

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Dragana D. Drakulović

**Značaj fitoplanktona kao indikatora  
eutrofikacije u akvatorijumu  
Bokokotorskog zaliva**

doktorska disertacija

Beograd, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Dragana D. Drakulović

**Importance of phytoplankton as  
indicator of eutrophication in  
aquatorium of the Boka Kotorska Bay**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

**MENTOR:**

Dr. Mirko Cvijan, vanredni profesor  
Univerziteta u Beogradu – Biološki fakultet

**ČLANOVI KOMISIJE ZA PREGLED I OCJENU:**

Dr. Mirko Cvijan, vanredni profesor  
Univerziteta u Beogradu – Biološki fakultet

Dr. Nenad Vuksanović, naučni savjetnik  
Instituta za biologiju mora, Kotor  
Republika Crna Gora

Dr. Jelena Krizmanić, docent  
Univerziteta u Beogradu – Biološki fakultet

**ČLANOVI KOMISIJE ZA ODBRANU:**

Dr. Mirko Cvijan, vanredni profesor  
Univerziteta u Beogradu – Biološki fakultet

Dr. Nenad Vuksanović, naučni savjetnik  
Instituta za biologiju mora, Kotor,  
Republika Crna Gora

Dr. Jelena Krizmanić, docent  
Univerziteta u Beogradu – Biološki fakultet

Dr. Slađana Krivokapić, vanredni profesor  
Univerziteta u Podgorici,  
Republika Crna Gora

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

Ova doktorska disertacija realizovana je u okviru nacionalnog projekta Ministarstva nauke Crne Gore pod nazivom: „Biološki indikatori eutrofikacije u Bokokotorskom zalivu“. Kompletna analiza fizičko-hemijskih i bioloških parametara je izvršena u laboratorijama Instituta za biologiju mora u Kotoru.

Ovim putem želim da se srdačno zahvalim mentoru dr Mirku Cvijanuu na nesebičnoj pomoći, podršci i na ukazanom povjerenju, profesionalizmu i veoma korisnim savjetima tokom izrade disertacije. Zahvaljujem mu se na vremenu, idejama, motivaciji i stručnosti, koji su uticali da moje profesionalno iskustvo bude produktivno i stimulatívno.

Posebnu zahvalnost dugujem dr Nenadu Vuksanoviću koji je usmjerio moj naučni rad prema ovoj veoma interesantnoj i osjetljivoj naučnoj temi, rukovodio terenskim i laboratorijskom radom i koji je svojim zalaganjem i profesionalnošću doprinjeo da disertacija bude završena u roku. Hvala mu što je imao strpljenja da sasluša moje probleme i ohrabri i pomogne u svakom trenutku.

Želim da se zahvalim i dr Sladani Krivokapić na stručnoj podršci i savetima i na izvanrednim sugestijama koje su mi pomogle prilikom pisanja teze.

Veliko hvala i članu komisije, dr Jeleni Krizmanić koja je u najkraćem roku pregledala doktorsku disertaciju i dala mi veoma korisne sugestije.

Zahvaljujem se rukovodstvu Instituta za biologiju mora u Kotoru dr Aleksandru Joksimoviću, na ukazanom povjerenju tokom izrade ove disertacije.

Zahvaljujem se kolegama iz Laboratorije za opštu biologiju i zaštitu mora i Laboratorije za razvojna istraživanja i marikulturu Instituta za biologiju mora iz Kotora koji su tokom izrade ove disertacije bili izvor prijateljstva, kvalitetnih savjeta i saradnje. Zahvaljujem se kolegama iz Hemijske laboratorije na pomoći pri analizi hemijskih parametara.

Takođe se zahvaljujem kolegi iz Laboratorije za ihtiologiju i morsko ribarstvo Zdravku Ikici i informatičaru Vladanu Vukoviću koji su mi pomogli pri tehničkom sređivanju doktorske teze. Zahvaljujem se tehničaru Branu Lazareviću koji mi je bio od velike pomoći tokom terenskog rada.

Na kraju, zahvaljujem se svojoj porodici koja mi je pružila moralnu podršku i u svakom momentu bila izvor stabilnosti, ohrabrenja i razumijevanja tokom pisanja ove doktorske disertacije.



# ZNAČAJ FITOPLANKTONA KAO INDIKATORA EUTROFIKACIJE U AKVATORIJUMU BOKOKOTORSKOG ZALIVA

## REZIME

Fitoplanktonski organizmi su primarna karika u lancima ishrane, odnosno primarni producenti organskih supstanci. Sa jedne strane se ističe njihova važnost u ishrani, a sa druge njihov povećan razvoj može da dovede do neželjenih posljedica za ekosistem.

Cilj ovog istraživanja je bio da se prikaže kvalitativno i kvantitativno stanje fitoplanktona u Bokokotorskom zalivu, uključujući tu u posljednjem slučaju i biomasu fitoplanktona, a izraženu preko koncentracije hlorofila *a*. Preko kvalitativnog i kvantitativnog aspekta fitoplanktona može se stvoriti okvirna slika o stepenu eutrofikacije u zalivu i ukazati na moguće opasnosti i mjere koje treba preduzeti da bi se izbjegle negativne posljedice. Sve nabrojane biološke parametre nije moguće odvojiti od fizičko-hemijskih parametara sa kojima su u međusobnoj interakciji i koji direktno utiču na količinu i sastav fitoplanktona.

Brojnost fitoplanktona je često dostizala vrijednosti  $10^6$  ćelija/l, što je karakteristično za eutrofno područje i nije bila ispod  $10^5$  ćelija/l tokom cijelog istraživanja, što opet ukazuje na povećanu eutrofikaciju.

Fitoplanktonska grupa koja je dominirala tokom istraživanja su bile dijatomeje, koje su eurivalentna grupa organizama. Druga grupa organizama koja je bila prisutna su dinoflagelate, koje su interesantne s obzirom da mnoge od njih proizvode toksine koji mogu biti štetni za čovjeka. Među dijatomejama zabilježene su vrste koje su karakteristične za područja bogata nutrijentima, što govori o promjenama u zalivu. Alge koje su nađene, a koje preferiraju povećanu količinu nutrijentima su *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Navicula spp.*, *Pseudo-nitzschia spp.*, *Thalassionema nitzschioides* i dr.

Analizirani su indeksi diverziteta Shannon-ov indeks diverziteta ( $H'$ ), recipročan Simpson-ov indeks ( $1/D$ ) i Margalef-ov indeks ( $d$ ) za područje Bokokotorskog zaliva i nađeno je da su indeksi bili manji kada je brojnost fitoplanktona bila veća i kada je bila prisutna dominacija određenih vrsta, kao npr. u julu mjesecu kada je dominirala vrsta

*Thalassionema nitzschioides*. To ukazuje na činjenicu da je diverzitet manji kada je prisutna dominacija određenih vrsta.

U odnosu na biomasu fitoplanktona izraženu koncentracijom hlorofila *a*, prema raznim kriterijumima (Håkanson *et al.*, 1994; Ignatiades 2005), zalivsko područje je okarakterisano kao mezo-eutrofno područje.

S obzirom da parametri koji pokazuju stepen eutrofikacije ukazuju da Bokokotorski zaliv počinje da dobija karakteristike eutrofnog, treba preduzeti mjere da bi se spriječilo dalje napredovanje prema još višem stepenu eutrofije. Bokokotorski zaliv je jedan osjetljiv ekosistem, a naročito Kotorski zaliv koji je zatvoreniji, sa slabijom dinamikom vodenih masa i pod većim pritiskom eutrofikacije.

**Ključne riječi:** Fitoplankton, eutrofikacija, indikacija, Bokokotorski zaliv, Crna Gora

**Naučna oblast:** BIOLOGIJA

**Uža naučna oblast:** ALGOLOGIJA I MIKOLOGIJA

**UDK broj:** [573.57:551.37(497.16)]:[582.26/.27:574.583]

# IMPORTANCE OF PHYTOPLANKTON AS INDICATOR OF EUTROPHICATION IN AQUATORIUM OF THE BOKA KOTORSKA BAY

## ABSTRACT

Phytoplankton organisms are primary link in the food chain and primary producers of organic substances. On one side, it is emphasised their importance in the diet and, on the other, their excessive growth can lead to undesirable consequences for the ecosystem.

The aim of this study is to present qualitative and quantitative situation of phytoplankton in the Boka Kotorska Bay, including in the last case phytoplankton biomass too, which is expressed through the concentration of chlorophyll *a*.

Through qualitative and quantitative aspects of phytoplankton can be create a general overview of the degree of eutrophication in the Bokakotorska Bay and to point out possible hazards and precautions to be taken to avoid negative consequences. All these biological parameters can not be separated from the physical-chemical parameters with which they are in interaction and which directly affect the quantity and qualitative composition of phytoplankton.

The abundance of phytoplankton often reached values of  $10^6$  cells/l, which is typical for an eutrophic area and abundance of phytoplankton wasn't below  $10^5$  cells/l throughout the study, which again points to increased eutrophication. Phytoplankton group that has dominated almost during all investigated period were diatoms, which are eurivalent group of organisms. Another group of organisms that were present were dinoflagellates, which are interesting because they produce toxins that can be harmful to humans. Among diatoms, it was found algae that are otherwise characteristic of nutrients-enriched areas, which indicate changes in the Bay. Noticed algae that prefer higher nutrients concentration were *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Navicula* spp., *Pseudo-nitzschia* spp. and *Thalassionema nitzschioides*.

The following diversity were analyzed: Shannon's diversity index ( $H'$ ), the reciprocal of Simpson's index ( $1/D$ ) and Margalef's index ( $d$ ) for the Boka Kotorska

Bay. It was found that indices were lower when phytoplankton abundance was higher and when the dominance of certain species was noticed, such in current study it was in July, when dominated species *Thalassionema nitzschioides*. That suggests that diversity is lower when occurs predominance of certain species.

In relation to phytoplankton biomass expressed in chlorophyll *a* concentration, according to various criteria (Håkanson *et al.*, 1994; Ignatiades 2005), Boka Kotorska Bay was identified as meso-eutrophic area.

Considering that parameters which indicate the degree of eutrophication suggest that the Boka Kotorska Bay begins to take characteristic of eutrophic area, it should be taken measures to prevent further progression to an even higher degree of eutrophication. Boka Kotorska Bay is one particularly sensitive ecosystem, especially the Kotor Bay, which is closed and with the weaker dynamics of water masses and under the growing pressure of eutrophication.

**Keywords:** Phytoplankton, eutrophication, indication, Boka Kotorska Bay, Montenegro

**Scientific field:** BIOLOGY

**Special topic:** ALGOLOGY AND MYCOLOGY

**UDK number:** [573.57:551.37(497.16)]:[582.26/.27:574.583]

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. MORSKI EKOSISTEM I KRUŽENJE MATERIJE .....	2
1.2. EUTROFIKACIJA .....	4
1.2.1. Eutrofikacija u Mediteranu.....	7
1.2.2. Trofičnost u Mediteranu .....	8
1.2.3. Eutrofikacija u Jadranu.....	10
1.2.3.1. Eutrofikacija u sjevernom Jadranu .....	11
1.2.3.2. Eutrofikacija u srednjem Jadranu .....	13
1.2.3.3. Eutrofikacija u južnom Jadranu.....	14
1.2.3.4. Fitoplankton u Bokotorskom zalivu .....	15
1.2.3.5. Eutrofikacija u Bokotorskom zalivu.....	16
1.3. FITOPLANKTON I NJEGOVA DINAMIKA .....	18
1.4. FITOPLANKTONSKI ORGANIZMI KAO BIOINDIKATORI .....	19
1.5. DIVERZITET VRSTA.....	21
2. CILJEVI RADA .....	23
3. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	24
3.1. BOKOKOTORSKI ZALIV – POSTANAK, GEOGRAFSKI POLOŽAJ I OPŠTE KARAKTERISTIKE .....	24
3.2. MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE BOKOKOTORSKOG ZALIVA.....	25
3.3. GEOMORFOLOŠKE ODLIKE I STRUKTURA BOKOKOTORSKOG ZALIVA .....	25
3.4. MORSKE STRUJE .....	26
3.5. PRILIV KOPNENIH VODA I HIDROGRAFIJA.....	29
4. MATERIJAL I METODE .....	32
4.1. ISTRAŽIVANI LOKALITETI .....	32
4.2. METODE .....	33
4.2.1. Uzorkovanje vode i <i>in situ</i> mjerenje.....	33
4.2.2. Rastvoreni neorganski nutrijenti.....	33
4.2.3. Određivanje hlorofila <i>a</i> .....	34
4.2.4. Kvalitativno određivanje fitoplanktona .....	34
4.2.5. Određivanje apsolutne brojnosti fitoplanktona .....	34
4.2.6. Statistička obrada podataka .....	34
5. REZULTATI .....	36
5.1. FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI.....	36
5.1.1. Temperatura.....	36
5.1.2. Salinitet.....	38
5.1.3. Rastvoreni kiseonik .....	42
5.1.4. Zasićenje vode kiseonikom .....	46
5.1.5. Prozirnost.....	49
5.1.6. Nitrati - NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	51
5.1.7. Nitriti - NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	54

5.1.8. Fosfati - $\text{PO}_4^{3-}$ .....	58
5.1.9. Silikati - $\text{SiO}_4^-$ .....	61
5.1.10. Korelacija između fizičko-hemijskih parametara.....	64
5.2. BIOLOŠKI PARAMETRI .....	71
5.2.1. Hlorofil <i>a</i> .....	71
5.2.2. Totalni fitoplankton .....	78
5.2.3. Mikroplankton .....	81
5.2.4. Nanoplankton .....	85
5.2.5. Dijatomeje (DIJA) .....	88
5.2.6. Dinoflagelate (DINO).....	95
5.2.7. Kokolitoforidi (KOKO).....	102
5.2.8. Silikoflagelati (SILIKO).....	107
5.2.9. Euglenofite.....	113
5.2.10. Korelacije između fizičko-hemijskih i bioloških parametara.....	114
5.3. INDEKSI BIODIVERZITETA .....	131
6. DISKUSIJA.....	137
7. ZAKLJUČCI .....	174
8. LITERATURA .....	176
9. PRILOZI.....	203

## 1. UVOD

Ekosistem se definiše kao prostorno eksplicitna jedinica Zemlje koja sadrži sve organizme, zajedno sa svim komponentama životne sredine u okviru njenih granica (Likens, 1992). Svaki je ekosistem predstavljen kompleksom interakcija između svih živih i neživih komponenti koje taj sistem čine.

Fitoplanktonske alge su osnovni producenti organskih supstanci u vodenim sredinama. Predstavljaju primarne organske producente na račun kojih se, direktno ili indirektno, održava čitav živi svijet u vodi. Ovi mikroorganizmi čine početnu kariku u lancima ishrane. Međutim njihov pretjeran razvoj može dovesti do obogaćivanja ekosistema hranljivim supstancama, odnosno eutrofikacije, što prati promjene u zajednici fitoplanktona, rast algi i povećanje biomase i dolazi do mogućeg toksičnog „cvjetanja“ algi. Ukoliko količina akumuliranih organskih supstanci prevazilazi nosivost sistema, hipoksija može dovesti do pada ribarstva i prinosa ostriga, lošeg kvaliteta vode i poremećaja cijelog ekosistema (Cognetti, 2001).

Eutrofikacija je proces obogaćivanja ekosistema organskim supstancama i može biti prirodna i antropogena. U posljednje vrijeme sve se češće susrećemo sa antropogeno izazvanom eutrofikacijom, što postaje značajan problem duž morskih obala u Mediteranu i na Jadranu.

Mediteran je uglavnom okarakterisan kao oligotrofno područje, zbog veoma male koncentracije neorganskog fosfora koji ograničava primarnu produkciju (Berland *et al.*, 1980; Thingstad and Rassoulzadegan, 1995, 1999; Thingstad *et al.*, 2005). U posljednje vrijeme je ovaj ekosistem pod snažnim antropogenim uticajem (Bianchi and Morri 2000; Béntoux *et al.*, 2002), a kao rezultat klimatskih promjena, zagađenja, povećanog pomorskog saobraćaja, unesenih vrsta i promjena u distribuciji autohtonih vrsta (Turley 1999; Bianchi and Morri, 2000; Vadrucci *et al.*, 2003). Zbog toga je i Mediteran bio prvi uključen u program Evropske Unije (UNEP) koji je počeo 1974., s ciljem smanjenja nutrijenata i izbjegavanja mogućih poremećaja ekosistema. U Mediteranu je cilj održati nizak nivo nutrijenata (UNEP, 1989).

Ista situacija je sa Jadranom, gdje je takođe sve veći antropogeni uticaj koji potiče od razvoja turizma, poljoprivrede, industrije, morskog saobraćaja i lučkih aktivnosti. Problemu eutrofikacije i zagađenja Jadranskog mora, naročito njegovog sjevernog dijela, počela se pridavati posebna pažnja 60-tih godina prošlog vijeka. Isti je zbog svoje strukture (izuzetno plitak) i jakog uliva nutrijenata putem rijeke Po često izložen eutrofikaciji (Revelante and Gilmartin, 1992; Turley, 1999; Faranda *et al.*, 2000). Znaci eutrofikacije su sve češći i uz obale Crnogorskog primorja, naročito Bokotorskog zaliva (Vuksanović 2000-2006.; Drakulović i saradnici 2010, 2011).

Poznavanje taksonomskog sastava fitoplanktona izuzetno je važno za procjenu ekoloških osobina mora – trofičkog stanja, eutrofikacije, „cvjetanja“ mora i odnosa ishrane, kao i za poznavanje biološke raznovrsnosti mora. Međutim, pored kvalitativnog sastava fitoplanktona treba uzeti u obzir i kvantitativni aspekt koji takođe ukazuje na trofično stanje ekosistema.

## **1.1. MORSKI EKOSISTEM I KRUŽENJE MATERIJE**

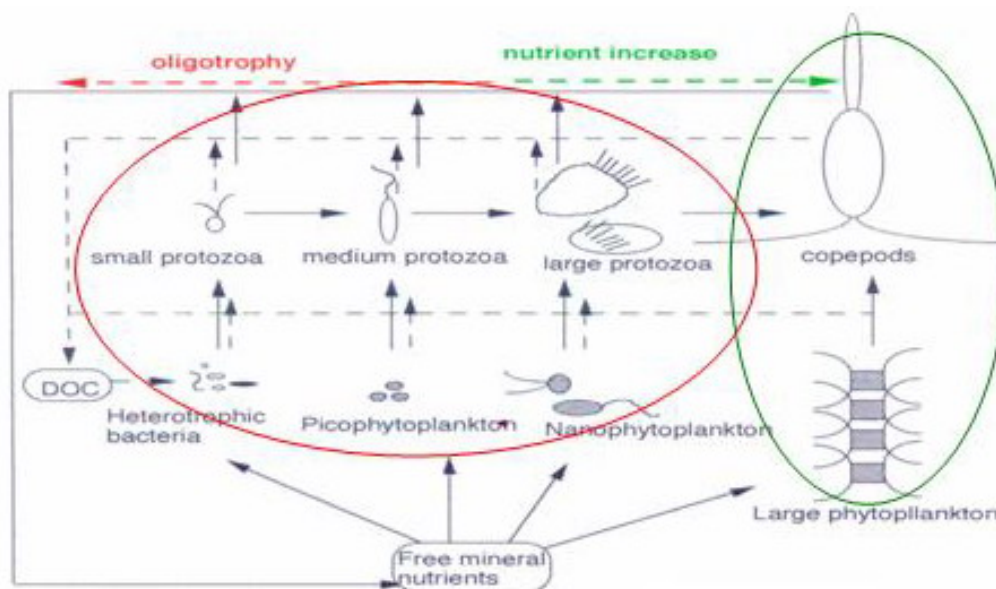
Morski ekosistem je, naročito njegov obalni dio, jedna dinamična sredina s obzirom da je pod uticajem fizičkih (unos nutrijenata sa kopna ispiranjem bilo prirodno ili antropogeno, zatim vremenski uslovi i vjetar) i hemijskih faktora (transformacija nutrijenata). Sve to govori da morski ekosistem nije statičan ekosistem (Giovanardi and Vollenweider, 2004).

Jedan od temeljnih pristupa u razumijevanju ekosistema sastoji se u prepoznavanju i objašnjavanju lanaca ishrane koji se u njemu oblikuju. Postoje dva lanca ishrane u pelagijalu i to su: 1. klasičan lanac ishrane koji obuhvata sledeće: mikrop plankton-mezozooplankton-mala riba i 2. mikrobijalni lanac ishrane koji obuhvata nanoplankton-mikrozooplankton-želatinozni karnivorni zooplankton (Turner *et al.*, 1983). U klasičnom lancu ishrane dominantni primarni producenti su dijatomeje i dinoflagelate i njih konzumira krupniji zooplankton, kopepode (Kiørboe *et al.*, 1990). U okviru mikrobijalnog lanca ishrane cijanobakterije, koje su najčešći predstavnici pikoplanktona, glavna su hrana malih herbivora, cilijata. To je logično jer su manje fitoplanktonske vrste plijen manjih herbivora s obzirom da je brzina rasta tih herbivora slična brzini rasta malih ćelija fitoplanktona (Bernard and Rassoulzadegan, 1993).



Mikrobijalni lanac je karakterističan za jako stratifikovane oligotrofne vode, dok je u slabije stratifikovanim vodama, gdje je veća turbulencija vodenih masa, dominantan klasičan lanac ishrane (Slika 1.).

Prvi nivo u lancu ishrane predstavlja nivo producenata, dominantno fotoautotrofa. Sledeći trofički nivo je onaj koji konzumira fotoautotofe (prvi nivo) i uključuje životinje, herbivore, kojima se zatim hrane karnivori. Svi nivoi poslije drugog sadrže karnivore ili omnivore. U svakom trofičkom nivou ili populaciji, količina živog materijala u jednom trenutku predstavlja stalnu zalihu (“*standing stock*”). Posljednja komponenta u trofičkoj strukturi su razlagači. To su organizmi, uglavnom bakterije, koje kompleksne organske molekule uginulih organizama prevode u oblike koji su ponovo dostupni fotoautotrofima ili heterotrofima (Nybakken, 2001).



Slika 1. Mikrobijalni i klasični lanac ishrane (Prema Thingstad, 1998).

Porast količine nutrijenata u ekosistemu ne mora da znači i porast biomase organizama, jer fitoplanktonski organizmi bivaju konzumirani od strane zooplanktona. Zooplankton je grupa organizama koja u lancu ishrane igra vrlo važnu ulogu kao osnov sekundarne produkcije. Najveći dio epipelagičnog zooplanktona nalazi se u prvih 100 m dubine pa ima važnu ulogu u biološkim procesima baziranim na fito- i mikrozooplanktonu u eufotičnoj zoni (Siokou-Frangou *et al.*, 2010). Njihova ishrana i “*grazing*“ pritisak je bitan činilac struktuiranja pelagičnog lanca ishrane (Katechakis *et al.*, 2004).

U ekosistemu lanci ishrane su složeniji nego što se navodi u šemama lanaca ishrane. To se dešava stoga što u prirodi kod mnogih fitoplanktonskih organizama ne postoji jasna granica između autotrofa i heterotrofa, već mnogi nadoknađuju svoje potrebe za hranom drugim načinima ishrane kao npr. miksotrofijom (Christaki *et al.*, 1999). Trofički odnosi u pelagijalu utiču na strukturu fitoplanktona i zooplanktona (Timms and Moss, 1984). Zooplanktonski organizmi u fazi “cvjetanja” algi smanjuju svoju ishranu (Calbet, 2001).

## 1.2. EUTROFIKACIJA

Najraniju definiciju pojma eutrofikacije dao je Steele (1974). Prema njemu, eutrofikacija je povećanje stope rasta algi, nakon bržeg unosa hranljivih supstanci u morsku sredinu.

Pojam eutrofikacija je proces obogaćivanja mora nutrijentima, prije svega azotom i fosforom, što rezultira povećanjem primarne produkcije i na kraju dovodi do „cvjetanja“ mora (Vollenweider *et al.*, 1992; Anderson *et al.*, 2002; Smith 2003).

Po Gray (1992) eutrofikacija se pojavljuje kada se nutrijenti dodaju ekosistemu i dovode do povećanja autotrofnih i heterotrofnih organizama, s tim što se po ovom autoru isključuje prisustvo toksičnih supstanci.

Prema definiciji koju je dao Nixon (1995), eutrofikacija je povećanje stope snabdjevanja organskim supstancama u ekosistemu.

Definicija eutrofikacije po regionalnoj marinskoj konvenciji OSPAR (2003) podrazumijeva obogaćivanje vode nutrijentima što dovodi do povećanog razvoja algi, a sve to dovodi do narušavanja balansa organizama u vodi i kvaliteta vodenog ekosistema.

Definicija predložena od strane UNEP (2003) naglašava doprinos organskih supstanci, a eutrofikacija se definiše kao poremećaj životne sredine izazvan od strane suvišnog snabdevanja organskim supstancama.

Kvantitativnu procjenu eutrofikacije nije lako uraditi iako je odnos uzrok – efekat dobro definisan, a još davno je dobro objašnjena i dinamika eutrofikacije (Dugdale 1967).

Iako se parametri za procjenu eutrofikacije mogu lako mjeriti, postoji nekoliko

nedostataka (Karydis, 2001; Primpas and Karydis, 2009), a kao što su:

- (a) teško je napraviti razliku između hranljivih supstanci sistema i hranljivih supstanci koje potiču od ljudskih aktivnosti, odnosno diskriminaciju između prirodnih i antropogenih izvora;
- (b) fenomen se opisuje brojem promjenljivih, kao što su nitrati, nitriti, amonijak, fosfati, hlorofil, biomase fitoplanktona i transparentnosti vode, pri čemu je većina ovih promjenljivih međusobno povezana;
- (c) distribucija promjenljivih odstupa od normalnosti.

Dodatne teškoće proizilaze i iz algoritama koji se koriste tokom obrade podataka (Primpas *et al.*, 2008).

Obogaćenje mora organskim supstancama, eutrofikacija, praćeno je "cvjetanjem" mora. Kao posljedica "cvjetanja" mora javljaju se mukozni makroagregati. Oni nastaju tako što fitoplanktonski organizmi luče polisaharide koji se nakupljaju kao koloidne čestice (Kepkay 2000; Žutić and Svetličić, 2000). Koloidne čestice se agregiraju u krupnije čestice i kao konačni rezultat procesa agregacije nastaju makroagregati, nakupine gela, čija dužina može biti veća od 1 m. Pojam makroagregati poznat je po nazivu "morski snijeg" i sastoji se od živih, starih i uginulih ćelija fitoplanktona (dijatomeja, kokolitoforida, tekatnih dinoflagelata), nitastih cijanobakterija, fekalnih grudvica, dijelova zooplanktona, mineralnih čestica i ostalog detritusa (Azam and Long, 2001). Agregati predstavljaju mikrosredinu veoma pogodnu za razvoj bogate zajednice mikroorganizama (Simon *et al.*, 2002), koja je odvojena od okolnih voda, ali koje mogu vršiti razmenu sa njim u pogledu vrsta kompozicije.

Stvaranje agregata i "cvjetanje" mora je naročito problem u sjevernom Jadranu. Ovaj fenomen koga nazivaju još i "*mare sporco*", prvi put je zabilježen 1729. godine u sjevernom Jadranu (Della Torre Tassis 1748; Fonda Umani *et al.*, 1989) i nije bio uočen od 1930. do 1988. godine. U ljeto 1988., 1989. i 1991. godine ovi makroagregati su prekrili čitav sjeverni Jadran (Degobbis *et al.*, 1995). Razlog tome je povećana produkcija polisaharida od strane nekih dijatomeja (*Cylindrotheca closterium*, *Skeletonema costatum* i *Chaetoceros* spp.) koje su dominirale u tom periodu (Revelante and Gilmartin, 1991; Degobbis *et al.*, 1995). Prilikom "cvjetanja" algi može doći do razvoja toksičnih algi, čije "cvjetanje" može da uzrokuje niz problema u ekosistemu, uključujući mortalitet riba i školjaka, zatim trovanje školjkašima (Steidinger, 1983).

Otrovne vrste rodova *Dinophysis*, *Prorocentrum* i *Lyngulodinium* su rasprostranjene u evropskim obalnim morima (Sournia *et al.*, 1991) i mogu izazvati štetu u marikulturi (Arzul, 2001), kao i trovanje (dijareju) kod ljudi zbog prisustva derivata okadaične kiseline, a što je utvrđeno u srednjem Jadranu (Pavela-Vrančić *et al.*, 2006).

Istraživanja procjene kvaliteta vode naročito su u posljednje vrijeme intenzivirana, a od kada je implementirana Vodena Direktiva (Water Framework Directive, 2000/60) koja ima za cilj postizanje dobrog kvaliteta u Evropskim vodama do 2015. godine (EC, 2000). Direktiva definiše kriterijume kvaliteta, abiotske i biotske, za sediment i vodeni nivo i procjenjuje skalu sa 5 nivoa kvaliteta (High, Good, Moderate, Poor, Bad) (Primpas *et al.*, 2010). Water Framework Directive podstiče korišćenje indikatora za procjenu stanja vodenog ekosistema. Multivarijantna statistička metodologija, koja je često korišćena za procjenu nivoa eutrofikacije u evropskim obalnim vodama je PCA - Principal Component Analysis (Price *et al.*, 2006; Zou *et al.*, 2006).

Evropska agencija za zaštitu životne sredine (EEA) ima takođe za cilj poboljšanje ekološkog kvaliteta vode, jer je postalo jasno da je eutrofikacija postala ozbiljan problem u Evropskim obalnim vodama. Stoga EEA (2005) predlaže indikatore koji predstavljaju kvantitativnu mjeru koja se može koristiti da se prikažu promjene u ekosistemu.

Eutrofija je stanje gdje obogaćivanje vode hranljivim supstancama dovodi do intenzivnog razvoja fitoplanktona što ima za posljedicu poremećaj strukture i metabolizma ekosistema i može dovesti do hipoksije koja rezultira smanjenim prinosom ribe i poremećajem strukture ekosistema (Cognetti, 2001). Porast stepena trofije posredno pokazuje porast intenziteta eutrofikacije odnosno porast abundancije, biomase, brzine primarne produkcije, koncentracije nutrijenata (Magazzu 1981; Viličić 1989; Marasović *et al.*, 1995; Anderson *et al.*, 2002; Smith 2003). Međutim, u jako eutrofnom području se može desiti da je brojnost fitoplanktona mala, a kao posljedica smanjene providnosti usled povećanja količine organskih supstanci, posebno čestica u vodi.

Primarna organska produkcija, odnosno biomasa fitoplanktona, određena je nutrijentima, prije svega azotom i fosforom (Lean and Pick, 1981). Dugo vremena se smatralo da je azot limitirajući faktor u morskom ekosistemu (Hecky and Kilham, 1988,

Dodds *et al.*, 1993), ali su novija istraživanja Viličića i saradnika (2001) za zapadni dio Jadrana pokazala da je limitirajući faktor fosfor. Vukadin i Stojanski (2001) također navode da je fosfor limitirajući faktor za rast fitoplanktona, jer su veće vrijednosti azota u odnosu na fosfor u srednjem Jadranu posljedica većeg konzumiranja fosfora od strane fitoplanktona. Krom i saradnici (1991) za sjeverni Pacifik i Mediteran navode fosfor kao limitirajući nutrijent.

### **1.2.1. Eutrofikacija u Mediteranu**

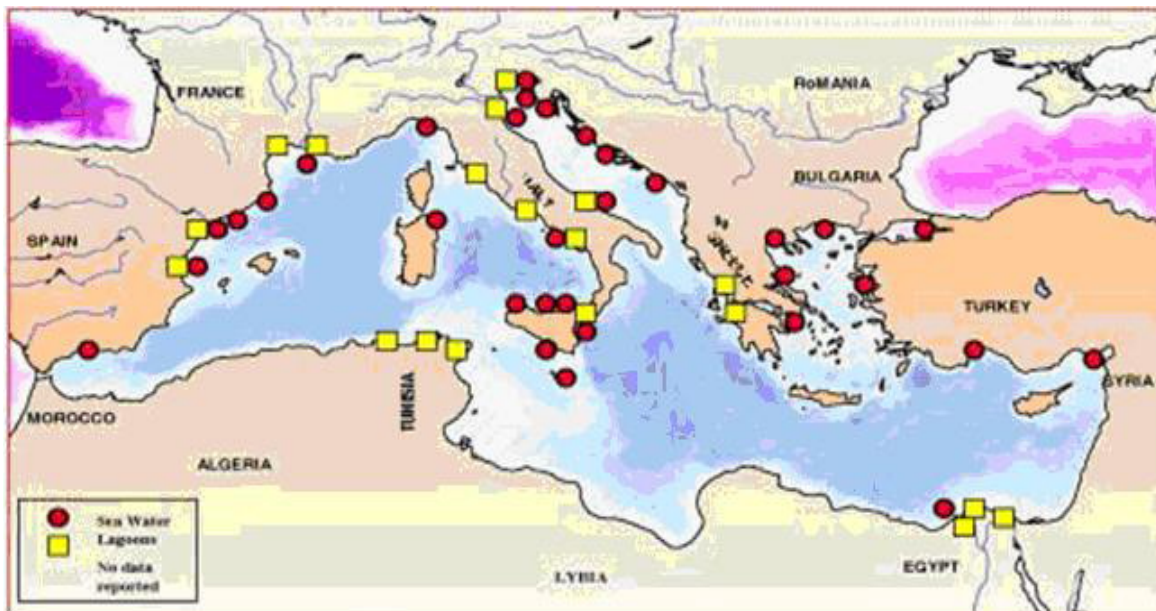
Mediteran je najveće poluzatvoreno more na Zemlji. Njegova površina je slična površini najvećih otvorenih mora okeana (Karipsko more) (Meybeck *et al.*, 2007). Sastoji se od dva basena, zapadnog (Alžirski zaliv i Tirensko more) i istočnog basena (Jonsko, Jadransko i Egejsko more i Levantinski zaliv).

Eutrofikacija, naročito obalnih površinskih voda, je intenzivno proučavani problem (Rodhe, 1969; Hooper, 1969; Vollenweider *et al.*, 1992). Ovaj fenomen je veliki problem u većini evropskih regionalnih mora, uključujući Mediteran i Crno more (EEA, 1999; 2001).

Oligotrofni karakter Mediterana je naznačen od strane brojnih autora (Ignatiades, 1976a; Krom *et al.*, 1991; Ignatiades *et al.*, 1995; Souvermezoglou *et al.*, 1999; Gotsis-Skretas *et al.*, 1999; Polat 2002; Ignatiades *et al.*, 2009). Mediteran karakteriše niska koncentracija nutrijenata, (Souvermezoglou *et al.*, 1999, navode da se koncentracija kretala 0,01–5  $\mu\text{M}$  za fosfate i 0,00-17  $\mu\text{M}$  za nitrate, i ova niska koncentracija ne može da podstrekne razvoj algi), zatim niska koncentracija hlorofila *a* (0,5  $\text{mg}/\text{m}^3$ ), mala brojnost fitoplanktona i niska organska produkcija. Prisustvo oligotrofije u sjeveroistočnom Mediteranu, gdje je maksimalna vrijednost mikroplanktona bila  $46,2 \times 10^3$  ćelija/l, a zabilježena je mala koncentracija hlorofila *a* (0,08-0,78  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), navedeno je od strane Balkis (2009). Oligotrofija se javlja zbog veoma niske koncentracije neorganskog fosfora, koji ograničava primarnu produkciju (Berland *et al.* 1980; Krom *et al.*, 1991; Thingstad and Rassoulzadegan, 1995, 1999; Thingstad *et al.*, 2005).

Ipak, i pored toga, u posljednje vrijeme koncentracije nutrijenata (nitrata i fosfata) su u porastu (Béthoux *et al.*, 1998), i antropogena eutrofikacija je postala veoma važna

ekološka tema u Mediteranskoj obalnoj zoni (UNESCO, 1988; Turley, 1999), zajedno sa efektima koje klimatske promjene imaju na ekosistem Mediterana (Francour *et al.*, 1994; Bianchi and Morri, 2000; Turley, 1999; Béthoux *et al.*, 2002) (Slika 2.).



Slika 2. Eutrofikacija u Mediteranu (Prema UNEP, 2003).

Povećan razvoj fitoplanktona može dovesti do nepravilnosti i zbog velikog porasta brojnosti toksičnih algi, odnosno do njihovog „cvjetanja“, naročito u visoko eutrofnim područjima kao što su Egejske priobalne vode (Gotsis-Skretas and Frigilos, 1990) i vode Crnog mora koje su pod uticajem antropogenog faktora, a to se odnosi i na razvoj poljoprivrede, industrije, kanalizacione ispuste domaćinstava, izgradnja luka i dr. (Baytut *et al.*, 2010). Oblast Crnog mora je okarakterisana visokom primarnom organskom produkcijom (Sorokin, 2002).

Do 2025. godine se predviđa da će broj stanovnika u Mediteranu porasti na 200-220 miliona, naročito na južnoj obali Mediterana (Barić and Gasparović, 1992). To će rezultirati eutrofikacijom i povećanim rizikom za stanovništvo u ovoj oblasti. Međutim, informacija o odgovoru fitoplanktona na progresivnu eutrofikaciju u Mediteranskim priobalnim područjima je uglavnom ograničena na evropskoj kontinentalnoj strani (Dali Yahia-Kéfi *et al.*, 2005).

### 1.2.2. Trofičnost u Mediteranu

Cloern (2001) ukazuje da promjene od oligotrofnih do eutrofnih voda vode do promjena

u sastavu vrsta i lanaca ishrane i naglasio je značaj i korisnosti indikatora kao alata za procjenu stepena eutrofikacije. Prema tome, iz perspektive istraživanja, odgovarajući indikatori trofičnog stanja u kombinaciji sa drugim podacima, mogu pomoći da se identifikuju promjene biodiverziteta u vremenu i prostoru. Međutim, morska sredina je važan resurs, ne samo u pogledu biodiverziteta, već i kao resurs za industriju, dobijanje slatke vode i rekreaciju. Dakle, skala trofičkog stanja morske vode može poslužiti kao relativni pokazatelj zdravlja ekosistema (Ignatides, 2005).

Klasifikacija morske vode na trofična stanja zasnovana je na biomasi algi i/ili hranljivih supstanci i drugih srodnih fizičkih i hemijskih parametara. Izrazi eutrofan, mezotrofan i oligotrofan se koriste subjektivno i proizvoljno, u većini slučajeva zbog nedostatka međunarodno prihvaćenog rangiranja i definisane granice za svaku kategoriju (Subba Rao, 2002).

Postoje brojni pokušaji da se objasni trofičko stanje ekosistema, odnosno brojni ekološki indeksi odnosno indikatori. Detaljan rad što se tiče određivanja vrijednosti nutrijenata ili skaliranje nutrijenata za Mediteran dat je od strane Ignatiades i saradnika (1992). Oni navode četiri varijable ili promjenljive za procjenu trofičkog stanja. Srednje vrijednosti koje karakterišu trofičke nivoe su:

Za oligotrofne vode P-PO<sub>4</sub>: 0,02 μM, N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub>: 0,21 μM, N-NH<sub>4</sub>: 0,36 μM.

Za mezotrofne vode P-PO<sub>4</sub>: 0,09 μM, N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub>: 0,33 μM, N-NH<sub>4</sub>: 0,84 μM.

Za eutrofne vode P-PO<sub>4</sub>: 0,34 μM, N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub>: 0,53 μM, N-NH<sub>4</sub>: 1,15 μM.

TRIX indeks je uveden od strane Vollenweider i saradnika (1998). U izračunavanju TRIX-a nutrijenti su predstavljeni rastvorenim neorganskim azotom i totalnim fosforom, fitoplanktonska masa hlorofilom *a*, a intenzitet produkcije sistema zasićenjem mora kiseonikom. Predložena skala eutrofikacije prema TRIX indeksu je: 2 < TRIX < 4 High-visokog kvaliteta, 4 < TRIX < 5 Good-dobrog kvaliteta, 5 < TRIX < 6 Moderately-umjerenog kvaliteta, 6 < TRIX < 8 Poor-lošeg kvaliteta (Pettine et al., 2007). Takođe za procjenu trofičkog stanja su konstruisani logaritmi nutrijenata (Karydis *et al.*, 1983.).

Međunarodne organizacije su predložile vrijednosti nutrijenata za procjenu eutrofičkog nivoa: OECD (1982) preporučuje godišnje srednje vrijednosti, dok OSPAR (2001, 2003) preporučuje sezonske srednje vrijednosti. Predložene vrijednosti su u skladu sa zahtjevima Water Frame Directive i njenom podjelom na ekološke klase.

Određivanje vrijednosti hlorofila *a* za procjenu trofičkog stanja dato je od strane Ignatiades (2005). Srednje vrijednosti hlorofila *a* se kreću od 0,16 do 0,37 mg/m<sup>3</sup> za oligotrofan sistem, 0,45 do 0,61 mg/m<sup>3</sup>, za mezotrofan sistem (offshore Saronikos Gulf water) i 1,16 do 1,84 mg/m<sup>3</sup> za eutrofan sistem. Skalu koncentracija hlorofila *a* predložio je i Karydis (1999). Ova skala obuhvata četiri trofička nivoa: eutrofno, visoko mezotrofno, nisko mezotrofno i oligotrofno. Ovu skalu su modifikovali Simboura i saradnici (2005) i dali su skalu stanja trofije (High - voda visokog kvaliteta, Good - voda dobrog kvaliteta, Moderate - voda umjerenog kvaliteta, Poor - siromašna voda, Bad - loša voda) koja se podudara sa 5 nivoa ekološkog statusa kako je predloženo u Water Frame Directive. Kitsious i Karydis (2000) za svoju klasifikaciju na oligotrofno, manje mezotrofno, više mezotrofno i eutrofno stanje pored koncentracije nutrijenata uzimaju i broj fitoplanktonskih ćelija. Za određivanje skale eutrofikacije bazirane na brojnosti fitoplanktona ne postoji mnogo radova. Kitsiou i Karydis (2001, 2002) su predložili sledeću skalu: do  $6 \times 10^3$  ćel./l su oligotrofne vode, od  $6 \times 10^3$  do  $1,5 \times 10^5$  ćel./l mezotrofne vode i više od  $1,5 \times 10^5$  ćel./l su eutrofne vode.

### 1.2.3. Eutrofikacija u Jadranu

Jadransko more je sjeverni izdanak Sredozemnog mora (Mediterrana), i čini samo 4,6 % od ukupne njegove površine (Riđanović *et al.*, 1999). Od Jonskog mora je odvojeno Otrantskim vratima širine 70 km, te Otrantskim pragom 789 m dubokim. Jadran se sastoji od tri basena sa jednakim fizičkim osobinama: sjeverni, srednji i južni Jadran (Artegiani *et al.*, 1997). Sjeverni Jadran je najplići, sa prosječnom dubinom od 40 m, srednji ima dubinu do 270 m i južni je najdublji sa najvećom dubinom koja je izmjerena u Južnojadranskoj kotlini od 1 243 m. Cirkulacija u Jadranu je ciklična što je razumljivo zbog uliva slatke vode sjevernih rijeka Jadrana (Orlić *et al.*, 2007).

U posljednje vrijeme posebna pažnja se posvećuje proučavanju eutorifikacije, a istaživanja su podstaknuta konvencijama koje se odnose na zaštitu mora. Takve su Ženevska 1958, Barselonska 1976, Mediteranski akcioni plan (MAP) 1975, Helsinška konvencija (HELCOM) 1992 i Konvencija za zaštitu Sjevero-Istočnog Atlantika (OSPAR) 1998.

U Jadranu, ima nekoliko pokušaja da se procijeni stanje trofičkog statusa loka-



lnih regiona primjenom empirijskih indeksa, statističkih analiza i kartografskih procedura. Za klasifikaciju priobalnih voda u oligotrofne, mezotrofne i eutrofne vode, predloženi su brojni indeksi. U sjevernom Jadranu to su biotički indeksi koji se odnose na koncentraciju hlorofila *a* (Giovanardi and Tromellini, 1992) korišćenjem OECD-a statističke metodologije (Vollenweider and Kerekis, 1982). Vollenweider i saradnici (1998) predlažu empirijske indekse kvaliteta vode korišćenjem serije fizičkih, hemijskih i fitoplanktonskih varijabli.

### 1.2.3.1. Eutrofikacija u sjevernom Jadranu

Povećana količina organskih supstanci, odnosno eutrofikacija, uočena je u cijelom Jadranu. Ipak najviše izložen procesima eutrofikacije je sjeverni Jadran, koji je najplići i pod najsnažnijim uticajem slatke vode i nutrijenata koji potiču od rijeke Po (Pettine *et al.*, 1998), ali je i obala sjevernog Jadrana ograničena i većim brojem manjih rijeka (Raicich, 1996). Sjeverni Jadran je među najproduktivnijim područjima u Mediteranu (Sournia, 1973). Povećana koncentracija nutrijenata izaziva pojačan razvoj fitoplanktona (Relevante and Gilmartin 1976a; N. and T. Tegaccia 1983; Gilmartin *et al.*, 1990; Vollenweider *et al.*, 1992; Giordani *et al.*, 1997; Zavatarelli *et al.*, 1998; Harding *et al.*, 1999; Zavatarelli *et al.*, 2000; Mauri and Poulain, 2001).

Mangoni i saradnici (2008) navode da je biomasa, odnosno koncentracija hlorofila *a*, u sjevernom Jadranu blizu ušća rijeke Po iznosila i do 15,77 mg/m<sup>3</sup>. Pojačanim razvojem fitoplanktona dolazi do procesa „cvjetanja“ algi. Najveća abundanca fitoplanktona i biomasa za vrijeme „cvjetanja“ fitoplanktona je zabilježena južno od ušća rijeke Po (Štirn 1969; Smodlaka 1986; Viličić 1991). Uzroci „cvjetanja“ fitoplanktona u sjevernom Jadranu nisu još u potpunosti poznati, ali ovoj pojavi nesumnjivo pogoduju kružne struje koje su prisutne u ljetnom periodu, nedostatak pada-vina, slabi vjetrovi i dinamika vodenih masa u tom periodu (Marchetti, 1988).

Viličić i saradnici (2009) su našli da sjeverozapadni dio, odnosno da su na pozicijama u zapadnom dijelu vrijednosti fitoplanktona veće (prosječna vrijednost je bila 1,9 x 10<sup>5</sup> ćel./l). To je razumljivo s obzirom da je unos nutrijenata povezan sa ulivom slatke vode rijekom Po, dok je sjeveroistočni region uglavnom oligotrofan zbog uticaja EAC - istočnih struja (Artegiani *et al.*, 1997; Gačić *et al.*, 2001) i oligotrofnih karstičnih

rijeka (Viličić *et al.*, 2008). Istočne struje dovode u istočni Jadran vode visokog saliniteta i siromašne nutrijentima iz Jonskog i Levanskog mora (Orlić *et al.*, 2007).

Bosak i saradnici (2009) u Limskom zalivu navode visoku brojnost dijatomeja i prisustvo vrsta koje preferiraju oblasti bogate nutrijentima, što pokazuje da su antropogeni uticaji i ovdje prisutni.

Možetić i saradnici (1998) u svom radu koji se odnosi na Tršćanski zaliv nalaze visoke vrijednosti fitoplanktona i koncentracije hlorofila *a*.

Tokom „cvjetanja“ fitoplanktona more se obogaćuje polisaharidima, a intenzitet procesa zavisi od koncentracije nutrijenata (Penna *et al.*, 1999). Diyatomeje pojačano izlučuju polisaharide, u uslovima kada je fosfor limitirajući faktor i tada može doći do formiranja mukoznih makroagregata (Alcoverro *et al.*, 2000). Uslovi spoljašnje sredine koji utiču na formiranje makroagregata uključuju limitirajući fosfor, koji utiče na količinu fitoplanktonske ekskrecije (Obernosterer and Herndl, 1995) i na bakterijsku aktivnost (Danovaro, 1998), te meteorološke uslove i struje.

Sastav fitoplanktona koji se pojavljuje u agregatima pokazuje veliku varijabilnost. Pucher-Petković i Marasović (1987) navode nekoliko bentosnih dijatomeja kao dominantne tokom pojave agregata 1983. godine. Honsell i Cabrini (1990) navode veliku brojnost *Pseudo-nitzschia*, *Skeletonema costatum* i *Gonyaulax hyalina*. Totti i saradnici (1993) ističu veliku brojnost vrsta *Cerataulina pelagica*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Cylindrotheca closterium* i *Gonyaulax fragilis* za vrijeme agregata 1989. godine. Revelante i Gilmartin (1991) su u agregatima ispred delte rijeke Po pronašli veliku gustinu vrsta *Nitzschia longissima* i *Cylindrotheca closterium*. Pistocchi i saradnici (2005) u svom radu navode značaj dinoflagelata *Gonyaulax fragilis* u makroagregatima i ispitujući stepen rasta u različitim medijima, došli su do zaključka da mediji bogati nutrijentima pogoduju razvoju ove vrste. Mnoge studije ističu da promjene u strukturi fitoplanktona mogu dovesti do neprilika i velikog porasta toksičnih algi odnosno do njihovog „cvjetanja“ (Legović and Justić, 1997).

Postoji nekoliko taksona koji se ponavljaju i koji čine sastav fitoplanktona u ljetnjem periodu u posljednjih 15 godina, kao što su: *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros spp.*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *P. delicatissima*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Prorocentrum micans* i *Cylindrotheca closterium* (Totti *et al.*, 2002; Bernardi -

Aubry *et al.*, 2004).

Viličić i saradnici (2007b) su proučavali Lirski kanal i prisustvo toksičnih dinoflagelata. Zabilježeno je 5 toksičnih vrsta: *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. fortii*, *Lingulodinium polyedrum* i *Prorocentrum minimum*. Povećana abundanca je pronađena i kod *Dinophysis acuminata*, *D. fortii* i *Prorocentrum minimum*. U Lirskom zalivu ove dinoflagelate su rijetke.

### 1.2.3.2. Eutrofikacija u srednjem Jadraniu

Srednji Jadrani je dublji od sjevernog Jadrana, maksimalna dubina mu je 270 m (Totti *et al.*, 2000). U ovom dijelu Jadrana procesi eutrofikacije su manje izraženi u odnosu na sjeverni Jadrani, ali je eutrofikacija prisutna. Marasović (1989), te Marasović i saradnici (1991), našli su da je zbog intenzivne eutrofikacije izraženo „cvjetanje“ fitoplanktona, uz razvoj toksičnih vrsta.

Zrmanja, plitak i visoko stratifikovani estuar u centralnom Jadraniu, je okarakterisan kao oligotrofno područje, gdje je fosfor limitirajući faktor i ograničava rast fitoplanktona (Burić *et al.*, 2007, Viličić *et al.*, 2007a).

Krka estuar je visoko stratifikovan estuar (Žutić and Legović, 1987), dosta uzak izuzev dva šira dijela – Prokljan jezero i Šibenik luka. U luci Šibenik je prisutna hipereutrofikacija.

Ninčević i Marasović (1998) navode da je biomasa fitoplanktona veoma važan faktor u determinaciji trofičkog nivoa morskog ekosistema. Ovi autori u Kaštelanskom zalivu, koji je okarakterisan kao najeutrofniji zaliv na istočnoj obali Jadrana, zabilježili su visoku koncentraciju hlorofila *a* od 24,87 mg/m<sup>3</sup>, koja se javlja u periodu „cvjetanja“ toksične dinoflagelate *Gonyaulax polyedra*. Ovi autori potvrđuju navode Morris i saradnika (1985) da fotosintetička aktivnost ne zavisi toliko od veličine ćelija kao što zavisi od sastava fitoplanktona, fiziologije ćelije, starosti ćelija i ekoloških faktora (svjetlost, nutrijenti i dr.). Od 1980. godine kada je prvi put zabilježeno „cvjetanje“ ove alge, ona se pojavljuje stalno u zalivu i povremeno je glavni uzročnik mortaliteta morskih organizama, a usled nedostatka kiseonika na dnu (Marasović and Vukadin, 1982; Marasović *et al.*, 1991; Marasović *et al.*, 2005). Marasović i saradnici (2005) u svom istraživanju o eutrofikaciji u Kaštelanskom zalivu takođe navode vrstu *Gonyaulax*

*polyedra* koja je od svog pojavljivanja prije 20-tak godina stalno prisutna, čak su i zabilježene vrijednosti do  $10^7$  ćel./l. Međutim posljednjih godina manje je prisutna u populaciji fitoplanktona, što govori o restabilizaciji pomenutog sistema, sa odsustvom trećeg ljetnjeg maksimuma. Na prisustvo eutrofije u Kaštelanskom zalivu ukazali su i Bojanić i saradnici (2006).

Totti i saradnici (2000) naglašavaju oligotrofan karakter srednjeg Jadrana, koji je prikazan dominacijom nanoplanktona (uglavnom fitoflagelata) tokom čitavog perioda istraživanja. Međutim brojnost mikroplanktona koja je nađena govori takođe o prisutnoj eutrofikaciji u srednjem Jadranu.

Dominacija nanoplanktona je karakteristika oligotrofnih sistema (Viličić *et al.*, 1995) dok je povećanje brojnosti mikroplanktona uslovljeno visokom koncentracijom nutrijenata (Revelante and Gilmartin, 1976a; Viličić *et al.*, 1989).

Vukadin i Stojanski (2001) su proučavali koji nutrijent je limitirajući faktor u srednjem Jadranu, s obzirom da su azot i fosfor osnovni elementi primarne produkcije. Došli su do rezultata da je glavni limitirajući faktor fosfor.

### **1.2.3.3. Eutrofikacija u južnom Jadranu**

Južni Jadran je pod uticajem dvije priobalne struje koje teku, jedna sa sjevera duž zapadne strane, a druga sa juga duž istočne strane (Gačić *et al.*, 1996). Struja duž zapadne (italijanske) strane potiče iz sjevernog Jadrana, jedne od najproduktivnijih oblasti Mediterana. Struja duž istočne (balkanske) obale dolazi iz centralnog Mediterana (Jonsko more), najoligotrofnijeg područja na svijetu (Yacobi *et al.*, 1995). Kao posljedica toga južni Jadran je izrazito oligotrofan, izuzev italijanskih obalnih područja koja su pod uticajem sjevernih, nutrijentima obogaćenih voda (Orlić *et al.*, 1992).

Južni Jadran je okarakterisan kao izrazito oligotrofan. Međutim i pored generalno oligotrofnog karaktera, obalni dio je pod sve većim uticajem čovjeka i sa povećanom eutrofikacijom (Viličić, 1983).

Viličić je u svojim radovima 1982., 1984. i 1985. godine, a koji se odnose na dinamiku fitoplanktona u južnom Jadranu, tačnije na pozicijama u široj okolini Dubrovnika zabilježio vrijednosti mikroplanktona i do  $10^6$  ćel./l. Uglavnom su dominirale vrste iz rodova *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Hemiaulus*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*,

*Skeletonema, Thalassiotrix, Ceratium, Oxytoxum, Gonyaulax i Peridinium.*

Viličić i Stojanoski (1987) su proučavali sastav fitoplanktona i koncentraciju nutrijenata u centralnom i južnom Jadranu. Viličić i saradnici (1989) su istraživali tri pozicije u južnom Jadranu, i to zalive Župa, Gruž i Mali Ston. U zalivu Gruž vrijednosti mikropilanktona su bile i do  $10^7$  ćel./l što karakteriše ekstremno eutrofno područje. Oni su područja podjelili na kategorije (I, II, III i IV) prema trofičkom nivou koji je baziran na gustini fitoplanktona. Zaliv Gruž i Mali Ston su svrstali u IV kategoriju, zaliv Župa u II kategoriju.

U južnom Jadranu, duž Albanske obale Viličić i saradnici (2010) su proučavali sastav i brojnost fitoplanktona i našli da se brojnost fitoplanktona kretala reda veličine  $10^5$  ćel./l.

Rubino i saradnici (2009) su u okviru INTEREG II Albania-Italija Projekta istraživali sjeverni dio Albanske obale (zaliv Drin) i sjeverni dio Italijanske obale (zaliv Manfredonia), koji su na suprotnim stranama na južnom Jadranu. I na jednoj i na drugoj strani južnog Jadrana vrijednosti fitoplanktona su bile dosta niske (karakteristične za oligotrofno područje), s tim što su na italijanskoj obali bile više zbog uticaja struje koja donosi vodu bogatiju nutrijentima.

#### **1.2.3.4. Fitoplankton u Bokokotorskom zalivu**

Prvi podaci o fitoplanktonu Bokokotorskog zaliva potiču od sredine XIX vijeka (Ercegović, 1938) i obuhvatili su samo pojedina godišnja doba, ne i čitavu godinu. I istraživanja fitoplanktona koja su obavljali Dobrosavljević (1971), Viličić (1983), Venediktov i saradnici (1989), Vukanić i saradnici (1989) obuhvatala su samo pojedina godišnja doba. Istraživanja Mandić i Stjepčević (1972), Dobrosavljević (1983) i Viličić (1986; 1989) vršena su tokom cijele godine.

Najveći doprinos proučavanju fitoplanktona Bokokotorskog zaliva dao je Vuksanović. Istraživanja Vuksanovića (1983; 2000–2006) koja su se odnosila na provjeru kvaliteta vode za kupanje i rekreaciju bila su delom parcijalna, delom su bila potpuna i obuhvatala su čitav jedan godišnji ciklus. On se bavio najvećim djelom proučavanjem kvalitativnog i kvantitativnog stanja fitoplanktona, a na osnovu tih podataka i dolazio do neke opšte slike stepena eutrofikacije u Bokokotorskom zalivu.

Doprinos poznavanju fiziološke strukture fitoplanktona dala je i Krivokapić (2005a,

2005b, 2006, 2007a, 2007b, 2008, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2010c).

Drakulović i saradnici (2010) su dali prikaz sastava i gustine fitoplanktona duž Crnogorskog primorja, tokom parcijalnih istraživanja. Dinamiku fitoplanktona u Bokokotorskom zalivu su takođe proučavali Drakulović i saradnici (2011).

Bosak i saradnici (2011) su dali doprinos poznavanju sastava fitoplanktona kao indikatora trofičnosti u Bokokotorskom zalivu.

Doprinos razumjevanju “grazing” pritiska kopepoda na zajednicu fitoplanktona u Bokokotorskom zalivu dali su Lučić i saradnici (2011).

Na osnovu svega prethodno navedenog, može se zaključiti da ne postoji kontinuitet podataka do danas, odnosno ne postoji npr. jedna referenta pozicija koja bi se stalno radila. To je veliki nedostatak za praćenje dinamike fitoplanktona i dobijanja kompletne slike o strukturi i promjenama koje su se dešavale.

#### **1.2.3.5. Eutrofikacija u Bokokotorskom zalivu**

Posljedica sve većeg antropogenog uticaja javlja se u Bokokotorskom zalivu, naročito u njegovom najzavučenijem dijelu, Kotorskom zalivu.

Prema rezultatima Viličić iz 1981, zaliv je već tada okarakterisan kao područje koje dobija karakteristike eutrofnog.

Proučavajući sezonski aspekt procentualnog sastava fitoplanktona Vuksanović (1983) je uočio „cvjetanje“ fitoplanktona tokom cijele godine sa pojačanim intenzitetom u hladnijem periodu. Cvetanje je bilo dijatomejskog karaktera gdje preovladava jedna ili više vrsta istog roda ili pak više rodova.

I Viličić je 1983. godine analizirao zimski aspekt fitoplanktona i uočio takođe „cvjetanje“. Vrijednosti mikroplanktona su se kretale i do  $10^6$  ćel./l i uočena je dominacija eutrofnih vrsta, *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicum* i *Chaetoceros delicatulus*.

Viličić (1986) je vršio istraživanje gustine i ćelijskog volumena fitoplanktona u Kotorskom zalivu i na osnovu raspodjele učestalosti količine fitoplanktona, pokazao da je Kotorski zaliv jedan od najizloženijih ekosistema eutrofikaciji uz istočnu obalu Jadrana.

Koristeći kriterijume za klasifikaciju trofičnosti područja prema Yamada i sara-

dnici (1980), istraživanja Regner i saradnika (2001) u kojima su nađene visoke vrijednosti fosfata, zasićenja kiseonikom na površini i abundance mikroplanktona, svrstavaju Kotorski zaliv u ekstremno eutrofno područje.

Tokom parcijalnih istraživanja Vuksanovića i saradnika od 2000-2007. godine, vrijednosti fitoplanktona koje su se kretale i do  $10^7$  ćel./l ( $1,5 \times 10^7$  u martu mjesecu 2004.) potvrđuju da se problem eutrofikacije sve više povećava.

Kao značajni pokazatelji sredina bogatih nutrijentima javljaju se fitoplanktonske vrste koje preferiraju takve sredine. Vuksanović i saradnici (2002) su zabilježili dominaciju vrsta roda *Skeletonema*, dok su Vuksanović i saradnici (2003) zabilježili dominaciju vrste *Leptocylindrus minimus*. Posljednjih godina je dominantna penatna dijatomeja *Thalassionema nitzschioides* (Drakulović *et al.*, 2010; 2012).

U toku praćenja kvaliteta vode za kupanje i rekreaciju u periodu od 1996. do 2003. godine, uzimajući u obzir providnost vode, njenu boju, zasićenje kiseonikom, kao i biomasu fitoplanktona i heterotrofnih bakterija, Regner i saradnici (2005) su našli da je 30 % lokaliteta u zalivskom području okarakterisano kao eutrofno u odnosu na prozirnost, a u odnosu na boju 33 % lokaliteta.

Proučavajući koncentraciju hlorofila *a*, Krivokapić i saradnici (2005a) su našli vrijednosti od  $7,48 \text{ mg/m}^3$ , što je dosta visoka vrijednost.

Krivokapić i saradnici (2009b) su proučavali biomasu fitoplanktona i odredili bimodalni ciklus sa maksimumom u zimskom periodu i vrijednošću od  $6,47 \text{ mg/m}^3$ . Krivokapić i saradnici (2011) su proučavajući trofičko stanje u Bokokotorskom zalivu došli do zaključka da je zaliv još uvijek oligo-mezotrofan, ali ipak naglašavaju da promjene koje se dešavaju dovode do sve većih promjena i opasnosti da zaliv dobije karakteristike eutrofnog područja.

Važno je napomenuti da je Crna Gora od 2007. godine uključena u MEDPOL program. To je program za procjenu i kontrolu zagađenja Mediterana, prihvaćen od strane MAP - Mediteran Akcionog Plana. Četvrta faza ovog programa je počela od 2006. i trajeće do 2013. godine. Kao i u prethodnim fazama MEDPOL programa procjena je trebalo da bude zasnovana na podacima koje prijavljuju nacionalne institucije koje učestvuju u programu. Pri tom program monitoringa obuhvata:

1. Program praćenja kvaliteta obalnih, tranzicionalnih (bočatih) i morskih voda.
2. Program praćenja eutrofikacije.

3. Program praćenja bioloških indikatora.
4. Program praćenja kvaliteta voda za marikulturu i ekotoksikologija riba.
5. Program praćenja kvaliteta voda za kupanje.

### 1.3. FITOPLANKTON I NJEGOVA DINAMIKA

Fitoplankton se odlikuje velikom brojnošću vrsta koje čine najvažnije primarne producente na nivou cijele naše planete, jer na godišnjem nivou, biomasa i produkcija fitoplanktona znatno prevazilaze iste kod kopnenih ekosistema na Zemlji. Sve organske supstance se proizvode od strane autotrofnih organizama (fitoplankton, nitrifikacione i sumporne bakterije) i ne ostaju u njima već procesom lanaca ishrane dolazi do kruženja materije u morskom ekosistemu (Levinton, 2001).

Dinamiku populacije fitoplanktona možemo morfološki uporediti sa oblacima u atmosferi. Postoje dvije vrste oblaka, oblaci fitoplanktona i oblaci herbivora (zooplanktona). Koji će oblak biti dominantan u nekom trenutku zavisi od hidrografskih faktora ali i od metaboličke aktivnosti planktona. Pri povoljnim hidrografskim uslovima, razvijaju se fitoplanktonski organizmi i razvijen oblak ovih organizama pruža povoljne uslove za razvoj herbivora. Populacija herbivora se redukuje kada nestane hrane i herbivore oslobađaju svoje produkte metabolizma. Ovi, opet, predstavljaju hranu za fitoplanktonske organizme. Tako se ovaj dinamičan proces stalno ponavlja u vremenu i prostoru (Viličić, 2003).

Pojava fitoplanktonskih organizama varira u prostoru i vremenu. U plićim obalnim morima u fitoplanktonu mogu dominirati bentosne mikroalge i to najčešće penatne dijatomeje, zelene alge koje se bolje resuspendiraju za vrijeme jakih vjetrova i struja (Lucas *et al.*, 2000, 2001). U blizini ušća rijeka, slatka voda donosi velike količine hranljivih supstanci, međutim veliki dotok slatke vode smanjuje prozirnost vode, pa se fitoplankton ne razvija na samom ušću. Na udaljenosti od ušća ili ukoliko dotok vode oslabi i pod uslovima da su svjetlosni uslovi povoljni, dolazi do intenzivnijeg razvoja fitoplanktona (Sancetta, 1989; Pearl *et al.*, 1998).

U morima su izražene sezonske promjene primarne pelagičke mase i strukture zajednica. U umjereno toplim morima (Jadran) intenzivni razvoj fitoplanktona javlja se dvaputa godišnje, prolječni i jesenji maksimum (bimodalni ciklus) (Mura *et al.*, 1996).



Za bimodalni ciklus je karakterističan mnogo veći maksimum u obalnom moru u odnosu na otvoreno more, zbog veće koncentracije nutrijenata (Cebrián and Valiela, 1999). Ljetnji maksimum po pravilu izostaje, zbog ljetnje stratifikacije. Međutim, ukoliko je prisutan stalni antropogeni dotok hranljivih soli onda dolazi do ljetnjeg maksimuma, što je slučaj sa Bokokotorskim zalivom, naročito njegovim najzavučenijim djelom (Kotorski zaliv) (Drakulović *et al.*, 2010; 2012). Proljećni maksimum uglavnom čine dijatomeje, koje su dominantne u hladnijem periodu. Dinoflagelate karakteristične za topliji period, kada se javlja ljetnji maksimum, javljaju se u velikom broju i prevladavaju nad dijatomejama. Ustvari, nakon proljećne dominacije dijatomeja, slijedi dominacija dinoflagelata u ljetnjem periodu (Ignatiades 1976b, Revelante *et al.*, 1984).

Pored toga što su dijatomeje kao grupa brojnije u hladnijem periodu, pojedine vrste različito reaguju na koncentracije nutrijenata. Tako se vrsta *Dactyliosolen fragilissimus* bolje razvija u vrijeme kada fosfor ograničava razvoj fitoplanktona, dok vrste roda *Chaetoceros* dominiraju kada je azot limitirajući faktor (Carlsson and Granelli, 1999).

Sezonske promjene u taksonomskom sastavu fitoplanktona uslovljene su (Hansson and Carpenter, 1993) različitim faktorima, fizičkim (svjetlost, temperatura), hemijskim (koncentracija nutrijenata i organskih molekula) i biološkim (ekskrecija organske supstance i aktivnost herbivora).

Ukoliko je intenzitet poremećaja u ekosistemu čest, prevladava mali broj vrsta koje mogu opstati, a ukoliko je intenzitet poremećaja smanjen dolazi do razvoja većeg broja vrsta i porasta indeksa diverziteta vrsta (Flöder and Sommer, 1999).

#### **1.4. FITOPLANKTONSKI ORGANIZMI KAO BIOINDIKATORI**

Alge su osjetljive na kvalitativne i kvantitativne promjene osobina vode, pa se zato javljaju kao značajni indikatori stepena zagađenosti voda. Stoga, pri ispitivanju stepena zagađenosti vode, osim fizičko-hemijskih analiza, treba izvršiti i biološku analizu vode. Biološkom analizom, na osnovu prisutnosti organizama, moguće je ustanoviti uzrok obojenosti i mirisa vode, porijeklo vode (površinska ili duboka), uzrok njene zagađenosti, uticaj otpadnih voda na prirodne, stepen samočišćenja itd. Takođe na osnovu bioloških analiza može se zaključiti o prisustvu pojedinih jedinjenja u vodi (Blaže-

nčić, 2000).

Svaka grupa fitoplanktona različito reaguje na promjene fizičko-hemijskih karakteristika kao npr. temperature, svjetlosti, saliniteta, količine nutrijenata i dr.

Ako se uzme u obzir temperatura, određene vrste fitoplanktona su karakteristične za određene temperaturne uslove u moru kao npr. vrste rodova *Dictyocha*, *Calciosolenia*. Vrste roda *Dictyocha* podnose hladnije periode, dok alge roda *Calciosolenia* podnose toplije periode (Jasprica and Carić, 2001). Takođe dinoflagelate se bolje razvijaju pri višim temperaturama. Tada se razvijaju u velikom broju i mogu da se namnože i da dođe do njihovog „cvjetanja”. Dijatomeje se uglavnom masovno razvijaju u hladnijem periodu. Međutim, za njih je karakteristično da su eurivalentne vrste, prisutne tokom čitave godine, ali sa maksimalnim razvojem pri nižim temperaturama vode.

Svjetlost je neophodna za razvoj fitoplanktonskih algi, ali i ona može biti uzrok smanjene produkcije, tako da nedovoljna količina svjetlosti smanjuje intenzitet fotosinteze i količinu sintetisanih organskih supstanci. Međutim, i prejaka svjetlost negativno djeluje na alge pa se nekad može javiti potpovršinski maksimum biomase, odnosno maksimalna brojnost fitoplanktonskih algi se javlja ispod površine vode (na dubini između 2 i 5m). Tako se silikatne alge bolje razvijaju na mjestima koja se odlikuju slabijim intenzitetom svjetla kao npr. vrste rodova *Skeletonema* i *Coscinodiscus.*, *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia castracanei* (Parsons *et al.*, 1978; Sournia 1982). Dinoflagelate se bolje razvijaju pri jačem svjetlosnom intenzitetu (vrste rodova *Gonyaulax*, *Gymnodinium* itd.).

Salinitet je jako značajan za rasprostranjenje i rast fitoplanktona. Tako se dijatomeje bolje razvijaju u uslovima smanjenog saliniteta u estuarijima, sve do saliniteta 3 (Rijstenbil, 1988). Nasuprot njima ima grupa koje se bolje razvijaju pri većem salinitetu kao npr., planktonska zelena alga *Halosphaera viridis* koja ne živi u vodi manjeg saliniteta od 33‰.

Hemijski faktori neophodni za rast fitoplanktonskih organizama su nutrijenti. Povećana koncentracija nutrijenata, dovodi do jače eutrofikacije. U ekosistemu sa povećanim intenzitetom eutrofikacije preovladavaju određene vrste fitoplanktona, kao dijatomeje (vrste roda *Pseudonitzschia* i *Skeletonema*, *Leptocylindrus danicus* itd.), dinoflagelate (*Prorocentrum minimum*, vrste roda *Gymnodinium*), koje preferiraju nutri-

jentima bogato područje i koje su jako dobri indikatori stanja ekosistema (Revelante and Gilmartin 1980, 1985; Pucher-Petković and Marasović 1980; Bosak *et al.*, 2009; Drakulović *et al.*, 2010; 2012).

Inače, bolji pokazatelj intenziteta eutrofikacije, a time i bolji indikator zagađenja mora je količina mikroplanktona, nego količina nanoplanktona (Viličić, 1989). Naime, male ćelije nanoplankton, prevladavaju u oligotrofnim vodama, dok mikroplankton dominira u područjima sa povećanom koncentracijom nutrijenta (Thingstad and Sakshag, 1990). Pored promjena u kvalitativnoj strukturi dolazi i do promjena u kvantitativnoj strukturi. Kao posljedica intenzivne eutrofikacije dolazi do „cvjetanja“ fitoplanktonskih organizama, odnosno do povećanja brojnosti onih grupa koje su najbolje prilagođene novonastalim uslovima (povećana količina organskih supstanci, smanjenje koncentracije kiseonika i dr.). Tako je u Bokokotorskom zalivu (Drakulović *et al.*, 2010; 2011) u julu mjesecu 2010. godine došlo do „cvjetanja“ dijatomejske vrste *Thalassionema nitzschioides*. U tom periodu bila je smanjena ukupna brojnost vrsta. Samo vrste koje su se najbolje prilagodile novonastalim uslovima bile su prisutne. Međutim, neke grupe fitoplanktonskih organizama sintetišu toksine i ako se one razvijaju u velikom broju mogu se desiti neželjene posljedice. „Cvjetanje“ fitoplanktona uz sintezu toksina uzrokuju većinom vrste dinoflagelata, sa gustom populacijom od  $10^6$  do  $10^8$  ćel./l (Jacques and Sournia 1979). U Jadranu Honsel i saradnici (1992); Honsel, (1993), te Marasović i saradnici (1995) navode oko 15 toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta dinoflagelata. Neke od njih su *Alexandrium minutum*, *A. tamarense*, *Dinophysis acuminata*, *D. acuta*, *D. fortii*, *Prorocentrum minimum*.

## 1.5. DIVERZITET VRSTA

Diverzitet vrsta predstavlja broj različitih vrsta na nekom određenom području definisano određenom mjerom rasprostranjenosti kao što je broj jedinki ili biomase. Druga mjera za diverzitet vrsta je jednakost vrsta koja predstavlja relativno bogatstvo sa kojim je svaka vrsta prisutna u nekoj oblasti. Ekosistem u kome su sve vrste predstavljene približno istim brojem jedinki ima visoku jednakost vrsta. Ekosistem ima nisku jednakost vrsta ako su neke vrste predstavljene velikim brojem, a druge sa tek nekoliko jedinki. Da li će diverzitet biti veći ili manji zavisi od stanja ekosistema. Kada je prisutna velika količina organskih supstanci, odnosno kada se javlja „cvjetanje“,

populacija fitoplanktona se sastoji od malog broja vrsta koje su se prilagodile tim uslovima, odnosno diverzitet je nizak. Tako od 3 400 - 4 100 poznatih vrsta fitoplanktona, samo njih oko 300 (7%) dovode do pojave „cvjetanja“ vode (Smayda, 1997).

Shannon-ov indeks diverziteta je jedan od indeksa diverziteta koji se najčešće koristi jer uključuje i diverzitet vrsta i komponente ujednačenosti distribucije jedinki po vrstama. Takođe je indeks koji je najosjetljiviji na promjene prisustva rijetkih vrsta u uzorku. Računa se po sledećoj formuli (Krebs, 2001):

$$H^2 = - \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

gdje je  $p_i$  proporcija  $i$ -te vrste u uzorku, a  $s$  broj vrsta u uzorku.

Vrijednost indeksa raste sa povećanjem broja vrsta, a u praksi za biološke zajednice ne prelazi 5,0 (Krebs, 1999).

Simpson-ov indeks raznovrsnosti izražava vjerovatnoću da dvije slučajno sakupljene jedinke pripadaju istim vrstama. Kada se izrazi kao recipročna vrijednost ( $D=1/C$ ), vrijednost indeksa će rasti kako zajednica postaje ujednačenija (Magurran, 2004).

Recipročni Simpson-ov indeks računa se po formuli (Krebs, 1999):

$$D=1/C \quad C = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

gdje je  $p_i$  proporcija  $i$ -te vrste u uzorku, a  $s$  broj vrsta u uzorku.

Vrijednost ovog indeksa kreće se od 1 do  $s$ . Dakle, kada je zajednica sa velikim brojem vrsta, ali neravnomjernih odnosima njihovih abundanci karakterisaće se mnogo nižim indeksom  $D$ , nego zajednica sa manjim bogatstvom vrsta, ali sa ravnomjernijim odnosima brojnosti (ili biomase) vrsta koja obrazuju tu zajednicu.

Margalef-ov indeks ( $d$ ) (1958) predstavlja bogatstvo vrsta kao funkciju ukupnog broja jedinki ( $N$ ) i ukupnog broja vrsta ( $S$ ):

$$d = \frac{(S-1)}{\log(N)}$$

## 2. CILJEVI RADA

Priobalne vode Crnogorskog primorja, a posebno Bokokotorski zaliv, pod posebnim su negativnim opterećenjem posljednjih godina, gradnjom mnogobrojnih objekata duž obale i porastom broja stanovništva, naročito u ljetnjim mjesecima. Istraživanja fitoplanktona jedne od prvih karika (primarni producenti) u kruženju materije u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva osnov su za definisanje i preduzimanje odgovarajućih mjera za neutralisanje tog negativnog uticaja.

Stoga su ova istraživanja u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva provedena u cilju:

- Analize uticaja fizičko-hemijskih parametara na distribuciju i sastav fitoplanktona.
- Praćenja kvalitativnog sastava planktonske biocenoze i prisustvo eutrofnih vrsta i toksičnih vrsta.
- Određivanje kvantiteta i biomase planktona koji su zajedno sa kvalitativnim sastavom pokazatelji trofičnog stanja.
- Određivanje prisustva dominantnih vrsta koje je od izuzetnog značaja za utvrđivanje stepena eutrofikacije.
- Utvrđivanje stepena eutrofikacije.

Dobijeni rezultati će poslužiti za dalje komparativne analize, utvrđivanje glavnih faktora koji izazivaju negativne promjene u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva, te uspostavljanje odgovarajućeg monitoringa.

### **3. OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA**

#### **3.1. BOKOKOTORSKI ZALIV – POSTANAK, GEOGRAFSKI POLOŽAJ I OPŠTE KARAKTERISTIKE**

Boka Kotorska je dio Crnogorskog primorja koje se nalazi na jugoistočnom dijelu Jadranskog mora, između Hrvatske i Albanije. Dužina Crnogorskog primorja je 292,5 km.

Prvu hipotezu o postanku Bokokotorskog zaliva dao je Savicki (1924), a dalje je doradena od strane Cvijića (1924). Po njemu, rijeka koja je vezivala uzdužne uvale Boke i dubila ih dolazila je sa zaleđa iznad Risna gdje postoji široka stara dolina. Ova rijeka je uništena usljed spuštanja Boke na jednoj, te uzdizanja Orjena na drugoj strani. Ovi procesi su se odvijali u pliocenu.

Milojević (1953) je smatrao da je reljef Bokokotorskog zaliva nastao tektonskim procesima, a doraden je erozijom rijeka koje su tekle u dva pravca, sa sjeveroistoka i sjeverozapada. Prve su vršile erozivni rad, a druge su snižavale i proširivale flišne udoline.

Geografski položaj Bokokotorskog zaliva određen je tačkama: na sjeveru  $42^{\circ}31'00''$ , na jugu  $42^{\circ}23'32''$ , prema istoku  $18^{\circ}46'32''$  i prema zapadu  $18^{\circ}30'29''$ .

Bokokotorski zaliv se sastoji iz četiri manja zaliva, Kotorskog, Risanskog, Tivatskog i Hercegovskog. Kotorski i Risanski čine unutrašnji dio Bokokotorskog zaliva gradeći potopljenu udolinu Boke Kotorske (Stjepčević i Žunić, 1964). Preko tjesnaca Verige (širokim 340 m) povezani su sa spoljašnjim dijelom, koji čine Tivatski i Hercegovski zaliv. Boka Kotorska je veoma razuđena, a sva četiri zaliva produžuju se u udoline formirajući obalnu liniju u dužini od 105,7 km. Dužina obalne linije Kotorskog zaliva iznosi 25 km, Risanskog 12,6 km, Tivatskog 36,4 km i Hercegovskog 32 km.

### **3.2.MORFOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE BOKOKOTORSKOG ZALIVA**

Ukupna površina akvatorijuma Bokokotorskog zaliva iznosi 87,3 km<sup>2</sup> (0,06 % od površine Jadranskog mora). Površina akvatorijuma spoljašnjeg dijela zaliva iznosi 63 km<sup>2</sup> (Tivatski zaliv 34,4 km<sup>2</sup>; Hercegnovski zaliv 28,6 km<sup>2</sup>). U poređenju sa površinom unutrašnjeg dijela zaliva (Kotorski zaliv 16,3 km<sup>2</sup>; Risanski zaliv 9,2 km<sup>2</sup>) za 2,6 puta je veća.

Ukupna zapremina Bokokotorskog zaliva iznosi  $2,4 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, od čega Kotorski zaliv obuhvata 18,2%, Risanski 8,5%, Tivatski 36,4% i Hercegnovski zaliv 36,9%.

Reljef morskog dna je veoma složen, nije svuda simetričan. U zalivima pojedinačno, dubina se povećava prema sredini, izuzev u Kotorskom gdje je maksimalna dubina uz sjevernu obalu zaliva (Dražin vrt) (Adricosm Star, CNR - ISMAR Bologna, 2009). Srednja dubina čitavog zaliva iznosi 27,6, a maksimalna 60 m (u Hercegnovskom zalivu). S obzirom na dubine, čitav Bokokotorski zaliv pripada obalnom ili litoralnom sistemu.

Nedavno je tokom istraživanja Bokokotorskog zaliva od strane Hidrografskog instituta Ratne mornarice Crne Gore utvrđena maksimalna dubina u Kotorskom zalivu kao usko udubljenje dubine 64 m (Der Map Project Report, 2011).

### **3.3. GEOMORFOLOŠKE ODLIKE I STRUKTURA BOKOKOTORSKOG "\*\*\*\*\*ZALIVA**

Reljef Boke Kotorske sačinjavaju karstni grebeni i duboko usječene doline koje se pružaju u dinarskom smjeru sjeverozapad-jugoistok.

Oblik obale zaliva koji danas postoji potiče iz posljednjeg glacijalnog perioda u pleistocenu, kada je nivo mora bio uzdignutiji za oko 100 m i kada je došlo do sužavanja i širenja pojedinih dijelova zaliva. Jaki ulivi rijeka kao i tektonski pokreti bili su pod znatnim uticajem hladnijeg klimata (za oko 10°C niži prosjek temperature). Ulivi rijeka u zaliv bili su iz pravca Ledenica (iznad Risna), sa lijevim pritokama iz pravca Kotora (Škurda) i Tivta (Široka rijeka) i desnim pritokama iz pravca Morinja (potok Rujevo i Suvi potok), kao i iz rijeke Sutorine (Magaš, 2002).

Obalni dio zaliva je uglavnom strm, obiluje potocima, riječicama i rijekama čiji je aluvijalni materijal stvorio predivne pješćane i šljunkovite plaže poput plaža u Igalu i

Tivtu.

Bokokotorski zaliv je po reljefu veoma složen. U reljefu morskog dna zaliva razlikuju se dvije stepenice, žal i kontinentalni šelf, dok ostale stepenice (kontinentalna padina i abisalno dno) nisu prisutne zbog malog prostora i ograničenih dubina. U najvećem dijelu Bokokotorskog zaliva nema žala, već se od same površine mora i obalne linije spuštaju kameniti obronci strmih strana, tako da se u tim dijelovima strma kontinentalna površina prostire do samog dna zaliva.

