

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Antonio Radetić

**Utjecaj nekih ekoloških čimbenika na
sezonske promjene indeksa kondicije
uzgojnih populacija europske plosnate
kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) u
Malostonskom zaljevu**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr.sc. Jurica Jug-Dujaković

Dubrovnik, 2010.

ZAHVALNICA

Ovaj rad izrađen je u Tehnološkom i poslovno-inovacijskom centru za marikulturu MARIBIC, Sveučilišta u Dubrovniku, na Bistrini a terensko uzorkovanje na uzgajalištima školjkaša u Malostonskom zaljevu. Istraživanja su trajala od studenog 2008. do kolovoza mjeseca 2009. godine, uz potporu projekta „Značajke uzgojnih lokaliteta na osnovu praćenja rasta, indeksa kondicije, zdravstvenog statusa i spolnog sazrijevanja uzgojnih populacija kamenice i mušule u području Malostonskog zaljeva“, financiranog od DNŽ (voditelja doc. dr.sc. Jurice Juga-Dujakovića) i znanstvenog projekta MZOŠ br.275-0010501-0856 (voditelja prof. dr. sc. Boška Skaramuce).

Posebno se zahvaljujem svom mentoru doc. dr.sc. Jurici Jugu-Dujakoviću na stvaranju uvjeta za izradu ovog rada, na korisnim savjetima i iznimnoj pomoći u izradi svakog dijela ovog rada.

Zahvaljujem se mr. sc. Ani Gavrilović na savjetima i pomoći tijekom praktičnog dijela izrade rada; te kolegici bacc. Ani Ljubičić i ostalim zaposlenicima MARIBIC-a koji su svojim marljivim radom u laboratoriju uvelike pomogli u praktičnom dijelu obrade uzoraka.

Također se zahvaljujem dr. sc. Alexisu Conidesu na pomoći u statističkoj obradi podataka.

Zahvalan sam i prof. dr.sc. Bošku Skaramuci, Predsjedniku povjerenstva za ocjenu i mišljenje o radu na brojnim korisnim sugestijama i savjetima u interpretaciji u pisanju ovog rada kao i prof. dr.sc. Jakši Bolotinu na korisnim savjetima i temeljитom pregledu rada.

Rad želim posvetiti svojim roditeljima koji su mi bili podrška tijekom svih godina studiranja.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Područje istraživanja	2
1.1.1. Ekološke karakteristike Malostonskog zaljeva.....	3
1.1.1.1. Fizikalna oceanografija Malostonskog zaljeva	3
1.1.1.2. Biološke i kemijske karakteristike Malostonskog zaljeva	4
1.1.2. Postaje – na kojima su uzimani uzorci	5
1.2. Istraživani organizam - europska plosnata kamenica <i>Ostrea edulis</i>	7
1.2.1. Anatomske značajke	8
1.2.1.1. Struktura i funkcija škriga.....	9
1.2.2. Probavni sustav.....	9
1.2.3. Opis hranjenja kamenice	11
1.3. Tehnologija uzgoja kamenica u Malostonskom zaljevu	14
1.3.1. Sakupljanje mlađi kamenice	14
1.3.2. Uzgoj mlađi do tržišne veličine	15
2. Materijal i metode	19
2.1. Uzorkovanje i određivanje partikularne tvari i hidrografskih podataka	19
2.2. Uzorkovanje jedinki kamenice	20
2.3. Obrada kamenica za indeks kondicije i indeks mesa.....	20
2.4. Statistička analiza	22
3. Rezultati	23
3.1. Usporedba vrijednosti indeksa kondicije i indeksa mesa sa sezonskim promjenama slanosti	23
3.2. Usporedba vrijednosti indeksa kondicije i indeksa mesa sa sezonskim promjenama temperature	27
3.3. Usporedba ukupne i organske partikularne tvari sa sezonskim promjenama temperature	32
3.4. Usporedba ukupne i organske partikularne tvari sa promjenama indeksa kondicije....	36
3.5. Odnos indeksa kondicije i indeksa mesa i mjerenih ekoloških čimbenika.....	41
4. Rasprava	42
5. Zaključci.....	46
6. Literatura	47

Sažetak

Utjecaj nekih ekoloških čimbenika na sezonske promjene indeksa kondicije uzgojnih populacija europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) u Malostonskom zaljevu

U ovom radu su praćene sezonske promjene indeksa kondicije i indeksa mesa uzgojnih populacija europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) na sedam postaja u području Malostonskog zaljeva, u odnosu na neke osnovne ekološke parametre (slanost, temperatura, te količina partikularne tvari). Na svakoj postaji uzimani su uzorci i mjereni temperatura i slanost na jedan i četiri metra dubine.

Indeks kondicije s obzirom na temperaturu je najveći krajem travnja pri temperaturi 14,6 – 16,3 °C na većini postaja Malostonskog zaljeva, dok je najniži krajem lipnja pri temperaturama iznad 23 °C.

Indeks kondicije s obzirom na salinitet je najveći pri salinitetu 35 – 37,6 psu, krajem travnja a na nekim postajama i sredinom veljače, dok krajem lipnja padom saliniteta na 24 – 31,8 psu dolazi do pada indeksa kondicije i indeksa mesa.

Statistički je dokazano postojanje značajnih sezonskih varijacija vrijednosti indeksa mesa i indeksa kondicije na svim istraživanim parametrima. Također je dokazana statistički značajna povezanost sezonske promjene indeksa kondicije i indeksa mesa kamenice sa mjerenim ekološkim čimbenicima.

Ključne riječi: indeks kondicije / *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) / temperatura / slanost / Malostonski zaljev

Summary

The effect of several ecological factors on the seasonal changes in the condition index of cultivated European flat Oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) populations in Mali Ston Bay.

In this study the seasonal changes of the condition index and meat index of cultivated European flat oyster *Ostrea edulis* populations (Linnaeus, 1758) were examined at seven stations in Mali Ston Bay with respect to some basic ecological parameters (salinity, temperature, and concentrations of particulate matter). At each station samples were taken; temperature and salinity was measured at one and four meters depth.

The condition index with respect to temperature was highest at the end of April at a temperature of 14.6 – 16.3°C at most stations in the Mali Ston Bay, whereas the lowest was at the end of June at temperatures above 23°C.

The condition index with respect to salinity was highest at a salinity of 35 – 37.6 psu, at the end of April, and in some stations towards the middle of February, whereas at the end of June when salinity falls to 24 – 31.8 psu the condition index and meat index decrease.

The presence of significant seasonal variations of the condition index and meat index has been statistically verified in all investigated stations. Additionally, the statistically significant correlation between seasonal changes in the condition index and meat index of oysters and measured ecological factors has also been demonstrated.

Key words: condition index / *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) / temperature / salinity / Mali Ston bay

1. Uvod

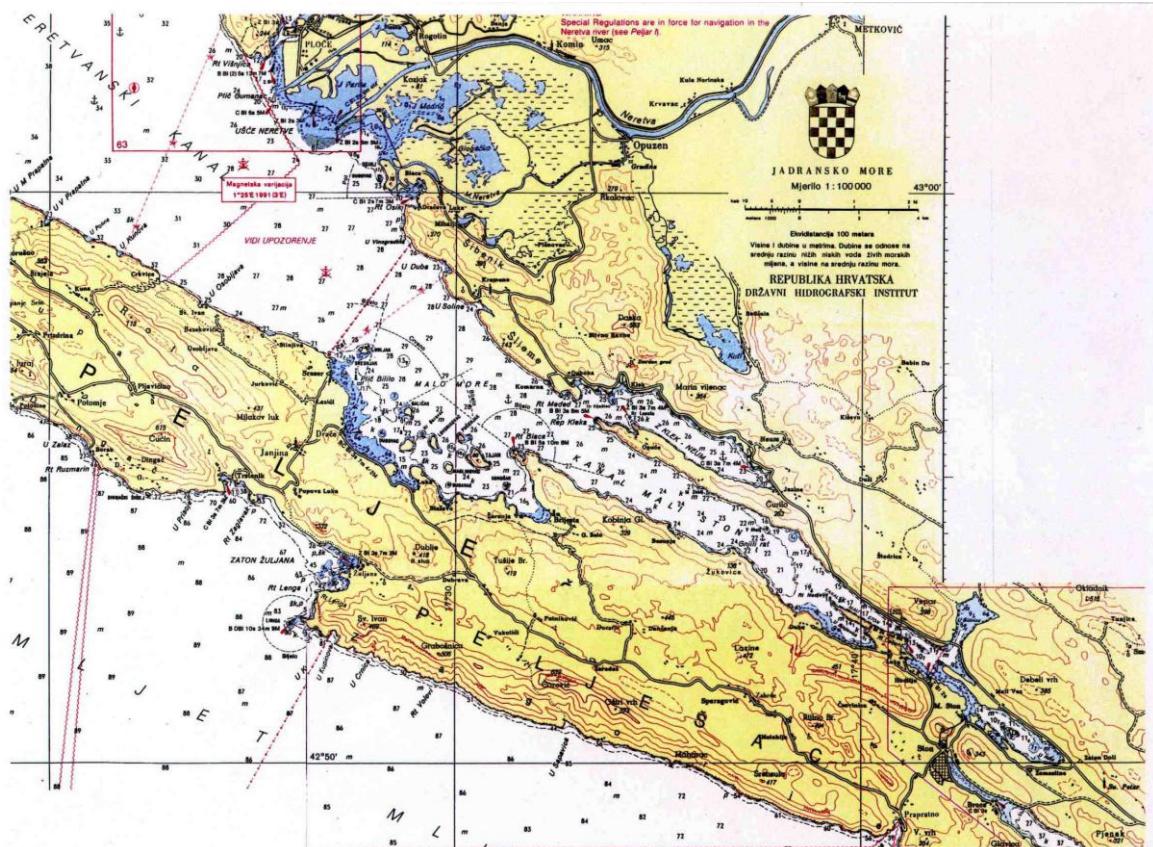
Malostonski zaljev jedno je od rijetkih područja, ne samo u Jadranu nego i šire, gdje se zbog posebno povoljnih ekoloških i produksijskih uvjeta odvija prirodan i nesmetan ciklus razvoja većeg broja školjkaša, od kojih posebno treba izdvojiti kamenicu *Ostrea edulis* koja se stoljećima uzgaja na ovom području (Basioli, 1981).

Osnovna obilježja kvalitete konzumne kamenice, pored zdravstvene ispravnosti koja se podrazumijeva, predstavljaju kvaliteta mesa i izgled ljuštura. Kvaliteta mesa varira tijekom godine i u prvom redu ovisi o sezoni mrješćenja, promjeni abiotskih i biotskih čimbenika sredine te o eventualnoj pojavi bolesti. Kvalitetnim školjkašima za tržiste smatraju se oni s visokim sadržajem suhe tvari u mekanom dijelu tijela, odnosno mesu, koje pritom maksimalno ispunjava prostor između ljuštura (najveći indeks kondicije). U optimalnim uvjetima sredine zdrava je kamenica najkvalitetnija u stadiju gonadnog mirovanja, odnosno u hladnijem razdoblju godine (Gavrilović i Petrinec, 2003).

U ovom radu proučavan je odnos ekoloških čimbenika (saliniteta, temperature, ukupne partikularne tvari i organske partikularne tvari) i kretanja indeksa kondicije i indeksa mesa u različitim vremenskim periodima tijekom godine na sedam istraživačkih postaja u Malostonskom zaljevu.

1.1. Područje istraživanja

Akvatorij Malostonskog zaljeva omeđen kopnjom sa sjeverne i poluotokom Pelješcem s južne strane, može se podijeliti na tri dijela: vanjski, središnji i unutrašnji dio. Vanjski dio zaljeva povremeno je pod jačim, a njegov unutrašnji dio pod slabijim utjecajem slatke vode rijeke Neretve.



Slika 1. Karta Malostonskog zaljeva sa širim utjecajnim područjem

Dužina zaljeva je 28 km, najveća širina na spojnici luka Drače uvala Soline 6,1 km dok je širina zaljeva na spojnici rt Rat - rt Rivine 4,5 km. Obale su u središnjem dijelu slabo razvedene, dok su vanjski i unutrašnji dijelovi vrlo razvedeni s relativno velikim uvalama: zaljev Klek - Neum, uvale; Brijesta, Bijevica, Bistrina i Kuta te oko 20 otočića i hridi. Ukupna dužina obale je oko 102 km, od kojih 6,5 km pripada otocima (IOR, Dubrovnik 2003).

Malostonski zaljev je zbog svojih geomorfoloških karakteristika i položaja u Jadranskom moru jedinstven s obzirom na hidrografske prilike. S jedne strane, utjecaj otvorenog mora evidentan je i na unutrašnjim postajama, a s druge strane tu je i utjecaj rijeke Neretve, brojnih podvodnih izvora (vrulja) i oborina koje ispiru strme obale, donoseći sa sobom mineralne

tvari i organski detritus i na taj način utječu na relativno uzak i plitak zaljev (Kršinić i Mušin, 1981). Kao prirodno eutrofizirani ekosustav s visokom koncentracijom hranjivih soli, izvrsno je stanište za kamenicu i ostale organizme filtratore (Viličić, 1981).

1.1.1. Ekološke karakteristike Malostonskog zaljeva

Ekološke prilike u Malostonskom zaljevu najviše ovise o utjecajima s kopna, a manjim dijelom s otvorenog mora; odnosno o morskim strujama koje pokreću i miješaju vodene mase različitog porijekla i prirodnih svojstava. Važan hidrogeološki čimbenik koji utječe na hidrofizičke i ekološke odnose u Malostonskom zaljevu je prisustvo jačih izvora slatke vode (vrulja) u unutrašnjem dijelu zaljeva (Balenović, 1981).

Analizom fizičko-kemijskih i bioloških parametara utvrđeno je da unutrašnji dio Malostonskog zaljeva pruža izrazito povoljne uvjete za razvoj odraslih i ličinačkih stadija školjkaša, koji se tamo uzbunjaju. Raspored struja, karakteristična slojevitost vodenog stupca, termohalina stabilnost i dovoljna količina nanoplanktona kojim se ličinke školjkaša hrane uzrokuju visok stupanj njihovog preživljavanja (IOR, Dubrovnik 2003).

1.1.1.1. Fizikalna oceanografija Malostonskog zaljeva

Istraživanja osnovnih hidrografskih parametara: temperature, saliniteta, koncentracije otopljenog kisika, prozirnosti i morskih struja pokazala su da je Malostonski zaljev izuzetno složeno područje, s velikim vremenskim i prostornim oscilacijama navedenih parametara (Balenović, 1981).

Godišnje ekstremne vrijednosti temperature su na površini. S porastom dubine godišnji raspon vrijednosti se smanjuje. U vanjskom dijelu zaljeva površinske temperature su rijetko ispod 10 °C, međutim za vrijeme jakih zima, u plitkim dijelovima unutrašnjeg dijela zaljeva površinske temperature se mogu približiti 0 °C. Ovako niske temperature mora, pogotovo ako traju duže vremena mogu biti pogubne za školjkaše i ribe u uzgoju. Najviše temperature se kreću ljeti od 23 °C do 26,1 °C na površini mora (Balenović, 1981; Šimunović, 1981; IOR, Dubrovnik 2003).

Prozirnost mora opada od vanjskog prema unutarnjem području Malostonskog zaljeva. Vidljivost bijele Secchijeve ploče 30 cm promjera varira između 5 i 9 m, a prosječno iznosi 7 m. Iz toga slijedi da eutrofički sloj zahvaća cijeli voden stupac tijekom čitave godine. Minimalna prozirnost zabilježena je u proljeće (3 m), a maksimalna zimi (11 m), što se može povezati s količinom živih i neživih suspendiranih čestica (Balenović, 1981).

Premda tipični vjetrovi za Malostonski zaljev mogu biti vrlo jaki (jugo, bura i maestral) zbog morfoloških karakteristika zaljeva nema mogućnosti da se formiraju veliki i jaki valovi, stoga ni obale nisu formirane djelovanjem valova. Na dnu Malostonskog zaljeva pijeska i šljunka gotovo i nema (Vučak i sur., 1981).

S obzirom na srednje strujanje, voden stupac u Malostonskom zaljevu se može podijeliti na dva sloja, čije debljine variraju tijekom godine. U gornjem sloju prevladava izlazno, a u pridnenom ulazno strujanje. Tijekom cijele godine postoji razlika u fazama strujanja između površinskog i pridnenog strujanja za 180° . Zimi kada je more homogeno, sa velikom vjerovatnošću prisutan je estuarni tip cirkulacije, tj. u površinskom sloju postoji izlazna struja gdje more izlazi iz zaljeva, a u pridnenom ulazna struja kojom ulazi u zaljev. Moguća odstupanja pojavljuju se jedino kao posljedica utjecaja vjetra. Ljeti nije toliko izražen dvoslojni tip cirkulacije s obzirom na srednje strujanje kao što je to izraženo zimi. Razlog tome je što se na samim krajevima Malostonskog zaljeva nalazi mnogo izvora slatke vode, koji su posebno jaki zimi zbog povećane količine oborina i zbog toga je dvoslojni tip cirkulacije u to doba puno izraženiji nego ljeti (Vukadin, 1981; Vučak i sur., 1981).

1.1.1.2. Biološke i kemijske karakteristike Malostonskog zaljeva

Na osnovi mjerjenja primarne proizvodnje, gustoće i biomase fitoplanktona, Malostonski zaljev može se karakterizirati kao područje relativno visoke proizvodnje. Prosječna dnevna proizvodnja od $40,5 \text{ mg C/m}^3$ u sloju $0 - 10 \text{ m}$ predstavlja za oko sedam puta višu vrijednost od prosječne vrijednosti za otvorene vode srednjeg Jadrana u istom periodu, za oko polovicu niže nego u Kaštelskom zaljevu (Marasović i Pucher-Petković 1981).

Prema karakteristikama fitoplanktona i bakterioplanktona Malostonski zaljev ima relativno stabilan ekosustav s idealnim uvjetima za razvoj marikulture (Viličić, 1981).

