- TIRELLI, V., D. BORME, T. ZOLLET, M. CONSTANTINI, A. DE OLAZABAL, M. CIGAR, S. FONDA-UMANI. 2006. Osservazioni sui contenuti stomacali di *Engraulis encrasicolus* (Linneo, 1758) e *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), catturati con lampara nel Golfo di Trieste. Biol. Mar. Medit., 13 (1): 904-906.
- TUDELA, S., I. PALOMERA, 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (northwest Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser., 160: 121-134.

- UTERMÖHL, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilungen – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 9: 1–38.
- VIDJAK, O., N. BOJANIĆ. (2009) Species composition and distribution patterns of the family Corycaidae Dana, 1852 (Copepoda: Cyclopoida) in the middle Adriatic Sea. Marine Biology Research (u tisku).
- VILIČIĆ, D., VUČAK, Z., SKRIVANIĆ, A., Z. GRŽETIĆ, 1989. Phytoplankton blooms in the oligotrophic open South Adriatic waters. Marine Chemistry, 28:89-107.
- VUČETIĆ, T., 1963. Ishrana odrasle srdele *Sardina pilchardus* Walb. u srednjem Jadranu. Acta Adriat., 10(2):1-47.
- VUČETIĆ, T. 1963. Ishrana odrasle srdele (*Sardina pilchardus* Walb.) u srednjem Jadranu. Acta Adriatica 10 (2): 1-45.
- WHITEHEAD, P.J.P., 1985. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherrings. Part 1 -Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 303 pp.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON, T.WONGRATANA, 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. (Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2 – Engraulididae. FAO Fisheries Synopsis, (125) 7: 305-579.
- YUDANOV, K.I., 1971. Interpretation of echograms of hydroacoustic fish-finding instruments. Israel Program for scientific Translations, Jerusalem 1971 (original version in Russian), 101pp.
- ZAVODNIK, D., 1969a. On the spawning of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) along the coast of the istrian peninsula (north Adriatic). Ichthyologia, 1 (1): 89-97.
- ZAVODNIK, D., 1969b. The distribution and migration of sprat (*Sprattus sprattus* L.) within the Adriatic Sea. Medd. Fr. Avsfiskelab. Lyseki, 66:1-4.
- ZAVODNIK, D., 1969c. Studies on the life history of Adriatic sprat. FAO C.G.P.M. Etud. et Rev., 40: 1-26.
- ZAVODNIK, D., 1974. Jadranska papalina-biologija i ribolov. Acta Adriat., 16 (26):435-440.
- ZAVODNIK, D., i N. ZAVODNIK, 1967. Observations on the biometry and numerical characteristics in sprat (*Sprattus sprattus* L.) in the northern Adriatic. Thalasia Jugosl., 3: 183-194.
- ZORE-ARMANDA, M., BONE, M., DADIĆ, V., MOROVIĆ, M., RATKOVIĆ, D., STOJANOSKI, L., VUKADIN, I., 1991. Hydrographic properties of the Adriatic sea in the period from 1971 through 1983. Acta Adriatica, 31 (1): 5-567.

IOR Baza podataka

PRILOG 1.