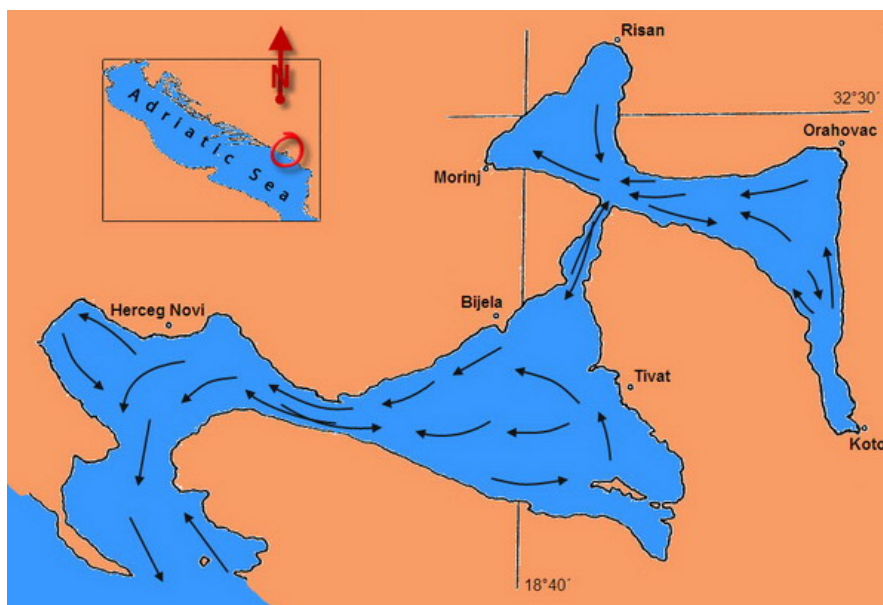
Istraživanja Lepetića (1965) pokazuju da je dno unutrašnjeg dijela Bokokotorskog zaliva građeno od eocenskih naslaga finog mulja, a uglavnom je zastupljena glina. Po načinu postanka mulj je terigen i to litoralni i šelfski, a po porijeklu minerogen. Teren obalnog područja Kotorskog zaliva (naročito slivno područje Kotorskih vrela) izgrađen je od tvorevina mezozoika, tercijera i kvartera (Bešić, 1975). Mezozojske tvorevine su zastupljene krečnjacima, dolomitima, laporovim krečnjacima i laporcima. Tercijerni sedimenti su zastupljeni duž istočne obale Kotorskog zaliva, dok su kvarterne tvorevine duž morske obale grada Kotora (Vlahović, 1980). U Tivatskom zalivu takođe preovlađuje glina, ali je ređe prisutna i glinasta-ilovača i glinasto-ilovasti pijesak. U Hercegnovskom zalivu morsko dno je prekriveno još i glinastim pijeskom i pijeskom. Centralne dijelove svih zaliva pokriva terigeni mulj sa više ili manje detritičnih elemenata (Karaman and Gamulin-Brida, 1970). U unutrašnjem dijelu Bokokotorskog zaliva, u njegovom priobalnom dijelu, nalazi se hridinasto dno sa podvodnim grebenima. Podvodni grebeni se nalaze i na ulazu u zaliv i u tjesnacu Verige. Na ulazu u Bokokotorski zaliv dno je prekriveno pjeskom i muljem, dok je u tjesnacu Verige prisutan terigeni mulj (Lepetić, 1965).

### **3.4. MORSKE STRUJE**

Prema Stjepčeviću (1974) kretanja vodenih masa u zalivu su nepravilna i zavise od vjetrova, morskih doba i slobodnih oscilacija (seši). Generalni tok strujanja u Kotorskom zalivu ima izlazni tok uz površinu, sa snažnom dinamikom u centralnom dijelu, a sve slabijom u perifernim dijelovima zaliva. Prisutan je kružni tok strujanja kao posljedica konfiguracije obale. Strujanje uz istočnu obalu Kotorskog zaliva poprima sjeverni, a uz zapadnu obalu južni smjer. U tjesnacu Verige preko koga unutrašnji dio



Bokokotorskog zaliva komunicira sa spoljašnjim, preovladava u hladnijem periodu godine izlazni tok. Pravac kretanja morskih stuja od ulaza u Bokokotorski zaliv je preko Kabale, Rosa, kroz Kumborski tjesnac, duž Pristana, Krašića, uvale Krtole, Kukuljine, pa jednim dijelom prema tjesnacu Verige, a značajan dio morske vode se savija i kreće ka suprotnoj obali Zaliva ka Bijeloj, pa onda duž obale odnosno Baošića, Đenovića, Kumbora, Zelenike, Meljina, Herceg-Novog, Tople i Igala, duž Njivica vraća u otvoreno more (Slika3.).



Slika 3. Generalni tok morskih struja u Bokokotorskom zalivu  
(Prema Mandić i sar., 2001).

Generalni tok struje u površinskom sloju tokom zimskog perioda ima izlazni smjer. Najintenzivniji je na površini, a sa porastom dubine intenzitet strujanja opada, dok u pridnenom sloju tok strujanja ima ulazni karakter. To je ustvari kompenzacijska struja koja je rezultat jakih izlaznih struja u gornjim slojevima, kao i nadolazećeg plimnog vala (ZBM, 1984). U zimskom periodu, pored kompenzacijskih struja, prisutne su i vertikalne struje koje mješaju vodene mase različitih slojeva. U istočnom dijelu basena dinamika je neznatnog intenziteta. U centralnom dijelu basena, brzine struja kreću se u granicama od 0,1 do 0,45 čvorova (5-23 cm/sec). Strujni tok je lociran bliže obali sjevernog dijela basena na spojnici Verige-Kumbor s maksimalnom dinamikom u središnjem dijelu, dok je uz južnu obalu dinamika neznatnog intenziteta. Na dubinama od 5 i 10 m, kao i u pridnenom sloju, stanje je „relativnog mirovanja“. Tu se dešava

gibanje vodenog tijela neznatnim intenzitetom u suprotnim smjerovima, iz čega slijedi zaključak o ne tako značajnom redu veličine izmjene voda. Naročito su izražene turbulentne struje kao posljedica dotoka slatkih voda (Stjepčević, 1974).

Rezultati analize morskih struja u ljetnjem periodu ukazuju na beznačajan obim izmjene vodenih masa. Vrijednosti brzine struja su minimalnih vrijednosti na svim dubinama i kreću se u granicama od 0,01 do 0,05 čv. (0,5-2,5 cm/sec). Srednje vrijednosti brzine struje, koje ukazuju na bruto transport vodenih masa, kreću se u granicama od 0,10 do 0,30 čv. (5-16 cm/sec). Generalni tok struja je izlaznog smjera, a uočena je pojava obrazovanja anticiklonskog kružnog toka u istočnom dijelu basena, koji se spaja sa generalnim izlaznim tokom.

U jesenjem periodu, kada je značajan dotok slatkih voda prisutna je intenzivnija dinamika u površinskom sloju.

S obzirom na srednje strujanje, vodeni stub se može podijeliti na dva sloja, čije debljine variraju tokom godine. U gornjem sloju preovladava izlazno, a u pridnenom sloju ulazno strujanje. Odstupanja su moguća kao posljedica uticaja vjetra iz sjevernog kvadranta. Ljeti je podjednaka vjerovatnoća ulazne i izlazne struje u oba sloja. Tokom cijele godine postoji razlika u fazama strujanja između dva pomenuta sloja za 180°.

Dotoci slatke vode uzrokuju estuarnu cirkulaciju zimi, dok su vjetrovi uzročnici iste tokom ljetnjih mjeseci. U srednjem sloju vodenog stuba najčešće je najsporije strujanje, dok je u površinskom i pridnenom sloju strujanje znatnije. U situacijama bez vjetra strujanje je slabije i vezano je za plimne oscilacije, koje su u zalivu relativno slabe. U spoljašnjem dijelu zaliva strujanje prvenstveno zavisi od uticaja otvorenih voda Crnogorskog primorja, dok samo površinski slojevi potpadaju pod lokalni uticaj vjetrova.

Brzine struja znatno se povećavaju od istočnog ka zapadnom dijelu basena, a brzine se kreću u granicama od 0,1 do 0,8 čv. (5-41 cm/sec).

Na dubinama od 5 m strujni sistem je istih karakteristika kao i površinski, ali su struje manjih brzina i kreću se u granicama od 0,1 do 0,7 čv. (5-36 cm/sec). Dubina od 10 m čini granicu između površinskog i pridnenog strujnog sistema pa je podložna izvjesnim nepravilnostima, ali generalni tok je pretežno izlaznog smjera sa brzinama struje od 0,1 do 0,5 čv. (5-26 cm/sec). U Kumborskom tjesnacu na ovoj dubini je učestalija pojava struja ulaznog smjera, tako da je istočni dio ovog tjesnaca granični po-

jas miješanja voda.

Na dubini od 20 m prisutan je ciklonalni tok strujanja sa brzinama struja od 0,1 do 0,2 čv. (5-10 cm/sec), što ukazuje na periodičnu izmjenu ulaznih i izlaznih tokova struja u Kumborskom tjesnacu.

U pridnom sloju preovladavaju struje ulaznog smjera srednjih brzina od 0,1 čv. (5 cm/sec).

Karakteristični vjetrovi u zalivu su bura tokom zimskih mjeseci i jugo tokom proljeća i jeseni. Tokom ljeta karakterističan je lagani povjetarac, maestral.

### **3.5. PRILIV KOPNENIH VODA I HIDROGRAFIJA**

Dotoci slatkih voda u zaliv su različiti. U Bokokotorski zaliv se uliva 5 manjih riječica i to: u Kotorski zaliv Škurda i Ljuta, u Tivatski Gradiošnica i Široka rijeka, a u Hercegovski zaliv rijeka Sutorina. Tokom cijele godine aktivne su Škurda i Široka rijeka, dok su ostale aktivne samo za vrijeme kasne jeseni, zime ili ranog proljeća. Prisutni su i jaki potoci, vrela i vrulje (submarinski izvori), naročito u unutrašnjem dijelu Zaliva. Svi ovi izvori dobijaju vodu iz Lovčenskog i Orjenskog masiva gdje se nalaze kraška polja koja sezonski plave. Zbog toga aktivnost svih ovih navedenih izvora zavisi od atmosferskih uslova, i obično počinje u kasnu jesen, dostižući maksimum u zimu ili rano proljeće. Krajem aprila većina njih presuši (Ljuta u Kotorskom, Sopot u Risanskom i Sutorina u Hercegovskom zalivu), dok su neki aktivni tokom cijele godine, s tim što im se aktivnost smanjuje u ljetnjem periodu (Gurdić u Kotorskom i veliki broj potoka i izvora u Risanskom zalivu).

Nadimak Kotorskog zaliva (Kotorsko-Risanski zaliv) nalazi se područje sa najvećom količinom padavina u Evropi, Crkvice, odakle različitim izvorima, preko vrulja i erozijom, velika količina slatke vode uđe u zaliv. Ta voda nosi i veliku količinu suspendovanih čestica koje utiču na ekološke uslove u morskoj vodi, na njenu boju, providnost, salinitet, gustinu i sl.

Dotok slatke vode i vjetrovi utiču na dinamiku hidrografskih parametara, naročito u zimskim mjesecima. Vjetrovi su tokom godine u cijelom zalivu isti, sjeveroistočni (bura) i jugoistočni vjetar (jugo), samo im je pravac izmjenjen zbog konfiguracije. U Risanskom i Morinjskom zalivu duva bura sa sjevero-sjeveroistoka,

odnosno Krivošija, a u Kotorskom zalivu sa sjevera udolinom iznad Orahovca. Na taj način bura duva u dva različita smjera pa je taj vjetar nepovoljan od Veriga prema Risnu, a povoljan od Veriga prema Kotoru. U Kotorskom zalivu dolazi ljeti do izmjena vjetrova između zaliva i Njeguške površi. Noću duva vjetar sa površi prema zalivu, a danju iz zaliva prema površi. Zbog toga se nad Lovćenom i drugim planinama u zaleđu Kotorskog zaliva često pojavljuje magla, nastala zgušćavanjem vodene pare koju dan nosi sa morske površine.

Temperatura i salinitet su vrlo važni ekološki faktori za razvoj fitoplanktonskih organizama. Na raspodjelu temperature i saliniteta u Bokokotorskom zalivu, naročito u njegovom unutrašnjem, uvučenijem dijelu vrlo važan uticaj imaju meteorološki faktori. Obilne padavine od novembra do aprila uzrokuju veoma veliki priliv kopnenih voda u zaliv i kao posljedica toga dolazi do snižavanja temperature i saliniteta, posebno u površinskim slojevima. U zimskog periodu na snižavanje temperature i saliniteta utiče i bura. U ljetnjem periodu povišena temperatura vazduha, kao rezultat veće insolacije i smanjene precipitacije, utiče na obrnutu pojavu, povećanje temperature i saliniteta. Sve ovo dovodi do izrazite sezonske dinamike niza hidrografskih faktora, što se odražava na prostornu i vremensku distribuciju fitoplanktona. Sezonska kolebanja ova dva faktora su mnogo veća u unutrašnjem nego u spoljašnjem dijelu zaliva, s obzirom na veći priliv kopnenih voda (Stjepčević, 1967). Regner i saradnici (2000) navode da je maksimalna temperatura u Kotorskom zalivu u avgustu mjesecu za 1999. godinu iznosila 28,06°C, dok je najniža temperatura bila 7°C, što ukazuje na jako veliki godišnji gradijent. Krivokapić (2005a) takođe navodi širok raspon variranja temperature u Kotorskom zalivu i za period od septembra 2003. do avgusta 2004. godine navodi prosječnu maksimalnu temperaturu od 22,07°C u avgustu mjesecu, a minimalnu 12,26°C u januaru mjesecu.

Variranja vrijednosti saliniteta su veća u unutrašnjem dijelu u odnosu na spoljašnji. U periodu kada je priliv kopnenih voda najveći, u Kotorskom i Risanskom zalivu salinitet je veoma mali, 3,24‰. Priliv kopnenih voda u otvorenijem dijelu zaliva, Tivatski i Hercegnovski je manji, pa je i salinitet veći u odnosu na unutrašnji dio. Minimalna izmjerena vrijednost saliniteta u Tivatskom zalivu je bila 12,68‰ a u Hercegnovskom 18,0‰. U ljetnjem periodu kada je količina padavina smanjena a isparavanje veće, vrijednosti saliniteta na površini su u porastu i u Kotorskom iznose

35,46 ‰, u Tivatskom 37,39‰ a u Hercegnovskom 37,67‰ (Regner i sar., 1998). Krivokapić (2005a) za Kotorski zaliv, za period od septembra 2003. do avgusta 2004. godine, navodi maksimalnu vrijednost saliniteta od 40‰, dok je minimalna iznosila 3,8‰ u januaru mjesecu.

Prozirnost morske vode jako varira u području Zaliva, takođe najviše u Kotorskom zalivu (6-16,5 m). Na otvorenom moru je dosta visoka, a idući ka Zalivu smanjuje se i kreće se od 3 do 16 m (Regner i sar., 1998). Prozirnost morske vode je u korelaciji sa gustinom fitoplanktona, ali ne uvijek, već zavisi od količine neorganskih i organskih čestica, kao i stepena homogenosti gustine gornjih slojeva.

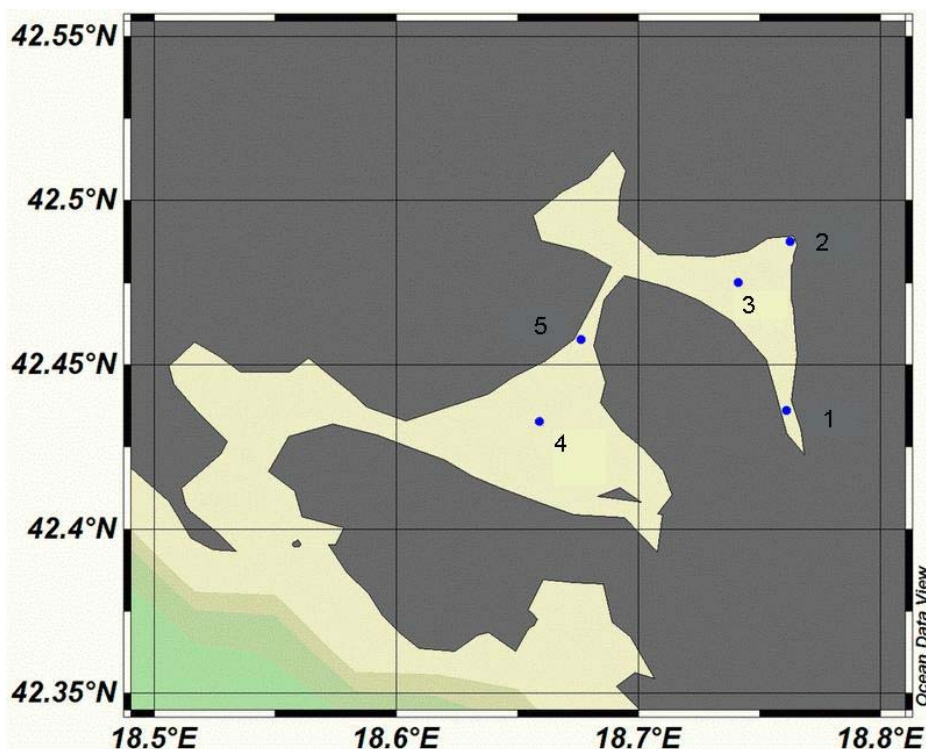
Što se tiče hranljivih supstanci one variraju u čitavom Zalivu, s tim što su u Kotorskom veće (Vuksanović i sar. 1990a, b). To se objašnjava spiranjem kopna padavina-ma i većim prilivom slatke vode u unutrašnji dio Bokokotorskog zaliva. Veoma male količine hranljivih supstanci u periodima poslije velikog priliva nutrijenata mogu se objasniti njihovom potrošnjom od strane fitoplanktona ili vezivanjem za fine čestice mulja na dnu mora. U ljetnjem periodu, kada je priliv kopnenih voda manji i kada je prisutna stratifikacija vodene mase, gustina fitoplanktona je manja. Međutim, često se maksimalne vrijednosti fitoplanktona javljaju u ljetnjem periodu, što se objašnjava dotokom nutrijenata putem još uvijek nereguliranih kanalizacionih voda (Drakulović *et al.*, 2010).

## 4. MATERIJAL I METODE

### 4.1. ISTRAŽIVANI LOKALITETI

Uzorkovanje materijala za analizu fitoplanktona je obuhvatilo pet lokaliteta u Bokokotorskom zalivu. Tri lokaliteta su bila u Kotorskom, a dva u Tivatskom zalivu.

Uzorkovanja su vršena dva puta mjesečno od sredine juna 2009. do početka juna 2010. godine (Slika 4.).



Slika 4. Istraživano područje sa lokalitetima.

U Kotorskom zalivu uzorci su uzimani na lokalitetu IBM i Orahovac na tri dubine (0 m, 5 i 10 m), a na lokalitetu Kotor - centralna, na pet dubina (0 m, 5, 10, 20 i 30 m). U Tivatskom zalivu uzorci su uzimani na lokalitetu Sveta Nedelja na tri dubine (0 m, 5 i 10 m) i na lokalitetu Tivat – centralna, na pet dubina: (0 m, 5, 10, 20 i 30 m). Geografska pozicija istraživanih lokaliteta data je u Tabeli 1.

Tabela 1. Geografska pozicija istraživanih lokaliteta u Bokokotorskom zalivu.

	<b>POZICIJA</b>	<b>SJEVER</b>	<b>ZAPAD</b>
<b>KOTORSKI ZALIV</b>	1. Institut za biologiju mora	42° 26' 20.7"	18° 45' 65.5"
	2. Orahovac	42° 29' 23.6"	18° 45' 64.2"
	3. Kotor-centralna	42° 28' 43.6"	18° 44' 40.8"
<b>TIVATSKI ZALIV</b>	4. Tivat-centralna	42° 25' 91.0"	18° 39' 40.8"
	5. Sveta Nedelja	42° 27'39.3"	18° 40' 50.5"

## 4.2. METODE

### 4.2.1. Uzorkovanje vode i *in situ* mjerenje

Uzorkovanja su vršena crpcem tipa Niskin od 5 litara. Voda je odvojena u flaše za rastvorene neorganske nutrijente (0,5 l), za hlorofil (1 l) i za fitoplankton (0,25 l). Zatim su uzorci stavljeni u frižidere, gdje su ostali do analize u laboratoriji Instituta za biologiju mora. Pored crpca uzimani su još i uzorci fitoplanktona pomoću planktonske mreže sa promjerom pora od 53 µm, radi dobijanja boljih mikroskopskih snimaka.

Uzorci fitoplanktona su fiksirani formalinom kojem je prethodno dodat borat radi neutralizacije, jer formalin vremenom reaguje kiselo i može da uzrokuje oštećenje ćelija.

Hidrografski parametri, temperatura, salinitet, sadržaj kiseonika i zasićenost vode kiseonikom, određivani su *in situ* sa Multiline P4 WTW sandom.

Prozirnost (transparentnost) je mjerenja pomoću Secchi diska prečnika 30 cm.

### 4.2.2. Rastvoreni neorganski nutrijenti

Određivanje nitrata, nitrita, fosfata i silikata je vršeno pomoću Strickland i Parsons (1972) metode modifikovane prema „Protocols for the joint global ocean flux study (JGOFS) core measurments (1994).

#### **4.2.3. Određivanje hlorofila *a***

Sadržaj hlorofila *a* je određivan spektrofotometrijskom metodom, prema APHA (1995) koja je u skladu sa procedurom koju predlažu Jeffrey i saradnici (1997).

#### **4.2.4. Kvalitativno određivanje fitoplanktona**

Kvalitativno određivanje fitoplanktona (determinacija taksona), vršena je pomoću ključeva za determinaciju taksona morskog fitoplanktona (Cupp, 1943; Gemeinhardt, 1930; Hustedt, 1930, 1930a; Jorgensen, 1920; Pavillard, 1925; Kiselev, 1950; Schiller, 1930, 1933, 1937; Tregouboff i Rose, 1957; H. Peragallo i M. Peragallo, 1965; Rampi i Bernhardt, 1967; Dodge, 1985; Ricard, 1989; Sournia, 1989; Hasle i Syvertsen 1996, i dr.).

#### **4.2.5. Određivanje apsolutne brojnosti fitoplanktona**

Vršeno je pomoću invertnog mikroskopa Leica DMI4000 B metodom po Utermöhl (1958) (Slika 5.), uz korišćenje komorica za sedimentaciju zapremine 25 cm<sup>3</sup>.



Slika 5. Svjetlosni invertni mikroskop Leica DMI 4000B.

#### **4.2.6. Statistička obrada podataka**

Za obradu dobijenih podataka koristili su se programi Statistika 7 i Primer 5.

Za grafičko prikazivanje podataka koristio se program Grapher 7.

U okviru analize varijanse (ANOVA) urađen je F-test za ispitivane parametre u odnosu na ispitivane mjesece, lokalitete i dubine, nakon čega je u okviru Post-Hoc analiza urađen Duncan-ov test. Zavisnost parametara istraživanja od mjeseci, dubina i



lokaliteta je predstavljena Box-plot dijagramima.

Za određivanje uticaja fizičko-hemijskih parametara na zajednicu fitoplanktona i upoređivanje fizičko-hemijskih parametara međusobno, koristile su se korelacione analize.

Diverzitet fitoplanktonskih zajednica analiziran je primjenom tri indeksa diverziteta, Shannon-ovog indeksa ( $H'$ ), Simpson-ovog indeksa ( $D$ ) i Margalef-ovog ( $d$ ) indeksa. Indeksi diverziteta su mjera određenih atributa zajednice, jer se često koriste kao indikatori ekoloških uslova sredine (Clarke and Warwick, 1994).

Dobijene vrednosti istraživanih fizičko-hemijskih i bioloških parametara su poslužile da se određivanjem stepena sličnosti među njima konstruišu dendrogrami (Euclidean distance).

## 5. REZULTATI

### 5.1. FIZIČKO-HEMIJSKI PARAMETRI

U periodu od sredine juna 2009. do početka juna 2010. godine ispitivani su fizičko-hemijski parametri na 5 lokacija u Kotorskom i Tivatskom zalivu.

#### 5.1.1. Temperatura

Srednja godišnja vrijednost temperature je iznosila 17,67°C, Minimalna vrijednost temperature je izmjerena u decembru 2009. godine, na lokalitetu IBM i iznosila je 10,80°C, dok je maksimalna vrijednost iznosila 26,5°C u junu 2010. godine, na lokalitetu Tivat (Tabela 2.).

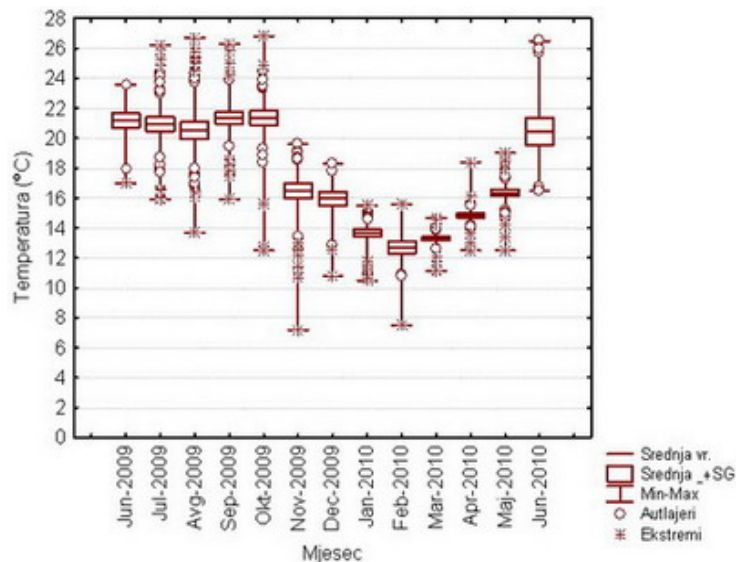
Tabela 2. Srednje vrijednosti (SR.VR), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) za temperaturu u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (°C)	MIN. (°C)	MAX. (°C)	S.D.	n
2009.	JUN	21,18	17,00	23,60	2,02	19
	JUL	21,15	19,70	23,35	1,36	38
	AVGUST	20,75	19,50	22,20	1,18	38
	SEPTEMBAR	21,60	20,27	22,60	1,07	38
	OKTOBAR	21,31	21,02	21,64	0,26	38
	NOVEMBAR	16,44	16,02	16,82	0,33	38
	DECEMBAR	15,95	10,80	18,30	3,87	19
2010.	JANUAR	13,65	11,30	15,50	2,12	38
	FEBRUAR	12,69	12,13	12,92	0,32	19
	MART	13,27	12,92	13,50	0,25	38
	APRIL	14,96	14,18	16,16	0,74	38
	MAJ	16,39	15,81	17,45	0,68	38
	JUN	20,41	16,50	26,50	3,90	19

17,67

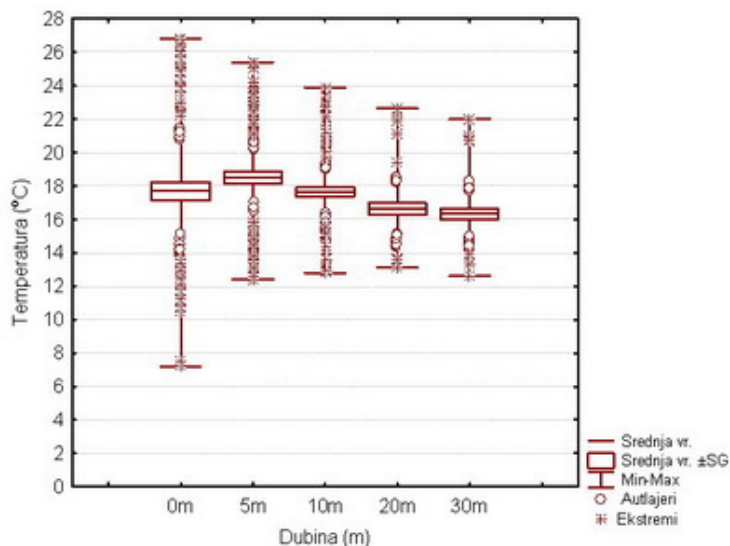
Nije bilo većih varijacija srednjih vrijednosti temperature od juna (21,18°C) do oktobra (21,31°C) 2009. godine. Nakon toga slijedi trend smanjenja do marta 2010. godine (13,27°C), nakon čega se polagano vrijednosti povećavaju (14,96°C - 20,41°C). Za temperaturu F-test je pokazao statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između mjeseci i

dubina. Duncan-ov test nije uočio statistički značajnu razliku između srednjih vrijednosti temperature sledećih mjeseci: juna, jula, avgusta, septembra i oktobra 2009., te januara, februara i marta 2010. godine (Slika 6.).



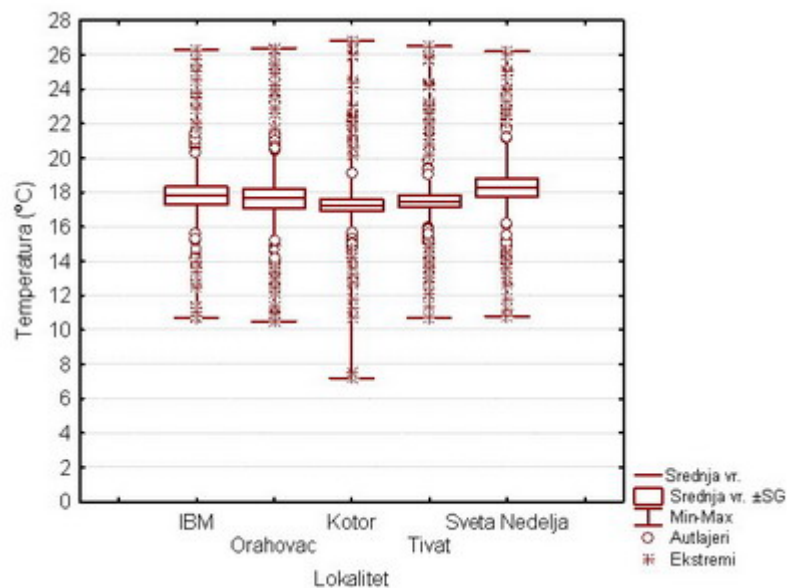
Slika 6. Srednje mjesečne vrijednosti temperature tokom istraživanog perioda.

Duncan-ovim testom nije nađena statistički značajna razlika između površine i 10 m, zatim između 20 m i 30 m (Slika 7.).



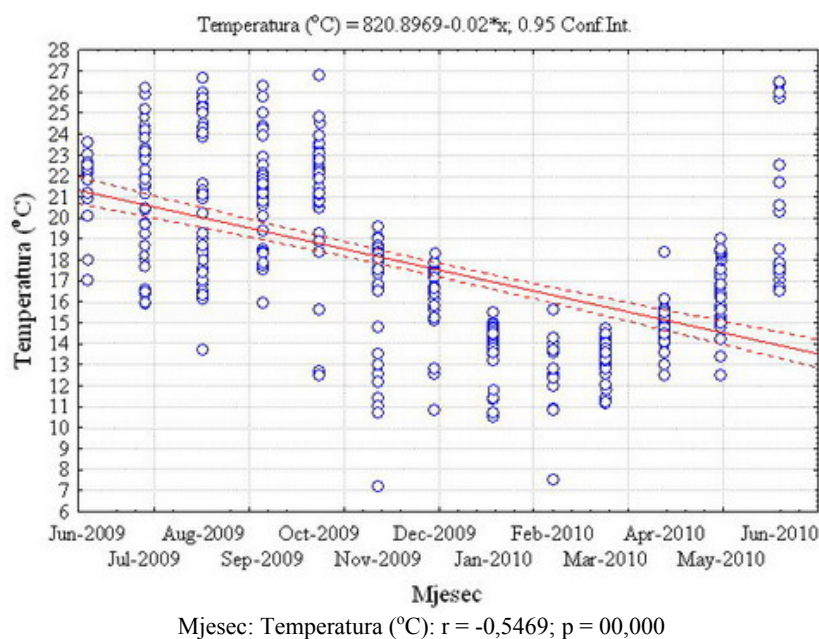
Slika 7. Srednje vrijednosti temperature na istraživanim dubinama.

Duncan-ov test pokazao je statistički značajne razlike između srednjih vrijednosti temperature lokaliteta Kotor i Sveta Nedelja, te Tivat i Sveta Nedelja, dok kod ostalih lokaliteta nije nađena razlika (Slika 8.).



Slika 8. Srednje vrijednosti temperature na istraživanim lokalitetima.

Korelacija između temperature i mjeseci je negativno linearna (Slika 9.).



Slika 9. Linearna korelacija temperature i mjeseci.

### 5.1.2. Salinitet

Srednja godišnja vrijednost saliniteta iznosila je 31,46‰. Minimalna vrijednost saliniteta tokom perioda istraživanja je bila u februaru 2010. godine, na lokalitetu Orahovac, na površini i iznosila je 1‰. Maksimalne vrijednosti se uglavnom odnose na dubine od 5 m i više. Maksimalna vrijednost od 39,9‰ zabilježena je na 5 m dubine

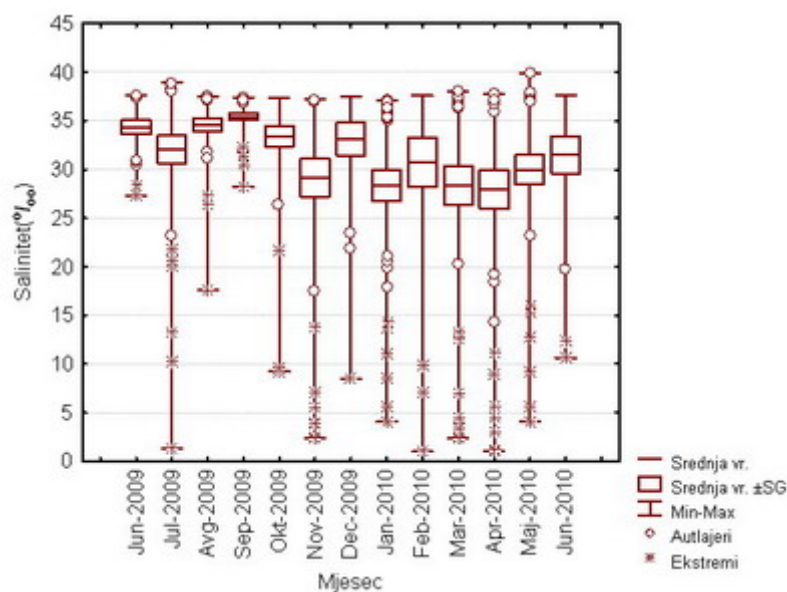
u maju 2010. godine na lokalitetu Tivat, dok je visoka vrijednost, 37,1‰, nađena i na 30 m dubine u januaru 2010. godine na lokalitetu Kotor, (Tabela 3.).

Tabela 3. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) za salinitet u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (‰)	MIN. (‰)	MAX. (‰)	S.D.	n
2009.	JUN	34,35	27,3	37,6	3,27	19
	JUL	32,04	1,28	38,9	8,70	38
	AVGUST	34,58	17,61	37,5	3,77	38
	SEPTEMBAR	35,43	28,2	37,4	2,14	38
	OKTOBAR	33,41	9,2	37,4	6,49	38
	NOVEMBAR	29,16	2,4	37,2	12,07	38
	DECEMBAR	33,13	8,5	37,5	7,36	19
2010.	JANUAR	28,36	4,05	37,1	9,93	38
	FEBRUAR	30,72	1	37,6	11,23	19
	MART	28,36	2,34	38	12,19	38
	APRIL	27,93	1,02	37,8	12,29	38
	MAJ	29,97	4,08	39,9	9,52	38
	JUN	31,48	10,63	37,6	8,18	19

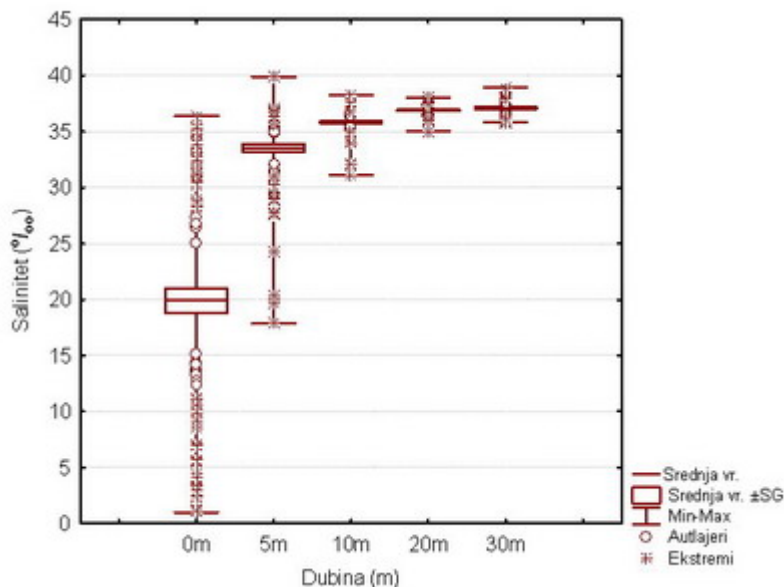
**31,46**

F-test i Duncan-ov test su pokazali za salinitet statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između mjeseci, lokaliteta i dubina. Duncan-ovim testom nije nađena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti saliniteta u junu, julu, avgustu, septembru, oktobru 2009. i junu 2010. godine; zatim januaru, februaru, martu i aprilu 2010. godine (Slika 10.).



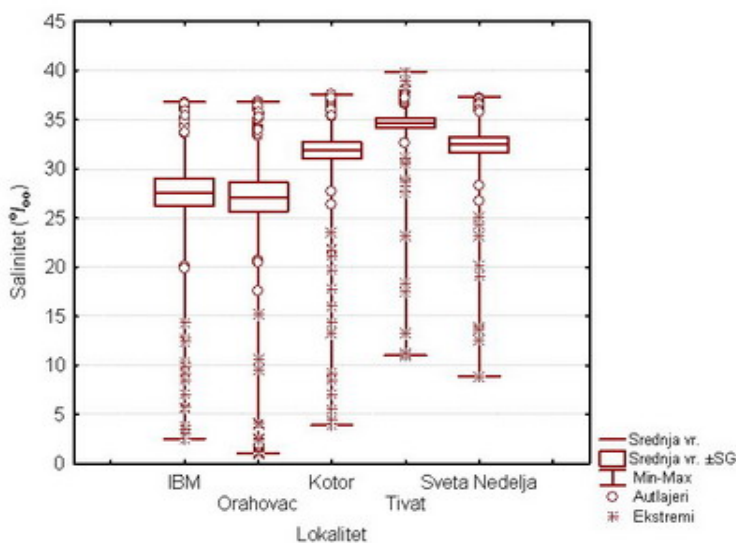
Slika 10. Srednje mjesečne vrijednosti saliniteta na istraživanim lokalitetima.

Nađena je najveća razlika između srednje vrijednosti saliniteta na površini (19,91‰) i ostalih dubina (33,53‰ - 5 m, 35,83‰ - 10 m, 36,89‰ - 20 m, 37,09‰ - 30 m), kao i između 5 m i ostalih dubina, što je i potvrđeno Duncan-ovim testom (Slika 11.).



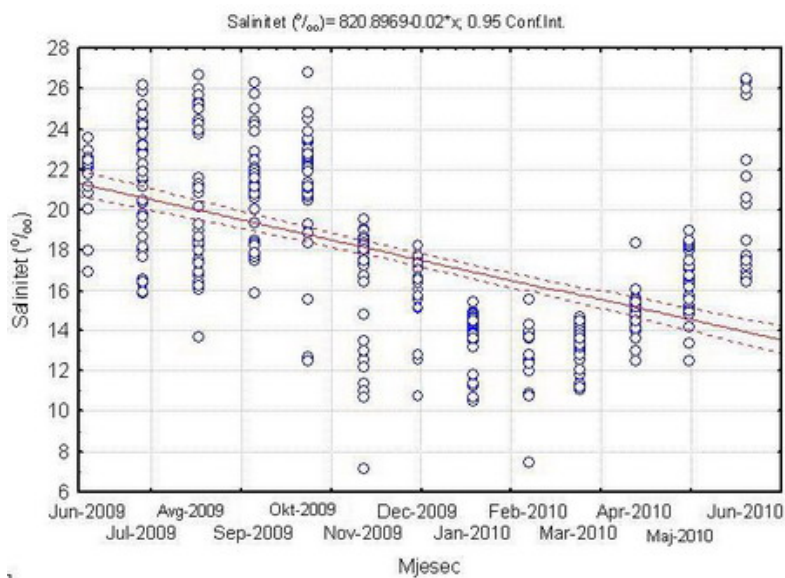
Slika 11. Srednje vrijednosti saliniteta po dubinama.

Srednja vrijednost saliniteta bila je veća na lokalitetima Kotor, Tivat i Sveta Nedelja u odnosu na preostala dva lokaliteta. Najveća je bila na lokalitetu Tivat (34,47‰), a najmanja na lokalitetu Orahovac (27,17‰). Duncan-ov test za lokalitete nije pokazao statistički značajnu razliku lokaliteta IBM i Orahovac i lokaliteta Kotor i Sveta Nedelja (Slika 12.)



Slika 12. Srednja vrijednost saliniteta na istraživanim lokalitetima.

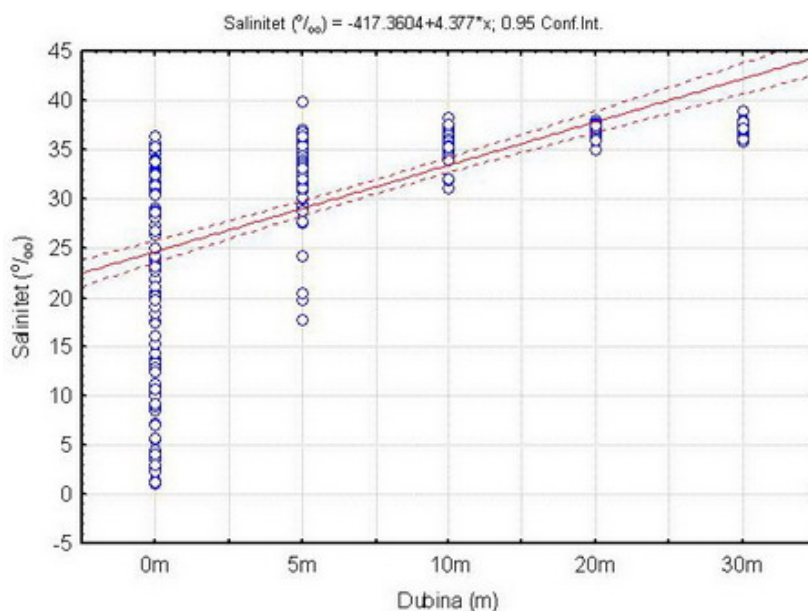
Salinitet je u periodu od juna do septembra 2009. godine kada je zabilježena maksimalna srednja vrijednost bio u porastu, da bi nakon toga bio u padu, što je i pokazala negativna linearna korelacija (Slika 13.).



Mjesec:Salinitet (‰):  $r = -0,5469$ ;  $p = 00,0000$

Slika 13. Linearna korelacija saliniteta i mjeseci.

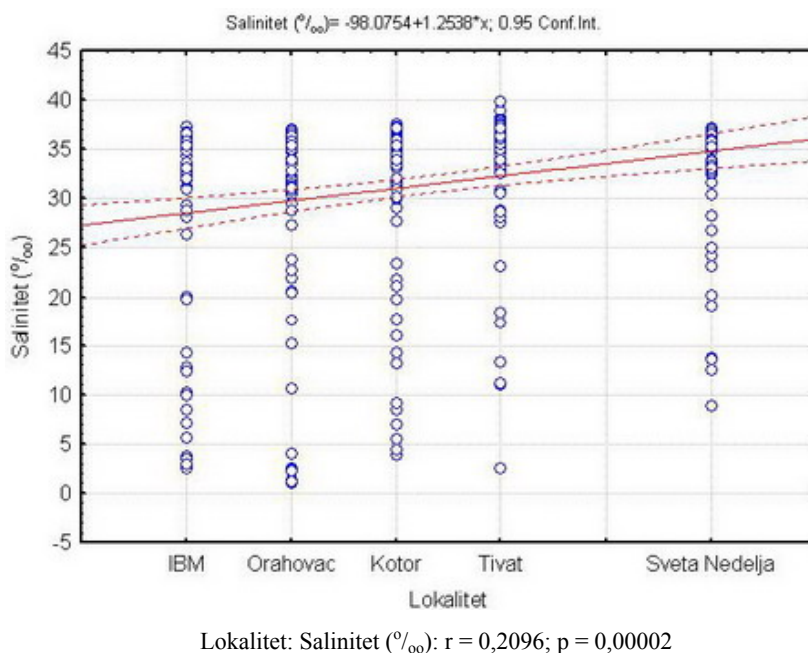
Salinitet je rastao sa dubinom, što je predstavljeno pozitivnom linearnom korelacijom (Slika 14.)



Dubina (m): Salinitet (‰):  $r = 0,6002$ ;  $p = 00,0000$

Slika 14. Linearna korelacija saliniteta i dubina.

Vrijednost saliniteta se povećavala idući od unutrašnjeg dijela zaliva ka spoljašnjem, što je prikazano pozitivnom korelacijom (Slika 15.).



Slika 15. Linearna korelacija saliniteta i lokaliteta.

### 5.1.3. Rastvoreni kiseonik

Maksimalne vrijednosti rastvorenog kiseonika kretale su se od 8,97 mg/l, na 5 m dubine, na lokalitetu IBM u maju 2010., do 10,43 mg/l u novembru 2009. i martu 2010. godine na lokalitetima Orahovac i Sveta Nedelja. Minimalne vrijednosti su se uglavnom javljale ispod površine na dubinama od 5-30 m (Orahovac – 6,85 mg/l u maju 2010., na 10 m, te 8,78 mg/l u februaru 2010. godine na 5 m dubine). Srednja vrijednost koncentracije kiseonika se kretala od 8,10 mg/l u maju do 9,47 mg/l u januaru 2010. godine (Tabela 4.).

Srednja vrijednost koncentracije kiseonika je pokazivala trend variranja do januara 2010., kada je dostigla maksimum. Nakon toga blago opada i dostiže minimum u maju 2010. godine (Slika 16.).

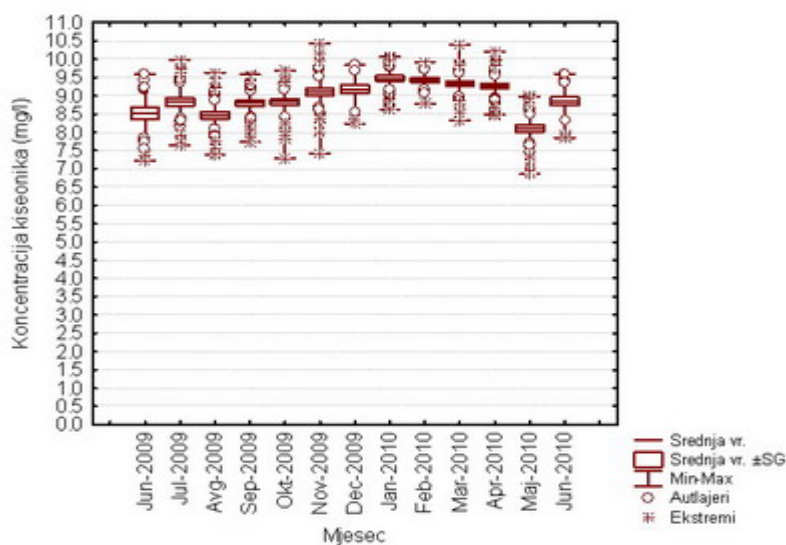


Tabela 4. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) koncentracije kiseonika u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR.(mg/l)	MIN.(mg/l)	MAX.(mg/l)	S.D.	n
2009.	JUN	8,52	7,21	9,6	0,71	19
	JUL	8,83	7,64	9,97	0,66	38
	AVGUST	8,47	7,39	9,63	0,61	38
	SEPTEMBAR	8,79	7,73	9,57	0,46	38
	OKTOBAR	8,83	7,29	9,69	0,46	38
	NOVEMBAR	9,09	7,42	10,43	0,60	38
	DECEMBAR	9,18	8,23	9,84	0,46	19
2010.	JANUAR	9,47	8,62	10,06	0,41	38
	FEBRUAR	9,42	8,78	9,92	0,27	19
	MART	9,33	8,32	10,43	0,41	38
	APRIL	9,26	8,47	10,2	0,43	38
	MAJ	8,10	6,85	8,97	0,59	38
	JUN	8,84	7,85	9,6	0,49	19

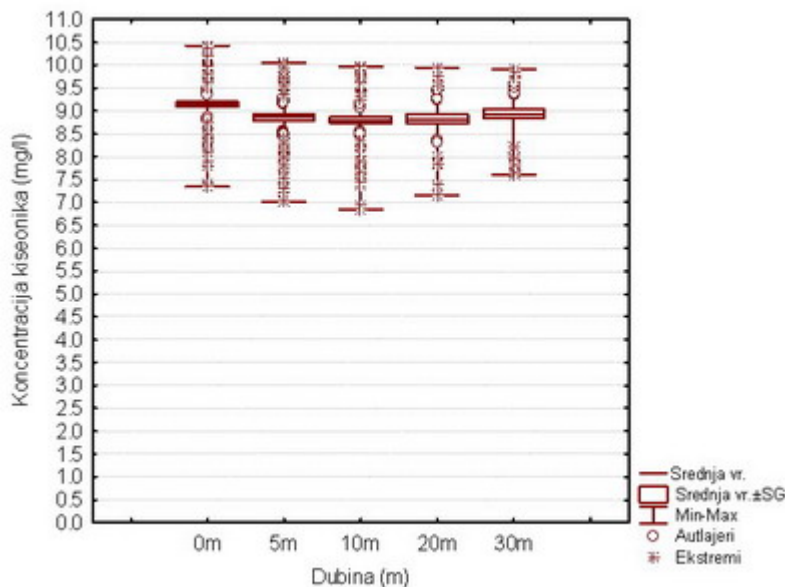
**8,93**

Vrijednosti za rastvoreni kiseonik (mg/l) pokazuju statistički značajne razlike (F-test,  $p < 0,05$ ) između srednjih vrijednosti mjeseci i dubina. Duncan-ov test je pokazao da ne postoji statistički značajna razlika između vrijednosti koncentracije kiseonika za jun i jul 2009.; jul, septembar, oktobar i novembar 2009.; septembar, oktobar 2009. i jun 2010.; oktobar, novembar 2009. i jun 2010.; novembar, decembar 2009., mart i april 2010.; decembar 2009., februar, mart i april 2010.; januar, februar, mart i april 2010. godine (Slika 16.).



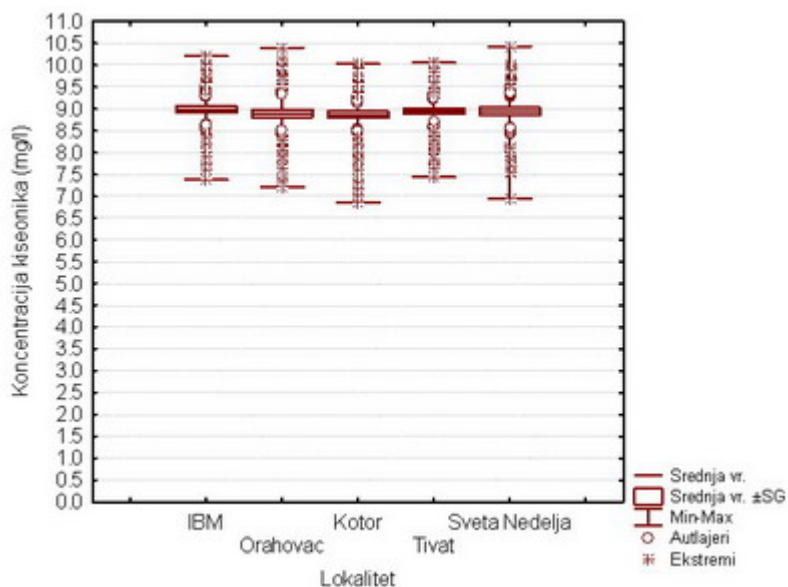
Slika 16. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije kiseonika na istraživanim lokalitetima.

Sa dubinom srednja vrijednost koncentracije rastvorenog kiseonika opada idući od 9,14 mg/l do 8,94 mg/l, što je i potvrđeno Duncan-ovim testom za koncentraciju kiseonika, kojim je nađena značajna razlika između površine i ostalih dubina (Slika 17.).



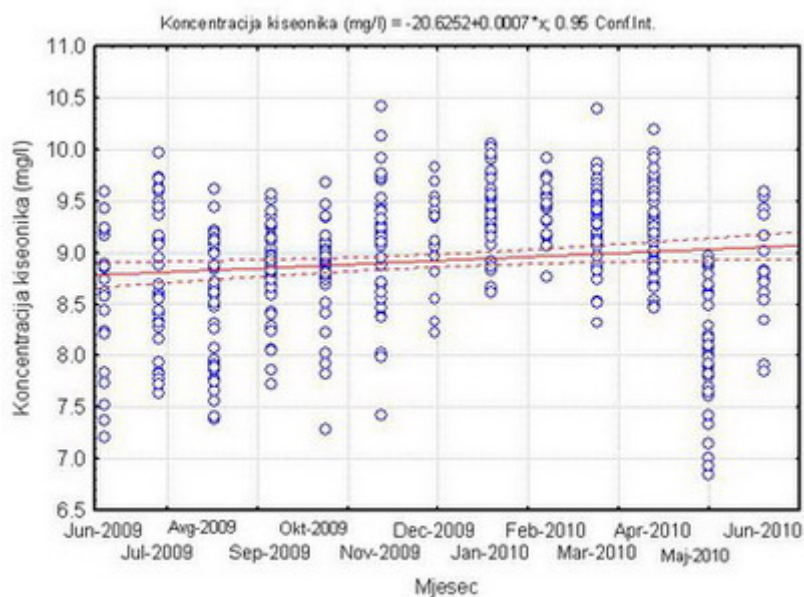
Slika 17. Srednja vrijednost koncentracije kiseonika po dubinama.

Duncan-ov test je pokazao u odnosu na srednje vrijednosti koncentracije kiseonika, da ne postoji statistički značajna razlika između istraživanih lokaliteta (Slika 18.).



Slika 18. Srednja vrijednost koncentracije kiseonika na istraživanim lokalitetima.

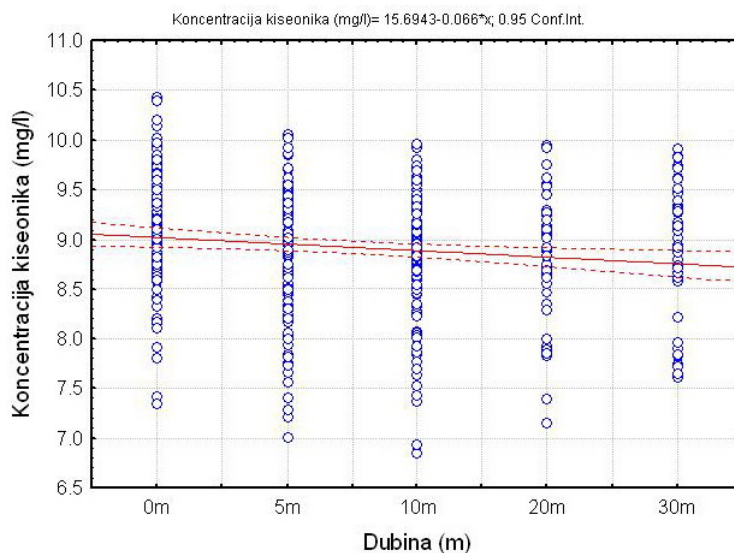
Vrijednost koncentracije kiseonika u odnosu na vremensku zavisnost pokazuje pozitivnu linearnu korelaciju (Slika 19.).



Mjesec: Koncentracija kiseonika (mg/l):  $r = 0,1242$ ;  $p = 0,0111$

Slika 19. Linearna korelacija koncentracije kiseonika i mjeseci.

Koncentracija kiseonika je opadala po dubinama, što potvrđuje i negativna linearna korelacija (Slika 20.).



Dubina (m): Koncentracija kiseonika (mg/l):  $r = -0,1289$ ;  $p = 0,008$

Slika 20. Linearna korelacija koncentracije kiseonika i dubina.

#### 5.1.4. Zasićenje vode kiseonikom

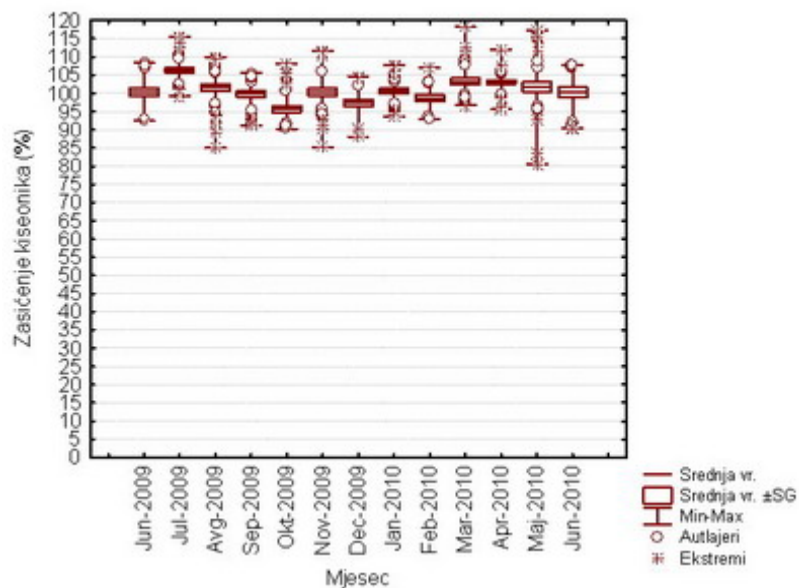
Maksimalna zasićenja kiseonikom su utvrđena u septembru 2009. (105,5%), na površini, na lokalitetu IBM, te u martu 2010. godine (118,2%), na površini, na lokalitetu Kotor. Minimalna vrijednost zasićenja vode kiseonikom je iznosila 80,60% u maju 2010., na 30 m dubine, na lokalitetu Kotor, te 99,2% u julu 2009. godine na 10 m dubine, na lokalitetu Tivat (Tabela 5.).

Tabela 5. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) zasićenja vode kiseonikom u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (%)	MIN.(%)	MAX. (%)	S.D	n
2009.	JUN	100,34	92,5	108,4	5,13	19
	JUL	106,34	99,2	115,5	4,54	38
	AVGUST	101,57	85,0	110	6,18	38
	SEPTEMBAR	99,80	91,2	105,5	5,21	38
	OKTOBAR	95,58	90,2	108,1	4,97	38
	NOVEMBAR	100,38	85,3	111,7	6,59	38
	DECEMBAR	97,43	88,1	104,7	4,12	19
2010.	JANUAR	100,59	93,7	107,8	4,09	38
	FEBRUAR	98,68	92,9	107,1	3,69	19
	MART	103,30	96,7	118,2	5,57	38
	APRIL	102,95	95,6	112	3,54	38
	MAJ	101,72	80,6	117,3	7,77	38
	JUN	100,22	90,4	107,9	5,99	19

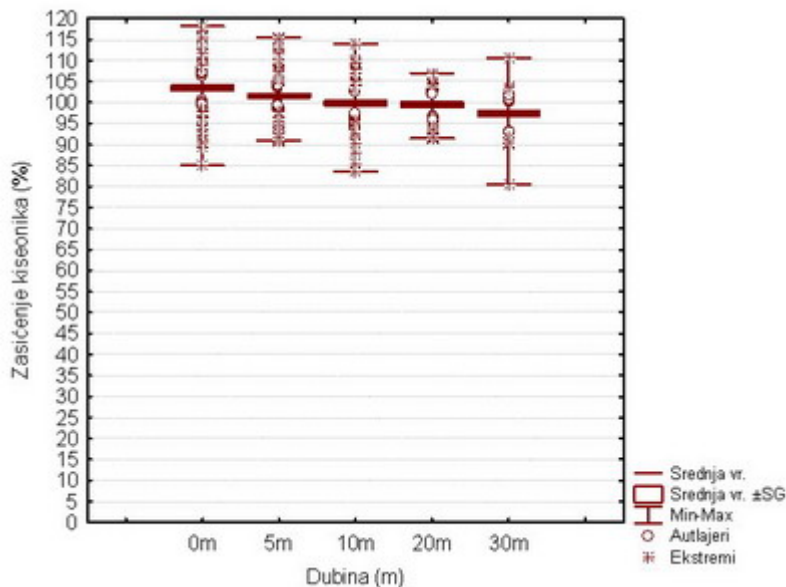
**100,68**

Kao i u slučaju rastvorenog kiseonika, za vrijednosti zasićenja vode kiseonikom F-test ( $p < 0,05$ ) je pokazao statistički značajne razlike u odnosu na srednje vrijednosti mjeseci i dubina. Duncan-ovim testom je utvrđena značajna statistička razlika između srednjih vrijednosti zasićenja kiseonikom u julu i svim preostalim mjesecima; avgustu, oktobru i decembru 2009.; septembru i oktobru 2009. i martu i aprilu 2010.; oktobru i novembru 2009., januaru, februaru, martu, aprilu, te maju i junu 2010. godine; decembru 2009. i januaru, martu, aprilu, maju i junu 2010.; februaru, martu i aprilu 2010. godine (Slika 21.).



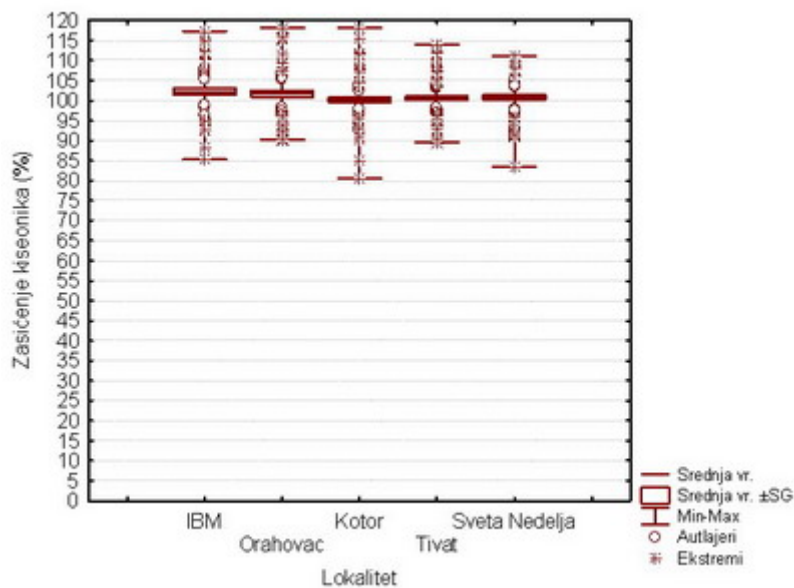
Slika 21. Srednja vrijednost zasićenja vode kiseonikom na istraživanim lokalitetima.

Sa dubinom srednja vrijednost zasićenja vode kiseonikom je opadala. To je i potvrđeno Duncan-ovim testom koji je pokazao za srednje vrijednosti zasićenja vode kiseonikom statistički značajne razlike između svih dubina, sem između dubine od 10 i 20 m (Slika 22.).



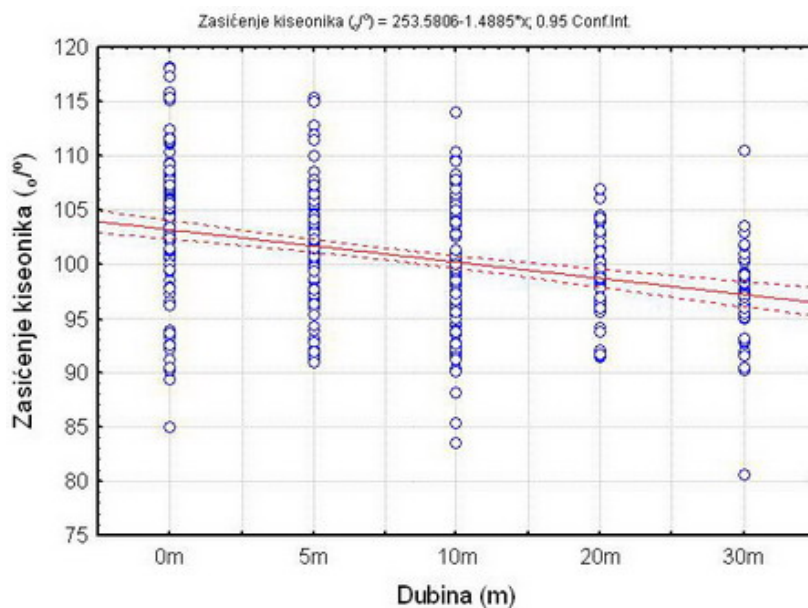
Slika 22. Srednja vrijednost zasićenja vode kiseonikom po dubinama.

Duncanov test je pokazao, u odnosu na srednje vrijednosti zasićenja, statistički značajne razlike između lokaliteta IBM i lokaliteta Kotor, što nije u skladu sa vrijednostima za rastvoreni kiseonik na istraživanim lokalitetima (Slika 23.).



Slika 23. Srednja vrijednost zasićenja vode kiseonikom po lokalitetima.

Vremenska zavisnost zasićenja vode kiseonikom i ispitivanih mjeseci je pozitivna, ali nije bila statistički značajna. Opadanje vrijednosti zasićenja vode kiseonikom od površine ka dnu prikazano je negativnom linearnom korelacijom (Slika 24.). I korelacija zasićenja vode kiseonikom po lokalitetima je bila negativno linearna, ali nije bila statistički značajna. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima za rastvoreni kiseonik.



Dubina (m): Zasićenje kiseonika (‰):  $r = -0,3175$ ;  $p = 0,0000$

Slika 24. Linearna korelacija zasićenja vode kiseonikom i dubina.

### 5.1.5. Prozirnost

Srednja godišnja vrijednost za prozirnost je iznosila 7,72 m. Minimalna zabilježena vrijednost bila je 4,5 m (u novembru 2009., te u februaru i maju 2010. godine na lokalitetima IBM i Sveta Nedelja). Maksimalna prozirnost izmjerena je u junu 2010. godine i iznosila je 15 m (na lokalitetu Sveta Nedelja, u otvorenijem dijelu zaliva, Tivatski zaliv) (Tabela 6.).

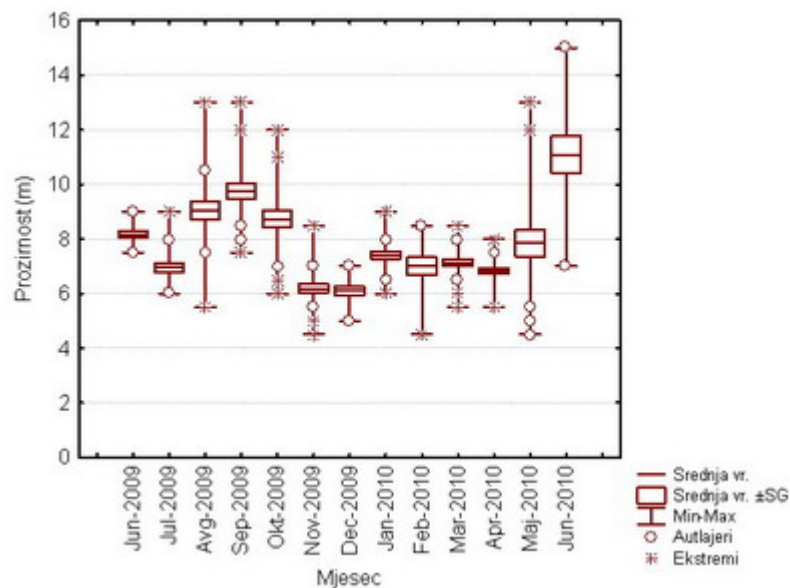
Tabela 6. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) prozirnosti vode u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR.(m)	MIN.(m)	MAX.(m)	S.D.	n
2009.	JUN	8,20	7,5	9	0,57	19
	JUL	7,00	6	9	1,22	38
	AVGUST	8,80	5,5	13	2,00	38
	SEPTEMBAR	9,45	7,5	13	1,76	38
	OKTOBAR	8,45	6	12	1,91	38
	NOVEMBAR	6,20	4,5	8,5	1,14	38
	DECEMBAR	6,00	5	7	0,79	19
2010.	JANUAR	7,45	6	9	0,86	38
	FEBRUAR	6,80	4,5	8,5	1,60	19
	MART	7,00	5,5	8,5	0,88	38
	APRIL	6,75	5,5	8	0,72	38
	MAJ	7,50	4,5	13	3,00	38
	JUN	10,7	7	15	3,27	19
		<b>7,72</b>				

F-test je pokazao statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) u odnosu na istraživane mjesece i lokalitete kada se posmatra prozirnost morske vode. Minimalna srednja vrijednost za prozirnost je iznosila 6 m u decembru 2009. Srednja vrijednost prozirnosti je bila bez većeg variranja do aprila mjeseca 2010. godine, nakon čega slijedi porast prozirnosti sve do maksimalne vrijednosti od 10,7 m u junu 2010.godine.

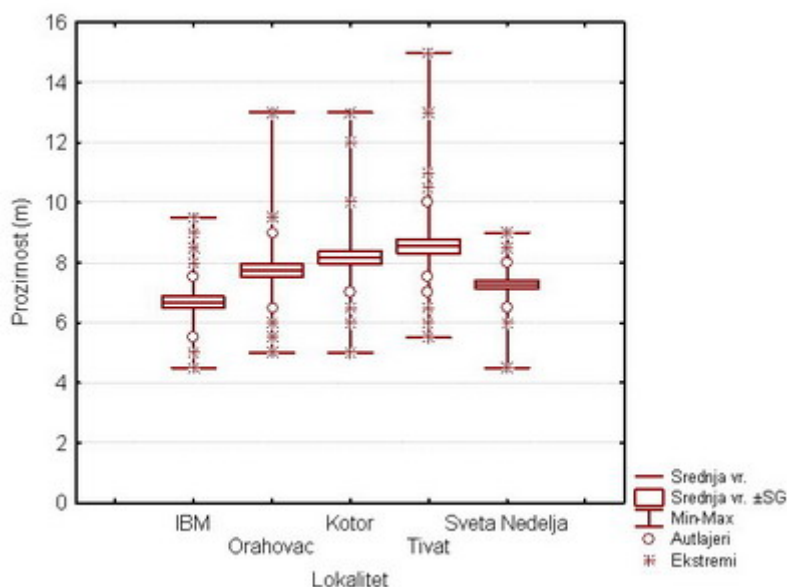
Prozirnost je varirala tokom perioda istraživanja i Duncan-ov test je pokazao statistički značajne razlike između vrijednosti za prozirnost vode tokom većeg dijela istraživanog perioda. Nije nađena statistički značajna razlika između juna i oktobra 2009.; zatim jula, novembra i decembra 2009.; avgusta, septembra i oktobra 2009.; novembra i decembra 2009.; januara i mjeseci od februara do maja 2010. godine (Slika 25.).





Slika 25. Srednja mjesečna vrijednost prozirnosti na istraživanim lokalitetima.

Prozirnost je varirala na svim lokalitetima. Duncan-ov test je pokazao statistički značajnu razliku za vrijednosti za prozirnost između lokaliteta IBM i svih preostalih, te lokaliteta Orahovac i Tivat; Kotor i Sveta Nedelja; Tivat i Sveta Nedelja (Slika 26.).



Slika 26. Srednja vrijednost prozirnosti na istraživanim lokalitetima.

Zapažena je negativna korelacija prozirnosti i mjeseci, ali nije bila statistički značajna. Prozirnost se povećavala idući od lokaliteta u unutrašnjem dijelu zaliva prema lokalitetima u njegovom spoljašnjem dijelu, što je i potvrđeno pozitivnom linearnom korelacijom, koja nije bila statistički značajna.



### 5.1.6. Nitrati - NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Srednja godišnja vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> je iznosila 2,63 μmol/l. Maksimalna vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> tokom perioda istraživanja je iznosila 25,88 μmol/l u februaru 2010. godine, na površini, na lokalitetu Orahovac.

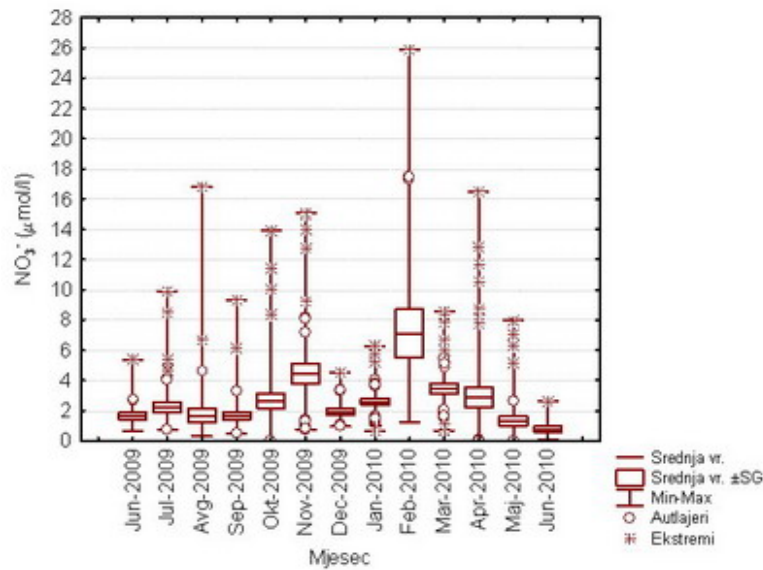
Od avgusta mjeseca do novembra prisutan je trend rasta srednje vrijednosti koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, zatim opet od januara do februara 2010. godine kada je zabilježen maksimum. Nakon toga dolazi trend opadanja do juna 2010. godine kada je bila i minimalna vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Tabela 7. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) NO<sub>3</sub><sup>-</sup> u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR.(μmol/l)	MIN.(μmol/l)	MAX.(μmol/l)	S.D.	n
2009.	JUN	1,63	0,68	5,36	1,08	19
	JUL	2,19	0,72	9,92	2,12	38
	AVGUST	1,65	0,30	16,80	2,77	38
	SEPTEMBAR	1,67	0,51	9,33	1,58	38
	OKTOBAR	2,63	0	13,91	3,09	38
	NOVEMBAR	4,44	0,75	15,09	4,01	38
	DECEMBAR	1,91	0,95	4,52	0,92	19
2010.	JANUAR	2,58	0,68	6,26	1,41	38
	FEBRUAR	7,10	1,23	25,88	6,93	19
	MART	3,43	0,68	8,57	2,05	38
	APRIL	2,85	0	16,48	4,13	38
	MAJ	1,32	0	7,96	1,96	38
	JUN	0,77	0,11	2,65	0,76	19

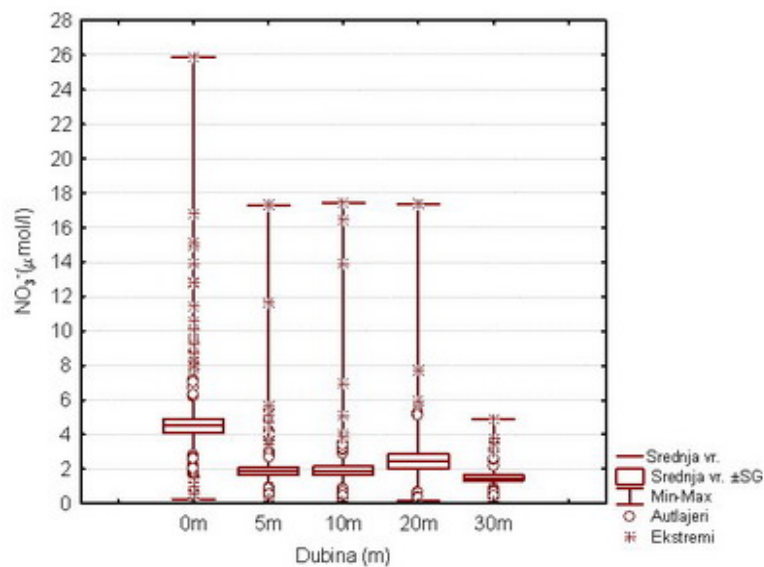
**2,63**

Duncan-ovim testom je utvrđena statistički značajna razlika za srednju vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sledećih mjeseci: juna, jula, avgusta, septembra, oktobra 2009. sa mjesecima novembar 2009., februar i mart 2010.; novembra i decembra 2009., januara, februara, marta, aprila, maja i juna 2010. godine (Slika 27.).



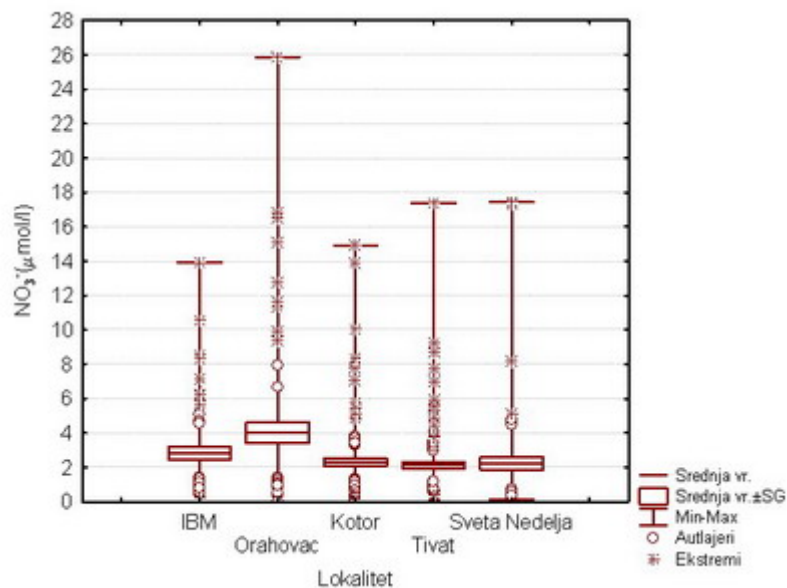
Slika 27. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na istraživanim lokalitetima.

Poređenjem srednjih vrijednosti za koncentraciju NO<sub>3</sub><sup>-</sup> po dubinama Duncan-ov test je pokazao statistički značajne razlike između površine i svih ostalih dubina, odnosno vrijednosti koncentracije su se smanjivale od površine prema dubljim slojevima (Slika 28.).



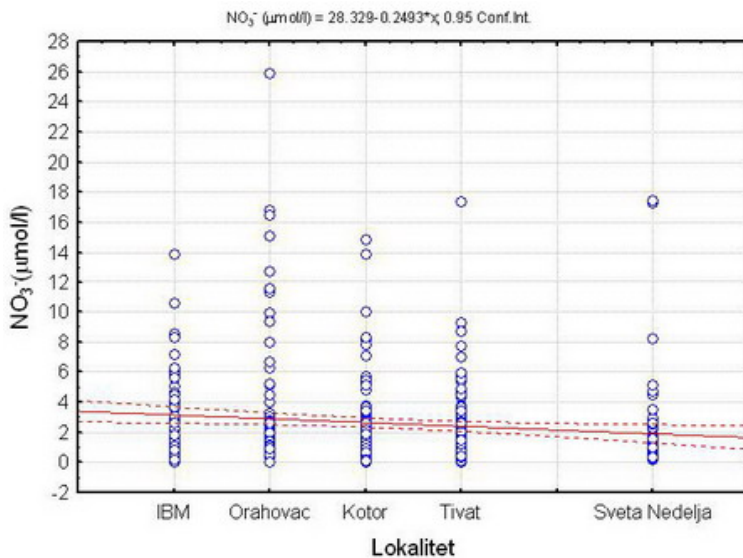
Slika 28. Srednja vrijednost koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> po dubinama.

Duncan-ov test je pokazao značajnu razliku između lokaliteta Orahovac i ostalih lokaliteta u odnosu na koncentraciju NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Slika 29.).



Slika 29. Srednja vrijednost koncentracije  $\text{NO}_3^-$  na istraživanim lokalitetima.

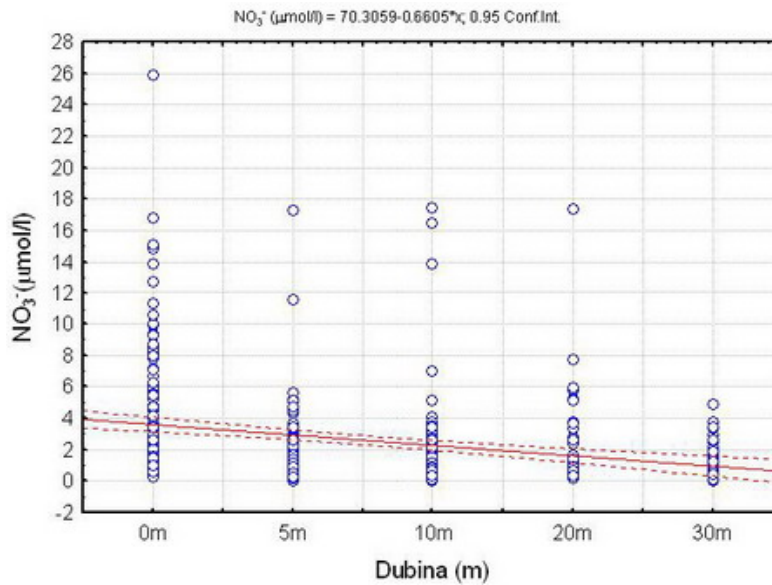
Korelaciona analiza  $\text{NO}_3^-$  i mjeseci je bila pozitivno linearna, ali nije bila statistički značajna. Koncentracija  $\text{NO}_3^-$  se smanjivala idući od unutrašnjeg (Kotorski zaliv) prema otvorenijem dijelu zaliva (Tivatski zaliv), što potvrđuje i negativna linearna korelacija (Slika 30.).



$$\text{Lokalitet: NO}_3^- (\mu\text{mol/l}): r = -0,1223; p = 0,0123$$

Slika 30. Linearna korelacija  $\text{NO}_3^-$  i lokaliteta.

Od površine prema dubljim slojevima vrijednost koncentracije  $\text{NO}_3^-$  je bila u opadanju, što potvrđuje i negativna linearna korelacija (Slika 31.).



Slika 31. Linearna korelacija koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i dubina.

### 5.1.7. Nitriti - NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

Srednja godišnja vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> je iznosila 0,16 µmol/l. Koncentracija NO<sub>2</sub><sup>-</sup> tokom perioda istraživanja je varirala od vrijednosti koje se ne mogu detektovati tokom ljetnjih mjeseci do 1,38 µmol/l u novembru 2009., na 10 m dubine (Tabela 8.).

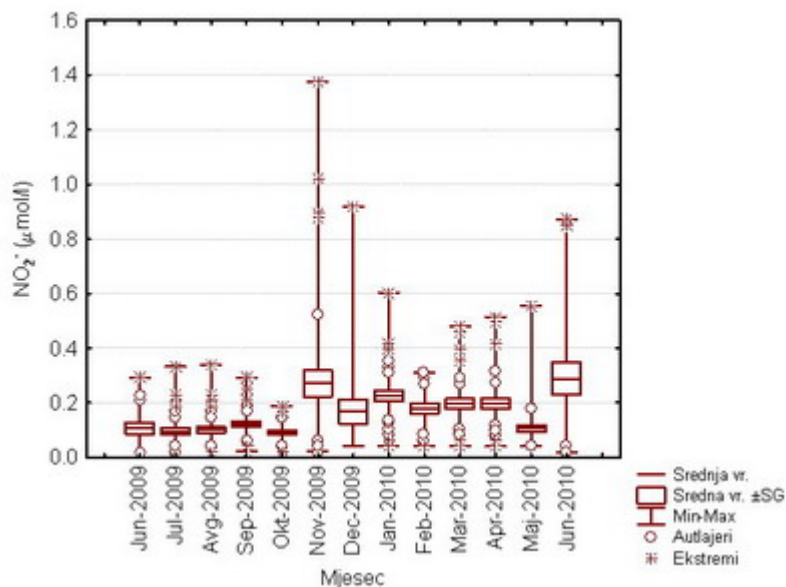
F-test je pokazao statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) u odnosu na istraživane mjesece, lokalitete i dubine kada se posmatra koncentracija NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

Duncan-ov test nije pokazao značajne razlike između koncentracije nitrita u junu, julu, avgustu, septembru i oktobru 2009.; decembru 2009. i januaru, februaru, martu, aprilu i maju 2010. godine. Od januara do juna 2010. godine prisutna je mala varijacija srednje vrijednosti koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> izuzev u maju mjesecu. Maksimalna srednja vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> je bila u junu 2010.godine i iznosila je 0,29 µmol/l. Nađena maksimalna srednja vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ne pokazuje statistički značajnu razliku sa koncentracijama od 0,27 i 0,23 µmol/l koje su nađene u novembru 2009. i januaru 2010. godine, dok su njene razlike sa svim ostalim mjesecima statistički značajne (Slika 32.).