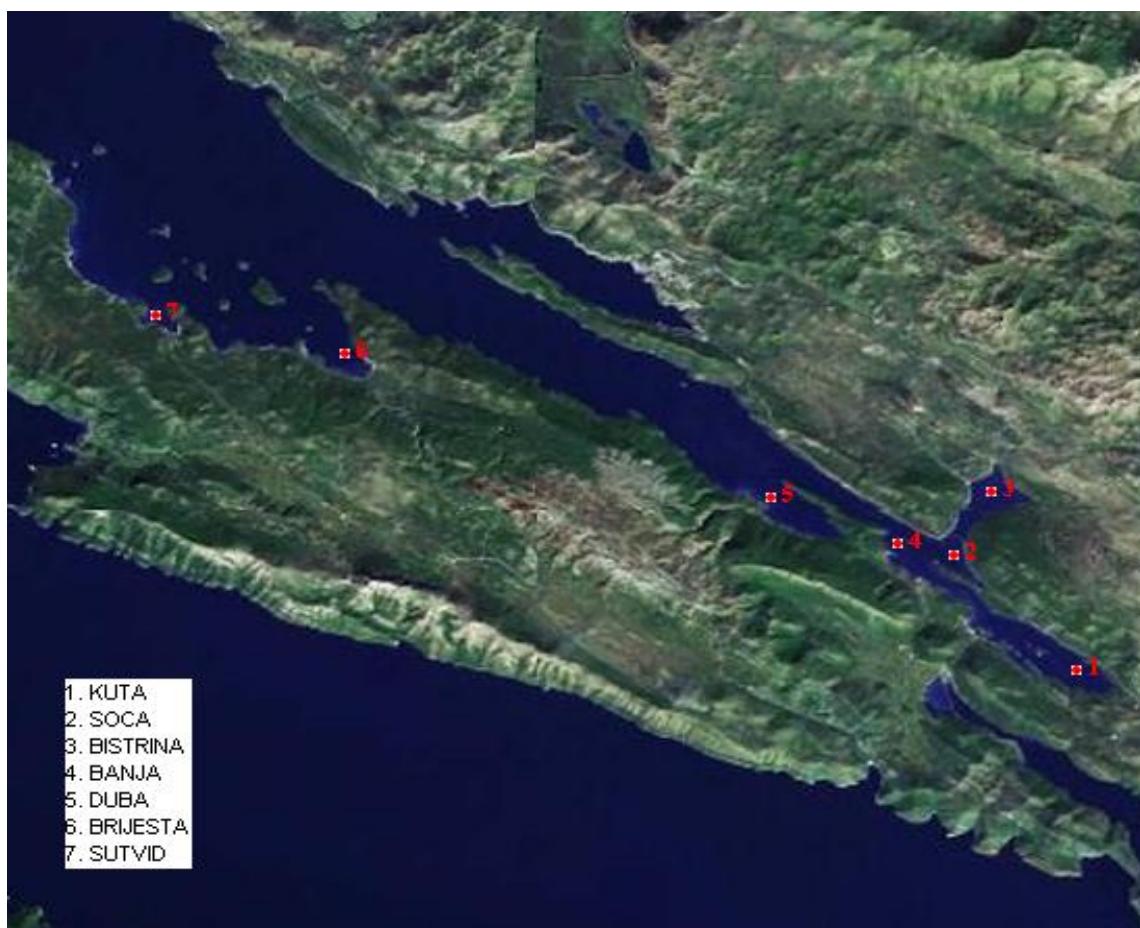
Sastav mrežnog zooplanktona u Malostonskom zaljevu pokazuje tipične karakteristike plitkih i zatvorenih područja istočne obale Jadranskog mora, što se očituje opadanjem broja vrsta i porastom brojnosti od vanjskog prema unutrašnjem dijelu zaljeva. Općenito od ukupnog zooplanktona dominiraju kopepodi sa 60%, slijede kladoceri 25%, a sve ostale skupine i ličinke obuhvaćaju 15% od svih zooplanktonata (Benović i Onofri 1981).

Snažni utjecaj kopna na Malostonski zaljev odražava se na koncentraciju mikronutrijenata. Međutim, uspoređujući koncentracije mikronutrijenata u Malostonskom zaljevu s onima u otvorenom moru južnog Jadrana, ustanovljeno je, kako su u Malostonskom

zaljevu koncentracije NO_3 i reaktivnog silikata manje, dok su NO_2 , NH_4 i PO_4 veće, ali statistički ne značajno. Objasnjenje je vjerojatno u brzom kruženju kako anorganske tako i organske tvari u ovom ekosustavu (IOR, Dubrovnik 2003).

1.1.2. Postaje – na kojima su uzimani uzorci

Za istraživanje je odabранo sedam postaja na području Malostonskog zaljeva, a određeno je razdoblje od devet mjeseci: od studenog 2008. do kolovoza 2009. Postaje na kojima se obavilo uzorkovanje raspoređene su čitavom dužinom Malostonskog zaljeva. Postaje su: Kuta, Soca, Bistrina, Banja, Duba, Brijesta i Sutvid (Slika 2).



Slika 2. Malostonski zaljev sa označenih sedam postaja na kojima se vršilo uzorkovanje
(URL: <http://www.croatia-travel-guide.com/hr/Ston>)

Na svakoj od sedam postaja uzorkovanje i mjerjenje je obavljen da bi se odredili:

1. indeks kondicije i indeks mesa kamenice na dvije dubine (1 i 4 m),
2. hidrografska parametri (temperatura i slanost) na (1 i 4 m) dubine,
3. količina partikularne tvari na dvije dubine (1 i 4 m),

Svrha ovog rada bila je da se dobije spoznaja u kojoj mjeri ekološki čimbenici utječu na indeks kondicije i indeks mesa u Malostonskom zaljevu te usporediti dobivene rezultate sa rezultatima drugih autora.

Ciljevi rada su:

- Utvrditi odnos sezonskih promjena indeksa kondicije i indeksa mesa s promjenama slanosti
- Utvrditi odnos sezonskih promjena indeksa kondicije i indeksa mesa s promjenama temperature morske vode
- Utvrditi odnos ukupne partikularne tvari (TPM) i organske partikularne tvari (POM) s promjenama temperature
- Utvrditi odnos variranja ukupne partikularne tvari (TPM) i organske partikularne tvari (POM) sa sezonskim promjenama indeksa kondicije i indeksa mesa
- Uočiti povezanost svih ekoloških čimbenika s indeksom kondicije i indeksom mesa
- Usporediti dobivene rezultate s rezultatima drugih autora

1.2. Istraživani organizam - europska plosnata kamenica *Ostrea edulis*

Europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) ubraja se u razred: BIVALVIA Linnaeus, 1758; podrazred: PTEROMORPHIA Beurlen, 1944; red: OSTREOIDA Ferussac, 1822; podred: OSTREINA Ferussac, 1822; nadporodicu: Ostreoidea Rafinesque, 1815; porodicu: Ostreidae Rafinesque, 1815; podporodicu: Ostreinae Rafinesque, 1815; rod: *Ostrea* Linnaeus, 1758 (Marguš, 1998).



Slika 3. Rasprostranjenost kamenice *Ostrea edulis* (URL:
http://genimpact.imr.no/__data/page/7650/european_flat_oyster.pdf)

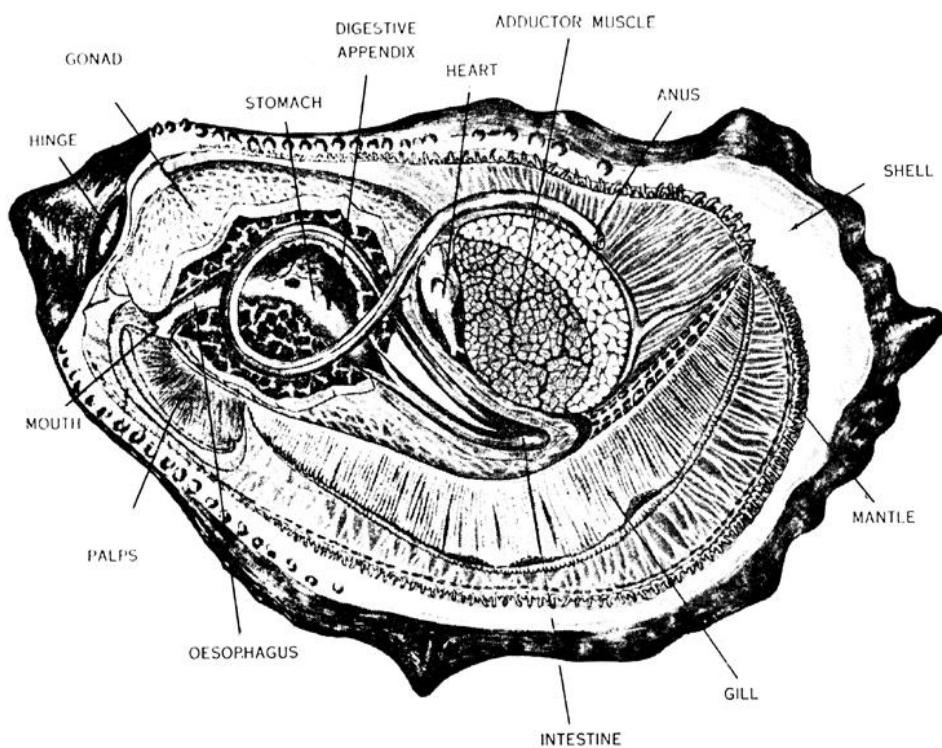
Europska plosnata kamenica je vrsta koja rasprostranjena je od Norveške do Maroka u sjeveroistočnom Atlantiku te u čitavom području Mediterana (Poppe i Goto, 1993).

Kamenicu na istočnoj obali Jadrana susrećemo u područjima koji su pod utjecajem slatke vode. Česta je u lukama i uvijek pričvršćena na kamenu podlogu, te na metalnim i plastičnim predmetima, većinom brojnija u stjenovitom području. Zbog potrebe da se krajem svog ličinačkog života pričvrsti na tvrdnu podlogu, na pjeskovitim, muljevitim i dnima obraslim algama ili morskim cvjetnicama, njena prisutnost izostaje (Zavodnik i Šimunović, 1997). Iako pretežno živi u plićim vodama (izuzevši područja plime i oseke), može se naći na dubinama od 0,5-50 m dubine (Garms i Borm, 1981; Legac i Hrs-Brenko, 1982; Zavodnik i Šimunović, 1997). Prosječna dužina jedinki je od šest do devet centimetara, a najveći

primjeri i do 20-tak cm dužine, dok su na Malom jezeru na otoku Mljetu primijećeni i veći primjeri (Zavodnik i Šimunović, 1997; Onofri, 2003).

1.2.1. Anatomske značajke

Boja ljuštura kamenice je sivokamenasta sa sivomaslinastim primjesama ovisno o području, dubini te količini i sastavu fitoplanktona u njenom okolišu, ponekad uz primjese smeđe boje. Na kamenici razlikujemo pliću, gornju (desnu) i dublju, donju (lijevu) ljuštu. Ljuštura su nejednake i hraptave, sastavljene od nekoliko slojeva. Ljeva (donja) ljušta je veća od desne (gornje) i pričvršćena je za podlogu. Stvaranje ljuštura počinje u razdoblju inkubacije, kad je ličinka smještena u plaštanju šupljini majke. Vrh ili umbo školjke je ujedno najstariji dio ljuštura ispod kojeg je ligamentarni spoj kapaka. Kontrakcijama mišića aduktora ligament se olabavi ili zategne, čime se omogućava otvaranje i zatvaranje školjke. Prisutan je samo stražnji aduktor koji je izmijenjen i smješten u središnjem položaju te pričvršćen na obje ljuštute (Krunic, 1987; Grubišić, 1990)



Slika 4. Anatomija *O. edulis* nakon uklanjanja gornje (desne) ljuštute (URL: http://content.cdlib.org/view?docId=kt629004n3&brand=calisphere&doc.view=entire_text)

U otvorenoj kamenici vidljiv je dobro razvijen plašt, koji se sastoji od dva nabora (lijevi i desni). U području ispod zgloba je srastao, a ostali slobodni dio obavija cijeli

unutarnji prostor koji se još naziva i plaštena šupljina. Na prednjoj strani tijela, neposredno ispod mjesta spajanja plaštanih nabora u zglobnom području smješten je usni otvor, omeđen s dva para (lijevih i desnih) usnih palpa, na koje se nastavlja par (lijevih i desnih) rešetkastih škriga (Slika 4). One se protežu prema stražnjem dijelu tijela do mjesta spajanja unutarnjih površina plaštanih nabora (Younge, 1966; Quayle, 1969).

Visceralna masa je jako uočljiva, sastoji se od želuca, crijeva, srca i bubrega, nalazi se između aduktora, zglobovi i gornje polovice škriga, a izvodni kanali probavnog i mokraćnog sustava i gonada otvaraju se u suprabranhijalnoj tj. ekshalantnoj komori (Walne, 1974).

1.2.1.1. Struktura i funkcija škriga



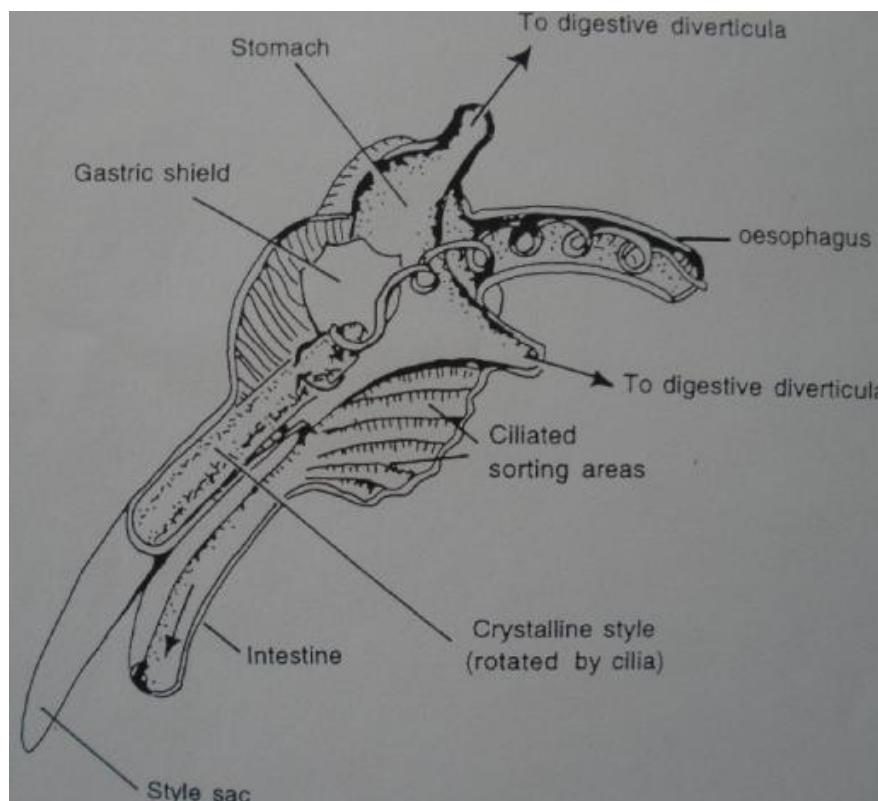
Slika 5. Škrge kod *O. edulis* (foto Marčerlja)

Škrge kod kamenica su parne izgrađene od škržnih vlakanaca i prostiru se kroz čitavu plaštano šupljinu; najveći su organ u tijelu kamenice, sastoje se od četiri nabora tkiva. Služe kao organ za disanje i hranjenje. Filtriranjem, one stvaraju vodenu struju, prikupljaju čestice hrane cilijama te ih prenose na usne palpe na daljnje sortiranje (Younge, 1926).

1.2.2. Probavni sustav

Hranidbene tvari koje su došle do područja usta lagano prolaze kroz kratak jednjak i dolaze u želudac. Cilijarni pokreti pomažu prolazu materijala prema želucu. Ovakav način

kretanja materijala se poteže kroz čitav probavni kanal primarno zato jer nema muskulature (Younge, 1926; Purchon, 1957).



Slika 6. Želudac školjkaša, prikaz namatanja hrane niz kristalni prutić prema Gosling (2003).

Želudac je veliki, ovalni organ u koji se ulijevaju izvodni kanali probavne žlijezde koja ga u potpunosti okružuje. U svom stražnjem dijelu želudac prelazi u srednje crijevo. Na srednje se nastavlja stražnje crijevo, a potom rektum koji završava anusom. Kroz anus se feces izbacuje kroz ekshalantnu komoru van. Dio želuca predstavlja vrećica koja sadrži kristalni prutić (Langton i Gabbott, 1974). Poluprozirni želatinozni prutić, oko 3 cm dug i kristalnog oblika, potječe iz vrećice kristalnog prutića na stražnjem kraju želuca i proteže se naprijed i dorzalno preko šupljine želuca do želučanog štita, zadebljanog područja želučanog zida. Anteriorni dio prutića se rotira pomoću cilija vrećice prutića, pri čemu se razgrađuju i oslobođaju enzimi za probavu ugljikohidrata. Otopljeni gubitak se nadoknađuje stalnim rastom prutića (Purchon, 1957). Kod kamenice ovaj prutić nije stalna struktura; otapa se za vrijeme oseke i životinja tad ne probavlja i formira se opet u vrijeme plime (Langton i Gabbott, 1974). Kristalni prutić svojim okretanjem pomaže i u miješanju sadržaja želuca. Uz navedeno, funkcioniра kao vitlo te svojim okretanjem namata oko vrha hranidbenu sluzavu traku koja dolazi iz jednjaka. Tijekom okretanja prutić razdvaja čestice hrane, dijelom prema želučanom štitu a dijelom prema području za razvrstavanje hrane na desnoj strani želuca.