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

Data: No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
1	13:39:25.30	8.59	-33.61	-35.43	-1.22	1.44	38964
2	13:39:26.30	8.59	-33.64	-35.56	-1.22	1.51	37787
3	13:40:37.30	8.57	-33.87	-34.64	-0.89	0.80	47494
4	13:40:38.30	8.56	-34.01	-34.34	-0.70	-0.36	51771
5	13:40:39.30	8.55	-34.03	-34.54	-0.51	-0.87	50523
6	13:40:41.30	8.48	-34.24	-34.82	-0.25	-1.06	49736
7	13:40:42.30	8.47	-34.05	-35.36	-0.12	-1.64	43599
8	13:40:48.30	8.57	-34.05	-34.47	-0.83	0.22	49403
9	13:41:09.30	8.58	-33.42	-36.46	-1.86	1.64	30551
10	13:41:10.30	8.57	-33.37	-37.64	-2.37	1.76	23298
11	13:41:11.30	8.56	-33.22	-38.73	-2.89	1.76	18423
12	13:41:12.30	8.55	-33.37	-40.38	-3.40	1.76	12964
13	13:41:13.30	8.49	-33.57	-42.63	-3.98	1.83	8087
14	13:41:16.30	8.57	-33.28	-38.35	-2.89	1.44	20001
15	13:41:17.30	8.58	-33.36	-36.92	-2.31	1.38	27478
16	13:42:08.30	8.60	-33.64	-35.55	-1.02	1.64	37908
17	13:42:20.30	8.57	-33.51	-36.31	-0.77	2.21	32071
18	13:42:21.30	8.56	-33.35	-37.41	-0.45	2.79	25004
19	13:42:23.30	8.55	-33.41	-38.71	-0.06	3.24	19076
20	13:42:24.29	8.47	-33.50	-40.16	0.33	3.63	14291
21	13:42:25.30	8.46	-33.52	-42.24	0.58	4.14	8837
22	13:42:26.30	8.46	-33.58	-43.76	0.77	4.46	6223
23	13:42:37.29	8.46	-33.94	-45.84	1.22	4.78	3835
24	13:42:38.29	8.48	-33.76	-43.40	0.84	4.33	6738
25	13:42:41.30	8.56	-33.37	-38.26	0.00	3.11	20684
26	13:42:44.30	8.57	-33.56	-36.72	-0.32	2.47	28968
27	13:42:48.30	8.57	-33.71	-35.42	-0.64	1.70	39433
28	13:42:49.30	8.57	-33.82	-34.74	-0.57	1.19	46241
29	13:42:50.30	8.56	-33.96	-34.54	-0.45	0.93	49050
30	13:42:53.30	8.55	-34.18	-34.25	-0.12	0.29	53797
31	13:42:56.30	8.55	-34.07	-34.16	-0.25	0.29	54440
32	13:43:02.30	8.46	-34.28	-34.40	0.26	-0.48	55327
33	13:43:03.30	8.44	-34.08	-35.17	0.52	-1.45	45670
34	13:43:04.30	8.44	-33.82	-36.17	0.58	-2.15	35272
35	13:43:05.29	8.43	-33.67	-36.37	0.71	-2.28	33480
36	13:43:11.30	8.41	-33.47	-38.57	1.03	-3.12	19865
37	13:43:12.30	8.39	-33.64	-42.89	1.35	-4.21	7291
38	13:43:13.30	8.39	-33.85	-45.41	1.48	-4.72	4055
39	13:43:32.30	8.38	-33.41	-43.17	0.26	-4.46	6881
40	13:43:33.29	8.38	-33.25	-39.46	-0.06	-3.57	16134
41	13:43:34.30	8.40	-33.37	-37.79	-0.38	-2.99	23820
42	13:43:35.30	8.41	-33.71	-36.23	-0.51	-2.22	34678
43	13:43:36.30	8.41	-33.69	-35.55	-0.83	-1.77	40721
44	13:43:37.30	8.40	-33.68	-35.70	-1.22	-1.64	39303
45	13:43:39.30	8.38	-33.38	-36.58	-1.99	-1.64	31932
46	13:43:42.30	8.39	-33.40	-36.45	-1.79	-1.77	32831
47	13:43:46.30	8.37	-33.35	-37.92	-2.50	-1.83	23514
48	13:43:49.30	8.37	-33.16	-38.30	-2.69	-1.90	21701
49	13:43:50.30	8.37	-33.14	-39.02	-3.01	-1.83	18304
50	13:43:52.30	8.37	-33.08	-39.43	-3.14	-1.90	16749
51	13:43:54.29	8.38	-33.28	-40.40	-3.46	-1.77	13184
52	13:44:00.30	8.27	-33.42	-38.83	-3.21	-0.93	20869
53	13:44:01.30	8.25	-33.49	-37.85	-2.95	-0.42	26191