Tabela 8. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) NO<sub>2</sub><sup>-</sup> u istraživanom periodu .

	MJESECI	SR.VR. (μmol/)	MIN. (μmol/)	MAX. (μmol/)	S.D.	n
2009.	JUN	0,11	0	0,29	0,09	19
	JUL	0,09	0	0,33	0,07	38
	AVGUST	0,10	0	0,34	0,07	38
	SEPTEMBAR	0,12	0,02	0,29	0,06	38
	OKTOBAR	0,09	0	0,19	0,06	38
	NOVEMBAR	0,27	0,02	1,38	0,3	38
	DECEMBAR	0,17	0,04	0,92	0,19	19
2010.	JANUAR	0,23	0,04	0,60	0,13	38
	FEBRUAR	0,18	0,04	0,31	0,08	19
	MART	0,20	0,04	0,48	0,11	38
	APRIL	0,20	0,04	0,52	0,11	38
	MAJ	0,11	0,04	0,55	0,08	38
	JUN	0,29	0,02	0,87	0,26	19

0,16

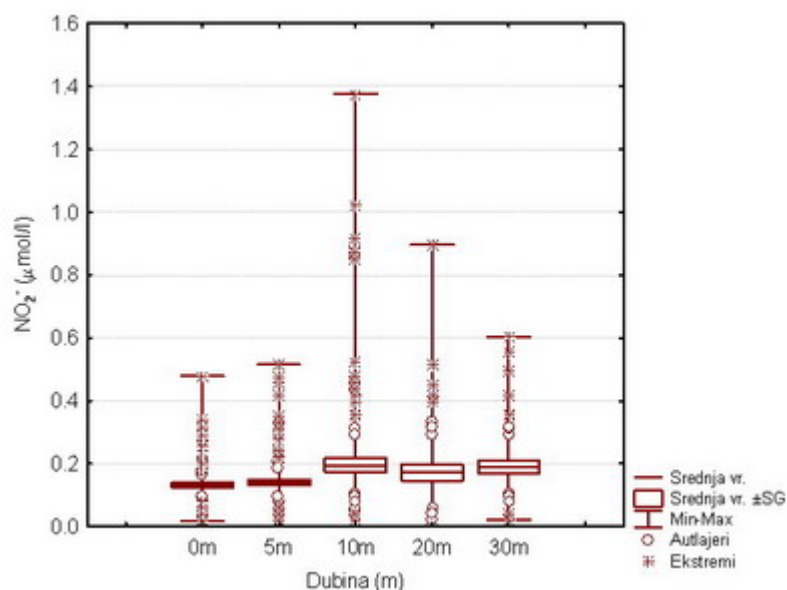


Slika 32. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije NO<sub>2</sub><sup>-</sup> na istraživanim lokalitetima.

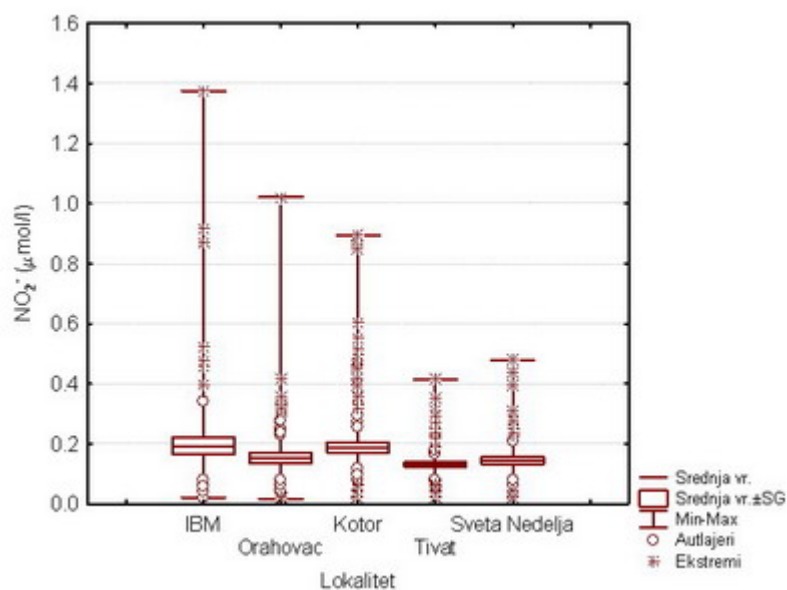
Duncan-ov test je pokazao statistički značajne razlike u pogledu dobijenih vrijednosti za koncentraciju NO<sub>2</sub><sup>-</sup> površine sa 10 i 30 m, zatim 5 m sa 10 i 30 m dubine (Slika 33.). Koncentracija nitrita je opadala od površine prema dubljim slojevima, a najveća je bila na 10 m dubine.

Duncan-ov test je pokazao da postoji statistički značajna razlika između lokaliteta IBM i Tivat i Sveta Nedelja, zatim lokaliteta Kotor i Tivat (Slika 34.).

Koncentracija  $\text{NO}_2^-$  je bila veća u unutrašnjem dijelu zaliva u odnosu na njegov spoljni dio.

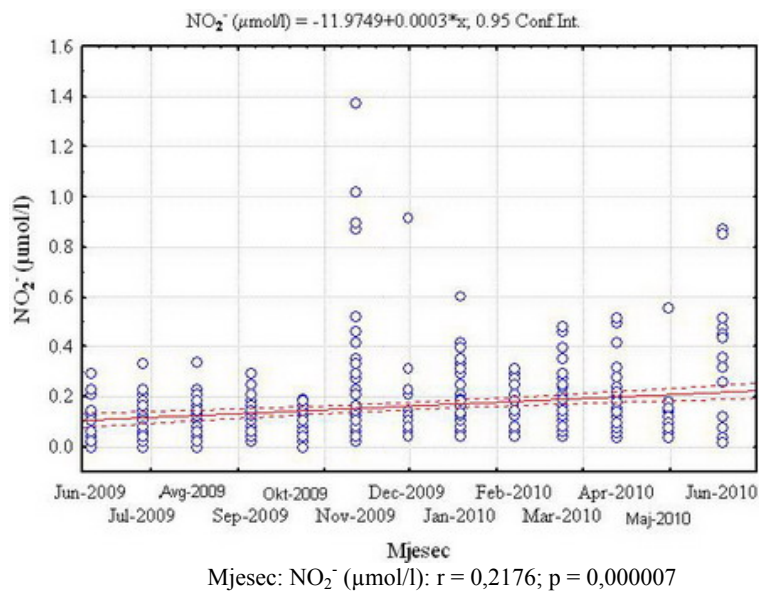


Slika 33. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije  $\text{NO}_2^-$  po dubinama.



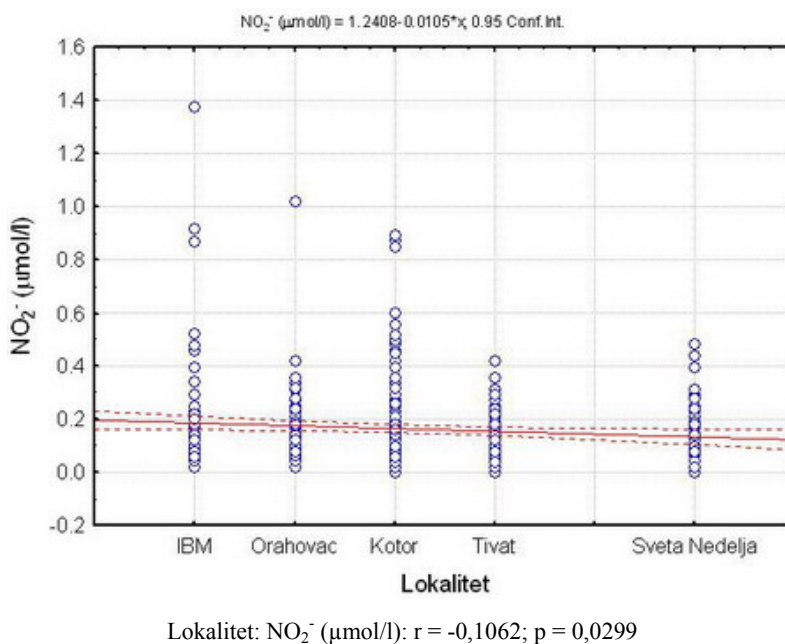
Slika 34. Srednja vrijednost koncentracije  $\text{NO}_2^-$  na istraživanim lokalitetima.

Od oktobra kada je zabilježena minimalna srednja vrijednost koncentracije  $\text{NO}_2^-$ , javlja se trend variranja, ali je koncentracija bila u porastu, što potvrđuje i pozitivna linearna korelacija (Slika 35.).



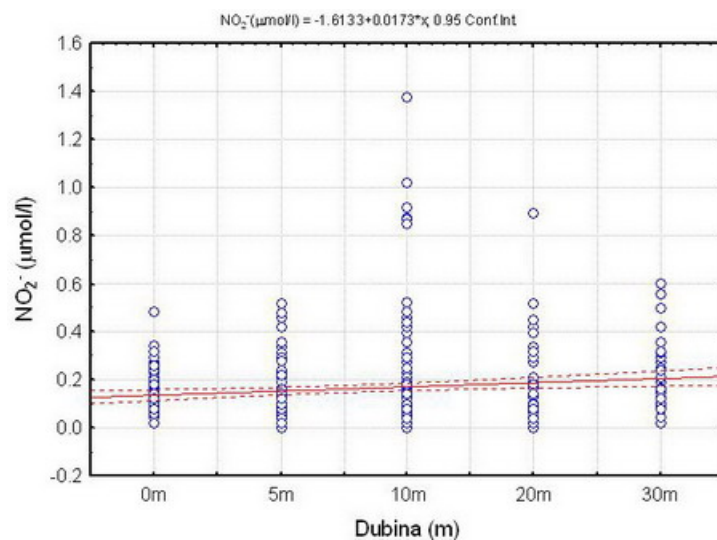
Slika 35. Linearna korelacija  $\text{NO}_2^-$  i mjeseci.

Idući od unutrašnjosti ka spoljašnjem dijelu zaliva koncentracija  $\text{NO}_2^-$  je bila u opadanju, što je predstavljeno negativnom linearnom korelacijom (Slika 36.).



Slika 36. Linearna korelacija  $\text{NO}_2^-$  i lokaliteta.

Za razliku od  $\text{NO}_3^-$ , koncentracija nitrita je bila veća u dubljim slojevima, što je prikazano pozitivnom linearnom korelacijom (Slika 37.).



Slika 37. Linearna korelacija  $\text{NO}_2^-$  i dubina.

### 5.1.8. Fosfati - $\text{PO}_4^{3-}$

Srednja godišnja vrijednost koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$  je iznosila 0,18  $\mu\text{mol/l}$ . Maksimalne vrijednosti koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$  su zabilježene u pridnenim slojevima i kretale su se od 0,27  $\mu\text{mol/l}$  u maju 2010. na 5 m dubine, do 0,97  $\mu\text{mol/l}$  u januaru 2010. godine, na 10 m dubine. U oba slučaja na lokalitetu Sveta Nedelja (Tabela 9.).

Tabela 9. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) za  $\text{PO}_4^{3-}$  u istraživanom periodu.

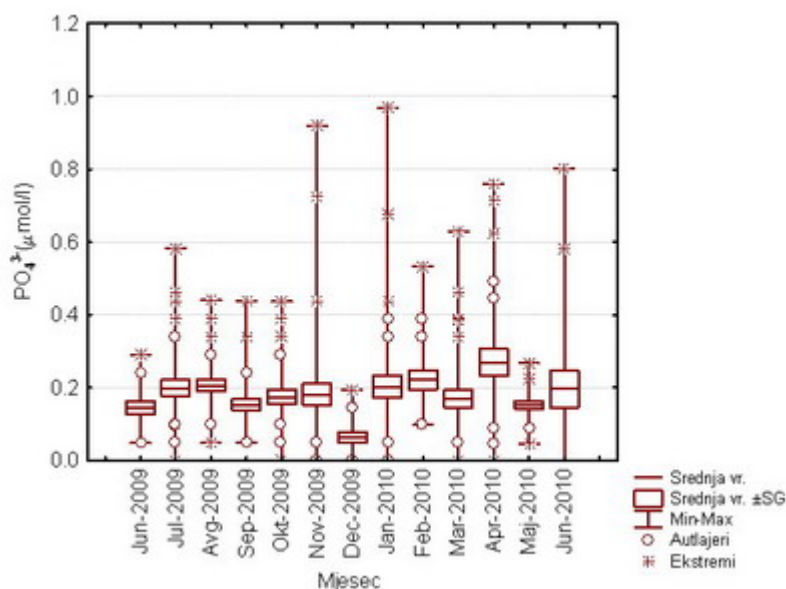
	MJESECI	SR.VR.( $\mu\text{mol/l}$ )	MIN.( $\mu\text{mol/l}$ )	MAX.( $\mu\text{mol/l}$ )	S.D.	n
2009.	JUN	0,14	0,05	0,29	0,08	19
	JUL	0,20	0	0,58	0,15	38
	AVGUST	0,21	0,05	0,44	0,10	38
	SEPTEMBAR	0,15	0,05	0,44	0,10	38
	OKTOBAR	0,17	0	0,44	0,12	38
	NOVEMBAR	0,18	0	0,92	0,18	38
	DECEMBAR	0,06	0	0,19	0,06	19
2010.	JANUAR	0,20	0	0,97	0,19	38
	FEBRUAR	0,22	0,10	0,53	0,12	19
	MART	0,17	0	0,63	0,15	38
	APRIL	0,27	0	0,76	0,50	38
	MAJ	0,15	0,05	0,27	0,06	38
	JUN	0,20	0	0,80	0,22	19

**0,18**



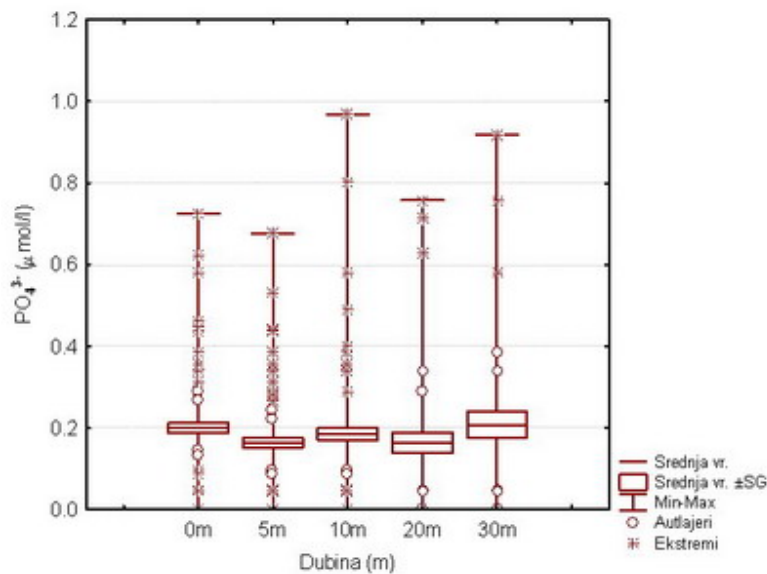
Duncan-ov test je pokazao statistički značajne razlike između dobijenih vrijednosti za promjenu vrijednosti  $\text{PO}_4^{3-}$  za jun i decembar 2009. i april 2010. godine; jul i decembar 2009.; avgust i decembar 2009.; septembar, decembar 2009. i april 2010.; oktobar, decembar 2009. i april 2010.; novembar, decembar 2009. i april 2010.; decembar 2009. i mjeseci od januara do juna 2010. godine (Slika 38.).

Maksimalna srednja vrijednost koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$  je iznosila  $0,27 \mu\text{mol/l}$  u aprilu 2010. godine i nije se statistički razlikovala od vrijednosti  $0,20 \mu\text{mol/l}$  u julu 2009.;  $0,21 \mu\text{mol/l}$  u avgustu 2009.;  $0,20 \mu\text{mol/l}$  u januaru 2010.;  $0,22 \mu\text{mol/l}$  u februaru 2010. i  $0,20 \mu\text{mol/l}$  u junu 2010. godine, dok se od ostalih vrijednosti statistički razlikovala (Slika 38.).



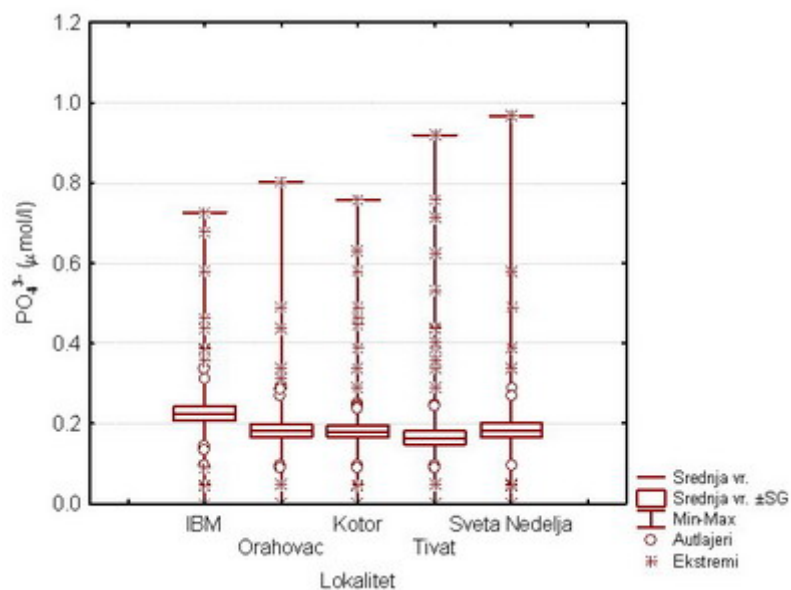
Slika 38. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$  na istraživanim lokalitetima.

Koncentracija  $\text{PO}_4^{3-}$  nije značajno varirala sa dubinom što je i potvrđeno Duncan-ovim testom kojim je utvrđeno da ne postoji statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti koncentracija  $\text{PO}_4^{3-}$  za dubine (Slika 39.).



Slika 39. Srednja vrijednost koncentracije  $PO_4^{3-}$  na istraživanim dubinama.

Vrijednost koncentracije  $PO_4^{3-}$  nije značajno varirala po lokalitetima što je i potvrđeno Duncan-ovim testom kojim je nađena značajna razlika samo između lokaliteta IBM i Tivat (Slika 40.).



Slika 40. Srednja vrijednost koncentracije  $PO_4^{3-}$  na istraživanim lokalitetima.

Korelacija koncentracije  $PO_4^{3-}$  i lokaliteta i dubina je negativno linearna, a sa dubinom pozitivna, međutim razlike nisu statistički značajne.

### 5.1.9. Silikati - SiO<sub>4</sub><sup>-</sup>

Srednja godišnja vrijednost koncentracije SiO<sub>4</sub><sup>-</sup> je iznosila 5,55 μmol/l. Koncentracija SiO<sub>4</sub><sup>-</sup> tokom perioda istraživanja je varirala od vrijednosti koje se ne mogu detektovati (u julu 2009. godine) do 75,08 μmol/l u januaru 2010. godine, na 10 m dubine na centralnom lokalitetu u Kotoru (Tabela 10.).

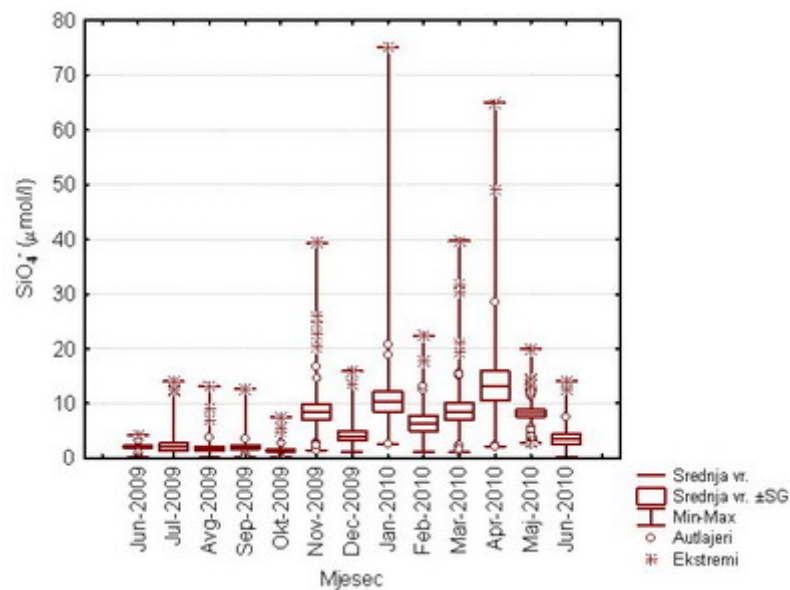
Maksimalna vrijednost SiO<sub>4</sub><sup>-</sup> se kretala od 4,10 μmol/l u junu 2009., na dubini od 30 m na lokalitetu Tivat, do 75,08 μmol/l u januaru 2010. godine, na 10 m dubine na centralnoj poziciji u Kotoru

Tabela 10. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) za SiO<sub>4</sub><sup>-</sup> u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR.(μmol/l)	MIN.(μmol/l)	MAX.(μmol/l)	S.D.	n
2009.	JUN	2,16	0,30	4,10	0,92	19
	JUL	2,04	0	14,01	3,98	38
	AVGUST	1,75	0,10	13,11	2,67	38
	SEPTEMBAR	2,02	0,25	12,60	1,95	38
	OKTOBAR	1,39	0,10	7,41	1,54	38
	NOVEMBAR	8,51	1,50	39,34	8,92	38
	DECEMBAR	4,09	1,20	15,92	4,04	19
2010.	JANUAR	10,33	2,50	75,08	11,91	38
	FEBRUAR	6,40	1,10	22,42	6,15	19
	MART	8,51	1,10	39,74	9,30	38
	APRIL	13,18	2,20	64,97	16,64	38
	MAJ	8,26	2,70	19,92	3,96	38
	JUN	3,49	0,10	14,11	3,88	19

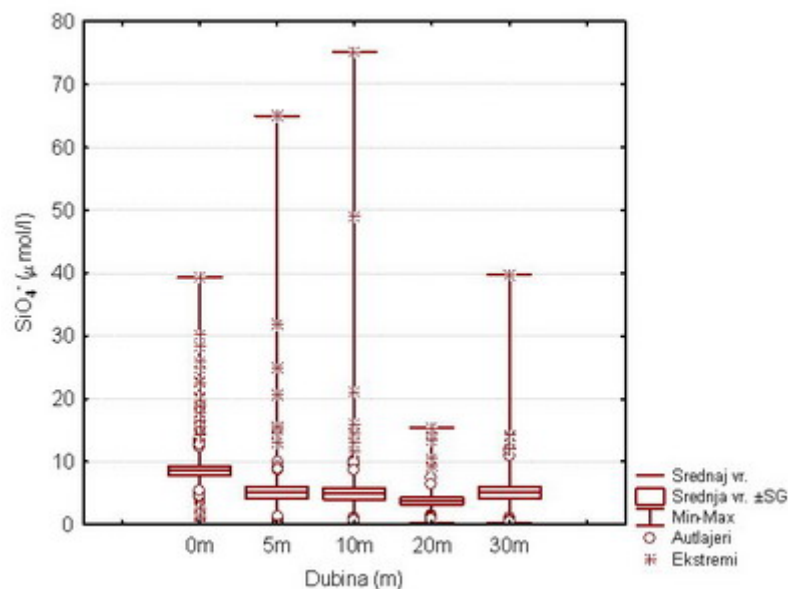
**5,55**

F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) kada se posmatra koncentracija SiO<sub>4</sub><sup>-</sup> tokom istraživanih mjeseci i dubina (Slika 41.). dok je Duncan-ov test pokazao i razlike lokaliteta Tivat sa lokalitetima IBM i Orahovac (Slika 43.). Duncan-ovim testom nije nađena statistički značajna razlika dobijenih vrijednosti od juna do oktobra 2009. i od januara do maja 2010. godine.

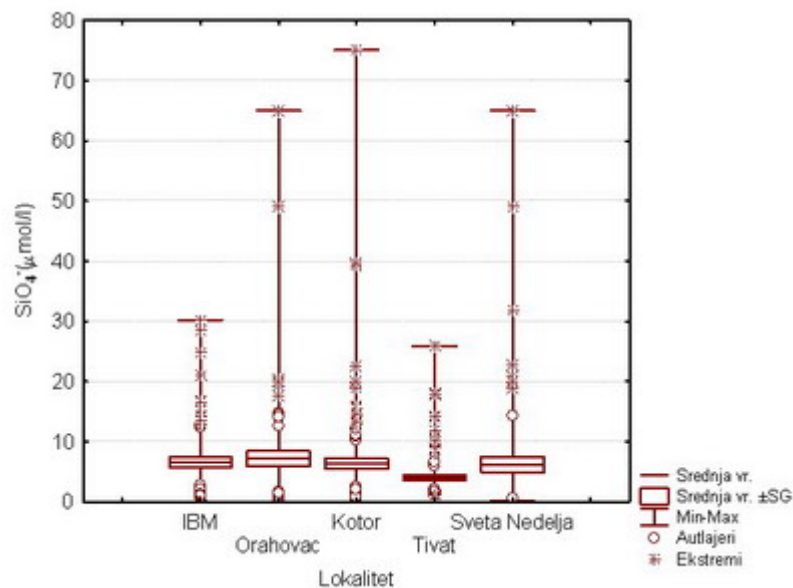


Slika 41. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  na istraživanim lokalitetima.

Duncan-ovim testom je nađena statistički značajna razlika između vrijednosti  $\text{SiO}_4^{2-}$  na površini i na ostalim dubinama. Vrijednost koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  je bila najveća na površini, a smanjivala se idući prema dubini (Slika 42.).

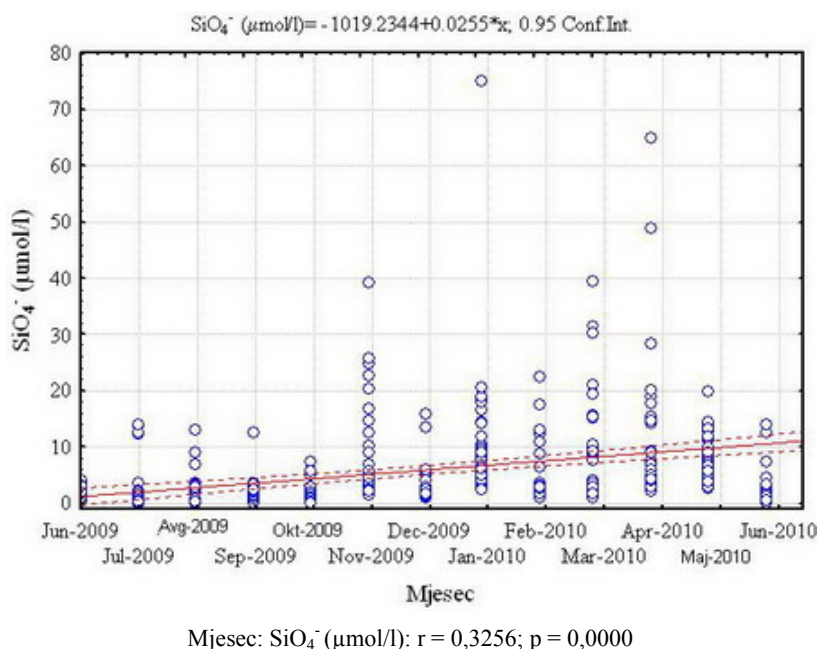


Slika 42. Srednja vrijednost koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  po dubinama.



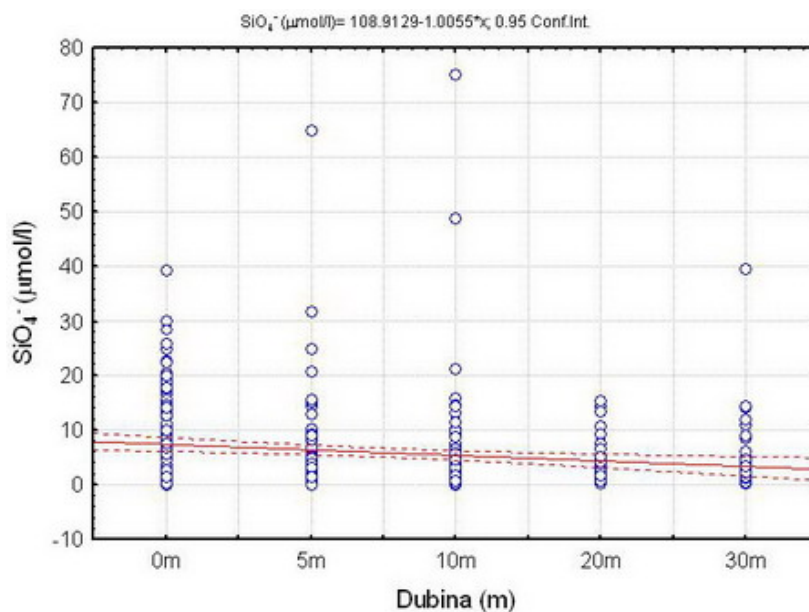
Slika 43. Srednja vrijednost koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  po lokalitetima.

Od januara 2010. godine kada je zabilježena maksimalna vrijednost, koncentracija  $\text{SiO}_4^{2-}$  je u porastu u poređenju sa prethodim mjesecima, što je predstavljeno pozitivnom linearnom korelacijom (Slika 44.).



Slika 44. Linearna korelacija između koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  i istraživanih mjeseci.

Pad koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  sa povećanjem dubine je prikazan negativnom linearnom korelacijom (Slika 45.).



Dubina (m):  $\text{SiO}_4^{2-}$  ( $\mu\text{mol/l}$ ):  $r = -0,1484$ ;  $p = 0,0024$

Slika 45. Linearna korelacija između koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$  i istraživanih dubina.

Korelacija između  $\text{SiO}_4^{2-}$  i istraživanih lokaliteta je negativno linearna, ali nije bila statistički značajna.

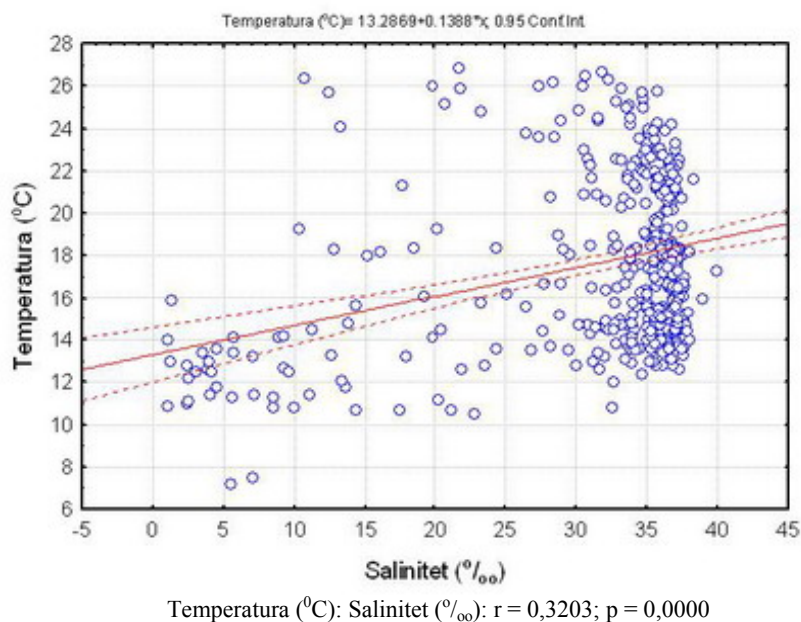
### 5.1.10. Korelacija između fizičko-hemijskih parametara

Tabela 11. Korelaciona matrica fizičko-hemijskih parametara na istraživanim lokalitetima.

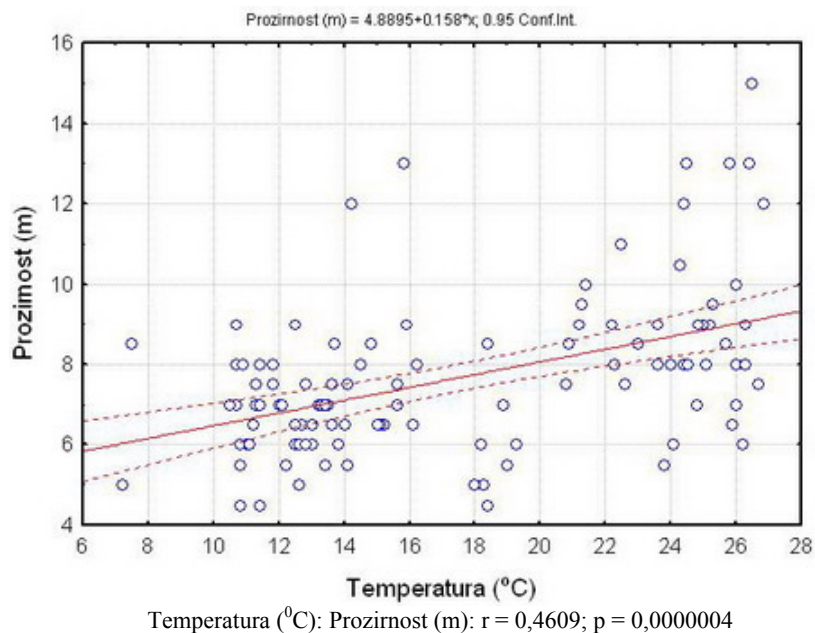
(\*statistički značajna razlika pri  $p < 0,05$ ; \*\*statistički značajna razlika pri  $p < 0,01$ ).

	Tem.	Sal.	Kon. O <sub>2</sub>	Zas.O <sub>2</sub>	Proz.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SiO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Tem.	1,00								
Sal.	0,32**	1,00							
Kon. O <sub>2</sub>	-0,29**	-0,24**	1,00						
Zas.O <sub>2</sub>	-0,21**	-0,41**	0,08	1,00					
Proz.	0,46**	0,29**	-0,24**	-0,25	1,00				
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,25**	-0,50**	0,23	0,15**	-0,11*	1,00			
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0,14**	0,06	0,10	-0,17**	0,06	0,02	1,00		
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-0,05	-0,08	0,03	0,05	-0,06	0,11*	0,15**	1,00	
SiO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	-0,37**	-0,40**	0,17**	0,18**	-0,25**	0,35**	0,12*	0,07	1,00

Korelacija temperature sa salinitetom i prozirnošću vode je pozitivno linearna (Slika 46., 47., Tabela 1.), dok je sa koncentracijom kiseonika negativna (Slika 48., Tabela 1.).

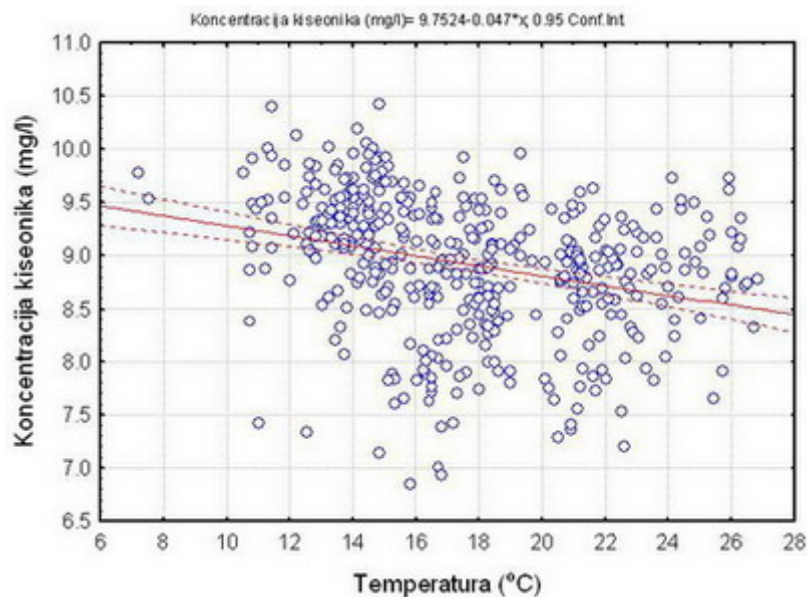


Slika 46. Linearna korelacija između temperature i saliniteta.



Slika 47. Linearna korelacija između temperature i prozirnosti vode.

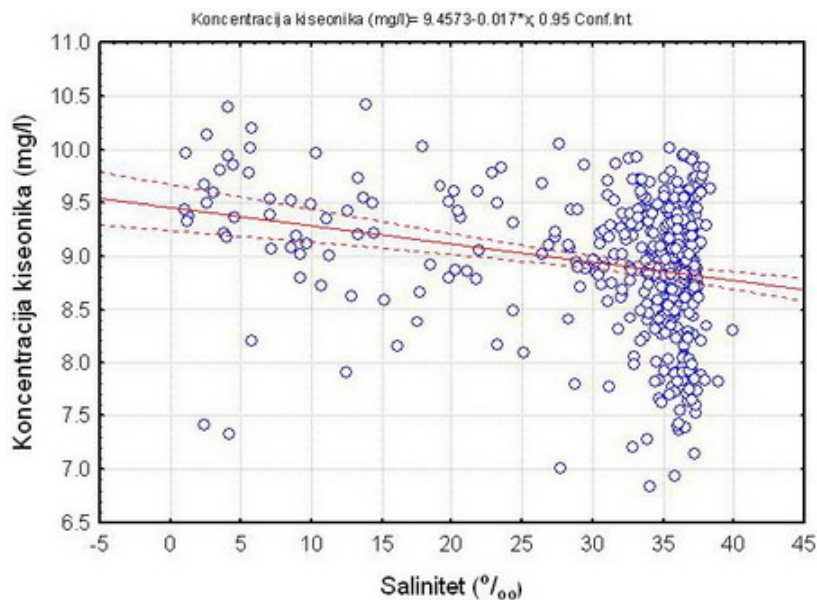




Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ): Koncentracija kiseonika (mg/l):  $r = -0,2899$ ;  $p = 0,000000002$

Slika 48. Linearna korelacija između temperature i koncentracije kiseonika.

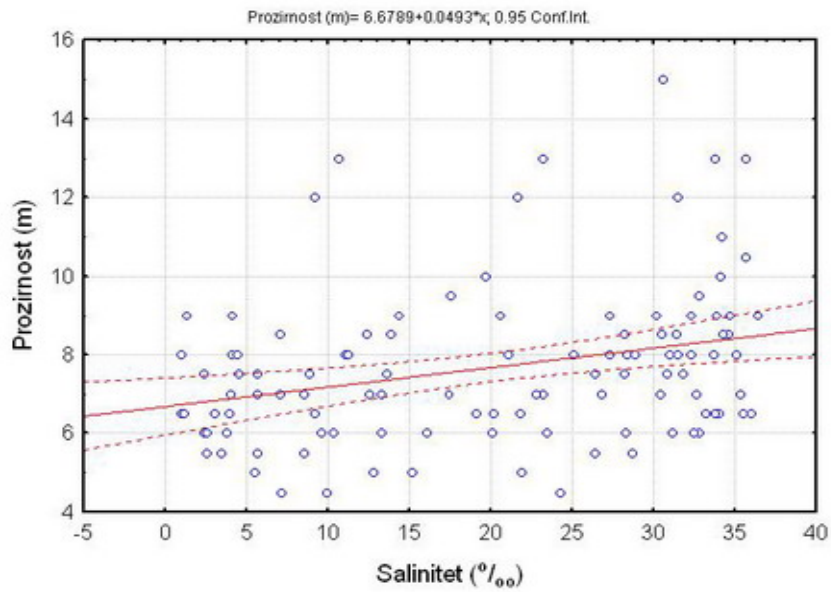
Rezultati su pokazali da je korelaciona analiza saliniteta sa koncentracijom kiseonika, koncentracijom  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{SiO}_4^-$  linearno negativna (Slika 49., 51., 52.; Tabela 1.), dok je sa prozirnošću vode pozitivna (Slika 50.; Tabela 1.).



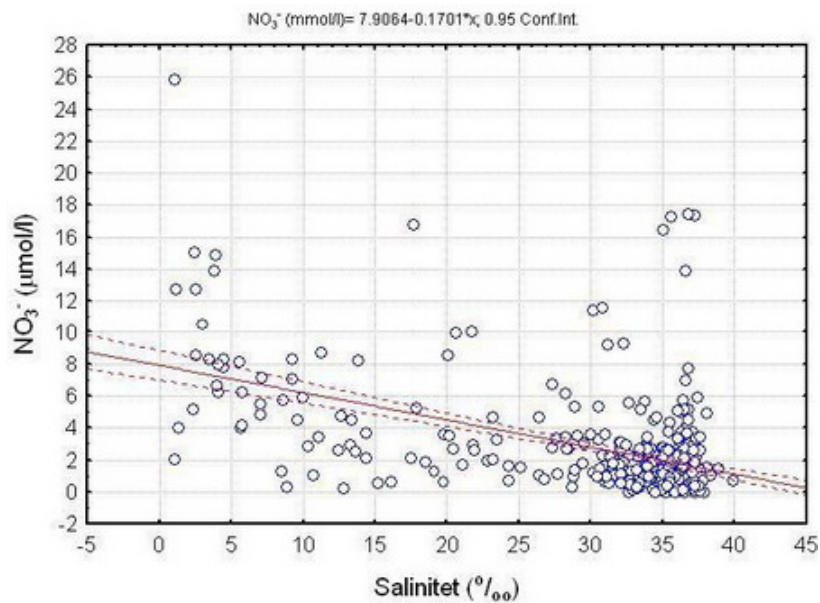
Salinitet ( $^{\circ}\text{‰}$ ): Koncentracija kiseonika (mg/l):  $r = -0,246$ ;  $p = 0,0000005$

Slika 49. Linearna korelacija između saliniteta i koncentracije kiseonika.

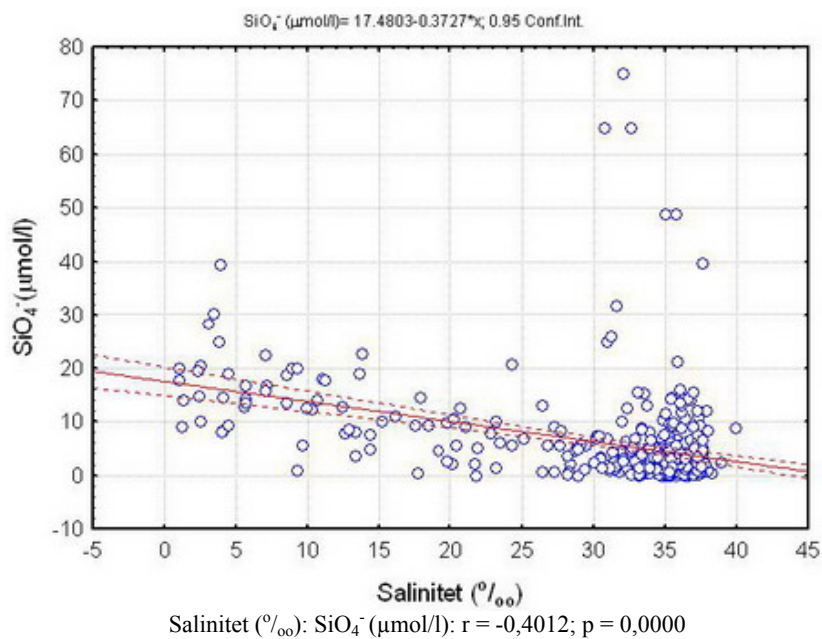




Slika 50. Linearna korelacija između saliniteta i prozirnosti.

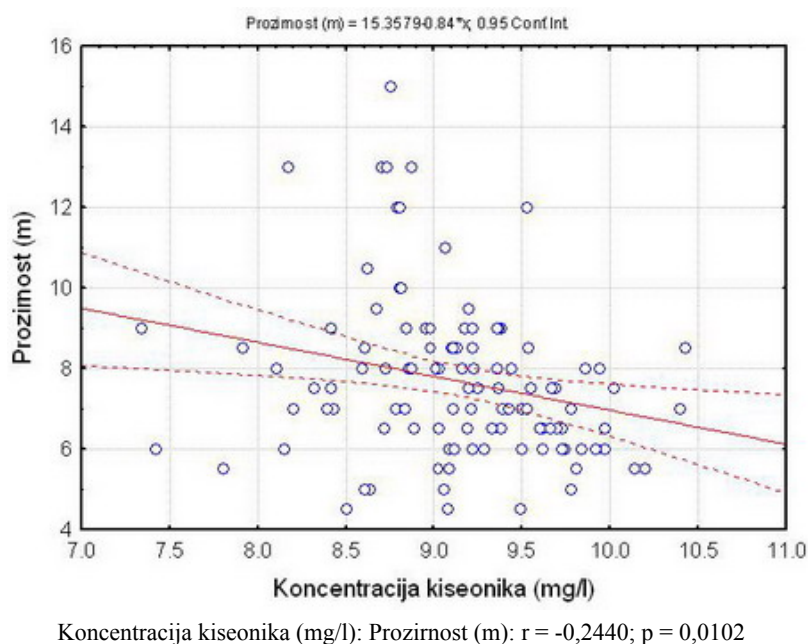


Slika 51. Linearna korelacija između saliniteta i koncentracije  $\text{NO}_3^-$ .

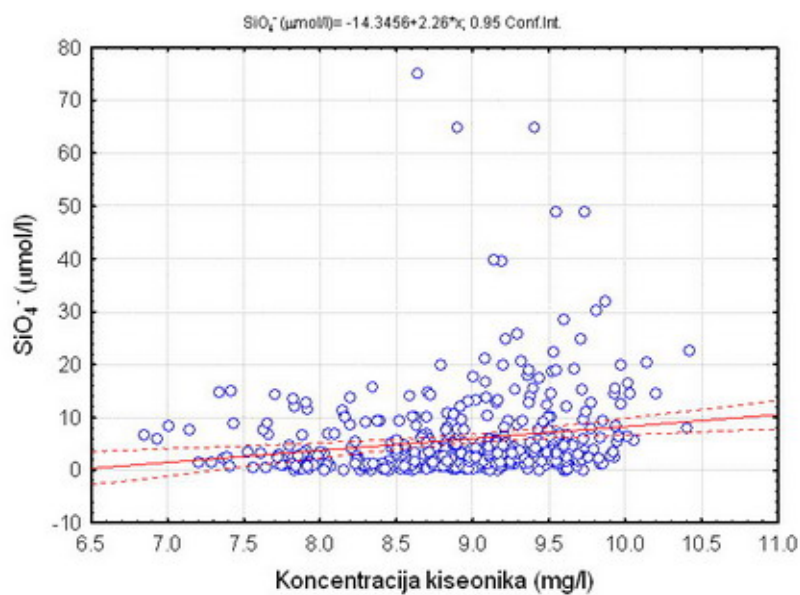


Slika 52. Linearna korelacija između saliniteta i koncentracije  $\text{SiO}_4^-$ .

Korelacija koncentracije kiseonika i prozirnosti je linearno negativna (Slika 53.; Tabela 1.), dok je sa koncentracijom  $\text{SiO}_4^-$  pozitivna (Slika 54.; Tabela 1.).

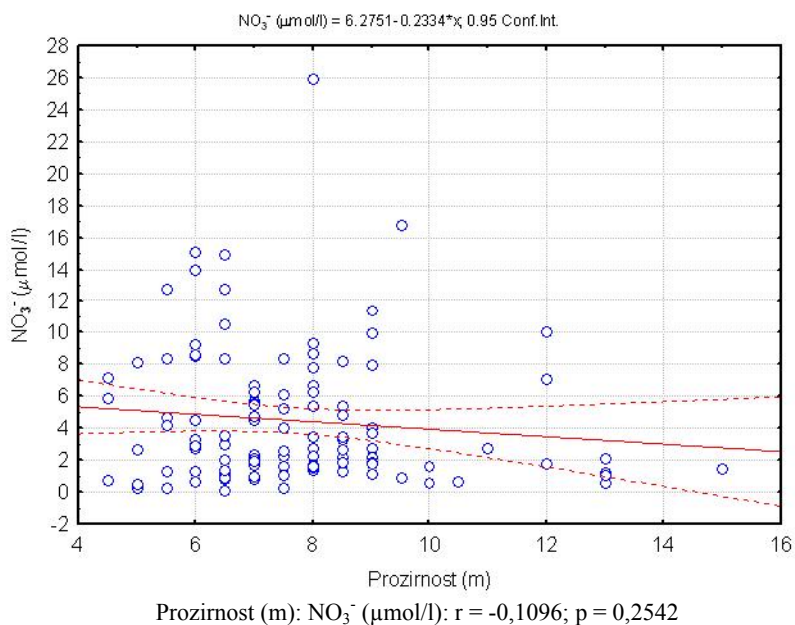


Slika 53. Linearna korelacija između koncentracije kiseonika i prozirnosti vode.

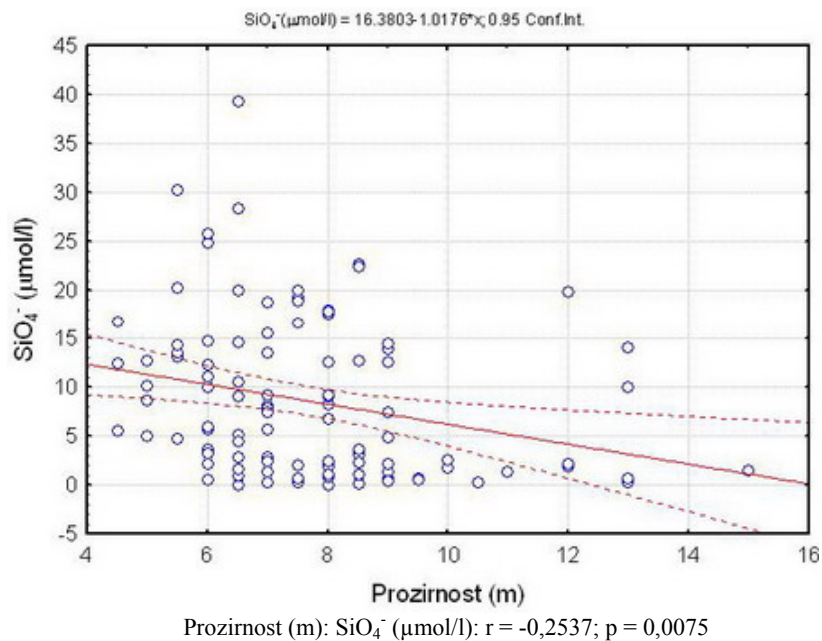


Slika 54. Linearna korelacija između koncentracije kiseonika i koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

Prozirnost vode je bila u negativnoj korelaciji sa koncentracijom  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{SiO}_4^{2-}$  (Slika 55., 56.; Tabela 1.).

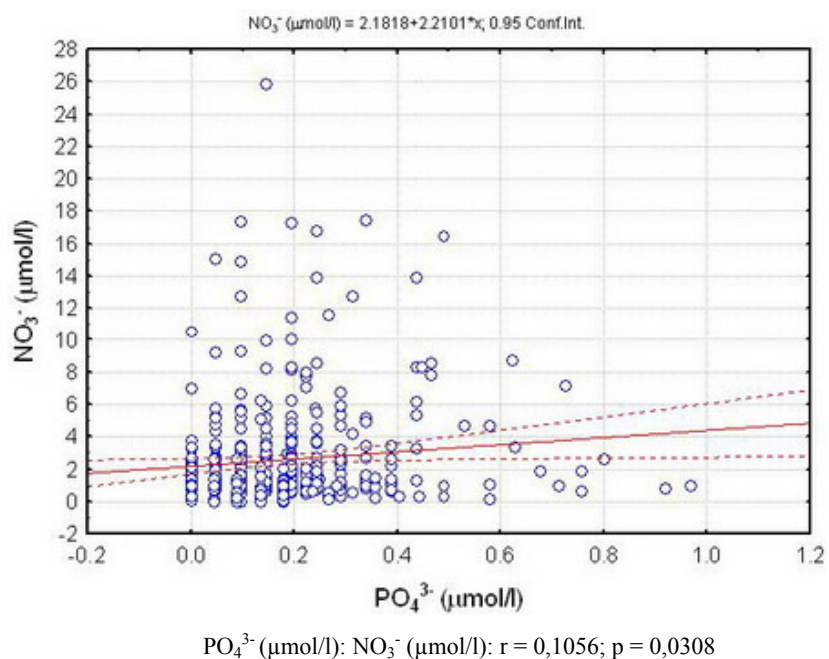


Slika 55. Linearna korelacija između prozirnosti i koncentracije  $\text{NO}_3^-$ .

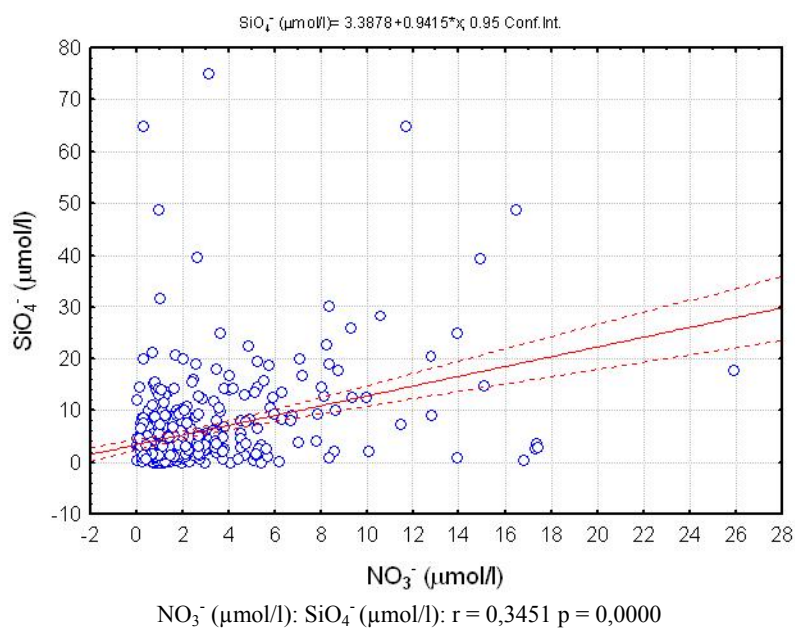


Slika 56. Linearna korelacija između prozirnosti i koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

Korelacija  $\text{NO}_3^-$  sa  $\text{PO}_4^{3-}$  i  $\text{SiO}_4^{2-}$  je bila linearno pozitivna (Slika 57., 58.; Tabela 1.).



Slika 57. Linearna korelacija između koncentracije  $\text{NO}_3^-$  i koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .



Slika 58. Linearna korelacija između koncentracije  $\text{NO}_3^-$  i koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .

## 5.2. BIOLOŠKI PARAMETRI

### 5.2.1. Hlorofil *a*

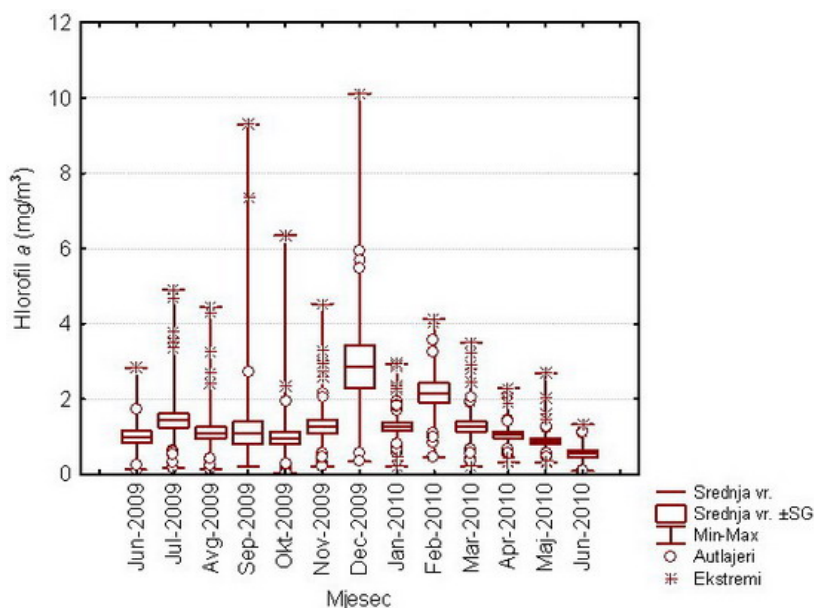
Srednja godišnja vrijednost koncentracije hlorofila *a* je iznosila  $1,29 \text{ mg/m}^3$ . Maksimalne vrijednosti su se kretale od  $1,32 \text{ mg/m}^3$  u junu 2010., do  $10,11 \text{ mg/m}^3$ , na lokalitetu IBM, u decembru 2009. godine na 5 m dubine. Minimalna vrijednost je iznosila  $0,09 \text{ mg/m}^3$  u junu 2010. godine, na površini, na lokalitetu IBM (Tabela 12.).

Tabela 12. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) hlorofila *a* u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR.( $\text{mg/m}^3$ )	MIN.( $\text{mg/m}^3$ )	MAX.( $\text{mg/m}^3$ )	S.D.	n
2009.	JUN	0,99	0,12	2,82	0,92	19
	JUL	1,43	0,19	4,90	1,20	38
	AVGUST	1,01	0,14	4,33	0,99	38
	SEPTEMBAR	1,11	0,22	9,30	1,81	38
	OKTOBAR	0,96	0,04	6,35	1,03	38
	NOVEMBAR	1,27	0,20	4,53	1,05	38
	DECEMBAR	2,86	0,34	10,11	2,46	19
2010.	JANUAR	1,26	0,22	2,94	0,66	38
	FEBRUAR	2,16	0,46	4,14	1,13	19
	MART	1,26	0,22	3,51	0,82	38
	APRIL	1,05	0,32	2,29	0,51	38
	MAJ	0,88	0,32	2,68	0,46	38
	JUN	0,55	0,09	1,32	0,38	19

**1,29**

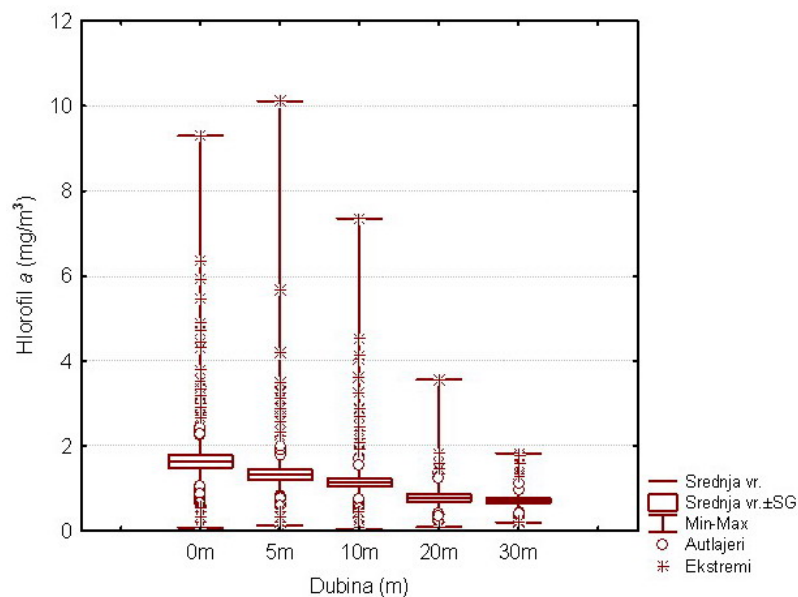
F-test i Duncan-ov test su pokazali za srednje vrijednosti koncentracije hlorofila *a* da postoje statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) u pogledu sva tri faktora, mjeseci, dubina i lokaliteta. Statistički značajne razlike za dobijene vrijednosti su nađene za jun, jul, avgust, septembar, oktobar i novembar 2009. godine sa mjesecima decembar 2009. i februar 2010. godine; decembra 2009. sa mjesecima od januara do juna 2010. godine; februara sa mjesecima od marta do juna 2010. godine (Slika 59.).



Slika 59. Srednja mjesečna vrijednost koncentracije hlorofila *a* na istraživanim lokalitetima.

Koncentracija hlorofila *a* je opadala sa dubinama. Duncan-ovim testom je pokazana statistički značajna razlika između površinskog sloja i dubljih slojeva (10, 20 i 30 m), kao i između 5 m i dubljih slojeva (20 i 30 m) i između 10 m i slojeva 20 i 30 m (Slika 60.).



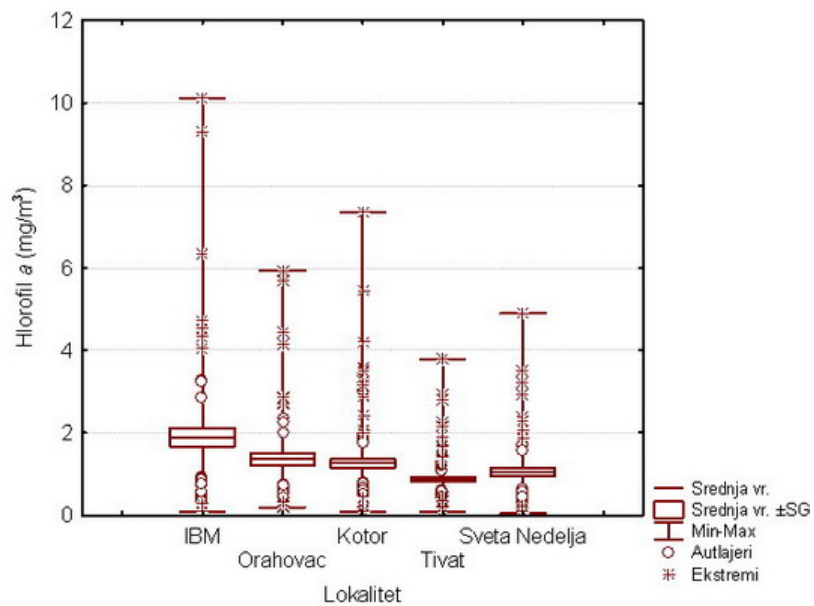


Slika 60. Srednja vrijednost koncentracije hlorofila *a* po dubinama.

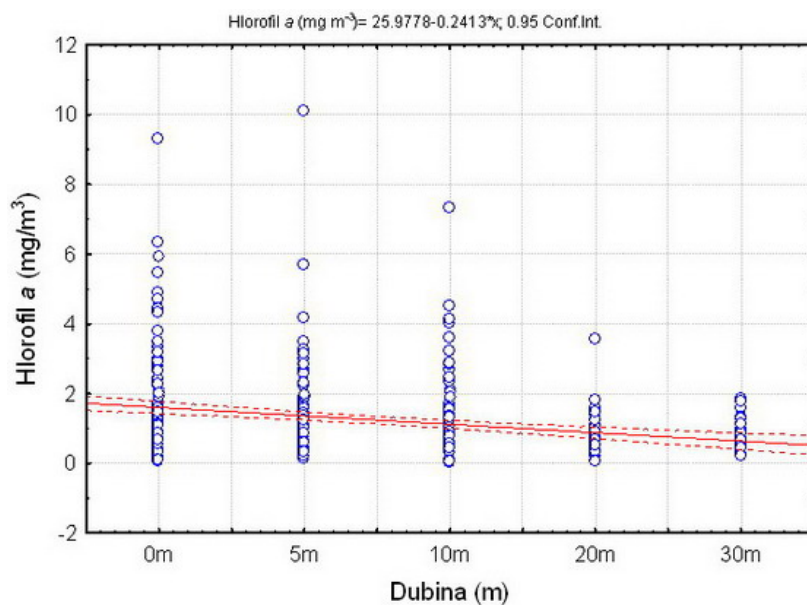
Duncan-ov test je pokazao statistički značajnu razliku za dobijenu vrijednost za koncentraciju hlorofila *a* između lokaliteta IBM i ostalih lokaliteta, zatim lokaliteta Orahovac i Tivat i lokaliteta Kotor i Tivat (Slika 61.). To potvrđuje da je koncentracija hlorofila *a* bila najviša ( $1,89 \text{ mg/m}^3$ ) na lokalitetu u unutrašnjem dijelu zaliva (IBM), ali je bila veća i na drugim lokalitetima u tom dijelu zaliva (Orahovac  $1,36 \text{ mg/m}^3$  i Kotor  $1,26 \text{ mg/m}^3$ ) u odnosu na otvoreniji dio zaliva (Tivat  $0,86 \text{ mg/m}^3$  i Sveta Nedelja  $1,05 \text{ mg/m}^3$ ).

Koncentracija hlorofila *a* je opadala sa dubinom. Najveća je bila na površini (srednja  $1,63 \text{ mg/m}^3$  na površini;  $1,32 \text{ mg/m}^3$  na 5 m;  $1,14 \text{ mg/m}^3$  na 10 m;  $0,78 \text{ mg/m}^3$  na 20 m;  $0,72 \text{ mg/m}^3$  na 30 m dubine) i opadala je na lokalitetima idući od unutrašnjosti zaliva prema njegovom spoljašnjem dijelu. Zato je i korelacija hlorofila *a* sa dubinom i lokalitetima bila negativno linearna (Slika 62. i 63.).

Korelacija sa mjesecima je takođe bila negativna, ali nije bila statistički značajna.



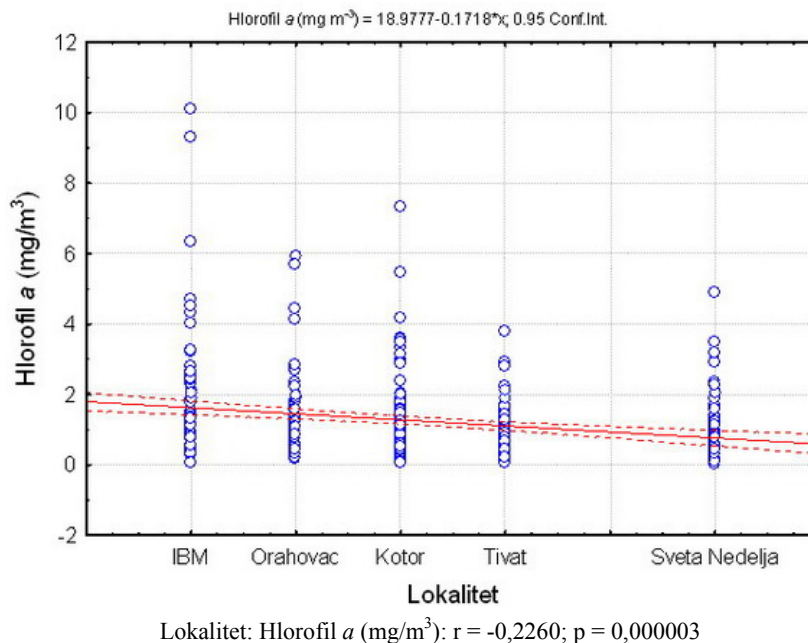
Slika 61. Srednja vrijednost koncentracije hlorofila *a* po lokalitetima.



Dubina (m): Hlorofil *a* (mg/m<sup>3</sup>):  $r = -0,2603$ ;  $p = 0,00000007$

Slika 62. Linearna korelacija koncentracije hlorofila *a* i dubina.





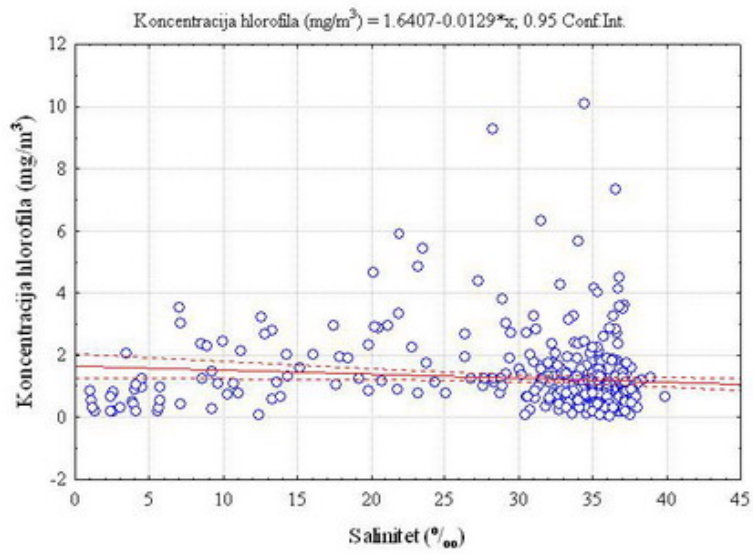
Slika 63. Linearna korelacija hlorofila  $a$  i istraživanih lokaliteta.

Tabela 13. Korelaciona analiza fizičko-hemijskih parametara i hlorofila  $a$ .

(\* statistički značajna razlika pri  $p < 0,05$ ; \*\* statistički značajna razlika  $p < 0,01$ )

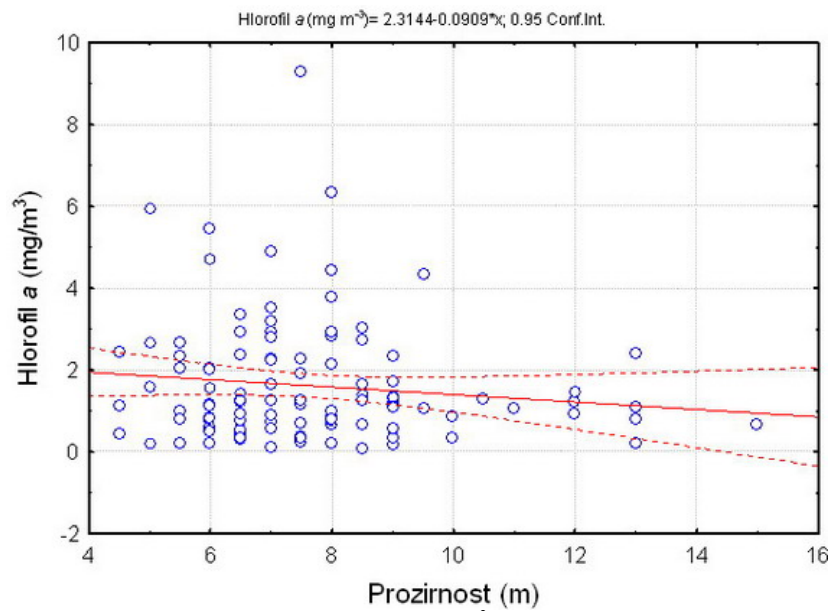
	Tem.	Sal.	Kon. O <sub>2</sub>	Zas.O <sub>2</sub>	Proz.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Hl.a
Tem.	1,00									
Sal.	0,32**	1,00								
Kon. O <sub>2</sub>	-0,29**	-0,24**	1,00							
Zas.O <sub>2</sub>	-0,21**	-0,41**	0,08	1,00						
Proz.	0,46**	0,29**	-0,24**	-0,25	1,00					
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,25**	-0,50**	0,23	0,15**	-0,11*	1,00				
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0,14**	0,06	0,10	-0,17**	0,06	0,02	1,00			
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-0,05	-0,08	0,03	0,05	-0,06	0,11*	0,15**	1,00		
SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-0,37**	-0,40**	0,17**	0,18**	-0,25**	0,35**	0,12*	0,07	1,00	
Hl. $a$	-0,04	-0,11*	0,12*	0,01	-0,12*	0,08	0,08	0,07	-0,01	1,00

Korelacija hlorofila  $a$  sa salinitetom (Slika 64., Tabela 13.) i prozirnošću vode (Slika 65., Tabela 13.) je bila linearno negativna, dok je sa koncentracijom kiseonika bila pozitivna (Slika 66., Tabela 13.).



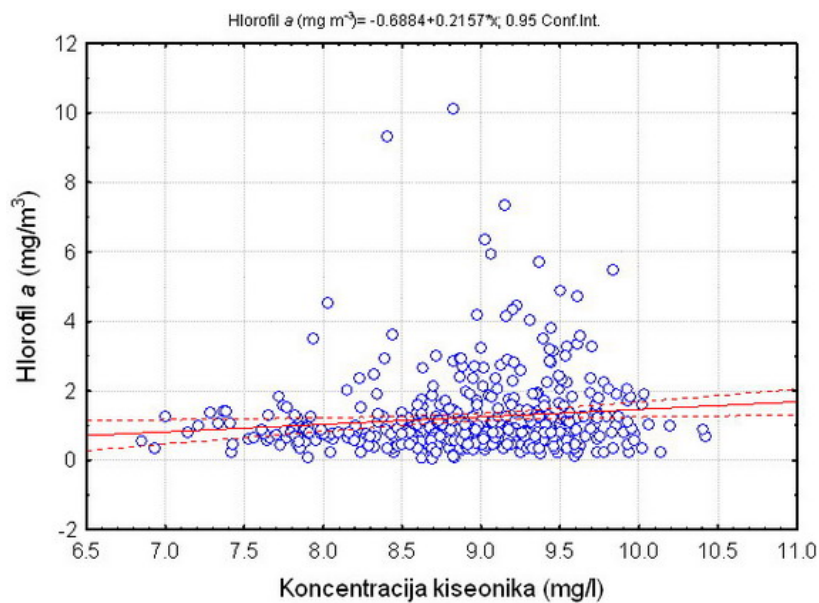
Salinitet (‰): Koncentracija hlorofila  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ):  $r = -0,1097$ ;  $p = 0,0250$

Slika 64. Korelacija hlorofila  $a$  i saliniteta.



Prozirnost (m): Hlorofil  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ):  $r = -0,1216$ ;  $p = 0,2056$

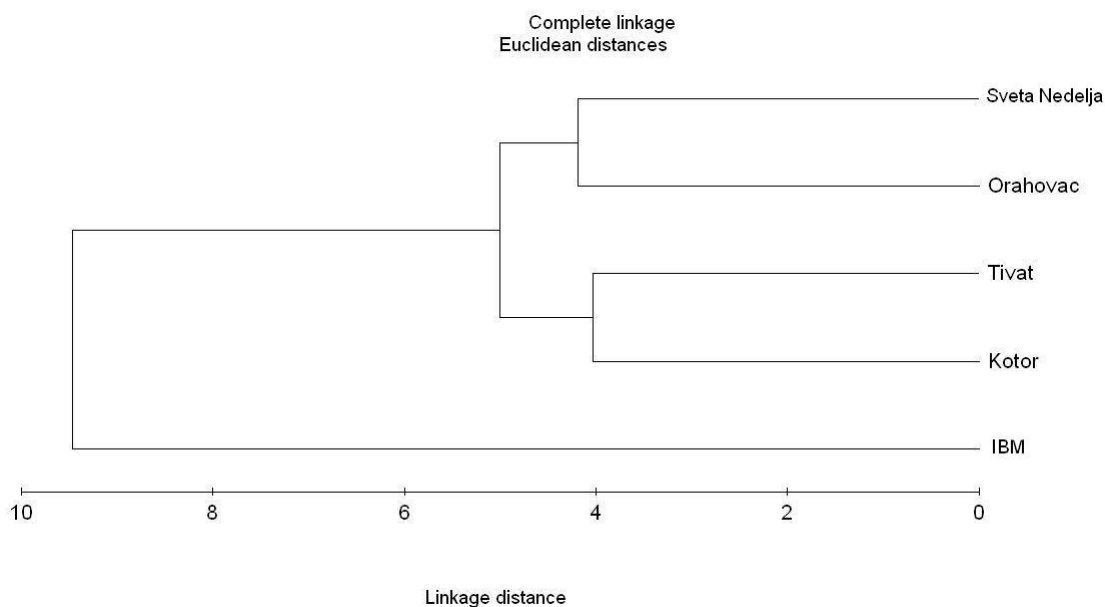
Slika 65. Korelacija hlorofila  $a$  i prozirnosti vode.



Koncentracija kiseonika (mg/l): Hlorofil *a* (mg/m<sup>3</sup>):  $r = 0,1192$ ;  $p = 0,0148$

Slika 66. Korelacija hlorofila *a* i koncentracije kiseonika.

Ako se uzme u obzir srednja vrijednost koncentracije hlorofila *a*, lokaliteti Kotor, Tivat, Orahovac i Sveta Nedelja su imali manju koncentraciju u odnosu na lokalitet IBM. Zbog toga su i izdvojeni u posebne podklustere (Slika 67.).



Slika 67. Klaster lokaliteta na osnovu koncentracije hlorofila *a*.

### 5.2.2. Totalni fitoplankton

Brojnost totalnog planktona je dosta varirala tokom istraživanog perioda sa maksimumom u julu 2009. ( $3,59 \times 10^6$  ćel./l) i minimumom u aprilu 2010. godine ( $6,92 \times 10^4$  ćel./l) (Tabela 14.).

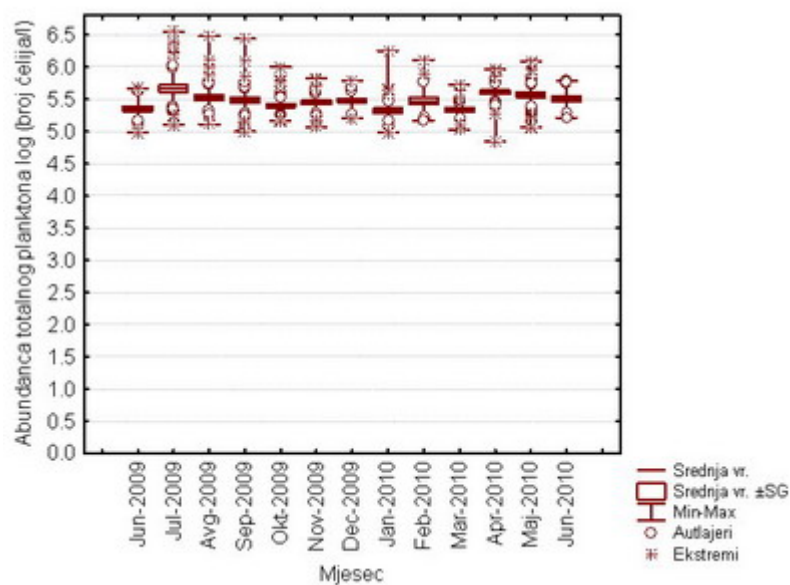
Tabela 14. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) totalnog planktona u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX. (broj ćel./l)	S.D.	n
2009.	JUN	244.487,3	95479	470.288	104.565,04	19
	JUL	668.387	127.190	3.586.135	745.305,50	38
	AVGUST	430.807,3	129.022	3.052.989	494.598,90	38
	SEPTEMBAR	399.254,1	99.499	2.759.836	444.629,20	38
	OKTOBAR	279.803,2	146.237	988.166	158.493,80	38
	NOVEMBAR	312.878,4	118.365	669.506	148.342,50	38
	DECEMBAR	318.488,2	157.683	618.612	109.009,80	19
2010.	JANUAR	252.549,7	95.804	1.799.300	270.599,90	38
	FEBRUAR	356.245,5	147.826	1.283.659	273.492,80	19
	MART	232.058,5	106.742	540.327	93.952,60	38
	APRIL	445.180,8	69.170	918.488	181.185,04	38
	MAJ	439.045	114.681	1.232.707	258.390,50	38
	JUN	348.570,7	163.557	606.858	155.771,80	19

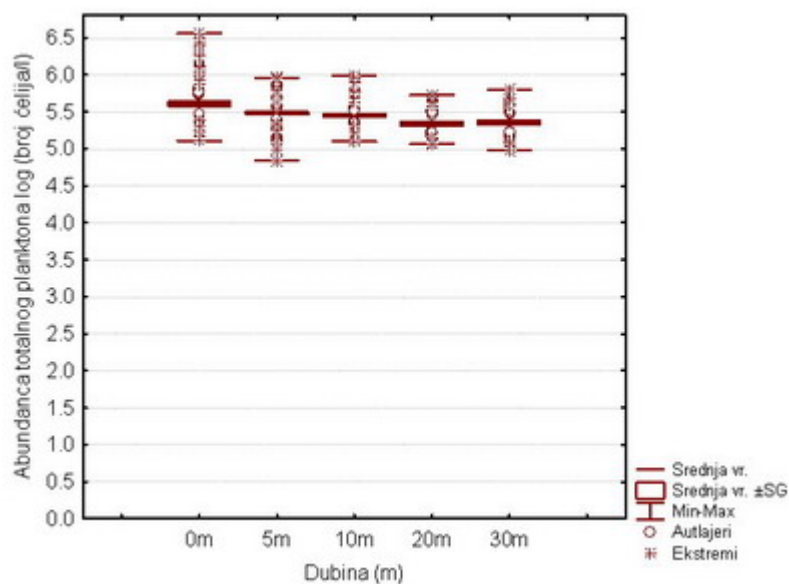
**363.674**

Srednja vrijednost brojnosti totalnog planktona je bila najveća u julu 2009. ( $6,68 \times 10^5$  ćel./l), nakon toga vrijednost lagano opada, da bi od aprila do juna 2010. godine bila opet u porastu. Duncan-ovim testom i F-testom je nađena statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u pogledu brojnosti totalnog planktona za sva tri faktora, mjesece, dubine i lokalitete. Srednje vrijednosti totalnog planktona u avgustu ( $4,31 \times 10^5$  ćel./l), septembru ( $3,99 \times 10^5$  ćel./l), oktobru ( $2,80 \times 10^5$  ćel./l), novembru ( $3,13 \times 10^5$  ćel./l) i decembru ( $3,18 \times 10^5$  ćel./l) 2009. godine, u januaru ( $2,53 \times 10^5$  ćel./l) i martu ( $2,32 \times 10^5$  ćel./l) 2010. i aprilu, maju i junu 2010. godine, nisu se statistički značajno razlikovale (Slika 68.).

Vrijednost totalnog planktona je bila najveća na površini ( $5,67 \times 10^5$  ćel./l). Duncan-ovim testom za vrijednost totalnog planktona nije nađena statistički značajna razlika samo između 5 i 10 m dubine i 20 i 30 m dubine (Slika 69.).

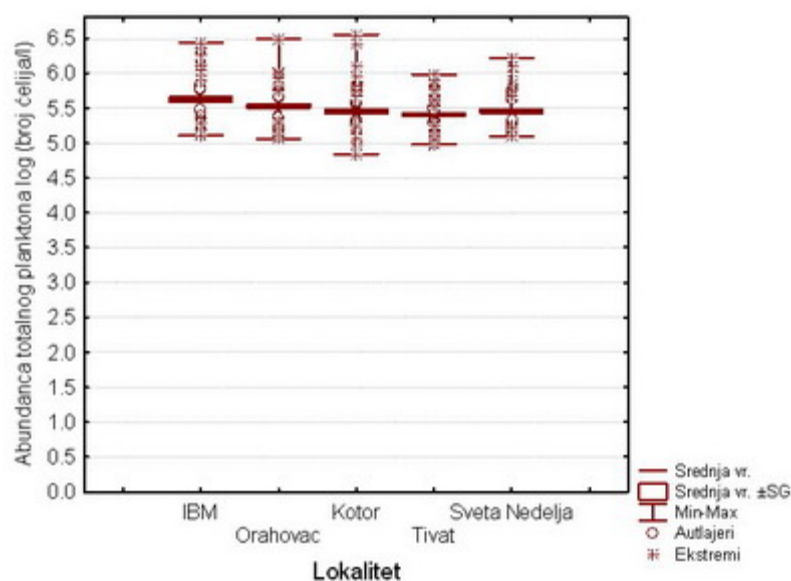


Slika 68. Srednja mjesečna vrijednost brojnosti totalnog planktona na istraživanim lokalitetima.