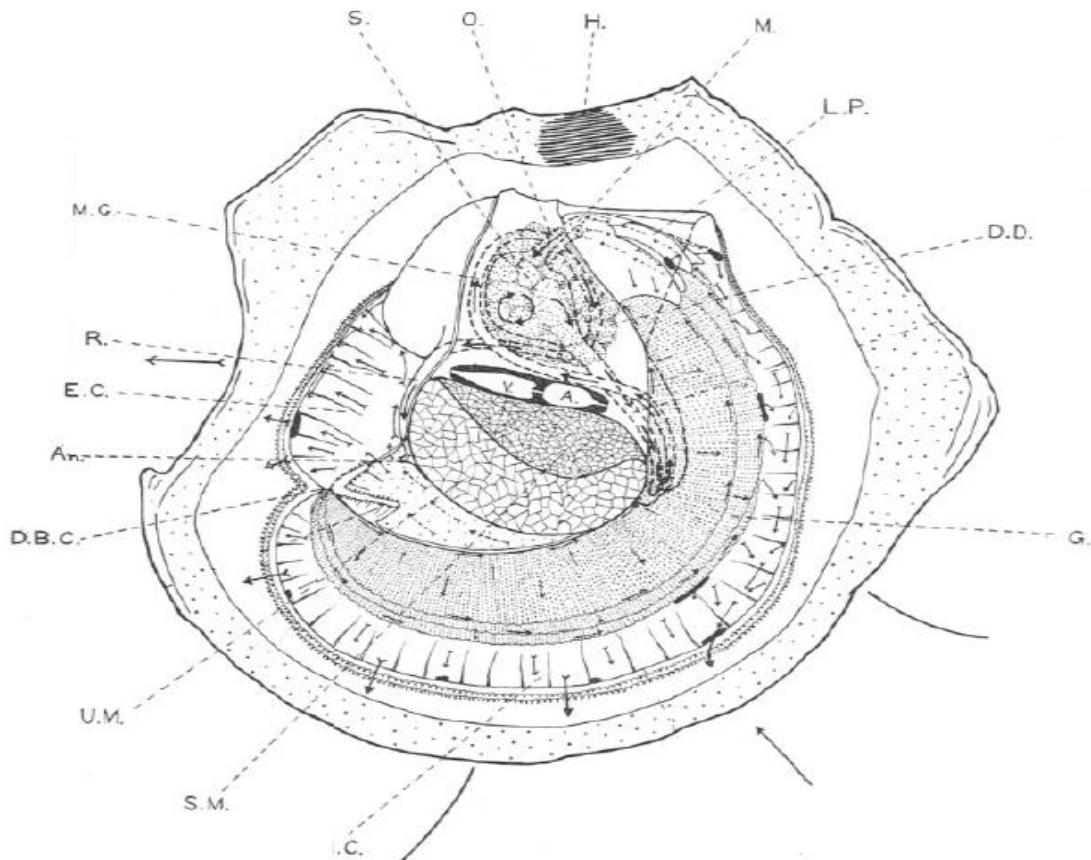
(Slika 6). Nizak pH želuca olakšava odvajanje čestica od mukozne vrpce koje se kasnije miješaju sa sadržajem želuca uključujući i oslobođene enzime iz prutića. Nakon što je djelomično ekstracelularno probavljen, sadržaj želuca dolazi do područja za razvrstavanje hrane. Područje za razvrstavanje hrane sastoji se od žljebova, nabora i cilija. Cilijarni kanali imaju fine nabore i žljebove i služe kao područje za sortiranje, funkcirajući na isti način kao i usne palpe. Finije, sitnije čestice i probavljeni materijal su držani u suspenziji pomoću cilija na vrhu nabora, i taj materijal stalno ide prema otvorima probavne žlijezde gdje se odvija intracelularna probava, dok se veće čestice odvajaju i usmjeravaju prema crijevu kroz otvor na dnu želuca (Gosling, 2003).

Probavna žlijezda koja je smeđe ili crne boje glavno je mjesto intracelularne probave i ima važnu ulogu u pohrani metaboličkih rezervi koje se koriste kao izvor energije tijekom procesa gametogeneze i fiziološkog stresa (Bayne i sur., 1976). Sastoji se od slijepo završavajućih tubula koji su spojeni preko kanala sa želucem. Unutar ovih kanala postoji kontinuirani dvostruki tok: čestice ulaze u žlijezdu za intracelularnu probavu i apsorpciju, a otpad odlazi preko želuca do crijeva. Tubuli su sastavljeni od dva tipa stanica, probavne stanice i bazofilne (sekretorne) stanice (Weinstain, 1995). Probavne stanice uzimaju materijal pinocitozom (uzimanjem ekstracelularne tekućine u stanicu) i probavljaju ga unutar vakuola. Krajnji produkt probave prelazi direktno u hemolimfu, a otpad je zadržan u rezidualnim tjelešcima koji se kasnije otpuštaju u lumen tubula. Otpušten otpad u ekskretornim tjelešcima preko želuca odlazi do crijeva. Ovaj otpad može također sadržavati probavne enzime koji bi mogli biti iskorišteni od strane želuca za ekstracelularnu probavu (Mathers, 1972).

Odbačene čestice iz želuca kao i otpadni materijal probavne žlijezde odlaze u crijevo. Ove čestice nisu nužno izgubljene jer postoje hemociti koji slobodno prolaze u crijevo iz optoka hemolimfe i mogu fagocitirati, probavljati i transportirati te čestice po tijelu. Zato su te stanice bitne u intracelularnoj probavi i imaju jedinstvenu ulogu u transportu hrane. Prvi dio crijeva se naziva srednje crijevo a u njemu se nalaze sljedeći enzimi: alfa-amilaza, maltaza, trehalaza, celobiazza i različite glukozidaze. Funkcije srednjeg crijeva kao područje probave i apsorpcije omogućuje efikasniju iskoristivost hrane, jer pod optimalnim uvjetima hranjenja dosta probavljenog materijala dođe neprobavljenog do crijeva. Crijevo završava sa anusom a feces se u obliku fekalnih peleta izbacuje kroz ekshalantni otvor (Reid, 1968; Gosling, 2003).

1.2.3. Opis hranjenja kamenice

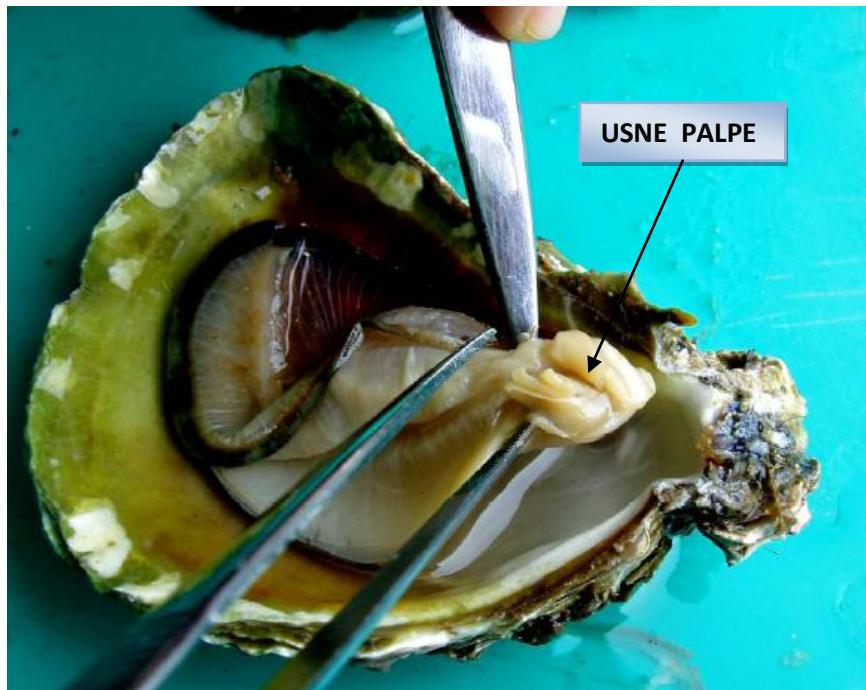
Hranjenje filtriranjem se smatra da je poteklo od skupine ranih protobranhijalnih mekušaca iz kojih su se razvili lamelibranhijati u koje spada i kamenica (Gosling, 2003).



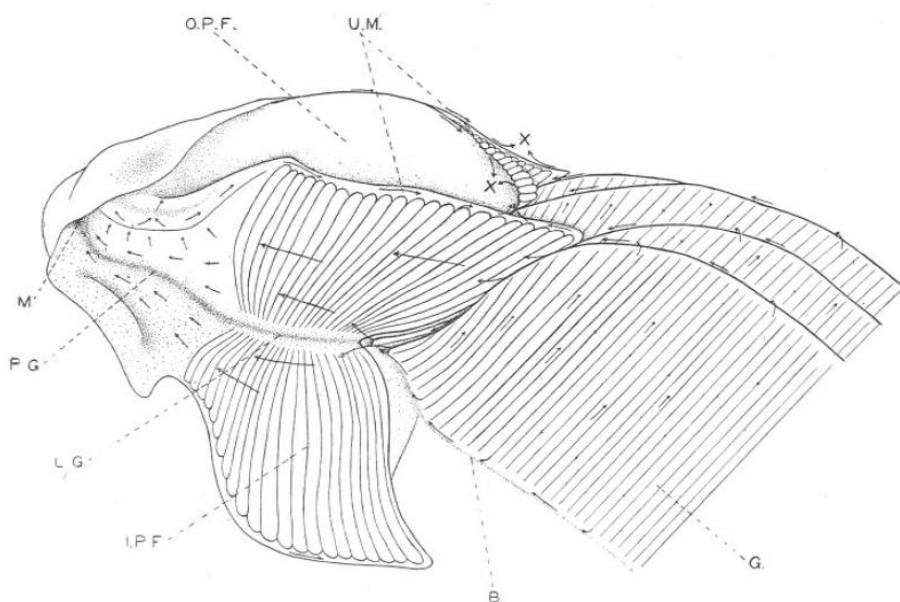
Slika 7. *O. edulis* Nakon otklanjanja desne ljuštute i plašta, način prikupljanja hrane filtriranjem te raspored probavnih organa: An. (anus), D.B.C. (odjeljak između inhalantne i ekshalantne komore), D.D. (probavna diveticula), E.C. (ekshalantna komora), G. (škrge), I.C. (inhalantna komora), L.P. (usne palpe), M. (usta), M.G. (srednje crijevo), O. (jednjak), R. (Rektum), S. (želudac), S.M. (mišić aduktor – dio sa izbrazdanim vlakancima), U.M. (mišić aduktor – dio s glatkim vlakancima), H. (umbo). Velike strjelice koje su prikazane van ljuštute označuju smjer ulaznog i izlaznog strujanja. Unutar ljuštute obične strjelice označuju smjer ulaznog strujanja a strjelice sa oznakom na kraju označuju izlazno strujanje. Isprekidane strjelice (osim u crijevima) označuju strujanje ispod površine prema Younge (1926).

Kamenice se, kao i ostali školjkaši, hrane filtriranjem hranjivih tvari iz morske vode. Mikroalge, zooplankton, bakterije, praživotinje, organske i anorganske čestice potencijalni su izvor hrane za odrasle jedinke. Kamenice se najčešće hrane fitoplanktonskim organizmima promjera 3 - 24 μm (Newell i Langdon, 1996). Školjkaši skupljaju organske i mineralne čestice na površini škrga pomoću sluzi koju luče mukusne stanice ovog organa (Teskeredžić i sur., 2004). Na svakom škržnom vlakancu se nalazi 3 para trepetljika ili cilija (prednje, bočno – prednje i bočne trepetljike). Trepetljike ili cilije na škržnim vlakancima imaju specifične funkcije i poredak. Pokreti trepetljika su pod kontrolom živčanog sustava. Bočne trepetljike su smještene sa strana vlakanca. Kada voda dođe do površine škrga ove trepetljike koriste

čestice iz vode i prebacuju ih do prednjih trepetljika koje su gusto distribuirane na vanjskoj strani škrga okrenutoj prema dolaznoj struji vode. Prednje trepetljike prenose hranidbene čestice nakupljene u sluzi prema žljebovima na ventralnoj strani svake lamele, a odatle se čestice dalje prenose na usne palpe i usta (Gosling, 2003).



Slika 8. Usne palpe (foto Marčelja)



Slika 9. Prikaz načina hranjenja u spoju između škrga i usne palpe, desna usna palpa otvorena prema van kako bi se razotkrio unutrašnji dio površine: B (baza škržne demibranhije), G (škrge), I.P.F (unutarnje lice usne palpe), L.G (lateralni usmeni žlijeb), M (usta), O.P.F (vanjsko lice usne palpe), P.G. (proksimalni usmeni žlijeb), U.M. (gornja margina usne palpe), X (točka gdje se materijal odbija sa usnih palpi) prema Younge (1926).

Vanjska površina usnih palpi je glatka i na sebi sadrži trepetljike za čišćenje, dok unutarnja površina sadržava serije brazda i kanala u nepravilnoj liniji koso nagnutoj prema usnom žlijebu. Male čestice prolaze preko brazda prema proksimalnim usnom žlijebu i od toga dijela idu u usta (Foster-Smith, 1978).

Glavna funkcija usnih palpa je sortiranje i prijenos selektiranih čestica iz morske vode pomoću škrga u probavni sustav. U gustim otopinama kanali usnih palpa sortiraju i odbijaju većinu filtriranog materijala, te on biva odbačen na plašt kao pseudofeces. Zadržane čestice se dalje transportiraju preko usta u probavni sustav. Dakle veće čestice se sakupljaju na gornjim rubovima usnih palpa, dolaze do točke X i povremeno se mišićnim trzajima odbacuju na stjenke plašta (Slika 9). Ovakve se tvari nazivaju pseudofeces i prenese se u otpadne kanale plašta do inhalantnog otvora kroz koji se periodično izbacuje van. U stražnjoj regiji inhalantne komore i na istom području ekshalantne komore, čestice dolaze direktno na rub plašta gdje se sakupljaju i od tuda se periodično obavlja njihovo izbacivanje van (Slika 7). Kada kapacitet probave nije premašen, čestice iz škrga idu preko prihvavnih kanala na usne palpe prema ustima (Yunge, 1926; Bayne i sur., 1976; Gosling, 2003).

1.3. Tehnologija uzgoja kamenica u Malostonskom zaljevu

U prvom dijelu svojeg života ličinke kamenice pripadaju planktonskoj zajednici, dok je odrasla kamenica tipični bentoski organizam. Obzirom na životni ciklus kamenice *O. edulis* tehnologija uzgoja u Malostonskom zaljevu može se podijeliti u dvije faze. Sakupljanje mlađi kamenice koja prelazi iz planktonskog „dijela života“ u bentoski, čini prvu fazu uzgoja kamenica dok je druga faza uzgoj mlađi kamenice na uzgojnim parkovima do tržišne veličine (Hrs – Brenko, 1990a; Gavrilović i Petrinac, 2003).

1.3.1. Sakupljanje mlađi kamenice

Postupci pri sakupljanju (kolektiranju) mlađi kamenica sastoje se od nekoliko vremenski i prostorno uvjetovanih radnji: pripreme kolektora, postavljanja kolektora na plutajuće linije, vađenja kolektora nakon prihvata i sortiranja mlađi po veličini, razrjeđenje početne nasadne gustoće, nasadihanju mlađi u kašete ili cementiranje za daljnji uzgoj (Filić, 2001; Teskeredžić i sur., 2004).

Za prihvat zrelih ličinki kamenica upotrebljava se ne nekoliko vrsta kolektora: fašini, razne vrste plastičnih mreža (npr. pergolari), plastične ploče (Basioli, 1981; Skaramuca i Gjukić, 1981) (Slika 10).



Slika 10. Plastični kolektor, prihvat mlađi nakon godinu dana (foto Radetić)

1.3.2. Uzgoj mlađi do tržišne veličine

Daljnji postupak uzgoja kamenica je dizanje kolektora iz mora i njegova obrada. Obrađeni kolektori se pojedinačno vješaju na uzgojne parkove u razmaku od 0,5 m, na dubini od 0,5 m (www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj_kamenica.html)

Za daljnji uzgoj mlađi koriste se razne vrste korpa ili kašeta, ili se mlađ kamenice cementira na konope koji vise na plutajućim parkovima.

Mlađ kamenica nasaduje se u kašete s početnom nasadnom gustoćom od 70 komada dimenzija (48,5x30,5x16 cm). Nizovi od 6 kašeta se vežu na plutajuće linije u razmaku od 1 m na dubini 6-8 m. Nakon osam mjeseci uzgoja, kašete se vade te se školjkaši razrjeđuju na gustoću od 35 kamenica po kašeti. S tom nasadnom gustoćom može se završiti uzgojni ciklus koji traje dvije godine od dana postavljanja kolektora za prihvatanje mlađi. U tom razdoblju uzgajani školjkaši postignu veličinu od oko 90 mm i težinu oko 80 g. Uzgoj u košaricama štiti uzgajane organizme od predstavnika, ali i od obraštaja, što rezultira višim postotkom preživljavanja te manjim utroškom rada u pripremi školjaka za plasman na tržiste (www.hzpss.hr/infhzpss/vip/2002/0091013h.doc) (Slika 11).



Slika 11. Kamenice u korpama (foto Radetić)

Nakon 12 do 18 mjeseci uzgoja na pergolarima, kamenica je veličine od 4 do 6 cm i dozrela je za cementiranje ([www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj kamenica.html](http://www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj_kamenica.html)). Cementiranje je tradicionalan način uzgoja kamenica u Malostonskoj zaljevu. Obavlja se brzovezućim cementom na plastični konop duljine 2 do 2,5 m, na način da se cementira lijeva na lijevu stranu kamenice u razmaku od 10 cm. Na jednom takvom konopu cementira se oko 60 do 80 komada kamenica, u plićim područjima do 50 komada (usmeno priopćenje Đino Medi) (Slika 12).



Slika 12. Cementirane kamenice (foto Radetić)

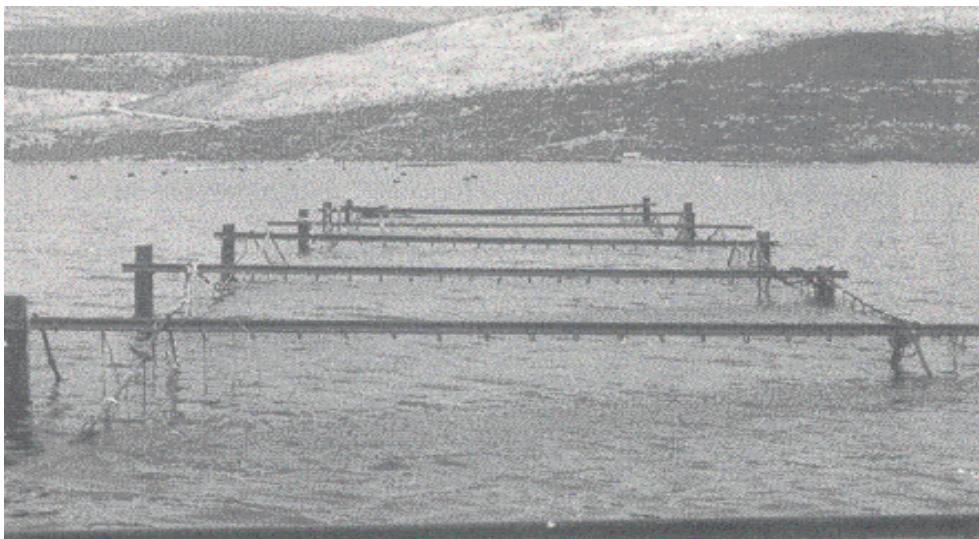
U cijelom ovom procesu uzgoja kamenica, mortalitet je do 18%, a povremeno u nekim lokalitetima i do 70%. Našoj europskoj kamenici potrebno je dvije do dvije i pol godine da naraste do tržišne veličine. Prema pokusima, provedenim u nekoliko navrata, srednjak dužine školjkaša starih petnaest mjeseci iznosio je preko 60 mm (Šimunović, 1981; Hrs-Brenko, 1990b).