54	13:44:02.30	8.24	-33.69	-37.13	-2.63	-0.23	30366
55	13:44:03.30	8.23	-33.63	-36.64	-2.44	0.29	34240
56	13:44:04.30	8.22	-33.76	-36.28	-2.11	0.74	37351

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
57	13:44:05.30	8.22	-33.71	-36.01	-1.92	0.93	39670
58	13:44:06.30	8.21	-33.80	-36.12	-1.79	1.19	38624
59	13:44:08.29	8.20	-33.50	-36.76	-1.47	2.08	32891
60	13:44:10.30	8.18	-33.52	-37.29	-1.02	2.53	29367
61	13:44:11.30	8.17	-33.42	-38.25	-0.83	2.98	23508
62	13:44:12.30	8.17	-33.42	-39.12	-0.64	3.30	19316
63	13:44:14.30	8.16	-33.25	-40.17	-0.32	3.69	15343
64	13:44:25.30	8.16	-33.64	-34.94	-0.19	1.57	51071
65	13:44:26.30	8.08	-33.85	-34.17	-0.19	0.74	64306
66	13:44:28.30	8.06	-33.81	-33.97	0.07	-0.61	67012
67	13:44:29.29	8.06	-33.75	-34.42	0.13	-1.19	60460
68	13:44:35.30	8.01	-33.42	-39.59	0.77	-3.50	18081
69	13:44:45.30	8.04	-33.67	-39.63	1.80	-3.12	17973
70	13:44:46.30	8.05	-33.76	-41.11	2.51	-3.18	12712
71	13:44:47.30	8.05	-33.83	-42.49	3.02	-3.24	9454
72	13:44:48.30	8.07	-34.07	-44.94	3.73	-3.37	5351
73	13:45:31.29	8.06	-34.25	-44.57	4.24	-2.35	5800
74	13:45:32.29	8.07	-33.96	-40.13	3.09	-2.09	16429
75	13:45:33.30	8.05	-33.89	-38.32	2.51	-1.90	24493
76	13:45:34.30	7.99	-33.87	-37.68	2.32	-1.77	28451
77	13:45:35.30	8.01	-33.85	-36.15	1.55	-1.64	40527
78	13:45:37.30	8.00	-33.51	-35.38	1.29	-1.58	45775
79	13:45:38.29	8.00	-33.55	-34.75	0.97	-1.32	53277
80	13:45:41.30	7.99	-33.52	-34.99	1.16	-1.38	50390
81	13:45:57.30	7.98	-33.62	-34.87	1.35	-1.00	52598
82	13:45:59.29	7.98	-33.62	-34.91	1.55	-0.74	52667
83	13:46:02.30	7.97	-33.60	-34.87	1.61	-0.55	53435
84	13:46:20.29	7.97	-33.80	-35.95	2.12	-0.55	41611
85	13:46:21.30	7.97	-34.14	-37.23	2.57	-0.48	32474
86	13:46:23.30	7.99	-33.90	-38.22	3.02	-0.61	25065
87	13:46:24.30	7.99	-33.90	-39.19	3.34	-0.68	19851
88	13:46:25.30	8.02	-33.89	-40.17	3.66	-0.55	15579
89	13:46:27.29	8.01	-34.27	-43.14	4.37	-0.42	7826
90	13:46:29.30	8.03	-34.72	-46.10	4.95	-0.23	3926
91	13:46:30.30	8.03	-34.90	-46.55	5.01	-0.16	3538
92	13:46:54.30	8.06	-35.07	-46.85	5.01	-0.68	3421
93	13:46:55.29	8.06	-34.85	-46.11	4.88	-0.80	4052
94	13:46:56.30	8.06	-34.76	-45.32	4.69	-1.06	4882
95	13:46:58.30	8.07	-34.67	-44.88	4.50	-1.58	5405
96	13:46:59.30	8.08	-34.32	-44.59	4.43	-1.83	5815
97	13:47:00.30	8.08	-34.57	-44.66	4.24	-2.22	5721
98	13:47:02.29	8.16	-34.10	-44.25	3.99	-2.73	6020
99	13:47:05.30	8.17	-33.92	-44.79	3.60	-3.50	5121
100	13:47:06.30	8.18	-33.78	-45.04	3.54	-3.69	4801
101	13:47:35.30	8.10	-34.34	-46.17	0.20	-4.91	4074
102	13:47:43.29	8.07	-33.82	-43.01	-0.06	-4.34	8422
103	13:47:45.30	8.07	-33.68	-43.76	-0.32	-4.53	7101
104	13:47:46.30	8.07	-33.76	-43.10	-0.57	-4.34	8282
105	13:47:57.30	8.06	-33.60	-42.49	-0.77	-4.21	9502
106	13:48:00.30	8.05	-33.54	-43.41	-1.60	-4.27	7518
107	13:48:01.30	8.04	-33.54	-42.77	-1.22	-4.21	8748