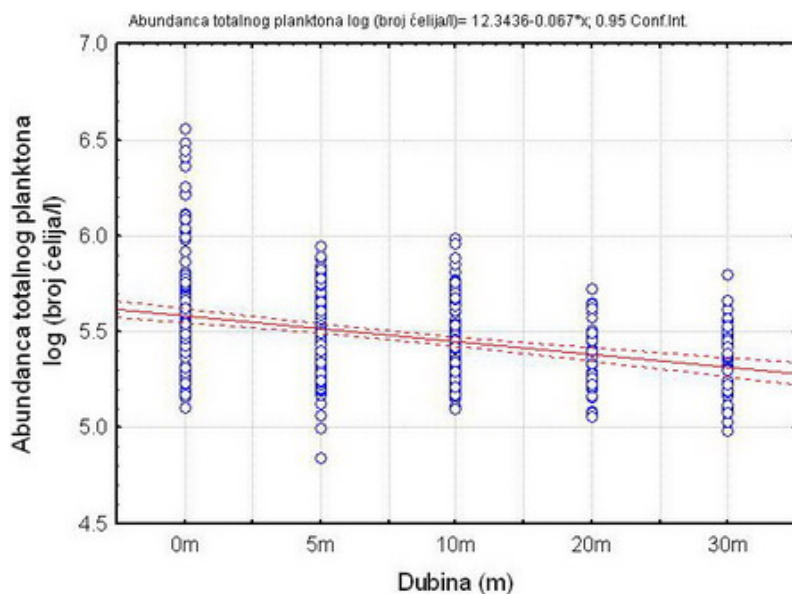
Slika 69. Srednja brojnost totalnog planktona po dubinama.

U pogledu lokaliteta, srednja brojnost totalnog planktona je bila najveća u Kotorskom zalivu (IBM  $5,39 \times 10^5$  ćel./l i Orahovac  $4,10 \times 10^5$  ćel./l), što je potvrdio Duncan-ov test kojim je nađena statistička značajna razlika za abundancu totalnog planktona lokaliteta IBM i Orahovac sa svim preostalim lokalitetima (Slika 70.).



Slika 70. Srednja brojnost totalnog planktona po lokalitetima.

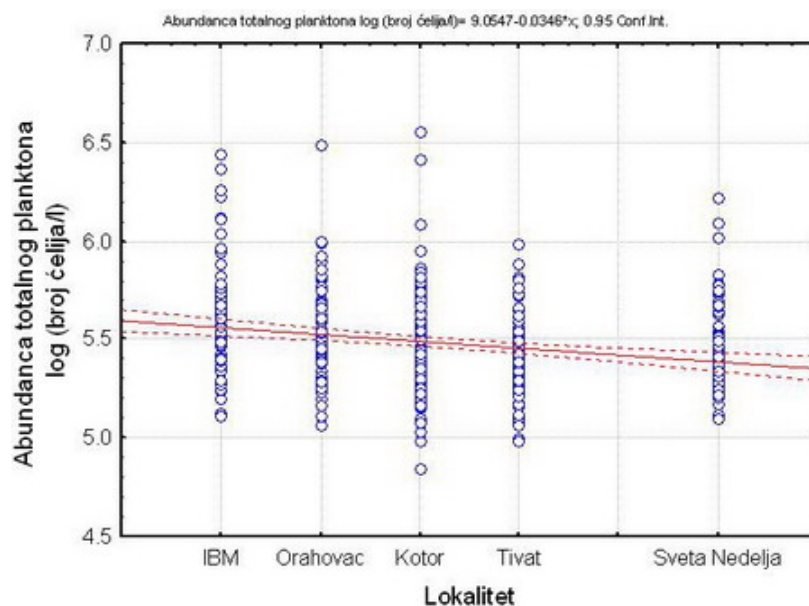
Korelaciona analiza abundance totalnog planktona po mjesecima je negativna, ali nije statistički značajna. Prisutan je pad abundance totalnog planktona po dubinama, što je predstavljeno negativnom linearnom korelacijom (Slika 71.).



Dubina (m): Abundanca totalnog planktona log (broj ćel./l):  $r = -0,3366$ ;  $p = 0,0000$

Slika 71. Linearna korelacija totalnog planktona i dubinama.

Abundanca totalnog planktona je bila veća u zatvorenijem dijelu zaliva (Kotorski zaliv) i opadala je idući prema njegovom spoljašnjem dijelu, što je i predstavljeno negativnom linearnom korelacijom (Slika 72.).



Lokalitet: Abundanca totalnog planktona log (broj ćel./l):  $r = -0,2123$ ;  $p = 0,00001$

Slika 72. Linearna korelacija totalnog planktona i lokaliteta.

### 5.2.3. Mikroplankton

Maksimalna brojnost mikroplanktona iznosila je  $2,8 \times 10^6$  ćel./l u julu 2009., dok je minimalna brojnost mikroplanktona bila 400 ćel./l u junu 2009. godine (Tabela 15.; Prilog 1a, b, c, d, e).

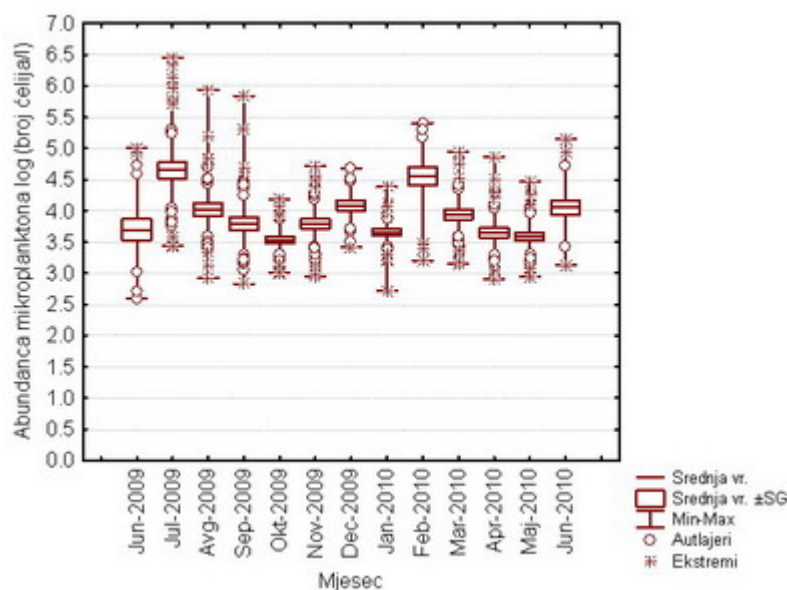
Tabela 15. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) mikroplanktona u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX. (broj ćel./l)	SD	n
2009.	JUN	18.109	400	100.389	30.327,31	19
	JUL	277.208	2.720	2.835.242	616.794,60	38
	AVGUST	41.482	840	877.049	142.012,40	38
	SEPTEMBAR	33.168	680	695.302	115.339,10	38
	OKTOBAR	4.409	1.000	15.535	3.402,45	38
	NOVEMBAR	11.163	900	51.985	12.379,69	38
	DECEMBAR	16.237	2.600	46.482	11.722,14	19
2010.	JANUAR	5.491	520	23.810	4.042,91	38
	FEBRUAR	72.213	1.567	250.530	69.450,26	19
	MART	16.076	1.400	87.975	20.400,49	38
	APRIL	8.423	800	71.750	12.691,10	38
	MAJ	6.159	880	29.195	6.833,26	38
	JUN	23.222	1.360	139.719	34.975,24	19

**41.023**

Vrijednost mikroplanktona bila je najveća u julu mjesecu, u avgustu opada, a nakon toga blago raste u decembru i ponovo u februaru.

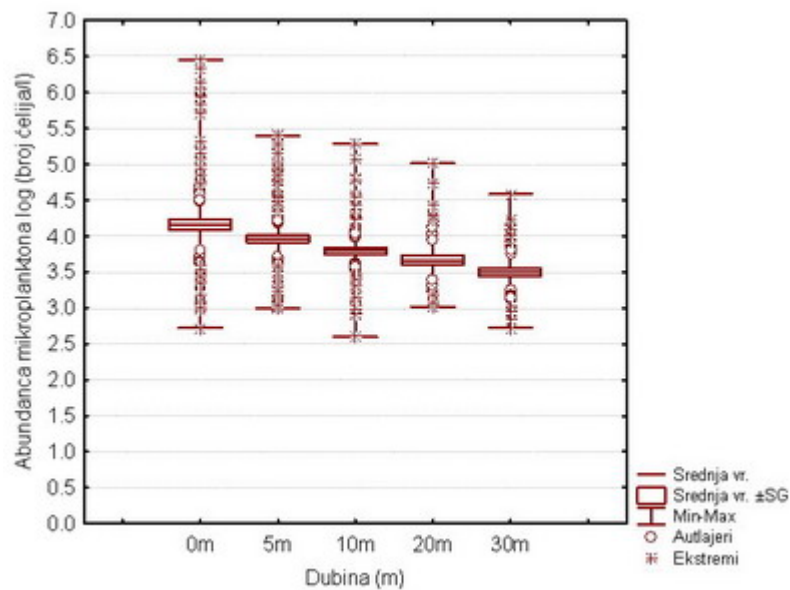
F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) kada se posmatra abundanca mikroplanktona za mjesece, dubine i istraživane lokalitete. Srednja vrijednost abundance mikroplanktona je bila maksimalna u julu 2019. godine ( $2,7 \times 10^5$  ćel./l). Statistički značajne razlike kada je u pitanju srednja vrijednost abundance mikroplanktona nisu nađene između juna, septembra, oktobra i novembra 2009., te januara, marta, aprila i maja 2010. godine (Slika 73.).



Slika 73. Abundanca mikroplanktona tokom istraživanog perioda.

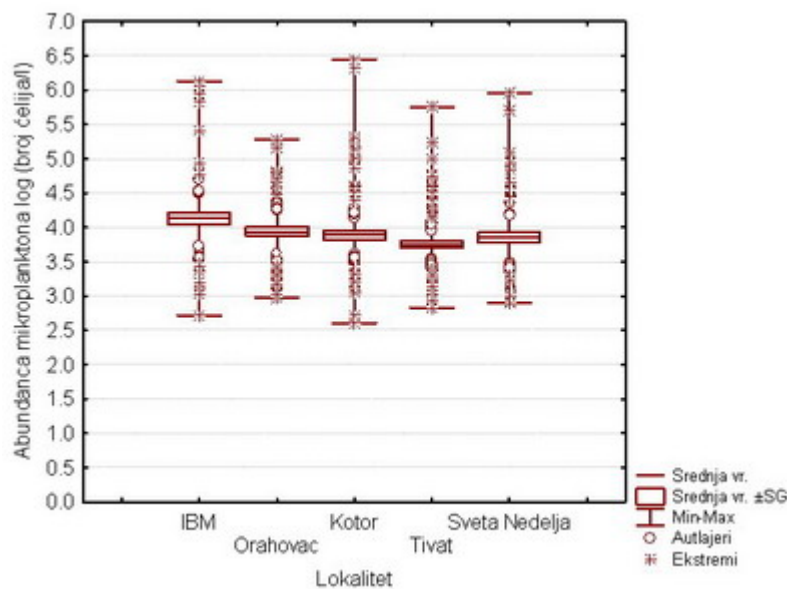
Brojnost mikroplanktona je varirala po dubinama i najveća brojnost je bila na površini ( $1,24 \times 10^5$  ćel./l), što je i potvrđeno Duncan-ovim testom. Ovim testom statistički značajne razlike za srednju brojnost mikroplanktona nisu nađene samo između 5 i 10 m, te 10 i 20 m dubine, dok je između svih preostalih dubina uočena statistički značajna razlika (Slika 74.).





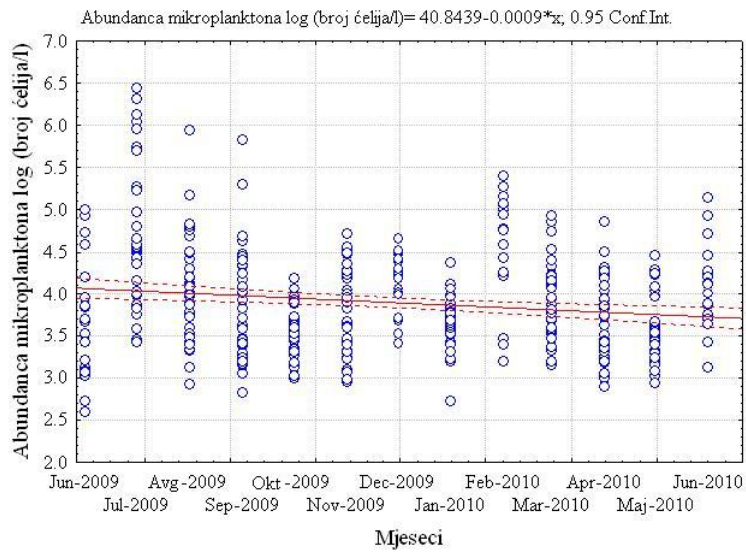
Slika 74. Abundanca mikroplanktona po dubinama.

Srednja vrijednost abundance mikroplanktona je bila najveća na lokalitetu IBM i Orahovac, tj. u zatvorenijem dijelu zaliva što je dokazano i Duncan-ovim testom kojim je nađena statistički značajna razlika između lokaliteta IBM i svih lokaliteta; zatim lokaliteta Orahovac i Tivat (Slika 75.).



Slika 75. Abundanca mikroplanktona po istraživanim lokalitetima.

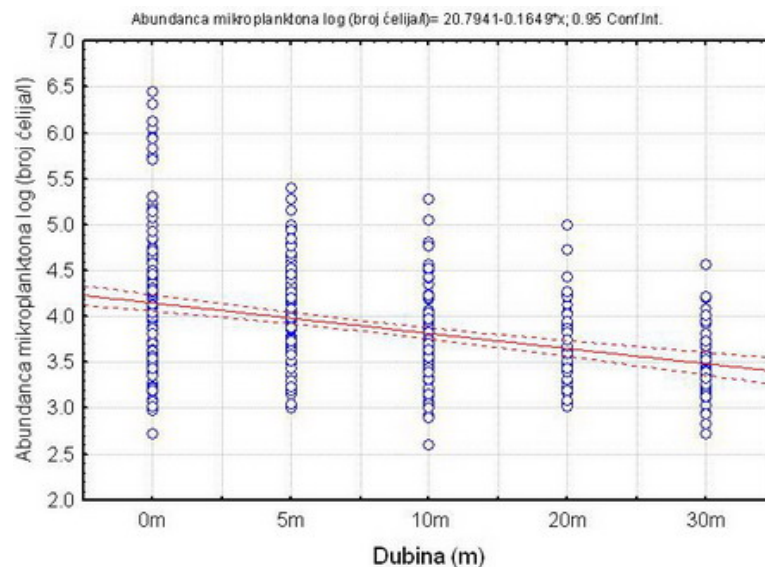
Korelacija između abundance mikroplanktona i analiziranih mjeseci, dubina i lokaliteta je negativno linearna (Slika 76., 77., 78.).



Mjesec: Abundanca mikroplanktona log (broj ćel. /l):  $r = -0,1613$ ;  $p = 0,0009$

Slika 76. Linearna korelacija abundance mikroplanktona i mjeseci.

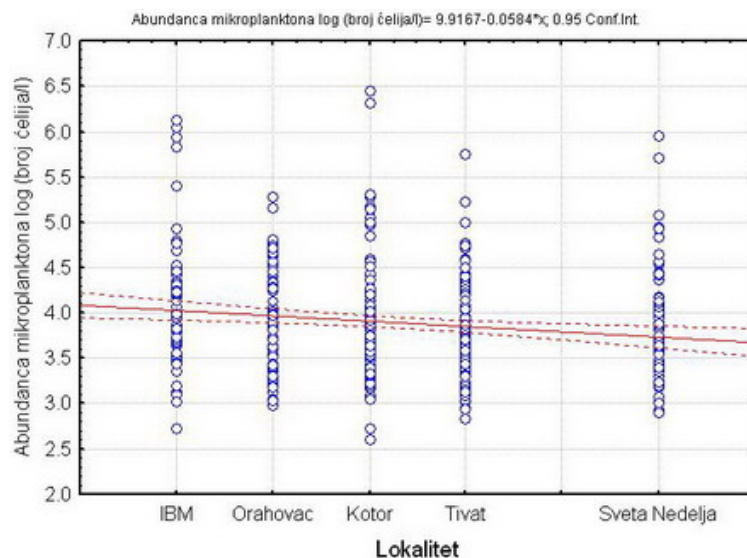
Uočen je pad abundance mikroplanktona sa dubinom, što je predstavljeno negativnom linearnom korelacijom (Slika 77.).



Dubina (m) : Abundanca mikroplanktona log (broj ćel. /l):  $r = -0,3344$ ;  $p = 0,0000$

Slika 77. Linearna korelacija abundance mikroplanktona i dubina.

Idući od zatvorenijeg dijela zaliva, Kotorskog, ka otvorenijem, Tivatskom zalivu, abundanca mikroplanktona je opadala što je prikazano negativnom linearnom korelacijom (Slika 78.).



Lokalitet: Abundanca mikroplanktona log (broj ćel./l):  $r = -0,16481$ ;  $p = 0,0007$

Slika 78. Linearna korelacija abundance mikroplanktona i istraživanih lokaliteta.

#### 5.2.4. Nanoplankton

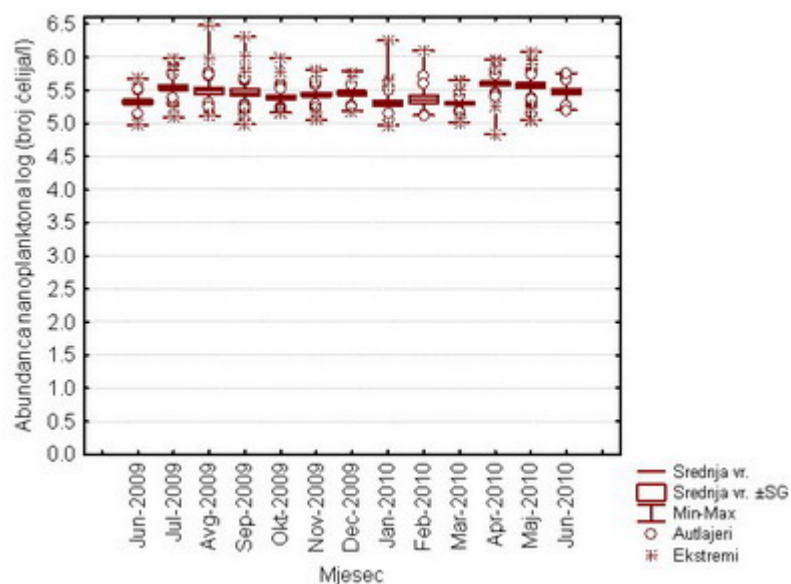
Srednja godišnja brojnost nanoplanktona je iznosila  $2,98 \times 10^5$  ćel./l (Tabela 16.).

Tabela 16. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) nanoplanktona u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX. (broj ćel./l)	S.D.	n
2009.	JUN	226.378	94.959	466.948	90.309,24	19
	JUL	391.179	124.470	968.434	192.430,20	38
	AVGUST	389.325	128.182	2.995.844	459.985,80	38
	SEPTEMBAR	366.086	98.099	2.064.534	336.453,30	38
	OKTOBAR	275.394	144.194	986.316	158.042,90	38
	NOVEMBAR	301.715	115.835	646.621	139.415,70	38
	DECEMBAR	302.251	152.877	606.797	106.168,20	19
2010.	JANUAR	247.059	93.757	1.794.240	270.494,20	38
	FEBRUAR	284.033	131.216	1.265.699	257.774,70	19
	MART	215.982	101.917	452.352	87.816,41	38
	APRIL	436.758	67.440	916.943	182.996,70	38
	MAJ	6.159	880	29.195	6.833,26	38
	JUN	432.886	113.481	1.229.762	255.609	19
		<b>298.093</b>				

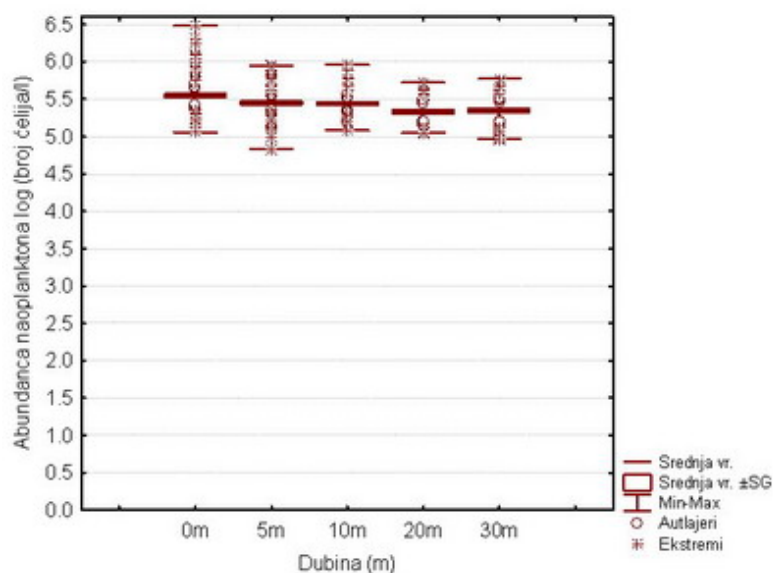
Brojnost nanoplanktona je varirala tokom čitavog perioda istraživanja, sa maksimalnom vrijednošću od  $2,99 \times 10^6$  ćel./l u avgustu 2009. godine, dok je minimalna brojnost nanoplanktona bila u aprilu 2010. godine i iznosila je  $6,7 \times 10^4$  ćel./l. Duncan-ov test nije pokazao statistički značajne razlike u odnosu na brojnost

nanoplanktona za mjesec jula, avgusta, septembra, oktobra, novembra i decembra 2009; januara, februara i marta 2010.; te aprila i maja 2010. godine (Slika 79.).



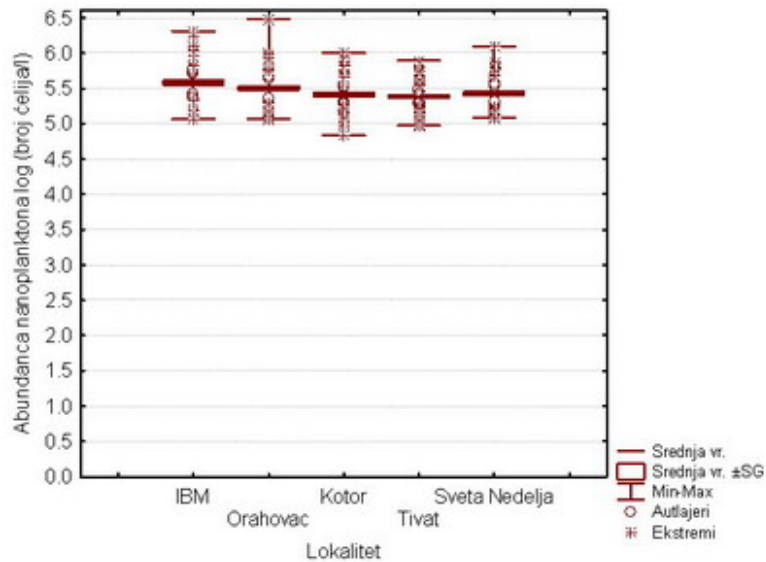
Slika 79. Abundanca nanoplanktona tokom istraživanog perioda.

Brojnost nanoplanktona je varirala po dubinama i, kao i kod mikroplanktona, bila je najveća na površini ( $4,37 \times 10^5$  ćel./l), što je i potvrđeno Duncan-ovim testom kojim nije utvrđena statistički značajna razlika u pogledu dobijenih vrijednosti za brojnost nanoplanktona samo između 5 i 10 m, te 20 i 30 m dubine. (Slika 80.).



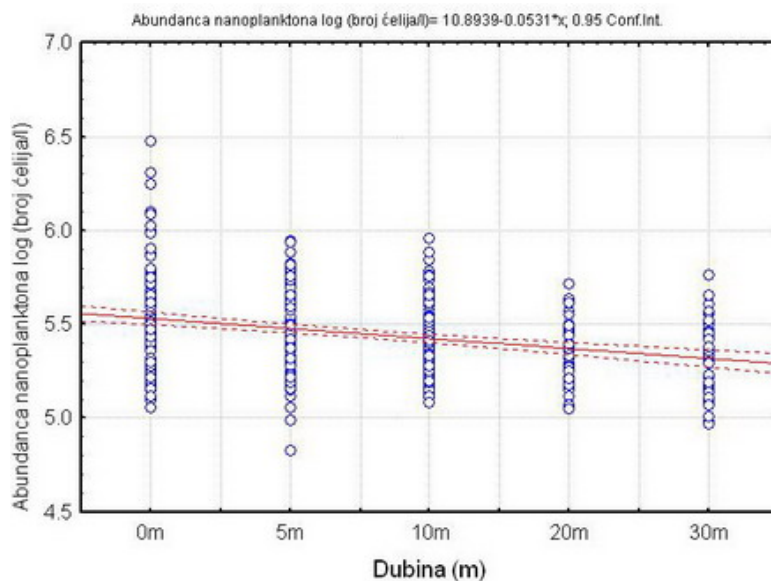
Slika 80. Abundanca nanoplanktona na istraživanim dubinama.

Kao i u slučaju mikroplanktona i srednja vrijednost abundance nanoplanktona je bila najveća na lokalitetu IBM i prema ostalim lokalitetima se smanjivala. Ta razlika je potvrđena Duncan-ovim testom, kojim je nađena između lokaliteta IBM i svih ostalih, te lokaliteta Orahovac i svih ostalih (Slika 81.).



Slika 81. Abundanca nanoplanktona na istraživanim lokalitetima.

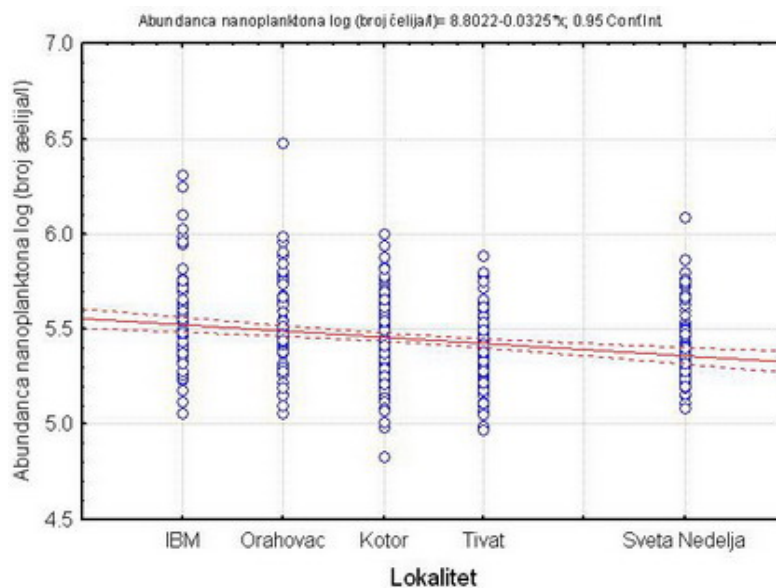
Korelacija između abundance nanoplanktona i mjeseci je pozitivno linearna, ali nije statistički značajna. Kao i brojnost mikroplanktona i brojnost nanoplanktona je bila najveća na površini, i sa dubinom je opadala, što se može vidjeti iz negativne linearne korelacije (Slika 82.).



Dubina (m):Abundanca nanoplanktona log (broj ćel./l):  $r = -0,2924$  ;  $p = 0,000000001$

Slika 82. Linearna korelacija abundance nanoplanktona i dubine.

Iz negativne linearne korelacije se vidi da je brojnost nanoplanktona bila najveća u Kotorskom zalivu i da je opadala idući prema Tivatskom zalivu (Slika 83.).



Lokalitet: Abundanca nanoplanktona log (broj ćel./l):  $r = -0,21808$ ;  $p = 0,000007$

Slika 83. Linearna korelacija abundance nanoplanktona i lokaliteta.

### 5.2.5. Dijatomeje (DIJA)

Srednja godišnja vrijednost brojnosti dijatomeja je iznosila  $3,61 \times 10^4$  ćel./l. Maksimalna vrijednost se kretala od  $9,96 \times 10^3$  ćel./l u oktobru 2009., do  $2,83 \times 10^6$  ćel./l u julu 2009. godine (Tabela 17.; Prilog 1a, b, c, d, e).

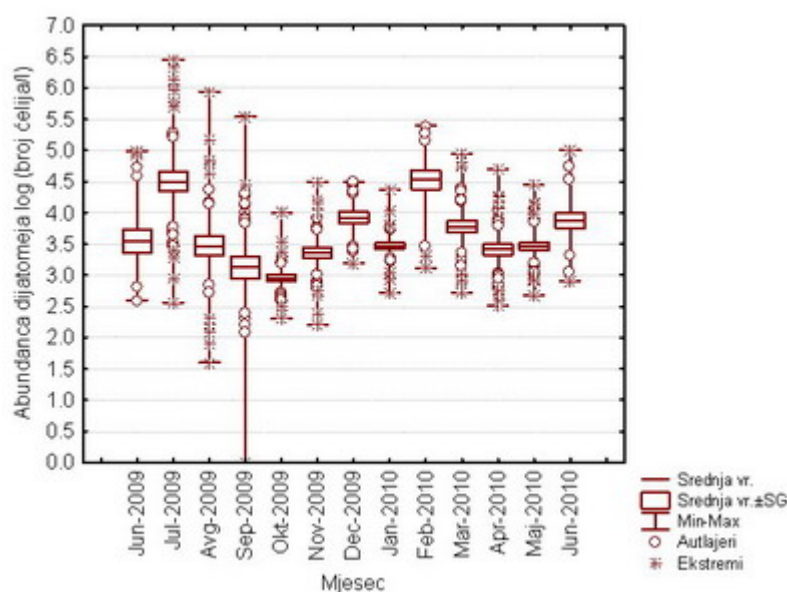
Tabela 17. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) dijatomeja u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX (broj ćel./l)	S.D.	n
2009.	JUN	17.019	400	98.549	30.362,91	19
	JUL	271.957	360	2.831.202	616.029,1	38
	AVGUST	36.016	40	871.529	141.999,4	38
	SEPTEMBAR	13.654	0	343.540	55.347,99	38
	OKTOBAR	1.252	200	9.955	1.597,86	38
	NOVEMBAR	4.556	160	31.335	6.025,16	38
	DECEMBAR	11.705	1.560	31.350	8.975,39	19
2010.	JANUAR	3.712	520	22.723	3.653,01	38
	FEBRUAR	69.754	1.327	247.520	68.426,71	19
	MART	13.696	520	87.150	19.660,58	38
	APRIL	5.824	320	50.180	9.107,58	38
	MAJ	4.607	480	27.330	5.352,71	38
	JUN	15.988	800	99.918	24.271,59	19

**36.134**

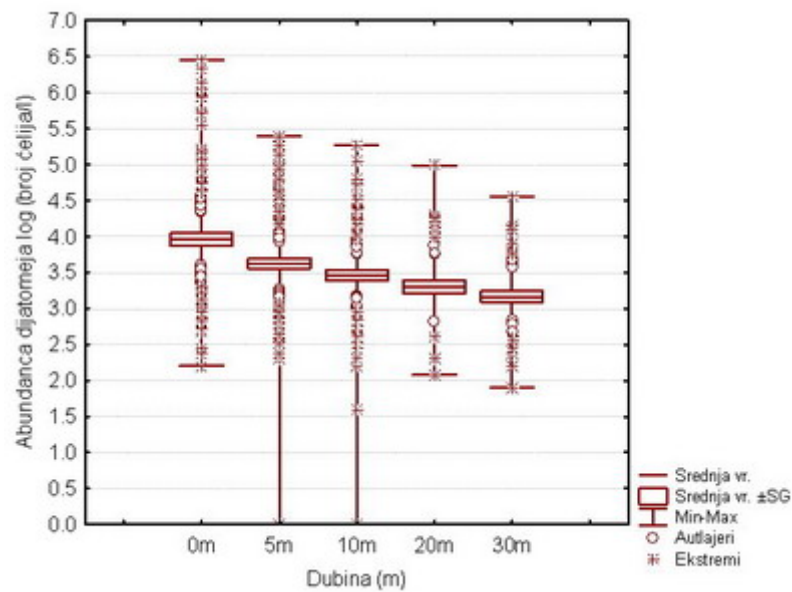


F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) za brojnost dijatomeja između mjeseci, dubina i lokaliteta. Brojnost dijatomeja je pokazivala trend rasta i opadanja, sa maksimumom u julu ( $2,8 \times 10^6$  ćelija/l ) i minimumom u septembru 2009. godine (0 ćel./l), što je i potvrđeno Duncan-ovim testom kojim su utvrđene statistički značajne razlike između dobijenih srednjih vrijednosti za brojnost dijatomeja tokom istraživanih mjeseci. Statistički značajne razlike za dobijene vrijednosti dijatomeja nisu nađene između juna, avgusta, novembra 2009., januara, marta, aprila, maja i juna 2010. godine; te između jula i februara (Slika 84.).



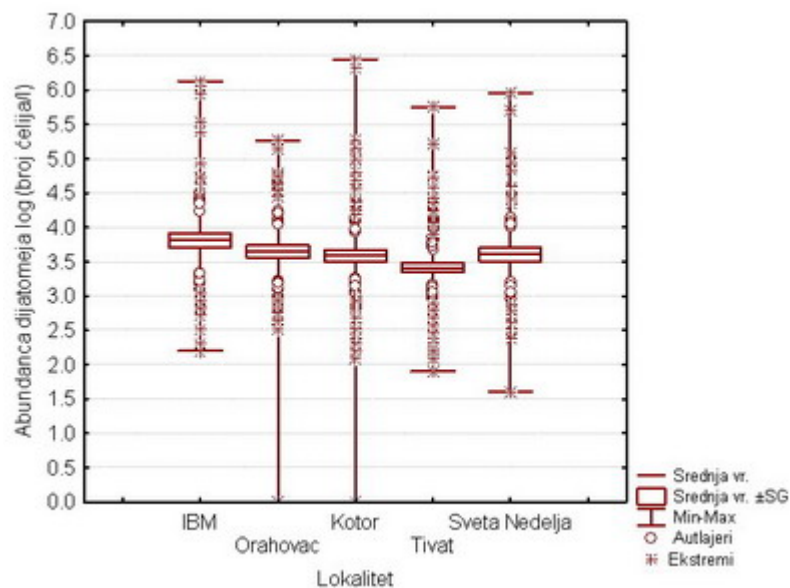
Slika 84. Abundanca dijatomeja tokom perioda istraživanja.

Brojnost dijatomeja je varirala sa dubinom, najveća srednja brojnost je bila na površini i iznosila je  $1,15 \times 10^5$  ćel./l. To je i potvrđeno Duncan-ovim testom, koji je potvrdio statistički značajne razlike između površine i svih preostalih dubina, zatim dubine od 5, 20 i 30 m, te dubine od 10 i 30 m (Slika 85.).



Slika 85. Abundanca dijatomeja po dubinama.

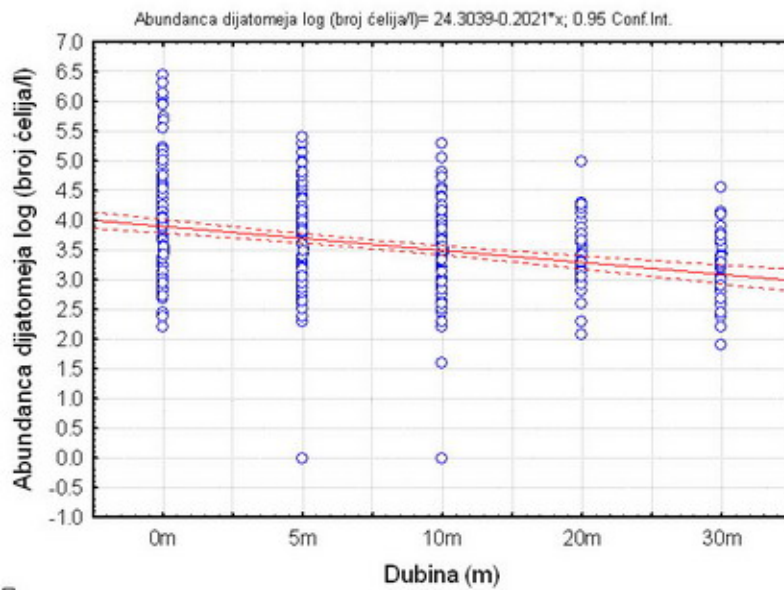
Brojnost dijatomeja statistički je varirala po lokalitetima. Između lokaliteta IBM i lokaliteta Kotor i Tivat i između lokaliteta Orahovac i Tivat potvrđena je Duncan-ovim testom statistički značajna razlika (Slika 86.).



Slika 86. Abundanca dijatomeja po lokalitetima

Korelacione analize abundance dijatomeja i istraživanih mjeseci, dubina i lokaliteta su bile negativno linearne, ali za mjeseci i lokalitete nisu bile statistički značajne. Uočen je pad abundance dijatomeje po dubinama idući od Kotorskom prema Tivatskom zalivu (Slika 87.).

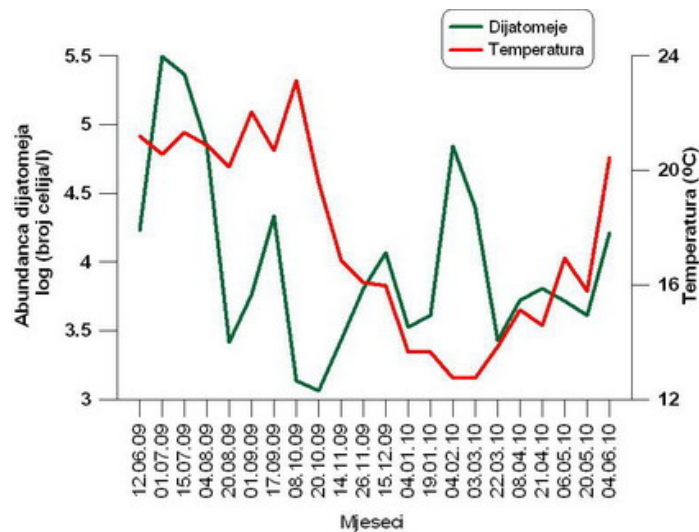




Dubina (m): Abundanca dijatomeja log (broj ćel./l):  $r = -0,3205$ ;  $p = 0,0000$

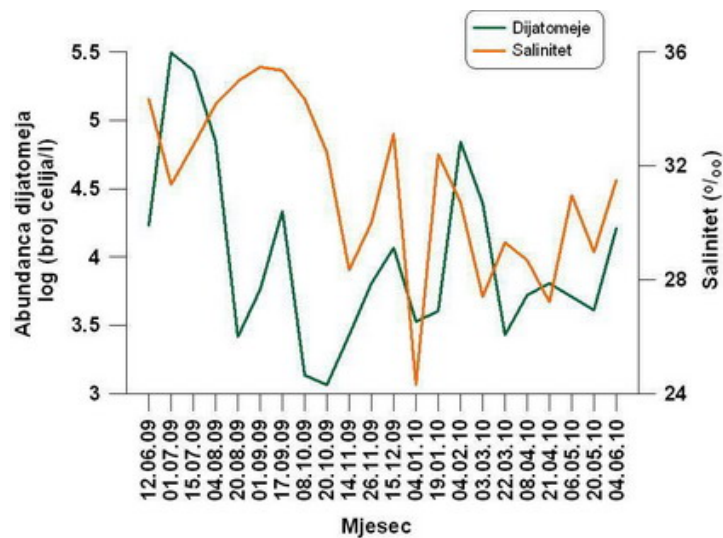
Slika 87. Korelacija abundance dijatomeja i dubina.

Abundanca dijatomeja je rasla dok je temperatura bila niža, a bila je niža kada je temperatura bila u porastu (Slika 88.).



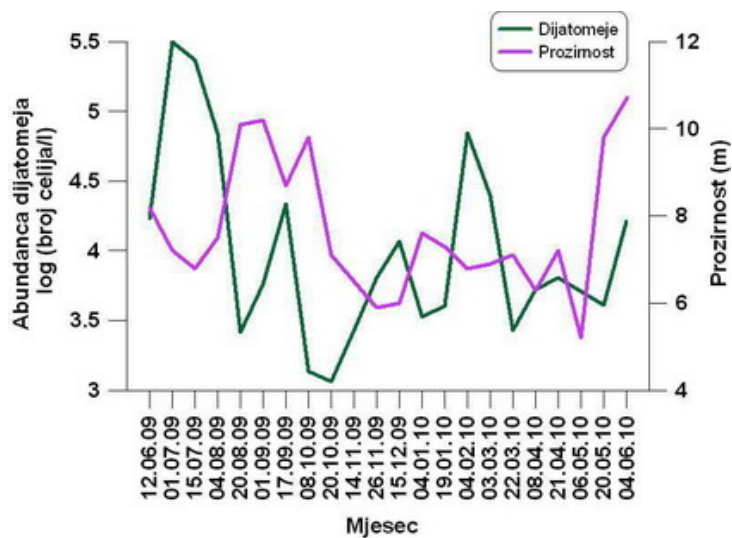
Slika 88. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti temperature.

I sa salinitetom je bila ista situacija kao sa temperaturom, viši salinitet – niža brojnost dijatomeja. I obrnuto (Slika 89.).



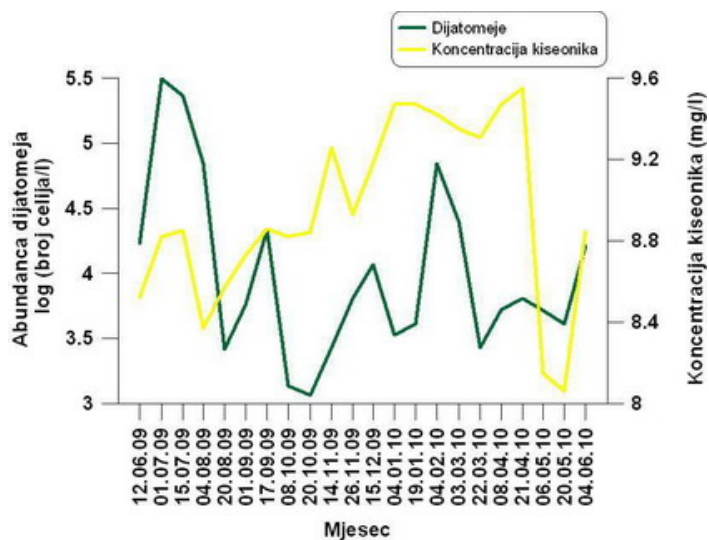
Slika 89. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti saliniteta.

Kada je razvoj dijatomeja bio povećan, prozirnost morske vode je bila manja (Slika 90.).



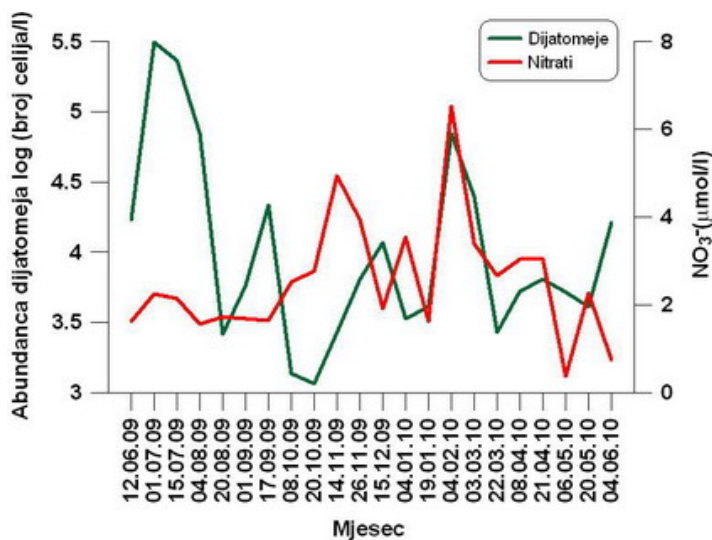
Slika 90. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti prozirnosti vode.

Tokom istraživanja kada je zabilježena veća vrijednost dijatomeja, koncentracija kiseonika je bila niža (Slika 91.).



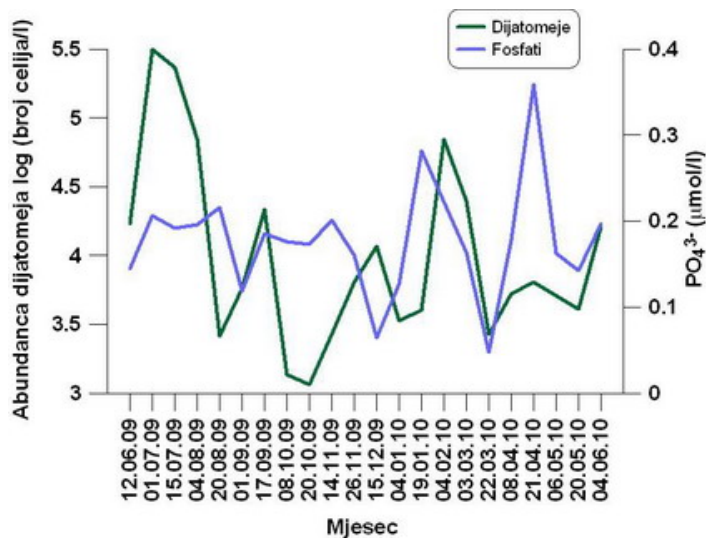
Slika 91. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti koncentracije kiseonika.

Koncentracija nitrata je bila niža kada je brojnost dijatomeja bila veća, kao u periodu od juna do oktobra 2009. godine. Zatim se povećava kao posljedica smanjenja brojnosti dijatomeja. Izuzetak je februar 2010. godine kada su i brojnost dijatomeja i koncentracija nitrata bili visoki (Slika 92.).



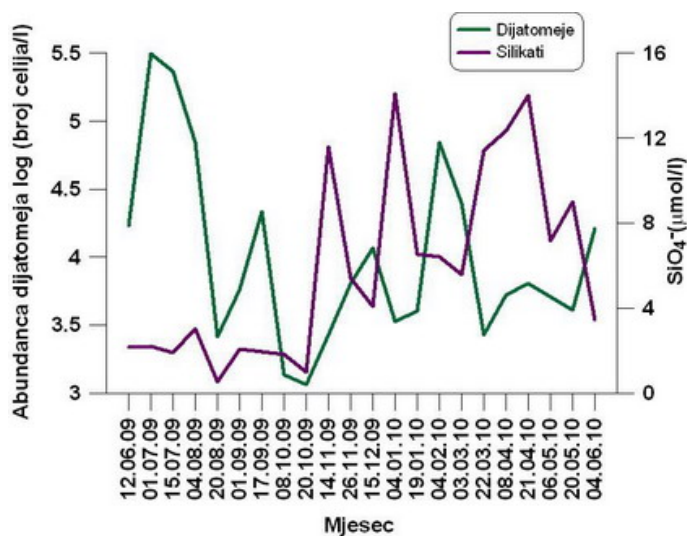
Slika 92. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Koncentracija fosfata je bila niža kada je brojnost dijatomeja bila veća i obrnuto tokom cijelog perioda istraživanja (Slika 93.).



Slika 93. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .

I koncentracija silikata je bila niska kada je zabilježen porast brojnosti dijatomeja, a rasla je kada je brojnost dijatomeja bila niža (Slika 94.).



Slika 94. Odnos srednjih vrijednosti abundance dijatomeja i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

### 5.2.6. Dinoflagelate (DINO)

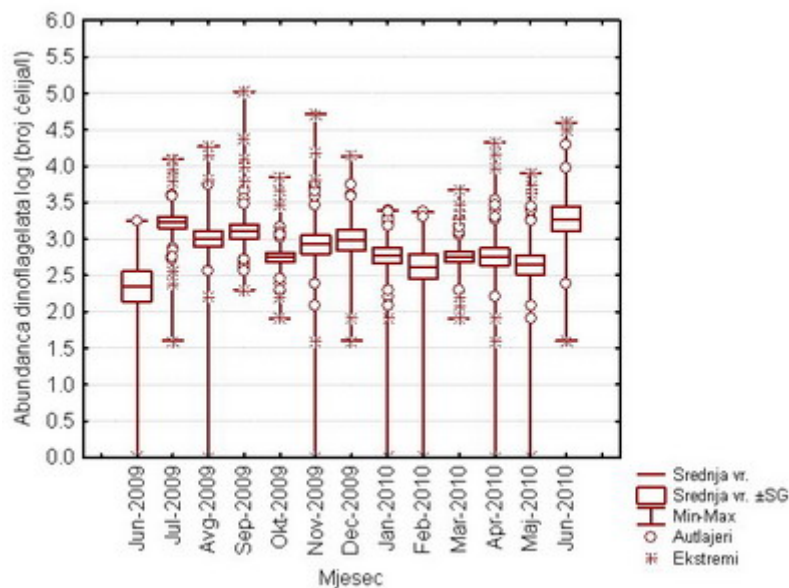
Abundanca dinoflagelata je varirala tokom perioda istraživanja. Maksimalna abundanca se kretala od  $1,76 \times 10^3$  ćel./l u junu 2009., na lokalitetu Tivat, do  $1,05 \times 10^5$  ćel./l u septembru 2009. godine, na lokalitetu IBM (Tabela 18., Prilog 1a, b, c, d, e).

Tabela 18. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) dinoflagelata u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX (broj ćel./l)	SD	n
2009.	JUN	544	0	1.760	509,75	19
	JUL	2.761	40	12.510	2.980,82	38
	AVGUST	2.498	0	18.827	4.599,31	38
	SEPTEMBAR	5.160	200	105.152	17.242,17	38
	OKTOBAR	930	80	7.087	1.327,77	38
	NOVEMBAR	3.204	0	51.345	8.511,07	38
	DECEMBAR	2.173	40	13.846	3.193,15	19
2010.	JANUAR	985	0	2.483	715,41	38
	FEBRUAR	792	0	2.370	727,97	19
	MART	939	80	4.673	989,08	38
	APRIL	1.975	0	21.570	4.288,28	38
	MAJ	1.172	0	8.170	1.746,11	38
	JUN	6.677	40	39.801	11.337,05	19

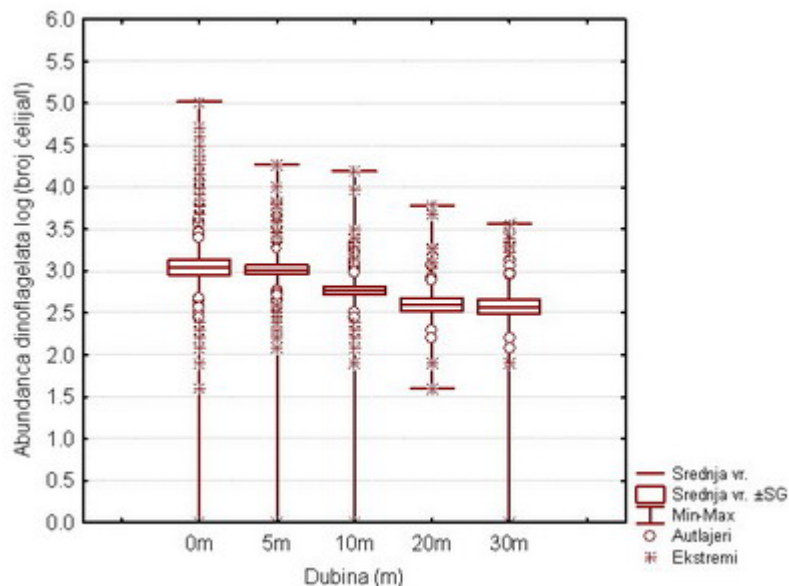
**2.293**

F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) dobijenih srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata za sva tri faktora, mjesec, dubine i lokalitet. Statistički značajna razlika je nađena između juna, jula, avgusta, septembra, oktobra, novembra, decembra 2009., januara, marta, aprila i juna 2010. godine; zatim jula, oktobra 2009., i januara, februara, marta, aprila i maja 2010. godine (Slika 95.).



Slika 95. Srednja mjesečna abundanca dinoflagelata tokom istraživanog perioda.

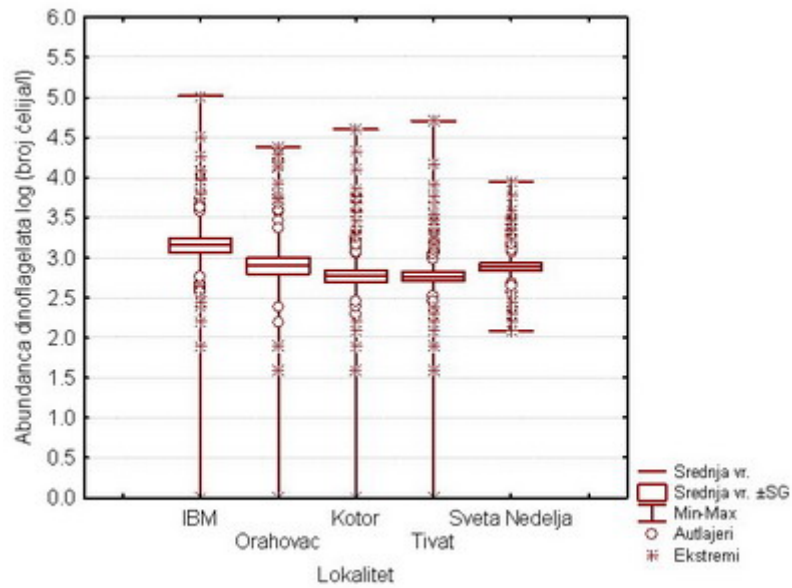
Abundanca dinoflagelata je varirala po dubinama, najveća je bila na površini ( $5.1 \times 10^3$  ćel./l) i zatim opada. Duncanov-im testom je utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na abundancu dinoflagelata površine u odnosu na dublje slojeve (10, 20 i 30 m) i dubine od 5 m u odnosu na preostale dublje slojeve (Slika 96.).



Slika 96. Srednja vrijednost abundanca dinoflagelata po dubinama.

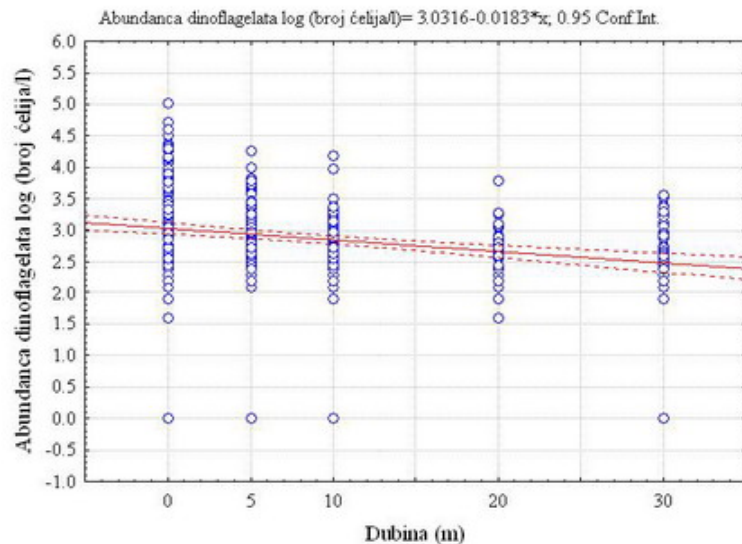
Srednja brojnost dinoflagelata je bila najveća na lokalitetu IBM, dok je na ostalim lokalitetima bila manja. Duncan-ov test je pokazao statistički značajnu razliku lokaliteta

IBM sa ostalim lokalitetima kada je riječ o abundanci dinoflagelata (Slika 97.)



Slika 97. Srednja vrijednost abundanca dinoflagelata po lokalitetima.

Korelacija abundance dinoflagelata sa mjesecima je negativno linerna, ali nije statistički značajna. Pad brojnosti dinoflagelata je zapažen idući ka dubljim slojevima, što je prikazano negativnom korelacijom (Slika 98.).

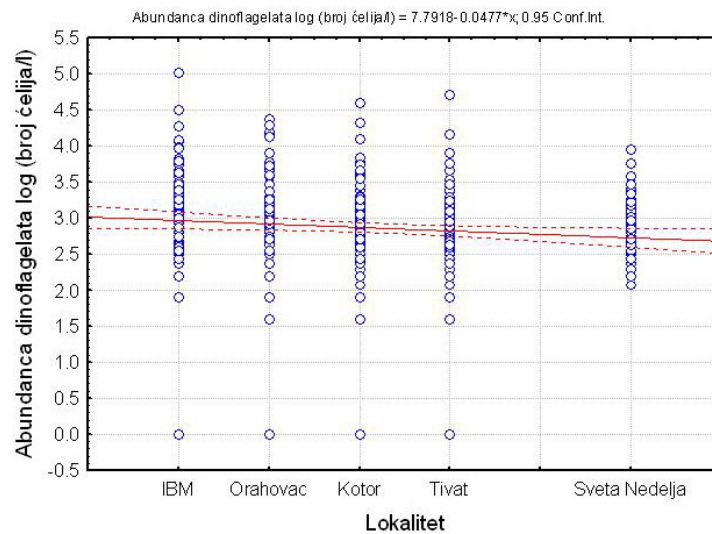


Dubina (m): Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,2458$ ;  $p = 0,0000004$

Slika 98. Korelacija abundance dinoflagelata i dubina.



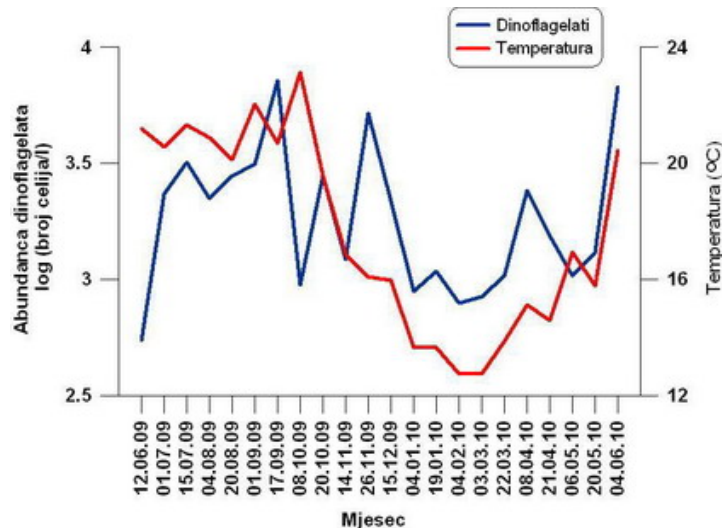
Na lokalitetu IBM brojnost dinoflagelata je bila najveća, što je predstavljeno negativnom lineranom korelacijom (Slika 99.).



Lokalitet: Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,1079$ ;  $p = 0,0275$

Slika 99. Korelacija abundance dinoflagelata i lokaliteta.

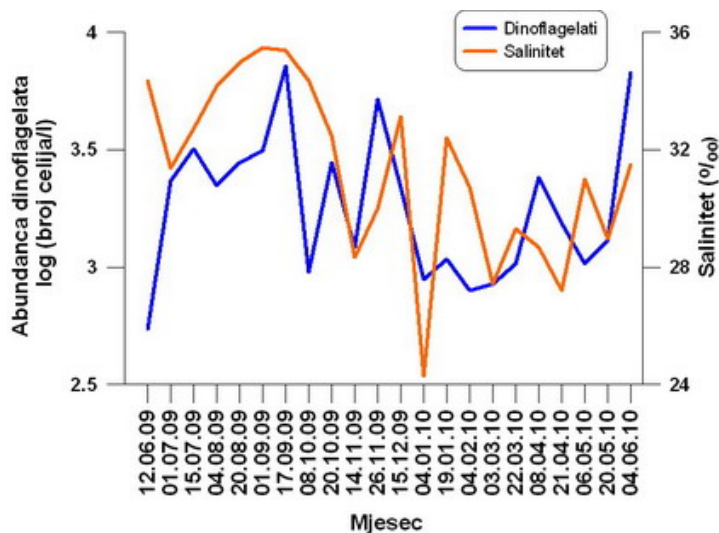
Razvoj dinoflagelata je u periodu od juna do septembra 2009. godine bio slabiji, a temperatura viša, da bi maksimalna vrijednost dinoflagelata u oktobru 2009. godine bila praćena snižavanjem temperature vode. Od novembra 2009., do maja 2010. godine, brojnost dinoflagelata je bila veća u poređenju sa temperaturom (Slika 100.).



Slika 100. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti temperature.

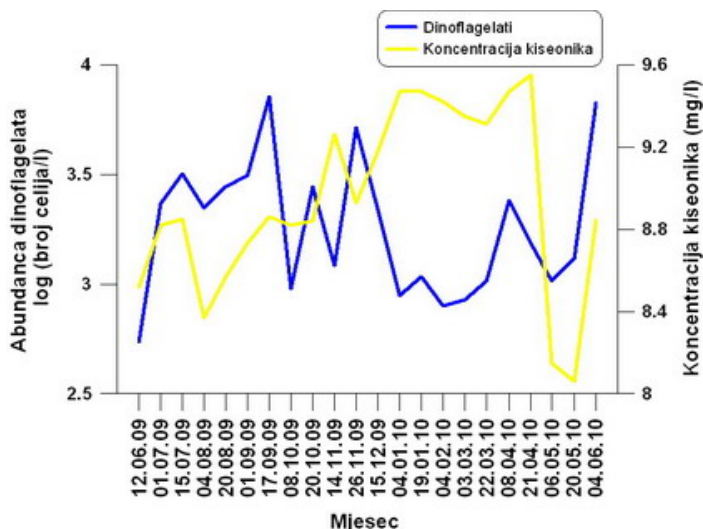


Maksimum dinoflagelata je zabilježen u periodu povećanog saliniteta vode. Variranje brojnosti dinoflagelata se podudaralo sa salinitetom vode, sem u januaru 2010. godine kada je salinitet bio veći, a brojnost dinoflagelata mala (Slika 101.).



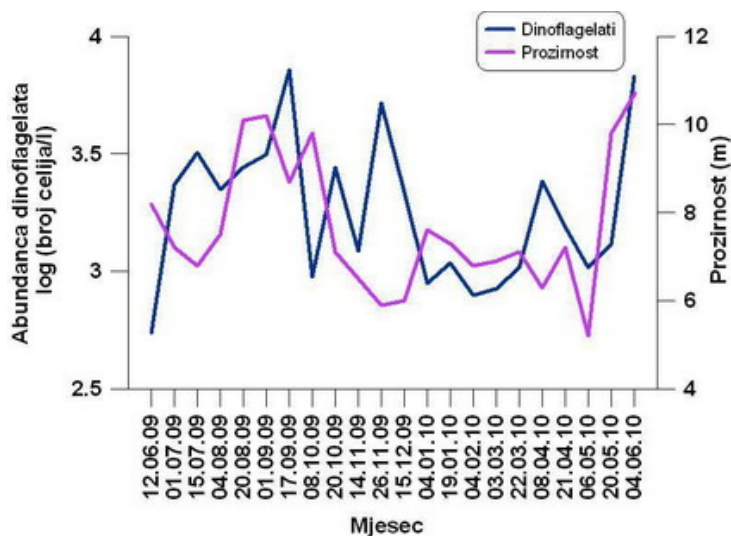
Slika 101. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti saliniteta.

Kao i u slučaju dijatomeja, kada je brojnost dinoflagelata bila veća, koncentracija kiseonika je bila niža. Izuzetak je bio u decembru 2009. godine (Slika 102.).



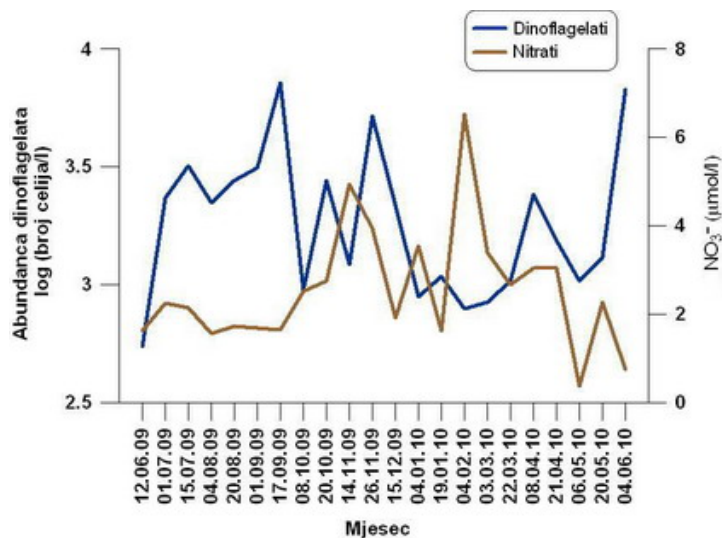
Slika 102. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije kiseonika.

Prozirnost vode je uglavnom bila veća kada bi razvoj dinoflagelata bio manji i obrnuto (Slika 103.).



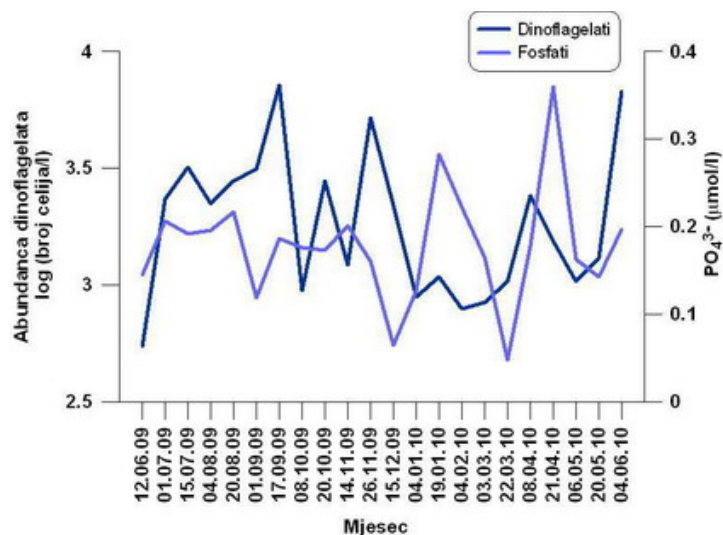
Slika 103. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti prozirnosti.

Povećanu brojnost dinoflagelata je pratilo sniženje koncentracije nitrata. Jedino je u februaru i martu 2010. godine koncentracija nitrata bila viša, a brojnost dinoflagelata manja (Slika 104.).



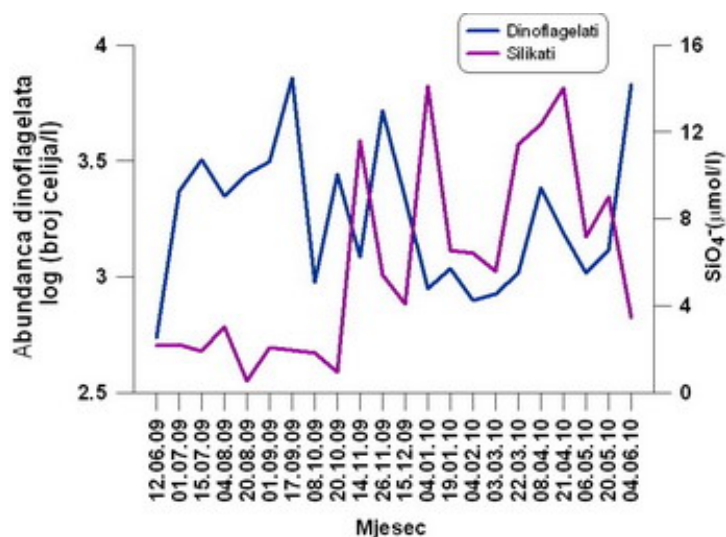
Slika 104. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Brojnost dinoflagelata je varirala. I u ljetnjem i u jesenjem periodu brojnost im je bila veća, a koncentracija fosfata manja. Nakon toga je u zimskom i proljećnom periodu brojnost dinoflagelata bila manja, a koncentracija fosfata viša (Slika 105.).



Slika 105. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .

I u odnosu na silikate brojnost dinoflagelata je varirala i nije pratila koncentraciju silikata. U ljetnjem i jesenjem periodu brojnost im je bila veća, a koncentracija silikata manja. Nakon toga, u zimskom periodu i proljećnom periodu brojnost dinoflagelata je bila manja, a koncentracija silikata veća (Slika 106.).



Slika 106. Odnos srednjih vrijednosti abundance dinoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

### 5.2.7. Kokolitoforidi (KOKO)

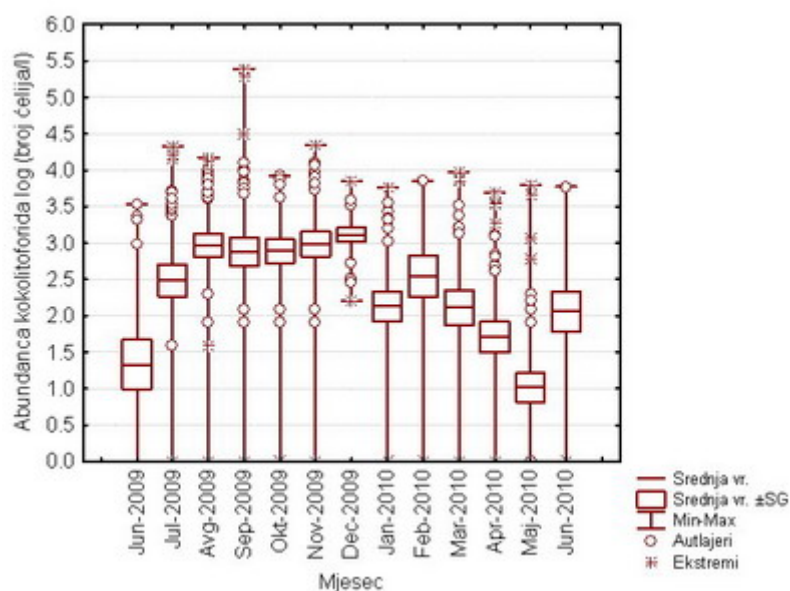
Maksimalne vrijednosti kokolitoforida su iznosile od  $3,37 \times 10^3$  ćel./l u junu 2009., na lokalitetu Sveta Nedelja, odnosno  $2,5 \times 10^5$  ćel./l u septembru 2009. godine na lokalitetu IBM (Tabela 19.; Prilog 1a ,b c, d, e).

Tabela 19. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) kokolitoforida u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj ćel./l)	MIN. (broj ćel./l)	MAX (broj ćel./l)	S.D.	n
2009.	JUN	544	0	3370	989,18	19
	JUL	2.564	0	21.194	4.672,38	38
	AVGUST	2.977	0	14.915	3.771,69	38
	SEPTEMBAR	14.432	0	246.610	49.694,18	38
	OKTOBAR	2.250	0	8.373	2.374,34	38
	NOVEMBAR	3.476	0	22.060	4.548,84	38
	DECEMBAR	1.881	160	7.065	1.639,23	19
2010.	JANUAR	798	0	5.757	1.162,65	38
	FEBRUAR	1.647	0	7.065	1.964,44	19
	MART	1.546	0	9.420	2.544,71	38
	APRIL	572	0	4.880	1.093,94	38
	MAJ	362	0	6.280	1.234,32	38
	JUN	653	0	5.880	1.317,78	19

2.592

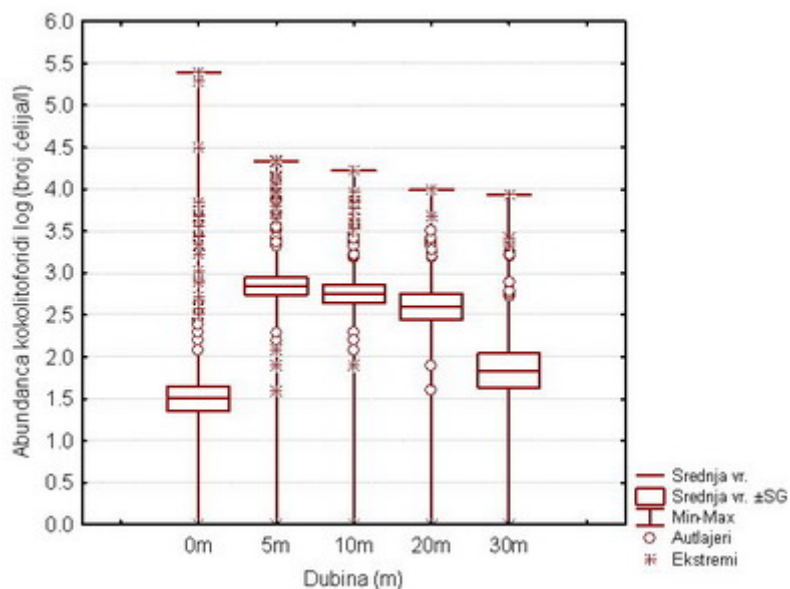
F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ ) između analiziranih vrijednosti za srednju brojnost kokolitoforida tokom istraživanih mjeseci, po dubinama i lokalitetima.



Slika 107. Srednja mjesečna vrijednost abundance kokolitoforida tokom istraživanog perioda.

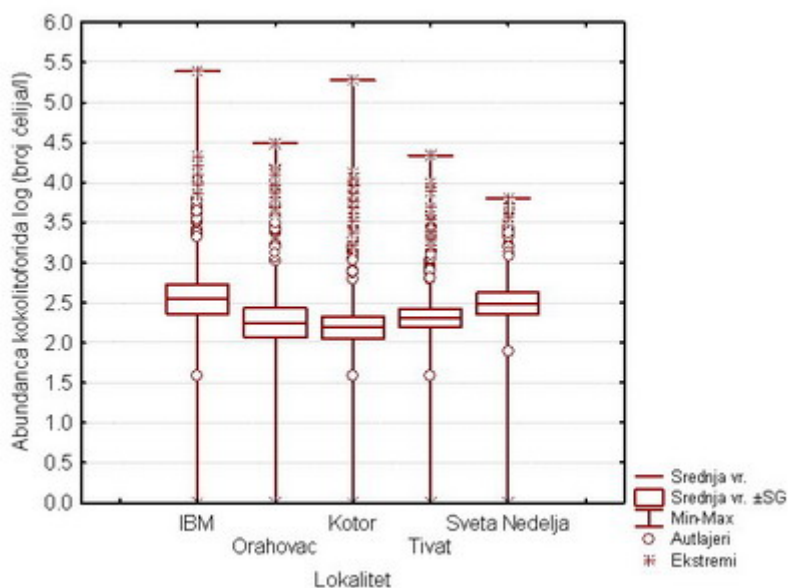
Statistički značajne razlike za dobijene vrijednosti kokolitoforida nisu zabilježene između juna, aprila i maja 2009., jula, avgusta, septembra, oktobra i novembra 2009., te januara, februara, marta i aprila 2010. godine (Slika 107.).

Statistički značajna razlika u pogledu brojnosti kokolitoforida je uočena između površine i dubljih slojeva, sem najdubljeg sloja od 30 m, zatim između 5 m i najdubljeg sloja, 10 m i najdubljeg sloja, te između 20 m i najdubljeg sloja (Slika 108.).



Slika 108. Srednja vrijednost abundance kokolitoforida po dubinama.

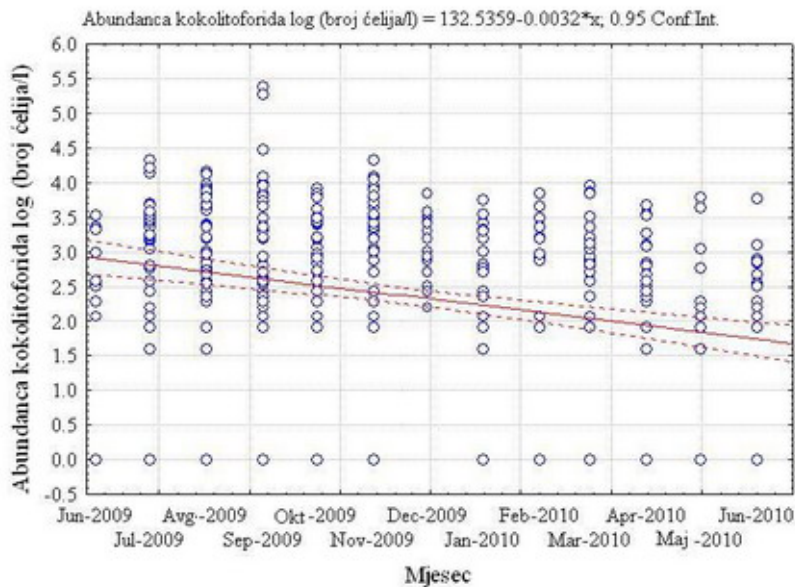
Abundanca kokolitoforida nije varirala značajno po lokalitetima, što je i potvrđeno Duncan-ovim testom (Slika 109.).



Slika 109. Srednja vrijednost abundance kokolitoforida po lokalitetima.



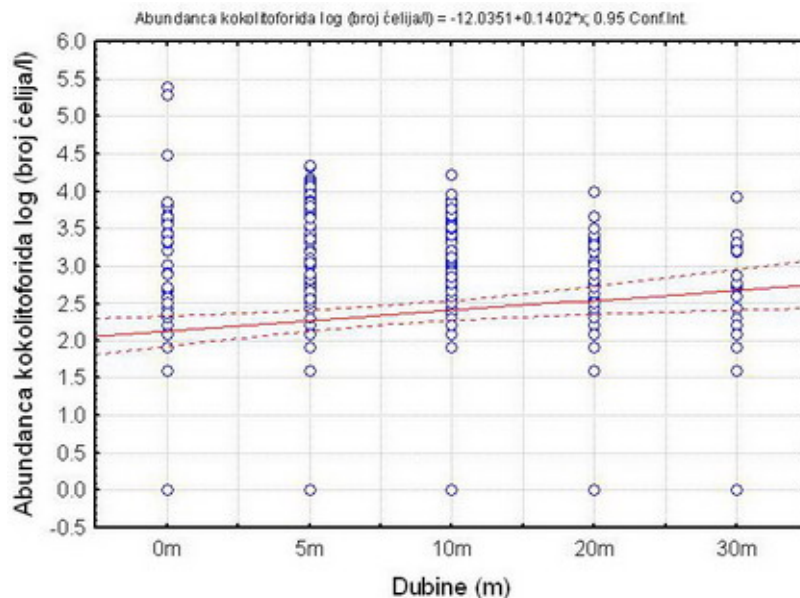
Maksimalna srednja brojnost dinoflagelata je bila u septembru 2009. godine i nakon toga je u padu, što je predstavljeno negativnom korelacijom (Slika 110.). Sa lokalitetima je koelacija takođe bila negativna, ali nije bila statistički značajna.



Mjesec:Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = -0,2639$ ;  $p = 0,00000004$

Slika 110. Korelacija abundance kokolitoforida i mjeseci.

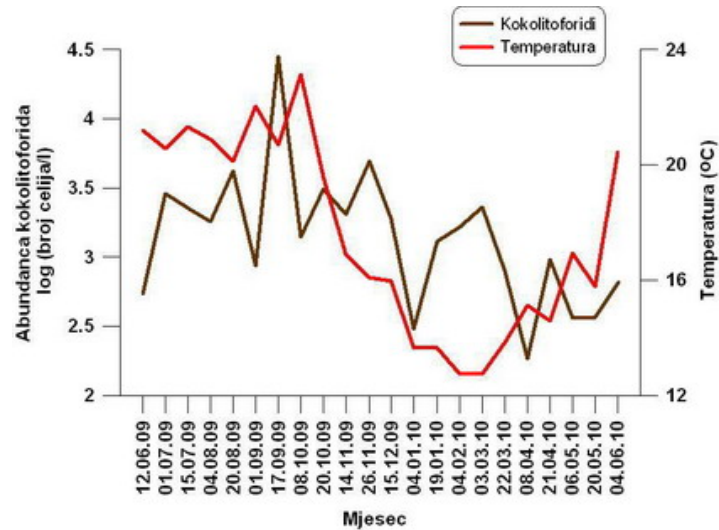
Brojnost dinoflagelata je rasla sa dubinom što je prikazano pozitivnom korelacijom (Slika 111.).



Dubina (m):Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = 0,1320$ ;  $p = 0,0069$

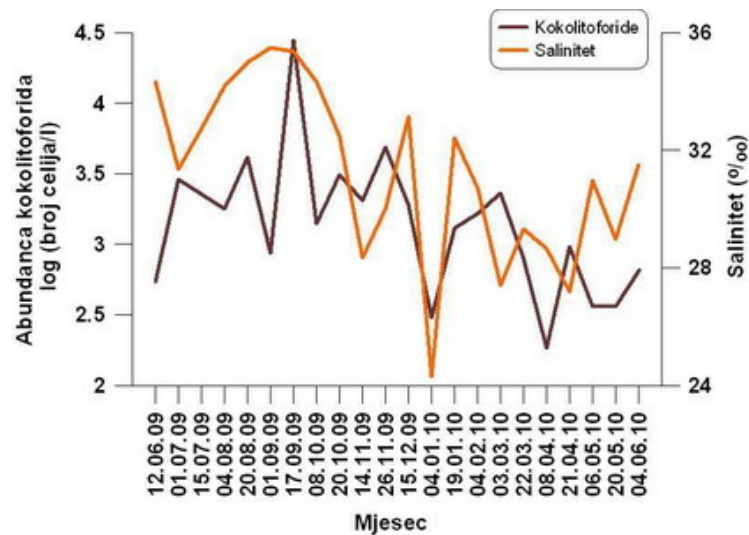
Slika 111. Korelacija abundance kokolitoforida i dubina.

Zabilježeno je da je pri višoj temperaturi brojnost kokolitoforida bila manja, kao u periodu od juna do septembra 2009. godine. Kada je temperatura opadala, brojnost kokolitoforida je rasla, a u periodu od oktobra do aprila mjeseca (Slika 112.).



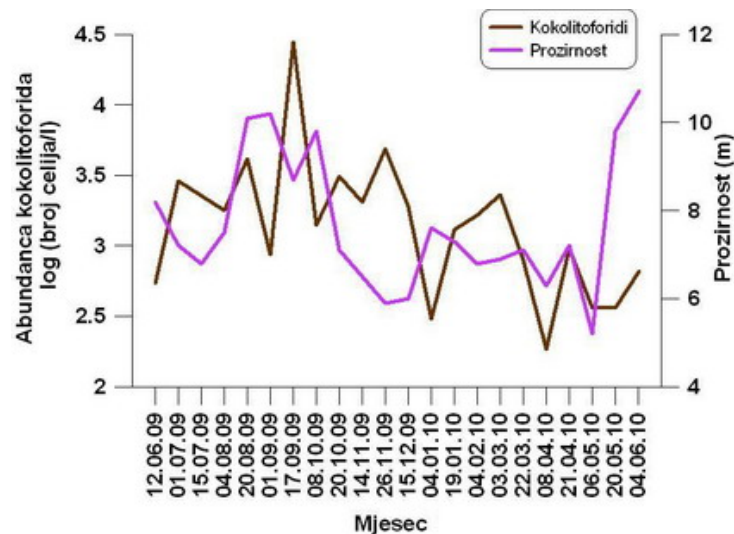
Slika 112. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti temperature.

Maksimalna brojnost kokolitoforida je nađena kada i maksimalan salinitet, u septembru 2009. godine (Slika 113).