U Malostonskom zaljevu upotrebljavaju se stacionarni i plutajući parkovi za uzgoj kamenica.

Stacionarni parkovi (talijanskog i francuskog tipa), podižu se u plitkim uvalama dubokima 3-7 m. Parkovi se sastoje od niza stupova (drvni, armirano-betonski, stare tračnice) zabodenih u dno i nanizanih u 2 do 5 reda (Slika 13 i 14). Dužina parka ovisi o konfiguraciji obale i o tipu dna. Stupovi su međusobno povezani ili konopima (talijanski tip) ili poprečnim gredama (francuski tip).



Slika 13. Stacionarni park (francuski tip) (foto Radetić)



Slika 14. Željezni stacionarni park prema Maškariću (Tomšić i Lovrić, 2004)

Za razliku od stacionarnih parkova, plutajući se parkovi sastoje od niza plastičnih plutača povezani za hvatišta konopom i mogu se postavljati na veće dubine (Hrs-Brenko, 1990b) (Slika 15).



Slika 15. Plutajući park (foto Radetić)

Plutajuća linija ili uzgojni park može se sastojati od 15 plutača u razmaku od oko 10 m. Uzgonska masa linije je oko 3 tone, što ukupno čini 45 tona. Ovakva plutajuća linija treba se sidriti na jednoj i drugoj strani s betonskim sidrima od po 1 tone (Marguš i sur., 1990).

2. Materijal i metode

Uzorkovanje je obavljano na sedam postaja u Malostonskom zaljevu (Slika 2). Prvo uzorkovanje bilo je 25. studenog 2008, drugo 11. veljače 2009, treće 28. travnja 2009, četvrto 29. lipnja 2009 i peto 31. kolovoza 2009.

2.1. Uzorkovanje i određivanje partikularne tvari i hidrografskih podataka

Uzorci morske vode uzimani su crpcem, najprije na dubini od jednog metra, a nakon njegovog izvlačenja sondom WTW-Cond 315/SET je izmjerena temperatura i slanost u zahvaćenom volumenu morske vode. Izmjerene vrijednosti hidrografskih podataka zapisale su se u tablicu. Nakon mjerena, sadržaj crpca prelio se u spremnik s označenom postajom uzorkovanja, koji se zamotao u crnu neprozirnu vreću. Na isti način uziman je uzorak s dubine od četiri metra. U ovom postupku bilo je potrebno jasno označiti imena postaja i dubine s kojih su se uzeli uzorci.

Pri obradi uzoraka za određivanje partikularne tvari koristili su se prethodno žareni, izvagani i označeni Whatman GF/C filteri u triplikatu. Po jedna litra morske vode se profiltrirala pomoću vakuum pumpice pod malim niskim tlakom. Nakon toga filter se zaledio do daljne obrade, određivanja partikularne tvari (Slika 16).



Slika 16. Whatman GF/C filteri u triplikatu priprema za sušenje – određivanje ukupne partikularne tvari (foto MARIBIC)

Za određivanje ukupne partikularne tvari filteri su sušeni na 100 °C u periodu od 24 sata do konstantne mase. Nakon toga uslijedilo je vaganje filtera na analitičkoj vagi.

Ukupna partikularna tvar izračunala se po formuli:

$$\text{TPM (ukupna partikularna tvar)} = \text{masa suhog filtera} - \text{masa čistog užarenog filtera}$$

Dalje je slijedio postupak određivanja organske i anorganske partikularne tvari. Izvagani suhi filteri složili su se po redu na lim za žarenje, na debeli sloj čiste aluminijske folije na kojoj se označila postaja i dubina za svaki filter. Suhi filteri su se stavili žariti pet sati u prethodno zagrijanoj peći na 450 °C. Nakon što su se ohladili izvagali su se na analitičkoj vagi, a masa žarenog filtera upisala se u tablicu.

Anorganska partikularna tvar računala se po formuli:

$$\text{PIM (anorganska partikularna tvar)} = \text{masa žarenog filtera} - \text{masa čistog žarenog filtera}$$

Organska partikularna tvar računala se po formuli:

$$\text{POM (organska partikularna tvar)} = \text{TPM (ukupna part. tvar)} - \text{PIM (anorganska part. tvar)}$$

Organska frakcija partikularne tvari (sadržaj organske u ukupnoj partikularnoj) računala se po formuli:

$$f (\text{organska frakcija partikularne tvari}) = \text{POM} / \text{TPM}$$

2.2. Uzorkovanje jedinki kamenice

Sa svake postaje na uzgajalištu uzimao se uzorak od 30 jedinki kamenice s dvije dubine od jedan i četiri metra za određivanje indeksa kondicije. Tijekom uzorkovanja školjkaši su pakirani u vrećice na kojima su označene dubina i lokacija.

2.3. Obrada kamenica za indeks kondicije i indeks mesa

Obrada kamenica obavljena je dijelom u laboratoriju Sveučilišta u Dubrovniku, dijelom u laboratoriju MARIBIC-a. Jedinke kamenice obrađivane su redom po dubini od jedan i četiri metra, postaju po postaju. U postupku obrade, školjkaši su prvo očišćeni od obraštaja, a potom posušeni staničevinom i složeni redom na pokrivenu staničevinu na daljnju obradu.

Na analitičkoj vagi s preciznošću od dvije decimale redom je izvagan svaki školjkaš.

Školjkaši su se zatim otvarali, i pazilo se da se u potpunosti odvoji tkivo od ljuštura. Ljušture smo slagali okrenute tako da se intervalvalna tekućina ocijedi, a tkivo se slagalo tik do ljuštura. Dalje istim redoslijedom ljuštura i meso smo prebacili na staničevinu da se dodatno prosuše. Nakon ovoga slijedilo je vaganje mokre mase ljuštura i mokre mase mesa (Slika 17).



Slika 17. Slaganje ljuštura kamenica i mesa na staničevinu nakon otvaranja, priprema za vaganje mokre mase mesa i ljuštura (foto Radetić)

Nakon toga slijedio je postupak sušenja uzoraka da se dobije suha masa. Uzorci su se stavili u prethodno zagrijanu peć za sušenje na 105 °C do konstantne suhe mase. Nakon 24 sata suhi uzorci tkiva i ljuštura izvađeni su iz peći još topli, odvajani su s aluminijске folije sa stalaže za sušenje i vagani. Odredila se suha masa tkiva i ljuštura.

Indeks kondicije (IK) računao se na dva načina, po Mannu (1978) i prema IFREMER-u (2003) indeks mesa (IM).

Iz dobivenih mjera izračun indeksa kondicije po Mannu:

$$IK \text{ (indeks kondicije)} = \text{masa suhog mesa} / \text{masa suhe ljuštura} \times 1000$$

Indeks mesa (IFREMER, 2003) se dobio po formuli:

$$IM \text{ (indeks mesa)} = \text{masa mokrog mesa} / \text{masa cijelog školjkaša} \times 100$$

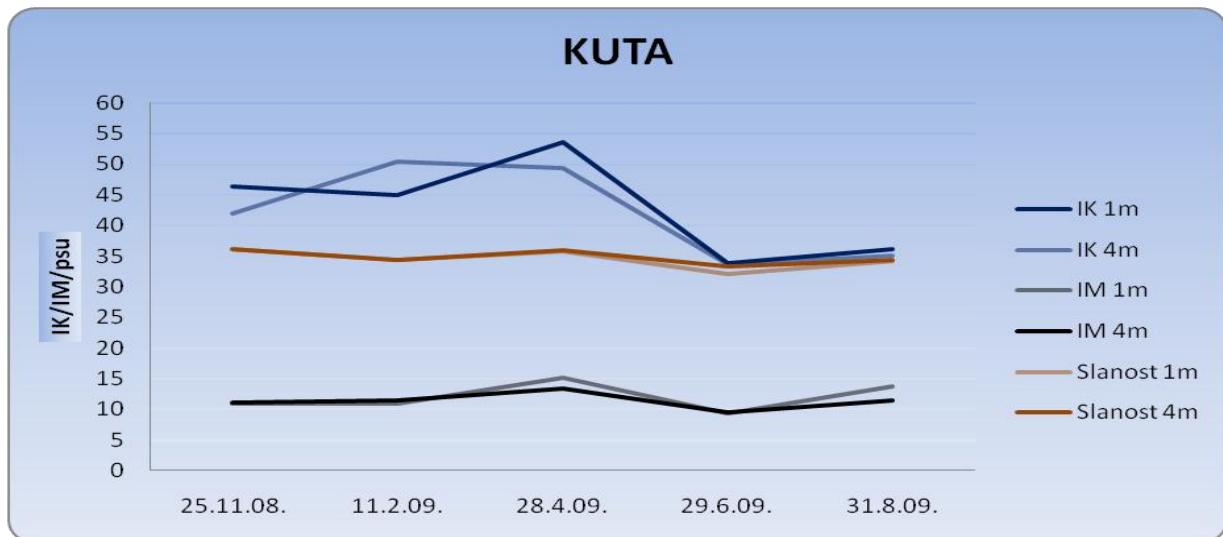
2.4. Statistička analiza

Međusobni odnos indeksa kondicije, indeksa mesa i izmjerениh ekoloških parametara utvrđen je analizom linearne višestruke regresije.

3. Rezultati

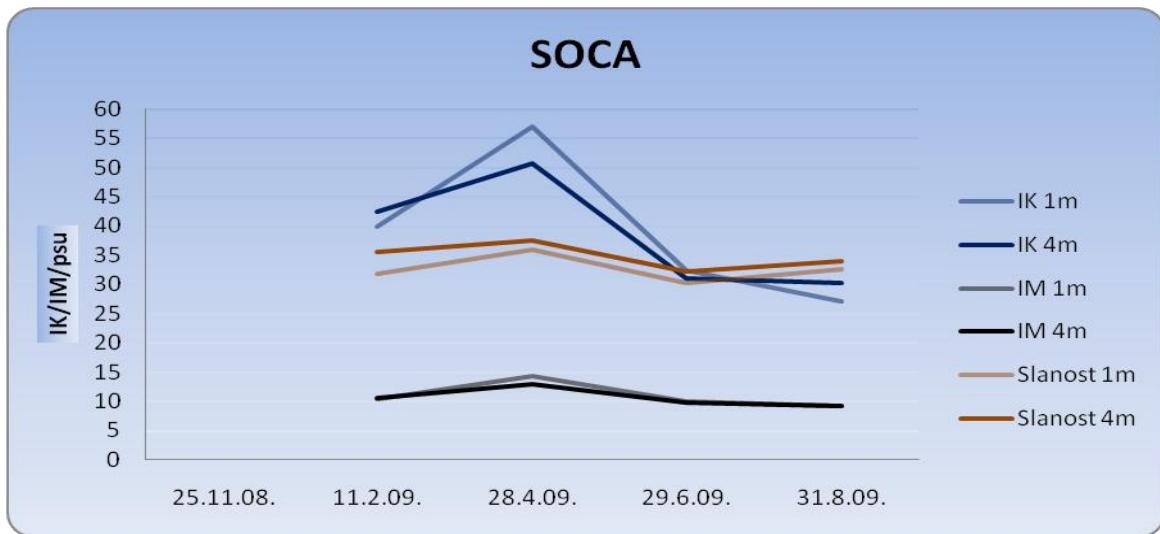
3.1. Usporedba vrijednosti indeksa kondicije i indeksa mesa sa sezonskim promjenama slanosti

Na postaji Kuta indeks kondicije i indeks mesa imaju najveće vrijednosti krajem travnja, i to IK (53), IM (15) pri slanosti oko 36 psu. Krajem lipnja nakon pada slanosti ispod 34 psu, padaju i vrijednosti IK (33) i IM (9,3) (Slika 18).



Slika 18. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Kuta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009.god.

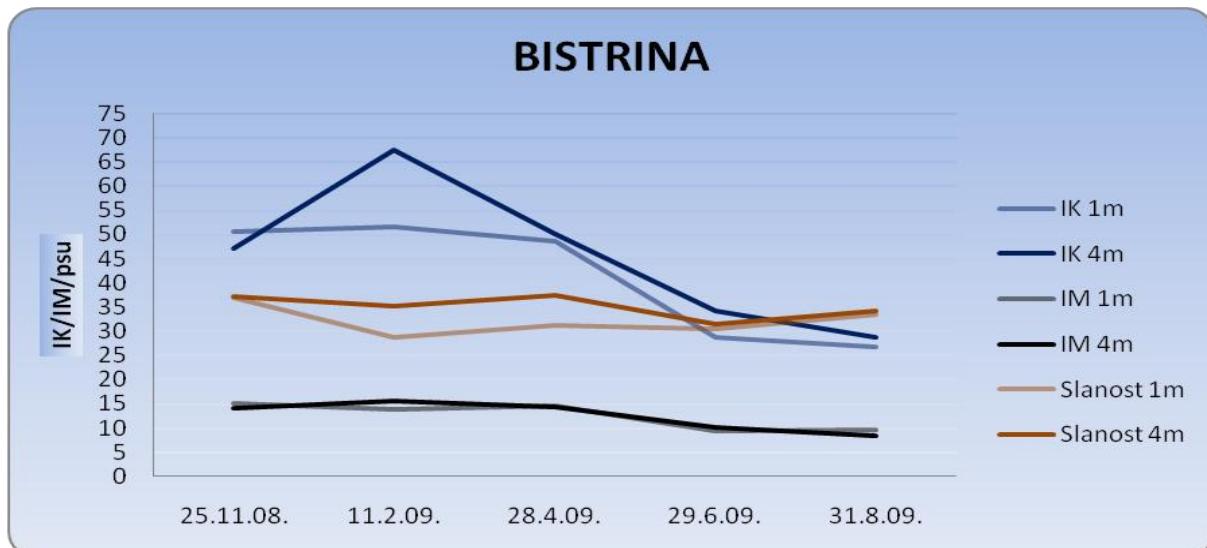
Na postaji Soca indeks kondicije i indeks mesa imaju najveće vrijednosti krajem travnja, i to IK (50-56), IM (12,9-14,3) pri slanosti 36-37,4 psu. Nakon pada slanosti krajem lipnja ispod 33 psu, padaju i vrijednosti IK (32) i IM (10). Pad IK i IM se nastavlja krajem kolovoza pri slanosti 33-34 psu (Slika 19).



*zbog drugačije organizacije u 2008. god. uzorkovanje nije obavljano na postaji Soca

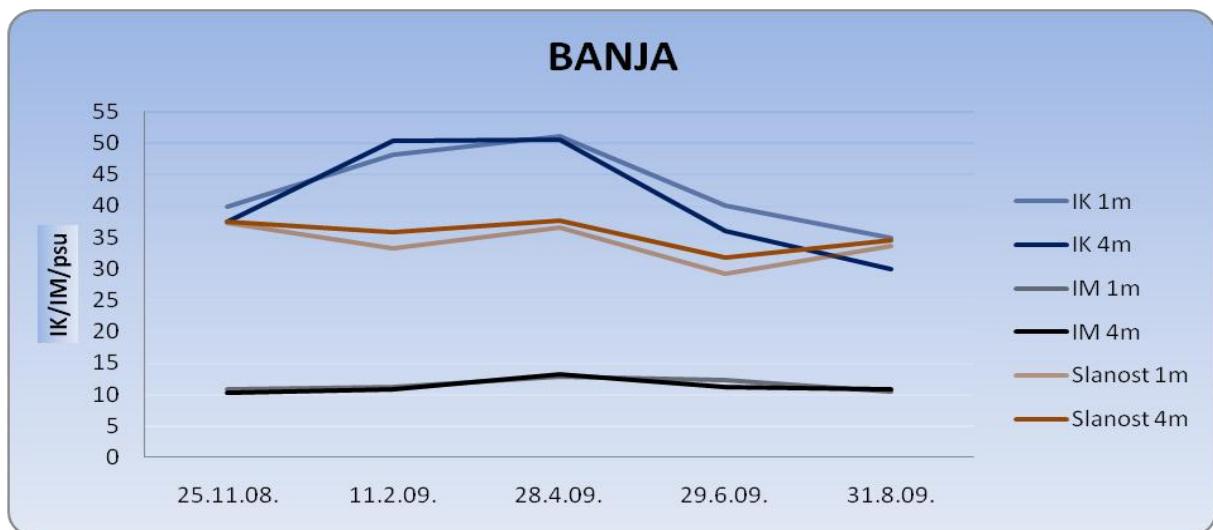
Slika 19. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Soca, na dubinama od 1 m i 4 m u: veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Bistrina kao što je vidljivo na slici da je indeks kondicije (67) i indeks mesa (15,5) najveći polovicom veljače na četiri metra, pri slanosti od 35 psu. Istog datuma vidljiva je drastična razlika na jedan metar gdje je slanost 28,7 psu, IK (51), IM (13,7), iz čega se može zaključiti da niža slanost utječe na niži IK i IM. Nakon pada slanosti krajem lipnja na 30-32 psu, padaju i IK i IM bez obzira na ponovni rast slanosti krajem kolovoza, ima najveći pad (Slika 20).