108	13:48:08.30	8.06	-33.40	-41.60	-2.44	-3.44	11675
109	13:48:09.30	8.07	-33.63	-39.15	-2.44	-2.41	20800
110	13:48:14.30	8.16	-33.28	-40.31	-3.78	-0.16	14922
111	13:48:16.30	8.18	-33.50	-44.35	-4.68	0.67	5729
112	13:48:17.30	8.18	-33.72	-44.93	-4.62	1.51	4983
113	13:48:31.30	8.18	-33.55	-44.35	-4.55	1.38	5647
114	13:48:33.30	8.17	-33.47	-43.00	-4.36	0.80	7880

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
115	13:48:34.30	8.17	-33.38	-42.47	-4.30	0.42	8975
116	13:48:35.30	8.16	-33.38	-42.14	-4.23	0.09	9785
117	13:48:49.30	8.17	-33.17	-39.29	-3.53	-0.03	18663
118	13:48:50.30	8.18	-33.50	-37.44	-2.82	-0.03	28218
119	13:48:52.30	8.20	-33.52	-36.64	-2.50	-0.10	33941
120	13:48:53.29	8.19	-33.63	-35.50	-1.92	0.03	43689
121	13:48:55.30	8.21	-33.70	-34.03	-0.77	-0.16	60097
122	13:48:56.30	8.23	-33.85	-34.50	-1.09	-0.23	55107
123	13:48:58.30	8.24	-33.80	-33.82	-0.19	-0.03	63507
124	13:49:02.30	8.25	-33.89	-33.95	0.39	-0.16	63254
125	13:49:05.30	8.26	-34.23	-34.88	1.22	-0.10	52954
126	13:49:06.30	8.27	-34.37	-34.91	1.10	-0.29	52983
127	13:49:09.30	8.35	-34.10	-35.66	1.87	-0.16	41568
128	13:49:13.30	8.37	-33.91	-37.23	2.70	-0.16	27661
129	13:49:28.29	8.39	-33.92	-36.63	2.38	0.54	31192
130	13:49:29.30	8.39	-33.80	-36.97	2.32	1.25	28705
131	13:49:30.30	8.40	-33.74	-37.11	2.25	1.51	27878
132	13:49:32.30	8.43	-33.69	-37.86	1.93	2.28	23582
133	13:49:33.30	8.43	-33.45	-39.67	1.99	3.05	15458
134	13:49:34.30	8.43	-33.54	-41.18	1.87	3.56	10919
135	13:49:35.29	8.45	-33.67	-43.27	1.74	4.14	6906
136	13:49:36.30	8.45	-33.89	-44.90	1.80	4.46	4727
137	13:49:37.30	8.45	-33.90	-45.34	1.93	4.52	4276
138	13:49:55.30	8.43	-33.44	-43.41	2.19	4.08	6501
139	13:49:56.29	8.41	-33.61	-41.54	2.32	3.43	9968
140	13:49:57.30	8.41	-33.49	-40.33	2.44	2.98	13155
141	13:49:58.30	8.40	-33.68	-39.66	2.51	2.60	15293
142	13:50:01.30	8.40	-33.75	-38.48	2.38	2.15	20255
143	13:50:03.29	8.41	-33.67	-38.68	2.32	2.34	19312
144	13:50:11.30	8.38	-33.60	-41.72	2.96	3.05	9658
145	13:50:12.30	8.38	-33.57	-43.84	3.15	3.63	5899
146	13:50:13.30	8.37	-33.65	-45.35	3.41	3.88	4205
147	13:50:14.30	8.39	-33.63	-43.20	3.02	3.50	6732
148	13:50:27.30	8.37	-33.70	-38.90	2.96	1.64	18578
149	13:50:28.30	8.36	-34.00	-38.72	3.21	-0.10	20040
150	13:50:30.30	8.38	-33.88	-37.78	2.89	0.42	23827
151	13:50:32.30	8.36	-33.81	-36.66	0.97	2.21	32636
152	13:50:34.30	8.36	-33.82	-36.31	0.13	2.21	35416
153	13:50:36.30	8.25	-33.84	-36.38	-0.25	2.21	37126
154	13:50:38.29	8.28	-34.18	-35.94	1.35	1.38	41095
155	13:50:40.30	8.22	-33.85	-36.57	1.35	-2.02	34293
156	13:50:41.30	8.23	-34.15	-35.52	0.71	-1.58	44428
157	13:50:47.30	8.22	-33.63	-37.43	-1.67	2.21	28413
158	13:50:48.30	8.20	-33.44	-37.78	-1.99	2.21	25977
159	13:50:50.30	8.23	-33.47	-38.97	-2.50	2.28	19714
160	13:50:51.30	8.24	-33.47	-39.95	-2.95	2.21	15753
161	13:50:52.30	8.23	-33.31	-40.69	-3.27	2.21	13246