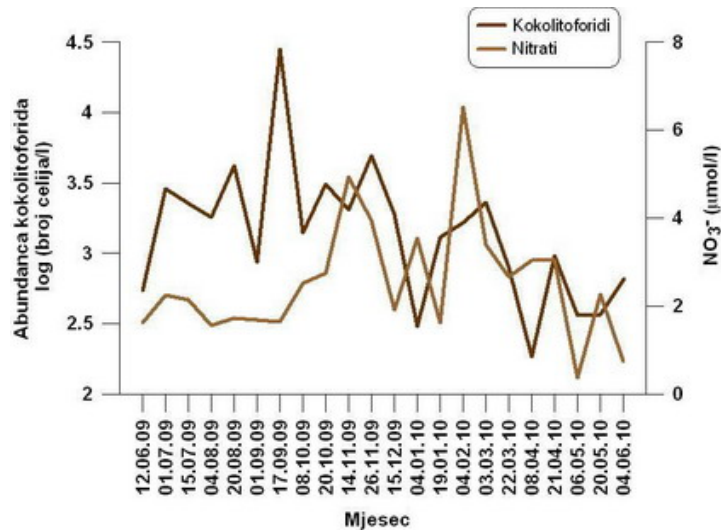
Slika 113. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti saliniteta.

Sa brojnošću kokolitoforida prozirnost vode je opadala. Jedino je bila veća u aprilu 2010. godine kada je i brojnost kokolitoforida bila povećana (Slika 114.).



Slika 114. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti prozirnosti vode.

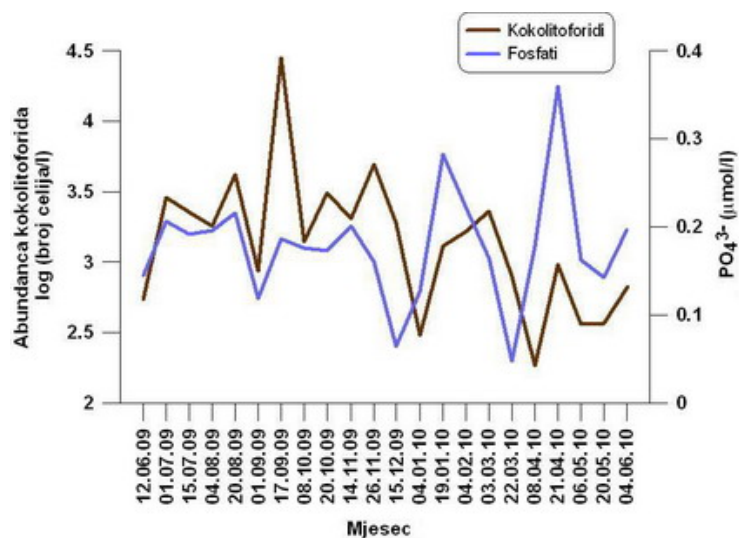
Povećana brojnost kokolitoforida je pratila smanjenje koncentracije nitrata. Nasuprot tome, u februaru 2010. godine bio je zabilježen maksimum koncentracije nitrata, a brojnost kokolitoforida je bila snižena (Slika 115.).



Slika 115. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

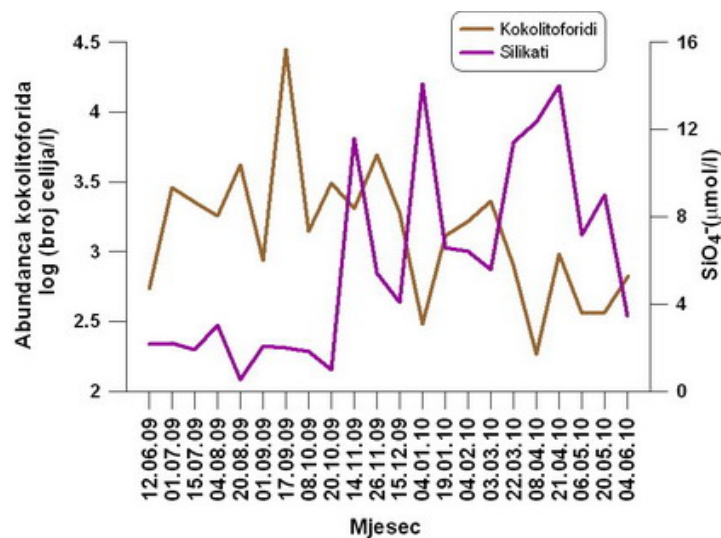
Koncentracija fosfata je bila niska kada je brojnost kokolitoforida rasla, izuzev blagog porasta u januaru i aprilu 2010. godine, kada je brojnost kokolitoforida bila niža (Slika 116.).





Slika 116. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .

U periodu od juna do oktobra 2009. godine silikati su bili niski, dok je brojnost kokolitoforida bila veća. Nakon toga koncentracija silikata se povećava sa stalnim variranjima (Slika 117.).



Slika 117. Odnos srednjih vrijednosti abundance kokolitoforida i srednjih vrijednosti koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

### 5.2.8. Silikoflagelati (SILIKO)

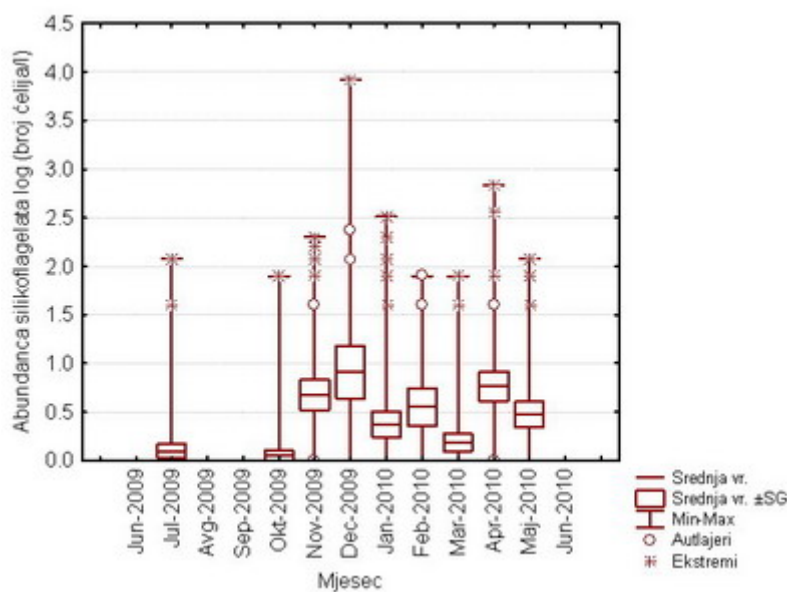
Maksimalna brojnost silikoflagelata je bila u decembru 2009. godine i iznosila je  $8,41 \times 10^3$  ćel./l (Tabela 20., Prilog 1a, b, c, d, e).

Tabela 20. Srednje vrijednosti (SR.VR.), minimalne (MIN.), maksimalne (MAX.), standardna devijacija (S.D.) kokolitoforida u istraživanom periodu.

	MJESECI	SR.VR. (broj čel./l)	MIN. (broj čel./l)	MAX. (broj čel./l)	S.D.	n
2009.	JUN	0	0	0	989,18	19
	JUL	4	0	120	20,35	38
	AVGUST	0	0	0	0	38
	SEPTEMBAR	0	0	0	0	38
	OKTOBAR	2	0	80	2,98	38
	NOVEMBAR	35	0	200	55,15	38
	DECEMBAR	478	0	8.406	1.920,8	19
2010.	JANUAR	24	0	320	64,79	38
	FEBRUAR	19	0	80	30,89	19
	MART	6	0	80	19,79	38
	APRIL	46	0	680	122,15	38
	MAJ	18	0	120	33,14	38
	JUN	0	0	0	0	19

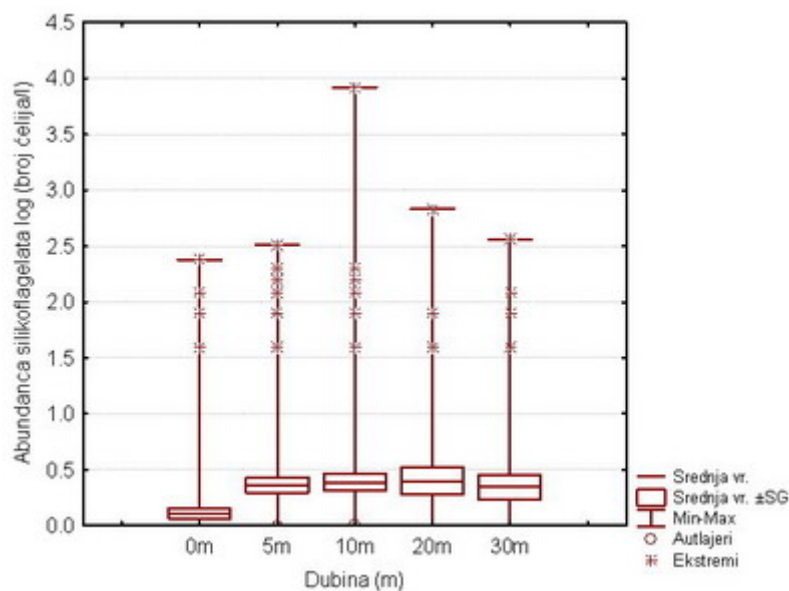
49

F-test i Duncan-ov test su pokazali statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) za dobijene vrijednosti silikoflagelata kada su u pitanju mjeseci i dubine. Abundanca silikoflagelata se kretala od vrijednosti nula, pa do maksimalne vrijednosti od  $8,4 \times 10^3$  čel./l. Tokom čitavog perioda istraživanja abundanca je bila niska sem u decembru 2009 godine, kada je bila nešto povećana. Duncan-ovim testom je nađena statistički značajna razlika između većine istraživanih mjeseci u odnosu na brojnost silikoflagelata (Slika 118.).



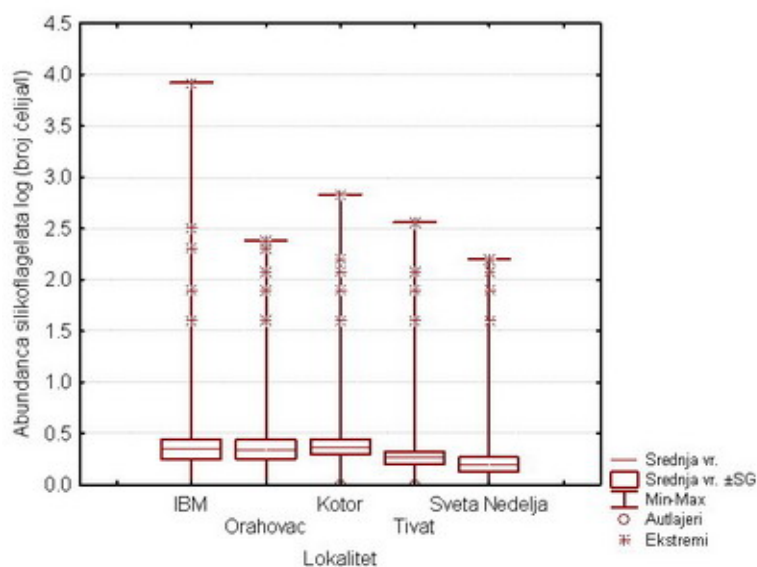
Slika 118. Srednja mjesečna vrijednost abundance silikoflagelata tokom istraživanog perioda.

Maksimalna brojnost silikoflagelata je bila na 10 m dubine, ali i na preostalim dubinama brojnost je bila veća u poređenju sa površinom. To je prikazano Duncan-ovim testom koji je pokazao statistički značajnu razliku između površine i ostalih dubina u pogledu brojnosti silikoflagelata (Slika 119.).



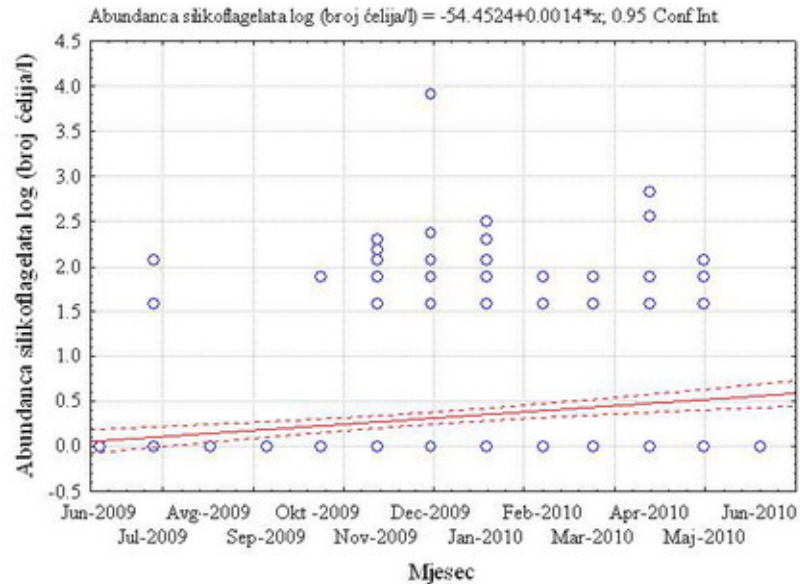
Slika 119. Srednja vrijednost abundance silikoflagelata i dubina.

Statistički značajna razlika između lokaliteta u odnosu na brojnost silikoflagelata nije uočena (Slika 120.).



Slika 120. Srednja vrijednost abundance silikoflagelata i lokaliteta.

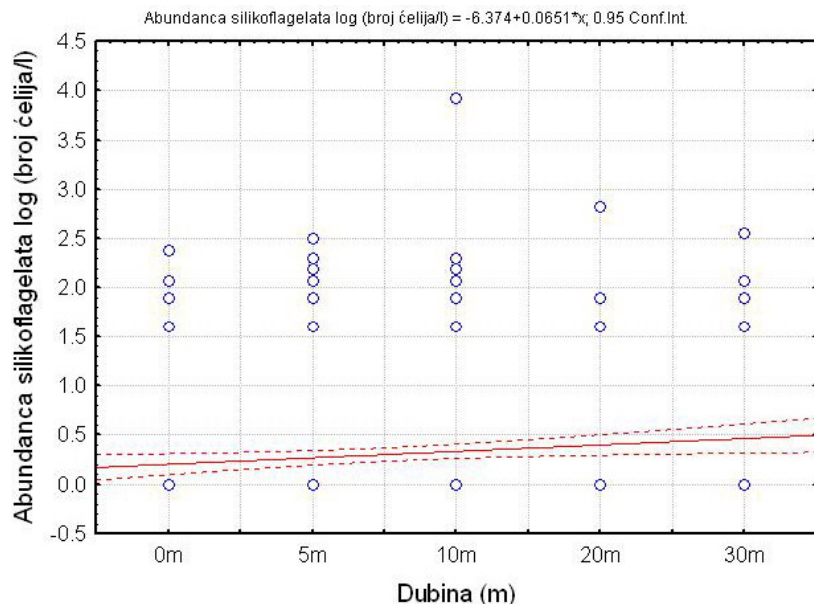
Ukoliko poredimo brojnost silikoflagelata od juna do novembra 2009., sa brojnošću u decembru 2009. godine, kada je nađena maksimalna vrijednost, pa do juna 2010. godine brojnost je u porastu, što se vidi iz pozitivne korelacije (Slika 121.).



Mjesec:Abundanca silikoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,2108$ ;  $p = 0,00001$

Slika 121. Korelacija abundance silikoflagelata i mjeseci.

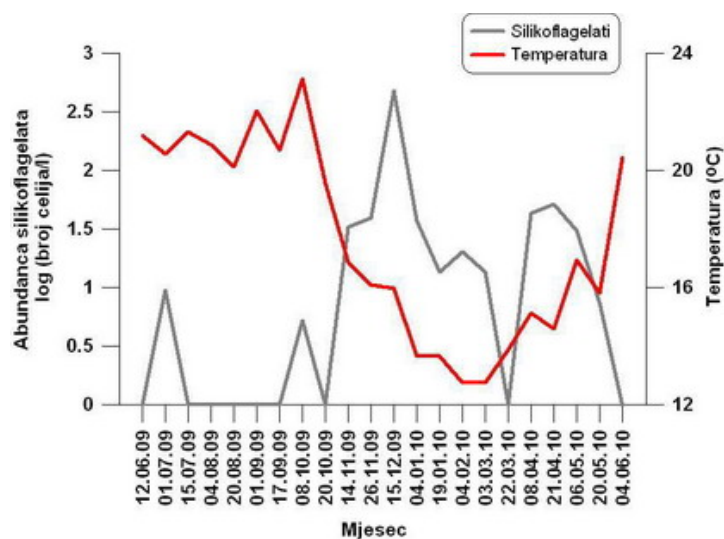
Sa dubinom brojnost silikoflagelata je rasla, što je prikazano pozitivnom korelacijom (Slika 122.).



Dubina (m):Abundanca silikoflagelata log (broj ćel./l):  $r = 0,1165$ ;  $p = 0,0172$

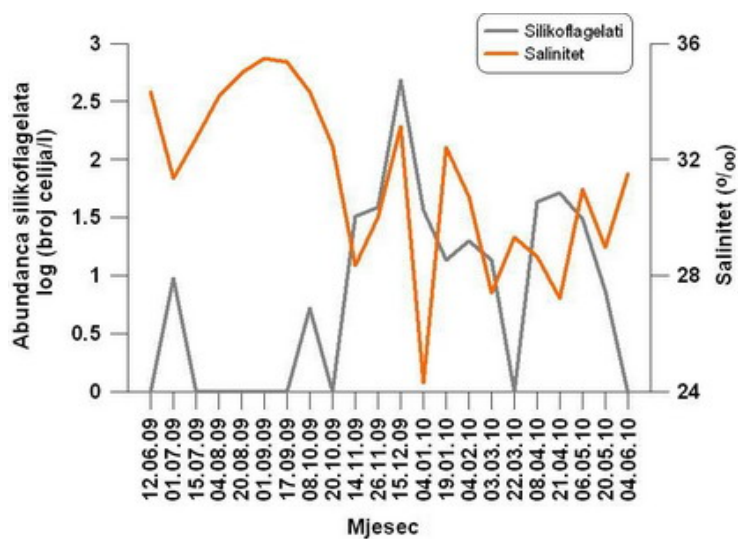
Slika 122. Korelacija abundance silikoflagelata i dubina.

Brojnost silikoflagelata je bila manja kada je temperatura bila viša i obrnuto (Slika 123.).



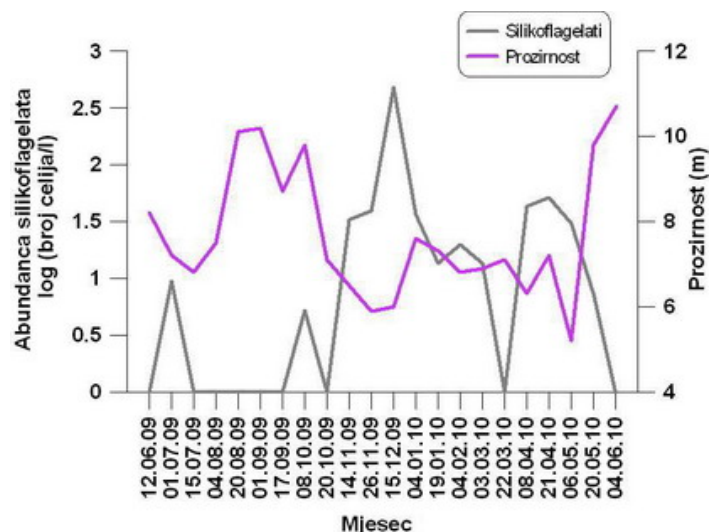
Slika 123. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti temperature.

U pogledu saliniteta, silikoflagelati su pokazali manju brojnost kada je salinitet bio najviši. U decembru 2010. godine je dostignuta najveća brojnost silikoflagelata, dok je salinitet bio niži u poređenju sa prethodnim mjesecima (ljetnji period) (Slika 124.).



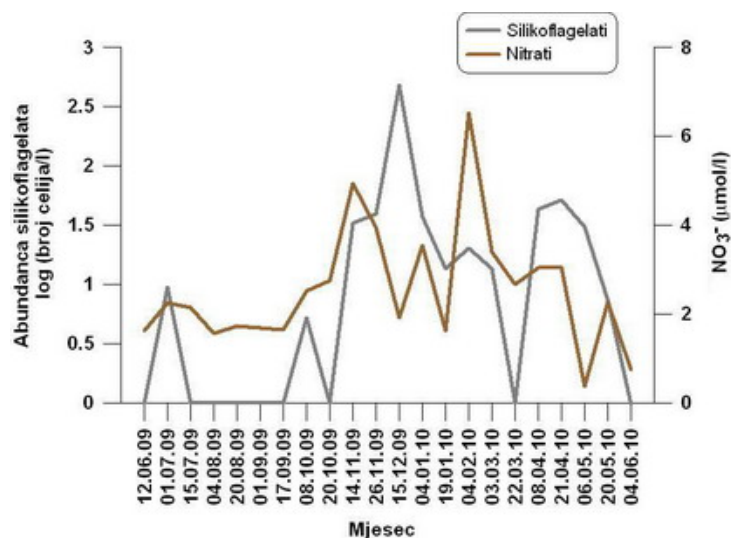
Slika 124. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti saliniteta.

Povećanje brojnosti silikoflagelata praćeno je smanjenjem prozirnosti vode (Slika 125.).



Slika 125. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti prozirnosti vode.

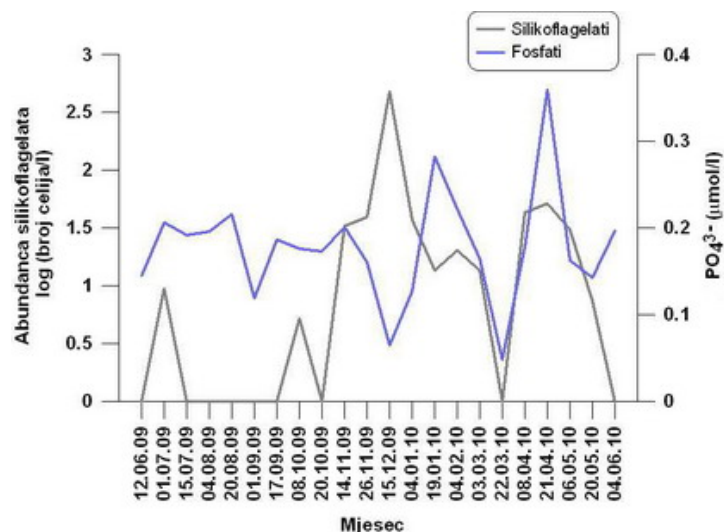
Koncentracija nitrata je bila visoka kada je brojnost silikoflagelata bila niža, a kada bi im brojnost rasla koncentracija je opadala (Slika 126.).



Slika 126. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

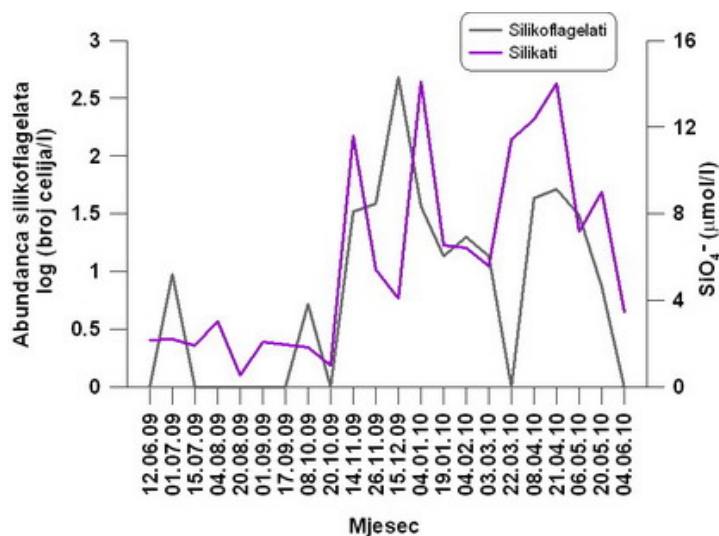
I koncentracija fosfata je takođe bila niska kada je brojnost silikoflagelata rasla (Slika 127.).





Slika 127. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

Ista je situacija i sa koncentracijom silikata kao sa koncentracijom fosfata, koncentracija im je bila niska kada je brojnost silikoflagelata rasla (Slika 128.).



Slika 128. Odnos srednjih vrijednosti abundance silikoflagelata i srednjih vrijednosti koncentracije SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

### 5.2.9. Euglenofite

Euglenofite su bile zastupljene samo jednom vrstom. Brojnost joj je bila mala i utvrđen je maksimum od 160 ćelija/l na lokalitetu IBM u aprilu 2010. godine.

Vrsta je još zabilježena na lokalitetu Tivat, u junu 2009. godine, zatim na lokalitetu Sveta Nedelja u oktobru 2009., te na lokalitetima Orahovac i Tivat u aprilu 2010. godine.

### 5.2.10. Korelacije između fizičko-hemijskih i bioloških parametara

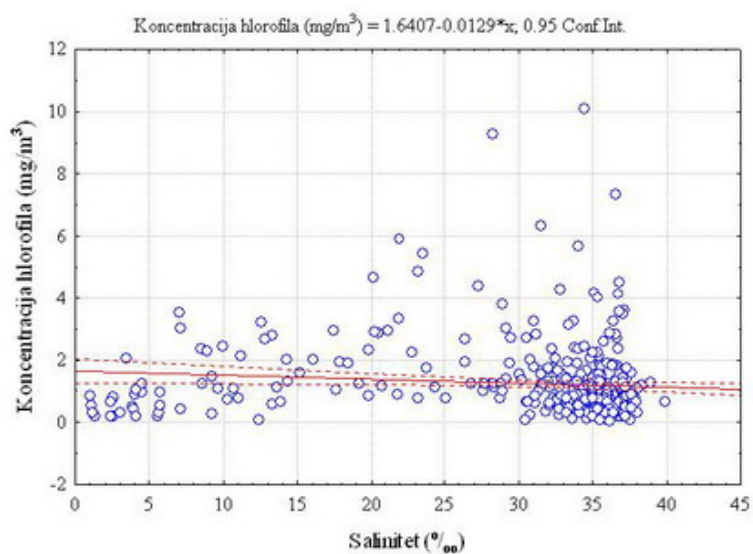
Tabela 21. Korelaciona analiza fizičko-hemijskih i bioloških parametara.

(\*statistički značajna razlika pri  $p < 0,05$ ; \*\*statistički značajna razlika pri  $p < 0,01$ ).

	Tem.	Sal.	Kon. O <sub>2</sub>	Proz.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Hl.a	TP	Dija.	Dino.	Koko	Sili.
Tem.	1,00													
Sal.	0,32**	1,00												
Kon. O <sub>2</sub>	-0,29**	-0,24**	1,00											
Proz.	0,46**	0,29**	-0,24**	1,00										
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-0,25**	-0,50**	0,23**	-0,11**	1,00									
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-0,14**	0,06	0,10*	0,06	0,02	1,00								
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	-0,05	-0,08	0,03	-0,06	0,11*	0,15**	1,00							
SiO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-0,37**	-0,40**	0,17**	-0,25**	0,35**	0,12*	0,07	1,00						
Hl.a	-0,04	-0,11*	0,12*	-0,12**	0,08	0,08	0,07	-0,01	1,00					
TP	0,25**	-0,20**	-0,03	-0,12**	0,03	-0,01	0,16**	-0,01	0,32**	1,00				
Dija.	0,09	-0,14**	0,14**	-0,17**	0,08	0,10*	0,09	-0,04	0,39**	0,47**	1,00			
Dino.	0,23**	0,05	0,05	0,06	-0,13**	0,06	0,10*	-0,12*	0,30**	0,40**	0,33**	1,00		
Koko	0,13**	0,03	0,03	0,02	-0,14**	0,04	-0,03	-0,22**	0,08	-0,08	-0,05	0,24**	1,00	
Sili.	-0,21**	0,06	0,06	-0,19**	-0,02	0,28**	0,04	0,05	0,10*	0,04	0,12*	0,07	0,12*	1,00

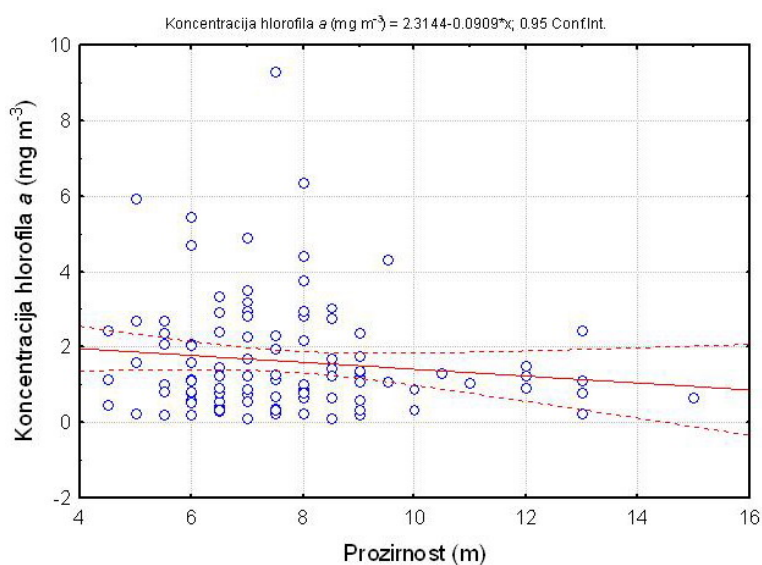
Korelaciona analiza hlorofila *a* sa salinitetom i sa prozirnošću je bila linearno negativna (Slika 129.,130.).





Salinitet (‰): Koncentracija hlorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>):  $r = -0,1097$ ;  $p = 0,0250$

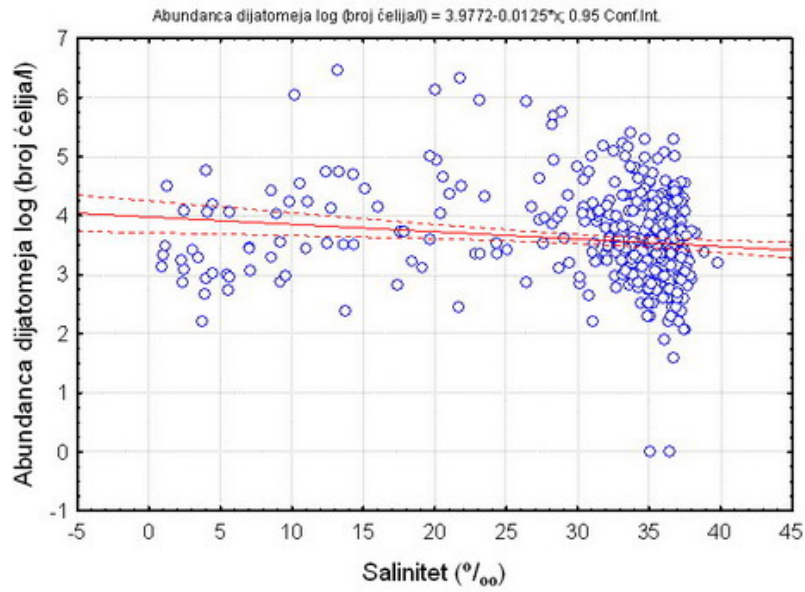
Slika 129. Korelacija saliniteta i koncentracije hlorofila *a*.



Prozirnost (m): Koncentracija hlorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>):  $r = -0,1216$ ;  $p = 0,2056$

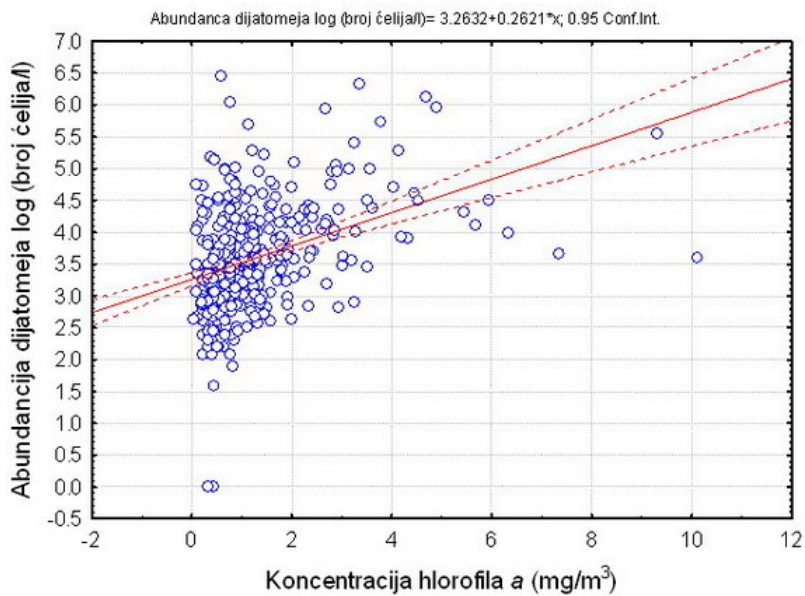
Slika 130. Korelacija prozirnosti vode i koncentracije hlorofila *a*.

Dijatomeje su bile u negativnoj korelaciji sa salinitetom s jedne strane, te sa prozirnošću s druge strane (Slika 131., 133.). Sa hlorofilom *a* bile su u pozitivnoj korelaciji (Slika 132.).



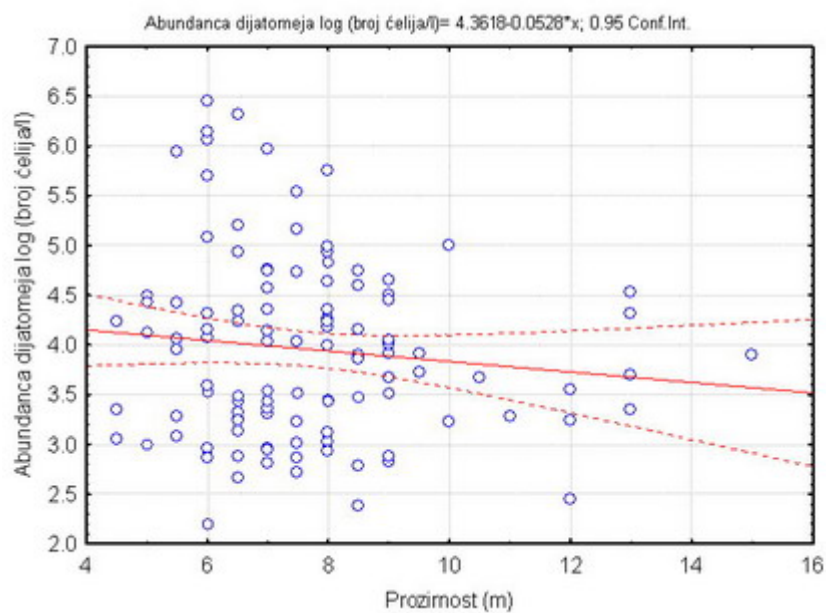
Salinitet (‰): Abundanca dijatomeja log (broj ćel./l):  $r = -0,1442$ ;  $p = 0,0031$

Slika 131. Korelacija abundance dijatomeja i saliniteta.



Koncentracija hlorofila a (mg/m<sup>3</sup>): Abundanca dijatomeja log (broj ćel./l):  $r = 0,3853$ ;  $p = 0,0000$

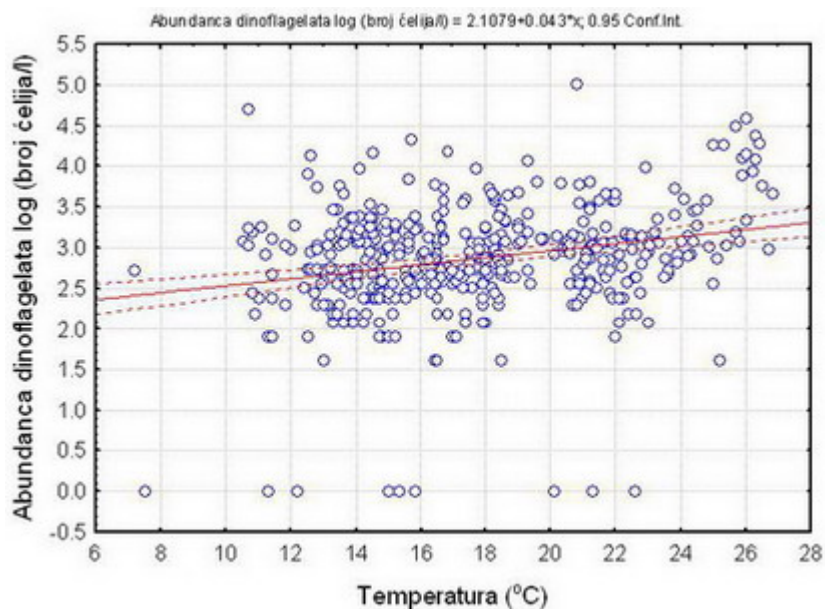
Slika 132. Korelacija abundance dijatomeja i koncentracije hlorofila a.



Prozirnost (m):Abundanca dijatomeja log (broj ćel./l):  $r = -0,1748$ ;  $p = 0,2325$

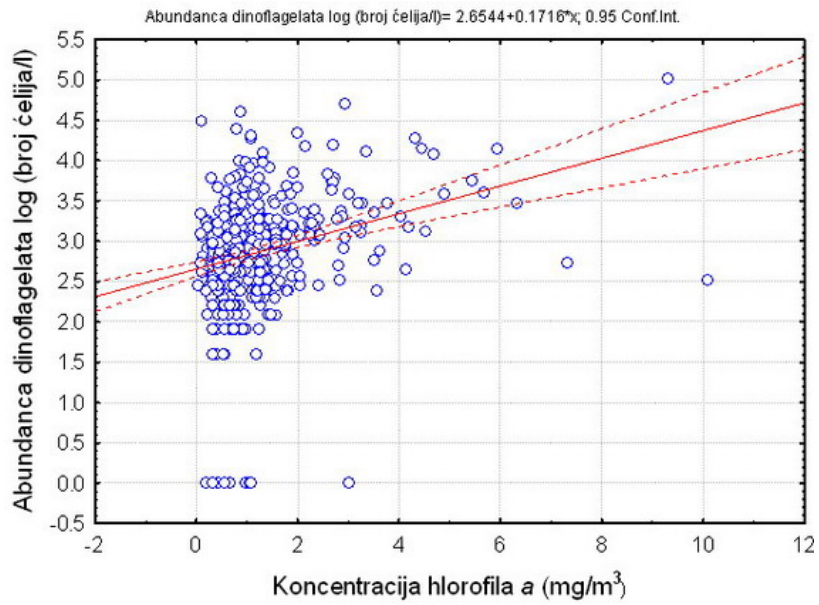
Slika 133. Korelacija abundance dijatomeja i prozirnosti vode.

Korelacija dinoflagelata sa temperaturom, hlorofilom *a* i fosfatima je bila pozitivno linearna (Slika 134., 135.,137.), dok je sa nitratima i silikatima bila negativna (Slika 136., 138.).



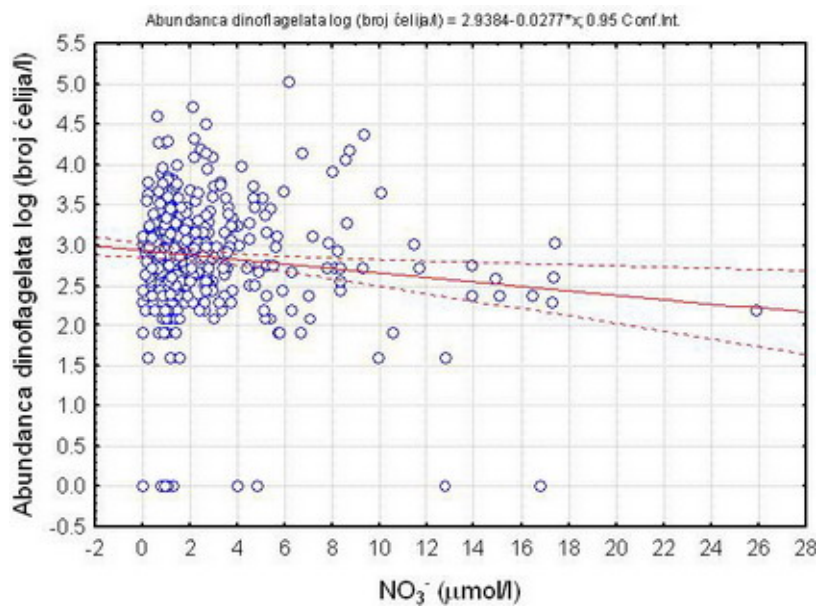
Temperatura ( $^{\circ}$ C):Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = 0,2524$ ;  $p = 0,0000002$

Slika 134. Korelacija abundance dinoflagelata i temperature.



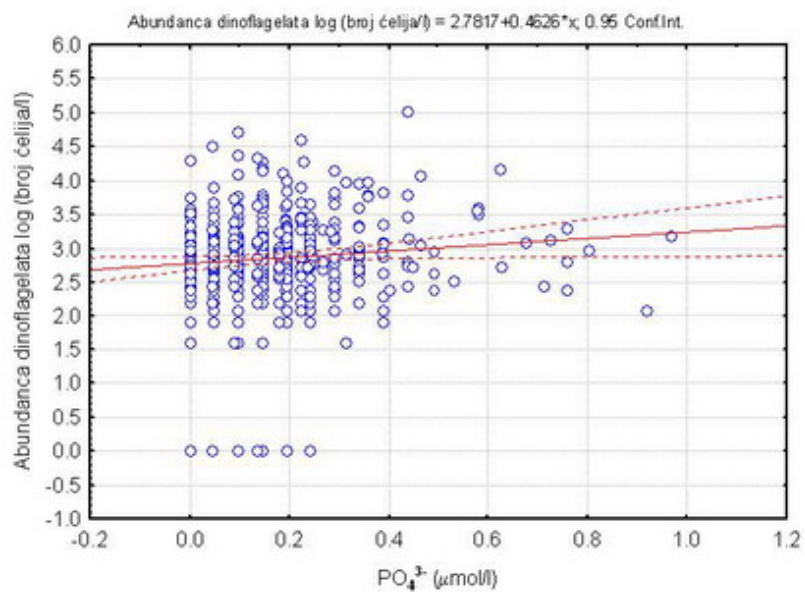
Hlorofila a (mg/m<sup>3</sup>): Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = 0,2950$ ;  $p = 0,0000$

Slika 135. Korelacija abundance dinoflagelata i koncentracije hlorofila *a*.



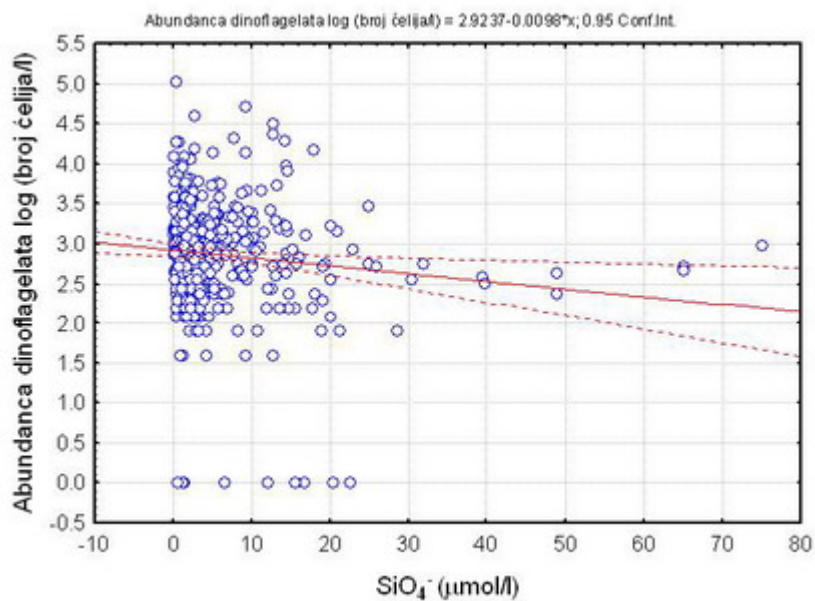
NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (μmol/l): Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,1278$ ;  $p = 0,0089$

Slika 136. Korelacija abundance dinoflagelata i koncentracije NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.



$\text{PO}_4^{3-}$  ( $\mu\text{mol/l}$ ): Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = 0,1019$ ;  $p = 0,0374$

Slika 137. Korelacija abundance dinoflagelata i koncentracije  $\text{PO}_4^{3-}$ .

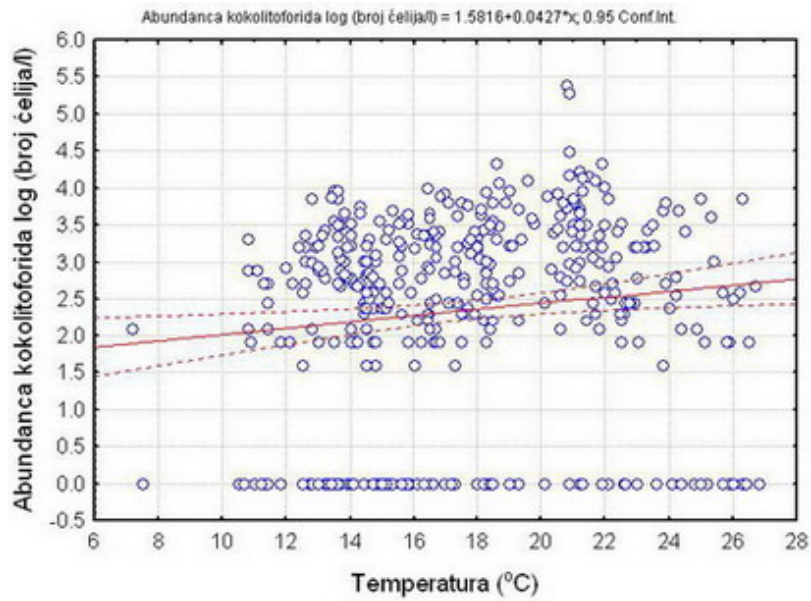


$\text{SiO}_4^{2-}$  ( $\mu\text{mol/l}$ ): Abundanca dinoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,1231$ ;  $p = 0,0117$

Slika 138. Korelacija abundance dinoflagelata i koncentracije  $\text{SiO}_4^{2-}$ .

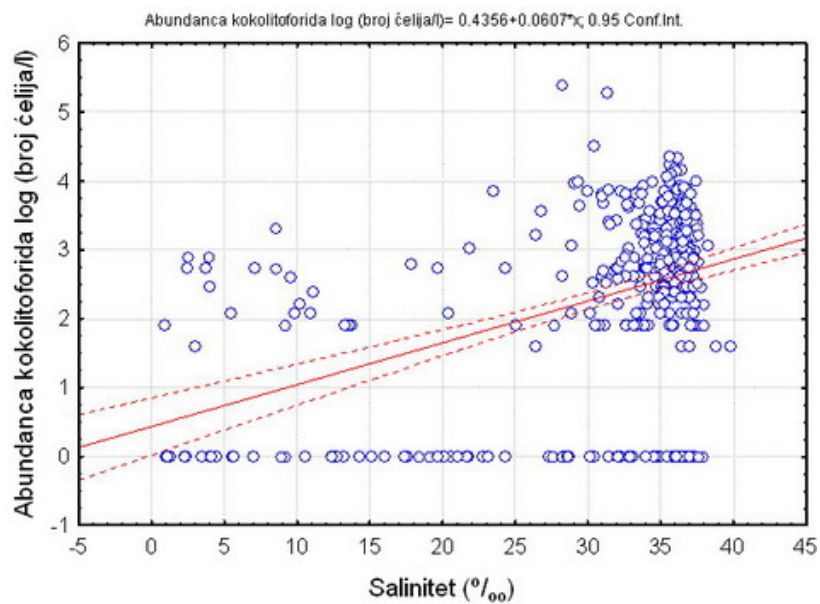
Korelacija kokolitoforida sa temperaturom i salinitetom vode bila je pozitivna (Slika 139., 140.), dok je sa nitratima i silikatima bila negativna (Slika 141., 142.).





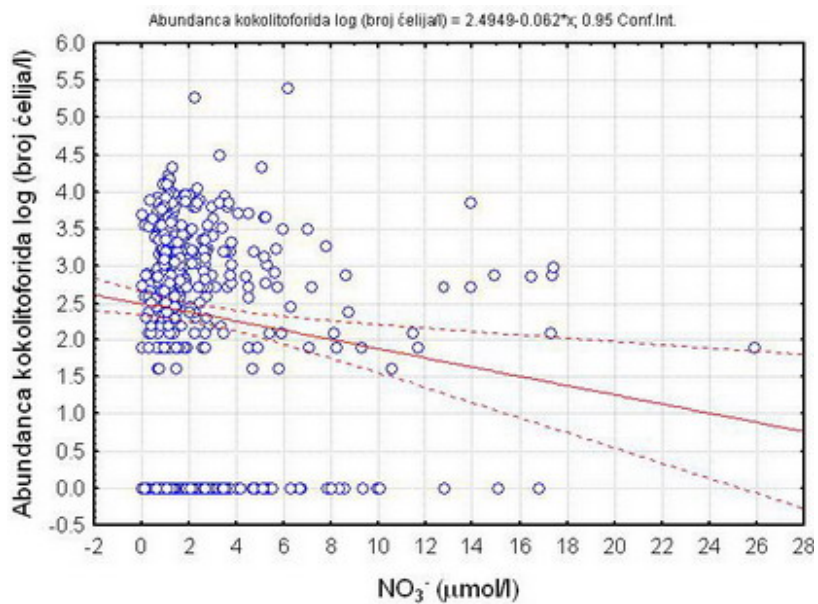
Temperatura (°C): Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = 0,1272$ ;  $p = 0,0092$

Slika 139. Korelacija abundance kokolitoforida i temperature vode.



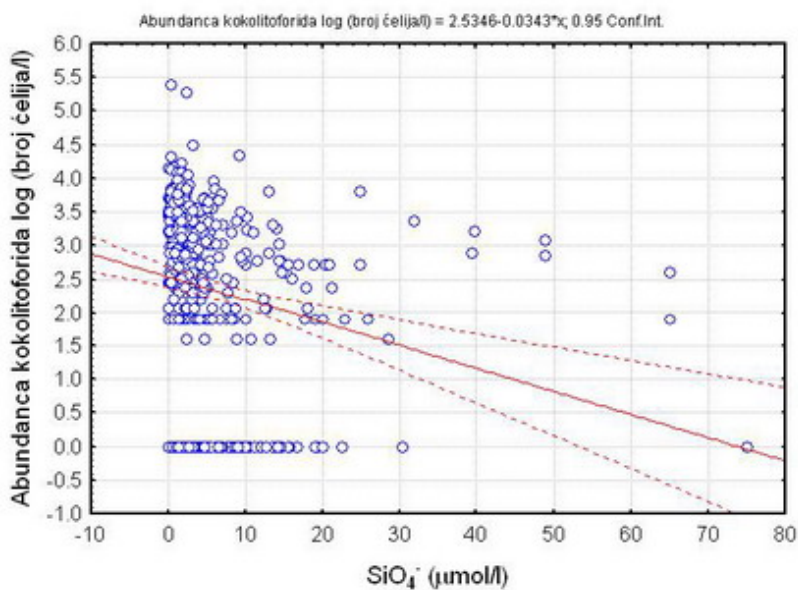
Salinitet (‰): Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = 0,4172$ ;  $p = 00,0000$

Slika 140. Korelacija abundance kokolitoforida i saliniteta vode.



$\text{NO}_3^-$  ( $\mu\text{mol/l}$ ): Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = -0,1450$ ;  $p = 0,0030$

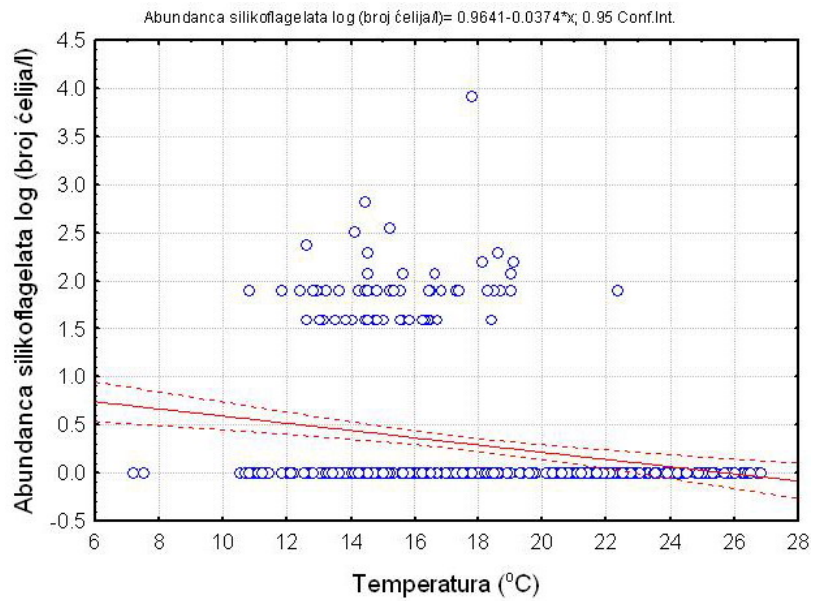
Slika 141. Korelacija abundance kokolitoforida i koncentracije  $\text{NO}_3^-$ .



$\text{SiO}_4^-$  ( $\mu\text{mol/l}$ ): Abundanca kokolitoforida log (broj ćel./l):  $r = -0,2192$ ;  $p = 0,000006$

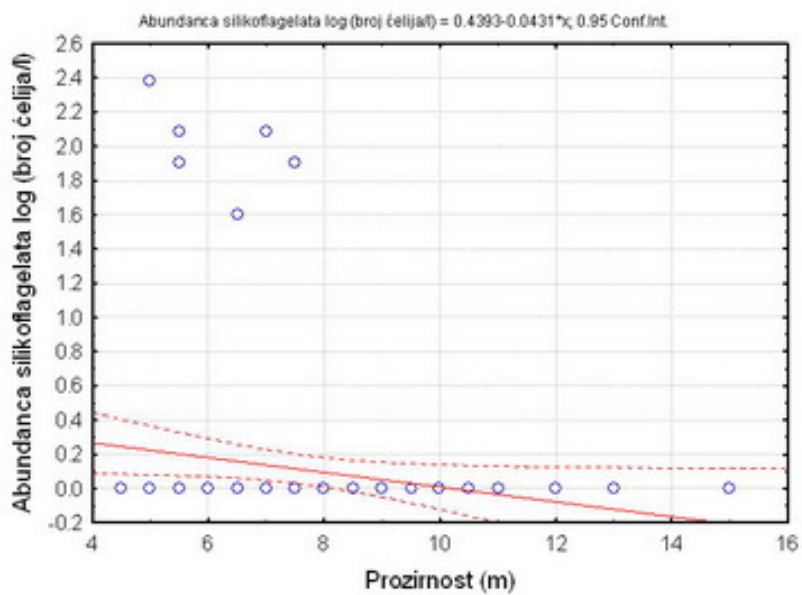
Slika 142. Korelacija abundance kokolitoforida i koncentracije  $\text{SiO}_4^-$ .

Abundanca silikoflagelata je bila u negativnoj korelaciji sa temperaturom i prozirnošću vode (Slika 143., 144.).



Temperatura (°C): Abundanca silikoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,2117$ ;  $p = 0,00001$

Slika 143. Korelacija abundance silikoflagelata i temperature vode.

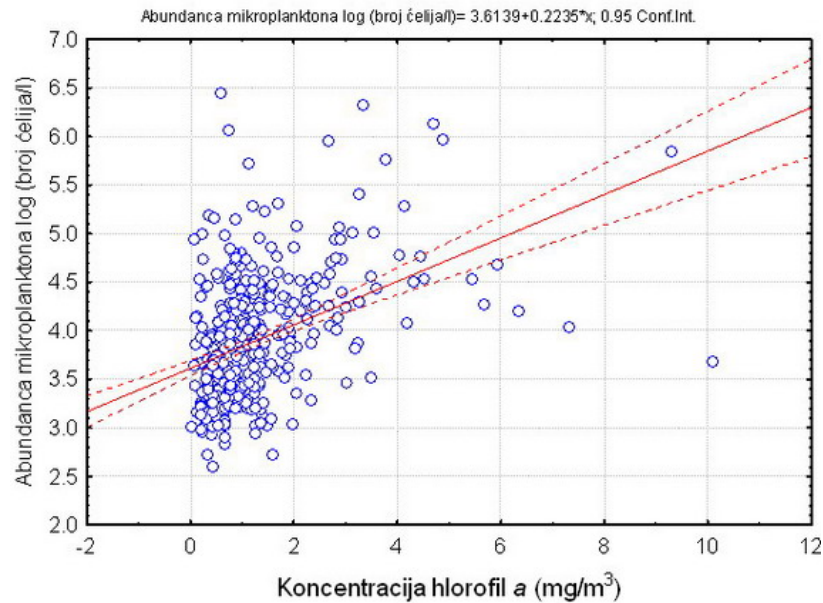


Prozirnost (m): Abundanca silikoflagelata log (broj ćel./l):  $r = -0,1878$ ;  $p = 0,0495$

Slika 144. Korelacija abundance silikoflagelata i prozirnosti vode.

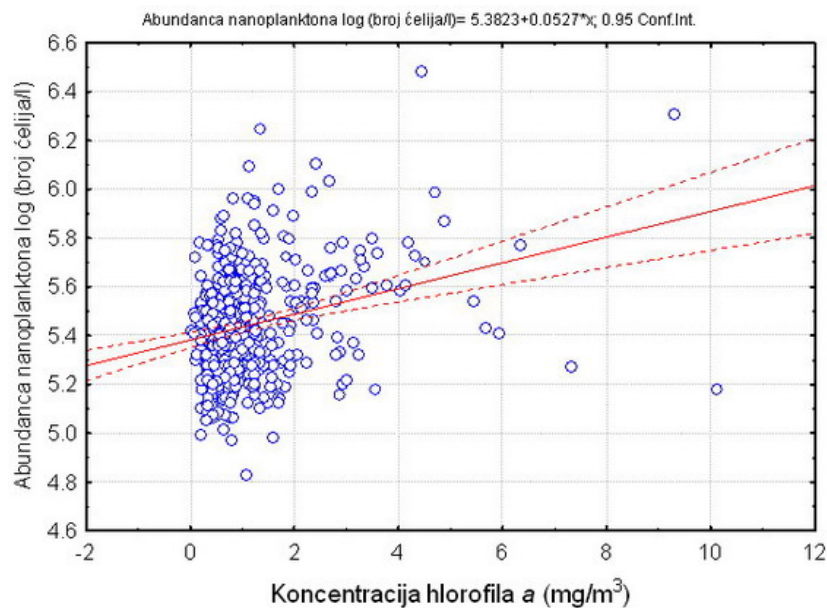
Koncentracija hlorofila *a* je bila u pozitivnoj korelaciji sa abudancom mikroplanktona i nanoplanktona (Slika 145. i Slika 146).





Koncentracija hlorofila *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ): Abundanca mikroplanktona log (broj ćel./l):  $r = 0,4202$ ;  $p = 00,0000$

Slika 145. Korelacija abundance mikroplanktona i koncentracije hlorofila *a*.



Koncentracija hlorofila *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ): Abundanca nanoplanktona log (broj ćel./l):  $r = 0,2687$ ;  $p = 0,000000002$

Slika 146. Korelacija abundance nanoplanktona i koncentracije hlorofila *a*

Tokom istraživanja zabilježene su ukupno 192 vrste koje pripadaju sledećim grupama: dijatomeje, dinoflagelate, kokolitoforidi, silikoflagelate i euglenofite. Od dijatomeja je nađeno 90 vrsta, od dinoflagelata 83, od kokolitoforida 14, od silikoflagelata 4 i od euglenofita jedna vrsta (Tabela 22.).

U Prilogu 2 su prikazane distribucije zabilježenih fitoplaktonskih vrsta po istraživanim lokalitetima.

Tabela 22. Lista fitoplaktonskih vrsta determinisanih u Bokokotorskom zalivu u periodu od juna 2009. do juna 2010. godine (MAX. - maksimalna vrijednost; FR. -frekvencija vrsta; SR. - srednja vrijednost; S.D. - standardna devijacija; brojnost vrsta je izražena brojem ćelija/l vode).

	MAX.	FR.	SR.	S.D.
<b>Dijatomeje</b>				
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	60	1,67	1,44	12,76
<i>A. longipes</i> C. Agardh	40	0,24	0,10	1,96
<i>Achnanthes</i> sp.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Amphiprora sulcata</i> O' Meara	480	5,26	4,69	30,80
<i>Amphiprora</i> sp.	160	0,73	0,57	8,29
<i>Amphora ostrearia</i> Bréb.	120	1,67	1,15	9,92
<i>Amphora</i> sp.	400	2,15	2,30	22,90
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castr.) Round	183.690	7,89	2.483,8	5.103,96
<i>Asterolampra grevillei</i> (Wallich) Grev.	40	0,24	0,10	1,96
<i>A. marylandica</i> Ehrenb.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Asteromphalus flabellatus</i> (Bréb.) Grev.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Bacillaria paxilifera</i> (Müll.) T. Marsson	40	0,24	0,10	1,96
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Laud.	280	0,24	0,67	13,70
<i>Bacteriastrum</i> sp.	80	0,24	0,19	3,91
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	9.420	13,16	122,81	717,78
<i>C. compressus</i> Laud.	14.130	0,24	33,80	691,12
<i>C. curvisetus</i> Cleve	400	0,24	0,96	9,56
<i>C. decipiens</i> Cleve	240	0,48	0,77	12,36
<i>C. diversus</i> Cleve	785	0,48	1,97	38,44
<i>C. tortissimus</i> Gran	520	0,24	1,24	25,43

<i>C. vixvisibilis</i> Gran	15.700	4,31	126,85	1.147,09
<i>Chaetoceros</i> spp.	77.410	5,26	658,23	8.827,89
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	80	0,96	0,57	6,17
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenb.	80	3,59	1,82	10,01
<i>Cocconeis</i> sp.	80	1,20	0,77	7,29
<i>Coscinodiscus janischii</i> Schmit	120	0,24	0,29	5,87
<i>C. perforatus</i> Ehrenb.	120	0,96	0,67	7,56
<i>C. thorii</i> Pav.	80	0,24	0,19	3,91
<i>Coscinodiscus</i> spp.	80	3,83	1,91	10,19
<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.	80	0,48	0,29	4,37
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reim. et Lewin	160	0,72	0,57	8,29
<i>Dactyliosolen blavyanus</i> (Perag.) Hasle	880	0,24	2,11	43,04
<i>Diploneis bombus</i> (Ehrenb.) Cleve	720	6,94	7,94	47,52
<i>D. crabro</i> Ehrenb.	80	0,24	0,19	3,91
<i>Diploneis</i> sp.	200	9,81	9,38	31,28
<i>Ditylum brightwelli</i> (T. West) Grun.	80	0,48	0,29	4,37
<i>Grammathophora oceanica</i> Ehrenb.	160	1,44	0,96	9,55
<i>Grammathophora</i> sp.	40	0,48	0,19	2,76
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Perag.	120	2,15	1,53	11,32
<i>G. striata</i> (Stolter.) Hasle	240	0,48	0,77	2,36
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenb.) Rabenh.	160	0,72	0,57	8,29
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grun.	80	0,96	0,67	7,03
<i>H. sinensis</i> Grev.	320	2,15	2,78	21,90
<i>Lampriscus kittonii</i> A. Schmidt	2.520	3,83	12,44	129,07
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	320	0,72	1,63	20,01
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Perag.) Hasle	2.880	5,50	29,95	197,58
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	120	0,24	0,29	5,87
<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) C. Agardh	120	1,20	0,77	7,80
<i>L. paradoxa</i> (Lyngb.) C. Agardh	40	0,24	0,10	1,96

<i>L. reichardti</i> Grun.	80	0,48	0,29	4,37
<i>Licmophora</i> spp.	2.355	2,63	12,61	1.434,71
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle	880	10,05	14,64	69,89
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenb.	12.320	16,51	155,24	800,16
<i>Melosira dubia</i> Kütz.	720	0,24	1,72	35,22
<i>M. lineata</i> (Dillwyn) C. Agardh	80	0,48	0,38	5,53
<i>M. moniliformis</i> (Müll.) C. Agardh	80	0,24	0,19	3,91
<i>M. nummuloides</i> C. Agardh	1.560	7,66	32,92	150,37
<i>Melosira</i> spp.	240	5,26	6,32	28,76
<i>Navicula</i> spp.	14.130	32,06	159,89	848,61
<i>Neocalyptrella robusta</i> (Norm.) Hernandez-Becerril et Meave	40	0,96	0,38	90
<i>Nitzschia incerta</i> (Grun.) Perag.	320	1,91	1,72	17,65
<i>N. habirshawii</i> Febiger	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. longissima</i> (Bréb.) Ralfs	1.570	8,37	15,94	115,07
<i>N. sicala</i> (Castr.) Hustedt	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. sigma</i> (Kütz.) Smith	80	1,20	0,57	5,51
<i>Nitzschia</i> spp.	523	5,02	6,13	38,39
<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) C. Agardh	40	0,24	0,10	1,96
<i>O. mobiliensis</i> (Bailey) Grun.	480	5,74	7,08	37,52
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve	200	4,55	3,92	20,45
<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehrenb.) Mann	40	0,72	0,29	3,38
<i>Petrodictyon</i> sp.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queckett) W. Sm.	440	5,26	5,17	33,30
<i>P. elongatum</i> W. Sm.	480	7,18	5,74	31,79
<i>P. formosum</i> W. Sm.	160	0,48	0,48	8,06
<i>Pleurosigma</i> spp.	1.047	3,35	6,05	59,43
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sund.	200	2,63	2,01	14,39
<i>P. indica</i> (Perag.) Hernandez- Becerril	80	0,42	0,38	4,78
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	370.520	65,31	4.585,5	21.171,83

<i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze	40	0,48	0,19	2,76
<i>Skeletonema</i> spp.	23.550	1,20	71,11	1.182,26
<i>Stellarima stellaris</i> (Roper)Hasle&Sims	80	0,96	0,57	6,17
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) C.Agardh	80	0,48	0,29	4,37
<i>Synedra crystalina</i> (Agardh) Kutz.	40	0,48	0,19	2,76
<i>S. fulgens</i> (Grev.) W.Sm.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Synedra</i> spp.	80	0,48	0,38	5,53
<i>Thalassionema fraunfeldii</i> (Grun.) Halleggr .	840	11,48	19,81	76,38
<i>T. nitzschioides</i> (Grun.) Meresck.	2.826.452	95,69	28.439,90	200.398,2
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grun.) Jørg.	200	0,72	0,77	0,70
<i>T. eccentrica</i> (Ehrenb.) Cleve	160	3,59	1,82	11,10
<i>Thalassiosira</i> sp.	15.360	24,40	236,32	1.050,81

### **Dinoflagelate**

<i>Amphidinium acutissimum</i> Schiller	160	2,87	2,01	12,99
<i>A. lanceolatum</i> Schröder	40	0,48	0,19	2,76
<i>Amphidinium</i> sp.	785	2,15	6,59	66,83
<i>Corythodinium constrictum</i> (Stein) Taylor	40	0,72	0,29	3,38
<i>C. tessellatum</i> (Stein) Loeblich Jr & Loeblich III	40	0,96	0,38	3,90
<i>Dinophysis acuminata</i> Clap. et Lachm.	600	5,26	5,07	35,16
<i>D. acuta</i> Ehrenb.	40	0,24	0,10	1,96
<i>D. caudata</i> Seville-Kent	240	6,22	4,31	20,37
<i>D. fortii</i> Pav.	960	22,97	18,76	61,51
<i>D. hastata</i> Stein	40	0,48	0,19	2,76
<i>D. sphaerica</i> Stein	40	0,24	0,10	1,96
<i>Dinophysis</i> sp.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	480	16,51	18,46	54,98
<i>Diplopsalis</i> sp.	400	6,94	6,89	32,40
<i>Dissodinium elegans</i> (Pav.) Matz.	120	1,91	1,15	9,12

<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann	40	0,48	0,19	2,76
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jørg.	200	7,66	4,59	19,04
<i>Gonyaulax digitale</i> (Pouchet) Kof.	80	1,91	0,96	7,27
<i>G. hyalina</i> Ostenf.& Schmidt	40	0,24	0,10	1,96
<i>G. polygramma</i> Stein	1.200	7,89	9,67	72,04
<i>G. spinifera</i> (Clap. et Lachm.) Diesing	40	0,24	0,10	1,96
<i>Gonyaulax</i> spp.	3.925	30,38	79,72	280,53
<i>G. verior</i> Sournia	120	1,20	0,86	8,93
<i>Gymnodinium cucumis</i> Schütt	40	0,24	0,10	1,96
<i>Gymnodinium</i> spp.	28.286	69,38	578,14	1.990,76
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kof. et Sw.	2.560	22,97	34,74	146,37
<i>Gyrodinium</i> spp.	160	3,59	2,39	13,78
<i>Heterodinium milneri</i> (Murr.&Whitt.) Kof.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Neoceratium candelabrum</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	80	0,48	0,29	4,37
<i>N. carriense</i> Gourr.	80	1,91	0,96	7,27
<i>N. contortum</i> (Gourr.) Cleve	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. furca</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	1.240	16,03	13,21	67,70
<i>N. fusus</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	520	11,96	9,09	41,15
<i>N. gravidum</i> (Gourr.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. gibberum</i> (Gourr.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. horridum</i> (Gran) Gomez, Moreira and Lopez-Garcia	360	15,55	11,96	38,47
<i>N. hexacantum</i> (Gourr.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	80	1,20	0,57	5,51
<i>N. kofoidii</i> (Jørg.) Gomez, Moreira and Lopez-Garcia	40	0,24	0,10	1,96
<i>N. lineatum</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	40	0,48	0,19	2,76
<i>N. macroceros</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	40	0,48	0,19	2,76

<i>N. massiliense</i> (Gourr.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	80	0,48	0,29	4,37
<i>N. pentagonum</i> (Gourr.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	240	2,39	1,82	16,17
<i>Neoceratium</i> sp.	40	0,96	0,38	3,90
<i>N. trichoceros</i> (Ehrenb.) Gomez , Moreira and Lopez-Garcia	640	7,18	7,27	43,98
<i>N. tripos</i> (Müller) Gomez, Moreira and Lopez-Garcia	2.080	15,79	26,70	159,20
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kof. et Sw.	200	5,50	3,73	18,93
<i>Ornithocercus heteroporus</i> Kof.	280	0,48	0,77	13,83
<i>Oxytoxum adriaticum</i> Schiller	80	0,96	0,57	6,17
<i>O. caudatum</i> Schiller	160	0,24	0,38	7,83
<i>O. laticeps</i> Schiller	360	1,44	1,82	20,37
<i>O. sceptrum</i> (Stein) Schröder	600	11,00	14,26	60,56
<i>O. sphaeroideum</i> Stein	360	2,63	2,87	22,99
<i>O. scolopax</i> Stein	480	1,20	1,53	23,78
<i>Oxytoxum</i> sp.	80	1,20	0,57	5,5
<i>O. variabile</i> Schiller	40	0,24	0,10	1,96
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Clap.et Lachm.) Kof. et Michener	160	7,42	3,92	16,50
<i>Podolampas elegans</i> Schütt	120	2,87	1,63	10,05
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge	2.080	12,92	16,46	110,79
<i>P. micans</i> Ehrenb.	93.122	62,92	669,66	4.913,47
<i>P. minimum</i> (Pav.) Schiller	78.540	16,03	487,74	4.708,6
<i>P. scutellum</i> Schröder	160	1,44	0,96	9,55
<i>Prorocentrum</i> sp.	80	0,48	0,29	4,37
<i>P. triestinum</i> Schiller	1.570	3,35	6,74	79,37
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kof.) Bal.	400	17,22	13,11	40,34
<i>P. conicum</i> (Gran) Bal.	160	1,91	1,44	11,5
<i>P. depressum</i> (Bailey) Bal.	40	0,24	0,10	1,96

<i>P. diabolium</i> (Cleve) Bal.	480	13,88	10,81	38,31
<i>P. divergens</i> (Ehrenb.) Bal.	80	3,35	1,82	10,39
<i>P. globulum</i> (Stein) Bal.	400	11,48	8,99	35,41
<i>P. leonis</i> (Pav.) Bal.	40	0,24	0,10	1,96
<i>P. oceanicum</i> (Van Höffen) Bal.	40	1,44	0,57	4,76
<i>P. pallidum</i> (Ostenf.) Bal.	40	0,24	0,10	1,96
<i>P. paulsenii</i> (Pav.) Bal.	40	0,24	0,10	1,96
<i>Protoperidinium</i> spp.	9.429	24,64	170,26	773,68
<i>P. steinii</i> (Jørg.) Bal.	80	1,67	0,77	6,15
<i>P. tuba</i> (Schiller) Bal.	80	1,91	1,05	8,01
<i>Pselodinium vaubanii</i> Sournia	200	6,94	4,11	18,44
<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt	40	0,48	0,19	2,76
<i>Pyrophacus steini</i> (Schiller)Wall & Dale	40	0,24	0,10	1,96
<i>Scrippsiella</i> sp.	3.925	20,10	60,78	289,40
<i>Torodinium robustum</i> Kof. & Sw.	80	0,96	0,67	7,03
<i>Torodinium</i> sp.	40	0,24	0,10	1,96
<b>Kokolitoforide</b>				
<i>Acanthoica quattrosolina</i> Lohm.	80	0,24	0,19	3,91
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohm.) J.R. Young	3.925	15,31	51,26	281,11
<i>Calciosolenia granii</i> (Lohm.) Deflandre	523	0,24	1,25	25,58
<i>Calciosolenia murrayi</i> (Gourr.) Cleve	7.065	2,15	32,21	375,08
<i>Calyptosphaera oblonga</i> Lohm.	9.640	28,23	353,48	1.146,04
<i>Coccolithus walichii</i> (Lohm.) Schiller	8.897	28,23	447,18	1.283,45
<i>Discosphaera tomsonii</i> Ostenf.	240	2,39	2,01	15,91
<i>Ophiaster formosus</i> Gran	40	0,48	0,19	2,76
<i>O. hydroideus</i> (Lohm.) Lohm.	4.710	7,18	46,44	51,38
<i>Pontosphaera nigra</i> Schiller	40	2,15	0,86	5,81
<i>Pontosphaera</i> sp.	240	0,24	0,57	1 1,74
<i>Rhabdosphaera tignifera</i> Schiller	65.940	9,81	25.146,00	3.270,09
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohm.	241.780	46,65	1.622,65	13.434,59



<i>Syracosphaera</i> sp.	785	3,11	10,97	78,64
<b>Silikoflagelate</b>				
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenb.	360	15,55	13,68	40,99
<i>D. septenaria</i> Ehrenb.	120	0,24	0,29	5,87
<i>D. speculum</i> Ehrenb.	80	0,96	0,48	5,16
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenb.) Hovasse	240	1,20	1,15	13,24
<b>Euglenofite</b>				
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	160	1,20	0,77	8,73

---

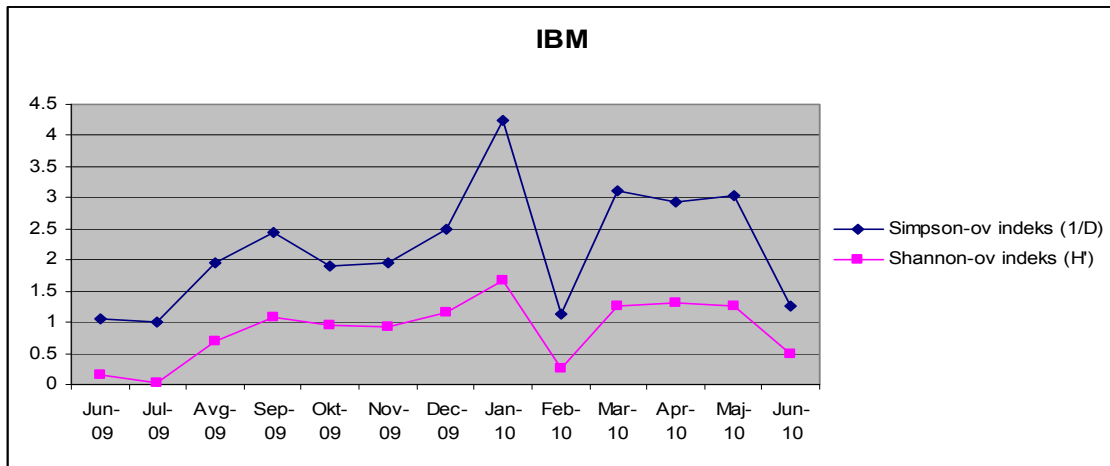
### 5.3. INDEKSI BIODIVERZITETA

Shannon-ov indeks diverziteta ( $H'$ ), Simpson-ov recipročni indeks ( $1/D$ ) i Margalef-ov indeks ( $d$ ) izračunati su na nivou vrsta po lokalitetima za istraživane mjesece.

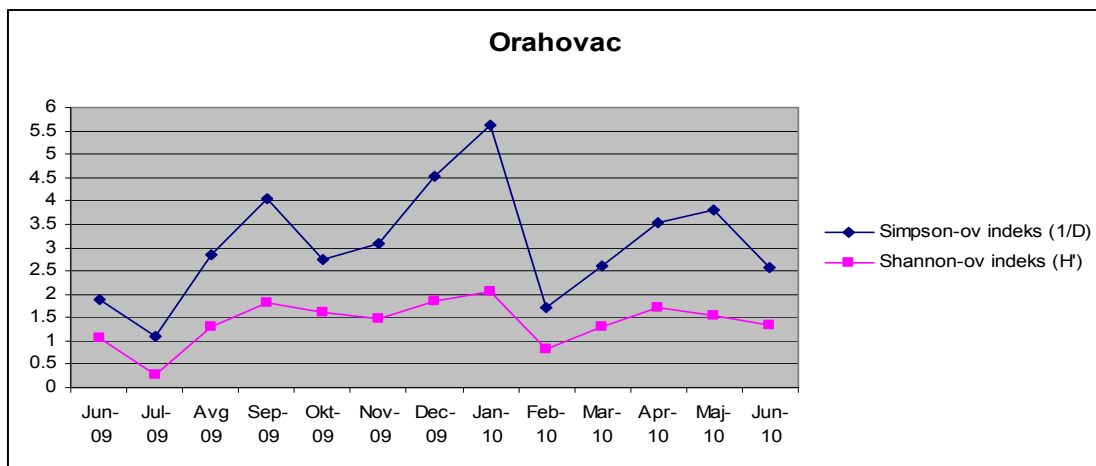
Izračunate vrijednosti Shannon-ovog indeksa diverziteta varirale su po lokalitetima. Najveća vrijednost indeksa je bila na lokalitetu Orahovac, u januaru 2010. godine i iznosila je 2,05 (Slika 148.). Veće vrijednosti Shannon-ovog indeksa zabilježene su i na lokalitetima Kotor (1,94) i Sveta Nedelja (1,73) (Slika 149., 150.). Najmanja vrijednost Shannon-ovog indeksa je bila u julu 2009. godine (0,02) na lokalitetima IBM i Sveta Nedelja (Slika 147., 150.).

Simpsonov recipročni indeks je imao maksimalnu vrednost na lokalitetu Orahovac i iznosio je 5,61 u januaru 2010. godine (Slika 148.). Veća vrijednost (5,3) je bila u junu 2010. godine na lokalitetu Kotor (Slika 149.). Minimalna vrijednost Simpsonov-og indeksa je bila u julu 2009. godine na lokalitetima Sveta Nedelja (1) i IBM (1,01) (Slika 150., 147.).

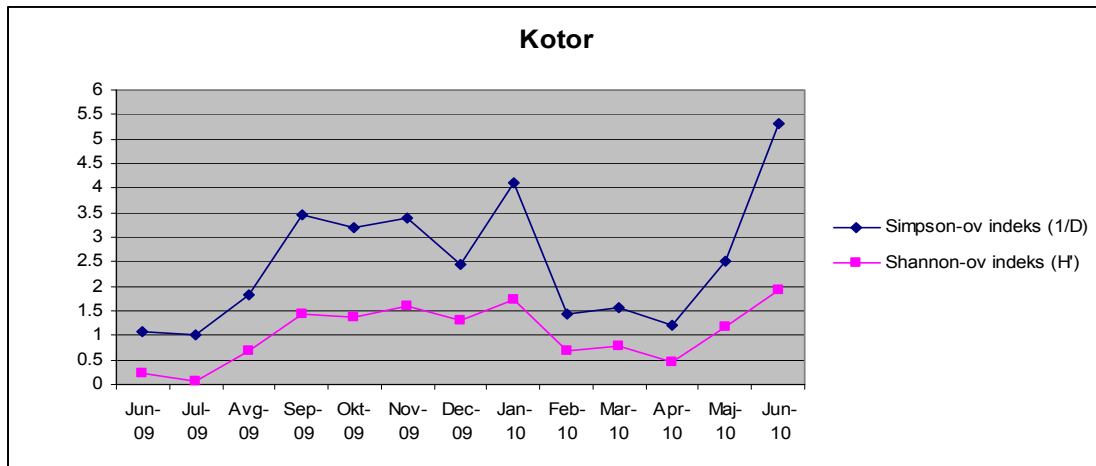
Margalef-ov indeks je imao najveću vrednost (55,94) na lokalitetu Kotor u julu 2009., a minimalnu (9,91) na lokalitetu IBM juna 2009. godine (Slika 154., 152.).



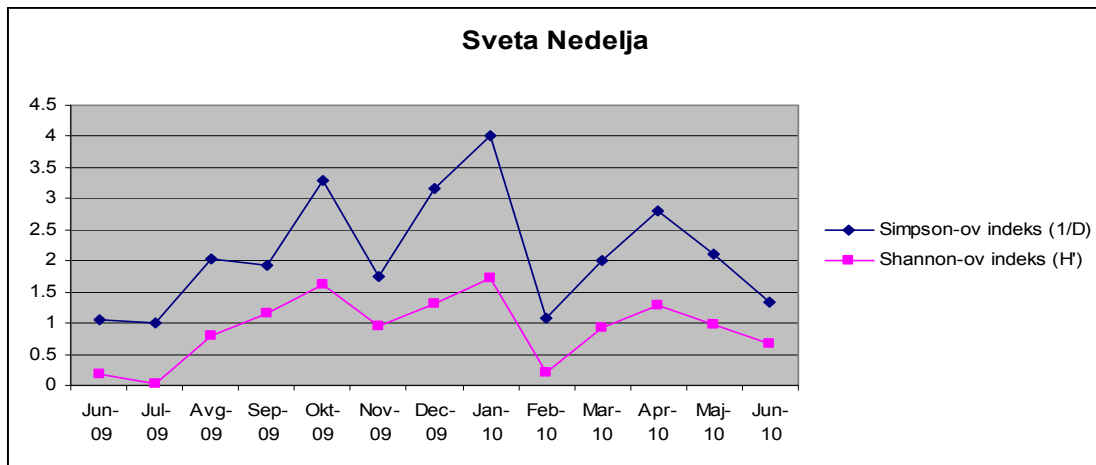
Slika 147. Vrijednosti Shannon-ovog ( $H'$ ) i Simpson-ovog indeksa diverziteta ( $1/D$ ) po mjesecima.