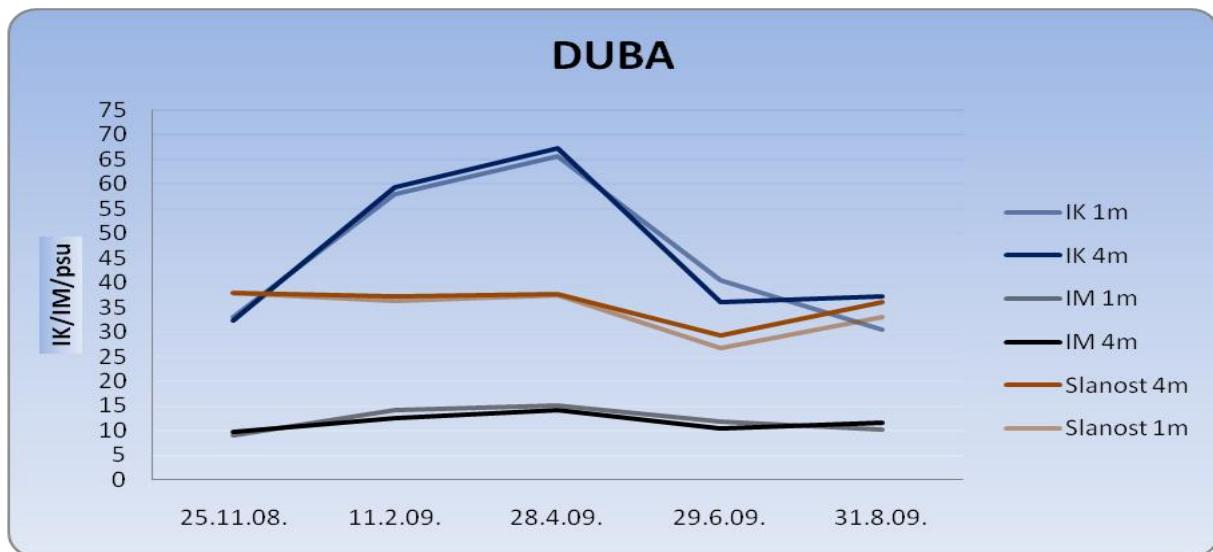
Slika 20. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Bistrina, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Banja polovicom veljače su vidljive visoke vrijednosti indeksa kondicije i indeksa mesa, međutim najveće vrijednosti su vidljive krajem travnja, IK (50,5-51,1), IM (12,8-13,2) pri slanosti 36,5-37,6 psu. Pad slanosti krajem lipnja na 30-31,8 psu, obilježava pad IK i IM. Krajem kolovoza bez obzira na ponovni rast slanosti IK i IM nastavljaju padati (Slika 21).



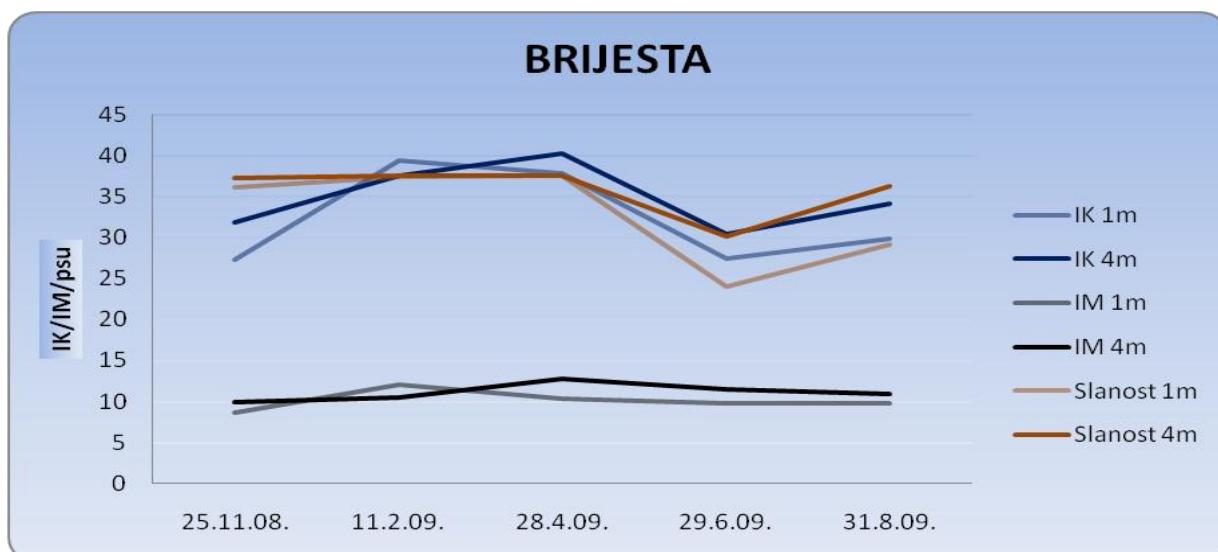
Slika 21. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Banja, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Duba vidljivo je da su najveće vrijednosti indeksa kondicije (65-67) i indeksa mesa (14-15) zabilježene krajem travnja pri salinitetu 37,5 psu. Pad slanosti na 26,6-29 psu krajem lipnja obilježava pad IK (35-40) i IM (9-9,6). Krajem studenog vidljiv je pad IK i IM, bez obzira na visoku slanost. Iz ovoga se može zaključiti da slanost nije imala utjecaj na IK i IM krajem studenog, već da je u pitanju neki drugi okolišni čimbenik (Slika 22).



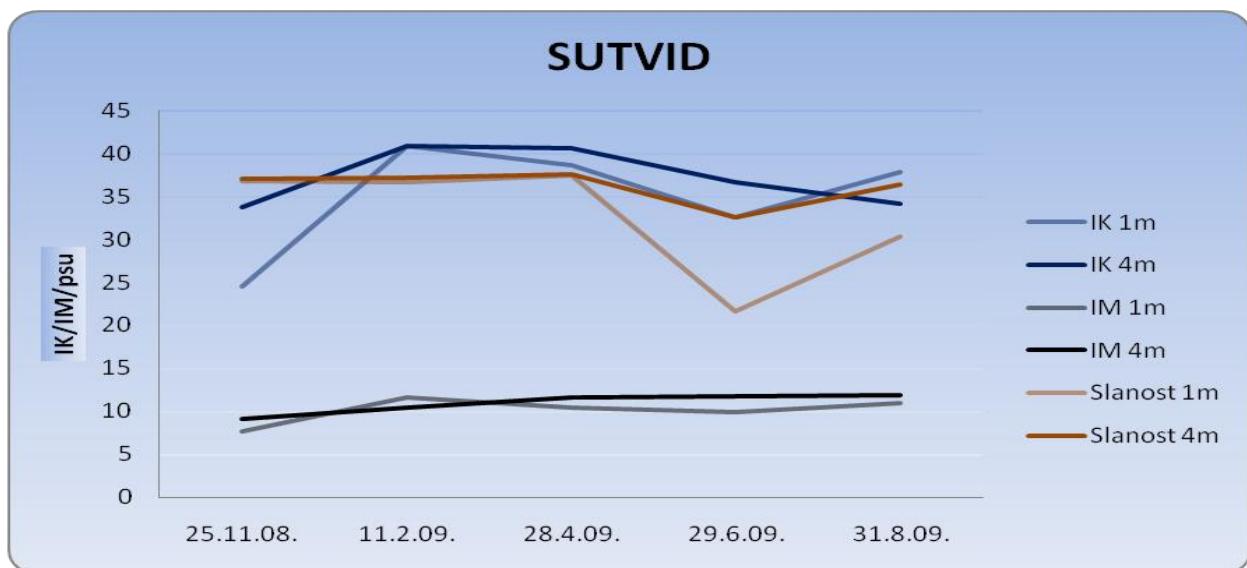
Slika 22. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji „Duba“, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009.

Na postaji Brijesta krajem travnja vidljive su najveće vrijednosti indeksa kondicije (37-40) i indeksa mesa (12,7), pri slanosti 37,5 psu. Krajem lipnja pad slanosti na 24-30 psu, označava pad IK i IM. Općenito gledajući krivulja IK prati krivulju slanosti, jedino to nije izraženo krajem studenoga. Može se zaključiti da tada slanost nije imala utjecaj na IK i IM (Slika 23).



Slika 23. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Brijesta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

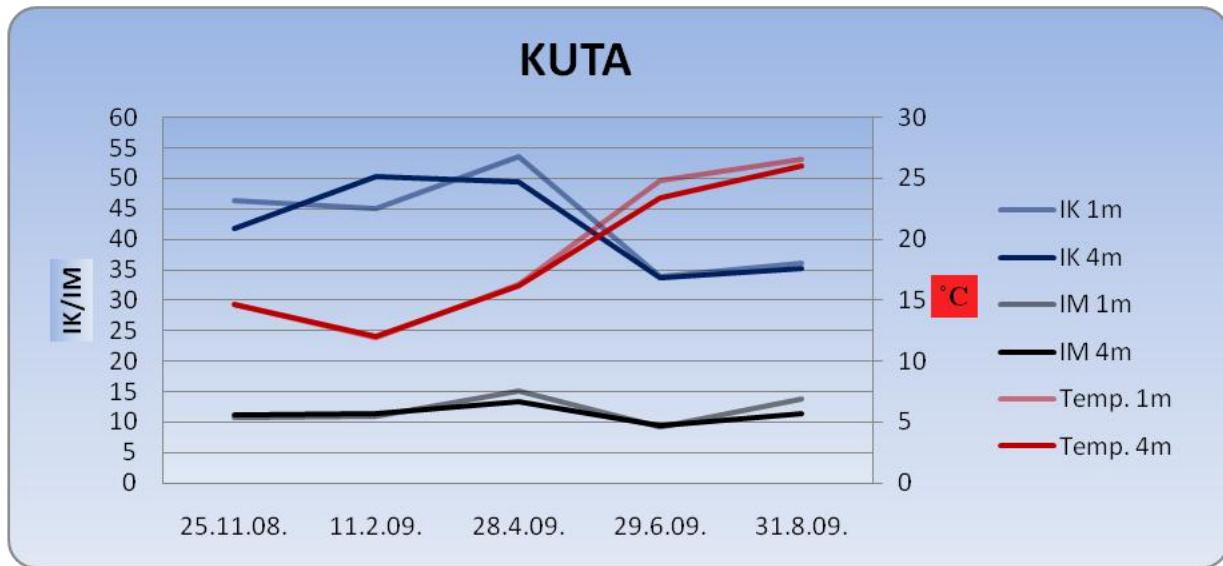
Na postaji Sutvid vidljiv je visok indeks kondicije i indeks mesa polovicom veljače i krajem travnja, kada se slanost kretala 36,7-37,7 psu. Padom slanosti 21,6-32,6 psu krajem lipnja, vidljiv je i pad IK i IM. Također je vidljivo da visok salinitet krajem studenoga nije imao utjecaj na IK i IM kada imaju najnižu vrijednost (Slika 24).



Slika 24. Prikazuje promjene vrijednosti slanosti, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Sutvid, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

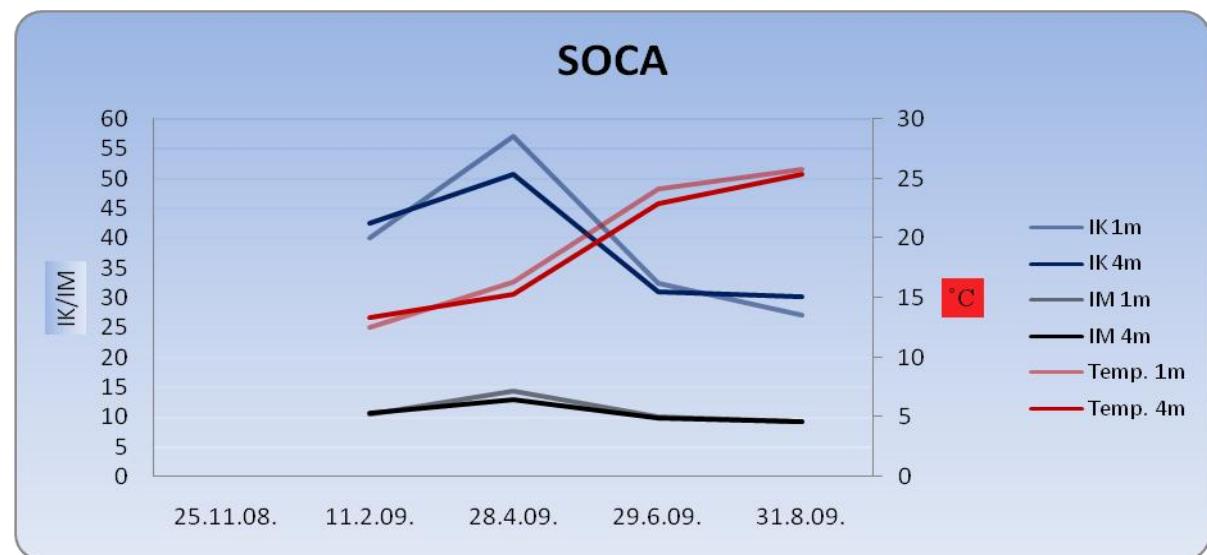
3.2. Usporedba vrijednosti indeksa kondicije i indeksa mesa sa sezonskim promjenama temperature

Na postaji Kuta je vidljivo da su u hladnjem dijelu godine indeks kondicije i indeks mesa veći za razliku od toplijih mjeseci. Krajem travnja, IK (50-53) i IM (13,3-15,1) su bili najveći pri temperaturi (16,2-16,3 °C). Krajem lipnja rastom temperature (23,4-24,8 °C) pada IK (33,6-33,9) i IM (9,4). Krajem kolovoza ponovno slijedi blagi rast IK i IM, bez obzira na porast temperature. Razlog tome je vjerojatno utjecaj drugih čimbenika iz okoliša (Slika 25).



Slika 25. Prikazuje promjene temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Kuta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

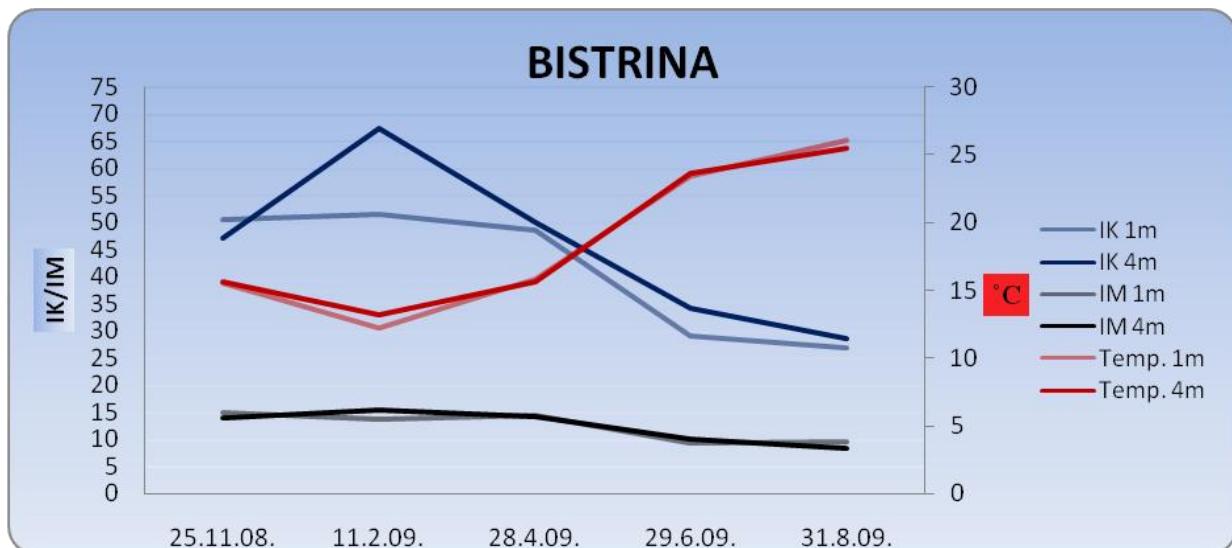
Na postaji Soca je vidljivo da u hladnjem dijelu godine indeks kondicije i indeks mesa su veći za razliku od toplijih mjeseci. Krajem travnja, IK (50,7-56,9) i IM (12,9-14,3) je bio najveći pri temperaturi (15,3-16,3 °C). Krajem lipnja, rastom temperature (22,8-24,2 °C) pada IK (31-32) i IM (9,7-10). Krajem kolovoza dalnjim rastom temperature IK i IM nastavljaju padat (Slika 26).



*zbog drugačije organizacije u 2008. god. uzorkovanje nije obavljano na postaji Soca

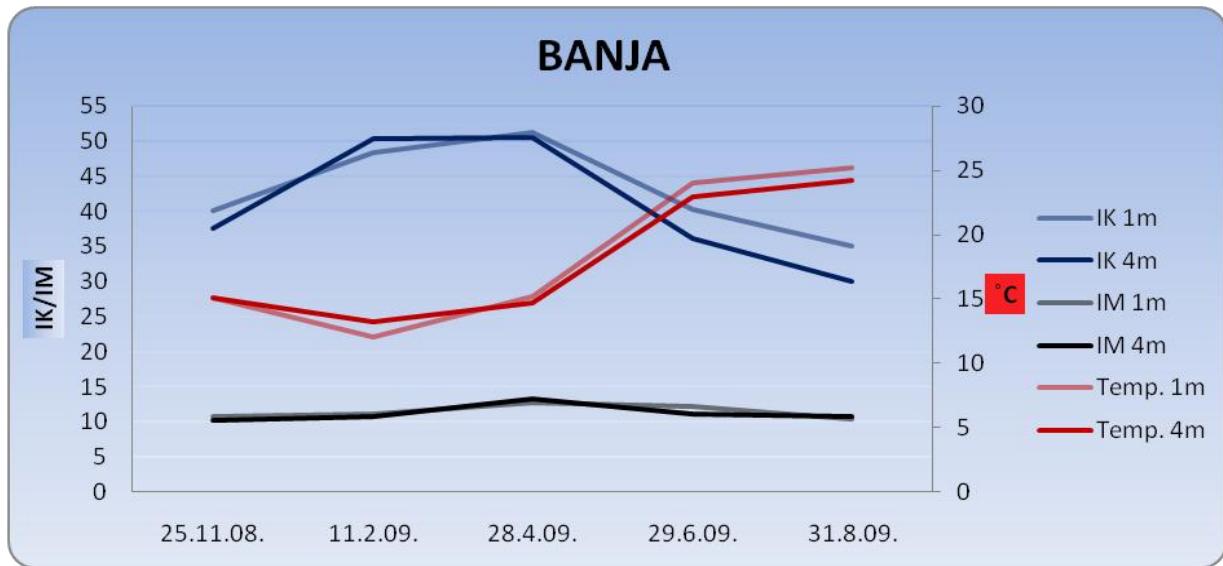
Slika 26. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Soca, na dubinama od 1 m i 4 m u: veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Bistrina je vidljivo da u hladnjem dijelu godine indeks kondicije i indeks mesa su veći za razliku od toplijih mjeseci. Polovicom veljače, IK (51,5-67,3) i IM (13,7-15,4) imaju najveću vrijednost pri temperaturi 12,2-13,2 °C. Kako se temperatura povećavala tako su IK i IM padali, te je vidljivo da krajem kolovoza imaju najnižu vrijednost (Slika 27).