162	13:50:53.30	8.21	-33.29	-42.18	-3.72	2.28	9368
163	13:50:54.30	8.17	-33.43	-43.66	-4.04	2.41	6767
164	13:50:55.30	8.09	-33.98	-45.39	-4.30	2.53	4914
165	13:50:56.30	8.17	-33.60	-44.67	-4.11	2.73	5380
166	13:50:57.30	8.16	-33.52	-44.87	-3.98	3.05	5229
167	13:51:50.30	8.03	-33.74	-44.15	-4.62	0.22	6384
168	13:51:51.30	8.09	-33.60	-40.04	-3.59	-0.55	16901
169	13:52:04.30	8.08	-34.03	-35.35	-1.41	-0.80	50051
170	13:52:13.30	8.23	-34.11	-36.16	1.93	-0.93	37990
171	13:52:32.30	8.28	-34.27	-35.41	0.90	1.25	46536
172	13:52:33.30	8.29	-34.08	-36.11	0.90	1.83	39450

Data:. No	Time	Distance [m]	TS-c [dB]	TS-u [dB]	Athw. [deg]	Along [deg]	sA [m2/nm2]
173	13:52:35.30	8.38	-33.30	-38.44	0.39	3.18	20613
174	13:52:41.30	8.43	-34.03	-45.90	-0.45	4.85	3698
175	13:53:05.30	8.42	-33.56	-44.73	0.13	4.72	4805
176	13:53:06.30	8.41	-33.37	-42.53	0.00	4.27	7993
177	13:53:10.29	8.38	-33.44	-37.81	0.39	2.92	23923
178	13:53:12.30	8.38	-33.72	-36.19	0.58	2.15	35026
179	13:53:14.30	8.38	-33.70	-36.56	0.45	2.34	31971
180	13:53:32.30	8.40	-34.00	-35.09	-0.12	1.44	45647
181	13:53:55.30	8.46	-34.29	-34.62	0.71	0.48	52195
182	13:53:56.30	8.46	-34.25	-34.88	1.16	0.29	49110
183	13:53:58.30	8.48	-34.18	-35.68	1.80	0.29	40495
184	13:54:05.30	8.45	-34.23	-34.47	-0.64	0.09	54380
185	13:54:07.30	8.44	-34.04	-34.90	-1.28	-0.10	47930
186	13:54:11.30	8.42	-33.69	-36.08	-2.18	-0.16	36190
187	13:54:12.30	8.43	-33.68	-36.22	-2.24	-0.23	35104
188	13:54:17.30	8.41	-33.38	-41.29	-3.98	-0.68	10712
189	13:54:18.30	8.41	-33.35	-42.00	-4.17	-0.68	9087
190	13:54:21.30	8.41	-33.30	-41.70	-4.04	-1.06	9763
191	13:54:22.30	8.42	-33.55	-42.24	-4.11	-1.13	8621
192	13:54:43.30	8.39	-33.29	-41.24	-3.66	-1.90	10767
193	13:54:44.30	8.39	-33.29	-42.49	-3.66	-2.60	8080
194	13:54:45.30	8.39	-33.16	-42.43	-3.59	-2.73	8204
195	13:54:47.30	8.39	-33.25	-42.92	-3.72	-2.73	7301
196	13:54:49.30	8.39	-33.37	-42.37	-3.59	-2.60	8340
197	13:55:11.30	8.29	-33.76	-45.37	-3.40	-3.82	4576
198	13:55:18.30	8.39	-33.30	-44.70	-3.78	-3.37	4867
199	13:55:39.30	8.40	-33.22	-41.31	-2.89	-3.05	10634
200	13:55:40.30	8.41	-33.23	-41.02	-2.76	-3.05	11379
201	13:55:42.30	8.41	-33.24	-39.95	-2.24	-3.05	14655
202	13:55:51.30	8.43	-33.32	-38.90	-1.67	-2.99	18697
203	13:55:53.30	8.43	-33.55	-38.31	-0.96	-2.99	21400
204	13:56:34.30	8.44	-33.69	-37.28	-0.51	-2.67	27202
205	13:56:46.29	8.44	-33.80	-36.05	-0.19	-2.15	36312
206	13:57:06.30	8.43	-33.92	-35.34	0.26	-1.70	42973
207	13:57:19.30	8.39	-33.41	-38.96	1.10	-3.24	18159
208	13:57:20.30	8.38	-33.52	-40.93	1.22	-3.76	11519
209	13:57:45.30	8.37	-33.38	-39.19	1.55	-3.18	17392
210	13:57:54.30	8.36	-33.63	-38.28	1.74	-2.67	22022
211	13:58:00.30	8.35	-33.85	-37.66	1.87	-2.22	25977
212	13:58:01.30	8.35	-33.70	-37.89	1.93	-2.35	24682
213	13:58:02.30	8.36	-33.74	-37.90	1.99	-2.28	24443