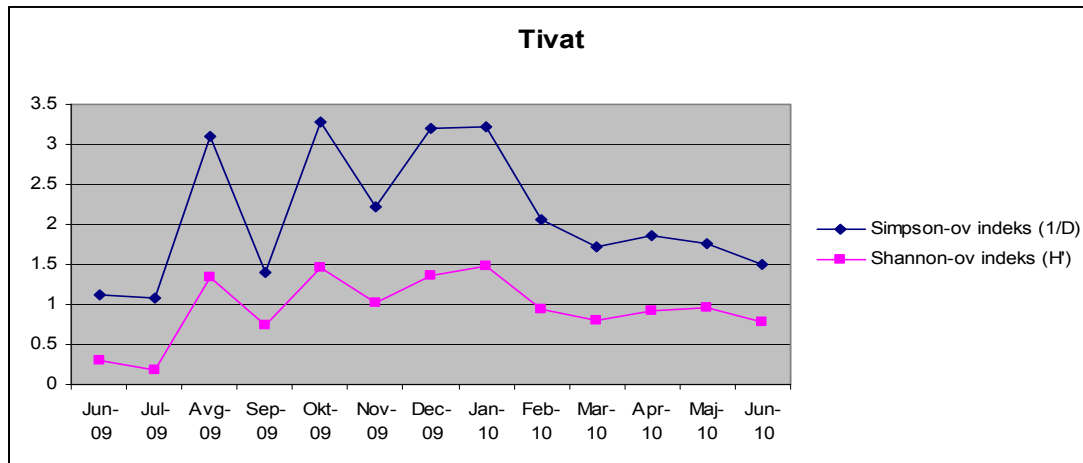
Slika 148. Vrijednosti Shannon-ovog ( $H'$ ) i Simpson-ovog indeksa diverziteta ( $1/D$ ) po mjesecima.



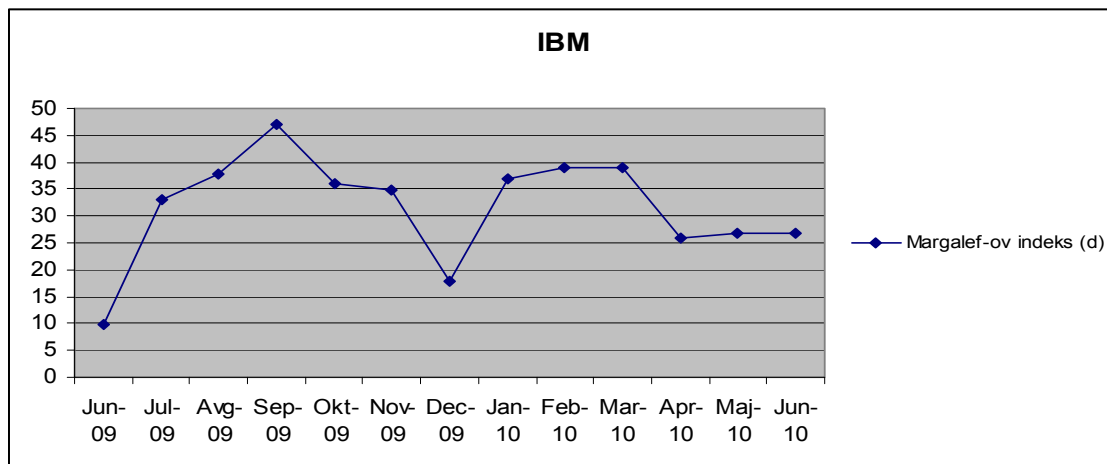
Slika 149. Vrijednosti Shannon-ovog ( $H'$ ) i Simpson-ovog indeksa diverziteta ( $1/D$ ) po mjesecima.



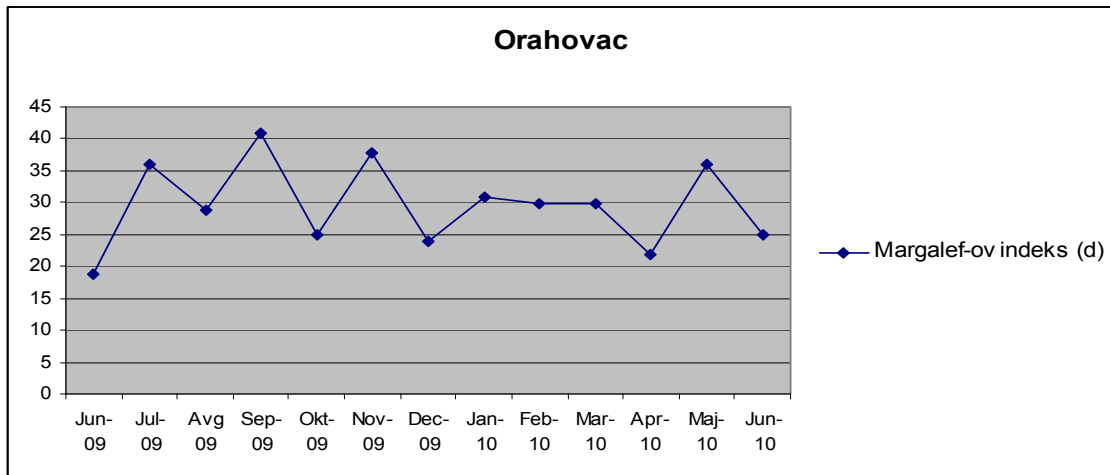
Slika 150. Vrijednosti Shannon-ovog ( $H'$ ) i Simpson-ovog indeksa diverziteta ( $1/D$ ) po mjesecima.



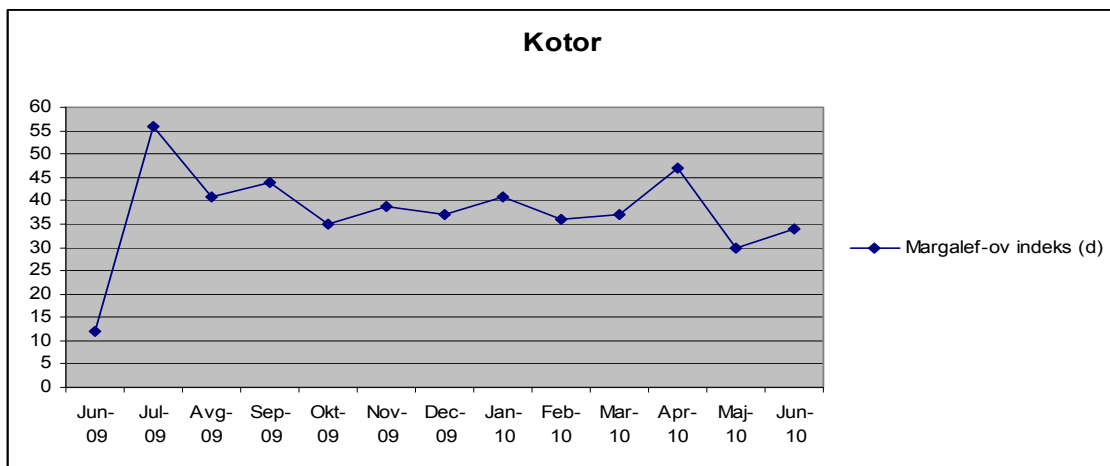
Slika 151. Vrijednosti Shannon-ovog (H') i Simpson-ovog indeksa diverziteta(1/D) po mjesecima.



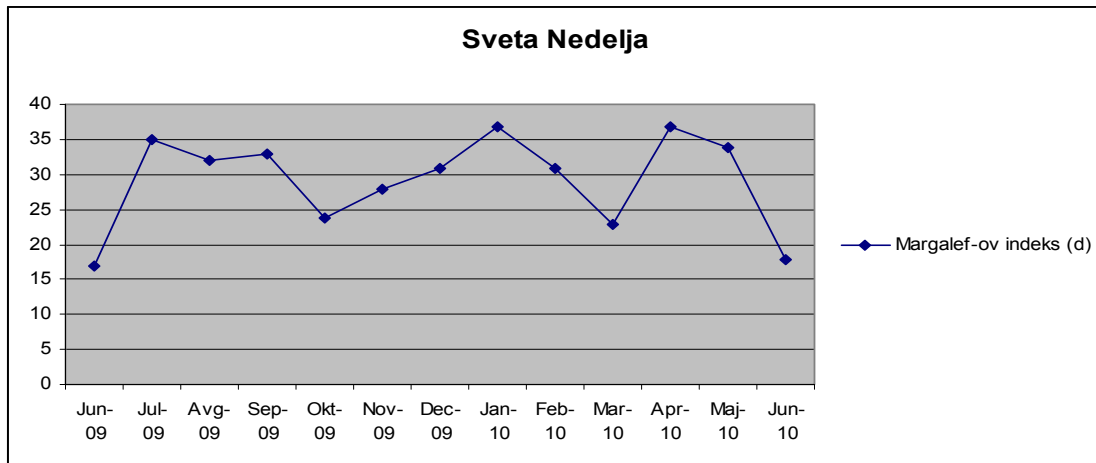
Slika 152. Vrijednosti Margalef-ovog -ovog indeksa diverziteta (d) po mjesecima.



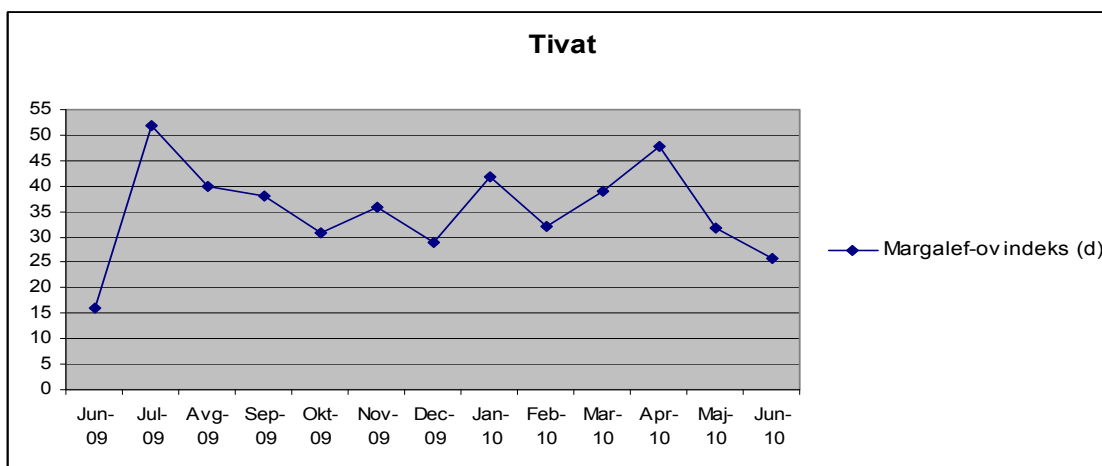
Slika 153. Vrijednosti Margalef-ovog indeksa divezitetata (d) po mjesecima.



Slika 154. Vrijednosti Margalef-ovog indeksa diverzitetata (d) po mjesecima.



Slika 155. Vrijednosti Margalef-ovog indeksa diverziteta (d) po mjesecima.



Slika 156. Vrijednosti Margalef-ovog indeksa diverziteta (d) po mjesecima.

## 6. DISKUSIJA

Jadransko more je toplo more. Generalno, vode i iz najdubljih njegovih slojeva imaju razmjerno visoke temperature (od 11°C do 12°C).

Temperatura vode Bokokotorskog zaliva je pokazala veliko variranje tokom perioda istraživanja, naročito u površinskom sloju, što je u skladu sa variranjem temperature površinskih slojeva u sjeveroistočnom Mediteranu (Balkis, 2009). Ignatiades i saradnici (2009) navode širok raspon variranja temperature na površini sa temperaturom u dubljim slojevima. I za južni Jadran (Rubino *et al.*, 2009) navode variranja površinskih temperatura u odnosu na dublje slojeve.

Tokom naših istraživanja, očekivano je u ljetnjem periodu zabilježena maksimalna vrijednost temperature od 26,5°C, dok je u zimskom periodu minimalna bila 10,80°C. Zabilježene vrijednosti temperature, naročito minimalna, su bile veće od vrijednosti u radu Krivokapić (2005a) za period od septembra 2003. do avgusta 2004. godine, za Bokokotorski zaliv. Minimalna vrijednost je bila veća i u poređenju sa podacima koje navode Krivokapić i saradnici (2011) za period od marta 2008. do februara 2009. godine, za zaliv, ali je maksimalna temperatura bila niža. Ovo variranje temperature u zalivu se ne razlikuje mnogo od podataka za temperaturu u sjevernom Jadranu u Lirskom zalivu (Bosak *et al.*, 2009), dok se minimalna razlikuje od podataka za sjeverni Jadran koje navode (Bernardi - Aubry *et al.*, 2006).

Između površine i 5 m dubine nađena je statistički značajna razlika kada je temperatura u pitanju. To ukazuje na termoklinu koja je bila intenzivna u ljetnjem periodu. Nasuprot tome, među dubljim slojevima (između 20 i 30 m) nije nađena, što je posljedica smanjenog uticaja kopnenih voda na temperaturu morske vode u tim slojevima. Burić i saradnici (2007) u podacima za visoko stratifikovani Zrmanja estuar navode prisustvo termokline koja dijeli hladniju brakičnu vodu od toplije morske vode.

Korelacija temperature sa koncentracijom kiseonika je bila negativna, što se razlikuje od rezultata za sjeveroistočni Mediteran (Balkis, 2009) gdje je korelacija bila pozitivna.

Sa nutrijentima temperatura je bila u negativnoj korelaciji, s tim što sa fosfatima korelacija nije bila statistički značajna, što se podudara sa podacima koje navodi Balkis (2009).

Jadran ima dosta visoki salinitet, oko 38,30‰, ali je vrijednost saliniteta niža u odnosu na istočni Mediteran. U južnom Jadranu voda je većeg saliniteta nego u sjevernom, koji je pod većim uticajem slatke vode dospjele u more putem rijeka.

Salinitet je jako varirao tokom perioda istraživanja, opadajući do minimalne vrijednosti od svega 1‰ na površini. Minimalna vrijednost je bila posljedica uticaja padavina, s obzirom da je zabilježena u zimskom periodu, ali i uticaja priliva slatkih voda putem rijeka koje su prisutne na lokalitetu Orahovac (u unutrašnjem dijelu zaliva, Kotorski zaliv) gdje je i izmjeren najniži salinitet. Zabilježena minimalna vrijednost za salinitet je dosta manja u odnosu na vrijednost za Mediteran koja je iznosila 32,3‰, gdje je voda većeg saliniteta u poređenju sa Jadranom (Balkis, 2009). Izmjereni minimalni salinitet koji je zabilježen tokom istraživanja je bio niži i u poređenju sa salinitetom u sjevernom Jadranu (Limoski zaliv), a gdje nema većih priliva slatke vode rijekama (Bosak *et al.*, 2009). Minimalna vrijednost saliniteta je bila manja i u poređenju sa minimalnom vrijednošću za sjeverni Jadran (Bernardy - Aubry *et al.*, 2006). Ukoliko poredimo vrijednosti sa podacima za visoko stratifikovani Krka estuar, maksimalne vrijednosti se poklapaju sa salinitetom ispod halokline, morski sloj, a minimalne sa salinitetom iznad halokline gdje je prisutan brakični vodeni sloj (Cetinić *et al.*, 2006). Slična je situacija, s tim što je maksimalan salinitet u zalivu veći, i u visoko stratifikovanom Zrmanja estuaru na istočnoj obali Jadrana (Burić *et al.*, 2007). U odnosu na podatke za salinitet za Bokokotorski zaliv koje navode Krivokapić (2005a) i Krivokapić i saradnici (2011), uočena je razlika između minimalnih vrijednosti saliniteta u poređenju sa našim istraživanjima.

Tokom naših istraživanja, salinitet je sa dubinom rastao i dostigao maksimalnu vrijednost od 39,9‰ u otvorenijem dijelu zaliva, Tivatski zaliv. I za Mediteran su vrijednosti bile manje na površini, a veće u dubljim slojevima koji su pod uticajem Mediteranskih slanijih voda. Ignatiades i saradnici (2009) navode manji raspon variranja saliniteta po dubinama navodeći isto dosta visoku minimalnu vrijednost za salinitet.



Statistički značajne razlike su nađene između srednje vrijednosti saliniteta na površini i ostalih dubina, naročito površine i 5 m, što ukazuje na prisustvo halokline, koja nije toliko visoko izražena kao u estuarima Krka i Zrmanja. U dubljim slojevima salinitet je bio uniformniji, tj., bez većih variranja. Haloklina je bila izražena u julu, novembru, februaru, martu, maju i junu 2010. godine. U ljetnjem periodu, u junu 2010. godine, haloklini je doprinjela termoklina kao posljedica pojačanog zagrijavanja površinskog sloja.

Podaci za unutrašnji dio zaliva u poređenju sa podacima za isti dio zaliva od Krivokapić (2005a) se slažu, s obzirom da su najveće vrijednosti saliniteta nađene na lokalitetu Kotor.

Podaci za salinitet su pokazali pozitivnu korelaciju sa temperaturom vode, dok je korelacija sa koncentracijom kiseonika bila negativna. Pozitivna korelacija sa temperaturom vode nije u skladu sa korelacijom koju navodi Balkis (2009) za iste parametre, ali je u skladu sa negativnom korelacijom između saliniteta i koncentracije kiseonika.

Jadransko more karakteriše koncentracija kiseonika od 5-7 mg/l, što ga svrstava u mora relativno bogata kiseonikom (Buljan and Zore-Armanda, 1976).

Koncentracija kiseonika tokom istraživanog perioda se kretala od 7,21-10,43 mg/l, što pokazuje da je voda Bokokotorskog zaliva bogata kiseonikom. Dovoljna koncentracija kiseonika je bila tokom čitavog perioda istraživanja, s tim što je bila manja u ljetnjem periodu, a veća u hladnijem, zimskom periodu. Vrijednosti za koncentraciju kiseonika koje su zabilježene bile su slične sa vrijednostima za sjeveroistočni dio Mediterana (Balkis, 2009). Ukoliko uporedimo rezultate sa rezultatima za luku u Aleksandriji (Dorgham *et al.*, 2004), u zalivu su vrijednosti veće, što ukazuje na bolje uslove aeracije i manji antropogeni uticaj. Zabilježene vrijednosti su bile veće i u pogledu minimuma i maksimuma od vrijednosti koje navodi Krivokapić (2005a). Krivokapić takođe navodi povećanje koncentracije u zimskom periodu, a manje u ljetnjem. Ovo povećanje koncentracije u zimsko-ljetnjem periodu je rezultat niže temperature vode, a time i smanjene razgradnje organskih supstanci jače uzburkanosti mora. S druge strane, smanjenje koncentracije kiseonika u ljetnjem periodu je posljedica povećane temperature vode i oksidacije organskih supstanci (Kri-

vokapić *et al.*, 2011).

Za srednje vrijednosti koncentracije kiseonika na površini u odnosu na dublje slojeve nađena je statistički značajna razlika, što je u skladu sa podacima koje navode Krivokapić (2005a) i Shriadah (2001).

Tokom naših istraživanja zabilježena je negativna korelacija koncentracije kiseonika i temperature vode, što je u skladu sa podacima koje navodi Krivokapić (2005a). Međutim, korelacija se razlikuje od korelacije koju navodi Balkis (2009) za sjeveroistočni dio Mediterana koja je pozitivna, dok se slaže sa podacima da je korelacija koncentracije kiseonika i saliniteta bila negativna.

Zasićenje vode kiseonikom se kretalo u rasponu od 80,6-118,2%. Kao i u slučaju koncentracije kiseonika, zasićenje je opadalo sa dubinom, što potvrđuje i statistički značajna razlika koja je nađena između površine i svih istraženih dubina. Ovo je u skladu sa podacima za sjeverni Jadran (Stojanoski and Vukadin, 1996) koji smatraju da se u površinskom sloju odvijaju najvažniji biološki procesi. Marasović i saradnici (2005) takođe su na dvije pozicije u srednjem Jadranu zabilježili smanjenje zasićenja vode kiseonikom idući od površine ka dnu, što je posljedica manje fotoaktivnosti. I Cetinić i saradnici (2006) za visoko stratifikovani estuar Krku, navode maksimalno zasićenje na površini, a minimalno na dnu. Ukoliko poredimo zasićenje vode kiseonikom koje je zabilježeno tokom naših istraživanja sa podacima za istu oblast istraživanja (Krivokapić 2005a), minimalno zasićenje je slično, ali je maksimalno bilo niže. Maksimalno zasićenje kiseonikom je bilo približno isto sa maksimalnim zasićenjem (135%) za Limski zaliv (Bosak, 2009), ali je minimalna vrijednost u Bokokotorskom zalivu bila veća (41%).

Zasićenje vode kiseonikom je tokom istraživanja bilo u pozitivnoj korelaciji sa nitratima i silikatima, dok je sa nitritima bilo u negativnoj.

Ako se kao kriterijum za procjenu stepena trofičnosti uzme zasićenje vode kiseonikom (UNEP 1994), tokom ovog istraživanja Bokokotorski zaliv se karakteriše kao područje koje čini prelaz od mezotrofnog ka eutrofnom.

Prozirnost vode se kretala u rasponu od 4,5 m na lokalitetu u unutrašnjem dijelu zaliva (IBM), do 15 m u junu 2010. godine na lokalitetu Tivat. Podaci su u skladu sa

podacima za prozirnost koje navodi Krivokapić (2005a), dok je prozirnost bila manja u poređenju sa podacima za sjeveroistočni Mediteran (Polat, 2002). Ukoliko poredimo prozirnost sa prozirnošću u Samsun zalivu, u Crnom moru (Baytut *et al.*, 2010), koje se smatra jednim od najeutrofnijih mora na svijetu, vrijednosti su bile veće. Raspon variranja prozirnosti nije se puno razlikovao od vrijednosti za sjeverozapadni dio Jadrana (Bernardy-Aubry *et al.*, 2004), a vrijednosti su bile slične i sa vrijednostima u Zrmanja estuaru gdje srednja vrijednost prozirnosti ( 5-7 m) predstavlja dobru providnost.

Morović (2002) je prikazala prostorno-vremensku varijaciju hlorofila *a* putem CZCS satelita i podataka *in situ* za hlorofil *a* i transparentnost u Jadranu. I za sjeverni, srednji i južni Jadran maksimalna transparentnost je bila kada je koncentracija hlorofila *a* bila niska. Sa ovim podacima se i slaže negativna korelacija između ova dva parametra koja je zabilježena tokom naših istraživanja. I za isti region Krivokapić (2005a) je navela negativnu korelaciju između koncentracije hlorofila *a* i prozirnosti.

Ukoliko se kao kriterijum za određivanje stepena trofičnosti koristi prozirnost morske vode (UNEP, 1994), istraživano područje spada u mezotrofno-eutrofno, sem u junu 2010.godine kada je bilo oligotrofno.

Za živi svijet u moru veoma je važan sadržaj hranljivih soli, posebno azota i fosfora. Generalno, smatra se da je azot glavni faktor koji limitira produkciju najvećim dijelom okeana (Codispoti, 1989). Međutim, za jugoistočni dio Mediterana, fosfor se navodi kao limitirajući faktor (Krom *et al.*, 1991; 2010).

U Jadranu limitirajući faktor za rast fitoplanktona je fosfor. Ukoliko dođe do povećanog obogaćivanja mora hranljivim solima, to dovodi do porasta primarne produkcije i vidljivog cvjetanja algi (Vollenweider *et al.*, 1992). Povećana koncentracija nutrijenata u Jadranskom moru se označava onda kada su vrijednosti veće od 2  $\mu\text{mol/l}$   $\text{NO}_3^-$ , 0,1  $\mu\text{mol/l}$   $\text{PO}_4^{3-}$ , 1  $\mu\text{mol/l}$   $\text{NH}_4$  i 5  $\mu\text{mol/l}$   $\text{SiO}_4^-$  (Carić, usmeno saopštenje).

Srednja vrijednost koncentracije nitrata tokom perioda istraživanja se kretala od 0,77 do 7,1  $\mu\text{mol/l}$ . Srednja vrijednost nitrata je dosta veća u poređenju sa oligotrofnim Mediteranom, gdje su inače vrijednosti nutrijenata niske (Ignatiades *et al.*, 1992), a i u poređenju sa podacima Krivokapić (2005a) dobijene srednje vrijednosti nitrata tokom istraživanja su bile više.

Statistički značajne razlike vrijednosti nitrata su zabilježene između površine i ostalih dubina. To se može objasniti pojačanim dotokom nitrata sa kopna i njihovim usvajanjem od strane fitoplanktona u površinskim slojevima. U dubljim slojevima izraženi su procesi razlaganja organskih supstanci i nastajanje hranljivih soli koje se opet putem vjetera i struja resuspendiraju i vraćaju u gornje produktivne slojeve. Variranje koncentracije nitrata od površine ka dubljim slojevima, tj. opadanje idući od površine ka dnu zabilježeno je i od strane Svensen i saradnika (2007) za Krka estuar.

Statistički značajne razlike dobijenih vrijednosti nitrata su zabilježene između lokaliteta Orahovac i preostalih lokaliteta. Vrijednost nitrata je bila u opadanju idući od unutrašnjeg dijela zaliva ka otvorenijem dijelu, što potvrđuje negativna linearna korelacija.

Maksimalna vrijednost nitrata od 28,8  $\mu\text{mol/l}$  je zabilježena u februaru 2010. godine, kada je brojnost fitoplanktona bila niža. Kontas i saradnici (2004) navode da je uglavnom minimalna vrijednost nutrijenata prisutna u proljeće i kasno ljeto, kada je prisutan porast fitoplanktona. Poznato je da je veći fitoplankton, mikroplankton, dobar kompetitor za usvajanje nitrata zbog svog volumena (Kormas *et al.*, 2002). Maksimum nitrata koji je zabilježen bio je u skladu sa maksimalnom vrijednošću koja je zabilježena u sjevernom Jadranu (Limski zaliv) (Bosak *et al.* 2009), dok je bila manja u poređenju sa maksimalnom vrijednošću u stratifikovanom Krka estuaru (Cetinić *et al.*, 2006).

Koncentracija nitrata je bila u negativnoj korelaciji sa salinitetom, što govori o povećanju koncentracije nitrata poslije perioda precipitacije kada je salinitet snižen. Podaci su suprotni korelaciji koju navodi Krivokapić (2005a), a koja je pozitivna između dva navedena parametra. Međutim, podudaraju se sa podacima koje navode Krivokapić i saradnici (2011). Ukoliko poredimo koncentraciju nitrata sa ostalim nutrijentima, ona je sa fosfatima i silikatima bila pozitivna, što se podudara sa rezultatima koje navodi Balkis (2009), ali se razlikuje od korelacije Krivokapić i saradnika (2011).

Dobijene vrijednosti za nitrite su pokazivale statistički značajne razlike kada su u pitanju mjeseci i dubine. Maksimalna srednja vrijednost nitrita je zabilježena u junu 2010. (0,29  $\mu\text{mol/l}$ ), dok je minimalna bila u julu i oktobru 2009. godine (0,09  $\mu\text{mol/l}$ ). Srednje vrijednosti se nisu bitnije razlikovale od podataka koje navodi Krivokapić (2005a). Koncentracija nitrita je opadala sa dubinom, što potvrđuje negativna linearna

korelacija nitrita i dubina. Povećanje koncentracije nitrita sa dubinom može se objasniti tonjenjem uginulih biljaka i životinja u dublje slojeve gdje se razlažu i u dubljim slojevima procesi oksidacije nitrita u nitrata su slabiji zbog nedostatka kiseonika. Vrijednosti nitrita se nisu značajno mjenjale po lokalitetima što je i potvrđeno Duncanovim testom.

Maksimalna vrijednost nitrita ( $1,38 \mu\text{mol/l}$ ) koja je nađena u zalivu tokom naših istraživanja je bila veća u poređenju sa Krka estuarom (Cetinić i saradnici, 2006), dok je bila manja u poređenju sa rezultatima za Zrmanja estuar (Burić *et al.*, 2007). Generalno, u zalivu i u Krka i Zrmanja estuaru zabilježene vrijednosti koncentracija nitrita su bile niske.

U sjeveroistočnom Mediteranu fosfati umjesto nitrata su poznati kao limitirajući nutrijenti (Polat, 2002). Nađeno je da je brojnost fitoplanktona najveća u periodu kada je koncentracija fosfata bila ispod nivoa detekcije. I u Jadranu niska koncentracija fosfata i visok Redfieldov odnos ukazuju da su fosfati limitirajući faktor za rast fitoplanktona (Burić *et al.*, 2007).

Vrijednosti fosfata su varirale po mjesecima, dubinama i lokalitetima. Srednja vrijednost koncentracije fosfata je bila najveća u aprilu 2010. ( $0,27 \mu\text{mol/l}$ ), dok je minimum zabilježen u junu 2010. godine ( $0,14 \mu\text{mol/l}$ ). Tokom naših istraživanja nije nađena statistički značajna razlika između dubina, što se može objasniti činjenicom da je za fosfate karakteristična brza potrošnja koja uzrokuje brzu regeneraciju iz sedimenta i njihov brži transport u gornje fotične slojeve vode. Koncentracija fosfata nije puno varirala ni po lokalitetima, što je potvrđeno prisustvom statistički značajne razlike samo između lokaliteta IBM i Tivat.

Maksimalna vrijednost fosfata je bila u januaru 2010. godine i iznosila je  $0,97 \mu\text{mol/l}$ . Vrijednosti fosfata su bile dosta veće i kada se uzmu u obzir maksimalne i minimalne vrijednosti koje su zabilježene u istraživanju Krivokapić (2005a). Međutim, vrijednost fosfata je bila dosta niža u poređenju sa koncentracijom u Lirskom zalivu (Bosak *et al.*, 2009). Ukoliko uporedimo koncentraciju fosfata sa sjevernim Mediteranom (Polat, 2005), minimalna vrijednost je bila veća, dok je maksimalna bila niža. Koncentracija fosfata je bila daleko niža u poređenju sa eutrofnim Samsun zalivom u Crnom moru (Baytut *et al.*, 2010).

Korelacija fosfata sa salinitetom je bila negativno linearna, ali ne statistički zna-

čajna, što je u skladu sa podacima koje navode Balkis (2009) i Cetinić i saradnici (2006), a razlikuje se od podataka Krivokapić (2005a). Fosfati su tokom naših istraživanja bili u pozitivnoj korelaciji sa nitratima, što je u skladu sa istom korelacijom za sjeveroistočni dio Mediterana (Balkis, 2009).

Silikati pored nitrata i fosfata imaju veoma važnu ulogu u regulaciji abundance fitoplanktona, naročito dijatomeja. Dominacija dijatomeja se javlja kada koncentracija silikata pređe prag od 2  $\mu\text{M}$  (Egge and Aksnes, 1992). Srednja vrijednost koncentracije silikata se kretala od 1,39 do 10,33  $\mu\text{mol/l}$ . Maksimalna srednja vrijednost silikata tokom istraživanja je bila dosta veća od vrijednosti zabilježenih od strane Krivokapić (2005a).

Statistički značajne razlike kada su u pitanju silikati su nađene između mjeseci i dubina. Koncentracija silikata je opadala idući od površine ka dubljim slojevima, što je i zabilježeno Duncan-ovim testom kojim je nađena statistički značajna razlika između 0 m i ostalih dubina. Ovo je u skladu sa podacima koje navodi Krivokapić (2005a), gdje je zapažen statistički značajan pad koncentracije silikata sa dubinom. Međutim, podaci nisu bili u skladu sa podacima za istočni Mediteran (Polat, 2002) i za sjeverni Jadran (Vukadin and Stojanoski 2001), koji su pokazali da su dublji slojevi bogatiji silicijumom. Kada su u pitanju lokaliteti koncentracija silikata nije značajno varirala.

Maksimalna vrijednost silikata je iznosila 75,08  $\mu\text{mol/l}$  u januaru 2010. godine. To je dosta visoka vrijednost u poređenju sa vrijednostima koje su zabilježene u Krka estuaru (Cetinić *et al.*, 2006), a slična vrijednosti je zabilježena u Zrmanja estuaru (Burić *et al.*, 2007).

U januaru 2010. godine, kada je tokom naših istraživanja zabilježena najveća koncentracija silikata, Krivokapić (2005a) je u istom mjesecu konstatovala niske vrijednosti silikata, što ukazuje na veću fitoplanktonsku aktivnost.

Unos nutrijenata u obalnim zonama je obično bogatiji azotom i fosforom u odnosu na silicijum, što dovodi do manjeg odnosa Si/N ili Si/P. Pored unosa nutrijenata i pojačan razvoj dijatomeja kojima je potreban silicijum za izgradnju teka utiče na smanjenje odnosa Si/N i Si/P. Do smanjenja silicijuma može doći i zbog pojačane aktivnosti bentosnih organizama koji se hrane suspendovanim česticama i dijatomejama i to uzrokuje zadržavanje silicijuma unutar sistema (*silicic pump*). Kada dođe do razgradnje bentosnih organizama, te vertikalnim mješanjem vode, taj isti silicijum

ponovo mogu iskoristiti dijatomeje (Chauvaud *et al.*, 2000). Za razliku od azota i fosfora čije obnavljanje zavisi od biološke aktivnosti, obnavljanje silicijuma zavisi od njegove rastvorljivosti. Ugibanjem dijatomeja, nerastvorljivi silicijum se taloži na dno. Rastvaranje silicijuma kod uginulih dijatomeja i regeneracija silicijuma je u vezi sa mikrobiološkim procesima (Bidle and Azam 1999). Naime, bakterije koje naseljavaju kućice uginulih dijatomeja izlučuju enzime koji učestvuju u hidrolizi organskog matriksa kućica (teka) dijatomeja, i nakon toga se rastvorljivost silicijuma povećava (Bidle and Azam 2001).

Silikati su bili u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom nitrata. Korelacija sa fosforom je takođe bila pozitivna, ali ne statistički značajna, što se slaže sa podacima koje navodi Balkis (2009).

Zabilježene vrijednosti svih nutrijenata su bile veće u odnosu na istraživanja Krivokapić (2005a). Vrijednosti nutrijenata koje su zabilježene tokom istraživanja su niže od vrijednosti koje su nađene u sjeveroistočnom Mediteranu (Balkis, 2009) i u Samsun zalivu u Crnom moru (Baytut *et al.*, 2010). Vrijednosti su bile veće i u poređenju sa istočnim Mediteranom (Polat, 2002) i sa sjevernim Jadranom-Limski zaliv (Bosak *et al.*, 2009).

Ukoliko se kao kriterijumi za procjenu stepena trofičnosti uzmu srednje vrijednosti nitrata, nitrita i fosfata, prema Ignatiades i saradnicima (1992), Bokokotorski zaliv je tokom ovih istraživanja okarakterisan kao eutrofno područje.

Koncentracija hlorofila *a* je veoma važan faktor u određivanju trofičnosti morskog ekosistema. Tokom maših istraživanja koncentracija hlorofila *a* je bila nešto veća u periodu od septembra do februara, što se može objasniti pojačanim unosom nutrijenata putem padavina. Maksimalna srednja vrijednost je bila u decembru 2009. ( $2,86 \text{ mg/m}^3$ ), a minimalna u junu 2010. godine ( $0,55 \text{ mg/m}^3$ ). Maksimalna vrijednost hlorofila *a* ( $10,11 \text{ mg/m}^3$ ) zabilježena je u decembru 2009. godine, što je u skladu sa podacima koje daje Krivokapić (2005a), ali se razlikovala od koncentracije koju za sjeveroistočni Mediteran navodi Balkis (2009).

U pogledu koncentracije hlorofila *a* nađena je statistički značajna razlika za sva tri faktora, mjesece, dubine i lokalitete. Koncentracija hlorofila *a* je bila u porastu od septembra do februara, pri čemu je u decembru 2009. godine zabilježena maksimalna

srednja vrijednost od 2,86 mg/m<sup>3</sup>. Nakon toga slijedi blagi pad koncentracije hlorofila *a* sa manjim vrijednostima od 1,26 u januaru, te 2,16 mg/m<sup>3</sup> u februaru 2010. godine.

Sa dubinom je koncentracija hlorofila *a* opadala, pri čemu je na površini određena maksimalna srednja vrijednost od 9,3 mg/m<sup>3</sup>. Ovo opadanje koncentracije hlorofila *a* sa dubinom je u skladu sa podacima koje navodi Krivokapić (2005a).

Što se tiče lokaliteta, koncentracija hlorofila *a* je bila najveća na lokalitetu IBM (1,89 mg/m<sup>3</sup>) i opadala je idući od zatvorenog dijela zaliva (Kotorski zaliv) prema njegovom otvorenijem dijelu (Tivatski zaliv).

Rezultati su u skladu sa rezultatima koje navode Ninčević and Marasović (1998) i Totti i saradnici (2000) za srednji Jadran, kao i Balkis (2009) za Mediteran, da se fitoplanktonski razvoj i distribucija hlorofila *a* karakterišu maksimumom u hladnijem periodu, kasnoj zimi i ranom proljeću, a minimumom u ljetnjem periodu. Ova distribucija je česta u Mediteranu (Danovaro, 2003). Visoka vrijednost hlorofila *a* u hladnijem periodu godine je rezultat povećanog unosa nutrijenata (nitrata i fosfata) putem padavina i rijeka, dok u ljetnjem periodu dolazi do njihovog smanjenja. Sličnu distribuciju hlorofila *a* su dobili i drugi autori, mada je kod nekih autora bilo odstupanja. Istu distribuciju navode Krivokapić (2005a) i Krivokapić i saradnici (2011), zatim Burić i saradnici (2007) za sjeverni Jadran, Balkis (2009), Polat (2002), Siokou-Frangou i saradnici (2002) za sjeveroistočni dio Mediterana. Cermeno i saradnici (2006) za sjeverozapadni dio Mediterana navode maksimalnu vrijednost koncentracije hlorofila *a* u ljeto. Sezonska distribucija hlorofila *a* u sjeveroistočnom dijelu Jadrana posljednjih godina (1993-2000) pokazuje bimodalni obrazac sa izraženijim maksimumom u jesen nego u proljeće, što se može možda povezati sa promjenama hidrografskog režima rijeke Po (Supić *et al.*, 2006, Viličić *et al.*, 2009). Isti trend navode i Bosak i saradnici (2009) za Limski zaliv.

Apsolutne vrijednosti koncentracije hlorofila *a* su bile slične sa podacima nekih autora, ali je i bilo odstupanja. Tako je srednja mjesečna vrijednost koncentracije hlorofila *a* (1,29 mg/m<sup>3</sup>) bila manja od srednje mjesečne vrijednosti za koncentraciju hlorofila *a* za Bokokotorski zaliv koju navodi Krivokapić (2005a). Srednja vrijednost je bila veća od iste za sjeveroistočni dio Mediterana koju navodi Polat (2002), a nije se bitnije razlikovala od vrijednosti koje za Tršćanski zaliv navode Možetić i saradnici (2002). Ukoliko uporedimo vrijednost koncentracije hlorofila *a* sa vrijednošću koja je

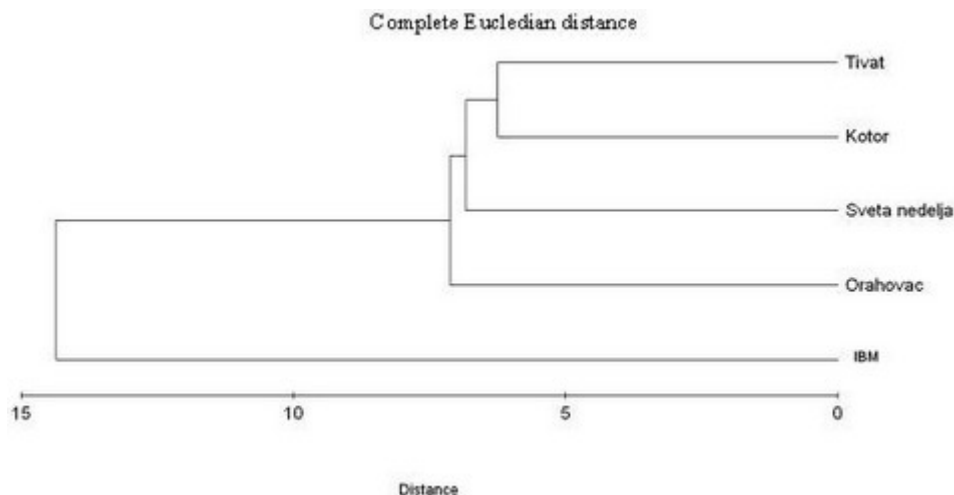


nađena u zapadnoj dijelu luke u Aleksandriji (Dorgham *et al.*, 2004), vrijednosti nađene u zalivu su bile dosta niže. Slična situacija je i ako uporedimo dobijene vrijednosti sa vrijednostima u S' Albufera zalivu (Puigserver *et al.*, 2002), gdje je u periodu od aprila 1999. do marta 2000. godine koncentracija hlorofila *a* porasla 8 puta u odnosu na istraživanja koja je sproveo Zaghoul (1996). Ovo govori o povećanom nivou eutrofikacije i stepenu trofičnosti tokom nekoliko godina.

Koncentracija hlorofila *a* je bila u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom kiseonika, što je i zabilježeno od strane Krivokapić (2005a), dok je Balkis (2009) našao negativnu korelaciju. Aparisi i saradnici (2005) tokom istraživanja duž istočne obale Španije navode negativnu korelaciju hlorofila *a* i saliniteta, što je i nađeno tokom naših istraživanja, s obzirom da su u dubljim slojevima gdje je salinitet veći, lošiji uslovi za razvoj fitoplanktona. Aparisi i saradnici (2005) navode da hlorofil *a* u odnosu na temperaturu, nitrate, nitrite i fosfate pokazuje pozitivnu korelaciju, dok su u našim istraživanjima korelacije hlorofila *a* sa nitratima, nitritima, fosfatima bile pozitivne, a sa temperaturom negativne, samo nisu bile statistički značajne. I Balkis (2009) za Bozcaada ostrvo i Polat (2002) za Iskenderun zaliv u Mediteranu, navode negativnu korelaciju koncentracije hlorofila *a* i temperature. Korelacija hlorofila *a* sa prozirnošću vode je bila negativna, dok je sa brojnošću totalnog planktona bila pozitivna, što se slaže sa podacima Krivokapić (2005a). Krivokapić i saradnici (2009b) su takođe zabilježili negativnu korelaciju hlorofila *a* sa temperaturom i salinitetom, dok je sa nitritima i silikatima bila pozitivna.

Dendogram ispitivanih lokaliteta na osnovu koncentracija hlorofila *a* koji određuje sličnost između lokaliteta pokazao je najveću sličnost između lokaliteta Tivat i Kotor, zatim ide lokalitet Sveta Nedelja, a najmanju sličnost je pokazao lokalitet IBM (Slika 157.).

Uzimajući u obzir srednje mjesečne vrijednosti koncentracije hlorofila *a*, prema UNEP-u (1994) područje Bokokotorskog zaliva je okarakterisano kao mezotrofno-eutrofno.



Slika 157. Dendrogram istraživanih lokaliteta na osnovu koncentracije hlorofila *a*.

Prema kriterijumima Håkanson i saradnika (1994), područje je u decembru 2009. bilo hipereutrofno, u februaru 2010. godine eutrofno. U ostalom periodu istraživanja bilo je mezotrofno.

Ukoliko kao kriterijum uzmemo srednju vrijednost koncentracije hlorofila *a*, prema Ignatiades (2005), područje Bokokotorskog zaliva je uglavnom okarakterisano kao eutrofno, samo u pojedinim mjesecima je mezotrofno.

Vrijednost totalnog fitoplanktona je pokazivala statistički značajne razlike u pogledu sva tri faktora, mjeseci, dubina i lokaliteta. Maksimalna srednja vrijednost je bila u julu 2009. godine i iznosila je  $6,68 \times 10^5$  ćel./l, nakon čega je u blagom padu sve do aprila 2010. godine kada je zabilježen ponovo blagi porast. Što se tiče dubine maksimalna brojnost totalnog planktona je bila na površini ( $5,67 \times 10^5$  ćel./l), da bi sa dubinom opadala o čemu i potvrđuje negativna korelacija. Ovi rezultati su u skladu sa rezultatima koje navodi Krivokapić (2005a). Brojnost totalnog planktona je bila najveća na lokalitetu IBM, zatim je bila visoka na lokalitetu Orahovac. Ove visoke vrijednosti planktona su karakteristika zatvorenijeg dijela zaliva koji se karakteriše slabijom dinamikom vodenih masa, što su potvrdili Vuksanović (2004) i Regner i saradnici (2005).

Generalno, razvoj fitoplanktona i distribucija hlorofila *a* se karakteriše bimodalnim ciklusom, za koji je osoben maksimumom u hladnijem periodu godine (jesen, kasna zima i rano proljeće), a minimum u ljetnjem periodu. Ovaj trend je

karakterističan za srednji Jadran (Totti *et al.*, 2005) i Mediteranu (Cushing, 1989). Ljetnji maksimum je karakterističan za istočni dio Jadrana.

Maksimalna vrijednost totalnog fitoplanktona tokom naših istraživanja je bila u julu 2009. godine, na lokalitetu IBM i iznosila je  $3,58 \times 10^6$  ćel./l. i nije se podudarala sa maksimalnom koncentracijom hlorofila *a* koja je bila u decembru iste godine. Ovo neslaganje se može objasniti time da fotosintetska aktivnost pored broja ćelija zavisi i od njihove veličine, od kompozicije fitoplanktonskih vrsta, fiziološkog stanja ćelija i ekoloških faktora (Ninčević and Marasović, 1998). Podaci istraživanja Krivokapić (2005a) i Krivokapić i saradnici (2009b), takođe su pokazala da se nisu podudarale maksimalne koncentracije hlorofila *a* sa brojnošću fitoplanktona. Prisustvo maksimalne vrijednosti fitoplanktona u julu 2009. godine i odstupanje od generalnog bimodalnog ciklusa može se objasniti povećanim dotokom nutrijenata putem kanalizacionih voda i povećanim brojem turista.

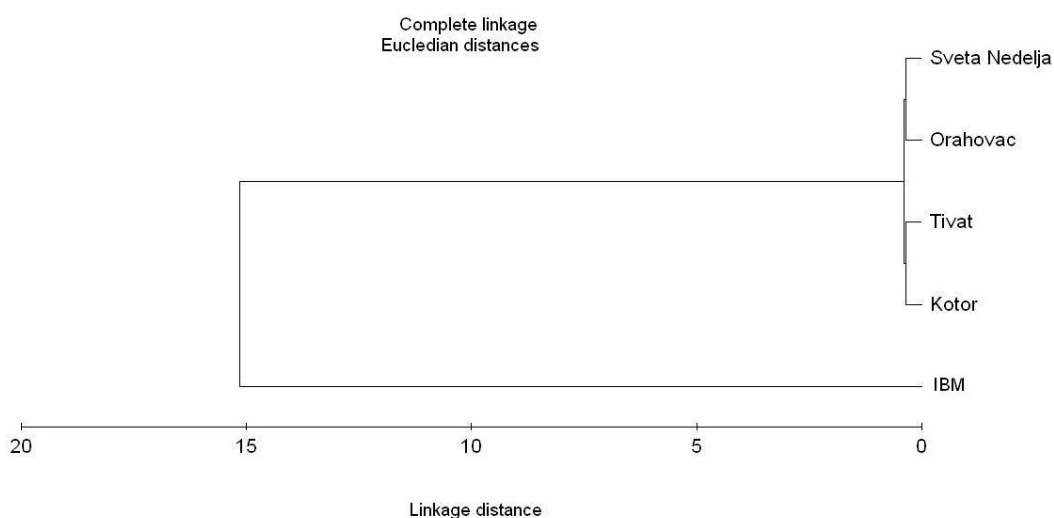
Brojnost totalnog fitoplanktona se kretala od  $10^5$  do  $10^6$  ćel./l, s tim što su vrijednosti reda veličine  $10^6$  zabilježene u unutrašnjem dijelu zaliva, što govori da je on pod jakim uticajem sa kopna i da dobija karakteristike eutrofnog područja.

Brojnost totalnog planktona koju smo zabilježili bila je lična brojnosti koju su naveli Bosak i saradnici (2009) za Limski zaliv, a manja od brojnosti koju Cetinić i saradnici (2006) navode za Krka estuar, za područje u okolini luke Šibenik gdje visoka vrijednost fosfata ističe antropogeni uticaj. Vrijednost totalnog planktona je bila i u skladu sa brojnošću za Zrmanja estuar (Burić *et al.*, 2007), s tim što je u Zrmanja estuaru visoka brojnost zabilježena u periodu kasna zima-rano proljeće. Istraživanja Šupraha i saradnici (2011) duž kanala Pag i Velebit u sjeveroistočnom dijelu Jadrana, pokazala su vrijednosti koje su bile niže u poređenju sa vrijednostima tokom naših istraživanja. U poređenju sa brojnošću fitoplanktona u sjeveroistočnom Mediteranu (Balkis, 2009), zabilježena vrijednost tokom naših istraživanja je bila veća. Brojnost je bila slična u poređenju sa brojnošću u Samsun zalivu u Crnom moru (Baytut *et al.*, 2010) i zabilježena je isto u julu 2009. godine.

Korelacija brojnosti totalnog planktona sa salinitetom je bila negativna, što su zabilježili i u Mediteranu Puigserver i saradnici (2002) i u Jadranu Caroppo i saradnici (2006). Salinitet je veoma važan faktor koji reguliše razvoj fitoplanktona (Dorgham *et al.*, 2004). Sa nitratima i fosfatima korelacija je bila pozitivna, dok je sa silikatima bila

negativna, ali sve osim fosfata nisu bile statistički značajne. I Polat i Piner (2002) navode negativnu korelaciju abundance fitoplanktona i silikata, kao rezultat dominiranja dijatomeja koje koriste silikate. Tokom naših istraživanja abundanca totalnog planktona je bila u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom hlorofila *a*, što su našli i Polat and Piner (2002) u Mediteranu za sjeveroistočni dio obale Turske, te Totti i saradnici (2000) za srednji Jadran.

Dendogram grupisanja lokaliteta na osnovu brojnosti totalnog planktona pokazuje dva klastera. U prvom klasteru Sveta Nedelja i Orahovac pokazuju najveću sličnost, a u drugom Tivat i Kotor (Slika 158.).



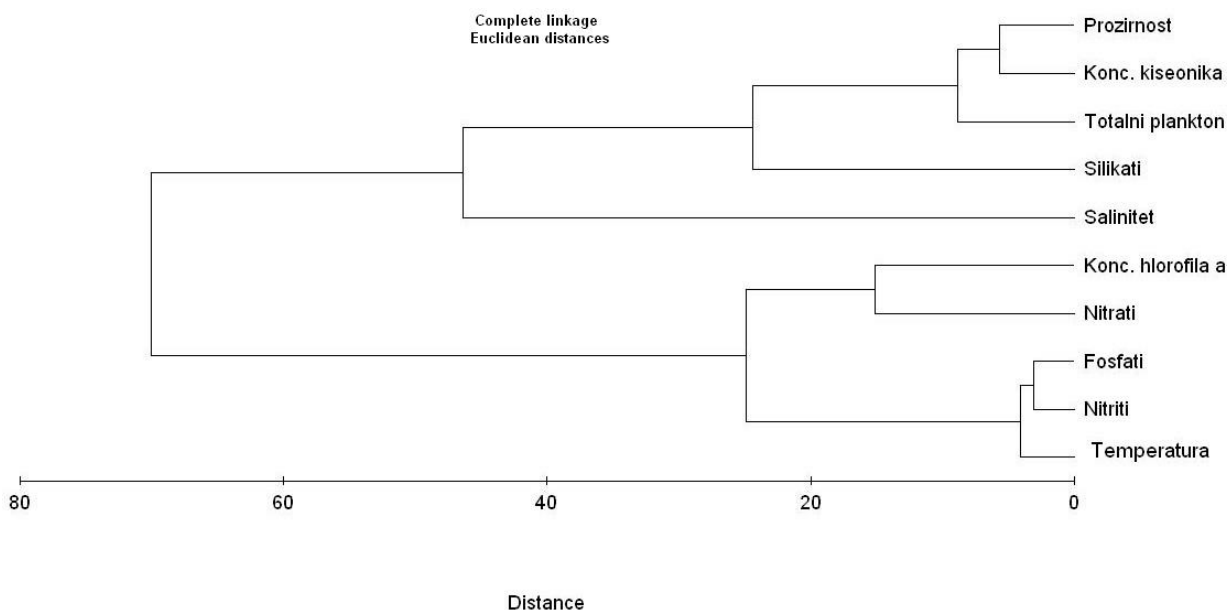
Slika 158. Dendogram istraživanih lokaliteta na osnovu brojnosti totalnog planktona.

Dendogram ispitanih ekoloških parametara koji određuje sličnost između srednjih mjesečnih vrijednosti istraživanih lokaliteta pokazuje dva glavna klastera. U prvom klasteru prozirnost vode i koncentracija kiseonika pokazuju najveću sličnost, na koje utiče brojnost totalnog planktona. U drugom klasteru najveću sličnost pokazuju fosfati i nitriti, zatim koncentracija hlorofila *a* i nitrati (Slika 159.).

Mikroplankton, veću veličinsku frakciju tokom perioda naših istraživanja, činile su dijatomeje, dinoflagelate, kokolitoforidi i silikoflagelati.

Srednja vrijednost mikroplanktona je pokazala statistički značajne razlike u pogledu sva tri faktora, mjeseci, dubina i lokaliteta. Maksimalna srednja vrijednost bila je u julu 2009.godine i iznosila je  $2,78 \times 10^5$  ćel./l, nakon čega je u padu, sve do februara 2010. godine kada je zabilježen blagi porast ( $7,7 \times 10^4$  ćel./l). Poslije toga opet varira,

da bi u maju 2010. godine bila zabilježena minimalna srednja vrijednost od  $6,16 \times 10^3$  ćel./l.



Slika 159. Dendrogram ispitivanih fizičko-hemijskih i bioloških parametara na istraživanim lokalitetima.

Razmatrajući vertikalnu distribuciju mikroplanktona, srednja brojnost mikroplanktona je bila značajno veća na površini nego na ostalim dubinama. Sličan trend distribucije mikroplanktona je zabilježen u sjevernom Jadranu (Totti *et al.*, 2005).

Brojnost mikroplanktona je varirala po lokalitetima. Najviše vrijednosti su zabilježene na lokalitetima u unutrašnjem dijelu zaliva (IBM i Orahovac), a idući prema njegovom otvorenom dijelu bile su niže (Prilog 1a, b, c, d, e).

Sezonska distribucija mikroplanktona je odstupala od bimodalnog ciklusa i maksimalna brojnost od  $2,84 \times 10^6$  ćel./l je zabilježena u ljetnjem periodu (Prilog 1a, b, c, d, e). Ovi podaci se razlikuju od podataka koje navode Cetinić i saradnici (2006) za Krka estuar gdje je prisutna bimodalna distribucija mikroplanktona sa maksimumom u martu i sledećim, manjim, u oktobru. I za srednji Jadran Totti i saradnici (2000) navode bimodalni ciklus brojnosti mikroplanktona sa maksimumom u proljeće i jesen, a maksimalna brojnost se podudarala sa brojnošću nađenom tokom naših istraživanja u zalivu. U sjevernom Jadranu Totti i saradnici (2005) navode maksimalnu brojnost mikroplanktona u januaru. U istočnom Jadranu, u Zrmanja estuaru, Viličić i saradnici (2008) navode dominaciju dijatomeja u mikroplanktonu i sezonsku distribuciju

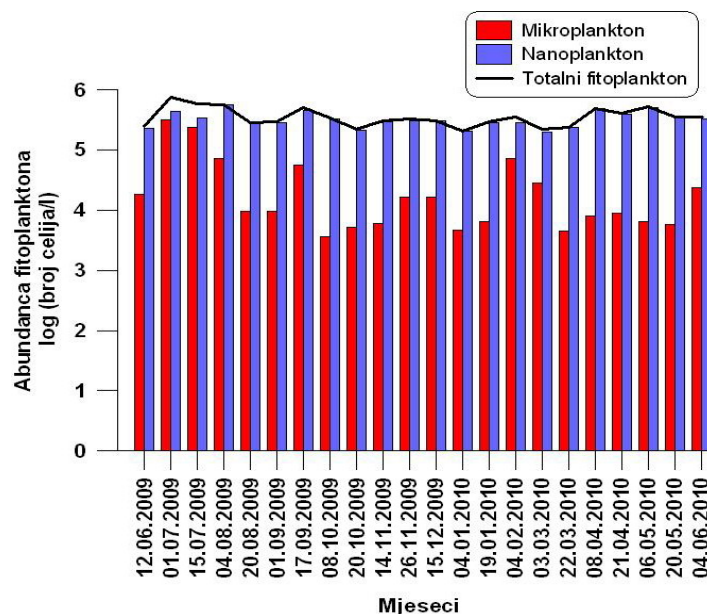
fitoplanktona sa izraženim maksimumom u proljeće. U sjevernom Jadranu, za vrijeme veoma niskog priliva vode putem rijeke Po došlo je do smjene maksimuma fitoplanktona od proljeća do jeseni (Viličić *et al.*, 2007 a). Nađeni podaci se razlikuju i od podataka za Mediteran gdje je takođe prisutna bimodalna distribucija (Balkis, 2009).

Ukoliko poredimo maksimalnu brojnost mikroplanktona koja je zabilježena tokom naših istraživanja u zalivu sa vrijednostima u Krka estuaru, u estuaru je maksimalna vrijednost mikroplanktona bila veća, a kao posljedica antropogenog uticaja luke Šibenik. Vuksanović (2003b) navodi za Bokokotorski zaliv visoke vrijednosti mikroplanktona i dominaciju dijatomeja u periodu od juna do decembra 2002. godine. Isti autor 2004. godine, za ljetnji period od juna do avgusta, navodi takođe brojnost mikroplanktona do  $10^6$  ćel./l. U istraživanjima od januara do marta Vuksanović i Krivokapić (2005) su zabilježili brojnost mikroplanktona i do  $10^7$  ćel./l. Vrijednost zabilježena tokom naših istraživanja mikroplanktona ( $2,12 \times 10^6$  ćel./l) bila je slična sa vrijednošću koje za Bokokotorski zaliv navode Bosak i saradnici (2011), a za period april, jul i oktobar 2008. i mart 2009. godine.

Brojnost mikroplanktona tokom perioda naših istraživanja je bila u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom hlorofila *a*, što je i našao Balkis (2009) za Mediteran, kao i Caroppo i saradnici (1999) u Jadranu, Caroppo i saradnici (2000) u lagunama u Mediteranu, te Polat (2002) u Iskenderun zalivu.

Na osnovu brojnosti mikroplanktona, prema kriterijuma Kitsiou i Karydis (2001; 2002), zaliv je okarakterisan kao eutrofno područje.

Nanoplankton je manja frakcija fitoplanktona koja je bila brojčano veća u poređenju sa mikroplanktonom skoro čitav period istraživanja, sem u julu 2009. godine kada je mikroplankton bio visok (Slika 160.). Iako je nanoplankton brojčano dominirao, mikroplankton kao veća fitoplanktonska frakcija je imao veći značaj. Nanoplankton se određivao samo kvantitativno. Kvalitativno određivanje, odnosno determinacija do vrsta nije rađena jer je za to potreban skening elektrolonski mikroskop. Stoga je nanoplankton samo klasifikovan u određene taksonomske kategorije: zelene nanoflagelate, male pojedinačne dijatomeje, male dinoflagelate i mali kokolitoforidi.



Slika 160. Udio mikro- i nanoplanktona u ukupnom fitoplanktonu tokom istraživanog perioda.

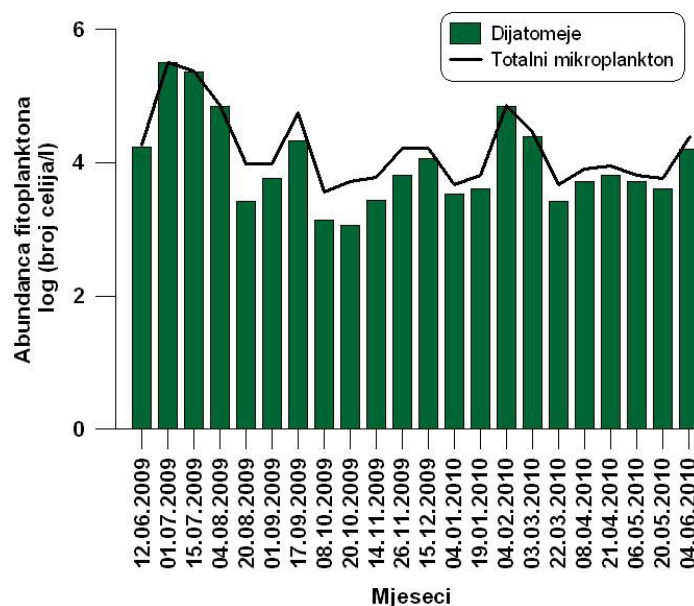
Brojnost nanoplanktona je varirala po mjesecima, dubinama i lokalitetima. Srednja vrijednost skoro tokom čitavog perioda istraživanja iznosila je, reda veličine,  $10^5$  cel./l, izuzev u maju 2010. godine kada je i zabilježena minimalna srednja brojnost nanoplanktona od  $6,2 \times 10^3$  cel./l. Generalno, maksimalna brojnost nanoplanktona se javlja mjesec dana prije ili poslije makimuma mikroplanktona, s obzirom da je mikroplankton kao veća frakcija bolji u kompeticiji za nutrijentima od nanoplanktona. To je slučaj i sa našim istraživanjima, jer je maksimalna brojnost nanoplanktona od  $2,99 \times 10^6$  cel./l zabilježena mjesec dana nakon maksimuma mikroplanktona, u avgustu mjesecu. Kao i u slučaju mikroplanktona, distribucija nanoplanktona je bila najveća na površini i opadala je sa dubinom. Brojnost nanoplanktona je bila najveća u zatvorenijem dijelu zaliva i opadala je prema Tivatskom zalivu.

Srednja vrijednost nanoplanktona tokom naših istraživanja se nije razlikovala od maksimalne srednje vrijednosti koju navode Bosak i saradnici (2011) za isti zaliv. Cetinić i saradnici (2006) za područje Krka estuara, istočni Jadran, navode veću brojnost nanoplanktona u odnosu na podatke zabilježene tokom naših istraživanja, što je posljedica uticaja luke Šibenik. I Svensen i saradnici (2007) su našli veliku koncentraciju nanoplanktona-flagelata na lokalitetu koji je pod uticajem luke Šibenik. Maksimumi nanoplanktona u sjevernom Jadranu (Totti *et al.*, 2005) su bili u proljeće i ljeto, a manji su bili u jesen, što je slično našim podacima, i uglavnom su dominirale

fitoflagelate. I Zoppini i saradnici (1995) su zabilježili veliku brojnost nanoplanktona u ljetnjem periodu i uglavnom su ga činile fitoflagelate. U Lirskom zalivu, povećana koncentracija nanoplanktona se javlja u ljeto, u periodu ljetnjeg siromaštva nutrijentima, neposredno nakon maksimuma dijatomeja (Viličić *et al.*, 2007b).

Fanuko i Valčić (2009) navode da je nanoplankton činio 91% od srednje godišnje brojnosti ukupnog planktona u laguni Stela Maris u sjevernom Jadranu.

Grupa fitoplanktona koja je bila prisutna tokom cijelog istraživanja i činila najveći dio mikroplanktona su dijatomeje (Slika 161., 164. i 165.). U pojedinim periodima istraživanja dijatomeje su bile dominantne, kao u ljetnjem periodu 2009., te u periodu od februara do juna 2010. godine. Međutim u pojedinim periodima nisu dominirale, ali su bile prisutne. To se objašnjava njihovom sposobnošću da se prilagode na različite, često veoma turbulentne uslove spoljašnje sredine (Burić *et al.*, 2007), s obzirom da su eurivalentna grupa organizama. Iako su prilagodljive na različite uslove, karakterističnije su za hladniji period (kasna zima, rano proljeće).



Slika 161. Udio dijatomeja u ukupnom fitoplanktonu.

Dijatomeje su pokazale statistički značajne razlike kada su u pitanju sva tri faktora, mjeseci, dubina i lokalitet. Srednja vrijednost dijatomeja je bila maksimalna u julu 2009. ( $2,72 \times 10^5$  ćel./l), potom je u padu i u oktobru 2009. godine je bila najniža ( $1,25 \times 10^3$  ćel./l). Nakon toga je blago varirala sa blagim porastom brojnosti u februaru 2010. godine ( $6,98 \times 10^4$  ćel./l). Brojnost im je bila najveća na površini, u fotičnom sloju, gdje je bilo dovoljno svjetlosti i hranljivih supstanci za njihov razvoj, a sa



dubinom je opadala, što je potvrđeno i Duncan-ovim testom. Na lokalitetima u unutrašnjem dijelu zaliva brojnost dijatomeja je bila veća i smanjivala se idući prema otvorenijim lokalitetima (Prilog 1a, b, c, d, e).

Dominacija dijatomeja u fitoplanktonu nađena je i u sjevernom Jadranu (Fanuko and Valčić 2009). I Balkis (2009) navodi za obalni dio ostrva Bozcada u sjevernom Mediteranu dominaciju dijatomeja, ali kvantitativno, dok su kvalitativno dinoflagelate bile brojnije. Na sjeveroistočnoj obali Turske takođe je zabilježena dominacija dijatomeja (Polat and Piner 2002).

Maksimalna brojnost dijatomeja ( $2,86 \times 10^6$  ćel./l) je bila u julu 2009. godine, kada je i brojnost mikrop planktona bila najveća, s obzirom da su dijatomeje činile najveći dio mikrop planktona. U ljetnjem periodu unos nutrijenata putem rijeka i padavinama je manji i prisutna je stratifikacija, tako da se zabilježeni maksimum može objasniti još uvijek nereguliranim kanalizacionim ispuštima koji doprinose do povećanja nutrijenata i do porasta fitoplanktona. U Bokokotorskom zalivu ova situacija se već dešavala i zabilježeni su maksimumi dijatomeja u ljetnjem periodu (Vuksanović 2004; Drakulović *et al.*, 2010; 2011). Maksimum je zabilježen kada je i koncentracija nitrata bila visoka, s obzirom da se dijatomeje bolje razvijaju pri većoj koncentraciji nitrata (Piehler *et al.*, 2004). Ovaj maksimum dijatomeja se ne poklapa sa bimodalnom distribucijom fitoplanktona koja podrazumjeva maksimum u kasnu zimu-ranu jesen i minimum u ljetnjem periodu. Rezultati se razlikuju i od rezultata koje navode Burić i saradnici (2007) gdje je maksimum dijatomeja zabilježen u kasnu zimu (februar), ali se maksimumi dijatomeja nisu razlikovali. Podaci su slični sa podacima koje navodi Gomez and Gorsky (2003) u zalivu Villefranche, sjeverozapadni Mediteran gdje je maksimum bio u kasnom ljetu (avgust). Podaci se razlikuju od podataka za sjeveroistočni Mediteran (Polat and Piner, 2002) gdje je maksimum bio u martu i bio je niži i kretao se reda veličine  $10^4$  ćel./l. U zalivu u Tunisu u sjeverozapadnom Mediteranu je zabilježen jesenji porast brojnosti planktona, kada je nađena najveća brojnost dijatomeja, praćena smanjenjem koncentracije silikata (Dali Yahia-Kéfi *et al.*, 2005). “Cvjetanja” fitoplanktona u jesen su karakteristična za zapadni dio obale Mediterana (Zingone *et al.*, 1995). I Fanuko i Valčić (2009) za lagunu Stella Maris u sjevernom Jadranu navode bimodalnu distribuciju dijatomeja sa dva maksimuma, jedan u ljetnjem periodu i drugi u jesen. Za Linski zaliv u sjevernom Jadranu (Bosak *et al.*,

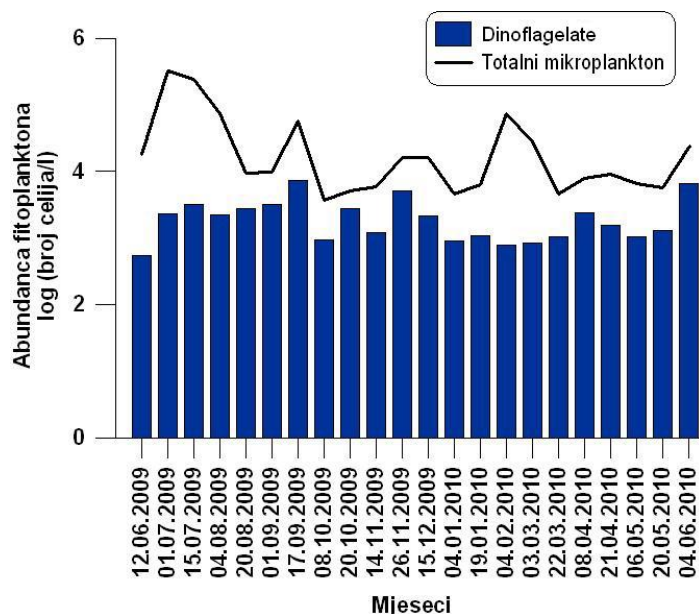
2009) su zabilježili maksimalnu brojnost od  $2,43 \times 10^6$  ćel./l, koja se nije razlikovala puno od brojnosti tokom naših istraživanja. Sličnu brojnost dijatomeja navode za južni Jadran Caroppo i saradnici (2003). U istočnom Jadranu, Svensen i saradnici (2007) su zabilježili veću brojnost dijatomeja, što je posljedica uticaja luke Šibenik. Viličić i saradnici (2009) su u sjeverozapadnom Jadranu takođe našli visoke vrijednosti dijatomeja, što je rezultat uticaja rijeke Po, dok su u sjeveroistočnom dijelu Jadrana vrijednosti manje.

Ova grupa organizama je reprezentativna za nutrijentima obogaćena područja i dominantna je u Mediteranu (Gomez *et al.* 2000) kao i u Jadranu (Burić *et al.*, 2007 u Zrmanja estuaru, zatim Svensen *et al.*, 2007 u Krka estuaru, Viličić *et al.*, 2008 u istočnom Jadranu, Caroppo *et al.* 1999 u južnom Jadranu).

S obzirom da se bolje razvijaju i dominantne su u hladnijem periodu, korelacija dijatomeja i temperature je uglavnom negativna, kao i sa salinitetom. Međutim, tokom našeg istraživanja, maksimalna brojnost dijatomeja je bila u julu mjesecu, tako da je i korelacija dijatomeja i temperature pozitivna, što je u skladu sa podacima koje navode Viličić i saradnici (2007b) u Limskom zalivu. Sa salinitetom, dijatomeje su bile u negativnoj korelaciji, s obzirom da im se brojnost smanjivala sa dubinom, a salinitet rastao. Negativna korelacija dijatomeja i saliniteta je zabilježena od strane Totti i saradnika (2005). Sa nutrijentima (nitratima i silikatima) dijatomeje su bile u pozitivnoj korelaciji, samo što ista nije bila statistički značajna, dok su sa fosfatima bile u negativnoj, ali isto statistički nije bila značajna. Različite podatke za korelaciju dijatomeja i silikata navode Totti i saradnici (2000), koja je bila negativna, ali ne statistički značajna. Viličić i saradnici (2009) u sjevernom Jadranu navode pozitivnu, ali ne statistički značajnu korelaciju dijatomeja sa nitratima i silikatima, a statistički pozitivno značajnu sa fosfatima. U Limskom zalivu Viličić i saradnici (2007b) navode pozitivnu korelaciju sa fosfatima, a negativnu sa silikatima, dok Svensen i saradnici (2007) u istočnom Jadranu navode negativnu korelaciju dijatomeja sa nitratima i silikatima. S obzirom da su silikati neophodni dijatomejama, smanjenje koncentracije silikata kada je brojnost dijatomeja veća, očekivano je. To je i potvrđeno od strane Dali Yahia-Kéfi i saradnika (2005). Dijatomeje su bile u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom hlorofila *a*, što se slaže sa podacima koje navode Totti i saradnici (2000) za srednji Jadran. Od fitoplanktonskih grupa dijatomeje su bile u pozitivnoj

korelaciji sa dinoflagelatima i silikoflagelatima, dok su Viličić i saradnici (2009) za sjeverni Jadran našli negativnu korelaciju ovih parametara ali ona nije bila statistički značajna.

Druga grupa organizama koja pripada mikroplanktonu i koja je zabilježena tokom perioda istraživanja su dinoflagelate. Dinoflagelate su bile manje zastupljene od dijatomeja i kvantitativno (brojčano) i kvalitativno (Slika 162.,164. i 165.).



Slika 162. Udio dinoflagelata u ukupnom fitoplanktonu tokom istraživanog perioda.

Brojnost dinoflagelata je pokazala statistički značajne razlike u pogledu sva tri faktora, mjeseci, dubina i lokaliteta. Srednja brojnost dinoflagelata je bila minimalna u junu 2009. godine, nakon čega je u porastu do decembra, poslije čega je varirala da bi dostigla maksimum u junu 2010. godine (5.160 ćel./l). Abundanca dinoflagelata je bila najveća na površini i opadala je, zbog nedostatka svjetlosti, ka dubljim slojevima. Na lokalitetu IBM brojnost dinoflagelata je bila najveća, i opadala je na otvorenijim lokalitetima gdje je bolja dinamika vodenih masa (Prilog 1a, b, c, d, e).

Maksimalna brojnost dinoflagelata je bila u septembru 2009. godine, na površini, a iznosila je  $1,05 \times 10^5$  ćel./l. Ovaj pik u septembru se objašnjava time što se koncentracija nutrijenata smanjuje i stratifikacija redukuje mješanje nutrijenata regenerisanih u sedimentu sa toplijim, gornjim slojevima vodenog stuba. Od značaja je i da smanjeno snabdjevanje nutrijentima favorizuje razvoj dinoflagelata u ljetnjem

periodu (Burić *et al.*, 2007). Ove nalaze potvrđuje i pozitivna korelacija brojnosti dinoflagelata i temperature koja je zabilježena tokom naših istraživanja. I Polat (2002) navodi dominaciju dinoflagelata u ljetnjem periodu, kada su činili više od 60% ukupnog planktona. Uglavnom se poslije proljećnog “cvjetanja” dijatomeja, kada su vode siromašne nutrijentima, favorizuje razvoj dinoflagelata koji imaju niže zahtjeva za nutrijente (Thingstad and Sackshang, 1990). To su zabilježili Bernardi-Aubry i saradnici (2004), kada se maksimum dinoflagelata javio u junu-julu mjesecu poslije razvoja dijatomeja. Za sjeverozapadni Mediteran Dali Yahia-Kéfi i saradnici (2005) su zabilježili veoma nisku vrijednost dinoflagelata u jesen i zimu, a veću u ljeto. Dobar razvoj dinoflagelata je bio kada su nutrijenti bili dosta niski, što pokazuje njihovu sposobnost da se razvijaju pri nižim koncentracijama nutrijenata.

Vrijednost dinoflagelata se razlikuje od podataka koje navode Fanuko i Valčić, (2011) za lagunu Stela Maris, gdje je maksimalna brojnost dinoflagelata bila u proljeće i vrijednost nije prelazila  $10^4$  ćel./l. Svensen i saradnici (2007) su našli veću brojnost dinoflagelata nego što je zabilježena tokom našeg istraživanja.

Podaci Balkisa (2009) za sjeveroistočni dio Mediterana navode dominaciju dinoflagelata kada je riječ o diverzitetu, a dijatomeje su dominirale kvantitativno. Polat (2002) navodi potpunu dominaciju dijatomeja i brojčano i kvalitativno.

Dinoflagelate kao grupa se bolje razvijaju u ljetnjem periodu pri višim temperaturama vode, što potvrđuje pozitivna korelacija ova dva parametra. Korelaciona analiza brojnosti dinoflagelata i saliniteta je bila pozitivna, ali nije bila statistički značajna, dok su statistički značajnu, ali negativnu korelaciju navedenih parametara našli Totti i saradnici (2005). Abundanca dinoflagelata je bila u negativnoj korelaciji sa nitratima i silikatima, a u pozitivnoj sa fosfatima, što je u skladu sa podacima koje navode Viličić i saradnici (2007b) u Lirskom zalivu za silikate, a Svensen i saradnici (2006) u istočnom Jadranu za fosfate. Totti i saradnici (2000) su odredili negativnu korelaciju dinoflagelata sa nitratima, ali za razliku od rezultata naših istraživanja, korelacija sa fosfatima je bila negativna. Tokom naših istraživanja zabilježena je pozitivna korelacija između brojnosti dinoflagelata i koncentracije hlorofila *a*. Isto je zabilježeno i od strane Totti i saradnika (2000) za srednji Jadran.

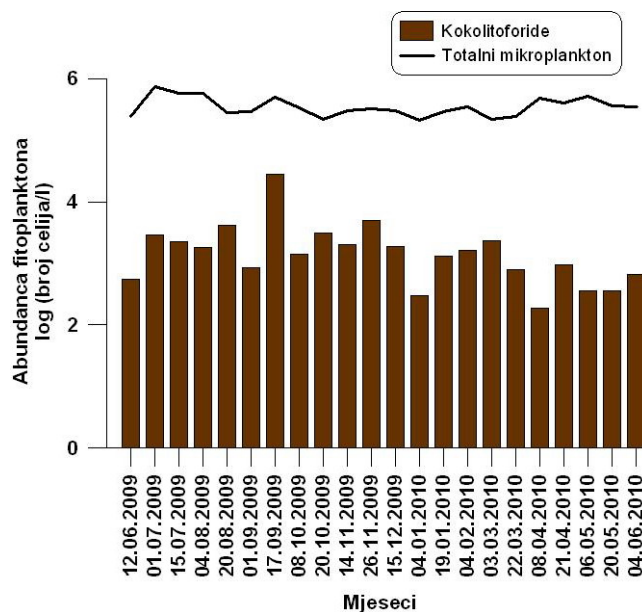
Dinoflagelate su najvažnija grupa morskog fitoplanktona koja produkuje i biotoksine i štetna “cvjetanja” algi. Prema našim istraživanjima, koncentracije toksičnih dino-

flagelata nisu još uvijek alarmantne, ali ima pojedinih nalaza gdje im je brojnost bila povećana. S obzirom da u Bokotorskom zalivu ima 16 uzgajališta školjaka (FAO, 2011), koje su glavni filtratori vode i akumulatori algi, te i potencijalno toksičnih supstanci, u budućnosti je neophodno raditi precizne analize za kontrolu toksičnosti.

Kokolitoforide su bile manje zastupljena grupa tokom istraživanja u poređenju sa dijatomejama, dok su jednako bili zastupljeni sa dinoflagelatima kada je riječ o procentualnom udjelu u totalnom planktonu (Slika 163., 164. i 165.). Vrijednost kokolitoforida je varirala kada se uzmu u obzir i mjeseci i dubine. Srednja vrijednost kokolitoforida je bila u porastu od juna do septembra 2009. godine, kada je i zabilježena najveća vrijednost od  $1,44 \times 10^4$  ćel./l. Nakon toga je varirala i u maju 2010. godine dostigla minimum od 362 ćel./l. Brojnost kokolitoforida je rasla sa dubinom, što je shvatljivo s obzirom da ova grupa preferira veći salinitet (Prilog 1a, b, c, d, e).

Maksimalna brojnost kokolitoforida je bila u septembru 2009. godine i iznosila je  $1,05 \times 10^5$  ćel./l. I Burić i saradnici (2007) su našli maksimalnu vrijednost u kasno ljeto, ali je vrijednost bila veća i kretala se do  $10^6$  ćel./l. U srednjem Jadranu Totti i saradnici (2000) su zabilježili istu situaciju, maksimum kokolitoforida je bio u kasnom ljetu, a manje vrijednosti u proljeće. Brojnost kokolitoforida u Stela Maris laguni u sjevernom Jadranu (Fanuko and Valčić 2009) nije bila velika i kokolitoforide su se javljali u martu, junu i avgustu mjesecu. Drugačiju distribuciju kokolitoforida navode Možetić i saradnici (2002), za Tršćanski zaliv, gdje je povećanje brojnosti kokolitoforida bilo u januaru mjesecu.

Povećanje koncentracije kokolitoforida u srednjem Jadranu (Totti *et al.*, 2000), koji je pod uticajem voda Jonskog mora, tokom jeseni može biti rezultat većeg dotoka slanije vode iz južnog Jadrana. Kokolitoforide su generalno brojnije u južnom Jadranu, u zimskom periodu (Fonda-Umani, 1996).



Slika 163. Udio kokolitoforida u ukupnom fitoplanktonu tokom istraživanog perioda.

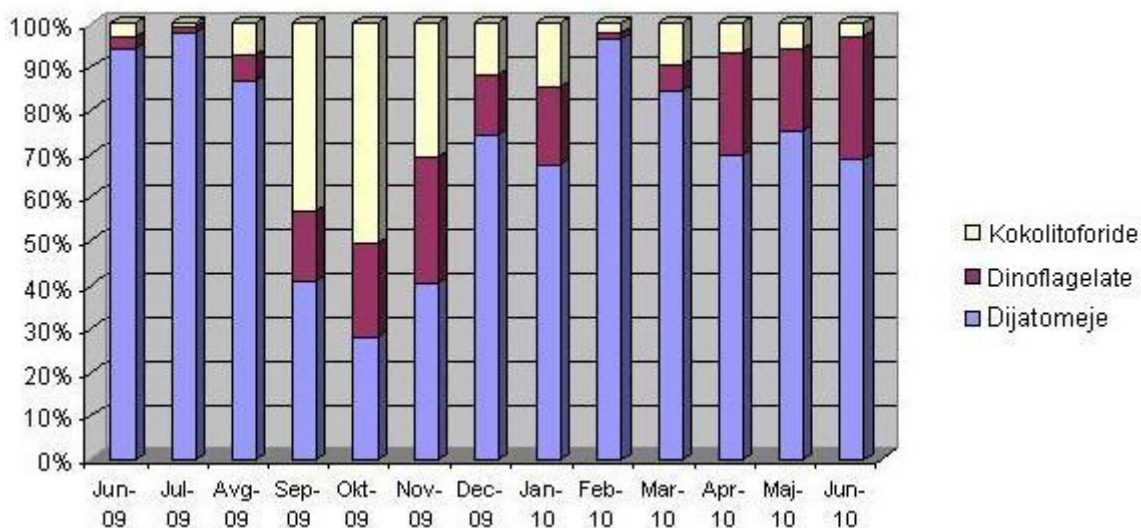
Šupraha i saradnici (2011) su u kanalima Pag i Velebit zabilježili veću brojnost kokolitoforida na pozicijama koje su bile oligotrofne u poređenju sa eutrofnim. Svensen i saradnici (2006) su u Krka estuaru našli veliku brojnost kokolitoforida, što je rezultat uticaja luke Šibenik koja doprinosi povećanju nutrijenata. Bernardi-Aubry i saradnici (2004) su našli maksimum kokolitoforida u zimu i u dubljim slojevima. Oni su povezali njihovu distribuciju sa višim salinitetom i hladnijim vodama, što je dokazano pozitivnom korelacijom sa salinitetom i negativnom sa temperaturom.

Kokolitoforide su bile u pozitivnoj korelaciji sa temperaturom i salinitetom, ali sa salinitetom korelacija nije bila statistički značajna. I za Linski zaliv (Viličić *et al.*, 2007b) navode pozitivnu korelaciju kokolitoforida i temperature, koja nije bila statistički značajna, dok je sa salinitetom bila negativna. Sa nitratima i silikatima kokolitoforide su bile u negativnoj korelaciji što je u suprotnosti sa podacima koje navode Viličić i saradnici (2009), a podudaraju se sa rezultatima za srednji Jadran (Totti *et al.*, 2000).