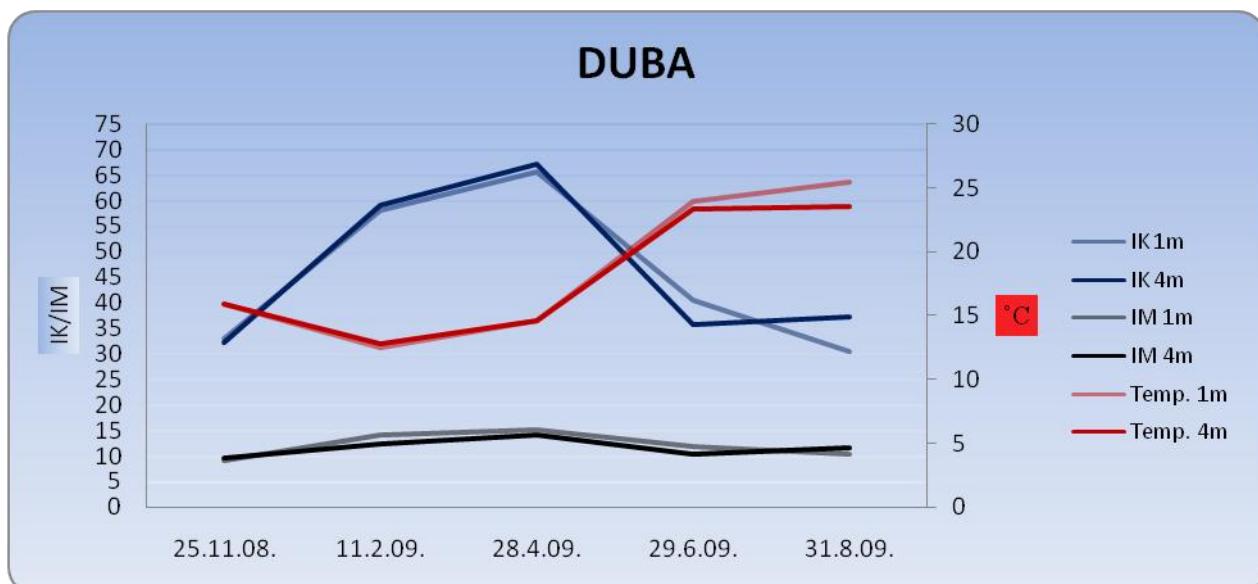
Slika 27. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Bistrina, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Banja je vidljivo da su u hladnjem dijelu godine indeks kondicije i indeks mesa veći za razliku od toplijih mjeseci. Polovicom veljače i krajem travnja IK (48-51) i IM (10,8-13,2) pri temperaturi od 12,1-15,2 °C pokazuju najveće vrijednosti. Kako se temperatura povećavala tako su IK i IM padali, te krajem kolovoza pri najvećim temperaturama imaju najnižu vrijednost (Slika 28).



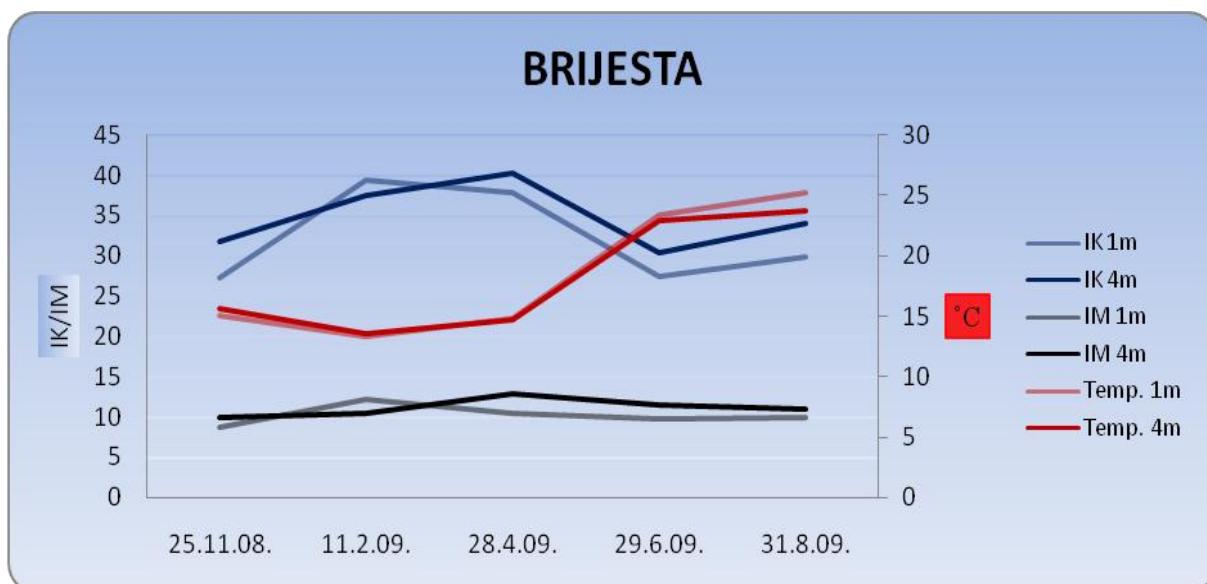
Slika 28. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Banja, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Duba krajem travnja, indeks kondicije (65,5-67,1) i indeks mesa (14,1-15,1) su najveći pri temperaturi (14,6 °C). Rastom temperature IK i IM padaju, te je vidljivo da krajem lipnja i kolovoza imaju najniže vrijednosti pri temperaturama 24,2-25,2 °C. Krajem studenoga IK i IM pokazuju niske vrijednosti, što ukazuje da temperatura 15,9 °C nije imala utjecaj na IK i IM već neki drugi faktor iz okoliša (Slika 29).



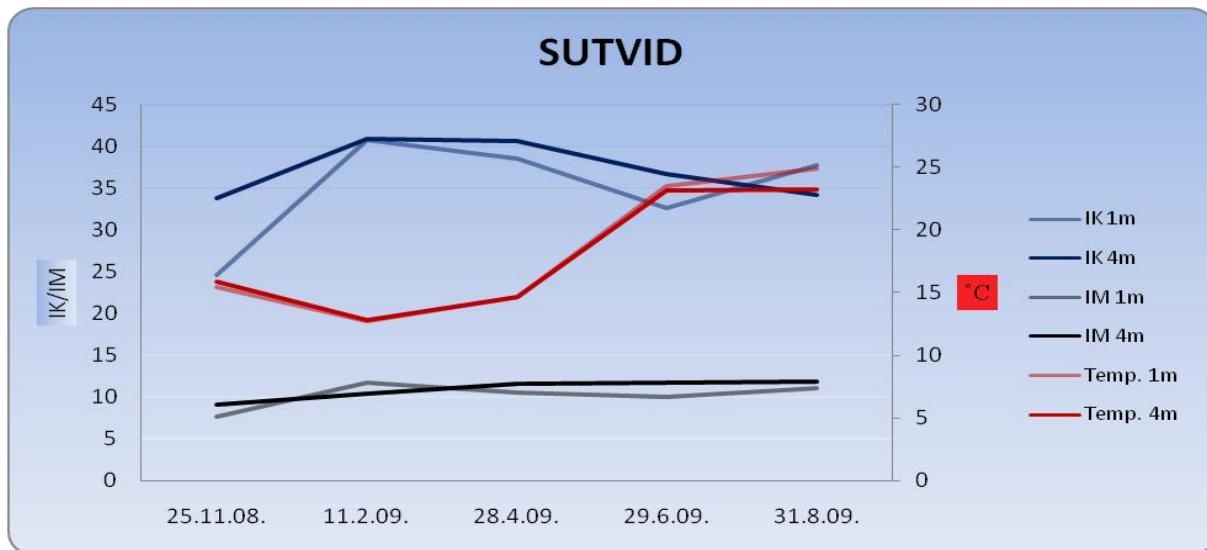
Slika 29. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Duba, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Brijesta vidljivo je da polovicom veljače i krajem travnja, indeks kondicije (37,4-40,1) i indeks mesa (10,4-12,7) su najveći pri temperaturi 13,3-14,8 °C. Krajem lipnja rast temperature 22,9-23,4 °C obilježava pad IK i IM, nakon čega daljnjim rastom temperature krajem kolovoza počinje rast IK i IM, što ukazuje na utjecaj nekog drugog čimbenika iz okoliša na IK i IM (Slika 30).



Slika 30. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Brijesta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

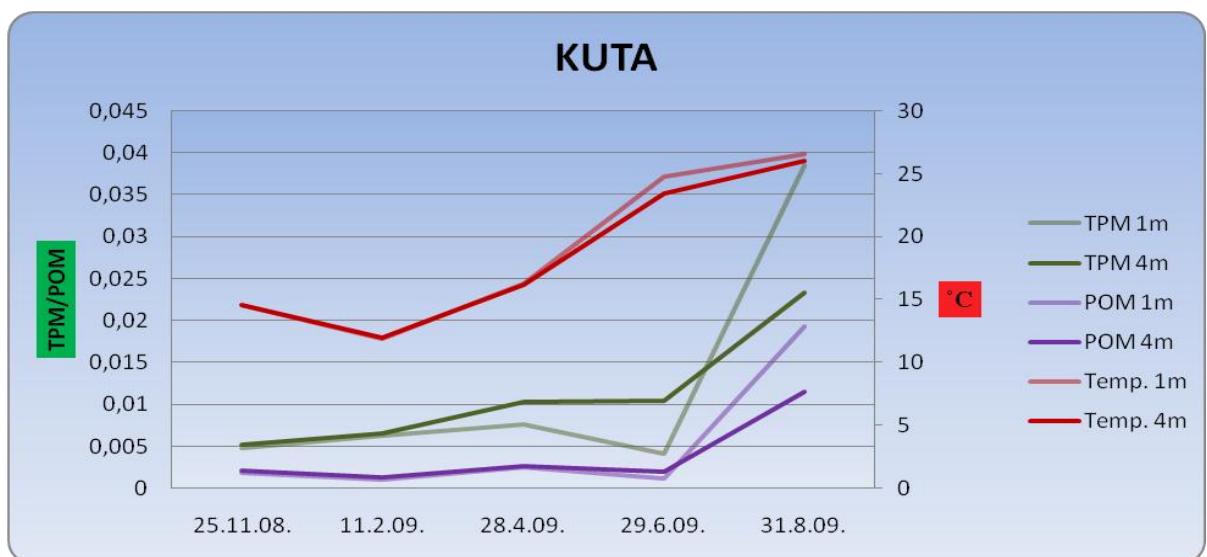
Na postaji Sutvid polovicom veljače i krajem travnja, indeks kondicije (38-48) i indeks mesa (10,4-11,6) su najveći pri temperaturi 12,7-14,6 °C. Krajem lipnja rast temperature 23,1-23,5 °C obilježava pad IK, dok je IM ostao u rasponu (9,9-11,8). Također je vidljivo da su IK i IM najniži krajem studenoga pri temperaturi 15,5 °C (Slika 31).



Slika 31. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti indeksa kondicije i srednje vrijednosti indeksa mesa kamenica uzgajanih na postaji Sutvid, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

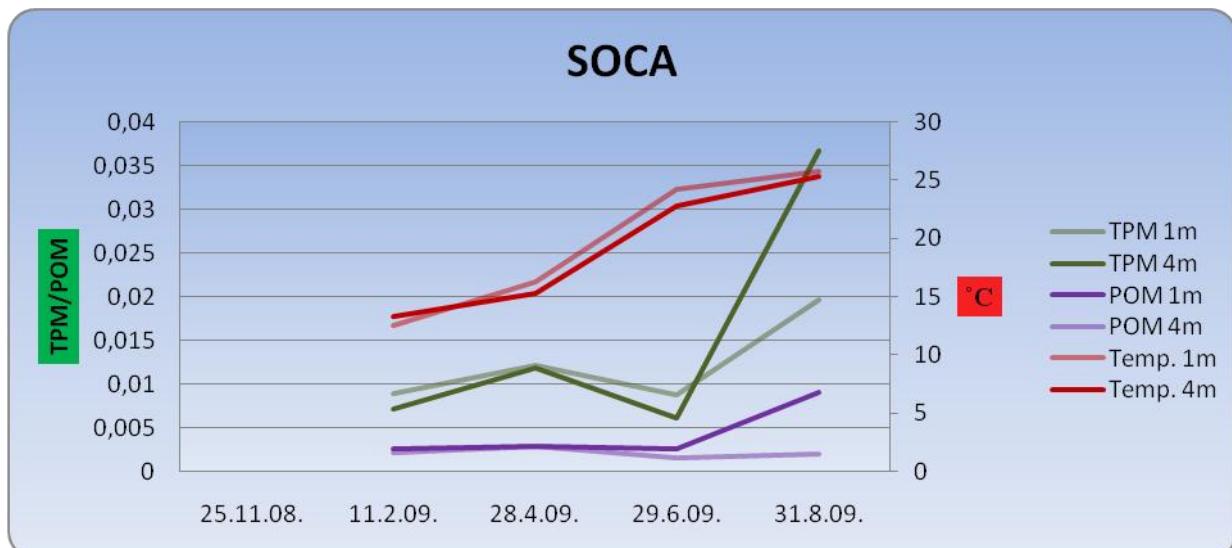
3.3. Usporedba ukupne (TPM) i organske partikularne tvari (POM) sa sezonskim promjenama temperature

Na postaji Kuta krajem kolovoza su vidljive najveće vrijednosti TPM i POM, pri najvišim temperaturama 26-26,6 °C. Kraj travnja i lipnja pokazuju stabilne vrijednosti TPM i POM na četiri metra dok su vidljiva odstupanja TPM s jednog metra dubine. Općenito gledajući partikularna tvar TPM i POM imaju najniže vrijednosti krajem studenoga na temperaturi 14,6 °C (Slika 32).



Slika 32. Prikazuje promjene temperature, te promjene srednjih vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Kuta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

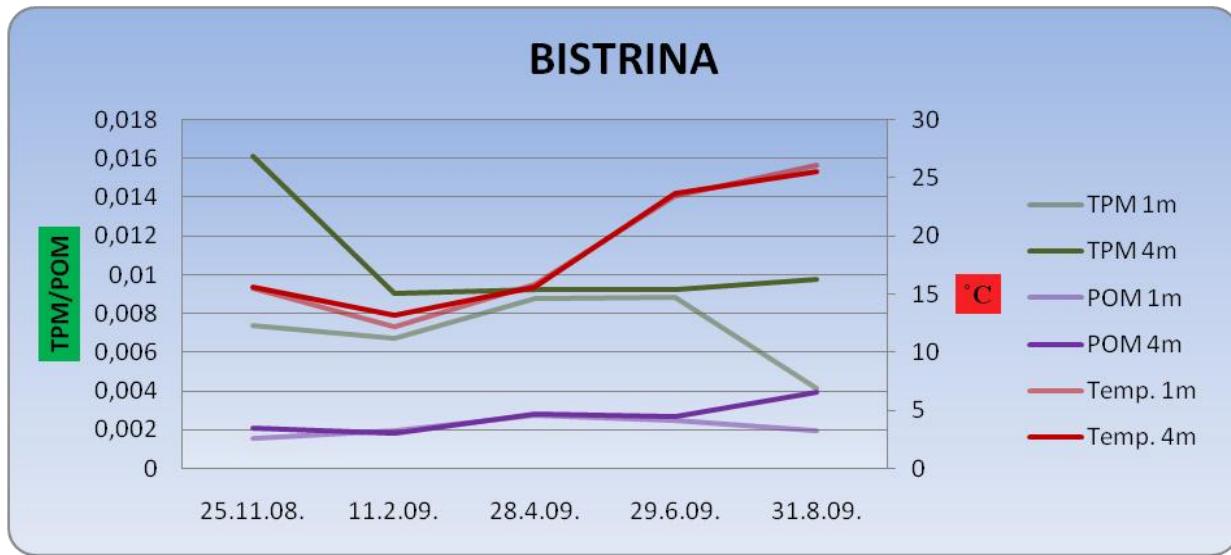
Na postaji Soca krajem kolovoza su vidljive najveće vrijednosti TPM i POM, pri najvišim temperaturama 25,3-25,8 °C, izuzev odstupanja POM na jedan metar dubine ispod 0,005 mg/l. Krajem travnja vidljiv je skok TPM pri temperaturi 15,3-16,3 °C, dok je sredinom veljače i krajem lipnja vidljiv pad TPM (Slika 33).



*zbog drugačije organizacije u 2008. god. uzorkovanje nije obavljano na postaji Soca

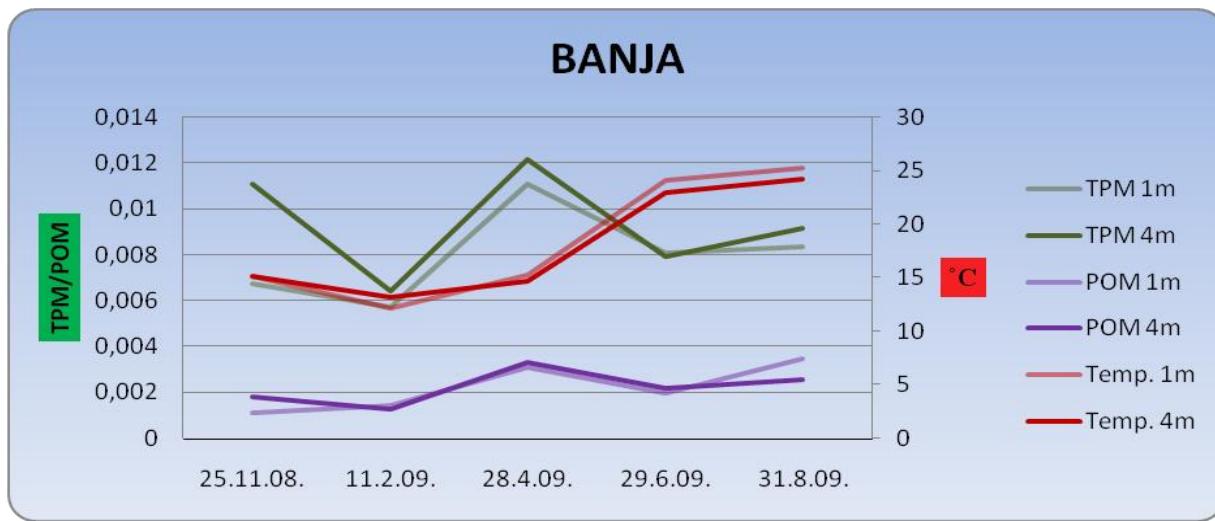
Slika 33. Prikazuje promjene temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Soca, na dubinama od 1 m i 4 m u veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Bistrina krajem studenoga krivulje TPM pokazuju velike razlike između jedan i četiri metra te TPM na četiri metra dubine pokazuje maksimalnu vrijednost. Dok kod temperature nije očito odstupanje jedan i četiri metra. Konstantne vrijednosti TPM i POM su vidljive krajem travnja pri temperaturi 15,6 °C i krajem lipnja pri temperaturi 23,6 °C. U odnosu na to krajem kolovoza, TPM i POM na četiri metra pokazuju blago povećanje dok TPM i POM na jedan metar pokazuju pad (Slika 34).



Slika 34. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Bistrina, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

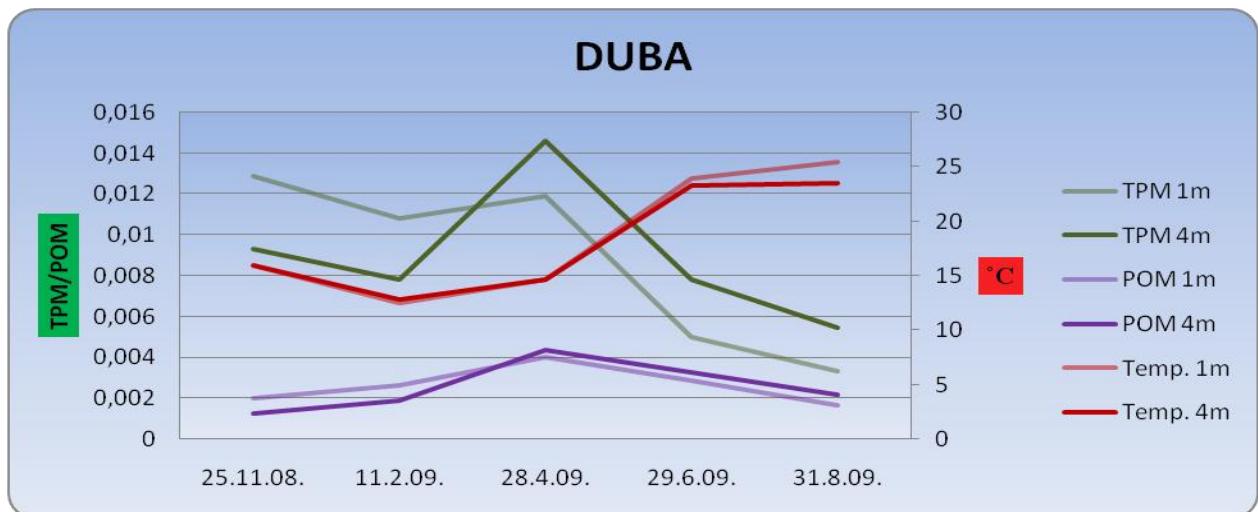
Na postaji Banja krajem studenoga vidljive su velike razlike TPM od jedan i četiri metra dubine u odnosu na temperaturu. Sredinom veljače, pad temperature označava i pad TPM i POM dok rast temperature krajem travnja na 15,2 °C označava maksimalnu razinu TPM i POM. Rastom temperature krajem lipnja vidljiv je pad TPM i POM, te dalnjim rastom temperature krajem kolovoza vidljiv je ponovni porast TPM i POM (Slika 35).



Slika 35. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Banja, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

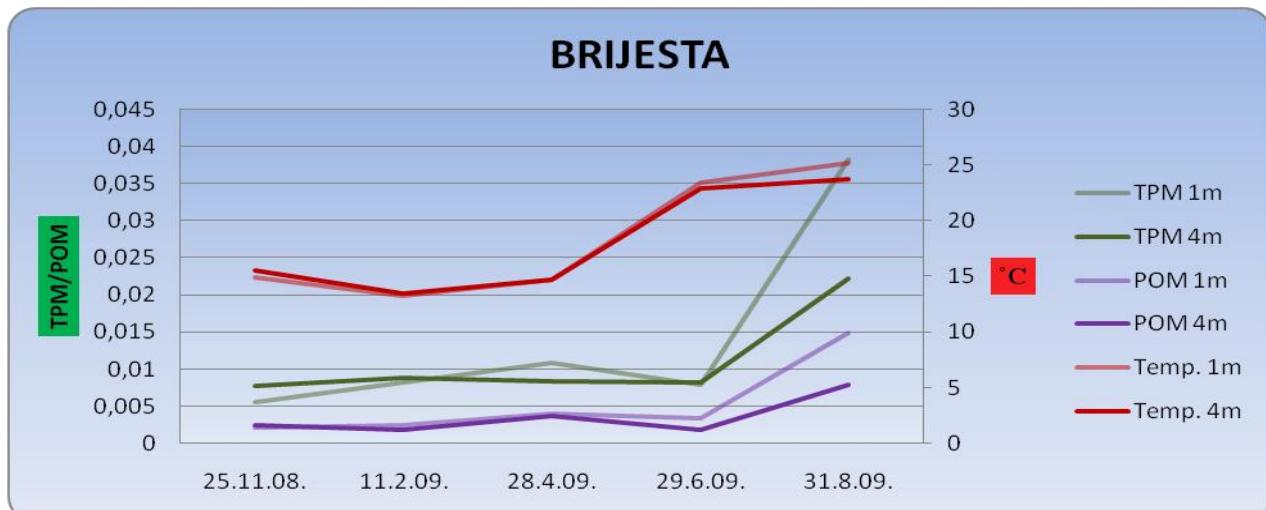
Na postaji Duba vidljive su najveće vrijednosti TPM i POM krajem travnja, pri temperaturi 14,6 °C. Kako su se temperature povećavale tako je dolazilo do pada TPM i

POM. Krajem studenoga vidljive su velike razlike između TPM jedan i četiri metra, dok POM četiri metra dubine pokazuje najniži vrijednost (Slika 36).



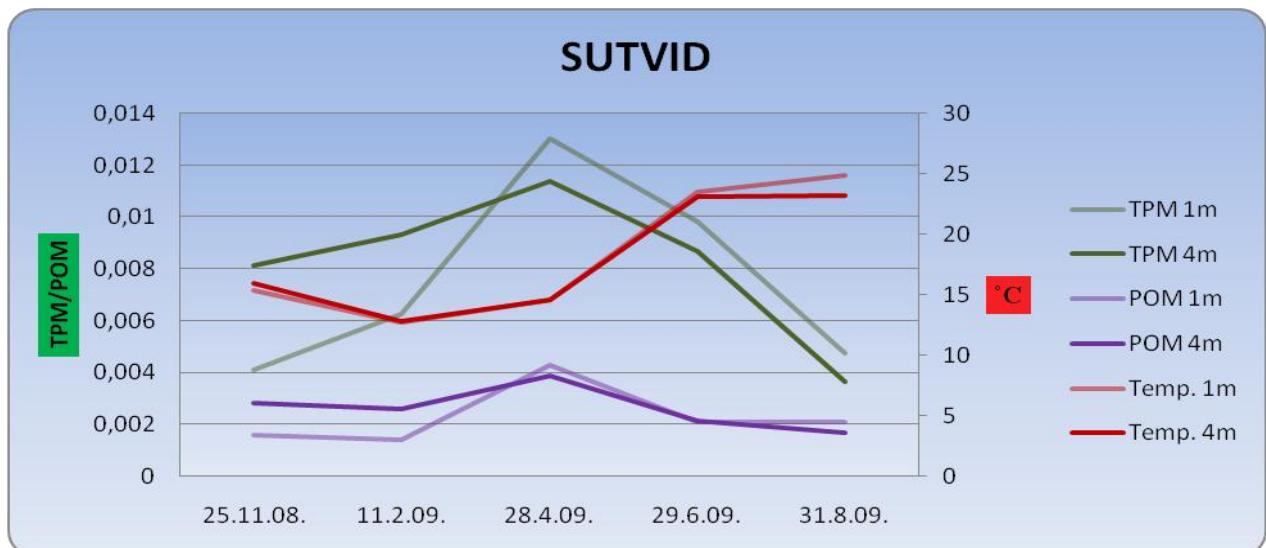
Slika 36. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Duba, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Brijesta vidljive su najveće vrijednosti TPM i POM, pri najvećim temperaturama krajem kolovoza 23,7-25 °C. Krajem travnja vidljiv je blagi rast TPM i POM s obzirom na temperaturu 14,8 °C, a u ostalom razdoblju TPM i POM prikazuju blagi pad (Slika 37).



Slika 37. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Brijesta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

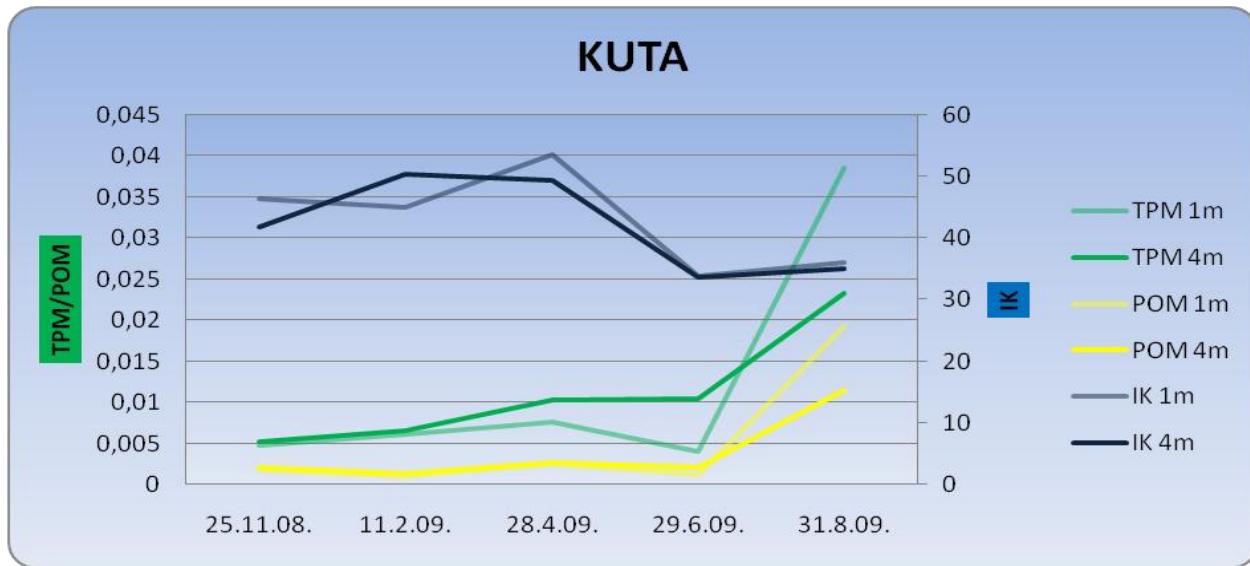
Na postaji Sutvid krajem travnja vidljive su najveće vrijednosti TPM i POM pri temperaturi 14,6 °C. Dalnjim rastom temperature vidljiv je pad TPM i POM. Također je vidljivo da krajem studenoga TPM i POM imaju niže vrijednosti pri temperaturi 15,5 °C (Slika 38).



Slika 38. Prikazuje promjene vrijednosti temperature, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Sutvid, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

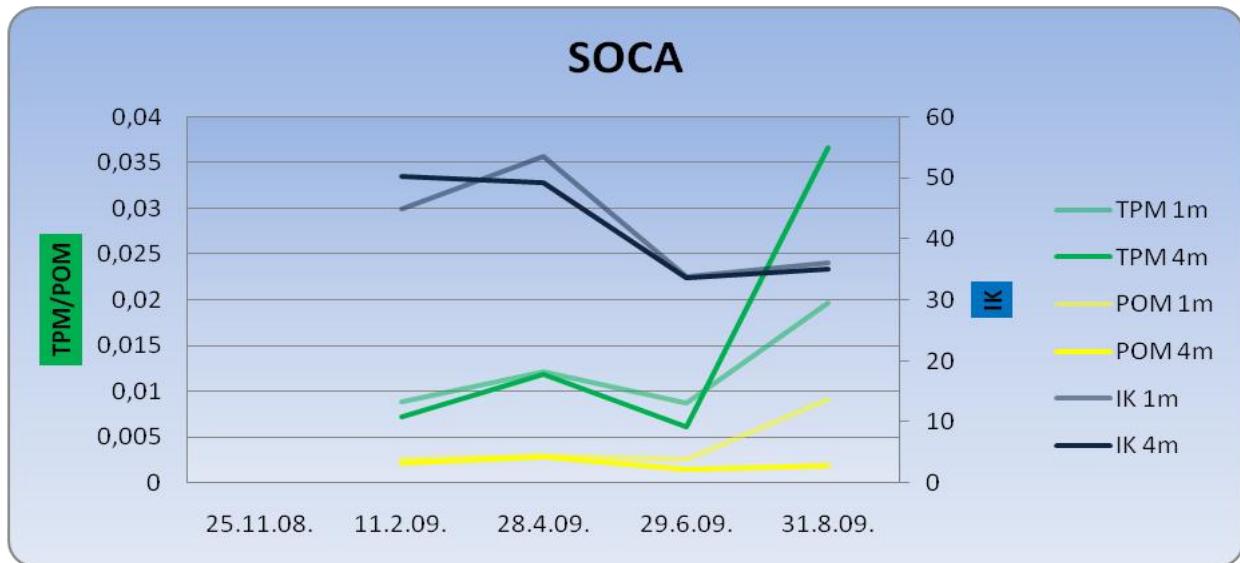
3.4. Usporedba ukupne (TPM) i organske partikularne tvari (POM) sa promjenama indeksa kondicije (IK)

Na postaji Kuta najveće razine TPM i POM su vidljive krajem kolovoza, međutim indeks kondicije tada ne pokazuje visoke vrijednosti. Najveće vrijednosti IK su vidljive krajem travnja, gdje je vidljiv rast TPM i POM u odnosu na kraj studenoga i sredinu veljače. Općenito gledajući na ovoj postaji količina partikularne tvari nije imala toliki utjecaj na promjene IK. Za prepostaviti je da je u pitanju neki drugi čimbenika iz okoliša (Slika 39).



Slika 39. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Kuta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008., te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Soca najveće razine TPM i POM su na jedan i četiri metra, vidljive krajem kolovoza dok POM na četiri metra dubine bilježi pad. Indeks kondicije pokazuje najveće vrijednosti krajem travnja a može se vidjeti i rast TPM i POM u odnosu na sredinu veljače i kraj lipnja (Slika 40).

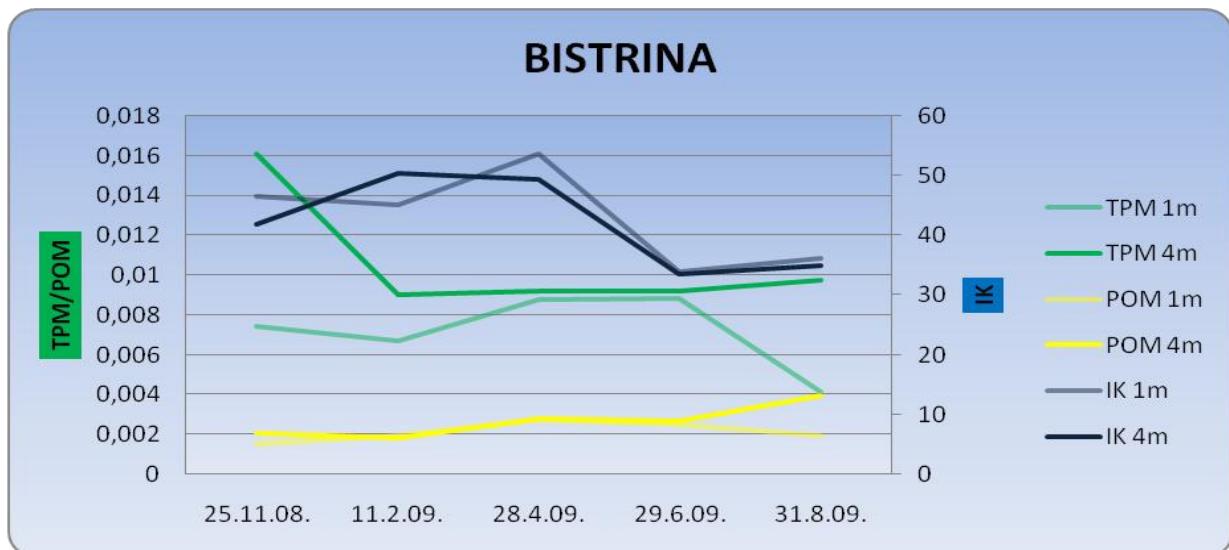


*zbog drugačije organizacije u 2008. god. uzorkovanje nije obavljano na postaji Soca

Slika 40. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Soca, na dubinama od 1 m i 4 m u veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

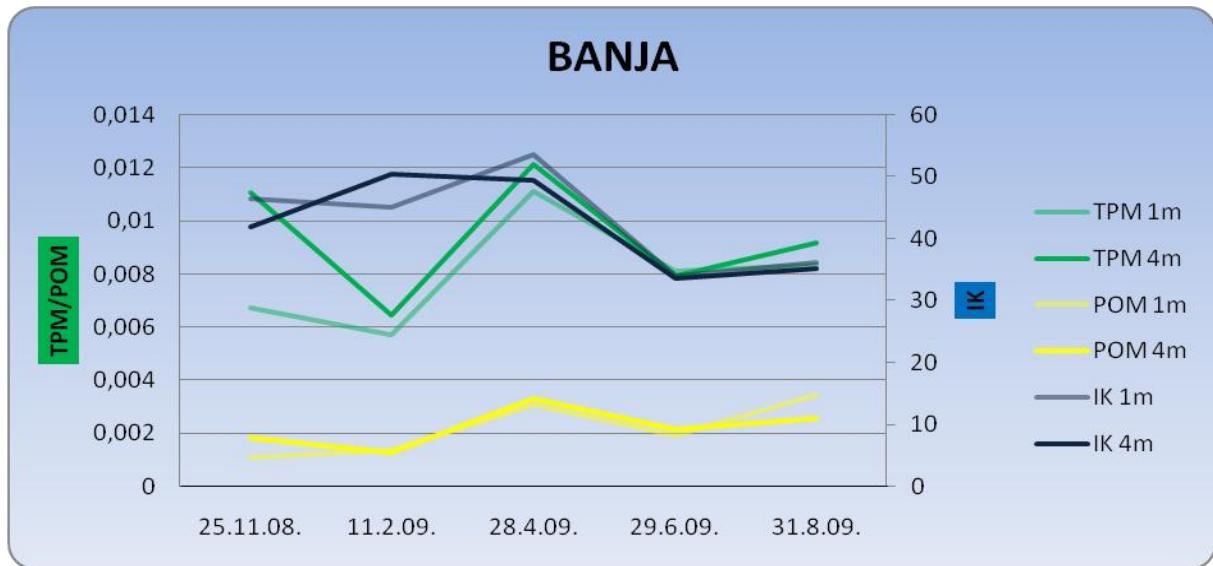
Na postaji Bistrina TPM pokazuje odstupanja na jedan i četiri metra te krajem studenoga ima najveću vrijednost na četiri metra, dok na jedan metar dubine bilježi pad.