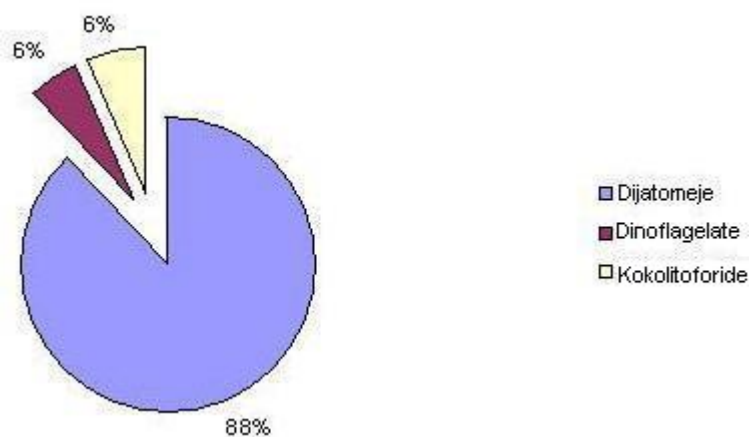
Silikoflagelati su fitoplanktonska grupa koja je u toku naših istraživanja bila veoma malo zastupljena i kvantitativno i kvalitativno. U pojedinim periodima, uglavnom u toplijem periodu, nije zabilježeno prisustvo silikoflagelata s obzirom da se bolje razvijaju u hladnijem periodu godine. I kada su zabilježene u toplijem periodu, uglavnom su bile u dubljim slojevima. Maksimalna srednja vrijednost je iznosila 478

ćel./l u decembru 2009. godine, kada je bila i maksimalna vrijednost (8.406 ćel./l). Što se tiče dubina, brojnost silikoflagelata je bila najveća na 10 m, a na preostalim dubinama je bila veća u odnosu na površinu, što je i potvrđeno pozitivnom korelacijom silikoflagelata i dubina (Prilog 1a, b, c, d, e). Istu distribuciju, sa većom brojnošću u dubljim slojevima su našli Bernardi-Aubry i saradnici (2006). Ovi autori navode veću brojnost u kasnu jesen i početak zime, sa srednjim maksimumom od 377 ćel./l. Šupraha i saradnici (2011) su takođe zabilježili veoma niske koncentracije silikoflagelata. Nival (1965) je našla maksimalnu brojnost silikoflagelata u zimskom periodu. Gomez i Gorsky (2003) su našli veću brojnost silikoflagelata takođe u zimskom periodu i na većim dubinama, što je u skladu sa podacima naših istraživanja. U poređenju sa podacima naših istraživanja, Viličić i saradnici (2007b) u Limskom zalivu su zabilježili veću brojnost silikoflagelata.

Korelacija silikoflagelata sa temperaturom je bila negativna, s obzirom da su grupa koja je karakteristična za hladniji period, što je nađeno i za sjeverni Jadran (Bernardi-Aubry *et al.* , 2006). Silikoflagelati su bili u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom hlorofila *a*.



Slika 164. Procentualna zastupljenost fitoplanktonskih grupa tokom istraživanog perioda.



Slika 165. Procentualna zastupljenost fitoplanktonskih grupa u ukupnom periodu istraživanja.

Na osnovu analiza zajednica fitoplanktona identifikovane su 192 vrste, iz četiri grupe i to: 90 dijatomeja (46,88%), 83 dinoflagelate (43,23%), 14 kokolitoforida (7,29%), 4 silikoflagelate (2,08%) i 1 euglenofita (0,52%).

Od rodova dijatomeja najbrojniji su bili rodovi *Chaetoceros* (8 vrsta), *Nitzschia* (6 vrsta), a od dinoflagelata rodovi *Neoceratium* (17 vrsta), *Protoperidinium* (13 vrsta), *Dinophysis* (7 vrsta), *Oxytoxum* (7 vrsta), *Gonyaulax* (6 vrsta), *Prorocentrum* (6 vrsta).

Inače, broj vrsta dijatomeja koji je identifikovan na pojedinim lokalitetima u Mediteranu se kreće od 107 do 183 (Lakkis and Novel-Lakkis, 1980; Caroppo *et al.*, 1999). Najveći broj vrsta dijatomeja je nađen u sjevernom Mediteranu (400 vrsta) (Travers and Travers 1975). Broj vrsta dinoflagelata identifikovanih na pojedinim lokalitetima u Mediteranu se kreće od 107 do 250 (Lakkis i Novel-Lakkis 1980; Caroppo *et al.*, 1999). Na osnovu podataka iz literatura u Mediteranu je identifikovano 673 vrste dinoflagelata (Gomez, 2003).

Prema podacima Viličić i saradnika (2002) u cijelom Jadranu ima ukupno 888 fitoplanktonskih vrsta i najveći broj dijatomeja je nađen u istočnom Jadranu (507). Prema podacima koje navodi Gomez (2003) u Jadranu je identifikovano 322 vrste dinoflagelata.

Tokom naših istraživanja dijatomeje su činile 46,88%, a dinoflagelate 43,23% od ukupnog broja fitoplanktonskih vrsta, što se ne razlikuje puno od podataka za sjeverni Jadran (Fanuko and Valčić, 2009) gdje su dijatomeje činile veći udio u ukupnom broju vrsta. Za sjeverni Jadran Viličić i saradnici (2009) su isto našli veću



brojnost dijatomeja u odnosu na dinoflagelate. Podatke koje navode Bosak i saradnici (2011) za isti zaliv, za period april, jul, oktobar 2008. i mart 2009. godine, razlikuju se po broju dijatomeja i dinoflagelata koji su zabilježeni. Značajno je veći broj dijatomeja, a manji dinoflagelata u odnosu na naša istraživanja. Podaci se razlikuju i od podataka za sjeveroistočni Mediteran (Balkis, 2009) gdje su dinoflagelate činile veći udio. I za sjeverozapadni Mediteran (Gomez and Gorsky, 2003) navode veći broj vrsta dinoflagelata, a manje dijatomeja. Podaci za sjeveroistočni dio Mediterana koje navodi Balkis (2009) se ne podudaraju sa podacima koje navode Polat and Piner (2002) za sjeveroistočni dio obale Tuske, gdje su dijatomeje dominirale i brojčano i po broju vrsta, dok su dinoflagelate bile zastupljene sa manje vrsta.

Od dominantnih vrsta čija je brojnost veća od  $10^3$  ćel./l i koje su prisutne u više od 10% uzoraka, tokom naših istraživanja nađeno je 35 vrsta. Od dijatomeja dominantne su bile *Chaetoceros affinis* (13,16%), *Lioloma pacificum* (10,05%), *Lithodesmium undulatum* (16,51%), *Navicula* spp. (32,06%), *Pseudo-nitzschia* spp. (65,31%), *Thalassionema fraunfeldii* (11,48%), *T. nitzschioides* (95,69%) i *Thalassiosira* sp. (24,40%). Od dinoflagelata dominantne su bile *Dinophysis fortii* (22,97%), *Diplopsalis lenticula* (16,51%), *Gonyaulax* spp. (30,38%), *Gymnodinium* spp. (69,38%), *Gyrodinium fusiforme* (22,97%), *Neoceratium furca* (16,03%), *N. fusus* (11,96%), *N. horridum* (15,55%), *N. tripos* (15,79%), *Oxytoxum sceptrum* (11,00%), *Prorocentrum compressum* (12,92%), *P. micans* (62,92%), *P. minimum* (16,03%), *Protoperidinium crassipes* (17,22%), *P. diabolium* (13,88%), *P. globulum* (11,48%), *Protoperidinium* spp. (24,64%) i *Scrippsiella* sp. (20,10%). Od kokolitoforida dominantne vrste su bile *Calciosolenia brasiliensis* (15,31%), *Calyptosphaera oblonga* (28,23%), *Coccolithus walichii* (28,23%) i *Syracosphaera oblonga* (45,65%), a od silikoflagelata *Dictyocha fibula* (15,55%) (Tabela 22).

Vrsta iz grupe dijatomeja koja je bila prisutna skoro tokom čitavog perioda istraživanja je *Thalassionema nitzschioides* (Slika 166g) i istu vrstu su odredili kao dominantnu Drakulović i saradnici (2011) u periodu od aprila do septembra 2010. godine. Maksimum fitoplanktona koji je tokom ovog istraživanja zabilježen u julu 2009. godine i koji se kretao i do  $10^6$  ćelija/l, činila je ova dijatomejska vrsta. Pored nje u julu mjesecu brojna je bila i vrsta *Chaetoceros affinis* (Slika 166a), a od dinoflagelata *Diplopsalis lenticula*, *Gyrodinium fusiforme*, *Prorocentrum compressum*,

*Protoberidinium globulum*, *Protoberidinium* spp., *Scrippsiella* sp. (Slika 167b, e, j, n, nj, o). Brojnost im se kretala od  $10^4$ - $10^5$  ćel./l. Kod svih navedenih algi, sem *Gyrodinium fusiforme* i *Protoberidinium* spp. (Slika 167e, nj), maksimalna srednja brojnost je zabilježena u julu 2009. godine. U ljetnjem periodu česta i brojna je bila *Pseudo-nitzshia* spp. (Slika 166e) čiji je maksimum zabilježen u avgustu 2009. godine, zatim *Dinophysis fortii*, *Gonyaulax* spp., *Oxytoxum sceptrum* (Slika 167a, c, i), takođe sa maksimalnom srednjom abundancom u avgustu 2009. godine, te *Neoceratium horridum* čiji maksimum je zabilježen u novembru 2009. godine. I vrste *Lioloma pacificum*, *Neoceratium fusus*, *Prorocentrum micans* i *Protoberidinium globulum* su bile najbrojnije krajem ljeta, početkom jeseni, u septembru 2009. godine (Slika 166b; 167 f, k, n).

U zimskom periodu brojne su bile vrste *Chaetoceros affinis* (Slika 166a) čiji je maksimum zabilježen u februaru 2010. godine, *Thalassionema fraunfeldii* (Slika 166f), sa maksimumom u kasnoj jeseni-početkom zime, u decembru 2009. godine, što se podudara sa podacima za istočni Mediteran (Gomez and Gorsky, 2003) gdje je nađena kao dominantna vrsta sa maksimalnom brojnošću u zimskom periodu. Ovi podaci su u suprotnosti sa podacima koje Bosak i saradnici (2011), za period april, jul i oktobar 2008. i mart 2009. godine, navode za vrstu *Thalassionema fraunfeldii* (Slika 166f) koja je bila zastupljena sa maksimalnom brojnošću u ljetnjem periodu. U zimskom periodu takođe su brojne bile vrste *Gonyaulax* spp., sa maksimumom krajem jeseni-početkom zime, u decembru 2009. godine, *Lithodesmium undulatum* i *Thalassiosira* spp., sa maksimumom u februaru 2010. godine, te *Navicula* spp., i *Pseudo-nitzschia* spp., koje su bile brojne, ali ne i sa maksimalnom brojnošću (Slika 167c; 166c, h, d, e). Vrsta *Asterionellopsis glacialis* koju navode Bernardi-Aubry i saradnici (2004) kao dominantnu u hladnijem periodu, tokom ovog istraživanja bila je povećana u zimskom periodu, ali se nije često javljala.

Za kasno proljeće-rano ljeto su bili karakteristični *Navicula* spp., i *Neoceratium tripos* sa maksimumom u maju 2010., *Dinophysis fortii*, *Gymnodinium* spp., *Gyrodinium fusiforme*, *Protoberidinium crassipes* i *Protoberidinium* spp., sa maksimumom početkom juna 2010. godine (Slika 166d; 167a, d, e, lj, nj). *Skeletonema* spp. nije bila toliko frekventna, ali joj je brojnost dostizala do  $10^4$  ćel./l i bila je najveća u aprilu 2010. godine. Ukoliko uporedimo podatke sa podacima Bosak i saradnika

(2011) za isti zaliv, za period april, jul i oktobar 2008. i mart 2009. godine, dominacija dijatomeja gotovo tokom čitavog perioda koju navode autori se podudara sa našim podacima. Isti je slučaj i sa većom brojnošću dinoflagelata u ljetnjem periodu. Bosak i saradnici (2011) navode dominaciju dijatomeja iz roda *Pseudo-nitzschia* i *Thalassionema* u ljetnjem periodu, što smo našli tokom naših istraživanja, a od dinoflagelata dominaciju vrste *Prorocentrum micans*. Jedino što je tokom naših istraživanja dominirala vrsta *Thalassionema nitzschioides*, a tokom istraživanja koja su vršili Bosak i saradnici (2011) vrsta *T. fraunfeldii*.

Potencijalno toksična vrsta, dijatomeja *Pseudo-nitzschia* spp., a koja je zabilježena u našim istraživanjima kao jedna od dominantnih vrsta, široko je rasprostranjena i dominira u sastavu fitoplanktona u centralnom (Burić *et al.*, 2008) i južnom Jadranu (Caroppo *et al.*, 2005). Campanelli i saradnici (2009) su takođe našli ovu vrstu kao dominantnu u ljeto, ali je brojnost bila manja u poređenju sa našim podacima, dok je brojnost zabilježena tokom naših istraživanja slična brojnosti koju navode Bosak i saradnici (2011). Prisustvo ove vrste kao dominantne ukazuje na visok nivo eutrofikacije (Cetinić *et al.*, 2006).

Mikroplanktonska zajednica se tokom ljeta karakterisala veoma bogatom zajednicom dijatomeja, što je u skladu sa rezultatima Totti i saradnika (2000) za srednji Jadran. Dijatomeje koje su bile prisutne u ljetnjem periodu (*Pseudo-nitzschia* spp., *Chaetoceros affinis*) takođe su navedene i za srednji Jadran. U sjevernom Jadranu Viličić i saradnici (2009) navode veliku brojnost *Pseudo-nitzschia* spp., u maju i oktobru. Za Limski zaliv Bosak i saradnici (2009) navode takođe dominaciju *Pseudo-nitzschia* spp. i *Thalassionema nitzschioides*. Za Mediteran Polat (2002) navodi dominaciju dijatomeja i brojčano i po vrstama. U jesen su brojnošću dominirale dijatomeje, dok su dinoflagelate bile brojnije u ljeto. Prema Polat (2002) u avgustu mjesecu dominirala je *Scrippsiella* sp., što je u skladu sa podacima naših istraživanja što se tiče maksimalne brojnosti koja je u ljeto, ali je brojnost *Scrippsiella* sp., u zalivu bila najveća u julu mjesecu. U zimskom periodu Polat (2002) navodi veliku brojnost *Navicula* spp., što se ne slaže sa našim podacima gdje je bila najbrojnija u maju mjesecu. U proljećnom periodu (Polat, 2002), dijatomeje su takođe bila dominantne sa velikom brojnošću *Skeletonema costatum* i *Pseudo-nitzschia* spp, dok je prema našim istraživanjima *Pseudo-nitzschia* spp., bila najbrojnija u ljetnjem periodu. Generalno, re-

zultati tokom naših istraživanja se slažu sa rezultatima Bernardi-Aubry i saradnika (2004) koji navode veoma malu brojnost dinoflagelata (6% od ukupne brojnosti), sa nešto većom brojnošću u ljetnjem periodu. I Totti i saradnici (2005) navode za srednji Jadran da je godišnji maksimum dinoflagelata bio u junu mjesecu i da su ga činili *Prorocentrum micans*, *Oxytoxum* sp. i *Ceratium* sp., što je u skladu sa podacima naših istraživanja gdje smo zabilježili iste rodove kao dominantne u ljetnjem periodu. Za lagune u sjevernom Jadranu Fanuko i Valčić (2009) navode u maju veliku brojnost dinoflagelata (rodovi *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Prorocentrum*, *Protoperidinium* i *Scrippsiella*), što se razlikuje od naših podataka.

Dinoflagelate su veoma važne, jer veliki broj dinoflagelata ima sposobnost da proizvodi toksine. Od dinoflagelata koji proizvode toksine, tokom istraživanja zabilježene su *Dinophysis acuta*, *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. fortii*, *Gonyaulax polyedra*, *Prorocentrum minimum*. Brojnost navedenih vrsta nije bila velika, ali ipak se sa sigurnošću ne može govoriti o toksičnosti ukoliko se ne urade analize toksičnosti. Od značaja je o dijatomeja *Pseudo-nitzschia* spp. za koju je poznato da proizvodi domoičnu kiselinu.

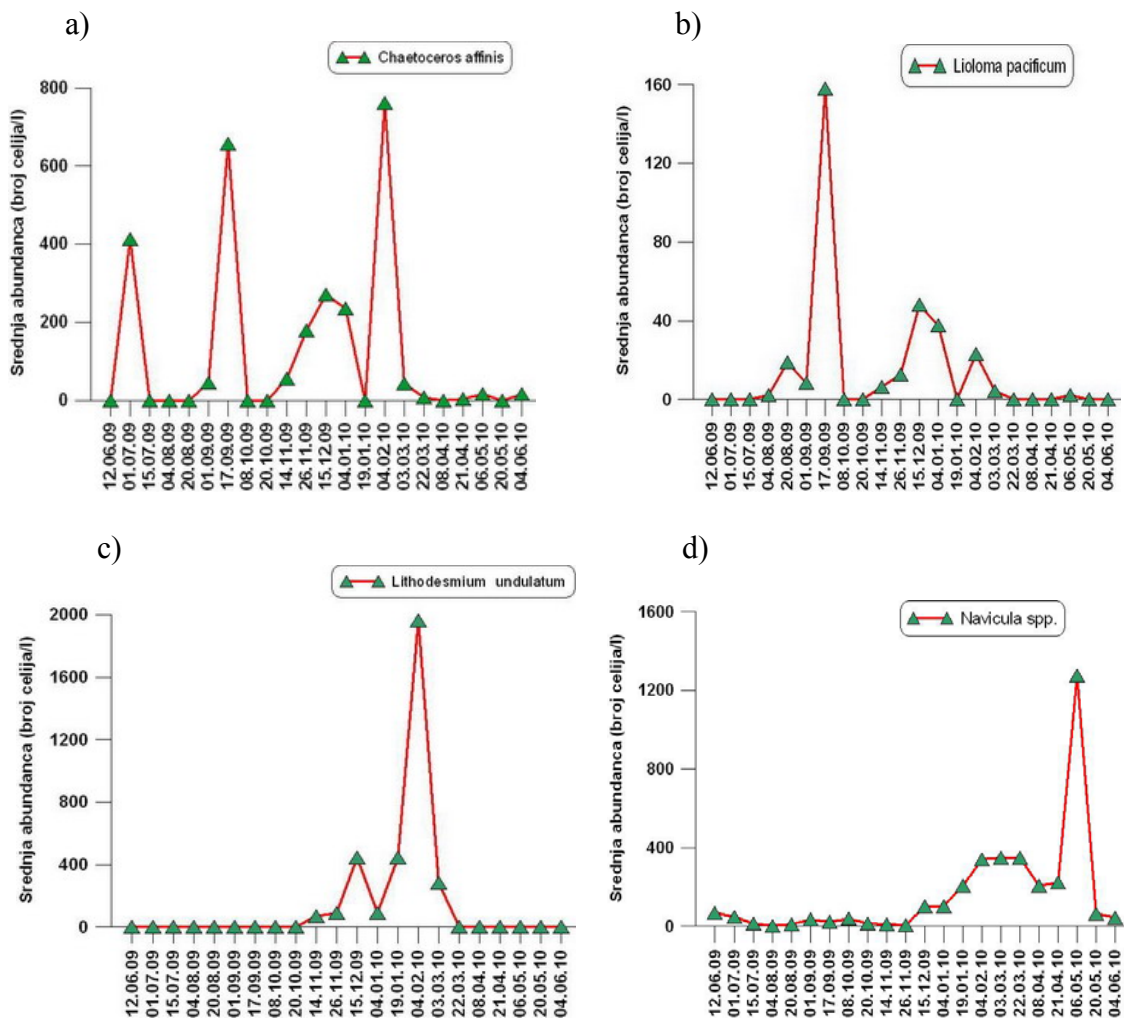
Aizawa i saradnici (2005) navode iz grupe dijatomeja rodove *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* kao značajne indikatore priliva nutrijenata u Jadransko more. Taksonomska kompozicija dijatomeja u istočnom Mediteranu i jugoistočnom dijelu Jadrana je određena dominacijom rodova *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Proboscia*, *Rhizosolenia*, *Bacteriastrum*, *Cerataulina*, *Leptocylindrus* i *Thalassionema* (Kimor *et al.*, 1987, Viličić *et al.*, 1995). Tokom naših istraživanja zabilježeni su svi gore navedeni rodovi koji dominiraju u strukturi fitoplanktona, s tim što su neki rodovi bili frekventniji od drugih.

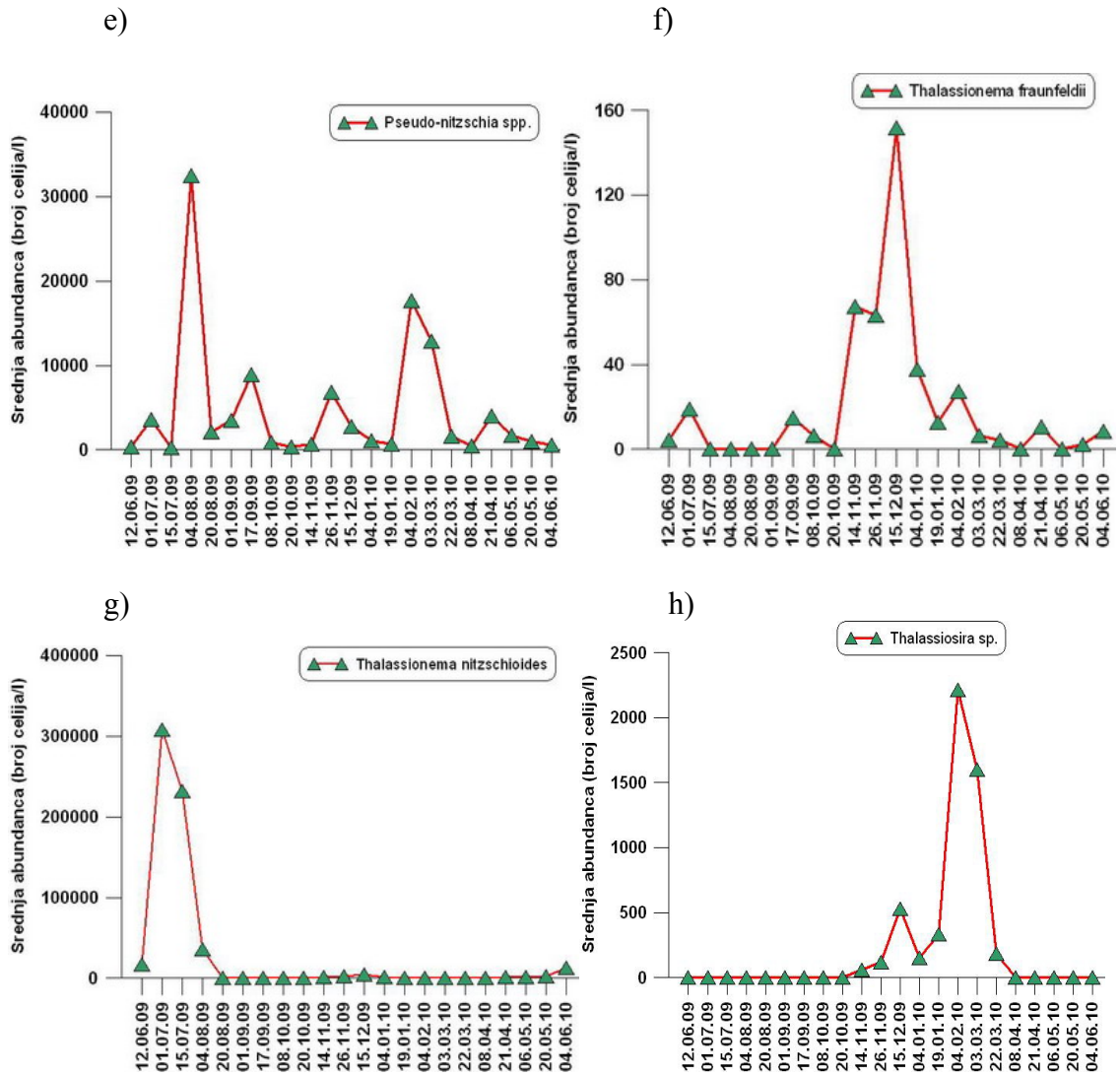
Najveći broj algi koje su nađene tokom naših istraživanja, kao što su *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudo-nitzschia* spp. i *Thalassionema nitzschioides*, preferiraju područja obogaćena nutrijentima (Pucher-Petković and Marasović, 1980).

Od kokolitoforida najčešća je bila vrsta *Syracosphaera pulchra*, a od ostalih dominantnih vrsta *Calciosolenia brasiliensis* je bila zastupljena sa maksimumom u kasnoj zimi, krajem marta 2010. godine, ali je imala povećanu brojnost i u ljetnjem periodu (Slika 168d, a). *Calyptosphaera oblonga* je bila dominantna u ljeto, a veća

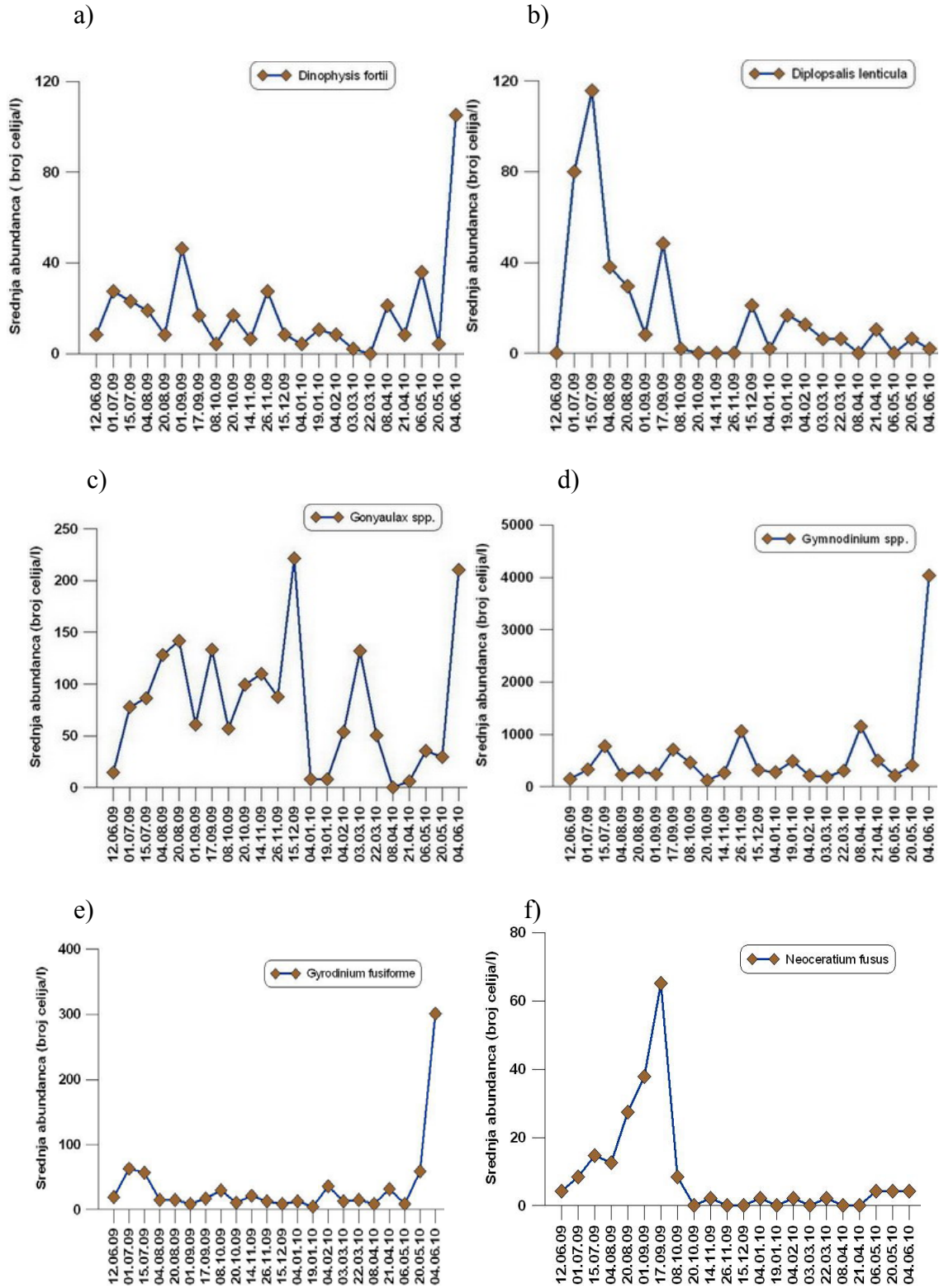
brojnost je bila i u proljeće, dok je *Coccolithus walichii* bila dominantna u jesen (Slika 168b, c). Cetinić i saradnici 2006 navode dominaciju vrste *Calyptosphaera oblonga* u kasnoj zimi-početku proljeća, zajedno sa vrstom *Rhabdosphaera tignifera*, koja tokom naših istraživanja nije bila dominantna, a povećana brojnost joj je zabilježena u jesen.

Od silikoflagelata najčešća je bila vrsta *Dictyochoa fibula*, koja je bila zastupljena većom brojnošću u kasnoj jeseni i u zimskom periodu, dok u ljetnjem periodu skoro da i nije bila prisutna ili je bila zastupljena vrlo rijetko (Slika 168e).

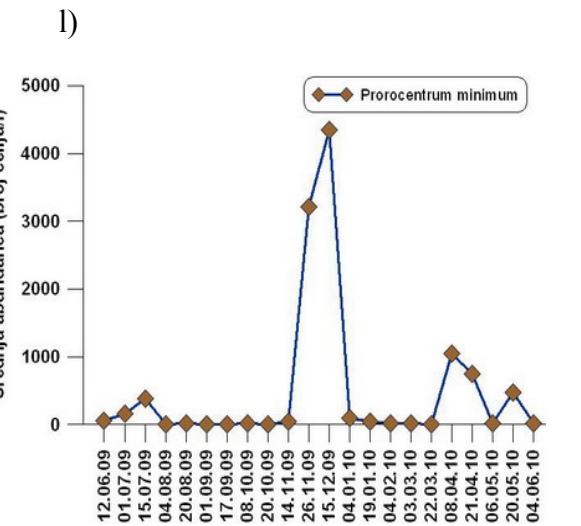
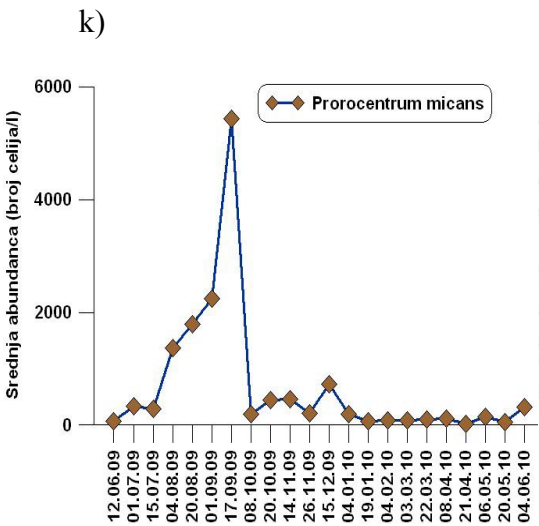
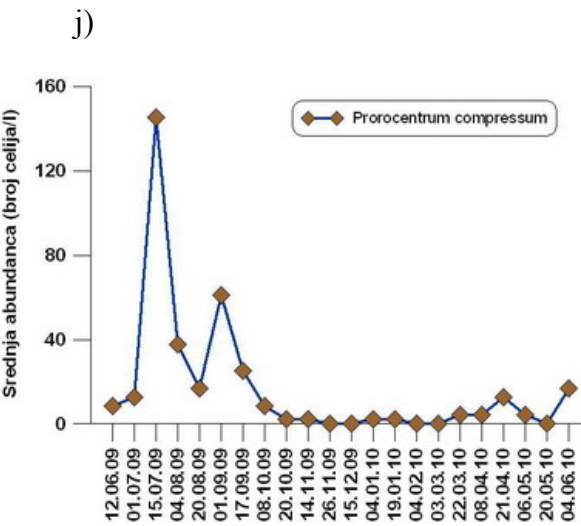
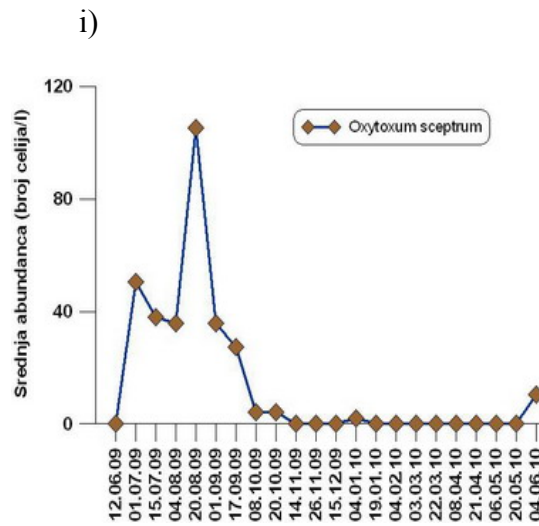
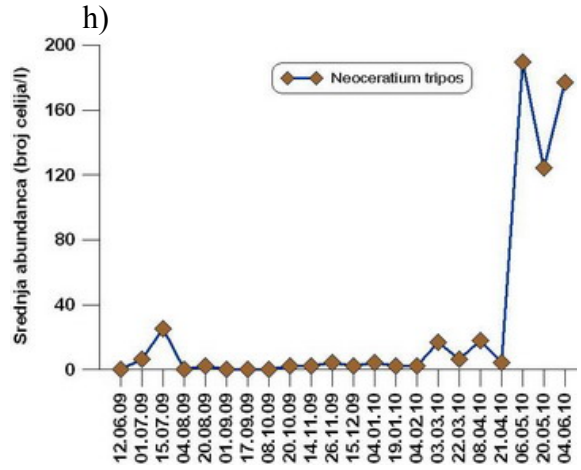
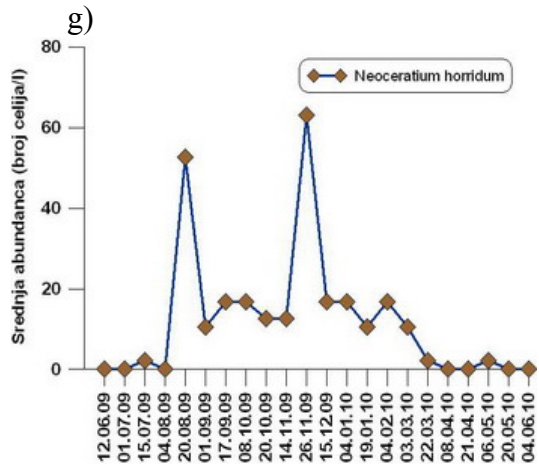




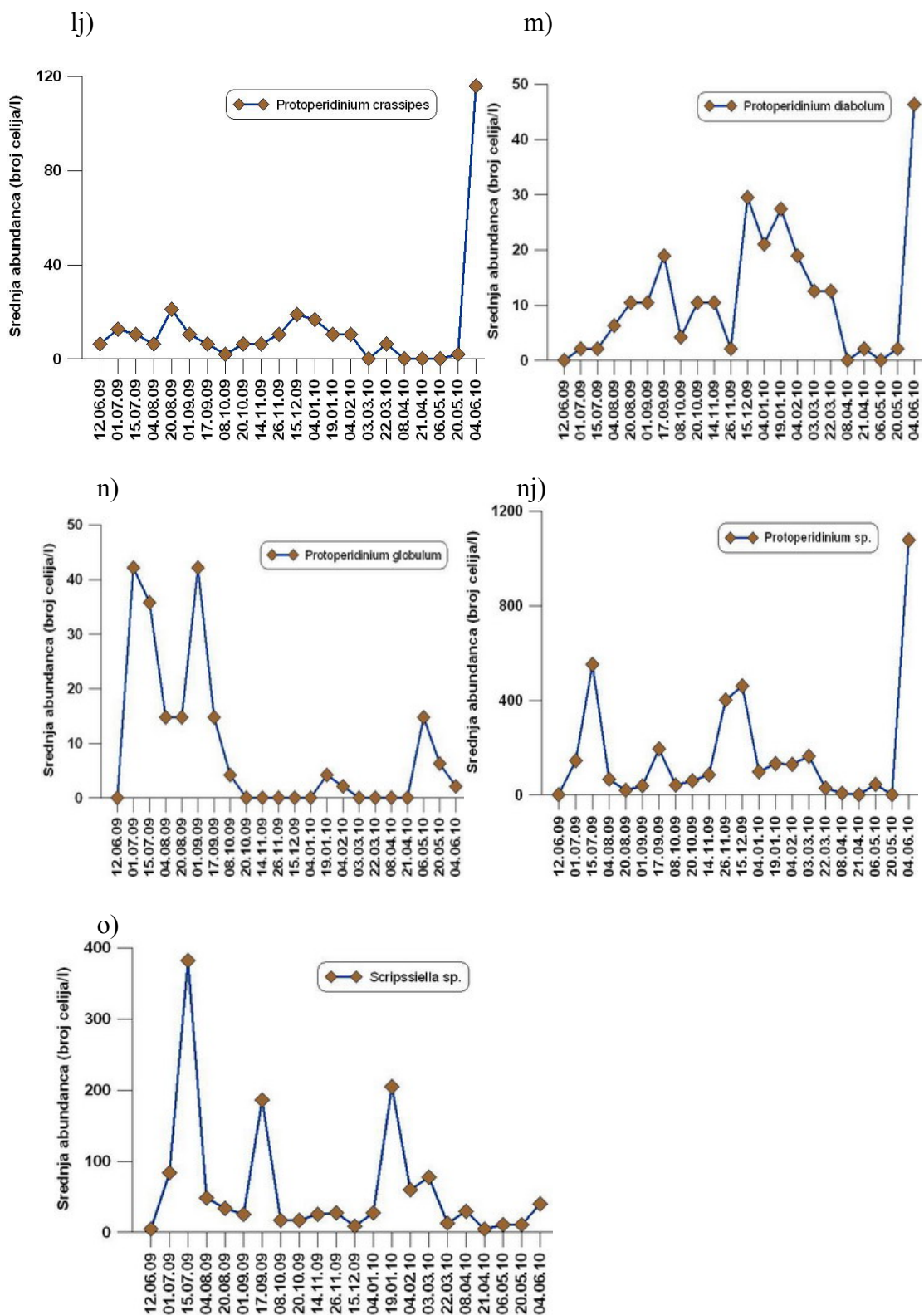
Slika 166. Srednja abundanca dominantnih vrsta dijatomeja tokom istraživanog perioda.



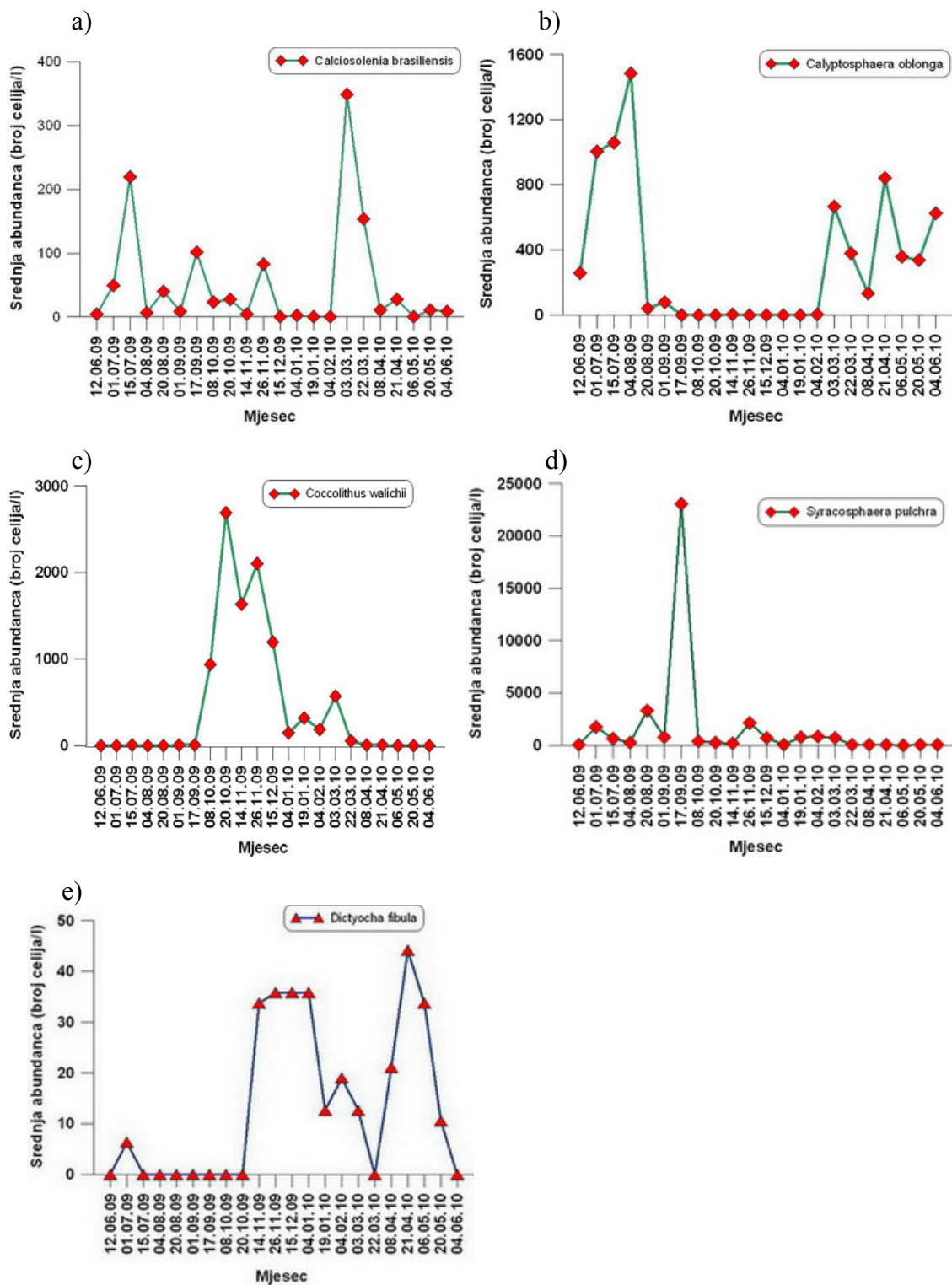








Slika 167. Srednja abundanca dominantnih vrsta dinoflagelata tokom istraživanog perioda.



Slika 168. Srednja abundanca dominantnih vrsta kokolitoforida i silikoflagelata tokom perioda istraživanja.

Istraživanje sastava i brojnosti fitoplanktona u Bokotorskom zalivu pokazalo je prisustvo značajnog broja različitih vrsta. Minimalna vrijednost Shannon-ovog i Simpson-ovog indeksa diverziteta je zabilježena u julu 2009. godine, u periodu “cvjetanja” *Thalassionema nitzschioides*. Tada je zabilježena velika brojnost fitoplanktona, što potvrđuje činjenicu da je diverzitet manji kada dominira jedna ili nekoliko vrsta. To je u skladu sa istraživanjima biodiverziteta za sjeverni Jadran (Bosak *et al.*, 2009) koja su pokazala da je najveća vrijednost diverziteta bila u jesen kada je brojnost fitoplanktona bila manja, a minimalna u ljetnjem periodu. Relativno niske vrijednosti indeksa diverziteta na većini istraživanih pozicija i uglavnom u ljetnjem periodu, najvjerojatnije su posljedica dominantnosti pojedinih vrsta, ali mogu biti i posljedica antropogenog uticaja koji je posebno izražen tokom ljetnjih mjeseci kada je intenzivan priliv turista. Maksimum indeksa diverziteta je zabilježen u periodu manje brojnosti fitoplanktona, ali je tada diverzitet veći.

S obzirom da indeksi diverziteta predstavljaju matematički izraz odnosa kvalitativnog i kvantitativnog sastava zajednice, njihova vrijednost će biti znatno veća na onoj poziciji na kojoj ne postoje dominantne vrste, čak iako je kvalitativni sastav vrsta isti.

## 7. ZAKLJUČCI

1. Tokom istraživanja fizičko-hemijskih i bioloških parametara u periodu od juna 2009. do juna 2010. godine, na svih 5 istraživanih lokaliteta u Bokokotorskom zalivu, zabilježeno je variranje dobijenih rezultata u prostoru i vremenu.
2. Maksimalna koncentracija nutrijenata bila je: nitrata u februaru, nitrita u novembru, fosfata i silikata u januaru.
3. Tokom istraživanja zabilježena je negativna korelacija nitrata i silikata sa temperaturom i salinitetom.
4. U opštem slučaju, koncentracija hlorofila *a* bila je najviša u decembru i ne podudara se sa maksimalnom brojnošću fitoplanktona koja je zabilježena u julu mjesecu.
5. Najviše koncentracije hlorofila *a* su izmjerene u unutrašnjem dijelu Bokokotorskog zaliva (Kotorski zaliv, lokalitet IBM), gdje je priliv kopnenih voda veći, a slabija je izmjena vodenih masa. Najniže koncentracije hlorofila *a* su izmjerene u otvorenijem dijelu zaliva (Tivatski zaliv).
6. Koncentracija hlorofila *a* je pokazivala negativnu korelaciju sa salinitetom, a pozitivnu sa totalnim planktonom.
7. Ukoliko uzmemo u obzir srednje mjesečne vrijednosti koncentracije hlorofila *a*, prema kriterijumima UNEP-a (1994.) područje Bokokotorskog zaliva je okarakterisano kao mezotrofno, sem u decembru i februaru kada je bilo eutrofno.
8. Ukoliko se kao kriterijum uzmu u obzir Ignatiades i saradnici (2005) područje Bokokotorskog zaliva je uglavnom eutrofno, a samo je u pojedinim mjesecima mezotrofno.
9. Prema kriterijumima Håkanson (1994) lokaliteti u unutrašnjem dijelu zaliva (IBM i Orahovac), u decembru mjesecu su bili hipereutrofni, u februaru eutrofni, dok su u ostalim mjesecima bili mezotrofni.

10. Brojnost totalnog planktona bila je najveća u ljetnjem periodu, u julu mjesecu. Pojava „cvjetanja” fitoplanktona u periodu kada je prisutna stratifikacija i kada je dotok nutrijenata putem kopnenih voda manji, može da se objasni dodatnim dotokom nutrijenata putem još uvijek nereguliranih kanalizacionih voda, a usled povećanog broja turista. Brojnost je bila najveća na lokalitetu IBM, gdje je razmjena vodenih masa najslabija i povećan dotok nutrijenata izaziva veći razvoj fitoplanktona.
11. Abundanca fitoplanktona je dostizala red veličine  $10^6$  ćel./l. Na osnovu toga, a prema kriterijumima Kitsou i Karydis (2001, 2002) područje zaliva je tokom istraživanja bilo eutrofno.
12. Alge koje su u toku istraživanja dominirale pripadale su najvećim dijelom grupi dijatomeja, koje su bile dominante skoro tokom čitavog perioda istraživanja. Dinoflagelate su bile zastupljene u nešto većem broju u ljetnjem periodu. Dominantne zabilježene dijatomeje (*Thalassionema nitzschioides*, *Pseudonitzschia* spp., *Chaetoceros affinis*, *Lithodesmium undulatum*), uglavnom su karakteristične za područja bogata nutrijentima (Revelante and Gilmartin 1980, 1985), što se slaže sa klasifikacijom vrsta prema stepenu eutrofikacije koji iste preferiraju (Yamada *et al.*, 1980).
13. Analiziranjem diverziteta vrsta utvrđeno je da je najmanji diverzitet bio kada je zabilježeno „cvjetanje” fitoplanktona, odnosno kada je dominirala jedna vrsta. Povećan indeks diverziteta je bio u periodima smanjenje brojnosti fitoplanktona.
14. Povećana brojnost fitoplanktona, kao i prisutvo eutrofnih vrsta ukazuje na nepovoljne promjene koje se dešavaju u zalivu i potrebu preduzimanja mjera koje se odnose na kontrolu obogaćenja zaliva nutrijentima, a naročito kada su u pitanju neregulirane otpadne vode.
15. U budućnosti, uz izražen trend promjena, ovaj region može da postane eutrofna oblast i što je najvažnije, mogu se očekivati pojave toksičnih događaja, te je preporučljiv kontinuirani monitoring.

## 8. LITERATURA

- Adricosm-Star Projekat-2 (2009): Bathymetric survey. CNR-ISMAR Bologna, Februar, 2009.[http://gnoo.bo.ingv.it/adicosmstar/index.php?option=com\\_login&andItemid=35](http://gnoo.bo.ingv.it/adicosmstar/index.php?option=com_login&andItemid=35)
- Aizawa, C., Tanimoto, M., Jordan, R.W. (2005): Living diatom assemblages from North Pacific and Bering Sea surface waters during summer 1999. *Deep Sea Res. Part II-Topical Stud. Oceanogr.* **52**: 2186-2205.
- Alcoverro, T., Conte, E., Mazzela, L. (2000): Production of mucilage by the Adriatic epipelagic diatom *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyceae) under nutrient limitation. *J. Phycol.* **36**:1087-1097.
- Anderson, D.M., Glibert, P. M., Burkholder, J.M. (2002): Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition and consequences. *Estuaries* **25**: 704-726.
- Aparisi, F., Fuentes, P., Del Rio, J.G. (2005): Evaluation and control of eutrophication on beaches employing PC based charts. [http://personales.upv.es/~faparisi/files\\_research/algas.pdf](http://personales.upv.es/~faparisi/files_research/algas.pdf).
- APHA, AWWA, WPCF (1995): Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> Ed. – American Public Health Association, Washington, DC, USA: 1-42 .
- Artegiani, A., Bregant, D., Paschini, E., Pinardi, N., Raicich, F., Ruso, A. (1997): The Adriatic Sea general circulation. Part 1: air-sea interactions and water mass structure. *J. Phys. Oceanogr.* **27**: 1492-1514.
- Arzul, G. (2001): Aquaculture, environment and marine phytoplankton. IFREMER, Brest. *Actes Colloq.* 34: 135-144.
- Azam, F., Long, R. A. (2001): Sea snow microcosm. *Nature* **414**: 495-498.
- Balkis, N. (2009): Seasonal variations of microplankton assemblages and environmental variables in the coastal zone of Bozcaada island in the coastal zone of Bozcaada island in the Aegean Sea (NE Mediterranean Sea). *Aquat. Ecol.* **43**: 249–270.
- Barić, A., Gasparović, F. (1992): Implications of climatic change on land degradation in

- the Mediterranean. In: Climatic change and the Mediterranean. Jeftić, L., Milliman, J. D., Sestini, G. (eds.), London, Edward Arnold, 129-174.
- Baytut, O., Gonulol, A., Koray, T. (2010): Temporal Variation of Phytoplankton in Relation to Eutrophication in Samsun Bay, Southern Black Sea. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **10**: 363-372.
- Berland, B.R., Bonin, D.J., Maestrini, S.Y. (1980): Azote ou phosphore? Considerations sur le "paradoxe nutritionnel" de la mer Méditerranée. *Oceanol. Acta* **3**: 135–142.
- Bernard, C., Rassoulzadegan, F. (1993): The role of picoplankton (cyanobacteria and plastidic picoflagellates) in the diet of tintinnids. *J. Plankton Res.* **15**: 361-373.
- Bernardi-Aubry, F., Berton, A., Bastianini, M., Socal, G., Acri, F. (2004): Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic, over a 10-year sampling period (1990–1999). *Cont. Shelf Res.* **24**: 97–115.
- Bernardi-Aubry, F., Acri, F., Bastianini, M., Bianchi, F., Cassin, D., Pugnetti, A., Socal, G. (2006): Seasonal and interannual variations of phytoplankton in the Gulf of Venice (Northern Adriatic Sea). *Chem. Ecol.* **22** (suppl.1): 71-91.
- Béthoux, J.P., Morin, P., Chaumery, C., Connan, O., Gentili, B., Ruiz-Pino, D. (1998): Nutrients in the Mediterranean Sea, mass balance and statistical analysis of concentrations with respect to environmental change. *Mar. Chem.* **63**: 155–169.
- Béthoux, J.P., Morin, P., Ruiz-Pino, D.P. (2002): Temporal trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity. *Deep Sea Res. II*, **49**: 2007-2016.
- Bešić, Z. (1971): Geologija Crne Gore (Crnogorska Akademija Nauka i Umjetnosti), Titograd, k.1, sv.2, 1-381.
- Bianchi, C.N., Morri, C. (2000): Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Mar. Pollut. Bull.* **40**: 367–376.
- Bidle, K.D., Azam, F. (1999): Accelerated dissolution of diatom silica by marine bacterial assemblages. *Nature* **397**: 508-512.
- Bidle, K.D., Azam, F. (2001): Bacterial control of silicon regeneration from diatom detritus: Significance of bacterial ectohydrolases and species identity. *Limnol. Oceanogr.* **47**:1606-1623.
- Blaženčić, J. (2000): Sistematika algi. V izdanje. NNK-International, Beograd. 1-298.

- Bojanić, N., Vidjak, O., Brautović, I. (2006): Spatial and temporal variability in abundance and biomass of oligotrich ciliates in Kaštela Bay (middle Adriatic Sea). *Acta Adriat.* **47 (2)**: 93–109.
- Bosak, S., Burić, Z., Đakovac, T., Viličić, D. (2009): Seasonal distribution of plankton diatoms in Lim Bay, northern Adriatic Sea. *Acta Bot. Croat.* **68 (2)**: 351–365.
- Bosak, S., Šilović, T., Ljubešić, Z., Kušpilić, G., Pestorić, B., Krivokapić, S., Viličić, D. (2011): Phytoplankton size structure and species composition as an indicator of trophic status in transitional ecosystems: the case study of a Mediterranean fjord-like karstic bay. *Oceanologia* **54(2)**: 1-32, doi:10.5697/oc.54-2.xxx
- Buljan, M., Zore-Armanda, M. (1976): Hydrographic properties of the Adriatic Sea in the period from 1965 through 1970. *Acta Adriat.* **20**: 1-368.
- Burić, Z., Cetinić, I., Viličić, D., Caput – Mihalić, K., Carić, M., Olujić, G. (2007): Spatial and temporal distribution in a highly stratified estuary (Zrmanja, Adriatic Sea). *Mar. Ecol.* **28**: 169–177.
- Burić, Z., Viličić, D., Caput – Mihalić, K., Carić, M., Kralj, K., Ljubešić, N. (2008): Pseudo-nitzschia blooms in the Zrmanja River estuary (Eastern Adriatic Sea). *Diatom Res.* **23(1)**: 51–63. doi:10.1080/0269249X.2008.9705736.
- Calbet, A. (2001): Mesozooplankton grazing effect on primary production: a global comparative analysis in marine ecosystems. *Limnol. Oceanogr.* **46**: 1824-1830.
- Campanelli, A., Bulatovic, A., Cabrini, M., Grilli, F., Kljajic, Z., Mosetti, R., Paschini, E., Penna, P., Marini, M. (2009): Spatial distribution of physical, chemical and biological oceanographic properties, phytoplankton, nutrients and coloured dissolved organic matter (CDOM) in the Boka Kotorska Bay (Adriatic Sea). *Geofizika* **26 (2)**: 215–228.
- Carlsson, P., Graneli, E. (1999): Effects of N: P: Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic sea. II. Phytoplankton species composition. *Aquat. Microb. Ecol.* **18**: 55-65.
- Caroppo, C., Fiocca, A., Sammarco, P., Magazzu, G. (1999): Seasonal variations of nutrients and phytoplankton in the coastal SW Adriatic Sea (1995–1997). *Bot. Mar.* **42**: 389–400.
- Caroppo, C. (2000): The contribution of picophytoplankton to community structure in a Mediterranean brackish environment. *J. Plankton Res.* **22 (2)**: 381-397.



- Caroppo, C., Stabili, L., Cavallo, R.A. (2003): Diatoms and bacteria diversity: study of their relationships in the Southern Adriatic Sea. *Mediterr. Mar. Sci.* **4**(2): 73-82.
- Caroppo, C., Congestri, R., Bracchini, L., Albertano, P. (2005): On the presence of *Pseudo-nitzschia calliantha* Lundholm, Moestrup et Hasle and *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden in the Southern Adriatic Sea (Mediterranean Sea, Italy). *J. Plankton Res.* **27**: 763–774.
- Caroppo, C., Turicchia, S., Cristina Margheri, M. (2006): Phytoplankton assemblages in coastal waters of the northern Ionian Sea (eastern Mediterranean), with special reference to cyanobacteria. *J. Mar. Biol. Ass.* **86**:927-937.
- Cebrian, J., Valiela, I. (1999): Seasonal patterns in phytoplankton biomass in coastal ecosystems. *J. Plankton Res.* **21**: 429-444.
- Cermeno, P., Marañón, E., Pérez, V., Serret, P., Fernández, E., Castro, C.G. (2006): Phytoplankton size structure and primary production in a highly dynamic coastal ecosystem (Ria de Vigo, NW-Spain): Seasonal and short-time scale variability. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **67**: 251-266.
- Cetinić, I., Viličić, D., Burić, Z., Olujić, G. (2006): Phytoplankton seasonality in a highly stratified karstic estuary (Krka, Adriatic Sea). *Hydrobiologia* **555**: 31–40.
- Chauvaud, G., Jean, F., Ragueneau, O., Thouzeau, G. (2000): Long-term variation of the Bay of Brest ecosystem: benthic-pelagic coupling revisited. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **200**: 35-48.
- Christaki, U., Van Wambeke, F., Dolan, J.R. (1999): Nanoflagellates (mixotrophs, heterotroph and autotrophs) in the oligotrophic eastern Mediterranean: standing stocks, bacterivory and relationships with bacterial production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **181**: 297-307.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. (1994): Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Lab., 1-144.
- Cloern, J.E. (2001): Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem, Review. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **210**: 223-253.
- Codispoti, L.A. (1989): Phosphorus vs. Nitrogen limitation of new and export production. In: Productivity of the ocean: Present and past. Berger. W.H. *et al.*, (eds.), Dahlem Conf. Wiley, 377-408.
- Cognetti, G. (2001): Marine eutrophication: the need for a new indicator species. *Mar.*

- Pollut. Bull.* **42**: 163-164.
- Cupp, E.E. (1943): Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* **5**: 1-237.
- Cushing, D.H. (1989): A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. *J. Plankton Res.* **11** (1):1– 13.
- Cvijić, J. (1924): Geomorfologija. Beograd: Državna štamparija Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, prvo ponovljeno izdanje 1991, I, knj. 6, 11-548.
- Daly Yahia-Kéfi, O., Souissi, S., Gómez, F., Daly Yahia, M.N. (2005): Spatio-temporal distribution of the dominant Diatom and Dinoflagellate species in the Bay of Tunis (SW Mediterranean Sea). *Medit. Mar. Sci.* **6** (1): 17-34.
- Danovaro, R. (1998): Do bacteria compete with phytoplankton for inorganic nutrients? Possible ecological implications. *Chem. Ecol.* **14**: 83–96.
- Danovaro, R. (2003): Pollution threats in the Mediterranean Sea: an overview. *Chem. Ecol.* **19**(1):15–32.
- Degobbis, D., Fonda Umani, S., Franco, P., Malej, A., Precali, R., Smolaka, N. (1995): Changes in the Northern Adriatic Ecosystem and appearance of hypertrophic gelatinous aggregates. *Sci. Total Environ.* **165**: 43-58.
- Della Torre Tassis, L. (1748): Notizie sulla vasta fioritura algale (diatomee "cosa moccichiosa") dell'anno 1729, Raccolta d'opuscoli scientifici e fitologici, 1-34.
- DerMap Project Report (2011): Satellite Spectral Analyses of the Bay of Kotor, Montenegro 2010-2011: 1-94.
- Dobrosavljević, M. (1971): Preliminarna opažanja o distribuciji fitoplanktona u Bokokotor skom zalivu. *Stud. Mar.* **5**: 3-16.
- Dobrosavljević, M. (1983): Regresivne transformacije u planktonskim fitocenoza južnog Jadrana. *Stud. Mar.* (13-14): 3-324.
- Dodds, W.K., Strauss, E.A., Lehmann, R. (1993): Nutrient dilution and removal bioassay to estimate phytoplankton response to nutrient control. *Arch. Hydrobiol.* **128**: 467-481.
- Dodge, D.J. (1985): Atlas of Dinoflagellates. Farrand Press, London, 1-119.
- Dorgham, M., Abdel-Aziz, N.E., El-Deeb, K., Okbah, M.A. (2004): Eutrophication problem in the Western Harbour of Alexandria, Egypt. *Oceanologia* **46**:25-44.

- Drakulović, D., Vuksanović, N. (2010): Phytoplankton assemblages and density in the Montenegrin coastal sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* (CIESM), 10-14 May, Venice, Italy **39**: 351 p.
- Drakulović, D., Vuksanović, N., Joksimović, D. (2011): Dynamics of phytoplankton in Boka Kotorska Bay. *Stud. Mar.* **25(1)**: 1-20.
- Drakulović, D., Pestorić, B., Cvijan, M., Krivokapić, S., Vuksanović, N. (2012): Distribution of phytoplankton community in Kotor Bay (south-eastern Adriatic Sea). *Cent. Eur. J. Biol.* **7(3)** : 470-486, doi: 10.2478/s11535-012-0023-6
- Dugdale, R.C. (1967): Nutrient limitation in the sea. Dynamics, Identification and Significance. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 685-695.
- EC (2000): Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of Water Policy, Journal of the European Communities, Brussels **L 327**, 1-72.
- EEA (1999): Nutrients in European ecosystem. Environmental Assessment Report No. 4: 1-155.
- EEA (2001): Eutrophication in Europe's coastal waters. Topic report 7: 1-116.
- EEA (2005): European Environment Agency: core set of indicators. Guide, Technical Report No.1: 1-38.
- Egge, J.K., Aksnes D.L. (1992): Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **83**: 281-289.
- Ercegović, A. (1936): Etude qualitative et quantitative du phytoplankton dans les eaux côtières de l'Adriatique orientale moyenne au cours de l'année 1934. *Acta Adriat.* **1**: 1-125.
- Fanuko, N., Valčić, M. (2009): Phytoplankton composition and biomass of the northern Adriatic lagoon of Stella Maris, Croatia. *Acta Bot. Croat.* **68 (1)**: 29–44.
- FAO, (2011): National Aquaculture Sector Overview, Montenegro. [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_montenegro/en](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_montenegro/en).
- Faranda, F.M., Guglielmo, L., Spezie, G. (2000): Mediterranean ecosystems: Structures and processes. Springer, Milan, 1-503.
- Flöder, S., Sommer, U. (1999): Diversity in planktonic communities: an experimental test of the intermediate disturbance hypothesis. *Limnol. Oceanogr.* **44**: 1114-1119.

- Fonda Umani, S., Ghirardelli, E., Specchi, M. (1989): Gli episodi di “mare sporco” nell’Adriatico dal 1729 ai giorni nostri. Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia. Dir. Reg. Ambiente, 178 pp .
- Fonda Umani, S. (1996): Pelagic production and biomass in the Adriatic Sea. *Sci Mar* **60** (Supl. 2): 65-77.
- Francour, P., Boudouresque, C.F., Hamelin, J.G., Hamelin-Vivien, M.L., Quignard, J.P. (1994): Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Mar. Pollut. Bull.* **28**: 523–526.
- Gačić, M., Manca, B., Vetrano, A. (1996): Thermohaline properties and circulation in the Strait of Otranto. In: Dynamics of Mediterranean straits and channels. Briand, F. (eds.), Monaco, CIESM Science Series. *Bull. Inst. Oceanogr.* **2**: 117-145.
- Gačić, M., Poulain, P.M., Zore-Armanda, M., Barale, V. (2001): Overview to the Adriatic sea. In: Physical oceanography of the Adriatic Sea. Cushman-Roisin, B., Gačić, M., Poulain, M.P., Artegiani, A. (eds.), *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht*, The Netherlands 1-44.
- Gemeinhardt, K. (1930): Silicoflagellatae. In: Rabenhorst' s Kryptogamen-Flora von Deutschland, Ostereich und der Schweiz. Akademisch Verlagsgessellschaft, m. b. H. Leipzig, **10**: 1-85.
- Gilmartin, M., Revelante, N. (1980): Nutrient input and the summer nanoplankton bloom in the northern Adriatic Sea. *Mar. Ecol. Naples* **1**: 169-180.
- Gilmartin, M., Degobbis, D., Revelante, N., Smolaka, N. (1990): The mechanisms controlling plant nutrient concentrations in the northern Adriatic Sea. *Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol.* **75**: 425-445.
- Giordani, P., Miserocchi, S., Balboni, V., Malaguti, A., Lorenzelli, R., Honsel, G., Poniz, P. (1997): Factors controlling trophic conditions in the North-West Adriatic basin: seasonal variability. *Mar. Chem.* **58**: 351-360.
- Giordani, P., Hammond, D., Berelson, G., Montanari, G., Poletti, R., Milandri, A., Frignani, M., Langone, L., Ravaioli, M., Rovatti, G., Rabbi, E. (1992): Benthic fluxes and nutrient budgets of sediments in the Northern Adriatic Sea. *Sci. Total Environ.* **126** (suppl.): 251-256.
- Giovanardi, F., Tromellini, E. (1992): Statistical assessment of trophic conditions.

- Application of the OECD methodology to the marine environment. In: Marine Coastal Eutrophication. Vollenweider, R.A., Marchetti, R., Viviani, R. (eds.), Elsevier, London, 211-233.
- Giovanardi, F., Vollenweider, R. A. (2004): Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas. *J. Limnol.* **63**: 199-218.
- Gómez, F., Echevarría, F., García, C. M., Prieto, L., Ruiz, J., Reul, A., Jiménez-Gómez, F., Varela, M. (2000): Microplankton distribution in the Strait of Gibraltar: coupling between organisms and hydrodynamic structures. *J. Plankton Res.* **22** (4) 603–617.
- Gómez, F. (2003): Checklist of Mediterranean Free-living Dinoflagellates. *Bot. Mar.* **46**: 215–242.
- Gómez, G., Gorsky, G. (2003): Annual microplankton cycles in Villefranche Bay, Ligurian Sea, NW Mediterranean. *J. Plankton Res.* **25**(4):323-339.
- Gotsis-Skretas, O., Frigilos, N. (1990): Contribution to eutrophication and phytoplankton ecology in the Thermaikos Gulf. *Thalassographica* **13**: 1-12.
- Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., Moraitou-Apostolopoulou, M., Ignatiades, L. (1999): Seasonal horizontal and vertical variability in primary production and standing stocks of phytoplankton and zooplankton in the Cretan Sea and the Straits of the cretan Arc (March 1994 - January 1995). *Prog. Oceanogr.* **44**: 625-649.
- Gray, J.S. (1992): Eutrophication in the sea. In: Marine eutrophication and population dynamics. Colombo, G., Ferrari, I., Ceccherelli, V., Russi, R. (eds.), Oslen and Oslen publishers, Fredensborg, 3-15.
- Håkanson, L. (1994): A review of effect – dose - sensitivity models for aquatic ecosystems. *Int. Rev. Hydrobiol.* **79**: 621-667.
- Hansson, L. A., Carpenter, S.R. (1993): Relative importance of nutrient availability and food-chain for size and community composition in phytoplankton. *Oikos* **67**: 257–263.
- Harding, Jr. L.W., Degobbis, D., Precali, R. (1999): Production and fate of phytoplankton: annual cycles and interannual variability. In: Ecosystems at the Land-Sea Margin: Drainage Basin to Coastal Sea. Malone T., Malej, A., Harding, Jr. L.W., Smolaka, N., Turner, E. (eds.), *Coast. Estuarine Stud.* **55**: 131-172.

- Hasle, G.R., Syvertsen, E.E. (1996): Marine diatoms. In: Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Thomas, C. R. (eds.), Academic Press, San Diego, 5-385.
- Hecky, R.E., Kilham, P. (1998): Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment. *Limnol. Oceanogr.* **33**: 796-822.
- Honsell, G., Cabrini, M. (1990): Il fitoplancton durante il "mare sporco" dell'agosto 1988 nel Golfo di Trieste (Adriatico settentrionale). *Boll. Soc. Adriatic Sci.* **72(5)**:1-11.
- Honsell, G., Boni, L., Cabrini, M., Pompei, M. (1992): Toxic or potentially toxic dinoflagellates from the Northern Adriatic Sea. *Bot. Mar.* **34**: 167-175.
- Honsell, G. (1993): First report of *Alexandrium minutum* in Northern Adriatic waters (Mediterranean Sea). In Toxic phytoplankton blooms in the sea. Smaydam, T., Shimizu, Y. (eds.), Elsevier Sci. Pub., 127-132.
- Hooper, F. F. (1969): Eutrophication indices and their relation to other indices of ecosystem change. In: Eutrophication: Causes, consequences and correctives. National Academy of Sciences, Washington, DC, 225-235.
- Hustedt, F. (1930a): Die Kieselalgen Deutschlands, Ostereich und der Schweiz, In: Rabenhorst's kryptogamen-Flora Deutschlands, Ostereich und der Schweiz. Hustedt, F. (eds.), Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig, **7 (1)**: 1-920, **7 (2)**: 1-845.
- Hustedt, F. (1930b): Bacillariophyta In: Die Susswasserflora Mitteleuropas. Pascher, A. (eds.), **10**: 1-466, fig. 1-875, Jena.
- Ignatiades, L. (1976): The standing stock of diatoms and dinoflagellates in the oligotrophic waters of Southern Aegean Sea. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.* **61**: 193-199.
- Ignatiades, L., Karydis, M., Vounatsou, P. (1992): A possible method for evaluating Oligotrophy and Eutrophication based on nutrient concentrations. *Mar. Pollut. Bull.* **24(5)**: 238-243.
- Ignatiades, L., Georgoulou, D., Karydis, M. (1995): Description of a phytoplanktonic community of the oligotrophic waters of SE Aegean Sea (Mediterranean), P.S.Z. *J. Mar. Ecol.* **16**: 13-26.
- Ignatiades, L. (2005): Scaling the trophic status of the Aegean Sea, eastern Mediterra-

- nean, *J. Sea Res.* **54**: 51-57.
- Ignatiades, L., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., Krasakopoulou, E. (2009): Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large-scale longitudinal east–west transect of the Mediterranean Sea. *J. Plankton Res.* **31** (4): 411-428.
- Jacques, G., Sournia, A. (1979): Les „eaux rouges” dues au phytoplancton en Mediterranee. *Vie Milieu* **28-29** (Ser. AB): 175-187.
- Jasprica, N., Carić, M. (2001): Planktonic diatoms and their relation to environmental factors at three stations in the southern Adriatic, Mediterranean Sea. In: Lange-Bertalot Festschrift: Studies on diatoms. Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A., Compere, P. (eds.), Gantner Ruggell, Berlin, 513-516.
- Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C., Wright, S.W. (1997): Phytoplankton pigments in Oceanography. UNESCO Publishing ISBN 92-3-103275-5. 1-661.
- Jorgensen, E. (1920): Mediterranean Ceratia. *Rap. Dan . Oceanogr. Exped. Medit . (Thor)*, **2**: 1-110.
- Karaman, G., Gamulin-Brida, H. (1970): Contribution aux recherches des biocenoses benthiques du golfe de Boka kotorska. *Stud. Mar.* **4**: 3-42.
- Karydis, M., Ignatiades, L., Moschopoulou, N. (1983): An index associated with nutrient eutrophication in the marine environment. *Est. Coast. Shelf Sci.* **16**: 339-344.
- Karydis, M. (1999): Evaluation report on the eutrophication level in coastal Greek areas. University of the Aegean, Mytilini, February 1999 (in Greek).
- Karydis, M. (2001): Assessing levels of eutrophication: A short review on quantitative methodology. *Biologia Gallo- Hellenica*, **27**: 135-144.
- Katechakis, A., Stibor, H., Sommer, U., Hansen, T. (2004): Feeding selectivities and food niche separation of *Acartia clausi* , *Penilia a virostris* (Crustacea) and *Doliolum d enticulatum* (Thaliacea) in Blanes Bay (Catalan Sea, NW Mediterranean). *J. Plankton Res.* **26**: 589–603.
- Kepkay, P.E. (2000): Colloids and the ocean carbon cycle: In: The handbook of environmental chemistry. Hutzinger, O. (eds.), Springer Verlag, Berlin. **5**: 35-56.
- Kimor, B., Berman, T., Schneller, A. (1987): Phytoplankton assemblages in the deep chlorophyll maximum layers off the Mediterranean coast of Israel.. *J. Pla-*

- nkton Res.* **9**: 433-443.
- Kjørboe, T., Kaas, H., Kruse, B., Møhlenberg, F., Tiselius, P., Ærtebjerg, G. (1990): The structure of the pelagic food web in relation to water column structure in the Skagerrak. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **59**: 19-32.
- Kiselev, I.A. (1950): Pancirnie zguticonosci (Dinoflagellata) morei I presnih vod SSSR. Izdatelstvo AN SSSR, Moskva-Leningrad, 1-280.
- Kitsiou, D., Karydis, M. (2000): Categorical mapping of marine eutrophication based on ecological indices. *Sci. Total Environ.* **255**: 113-127.
- Kitsiou, D., Karydis, M. (2001): Marine eutrophication: a proposed data analysis procedure for assessing spatial trends. *Environ. Monit. Assess.* **68**: 297-312.
- Kitsiou, D., Karydis, M. (2002): Multi- dimensional evaluation and ranking of coastal areas using GIS and multiple criteria choice methods. *Sci. Total Environ.* **284**: 1-17.
- Kontas, A., Küçüksezgin, F., Altay, O., Uan, E. (2004): Monitoring of eutrophication and nutrient limitation in the Izmir Bay (Turkey) before and after wastewater treatment plant. *Environ. Int.* **29**:1057–1062.
- Kormas, K.A., Garametsi, V., Nicolaidou, A. (2002): Size-fractionated phytoplankton chlorophyll in an Eastern Mediterranean coastal system (Maliakos Gulf, Greece). *Helgol. Mar. Res.* **56**:125–133.
- Krebs, C.J. (2001): Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Benjamin/Cummings, San Francisco, 1-695.
- Krivokapić, S. (2005a): Dinamika biomase fitoplanktona i nutrijenata kao indikatora stepena trofičnosti u unutrašnjem dijelu Bokokotorskog zaliva. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju. Novi Sad, 1-144.
- Krivokapić, S., Vuksanović, N., Stanković, Ž. (2005b): Chlorophyll *a* and trophic level in Kotor Bay. 34<sup>th</sup> Conference “Water 2005“, Kopaonik, 07-10 June, Conference Proceedings, 351-354.
- Krivokapić, S., Vuksanović, N., Stanković, Ž. (2006): Dynamics of nutrients and chlorophyll *a* in the inner part of Boka Kotorska Bay. 35<sup>th</sup> Conference “Water 2006“, Zlatibor, 06-09 June, Conference Proceedings, 295-300.
- Krivokapić, S., Vuksanović, N., Stanković, Ž. (2007a): Dendogram analysis of physico-



- chemical and biological parameters in the inner part of Boka Kotorska Bay. 36<sup>th</sup> Conference “Water 2007“, Tara, 26.-29. June, Conference Proceedings, 259-262.
- Krivokapić, S., Vuksanović, N., Stanković, Ž. (2007b): Principal component analysis physico-chemical and biological parameters in the inner part of Boka Kotorska Bay. *Rap. Comm. int. Mer Méd it.* (CIESM), 9-13 April, Istanbul, Turkey, **38**: 118 p.
- Krivokapić, S. (2008): Chlorophyll *a* as biomass indicator in the Boka Kotorska Bay. Proceeding of BALWOIS 2008 (27-31 May 2008, Ohrid, Macedonia), [http://balwois.com/balwois/administration/full\\_paper/ffp-937.pdf](http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-937.pdf) .
- Krivokapić, S., Pestorić, B., Drakulović, D. (2009a): Chlorophyll *a* and eutrophication in Kotor Bay. 38th Conference “Water 2009“, Zlatibor, 8-10 June, Conference Proceedings, 291-295.
- Krivokapić, S., Stanković, Ž., Vuksanović, N. (2009b): Seasonal variations in chlorophyll *a* and nutrients in the inner part of Boka Kotorska Bay (Adriatic Sea). *Acta Bot. Croat.* **68(1)**: 45-55.
- Krivokapić, S. (2010a): Planktonic chlorophyll *a* and eutrophication in the Kotor Bay. In Proceeding of South-eastern Europe Programme Symposium: From the First to the Final Meeting, 24-28 May, Cavtat, Croatia, 4 p.
- Krivokapić, S., Pestorić, B., Drakulović, D. (2010b): Temporal variability of nutrients and chlorophyll *a* in the Boka Kotorska Bay, Eastern Adriatic sea. Proceeding of BALWOIS 2010 (25-29 May, Ohrid, Macedonia) [http://balwois.com/balwois/administration/full\\_paper/ffp-1651.pdf](http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1651.pdf) .
- Krivokapić, S., Pestorić, B., Drakulović, D., Vuksanović, N. (2010c): Subsurface chlorophyll *a* maxima in the Boka Kotorska Bay. *Biotechnol Biotec. Eq.* 24: 181-185.
- Krivokapić, S., Pestorić, B., Bosak, S., Kušpilić, G., Wexels Riser, C. (2011): Trophic state of Boka Kotorska Bay (South-Eastern Adriatic Sea). *Fresenius Environ. Bull.* 20 (8): 1960-1969.
- Krom, M. D., Kress, N., Brenner, S., Gordon, L. I. (1991): Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.* 36: 424-432.

- Krom, M.D., Emeis, K. C., Van Cappellen, P. (2010): Why is the Eastern Mediterranean phosphorus limited? *Prog. Oceanogr.* 85: 236–244.
- Lakkis, B., Novel – Lakkis, V. (1980): Composition, annual cycle and species diversity of the phytoplankton in Lebanese coastal water. *J. Plankton Res.* 3: 123–136.
- Lean, D.R.S., Pick, F.R. (1981): Photosynthetic response of lake plankton to nutrient enrichment: A test for nutrient limitation. *Limnol. Oceanogr.* 26: 1001-1019.
- Legović, T.I., Justić, D. (1997): When do phytoplankton blooms cause the most intense hypoxia in the Northern Adriatic Sea? *Oceanol. Acta* 20: 91–99.
- Lepetić, V.(1965): Sastav i sezonska dinamika ihtiobentosa i jestivih avertebrata u Bokokotorskom zalivu i mogućnost njihove eksploatacije. *Stud. Mar.* 1: 3-127.
- Levinton, J.S. (2001): Marine biology: Function, biodiversity, ecology. Oxford University Press, New York. 1-515.
- Likens, G.E. (1992): The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse. Excellence in Ecology, Book 3. Ecology Institute, Oldendorf-Luhe, Germany, 1-166.
- Lucas, L.V., Koseff, J.R., Monismith, S.G., Cloern, J.E., Thompson, J.K. (1999): Processes governing phytoplankton blooms in estuaries. I. The local production –loss balance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 187: 17-30.
- Lucas, C.H., Widdows, J., Brinsley, M.D., Salkeld, P.N., Herman, P.M.J. (2000): Benthic pelagic exchanged of microalgae at a tidal flat. 1. Pigment analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 196: 59-73.
- Lucas, C.H., Banham, C., Holligan, P.M. (2001): Benthic-pelagic exchange of microalgae at a tidal flat. 2. Taxonomic analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 212: 39-52.
- Ludwig, A.J., Reynolds, J.F. (1988): Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. John Wiley and Sons, New York. 1-337.
- Lučić, D., Pestorić, B., Malej, A., Lopez-Lopez, L., Drakulović, D., Onofri, V., Miloslaović, M., Gangai, B., Onofri, I., Benović, A. (2011): Mass occurrence of the ctenophore *Bolinopsis vitrea* (L. Agassiz, 1860) in the nearshore southern Adriatic Sea (Kotor Bay, Montenegro). *Environ. Monit. Assess.*, doi 10.1007/s10661-011-2301-6
- Magaš, D. (2002): Natural-geographic characteristics of the Boka Kotorska area as the basis of development. *Geoadria* 7: 51-81.

- Magazzu, G. (1981): Tentativo per la definizione di limiti biologici e biochimici in ecosistemi con tendenza all'eutrofizzazione. *Quad. Lab. Technol. Pesca* **3** (suppl.1): 367-380.
- Magurran, A. E. (2004): Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Publishing: 1-256.
- Mandić, S., Stjepčević, J. (1972): Sezonska distribucija i sastav fitoplanktona u priobalnim vodama Bokokotorskog zaliva u jednogodišnjem ciklusu. *Poljoprivreda i šumarstvo*, **18**: 57-76.
- Mandić, S., Regner, D., Regner, S., Joksimović, A., Kljajić, Z., Gojković, M. (2001): Elaborat: Istraživanje, korišćenje, i zaštita litoralnog područja Južnog Jadrana. Institut za biologiju mora, Kotor. Projekat OSI-267. Završni Izvještaj: 1-94.
- Mangoni, M., Modigh, M., Možetić, P., Bergamasco, A., Rivaro, P., Saggiomo, V. (2008): Structure and photosynthetic properties of phytoplankton assemblages in a highly dynamic system, the Northern Adriatic Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.* **77**: 633-644.
- Marasović, I., Vukadin, I. (1982): "Red tide" in the Vranjic basin (Kaštela Bay). *Bilješke-Notes* **48**: 1-7.
- Marasović, I. (1989): Encystment and excystment of *Gonaulax polyedra* during red tide. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **28**: 35-41.
- Marasović, I., Gačić, M., Kovačević, V., Krstulović, N., Kušpilić, G., Pucher-Petković, T., Odžak, N., Šolić, M. (1991): Development of the red tide in the Kaštela Bay (Adriatic Sea). *Mar. Chem.* **32**: 375-385.
- Marasović, I., Ninčević, Ž., Odžak, N. (1995): The effect of temperature on bloom of *Lingulodinium polyedra* and *Alexandrium minutum* in Kaštela bay. In Harmful marine algal blooms. Lassus, P., Arzul, G., Erard-Le Denn, E., Gentien, P., Marcaillou-Le Baut, C. (eds.), Lavoisier Science Publishers, Paris, 187-192.
- Marasović, I., Ninčević, Ž., Kušpilić, G., Marinović, S., Marinov, S. (2005): Long-term changes of basic biological and chemical parameters at two stations in the middle Adriatic. *J. Sea Res.* **54**:3-14.
- Marchetti, R., Gaggino, G. F., Provini, A. (1988): Red tides in the NW Adriatic. *MAP Tech. Rep. Ser.* **21**: 133-142.
- Margalef, R. (1958): Information theory in ecology. *Gen. Syst.* **3**: 36-71.

- Mauri, E., Poulain, P. M. (2001): Northern Adriatic Sea surface circulation and temperature /pigment fields in September and October 1997. *J. Mar. Syst.* **29**: 51-67.
- Meybeck, M., Dürr, H., Roussennac, S., Ludwig, W. (2007): Regional seas and their interception of riverine fluxes to oceans. *Mar. Chem.* **106**: 301–325.
- Milojević, Ž.B. (1953): Boka Kotorska. Zbornik radova Geografskog institute SAN. Beograd, 120-145.
- Morović, M. (2002): Seasonal and interannual variations in pigments in the Adriatic Sea. *Proc. Indian Acad. Sci.* **111(3)**: 215-225.
- Morris, R.J., Mc Cartney, M.J., Joint, I.R., Robinson, G.A. (1985): Further studies of spring phytoplankton bloom in an enclosed experimental ecosystem. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **86**: 151-170.
- Možetić, P., Fonda Umani, S., Cataletto, B., Malej, A. (1998): Seasonal and inter-annual plankton variability in the Gulf of Trieste (northern Adriatic). *J. Mar. Sci.* **55**: 711–722.
- Možetić, P., Fonda Umani, S., Kamburska, L. (2002): Plankton variability in the gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Archo. Oceanogr. Limnol.* **23**: 7-19.
- Mura, M. P., Agusti, S., Cebrian, J., Satta, M.P. (1996): Seasonal variability of phytoplankton biomass and community composition in Blanes Bay (1992-1994). *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* **22**: 23-29.
- Ninčević, Ž., Marasović, I. (1998): Chlorophyll a and primary production of size fractionated phytoplankton in the middle Adriatic Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* (CIESM), 1-5 June, Dubrovnik, Croatia, **35**: 472–473.
- Nival, P. (1965): Sur le cycle de *Dictyocha fibula* dans les eaux de surface de la rade de Villefranche-sur-Mer. *Cah. Biol. Mar.* **6**: 67–82.
- Nixon, S. W. (1995): Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia* **41**: 199-219.
- Nybakken, J. W. (2001): Marine biology: an ecological approach. Benjamin Cummings, San Francisco. 1-496.
- Obernosterer, I., Herndl, G. J. (1995): Phytoplankton extracellular release and bacterial growth: dependence on the inorganic N:P ratio. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **116**: 247–257.

- O.E.C.D. (1982): Eutrophication of Water, Monitoring Assessment and Control. Organization of Economic Co-operation and Development, Paris.
- Orlić, M., Gačić, M., La Violette, P.E. (1992): The current and circulation of the Adriatic Sea. *Oceanol. Acta* **15**: 109–124.
- Orlić, M., Dadić, V., Grbec, B., Leder, N., Marki, A., Matić, F., Mihanović, H., Paklar, G. B., Pasarić, M., Pasarić, Z., Vilibić, I. (2007): Wintertime buoyancy forcing, changing seawater properties, and two different circulation systems produced in the Adriatic. *J. Geophys. Res. C* **112**: C03S07.
- OSPAR (2001): Draft common assessment criteria and their application within the comprehensive procedure of the common procedure. Meeting of The Eutrophication Task Group, London, 9-11 October 2001. Ospar Convention for the Protection of the Marine Environment of the North- East Atlantic.
- OSPAR (2003): Strategies of the OSPAR Commission for the protection of the Marine Environment of the North – East Atlantic (Reference number 2003-21) In: OSPAR Convention for the protection of the marine environment of the North East Atlantic: Ministerial Meeting of the OSPAR Commission Bremen: 25 June 2003 Vol. Annex 31 (Ref. B-4.2).
- Parson, T. R., Harrison, P. J., Waters, R. (1978): An experimental simulation of changes in diatom and flagellate blooms. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **32**: 285-294.
- Pavillard, D.J. (1925): Bacillariales. *Rep. Danish ocean Exped. Medit.*, 1908-1910, **2**: 1-72.
- Pavela-Vrančić, M., Ujević, I., Gladan, Z.N., Furey A. (2006): Accumulation of phycotoxins in the mussel *Mytilus galloprovincialis* from the central Adriatic Sea. *Croat. Chem. Acta* **79**: 291 - 297.
- Pearl, H. W., Zehr, J.P. (2000): Marine nitrogen fixation. In: Microbial ecology of the oceans. Kirchman, D.L. (eds.), Wiley-Liss, New York, 387-426.
- Penna, A., Berluti, S., Penna, N., Magnani, M. (1999): Influence of nutrient ratios on the in vitro extracellular polysaccharide production by marine diatoms from the Adriatic Sea. *J. Plankton Res.* **21**: 1681-1690.
- Peragallo, H., Peragallo, M. (1965): Diatomees de France et des districts maritimes voisins. A. Asher et Co. (reimpression), Amsterdam. 1-539.
- Pettine, M., Patrolecco, L., Camusso, M., Crescenzo, S. (1998): Transport of carbon

- and nitrogen to the northern Adriatic sea by the Po River. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **46**: 127-142.
- Pettine, M., Casentini, B., Fazi, S., Giovanardi, F., Pagnota, R. (2007): A revisit of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water Framework Directive: Application to Italian coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* **54**: 1413-1426.
- Piebler, M.F., Twomey, L.J., Hall, N.S., Paerl, H.W. (2004): Impacts of inorganic nutrient enrichment on phytoplankton community structure and function in Pamlico Sound, NC, USA. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **61**:197–209.
- Pistocchi, R., Cangini, M., Totti, C., Urbani, R., Guerrini, F., Romagnoli, T., Sist, P., Palamidesi, S., Boni, L., Pompei, M. (2005): Relevance of the dinoflagellate *Gonyaulax fragilis* in mucilage formations of the Adriatic Sea. *Sci. Total Environ.* **353**: 307– 316.
- Polat, S. (2002): Nutrients, Chlorophyll a and Phytoplankton in the Iskenderun Bay (Northeastern Mediterranean). *Mar. Ecol.* **23(2)**: 115–126.
- Polat, S., Perçin Piner, M. (2002): Nutrients and phytoplankton in the Babadillimani Bight, northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Indian J. Mar. Sci.* **31(3)**:188–194.
- Polat, S., Akiz, A. (Piner), Olgunoğlu, M. P. (2005): Daily variations of coastal phytoplankton assemblages in summer conditions of the northeastern mediterranean (Bay of Iskenderun) . *Pak. J. Bot.* **37(3)**: 715-724.
- Price, A. L., Patterson, N. J., Plenge, M. R., Weinblatt, M. E., Shadick, N. A., Reich, D. (2006): Principal components analysis corrects for stratification in genome-wide association studies. *Nat. Genet.* **38**: 904–909.
- Primpas, I., Karydis, M., Tsirtsis, G. (2008): Assessment of clustering algorithms in discriminating eutrophic levels in coastal waters, *Global Nest. J.* **10(3)**: 359-365.
- Primpas, I., Karydis, M. (2009): Improving statistical distinctness in assessing trophic levels: the development of simulated normal distributions. *Environ. Monit. Assess.* doi 10.1007/s10661-009-1177-1.
- Primpas, I., Tsirtsis, G., Karydis, M., Kokkoris, G.D. (2010): Principal component analysis: Development of a multivariate index for assessing eutrophication according to the European water framework directive. *Ecol. Indic.* **10**: 178-183.

- Pucher-Petković, T., Marasović, I. (1980): Développement des populations phytoplannctoniques caracteristiques pour un milieu eutrophisé (Baie de Kastelam Adriatique centrale). *Acta Adriat.* **21**: 79-93.
- Pucher-Petković, T., Marasović, I. (1987): Contribution á la connaissance d'une pousse é extraordinaire d'algues unicellulaires (Adriatique Septentrionale). *Centro* **1(3)**:33-44.
- Puigserver, M. G., Ramon, G. G., Moýa, G. A., Martinez-Taberner, A. (2002): Planktonic chlorophyll a and eutrophication in two Mediterranean littoral system (Mallorca Island, Spain). *Hydrobiologia* **475/476**: 493-503.
- Raicich, F. (1996): A study of the freshwater balance of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.* **9**: 305-319.
- Rampi, L., Bernhard, M. (1978): Key for determination of Mediterranean diatoms. C. N. E. N., RT/BIO **1**: 1-71.
- Regner, D., Vuksanović, N., Dutina, M., Stjepcević, B., Šestović, K. (1998): Kvalitet mora i stepen zagađenja priobalnog južnog Jadrana, JAZU: 27-46.
- Regner, D., Vuksanović, N., Stjepčević, B., Dutina, M. (2000): The present results of pollution investigatin in the Montenegrin coastal sea. 29<sup>th</sup> Conference "Water 2000" Tara, 7-9 June, Conference Proceedings, 155-158.
- Regner, D., Vuksanović, N., Stjepčević, B., Dutina, M. (2001): Ecological investigation of the Montenegrin coastal sea throughout summer, 2000. 30<sup>th</sup> Conference "Water 2001", Arandelovac, 12-15 June, Conference Proceedings, 314-319.
- Regner, D., Vuksanović, N., Stjepčević, B., Joksimović, D. (2005): Perennial ecological investigations in coastal Montenegrin waters and their significance for evaluation of sea quality. 34<sup>th</sup> Conference "Water 2005", Kopaonik, 7-10 June, Conference Proceedings, 329-334.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1976a): The effects of Po river discharge on the phytoplankton dynamics of the northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.* **34**: 259-271.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1976b): Temporal succession of phytoplankton in the Northern Adriatic. *Neth. J. Sea Res.* **10**: 377-396.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1980): Microplankton diversity indices as indicators of eutrophication in the northern Adriatic Sea. *Hydrobiologia* **70**: 277-286.
- Revelante, N., Williams, W. T., Gilmartin, M. (1984): A numerical assesment of the te-

- temporal and spatial distribution of phytoplankton assemblages in the northern Adriatic Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **77**:137-150.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1985): Possible phytoplankton species as indicators of eutrophication in the northern Adriatic Sea. *Rapp.Comm. int. Mer Médit.*(CIESM), 11-19 October, Lucern, Switzerland, **29**:89–91.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1991): The phytoplankton composition and population enrichment in gelatinous “macroaggregates” in the northern Adriatic during summer 1989. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **146**: 217-233.
- Revelante, N., Gilmartin, M. (1992): The lateral advection of particulate organic matter from the Po delta region during summer stratification, and its implications for the Northern Adriatic. *Est. Coast. Shelf Sci.* **35**: 191-212.
- Ricard, M. (1989): Atlas du phytoplancton marin / Diatomophycees / Vol. 2. Editions du CNRS, Paris, 1-297.
- Riđanović, J., Rendulić, I., Šimunović, V. (1999): Hrvatski Jadran u sklopu novog teritorijalnog ustroja. Hrvatske Konferencije o vodama, Dubrovnik, Zbornik radova 2, 269 - 276.
- Rijstenbil, J. W. (1988): Selection of phytoplankton species in culture by gradual salinity changes. *Neth. J. Sea Res.* **22**: 291-300.
- Rodhe, W. (1969): Crystallization of eutrophication concepts in Northern Europe. In: Eutrophication: Causes, consequences and correctives. National Academy of Sciences, Washington, DC, 50-64.
- Rubino, F., Sracino, O. D., Moscatello, S., Belmonte, G. (2009): An integrated water/sediment approach to study plankton (a case study in the southern Adriatic Sea). *J. Mar. Syst.* **78**: 536-546.
- Sancetta, C. (1989): Spatial and temporal trends of diatoms flux in British Columbian fjords. *J. Plankton Res.* **11**: 503-520.
- Savicki, L. (1924): Postanak Boke Kotorske. Glasnik Srpskog geografskog društva. Sv.1. Beograd.
- Schiller, J. (1930): Coccolithineae. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Kolkwitz, R. (eds.). Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Leipzig, 89-273.
- Schiller, J. (1933): *Dinoflagellatae (Peridinae)*. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora



- von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Kolkwitz, R. (eds.). Akademisch Verlagsgesellschaft, m. b. H. Leipzig, I: 617; II: 589,
- Shriadah, M. A. (2001): Hydrochemical characteristic of the United Arab Emirates waters along the Arabian Gulf and the Gulf of Oman. *Acta Adriat.* **42**: 93-102.
- Simboura, N., Panayotidis, P., Papathanassiou, E. (2005): A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: the case of Saronikos Gulf. *Ecol. Indic.* **5**: 253-266.
- Simon, M., Grossart, H. P., Schweitzer, B., Ploug, H. (2002): Microbial ecology of organic aggregates in aquatic ecosystems. *Aquat. Microb. Ecol.* **28**: 175– 211.
- Siokou-Frangou, I., Bianchi, M., Christaki, U., Christou, E.D., Giannakourou, A., Gotsis, O., Ignatiades, L., Pagou, K., Pitta, P., Psarra, S., Souvermezoglou, E., Van Wambeke, F., Zervakis, V. (2002): Carbon flow in the planktonic food web gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea). *J. Mar. Syst.* **33–34**:335 – 353.
- Smayda, T.J. (1997): Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnol. Oceanogr.* **42**: 1137-1153.
- Smith, V.H. (2003): Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems. A global problem. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **10**: 1-14.
- Smodlaka, N. (1986): Primary production of the organic matter as an indicator of the eutrophication in the northern Adriatic Sea. *Sci. Tot. Environ.* **56**: 211–220.
- Sorokin, Y.I. (2002): The Black Sea: ecology and oceanography. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1-855.
- Sournia, A. (1973): La production primaire planctonique en Mediterranee. Essai de mise a jour. *Bull. Etude. Comm. Mediterr.* **5**: 1-128.
- Sournia, A. (1982): Is there a shade flora in the marine plankton? *J. Plankton Res.* **4**: 391-399.
- Sournia, A. 1989: Atlas du phytoplancton marin. Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées. Vol.1. Editions du CNRS, Paris, 1-219.
- Sournia, A., Belin, C., Berland, B., Erard-Le Denn, E., Gentien, P., Grzebyk, D., Marcaillou-Le Baut, C., Lassus, P., Partensky, F. (1991): Le phytoplancton nuisible des cotes de France. CNRS, IFREMER, Plouzane, 1-154.

- Souvermezoglou, E., Krasakopoulou, E., Pavlidou, A. (1999): Temporal variability in oxygen and nutrient concentrations in the Southern Aegean and the Straits of the Cretan Arc. *Prog. Oceanogr.* **44**: 573-600.
- Spatharis, S., Tsirtsis, G. (2010): Ecological quality scales based on phytoplankton for the implementation of Water Framework Directive in the Eastern Mediterranean. *Ecol. Indic.* **10**: 840–847.
- Steele, J.H. (1974): The structure of marine ecosystems. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1-128.
- Steidinger, K.A. (1983): A re - evaluation of toxic dinoflagellate biology and ecology. *Prog Phycol. Res.* **2**: 147-188.
- Stjepčević, J., Žunjić, V. (1964): Bokokotorski zaliv-fiziografske osobine. Godišnjak geografskog društva SR Crne Gore. Cetinje.
- Stjepčević, J. (1967): Makro-Mollusca Bokokotorskog zaliva. *Stud. Mar.* **2**:3-64.
- Stjepčević, J. (1974): Ekologija dagnje *Mytilus galloprovincialis* LAMK. i kamnenice *Ostrea edulis* L. u gajilištima Bokokotorskog zaliva. *Stud. Mar.* **7**:3-164.
- Stojanoski, L., Vukadin, I. (1996): Concentration of oxygen and nutrient salts. *Acta. Adriat.* **37**:109-113.
- Strickland, J. D. H., Parsons, T. R. (1972): A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Bull. Fish Res. Board Can.* **167**: 1–310.
- Supić, N., Đakovac, T., Krajcar, V., Kuzmić, M., Precali, R. (2006): Effects of extensive Po river discharge in the northern Adriatic. *Fresenius Environ. Bull.* **15**: 193–199.
- Subba Rao, D. V. (2002): Scales and sampling pelagic biota. In: Pelagic Ecology Methodology. Subba Rao, D. V. (eds.), Swets and Zeitlinger Publ, Tokyo, 1 –10.
- Svensen, C., Viličić, D., Wassmann, P., Arashkevich, E., Ratkovac, T. (2007): Plankton distribution and vertical flux of biogenic matter during high summer stratification in the Krka estuary (Eastern Adriatic). *Est. Coast. Shelf Sci.* **71**: 381-390.
- Štirn, J. (1969): Prilog poznavanju kvantiteta i raspodjele pelagijske biomase u sjevernom Jadranu. *Thalassia Jugosl.* **5**: 361-367.
- Šupraha, L., Bosak, S., Ljubešić, Z., Olujić, G., Horvat, L., Viličić, D. (2011): The phytoplankton composition and spatial distribution in the north-eastern

- Adriatic Channel in autumn 2008. *Acta Adriat.* **52(1)**: 29 – 44.
- Teggacia, N., Teggacia, T. (1983): Chronological series of hydrological data on the northern and central Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.* **290**: 69-80.
- Thingstad, T.F., Sackshaug, E. (1990): Control of phytoplankton growth in nutrient recycling ecosystems. Theory and terminology. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **63**: 261–272
- Thingstad, F.T., Rassoulzadegan, F. (1995): Nutrient limitations, microbial food webs, and “biological C-pumps”: Suggested interactions in a P-limited Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **117**: 299–306.
- Thingstad, T.F. (1998): A theoretical approach to structuring mechanisms in the pelagic food web. *Hydrobiologia* **363**: 59–72.
- Thingstad, F.T., Rassoulzadegan, F. (1999): Conceptual models for the biogeochemical role of the photic zone microbial food web, with particular reference to the Mediterranean Sea. *Prog. Oceanogr.* **44**: 271–286 .
- Thingstad, F.T., Krom, M.D., Mantoura, R.F.C., Flaten, G., Groom, S., Herut, B., Kress, N., Law, C. S., Pasternak, A., Pitta, P., Psarra, S., Rassoulzadegan, F., Tanaka, T., Tselepides, A., Wassmann, P., Woodward, E. M. S., Wexels-Riser, C., Zodiatis, G., Zohar, T. (2005): Nature of phosphorus limitation in the ultraoligotrophic Eastern Mediterranean. *Science* **309**: 1068–1071.
- Timms, R.M., Moss, B. (1984): Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous fish, in a shallow wetland ecosystem. *Limnol. Oceanogr.* **29**: 472 -486.
- Totti, C., Cavolo, F., Marzocchi, M., Solazzi, A. (1993): Phytoplankton populations during dirty sea phenomenon in Northern Adriatic Sea (summer 1989). *Quad. Ist. Ric. Pesca Maritt.* **5(2)**: 99–118.
- Totti, C., Civitarese, G., Acri, F., Barletta, D., Candelari, G., Paschini, E., Solazzi, A. (2000): Seasonal variability of phytoplanktons in the middle Adriatic sub-basin. *J. Plankton Res.* **22(9)**:1735– 1756.
- Totti, C., Cucchiari, E.M., Romagnoli, T. (2002): Intra and interannual variability of phytoplankton in coastal area of Senigallia (northern Adriatic Sea) from 1988 to 2000. *Biol. Mar. Medit.* **9(1)**:391– 399.

- Totti, C., Cangini, M., Ferrari, C., Kraus, R., Pompei, M., Pugnetti, A., Tiziana Romagnoli, T., Vanucci, S., Socal, G. (2005): Phytoplankton size distribution and community structure in relation to mucilage occurrence in the northern Adriatic Sea. *Sci. Total Environ.* **353**: 204–217.
- Travers, A., Travers, M. (1975): Catalogue du microplancton du Golfe de Marseille. *Int. Rev. Gesamten. Hydrobiol.* **60**: 251-276.
- Tregouboff, G., Rose, M. (1957): Manuel de planctologie mediterrannee 1, 2. centre National de la Recherche Scientifique, Paris.33-128.
- Turner, J.T., Anderson, D.M. (1983): Zooplankton grazing during dinoflagellate bloom in a Cape Cod embayment, with observations of predation upon tintinnids by copepods. *Mar. Ecol. Naples* **4**: 359 - 374.
- Turley, C. M. (1999): The changing Mediterranean Sea sensitiveecosystem? *Prog. Oceanogr.* **44**: 387– 400.
- UNEP (1989): State of the Mediterranean marine environment. MAP Technical Series No.28, UNEP, Athens. 1-52 .
- UNEP (1994): Monitoring program of the Eastern Adriatic coastal Sea. MAP Technical reports Series No. 86. UNEP, Athens. 1-316.
- UNEP (2003): Eutrophication monitoring strategy of MED POL UNEP (DEC) Med WG. 231/14, Athens. 1-32.
- UNESCO (1988): Eutrophication in the Mediterranean Sea: receiving capacity and monitoring of long term effects. *UNESCO Rep Mar Sci* **49**: 1-195.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik, *Mitt Int Ver Theor Angew Limnol* **9**:1–38.
- Vadrucci, R.V., Vignes, F., Fiocca, A., Basset, A., Santarpia, I., Carrada, G. C., Cabrini, M., Fonda Umani, S. (2003): Space–time patterns of co-variation of biodiversity and primary production guilds of coastal marine environments. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **13**: 489–506.
- Venediktov. P.S., Matorin, D.N., Vuksanović, N. (1989): Isledovanje fluorescencii i visokotemperaturnoi termoluminescencii hlorofila v Kotorskom zalive Adriaticeskogo morja. *Izvestia AN SSSR, Serija biologiceskaja*, **4**: 623-628.
- Viličić, D. (1981): Fitoplankton Malostonskog zaljeva Malog mora. Zbornik radova zavjetovanja “Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valorizovanja”,

- Dubrovnik, 77-88.
- Viličić, D. (1982): Qualitative and quantitative analysis of the phytoplankton in the Southern Adriatic, September-October 1979. *Acta Adriat.* **23(1/2)**: 75-88.
- Viličić, D. (1983): Zimski aspekt vegetacije fitoplanktona u Kotorskom zaljevu – The Winter Aspect of Phytoplankton Vegetation in the Bay of Kotor. *Stud. Mar.* **13-14**: 37-51.
- Viličić, D. (1984): Phytoplankton communities of the South Adriatic in the greater vicinity of Dubrovnik. *Acta Bot. Croat.* **43**: 175-189.
- Viličić, D. (1985): A Phytoplankton Study of Southern Adriatic Waters near Dubrovnik for the period from June 1979 to July 1980. *Centro* **1(2)**: 35-56.
- Viličić, D. (1986): A study of phytoplankton population density and cell volume in the Kotor Bay, the Southern Adriatic. *Stud. Mar.* **17-18**: 87-104.
- Viličić, D., Stojanoski, L. (1987): Phytoplankton response to concentration of nutrients in the central and southern Adriatic Sea. *Acta. Adriat.* **28 (1-2)**: 73-84.
- Viličić, D. (1989): Phytoplankton population density and volume as indicators of eutrophication in the eastern part of the Adriatic Sea. *Hydrobiologia* **174**: 117-132.
- Viličić, D. (1991): A study of phytoplankton in the Adriatic Sea after the July 1984 bloom. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* **76**: 197-211.
- Viličić, D., Leder, N., Gržetić, Z., Jasprica, N. (1995): Microphytoplankton in the strait of Otranto (eastern Mediterranean). *Mar. Biol.* **123**: 619–630.
- Viličić, D., Carić, M., Burić, Z., Olujić, G. (2001): Distribution of the nutrients and phytoplankton in the Karstic estuary (the Zrmanja river, eastern Adriatic Sea). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* (CIESM) 24-28 September, Monte-Carlo, **36**: 424 p.
- Viličić, D. (2003): Fitoplankton u ekološkom sustavu mora. Sveučilište u Zagrebu. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 1-195.
- Viličić, D., Bosak, S., Burić, Z., Caput-Mihalić, T. (2007a): Phytoplankton seasonality and composition along the coastal NE Adriatic Sea during the extremely low Po River discharge in 2006. *Acta Bot. Croat.* **66 (2)**: 101–115.
- Viličić, D., Ivančić, I., Bosak, S. (2007b): Toksični dinoflagelati u Lirskom zaljevu. Hrvatska konferencija o vodama. Opatija, Hrvatska, 46-60.

- Viličić, D., Terzić, S., Ahel, M., Burić, Z., Jasprica, N., Carić, M., Caput-Mihalić, K., Olujić, G. (2008): Phytoplankton abundance and pigment biomarkers in the oligotrophic eastern Adriatic estuary. *Environ. Monit. Assess.* **142**: 199–218.
- Viličić, D., Đakovac, T., Burić, Z., Bosak, S. (2009): Composition and annual cycle of phytoplankton assemblages in the northeastern Adriatic Sea. *Bot. Mar.* **52**: 291-305.
- Viličić, D., Šilović, T., Kuzmić, M., Mihanović, H., Bosak, S., Tomažić, I., Olujić, G. (2010): Phytoplankton distribution across the southeast Adriatic continental and shelf slope to the west of Albania (spring aspect). *Environ. Monit. Assess.* doi 10.1007/s10661-010-1659-1
- Vlahović, V. (1980): Hidrogeološke mogućnosti vodosnabdjevanja Crnogorskog primorja i Cetinja podizanjem elektrana na primorju. Glasnik odjeljenja prirodnih nauka CANU, **3**: 31-57.
- Vollenweider, R.A., Kerekis, J. (1982): Eutrophication of Waters. Monitoring, Assesment and Control. Organization fur Econimic Co-Operation and Development (O E C D). Paris.1-10.
- Vollenweider, R. A, Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A. (1998): Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a tropic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* **9**: 329–357.
- Vollenweider, R. A., Rinaldi, A., Montanari, G. (1992): Eutrophication, structure and dynamics of a marine coastal systems: results of ten-year monitoring along the Emilia-Romagna coast (Northwest Adriatic Sea). In: Marine Coastal Eutrophication - the Response of Marine Transitional Systems to Human Impact: Problems and Perspectives for Restoration. Vollenweider, R.A., Marchetti, R., Viviani, R. (eds.), Proceedings of an International Conference, 21-24 March, Bologna, Italy. *Sci. Total Environ.*(Suppl 1992): 63-106.
- Vukadin, I., Stojanoski, L. (2001): Phosphorus versus nitrogen limitation in the middle Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* 24-28 September, Monte-Carlo, **36**: 174.
- Vukanić, D., Dutina, M., Vuksanović, N. (1989): Contribution to the i nvestigations of the ecological characteristics and plankton of the Bay of Kotor. *Period. . Biol.*

**91 (1):** 125-126.

- Vuksanović, N. (1983): Sezonski aspekti procentualnog sastava fitoplanktonskih grupa u Kotorskom zalivu – Les aspects saisonniers de la composition des groups phytoplantoniques en pour-cent dans le Golfe de Kotor. *Stud. Mar.* **13-14:** 61-67.
- Vuksanović, N., Dutina, M. (1984): Prilog poznavanju fitoplanktona priobalnog pojasa Barske regije u proljećnoj sezoni 1978 i 1979. Bilten društva ekologa BiH, s. B, **2:** 15-19.
- Vuksanović, N., Dutina, M., Vukanić, D. (1990a): Dinamika populacija fitoplanktona u Kotorskom zalivu. Bilten Društva ekologa BiH, s. B, **6:** 181-184.
- Vuksanović, N., Dutina, M., Vukanić, D. (1990b): Prilog poznavanju fitoplanktona Tivatskog zaliva. Bilten Društva ekologa BiH, s. B, **5,** 185-188.
- Vuksanović, N. (2000): Quantitative aspect of phytoplankton as an indicator of eutrophication in the Boka Kotorska Bay throughout summer, 1999. 29<sup>th</sup> Conference “Water 2000”, Tara, 7-9 June, Conference Proceedings, 155-158.
- Vuksanović, N. (2001): Phytoplankton groups as indicators of eutrophication in the Boka Kotorska Bay. 30<sup>th</sup> Conference “Water 2001”, Arandelovac, 12-15 June, Conference Proceedings, 329-332.
- Vuksanović, N. (2002): Phytoplankton as indicator of eutrophication in coastal water of Montenegro in summer, 2001. 31<sup>th</sup> Conference “Water 2002” Vrnjačka Banja, 11-14 June, Conference Proceedings, 315-318.
- Vuksanović, N. (2003a): Florističko-ekološka istraživanja fitoplanktona Kotorskog zaliva. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Prirodno-matematički fakultet, Biološki fakultet Beograd, 1-122.
- Vuksanović, N. (2003b): Estimation of the phytoplankton quantity in the area of Montenegrin coastal sea as a consequence of eutrophication. 32<sup>th</sup> Conference “Water 2003”, Zlatibor, 3-6 June, Conference Proceedings, 383-386.
- Vuksanović, N. (2004): Changes of phytoplankton quantity in the Montenegrin coastal sea through summer, 2003. 33<sup>th</sup> Conference “Water 2004”, Borsko jezero, 08-11 June, Conference Proceedings, 415-418.
- Vuksanović, V., Krivokapić, S. (2005): Contribution to the knowledge of phytoplankton of Kotor Bay in the winter season 2004. 34<sup>th</sup> Conference “Water 2005”,

- Kopaonik, 07.-10. June, Conference Proceedings, 351-354.
- Vuksanović, V., Krivokapić, S. (2006): Phytoplankton situation in the outer part of Boka Kotorska Bay. 35<sup>th</sup> Conference "Water 2006" Zlatibor, 06-09 June, Conference Proceedings, 289-294.
- Zaghloul, F.A. (1996): Further studies on the assesment of eutrophication in Alexandria harbours Egypt. *Bull. Fac. Sci. (Alexandria Univ)*. **36**: 281-294.
- Zavatarelli, M., Raicich, F., Artegiani, A., Bregant, D., Russo, A. (1998): Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.* **18**: 227-263.
- Zavatarelli, M., Baretta, J.W., Baretta-Bekker, J.G., Pinardi, N. (2000): The dynamics of the Adriatic Sea ecosystem. An idealized model study. *Deep-Sea Res. Part I* **47**: 937-970.
- Zingone, A., Casotti, R., Rivera d'Alcala, M., Scardi, M., Marino, D. (1995): St Martin's summer: the case of an autumn phytoplankton bloom in the Gulf of Naples (Mediterranean Sea). *J. Plankton Res.* **17**: 575-593.
- ZBM (Zavod za biologiju mora) (1984): Dinamičke, hidrometeorološke i batimetrijske karakteristike priobalnog mora Crnogorskog primorja (studija).
- Zoppini, A., Pettine, M., Totti, C., Puddu, A., Artegiani, A., Pagnotta, R. (1995): Nutrients, standing crop and primary production in western coastal waters of the Adriatic Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.* **41**: 493-513.
- Zou, H., Hastie, T., Tibshirani, R. (2006): Sparse principal component analysis. *J. Comput. Graph. Stat.* **15 (2)**: 265-286.
- Žutić, V., Legović, T. (1987): A film of organic matter at the freshwater/seawater interface of an estuary. *Nature* **328**: 612-614.
- Žutić, V., Svetličić, V. (2000): Interfacial processes. In: Hutzinger, O. (ed.), The handbook of environmental chemistry **5**: 149-165. Springer Verlag, Berlin.
- Yacobi, Y.Z., Zohary, T., Kress, N., Hecht, A., Robarts, R.D., Waiser, M., Wood, A.M., Li, W.K.W. (1995): Chlorophyll distribution throughout the southeastern Mediterranean in relation to the physical structure of the water mass. *J. Mar. Syst.* **6**: 179-190.
- Yamada, M., Tsuruta, A., Yoshida, Y. (1980): Classification of eutrophic level in several marine regions. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* **46**: 1439-1444.



## 9. PRILOZI

Prilog 1 (a, b, c, d, e). Apsolutne vrijednosti totalnog mikroplanktona (TMP), dijatomeja (DIJA), dinoflagelata (DINO), kokolitoforida (KOKO), silikoflagelata (SILIKO) i nanoplanktona (NANO) po lokalitetima i dubinama.

PRILOG 1a. Lokalitet IBM

DATUM	DUBINA	TMP	DIJA	DINO	KOKO	SILIKO	NANO
12.06.2009.	0m	87380	86900	480	/	/	344553
01.07.2009.	0m	1120115	1117275	2680	160	/	546845
15.07.2009.	0m	1358755	1347110	11645	/	/	968434
04.08.2009.	0m	877049	871529	5480	40	/	432580
20.08.2009.	0m	31187	8330	18772	4085	/	536444
01.09.2009.	0m	29860	10348	12360	7152	/	395216
17.09.2009.	0m	695302	343540	105152	246610	/	2064534
08.10.2009.	0m	15535	9955	2985	2595	/	588915
20.10.2009.	0m	1043	763	280	/	/	170352
14.11.2009.	0m	1246	160	563	523	/	263478
26.11.2009.	0m	2973	1123	1327	523	/	229053
15.12.2009.	0m	29912	26173	1566	2093	80	389258
04.01.2010.	0m	520	520	/	/	/	175324
19.01.2010.	0m	5060	3330	1730	/	/	1794240
04.02.2010.	0m	23583	17560	280	120	/	1265699
03.03.2010.	0m	13640	12015	1850	785	/	114265
22.03.2010.	0m	2287	1927	360	/	/	338086
08.04.2010.	0m	21130	11510	9620	/	/	272172
21.04.2010.	0m	2840	2720	80	40	/	300472
06.05.2010.	0m	17740	13495	4250	/	/	1077205
20.05.2010.	0m	1040	880	160	/	/	544956
14.06.2010.	0m	86283	54357	31926	/	/	519410
12.06.2009.	5m	1043	643	280	120	/	132262
01.07.2009.	5m	63755	38686	3875	21194	/	420019
15.07.2009.	5m	14862	14622	240	/	/	402282
04.08.2009.	5m	49928	42328	6600	1000	/	266357
20.08.2009.	5m	32562	6600	18827	7145	/	401033
01.09.2009.	5m	11545	200	9745	1600	/	210010
17.09.2009.	5m	22580	7815	4560	10205	/	528004
08.10.2009.	5m	4379	520	1163	2696	/	213720
20.10.2009.	5m	11463	3497	640	7326	/	313604
14.11.2009.	5m	19646	10323	2963	6280	80	563795
26.11.2009.	5m	30385	11250	6575	12560	/	440429
15.12.2009.	5m	4806	3963	320	523	/	152877
04.01.2010.	5m	7339	4013	2483	523	320	369167
19.01.2010.	5m	6049	4123	1243	683	/	420019
04.02.2010.	5m	250530	247520	1280	1690	40	509484

03.03.2010.	5m	33625	22620	1545	9420	40	210010
22.03.2010.	5m	4955	3675	880	400	/	249406
08.04.2010.	5m	3233	1223	1850	/	/	881791
21.04.2010.	5m	5425	720	1145	3520	40	514512
06.05.2010.	5m	9555	2875	400	6280	/	660006
20.05.2010.	5m	16945	9975	2450	4480	40	232456
14.06.2010.	5m	29252	22272	6180	800	/	577606
12.06.2009.	10m	1360	920	440	/	/	187639
01.07.2009.	10m	31907	25787	1000	5120	/	424730
15.07.2009.	10m	22895	3240	3130	16525	/	303254
04.08.2009.	10m	26190	23670	2160	360	/	426299
20.08.2009.	10m	7495	785	1545	5165	/	210795
01.09.2009.	10m	15266	13346	1280	640	/	380534
17.09.2009.	10m	10132	1480	2123	6529	/	244230
08.10.2009.	10m	3663	1083	440	3140	/	312034
20.10.2009.	10m	4623	1083	320	3220	/	340702
14.11.2009.	10m	15640	11123	2223	2094	200	350646
26.11.2009.	10m	35035	31335	1345	2355	/	501952
15.12.2009.	10m	16812	5136	1177	2093	8406	286710
04.01.2010.	10m	3406	2120	763	523	/	181343
19.01.2010.	10m	3650	2563	1087	/	/	192012
04.02.2010.	10m	60265	51070	2050	7065	80	383763
03.03.2010.	10m	35050	24085	1185	9420	/	254901
22.03.2010.	10m	8665	8345	80	240	/	357392
08.04.2010.	10m	1545	320	1025	200	/	916943
21.04.2010.	10m	6585	680	1025	4880	/	401818
06.05.2010.	10m	2685	1665	740	200	80	503523
20.05.2010.	10m	3625	3105	360	160	/	573077
14.06.2010.	10m	17232	2120	9232	5880	/	459939

PRILOG 1 b. Lokalitet Orahovac

DATUM	DUBINA	TMP	DIJA	DINO	KOKO	SILIKO	NANO
12.06.2009.	0m	8840	8320	520	/	/	193060
01.07.2009.	0m	33474	31754	1720	/	/	598949
15.07.2009.	0m	44905	44865	40	/	/	356607
04.08.2009.	0m	57145	42889	14256	/	/	2995844
20.08.2009.	0m	5350	5350	/	/	/	356607
01.09.2009.	0m	42230	18070	24160	/	/	461771
17.09.2009.	0m	50620	13985	6020	30615	/	442288
08.10.2009.	0m	1850	683	1047	120	/	986316
20.10.2009.	0m	1864	912	560	392	/	181102
14.11.2009.	0m	1730	1207	/	523	/	279488
26.11.2009.	0m	963	723	240	/	/	126613
15.12.2009.	0m	46482	31350	13846	1046	240	259611
04.01.2010.	0m	1603	843	480	280	/	251151
19.01.2010.	0m	3490	2283	1207	/	/	194106
04.02.2010.	0m	1567	1327	160	80	/	167212
03.03.2010.	0m	55950	55870	80	/	/	208440
22.03.2010.	0m	2225	1665	560	/	/	201480
08.04.2010.	0m	2450	2090	360	/	/	425981
21.04.2010.	0m	3200	3120	40	/	40	313603
06.05.2010.	0m	29195	27330	1865	/	/	806137
20.05.2010.	0m	19340	11170	8170	/	/	320350
14.06.2010.	0m	53074	33764	19310	/	/	293220
12.06.2009.	5m	3340	3340	/	/	/	466948
01.07.2009.	5m	34186	17131	3925	14130	/	244231
15.07.2009.	5m	63728	61688	1400	640	/	321134
04.08.2009.	5m	7720	5600	1080	1040		246268
20.08.2009.	5m	20400	4125	1360	14915	/	310464
01.09.2009.	5m	1120	/	840	280	/	114265
17.09.2009.	5m	25565	8440	4565	12560	/	277200
08.10.2009.	5m	2763	320	763	1680	/	399929
20.10.2009.	5m	8722	960	1483	6279	/	277085
14.11.2009.	5m	11187	1520	5320	4347	/	577607
26.11.2009.	5m	22885	8510	4836	9419	120	646621
15.12.2009.	5m	18386	12880	3936	1570	/	271852
04.01.2010.	5m	13343	10693	2330	120	200	144192
19.01.2010.	5m	9809	6270	843	2696	/	283570
04.02.2010.	5m	144045	136925	2370	4710	40	247051
03.03.2010.	5m	21864	11550	2977	7337	/	154447
22.03.2010.	5m	2265	945	1240	80	/	191487
08.04.2010.	5m	1080	440	520	80	/	782906
21.04.2010.	5m	2745	1600	825	320	/	317529
06.05.2010.	5m	4180	4020	160	/	/	265572
20.05.2010.	5m	17830	11235	5395	1160	40	545275
14.06.2010.	5m	18847	16527	1840	480	/	390042
12.06.2009.	10m	6880	3440	1040	2400	/	208536
01.07.2009.	10m	34784	31224	1040	2520	/	620610
15.07.2009.	10m	7360	3480	1040	2840	/	269495

04.08.2009.	10m	64648	62968	920	760	/	910441
20.08.2009.	10m	1363	523	360	480	/	249667
01.09.2009.	10m	6670	5670	880	120	/	166688
17.09.2009.	10m	2525	1745	640	3140	/	482646
08.10.2009.	10m	7646	683	683	6280	/	288803
20.10.2009.	10m	5429	803	360	4266	/	232193
14.11.2009.	10m	7753	4053	1930	1690	80	343318
26.11.2009.	10m	37183	15800	15333	7970	80	447961
15.12.2009.	10m	10224	8857	320	1047	/	246528
04.01.2010.	10m	3850	1680	1647	523	/	142206
19.01.2010.	10m	4293	2523	1167	603	/	449212
04.02.2010.	10m	189135	185555	440	3140	/	396791
03.03.2010.	10m	6460	4450	360	1570	80	192264
22.03.2010.	10m	3990	1940	2410	640	/	237165
08.04.2010.	10m	1520	560	240	720	/	462556
21.04.2010.	10m	2640	1840	240	480	80	714759
06.05.2010.	10m	2010	1850	80	/	80	189219
20.05.2010.	10m	9285	7260	1385	600	40	268713
14.06.2010.	10m	5000	3720	960	1320	/	276564

PRILOG 1 c. Lokalitet Kotor - centralna

DATUM	DUBINA	TMP	DIJA	DINO	KOKO	SILIKO	NANO
12.06.2009.	0m	39650	39530	120	/	/	140636
01.07.2009.	0m	2835242	2831202	4040	/	/	750893
15.07.2009.	0m	2086894	2074384	12510	/	/	478723
04.08.2009.	0m	150288	148848	960	480	/	585137
20.08.2009.	0m	9425	5045	1920	2560	/	391613
01.09.2009.	0m	2938	1738	1200	/	/	467552
17.09.2009.	0m	203940	7975	3640	192325	/	1008763
08.10.2009.	0m	4897	280	4617	/	/	597377
20.10.2009.	0m	9457	720	7087	1650	/	198293
14.11.2009.	0m	1649	472	392	785	/	240740
26.11.2009.	0m	1646	1003	523	120	/	149737
15.12.2009.	0m	33120	20400	5665	7065	/	347506
04.01.2010.	0m	2606	2003	80	523	/	154447
19.01.2010.	0m	23810	22723	1087	/	/	157064
04.02.2010.	0m	2936	2936	/	/	/	164700
03.03.2010.	0m	16195	15090	1105	/	/	230100
22.03.2010.	0m	3346	2773	573	/	/	385595
08.04.2010.	0m	71750	50180	21570	/	/	395113
21.04.2010.	0m	1555	1035	520	/	/	491749
06.05.2010.	0m	18850	14215	4635	/	/	508232
20.05.2010.	0m	3745	3545	120	80	/	385651
14.06.2010.	0m	139719	99918	39801	/	/	417899
12.06.2009.	5m	1640	1520	120	/	/	209225
01.07.2009.	5m	192514	185514	3760	3240	/	425514
15.07.2009.	5m	94771	93091	1400	280	/	453921
04.08.2009.	5m	13784	12344	1160	280	/	265572
20.08.2009.	5m	16235	1810	1080	13345	/	333375
01.09.2009.	5m	1520	200	1160	160	/	153662
17.09.2009.	5m	17850	6910	1520	9420	/	682624
08.10.2009.	5m	3063	320	1163	1580	/	322182
20.10.2009.	5m	11536	1920	1243	8373	/	205618
14.11.2009.	5m	17260	4283	3930	8977	80	379109
26.11.2009.	5m	19140	3083	4463	11514	80	418768
15.12.2009.	5m	11815	8660	1505	1570	80	606797
04.01.2010.	5m	7543	5380	1480	603	80	345413
19.01.2010.	5m	9367	2447	1163	5757	/	197769
04.02.2010.	5m	101965	98145	1465	2355	/	236380
03.03.2010.	5m	72690	64585	960	7065	80	168364
22.03.2010.	5m	5790	3660	560	1570	/	309679
08.04.2010.	5m	1730	1730	/	/	/	67440
21.04.2010.	5m	1110	865	245	/	/	660006
06.05.2010.	5m	3250	2730	400	120	/	504774
20.05.2010.	5m	12435	9505	2850	80	/	877080
14.06.2010.	5m	16182	14702	1120	360	/	234811
12.06.2009.	10m	400	400	/	/	/	205300
01.07.2009.	10m	26120	23880	760	1480	/	543492
15.07.2009.	10m	9640	5920	720	3000	/	162297

04.08.2009.	10m	5600	160	760	4680	/	135141
20.08.2009.	10m	7315	2995	160	4160	/	137496
01.09.2010.	10m	1120	/	840	280	/	189919
17.09.2009.	10m	10625	4610	520	5495	/	184277
08.10.2009.	10m	2976	200	160	2616	/	360269
20.10.2009.	10m	8527	960	240	7327	/	172026
14.11.2009.	10m	6773	3720	1203	1690	160	325321
26.11.2009.	10m	9396	4167	1486	3663	80	332647
15.12.2009.	10m	15316	14233	683	320	80	264525
04.01.2010.	10m	3850	2887	963	/	/	177677
19.01.2010.	10m	11573	5880	2030	3663	/	226960
04.02.2010.	10m	114055	111260	2010	785	/	214720
03.03.2010.	10m	17205	16925	200	80	/	257256
22.03.2010.	10m	8720	4900	520	3300	/	216290
08.04.2010.	10m	17740	17180	160	400	/	500596
21.04.2010.	10m	16065	14840	905	240	80	418663
06.05.2010.	10m	1665	1345	280	/	40	347506
20.05.2010.	10m	2065	2065	/	/	/	176109
14.06.2010.	10m	4360	3120	520	720	/	259612
12.06.2009.	20m	1200	400	440	360	/	230101
01.07.2009.	20m	27760	19360	6000	2360	40	367703
15.07.2009.	20m	11000	9600	840	1560	/	165437
04.08.2009.	20m	4025	865	600	2560	/	249406
20.08.2009.	20m	3320	120	720	2480	/	274992
01.09.2009.	20m	1120	200	480	440	/	193059
17.09.2009.	20m	1480	1160	200	120	/	141421
08.10.2009.	20m	3677	2050	380	1167	80	154447
20.10.2009.	20m	4299	1563	1166	1570	/	250191
14.11.2009.	20m	1963	1400	40	523	/	211685
26.11.2009.	20m	7777	6087	563	1047	80	250191
15.12.2009.	20m	3343	2963	80	280	/	185209
04.01.2010.	20m	4493	3690	280	523	/	142206
19.01.2010.	20m	3330	2487	240	603	/	154447
04.02.2010.	20m	101780	96830	240	4710	/	152877
03.03.2010.	20m	13570	13050	520	/	/	132107
22.03.2010.	20m	2090	1407	160	523	/	117405
08.04.2010.	20m	7430	4700	280	200	680	433153
21.04.2010.	20m	19100	18340	640	40	80	354358
06.05.2010.	20m	2450	1890	400	80	80	178464
20.05.2010.	20m	4705	4545	160	/	/	421123
14.06.2010.	20m	5560	4720	40	800	/	162297
12.06.2009.	30m	520	400	120	/	/	94959
01.07.2009.	30m	37755	35635	1920	80	120	591524
15.07.2009.	30m	5610	2890	2440	280	/	284094
04.08.2009.	30m	2080	680	800	600	/	367916
20.08.2009.	30m	2185	865	1320	200	/	231670
01.09.2009.	30m	2418	1818	520	80	/	356421
17.09.2009.	30m	1726	240	963	523	/	154970
08.10.2009.	30m	4543	1687	240	2616	/	219282
20.10.2009.	30m	3292	1523	200	1569	/	227483

14.11.2009.	30m	2160	800	1160	200	/	142623
26.11.2009.	30m	2040	1080	880	/	80	150260
15.12.2009.	30m	2600	1560	880	160	/	240771
04.01.2010.	30m	6467	4214	1650	603	/	268188
19.01.2010.	30m	5416	3726	120	1570	/	169829
04.02.2010.	30m	16610	14095	905	1570	40	138281
03.03.2010.	30m	4825	4705	120	/	/	101917
22.03.2010.	30m	3733	1763	320	1650	/	120020
08.04.2010.	30m	1840	1080	760	/	/	274992
21.04.2010.	30m	8230	7950	240	/	40	367491
06.05.2010.	30m	3385	2465	840	/	80	194629
20.05.2010.	30m	2145	1865	280	/	/	116620
14.06.2010.	30m	10140	5720	3660	760	/	454239

PRILOG 1 d. Lokalitet Tivat - centralna

DATUM	DUBINA	TMP	DIJA	DINO	KOKO	SILIKO	NANO
12.06.2009.	0m	54630	53990	440	200	/	234811
01.07.2009.	0m	561964	558964	2880	120	/	401819
15.07.2009.	0m	171373	163263	8030	80	/	408563
04.08.2009.	0m	16400	14440	1560	400	/	529574
20.08.2009.	0m	10405	4635	840	4930	/	247051
01.09.2009.	0m	21960	20640	1240	80	/	328984
17.09.2009.	0m	2809	1646	1003	160	/	174539
08.10.2009.	0m	3530	1890	1440	200	/	183959
20.10.2009.	0m	4256	600	840	2816	/	231670
14.11.2009.	0m	3963	3360	523	80	/	142299
26.11.2009.	0m	51985	640	51345	/	/	599612
15.12.2009.	0m	24525	22235	1385	785	120	339656
04.01.2010.	0m	3207	2847	240	120	/	140112
19.01.2010.	0m	4217	3890	280	1047	/	189396
04.02.2010.	0m	39150	37380	945	825	/	132001
03.03.2010.	0m	56410	54540	1890	80	/	210116
22.03.2010.	0m	4955	3675	880	400	/	249406
08.04.2010.	0m	4195	1665	2530	/	/	627238
21.04.2010.	0m	32595	17465	14890	240	/	326631
06.05.2010.	0m	11038	9158	1760	/	120	528004
20.05.2010.	0m	2760	2240	520	/	/	419235
14.06.2010.	0m	13780	7960	5740	80	/	565935
12.06.2009.	5m	16392	15472	600	320	/	150522
01.07.2009.	5m	27648	26128	920	600	/	201694
15.07.2009.	5m	39411	36171	1600	1640	/	177679
04.08.2009.	5m	5960	3240	1120	1600	/	319884
20.08.2009.	5m	12307	3140	1400	7767	/	327415
01.09.2009.	5m	1400	240	800	360	/	98099
17.09.2009.	5m	1600	960	440	200	/	271067
08.10.2009.	5m	1400	480	640	280	/	207500
20.10.2009.	5m	2246	1043	520	683	/	268188
14.11.2009.	5m	4457	1480	360	2617	/	378267
26.11.2009.	5m	31630	8330	1240	22060	/	264361
15.12.2009.	5m	20360	14895	2130	3335	/	286448
04.01.2010.	5m	4166	3363	803	/	/	214177
19.01.2010.	5m	5990	3577	1890	523	/	192012
04.02.2010.	5m	58650	56680	320	1570	80	159157
03.03.2010.	5m	25630	22130	1105	2355	40	153662
22.03.2010.	5m	5790	3660	560	1570	/	309679
08.04.2010.	5m	1745	985	320	400	40	636308
21.04.2010.	5m	15935	11620	2955	1280	40	372307
06.05.2010.	5m	3840	2480	1280	80	/	453921
20.05.2010.	5m	2000	1520	440	40	/	171398
14.06.2010.	5m	7360	7240	920	200	/	167792
12.06.2009.	10m	2650	2210	400	/	/	199339
01.07.2009.	10m	6920	5240	520	1160	/	271852
15.07.2009.	10m	6645	1963	1280	3402	/	245481



04.08.2009.	10m	3280	1520	1040	720	/	323490
20.08.2009.	10m	2705	985	760	960	/	267927
01.09.2009.	10m	4180	160	880	3140	/	190442
17.09.2009.	10m	3820	280	400	3140	/	231670
08.10.2009.	10m	3533	2370	1083	80	/	173492
20.10.2009.	10m	2200	880	360	960	/	148379
14.11.2009.	10m	4380	2773	480	1127	/	195152
26.11.2009.	10m	8847	5427	240	3140	40	307324
15.12.2009.	10m	15730	11405	360	3925	40	290373
04.01.2010.	10m	4930	3647	1043	240	/	179140
19.01.2010.	10m	5726	2227	2413	1046	40	216290
04.02.2010.	10m	16610	16410	200	/	/	131216
03.03.2010.	10m	11455	10605	200	1650	/	172969
22.03.2010.	10m	8720	4900	520	3300	/	216290
08.04.2010.	10m	2050	1730	80	240	/	267927
21.04.2010.	10m	10865	7205	240	3380	40	291159
06.05.2010.	10m	2985	2345	560	80	/	767927
20.05.2010.	10m	1400	920	480	/	/	339655
14.06.2010.	10m	5025	4585	440	/	/	189918
12.06.2009.	20m	4880	960	1760	2160	/	291944
01.07.2009.	20m	7075	5795	1120	160	/	207654
15.07.2009.	20m	3760	880	1120	1760	/	315493
04.08.2009.	20m	10640	120	720	9800	/	207189
20.08.2009.	20m	3000	200	480	2320	/	237165
01.09.2009.	20m	8360	7520	600	240	/	440110
17.09.2009.	20m	2573	120	360	2093	/	230099
08.10.2009.	20m	1053	893	160	/	/	209591
20.10.2009.	20m	2043	923	280	840	/	144194
14.11.2009.	20m	4664	1967	240	2657	/	247051
26.11.2009.	20m	2530	1203	280	1047	/	115835
15.12.2009.	20m	3330	2385	40	865	40	281738
04.01.2010.	20m	1700	1680	80	40	/	117928
19.01.2010.	20m	3956	2047	783	1046	80	116359
04.02.2010.	20m	18155	16970	400	785	/	232455
03.03.2010.	20m	16750	15765	200	785	/	157587
22.03.2010.	20m	3850	2370	120	1360	/	121330
08.04.2010.	20m	1560	640	280	640	/	528324
21.04.2010.	20m	6650	4130	520	1920	80	275778
06.05.2010.	20m	1563	1323	240	/	/	247052
20.05.2010.	20m	1200	840	280	80	/	113481
14.06.2010.	20m	2705	1120	1265	320	/	307325
12.06.2009.	30m	1185	1105	80	/	/	320324
01.07.2009.	30m	2840	2440	360	40	/	206865
15.07.2009.	30m	2720	360	560	1800	/	124470
04.08.2009.	30m	9040	160	360	8520	/	293513
20.08.2009.	30m	2520	80	760	1680	/	144561
01.09.2009.	30m	1563	683	480	400	/	411648
17.09.2009.	30m	680	280	200	200	/	284093
08.10.2009.	30m	1323	843	80	400	/	360027
20.10.2009.	30m	1523	763	200	560	/	166270

14.11.2009.	30m	900	600	120	280	/	314885
26.11.2009.	30m	3860	1123	120	2617	/	197246
15.12.2009.	30m	5136	2683	360	2093	/	287233
04.01.2010.	30m	2440	2280	160	/	/	229576
19.01.2010.	30m	2047	1927	120	/	/	93757
04.02.2010.	30m	2480	2040	440	/	/	231670
03.03.2010.	30m	12340	12180	160	/	/	154447
22.03.2010.	30m	3990	1940	2410	640	/	237165
08.04.2010.	30m	5380	1680	3380	280	40	456277
21.04.2010.	30m	8765	6115	2010	280	360	328201
06.05.2010.	30m	1083	1003	/	/	80	283046
20.05.2010.	30m	880	480	400	/	/	262433
14.06.2010.	30m	1360	800	240	120	/	241536

PRILOG 1 e. Lokalitet Sveta Nedelja

DATUM	DUBINA	TMP	DIJA	DINO	KOKO	SILIKO	NANO
12.06.2009.	0m	100389	98549	1440	400	/	734757
01.07.2009.	0m	908820	904960	3860	/	/	537424
15.07.2009.	0m	508466	500161	8905	400	/	542135
04.08.2009.	0m	68650	67810	760	80	/	181464
20.08.2009.	0m	2505	1065	1200	240	/	399143
01.09.2009.	0m	28250	27890	360	/	/	261966
17.09.2009.	0m	12400	4645	3045	4710	/	336516
08.10.2009.	0m	1526	763	240	523	/	203312
20.10.2009.	0m	7760	920	440	6360	/	231145
14.11.2009.	0m	1163	240	843	80	/	258041
26.11.2009.	0m	23496	13887	5946	3663	/	258041
15.12.2009.	0m	26010	21827	1406	2777	/	342272
04.01.2010.	0m	3614	3254	200	80	80	171922
19.01.2010.	0m	4296	1763	320	2213	/	143669
04.02.2010.	0m	120085	119020	280	785	/	210010
03.03.2010.	0m	87975	87150	825	/	/	452352
22.03.2010.	0m	6415	3460	2955	/	/	430690
08.04.2010.	0m	2240	1345	905	/	/	368382
21.04.2010.	0m	12795	11090	1705	/	/	451886
06.05.2010.	0m	2945	2225	720	/	/	1229762
20.05.2010.	0m	3505	2705	720	80	/	318316
14.06.2010.	0m	13425	10920	2185	320	/	294298
12.06.2009.	5m	4585	2865	720	1000	/	142606
01.07.2009.	5m	35714	31794	2280	1640	/	637878
15.07.2009.	5m	45278	37838	2570	4870	/	178464
04.08.2009.	5m	15413	14093	760	560	/	193843
20.08.2009.	5m	9755	2715	760	6280	/	321135
01.09.2009.	5m	1760	400	840	520	/	342011
17.09.2009.	5m	5085	2210	520	2355	/	228530
08.10.2009.	5m	1040	320	440	280	/	174539
20.10.2009.	5m	3973	1563	760	1650	/	216182
14.11.2009.	5m	4064	1047	320	2697	/	189085
26.11.2009.	5m	10322	3727	1203	5232	160	170458
15.12.2009.	5m	10705	5355	3780	1570	/	177679
04.01.2010.	5m	5423	3413	1487	523	/	159157
19.01.2010.	5m	4493	1120	1280	2093	/	154447
04.02.2010.	5m	88580	88260	200	120	/	193059
03.03.2010.	5m	14825	11910	560	2355	/	196199
22.03.2010.	5m	1560	520	360	680	/	231670
08.04.2010.	5m	1000	600	280	80	40	367597
21.04.2010.	5m	7100	6180	480	400	40	311951
06.05.2010.	5m	3785	3145	640	/	/	555946
20.05.2010.	5m	1720	1120	520	80	/	307324
14.06.2010.	5m	7520	6480	960	80	/	210020
12.06.2009.	10m	7115	2400	1345	3370	/	217074
01.07.2009.	10m	37522	35602	1520	400	/	244231
15.07.2009.	10m	9725	4480	1280	3965	/	270282

04.08.2009.	10m	7600	5920	1120	560	/	214720
20.08.2009.	10m	840	40	440	360	/	128182
01.09.2009.	10m	2000	280	840	880	/	127396
17.09.2009.	10m	3795	1425	720	1650	/	591417
08.10.2009.	10m	1000	440	280	280	/	263478
20.10.2009.	10m	3900	400	360	3140	/	165747
14.11.2009.	10m	2653	560	523	1570	/	247051
26.11.2009.	10m	10640	3560	680	6400	/	235333
15.12.2009.	10m	9891	5427	1847	2617	/	485730
04.01.2010.	10m	6826	5580	723	523	/	325845
19.01.2010.	10m	4739	2046	1527	1046	120	153923
04.02.2010.	10m	27480	25350	1065	985	80	230100
03.03.2010.	10m	11620	10565	200	865	/	192274
22.03.2010.	10m	3850	2370	120	1360	/	121330
08.04.2010.	10m	800	400	160	240	/	551235
21.04.2010.	10m	5440	3720	440	1240	40	252546
06.05.2010.	10m	2723	2283	440	/	/	469825
20.05.2010.	10m	2490	2250	160	80	/	285665
14.06.2010.	10m	4400	3720	520	160	/	159157

PRILOG 2. Distribucija fitoplanktonskih taksona po lokalitetima tokom istraživanja.

Alge / Lokalitet	IBM	Orahovac	Kotor	Sveta Nedelja	Tivat
<b>Dijatomeje</b>					
<i>Achnanthes brevipes</i> C. Agardh	+	+		+	+
<i>A. longipes</i> C. Agardh				+	
<i>Achnanthes</i> sp.				+	
<i>Amphiprora sulcata</i> O' Meara	+	+	+	+	+
<i>Amphiprora</i> sp.			+		
<i>Amphora ostrearia</i> Bréb.	+	+			+
<i>Amphora</i> sp.		+	+	+	+
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castr.) Round	+	+	+	+	+
<i>Asterolampra grevillei</i> (Wallich) Grev.					+
<i>A. marylandica</i> Ehrenb.			+		
<i>Asteromphalus flabellatus</i> (Bréb.) Grev.					+
<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müll.) T. Marsson	+				
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Laud.				+	
<i>Bacteriastrum</i> sp.				+	
<i>Chaetoceros affinis</i> Laud.	+	+	+	+	+
<i>C. compressus</i> Laud.	+				
<i>C. curvisetus</i> Cleve	+				
<i>C. decipiens</i> Cleve			+		
<i>C. diversus</i> Cleve		+			+
<i>Chaetoceros</i> spp.	+	+	+	+	+

<i>C. tortissimus</i> Gran					+
<i>C. vixvisibilis</i> Schiller	+	+	+	+	+
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hende	+	+	+		
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+
<i>Cocconeis</i> sp.	+	+	+		+
<i>Coscinodiscus janischii</i> Schmidt			+		
<i>C. perforatus</i> Ehrenb.	+	+			+
<i>Coscinodiscus</i> spp.	+	+		+	+
<i>C. thorii</i> Ehrenb.	+				
<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.		+			+
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenb.) Reim. et Lewin			+	+	
<i>Dactyliosolen blavyanus</i> (Perag.) Hasle			+		
<i>Diploneis crabro</i> Ehrenb.	+				
<i>D. bombus</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+
<i>Diploneis</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Ditylum brightwelli</i> (T. West) Grun.					+
<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenb.			+	+	+
<i>Grammatophora</i> sp.			+	+	+
<i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Perag.	+	+	+	+	+
<i>G. striata</i> (Stolter.) Hasle			+	+	
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenb.) Rabenh.	+	+			
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grun.		+	+	+	
<i>H. sinensis</i> Grev.	+	+	+	+	+

<i>Lampriscus kittonii</i> A. Schmidt	+	+	+	+	+
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve			+	+	+
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (Perag.) Hasle	+	+	+	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran				+	
<i>Licmophora flabellata</i> (Grev.) C. Agardh	+		+	+	+
<i>L. paradoxa</i> (Lyngb.) C. Agardh		+			
<i>L. reichardtii</i> Grun.			+		
<i>Licmophora</i> spp.	+	+	+		
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle	+	+	+	+	+
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+
<i>Melosira dubia</i> C.G. Kütz.			+		
<i>M. lineata</i> (Dillwyn) C. Agardh				+	
<i>M. moniliformis</i> (Müll.) C. Agardh		+			
<i>M. nummuloides</i> C. Agardh	+	+	+	+	+
<i>Melosira</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Navicula</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G. Norm. ex Ralfs) Hernández Becerril & Meave del Castillo)			+	+	+
<i>Nitzschia incerta</i> (Grun.) Perag.	+	+	+	+	+
<i>N. sicula</i> (Castr.) Hustedt			+		
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.		+			+
<i>N. habirshawii</i> Febiger ex H.L. Sm.			+		
<i>N. longissima</i> (Bréb.) Ralfs	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> spp.	+	+	+	+	+

<i>Odontella aurita</i> (Lyngb.) C. Agardh			+		
<i>O. mobiliensis</i> (Bailey) Grun.	+	+	+	+	+
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenb.) Cleve.	+	+	+	+	+
<i>Pleurosigma angulatum</i> W.Sm.	+	+	+	+	+
<i>P. formosum</i> W. Sm.	+				
<i>P. elongatum</i> W. Sm.	+	+	+	+	+
<i>Pleurosigma</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Proboscia alata</i> (Brightw.) Sund.	+	+	+	+	
<i>P. indica</i> (Perag.) Hernández-Becerril	+		+		
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze			+		
<i>Skeletonema</i> spp.		+	+	+	+
<i>Stellarima stellaris</i> (Roper) G. R. Hasle & P. A. Sims	+		+		+
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngb.) C. Agardh	+				+
<i>Surirella gemma</i> (Ehrenb.) Kütz.			+		
<i>Surirella</i> sp.			+		
<i>Synedra crystalina</i> (C.Agardh) Kütz.		+			+
<i>S. fulgens</i> (Grev.) W. Sm.				+	
<i>Synedra</i> spp.		+	+		
<i>Thalassionema fraunfeldii</i> (Grun.) Hallegr.	+	+	+	+	+
<i>T. nitzschoides</i> (Grun.) Meresck.	+	+	+	+	+
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grun.) Jörg.					+
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenb.) Cleve	+	+	+		+



<i>Thalassiosira</i> sp.	+	+	+	+	+
<b>Dinoflagelati</b>					
<i>Amphidinium</i> spp.		+	+	+	+
<i>Amphidinium acutissimum</i> Schiller	+		+	+	+
<i>A. lanceolatum</i> Schroder	+				+
<i>Corythodinium constrictum</i> (Stein) Taylor	+	+			
<i>C. tessellatum</i> (Stein) Loeblich Jr. & Loeblich III		+	+	+	
<i>Dinophysis acuminata</i> Clap. et Lachm.	+	+	+	+	+
<i>D. acuta</i> Ehrenb.			+		
<i>D. caudata</i> Seville-Kent	+	+	+	+	+
<i>D. fortii</i> Pav.	+	+	+	+	+
<i>D. hastata</i> Stein	+		+		
<i>D. sphaerica</i> Stein	+				
<i>Dinophysis</i> sp.			+		
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	+	+	+	+	+
<i>Diplopsalis</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Dissodinium elegans</i> (Pav.) Matz.					+
<i>Ebria tripartita</i> (Schumann) Lemmermann		+	+		
<i>Goniodoma polyedricum</i> (Pouchet) Jørg.	+	+	+	+	+
<i>Gonyaulax digitale</i> (Pouchet) Kof.	+	+	+	+	+
<i>G. polygramma</i> Stein	+	+	+	+	+
<i>G. hyalina</i> Ostenf. & Schmidt			+		
<i>G. spinifera</i> (Clap. et Lachm.) Diesing			+		+

<i>Gonyaulax</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>G. verior</i> Sournia	+				
<i>Gymnodinium cucumis</i> Schütt			+		
<i>Gymnodinium</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kof. et Sw.	+	+	+	+	+
<i>Gyrodinium</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>Heterodinium milneri</i> (Murr. & Whitt.) Kof.			+		
<i>Neoceratium candelabrum</i> (Ehrenb.) Gómez, Moreira & López-García				+	
<i>N. carriense</i> Gourr.			+	+	+
<i>N. contortum</i> (Gourr.) Cleve			+		
<i>N. furca</i> (Ehrenb.) Gomez, Moreira and Lopez-García	+	+	+	+	+
<i>N. fusus</i> (Ehrenb.) Gomez, Moreira and Lopez-García	+	+	+	+	+
<i>N. gravidum</i> (Gourr.) Gómez, Moreira & López-García		+			
<i>N. gibberum</i> (Gourr.) Gomez, Moreira and Lopez-García			+		
<i>N. horridum</i> (Gran) Gómez, Moreira and Lopez-García	+	+	+	+	+
<i>N. hexacantum</i> (Gourr.) Gomez, Moreira and Lopez-García	+				+
<i>N. kofoidii</i> (Jørg.) Gómez, Moreira & López-García			+		
<i>N. lineatum</i> (Ehrenb.) Gómez, Moreira & López-García		+			+
<i>N. macroceros</i> (Ehrenb.) Gómez, Moreira & López-García	+			+	
<i>N. massiliense</i> (Gourr.) Gómez, Moreira & López-García			+		+
<i>N. pentagonum</i> (Gourr.) Gomez, Moreira and Lopez-García		+	+	+	+
<i>Neoceratium</i> sp.	+	+			+
<i>N. trichoceros</i> (Ehrenb.) Gomez ,Moreira and Lopez-García	+	+	+	+	+

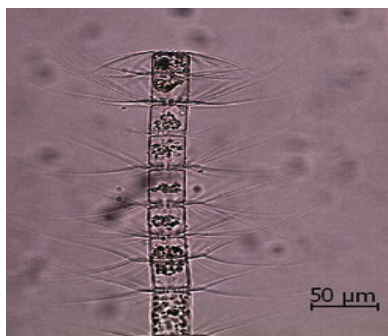
<i>N. tripos</i> (Müll.) Gomez, Moreira and Lopez-Garcia	+	+	+	+	+
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kof. et Sw.	+	+	+	+	+
<i>Ornithocercus heteroporus</i> Kof.				+	+
<i>Oxytoxum adriaticum</i> Schiller	+	+			+
<i>O. caudatum</i> Schiller			+		
<i>O. laticeps</i> Schiller		+	+	+	+
<i>O. sceptrum</i> (Stein) Schröder	+	+	+	+	+
<i>O. sphaeroideum</i> Stein	+		+	+	+
<i>O. scolopax</i> Stein	+		+		+
<i>Oxytoxum</i> sp.	+		+	+	+
<i>O. tessellatum</i> (Stein) Schütt			+	+	
<i>O. variabile</i> Schiller	+				
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Clap. et La- chm.) Kof. et Michener	+	+	+	+	+
<i>Podolampas elegans</i> Schütt	+	+	+	+	+
<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) Abé ex Dodge	+	+	+	+	+
<i>P. micans</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+
<i>P. minimum</i> (Pav.) Schiller	+	+	+	+	+
<i>P. scutellum</i> Schröder	+		+	+	+
<i>Prorocentrum</i> sp.	+		+		
<i>P. triestinum</i> Schiller	+	+	+	+	+
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kof.) Bal.	+	+	+	+	+
<i>P. conicum</i> (Gran) Bal.	+	+	+	+	+
<i>P. depressum</i> (Bailey) Bal.	+				

<i>P. diabolium</i> (Cleve) Bal.	+	+	+	+	+
<i>P. divergens</i> (Ehrenb.) Bal.	+	+	+	+	+
<i>P. globulum</i> (Stein) Bal.	+	+	+	+	+
<i>P. leonis</i> (Pav.) Bal.				+	
<i>P. oceanicum</i> (VanHöffen) Bal.			+	+	+
<i>P. pallidum</i> (Ostenf.) Bal.					+
<i>P. paulsenii</i> (Pav.) Bal.				+	
<i>Protoperidinium</i> spp.	+	+	+	+	+
<i>P. steinii</i> (Jørg.) Bal.	+	+			+
<i>P. tuba</i> (Schiller) Bal.	+	+	+	+	+
<i>Pseliodinium vaubanii</i> Sournia	+	+	+	+	+
<i>Pyrocystis lunula</i> (Schütt) Schütt	+	+			
<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall & Dale		+			
<i>Scrippsiella</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Torodinium robustum</i> Kof. & Sw.			+		+
<i>Torodinium</i> sp.		+			
<b>Kokolitoforide</b>					
<i>Acanthoica quattrosipina</i> Lohm.					+
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohm.) J. R. Young	+	+	+	+	+
<i>C. granii</i> (Lohm.) Deflandre			+		
<i>C. murrayi</i> Gran	+	+	+	+	+
<i>Calyptosphaera oblonga</i> Lohm.	+	+	+	+	+
<i>Coccolithus walichii</i> (Lohm.) Schiller	+	+	+	+	+

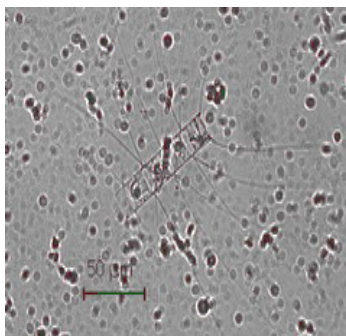
<i>Discosphaera tomsonii</i> Ostenf.	+	+		+	+
<i>Ophiaster formosum</i> Gran		+	+		
<i>O. hydroideus</i> (Lohm.) Lohm.	+	+	+	+	+
<i>Pontosphaera nigra</i> Schiller	+	+		+	+
<i>Pontosphaera</i> sp.			+		
<i>Rhabdosphaera tignifera</i> Schiller	+	+	+	+	+
<i>Syracosphaera pulchra</i> Lohm.	+	+	+	+	+
<i>Syracosphaera</i> sp.	+	+	+	+	+
<b>Silikoflagelati</b>					
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenb.	+	+	+	+	+
<i>D.septenaria</i> Ehrenb.		+	+		
<i>D. speculum</i> Ehrenb.			+	+	
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenb.) Hovasse		+	+	+	
<b>Euglenofita</b>					
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	+	+		+	+

PRILOG 3. Slike fitoplanktonskih vrsta iz uzoraka sakupljenih pomoću planktonske mreže.

Dijatomeje



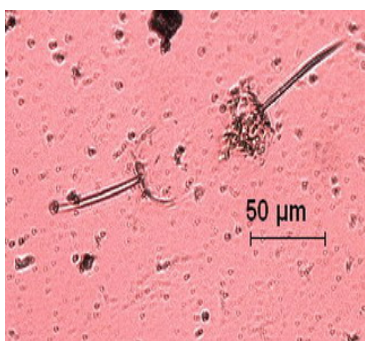
*Bacteriastrum hyalinum*  
(uvećanje 200x, BF)



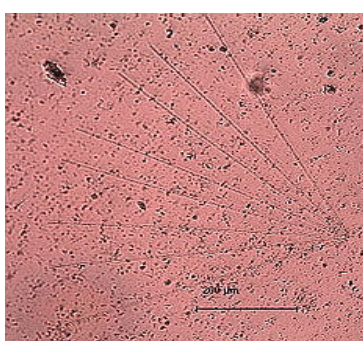
*Chaetoceros affinis*  
(uvećanje 200x, BF)



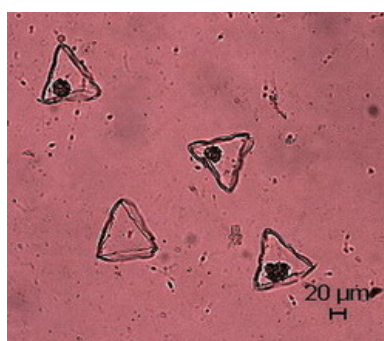
*Coscinodiscus perforatus*  
(uvećanje 200 x, BF)



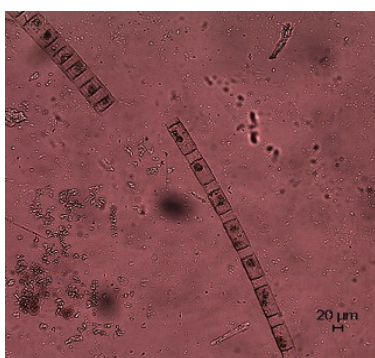
*Ditylum brightwelli*  
(uvećanje 200 x, BF)



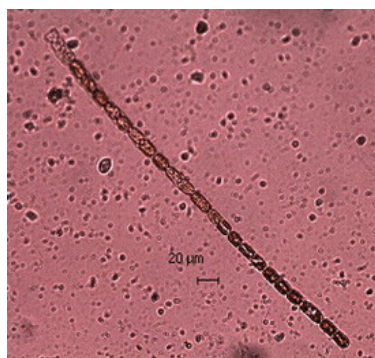
*Lioloma pacificum*  
(uvećanje 100 x, BF)



*Lithodesmium undulatum*  
(uvećanje 100 x, BF)



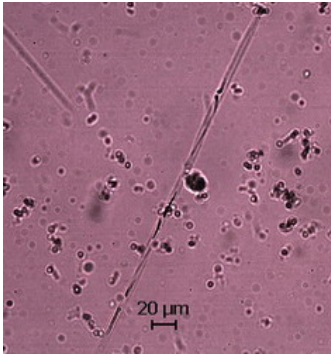
*Lithodesmium undulatum*  
(uvećanje 100 x, BF)



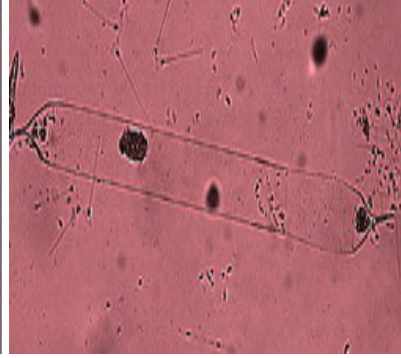
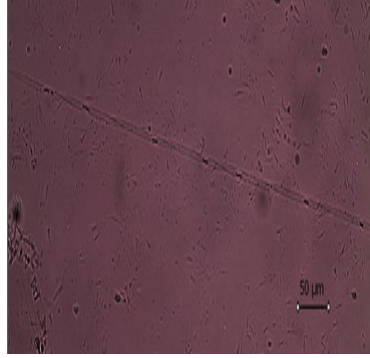
*Melosira nummuloides*  
(uvećanje 200x, BF)



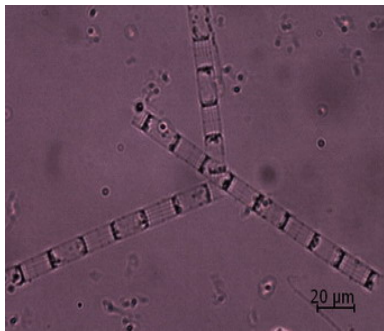
*Odontella mobilensis*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Pseudo-nitzschia* spp.  
(uvećanje 200 x, BF)



*Rhizosolenia indica*  
(uvećanje 100 x, BF)



*Skeletonema* spp.  
(uvećanje 400 x, BF)



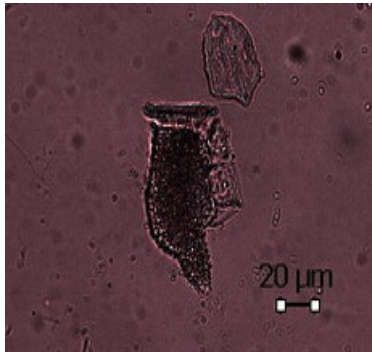
*Thalassisira eccentrica*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Thalassionema nitzschioides*  
(uvećanje 200 x, BF)



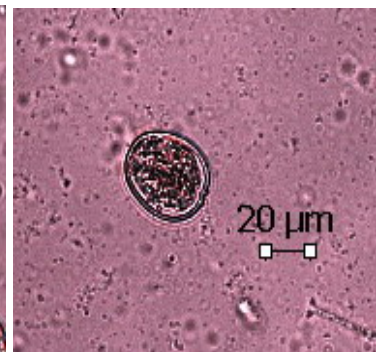
Dinoflagellate



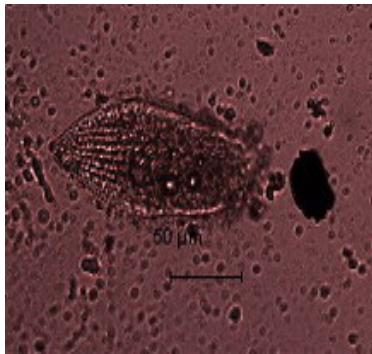
*Dinophysis caudata*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Dinophysis fortii*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Euxaviella compressa*  
(uvećanje 200 x, BF)



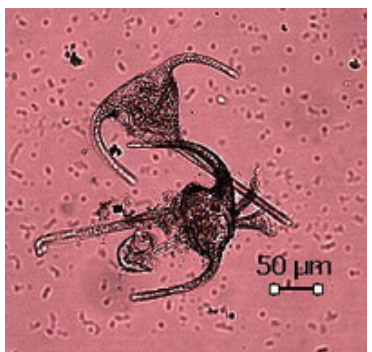
*Gymnodinium cucumis*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Neoceratium furca*  
(uvećanje 200 x, BF)



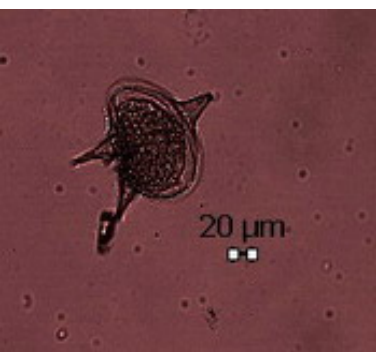
*Neoceratium macroceros*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Neoceratium tripos*  
(uvećanje 100 x, BF)

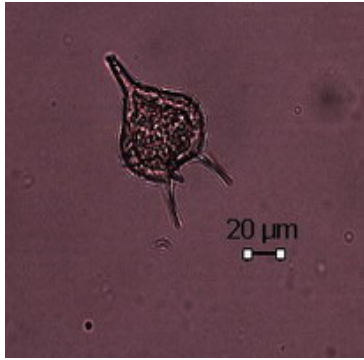


*Prorocentrum micans*  
(uvećanje 200 x, BF)



*Protoperidinium candelabrum*  
(uvećanje 100 x, BF)

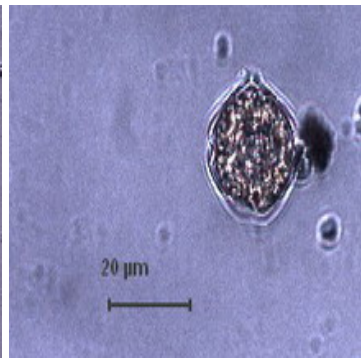




*Protoperidinium diabolium*  
(uvećanje 200 x, BF)

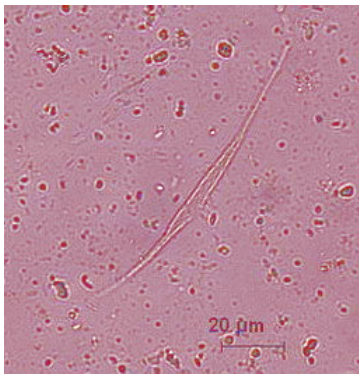


*Pselodinium vubanii*  
(uvećanje 400 x, BF)

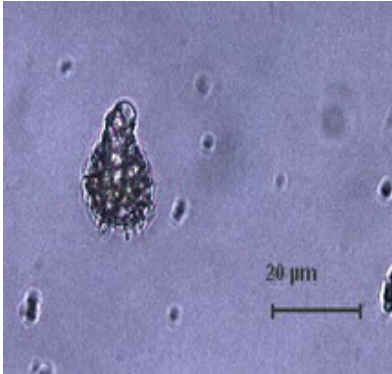


*Scripsiella* sp  
(uvećanje 400 x, BF)

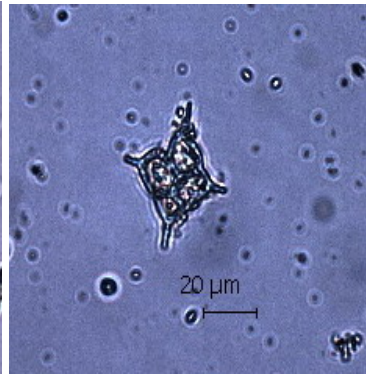
### Kokolitoforidi i silikoflagelate



*Calciosolenia brasiliensis*  
(uvećanje 400 x, BF)



*Syracosphaera pulchra*  
(uvećanje 400 x, BF)



*Dictyocha fibula*  
(uvećanje 400 x, BF)

## BIOGRAFIJA

Dragana D. (Gotesgreber) Drakulović rođena je 13. novembra 1978. godine u Kotoru, Crna Gora. Osnovnu školu završila je u Tivtu, a srednju školu, gimnazija opšti smjer, u Kotoru.

Diplomirala je na Odsjeku za biologiju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu. Diplomski rad pod nazivom „Morfo – anatomska i fiziološka svojstva *Trifolium pratense* L. 1753 (Fabales, Fabaceae)“ odbranila je 2005. godine na smjeru profesor Biologije.

Doktorske studije na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, studijski program Eksperimentalna i primjenjena botanika, modul Algologija, upisala je 2007/2008. godine.

U Institutu za Biologiju mora u Kotoru je počela da radi od 01.04.2007. godine, prvo kao pripravnik a poslije kao saradnik u istraživanju. Oblast istraživanja kojom se bavi je fitoplankton.

Usavršavala se na raznim kursovima iz pomenute oblasti: u Trstu - Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS), Lecce -Centro Ecotekne, Malta-IOI.

Tokom dosadašnjeg rada aktivno je učestvovala i izlagala svoje radove na nekoliko domaćih i međunarodnih kongresa. Istraživanjem fitoplanktona bavi se od početka svog profesionalnog angažovanja, a rezultate svojih istraživanja objavila je u 20-tak naučnih radova.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани-а Драгана Дракуловић

број уписа ЕЦ 070002

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Значај фитопланктона као индикатора еутрофикације у акваторијуму Бокоцоторског залива

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 28.05.2012.

Drakulovic D.

Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Драгана Дракуловић

Број уписа ЕЦ 070002

Студијски програм Експериментална и примјењена ботаника

Наслов рада Значај фитопланктона као индикатора еутрофикације у акваторијуму Бококоторског залива

Ментор Др. Мирко Цвијан, ванредни професор

Биолошки факултет,

Универзитет у Београду

Потписани Drakulovic' D.

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 28.05.2012

Drakulovic' D.

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Значај фитопланктона као индикатора еутрофикације у акваторијуму Бокоцоторског залива

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 28.05. 2012

Deakulovic D

1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.