Indeks kondicije pokazuje najveću vrijednosti krajem travnja kada TPM i POM na jedan metar pokazuje blagi rast u odnosu na kraj studenog i sredinu veljače. Krajem lipnja vidljiv je pad IK, dok TPM i POM ne padaju, što dovodi do zaključka da je na ovoj postaji došlo do utjecaja nekog drugog čimbenika na IK izuzev partikularne tvari (Slika 41).



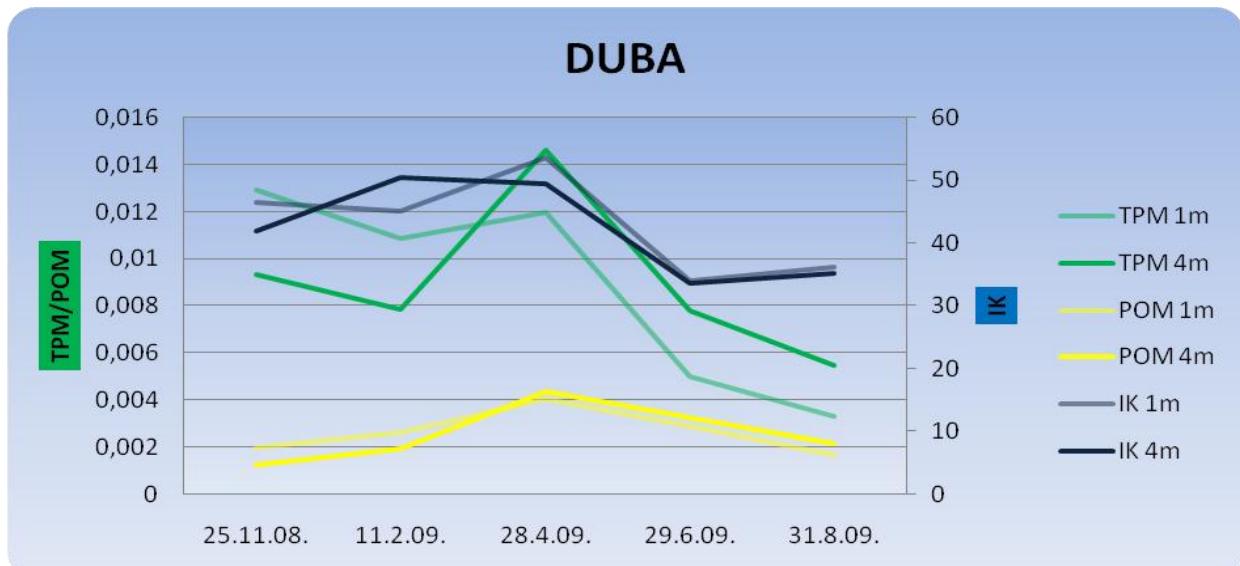
Slika 41. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Bistrina, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Banja TPM i POM pokazuju najveće vrijednosti krajem travnja što se preklapa sa najvećim vrijednostima indeksa kondicije. Vidljivo je da krajem lipnja i kolovoza krivulje TPM i POM i IK prate jedna drugu, dok taj odnos krajem studenoga i polovicom veljače odstupa, što se može povezati sa utjecajem nekog drugog čimbenika iz okoliša na IK u tom razdoblju (Slika 42).



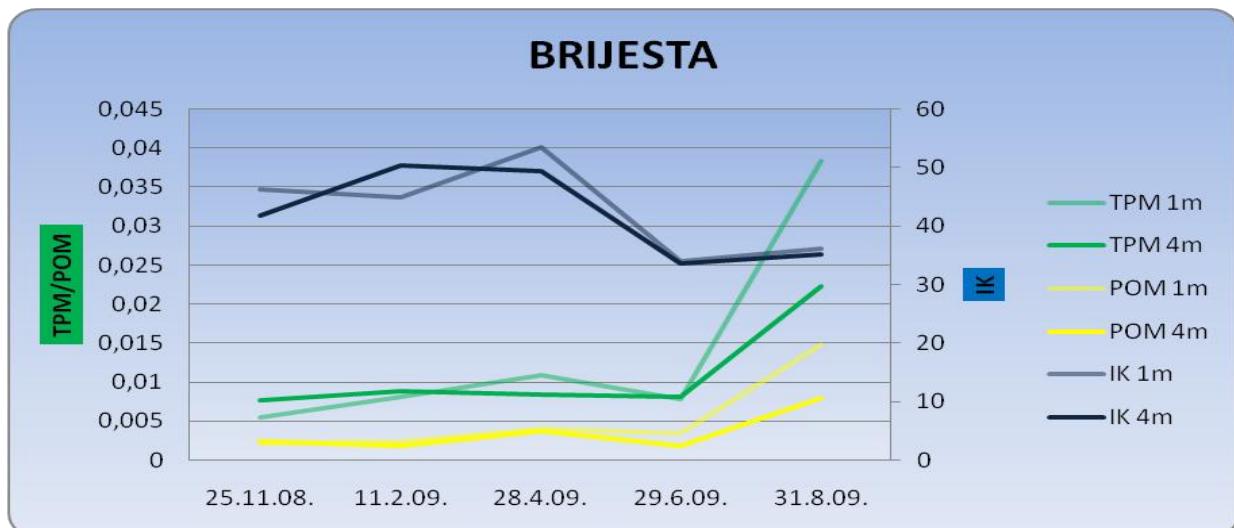
Slika 42. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Banja, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Duba najveće vrijednosti TPM i POM su vidljive krajem travnja, kada je i indeks kondicije najveći. Najniži IK je vidljiv krajem lipnja što se može povezati sa padom TPM i POM. Sredina veljače i kraj kolovoza TPM pokazuje odstupanja. Na tim datumima je na IK imao utjecaj drugi faktor iz okoliša (Slika 43).



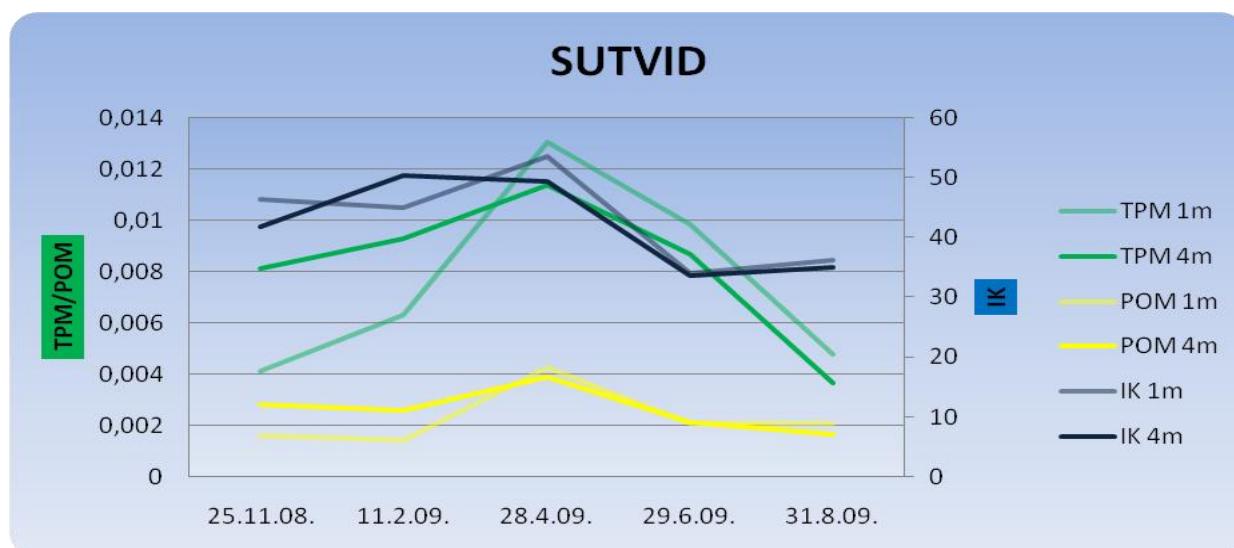
Slika 43. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Duba, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Brijesta najveće vrijednosti TPM i POM su vidljive krajem kolovoza, međutim indeks kondicije pokazuje nisku vrijednost, nešto veću od kraja lipnja. IK pokazuje najveću vrijednost krajem travnja, kada i TPM i POM pokazuju nešto veće vrijednosti od kraja studenog, sredine veljače i kraja lipnja (Slika 44).



Slika 44. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Brijesta, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

Na postaji Sutvid najveće vrijednosti TPM i POM vidljive su krajem travnja kada je i najveći indeks kondicije. Kraj lipnja bilježi pad IK zajedno s TPM i POM, međutim krajem kolovoza daljnji pad TPM i POM nije utjecao na pad IK, već je vidljiv blagi rast (Slika 45).



Slika 45. Prikazuje promjene srednjih vrijednosti indeksa kondicije, te srednje vrijednosti TPM (ukupne partikularne tvari) i POM (organske partikularne tvari) na postaji Sutvid, na dubinama od 1 m i 4 m u studenom 2008, te veljači, travnju, lipnju i kolovozu 2009. god.

3.5. Odnos indeksa kondicije i indeksa mesa i mjerenih ekoloških čimbenika

Međusobni odnos indeksa kondicije, indeksa mesa i izmjerениh ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize linearne višestruke regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

$$\text{IK} = -0.728025 * \text{Dubina} - 0.717195 * \text{Postaja} + 4.62367 * \text{Datum} - 1.3505 * \text{Temp} + 1.75279 * \text{Sal} - 43.9443 * \text{TPM} - 13.0037 * f \quad (r^2=0.96)$$

$$\text{IK} = -1.16283 * \text{Dubina} - 1.15427 * \text{Postaja} + 4.48315 * \text{Datum} - 1.26428 * \text{Temp} + 1.68773 * \text{Sal} - 5.71343 * f + 716.846 * \text{PIM} - 1345.56 * \text{POM} \quad (r^2=0.956)$$

$$\text{IM} = -0.228368 * \text{Dubina} - 0.088259 * \text{Postaja} + 0.911562 * \text{Datum} - 0.138383 * \text{Temp} + 0.375911 * \text{Sal} - 6.96312 * \text{TPM} - 2.67533 * f \quad (r^2=0.975)$$

$$\text{IM} = -0.257698 * \text{Dubina} - 0.113691 * \text{Postaja} + 0.986113 * \text{Datum} - 0.143238 * \text{Temp} + 0.36421 * \text{Sal} - 1.60987 * f + 82.9296 * \text{PIM} - 171.171 * \text{POM} \quad (r^2=0.976)$$

Navedene jednadžbe pokazuju postojanje značajnih sezonskih varijacija vrijednosti indeksa mesa i indeksa kondicije u odnosu na sve istraživane parametre. Također dokazuju i statistički značajnu povezanost indeksa kondicije i indeksa mesa s mjeranim ekološkim čimbenicima.

4. Rasprava

U ovom radu prikazane su promjene indeksa kondicije i indeksa mesa uzgojnih populacija europske plosnate kamenice na sedam postaja u području Malostonskog zaljeva, u odnosu na neke osnovne ekološke parametre slanost i temperatura morske vode, te količinu partikularne tvari. Vidljivo je da temperatura mora tijekom godine nikad nije pala ispod 10 °C. Indeks kondicije je progresivno rastao s početkom zime, dosegnuvši maksimum na većini postaja krajem travnja, odnosno početkom svibnja pri temperaturama od 14,6 – 16,3 °C. Međutim od ukupno sedam postaja, njih dvije (Bistrina i Sutvid) su imale najveći indeks kondicije sredinom veljače pri temperaturama od 12,2 do 13,2 °C. Krajem lipnja pri temperaturama iznad 23 °C vidljiv je velik pad indeksa kondicije na svim postajama. Ipak na nekim postajama (Kuta i Brijesta) zabilježen je nakon lipnja lagani porast vrijednosti, i to krajem kolovoza kada su zabilježene najviše temperature. Gavrilović i sur. (2008) su istražujući utjecaj indeksa kondicije i stupnja infestacije ljuštture polihetom *Polydora* sp. na kvalitetu malostonske kamenice na području između Otoka života i Uskog u Malostonskom zaljevu najveću vrijednost indeksa kondicije utvrdili u ožujku. Autori su također utvrdili i blagi porast indeksa kondicije u rujnu. Sličnu pojavu zabilježili su i Herbert i sur. (1993), gdje također na pojedinim postajama u estuariju rijeke Rappahannock indeks kondicije američke kamenice *Crassostrea virginica* ima blagi rast u vrijeme najviših temperatura. Ipak na većini postaja u Malostonskom zaljevu to nije bio slučaj, pa se pad vrijednosti indeksa kondicije nastavlja i krajem kolovoza.

Istraživanja u Kanadi (Medcoffand i Needler, 1941.), Luisiani (Hopkins i sur., 1954.), gornjem dijelu Chesapeake Zaljeva (Engle, 1951.), te prema Harbertu (1993) u Rappahannock rijeci prikazuju slične rezultate indeksa kondicije kamenice *C. virginica*. Tijekom ljetnih mjeseci izmjerene su niske vrijednosti indeksa kondicije, dok su tijekom jeseni i zime ove vrijednosti bile visoke. Isti rezultati su utvrđeni i za pacifičku kamenicu *C. gigas* (Quale 1969).

Prema Herbertu i sur. (1993), američka kamenica *C. virginica* postaje sezonski aktivna i počinje se hraniti nakon što temperatura mora dosegne približno 10 °C. Na osnovi toga indeks kondicije pokazuje postupno povećanje kao rezultat hranjenja i akumulacije glikogena i hranidbenih rezervi prije početka mrješćenja. Njegovo se daljnje povećanje vrijednosti nastavlja se progresivno do maksimuma u razdoblju od svibnja do srpnja, ovisno o vremenskim uvjetima u godini, temperaturi i području. Tijekom kolovoza i rujna u periodu

visokih temperatura mora, vrijednost indeksa kondicije može, a i ne mora padati zbog gubitka mase suhog mesa povezane s iskoristivosti pričuva hrane i ispuštanju spermija i jaja za vrijeme procesa mrješćenja.

Pojedini autori navode da salinitet ispod 5 psu utječe na smanjenje vrijednosti indeksa kondicije, jer je ispod tog saliniteta aktivnost hranjenja kamenica minimalna. Također se navodi da utjecaj poliheta *Polydora* sp., kao i ostalih parazitarnih invazija te onečišćenje mora utječu negativno na njegovu vrijednost kod kamenica (Lunz 1941; Butler 1949; Loosanoff 1953; Andrews i sur., 1959; Galtsoff 1964; Gavrilović i sur., 2008). Tijekom istraživanja u Malostonskom zaljevu nisu zabilježene ovakve ekstremno niske vrijednosti saliniteta. Međutim, uočeno je da je indeks kondicije na svim postajama pri salinitetu od 35 – 37,6 psu bio najveći (krajem travnja). Na pojedinim postajama (Bistrina i Sutvid) su visoke vrijednosti indeksa kondicije utvrđene i sredinom veljače. Krajem lipnja je došlo do pada saliniteta na svim postajama (utvrđene vrijednosti su se kretale od 24 do 31,8 psu), pri čemu je zabilježen i pad indeksa kondicije. Možemo zaključiti da pored temperature, i slanost ima bitnu ulogu u kretanju indeksa kondicije u Malostonskom zaljevu.

Utvrđena je također visoka korelacija indeksa kondicije i indeksa mesa kamenica s ekološkim parametrima (temperatura, slanost i koncentracija partikularne tvari) na svim istraživanim postajama. U radu Harberta (1993) dobiveni rezultati praćenja indeksa kondicije kamenice *C. virginica* u 3 estuarija pokazuju da koeficijent korelacije i cross – koreacijska analiza ukazuju da je najveća povezanost indeksa kondicije bila između susjednih postaja u sva 3 estuarijska područja. Značaj koeficijenta ukazuje na sličnost vrijednosti indeksa kondicije u sličnim ambijentalnim uvjetima, tj. indeks kondicije se mijenjao kako se povećavala udaljenost između postaja.

U radu Ruiz (1992) koji prikazuje utjecaj ekoloških parametara (temperatu, saliniteta i dostupne hrane) na kondiciju, reproduktivnu aktivnost i biokemijski sastav prirodne populacije kamenice *O. edulis* L. u San Cibranu (Galicija, Španjolska) autori navode da salinitet koji je tijekom godine bio relativno stabilan nije imao utjecaja na gametogenezu. Autori su najveću koncentraciju suspendirane organske partikularne utvrdili u proljeće, tj. u vrijeme intenzivnog sazrijevanja gonada. Rezultati istraživanja u Malostonskom zaljevu pokazuju da je salinitet imao utjecaja na indeks kondicije, no nije bio stabilan tijekom cijele godine. Za prepostaviti je, da je njegov pad krajem lipnja utjecao na pad indeksa kondicije. To je vidljivo na svih sedam postaja u Malostonskom zaljevu. Sezonske promjene količina ukupne i organske partikularne tvari pokazale su značajne vremenske i prostorne varijacije. Naime od sedam ispitivanih postaja, na tri (Banja, Duba i Sutvid) je najveća koncentracija

ukupne i organske partikularne tvari utvrđena u proljeće (krajem travnja). Na postajama Kuta, Soca i Brijesta je blago povećanje utvrđeno krajem travnja, ali je maksimum zabilježen krajem kolovoza. Na postaji Bistrina je maksimum izmjerен krajem studenog na četiri metra dubine.

Više autora je potvrdilo da su sezonske i regionalne varijacije indeksa kondicije školjkaša u izravnoj svezi s promjenama ugljikohidrata (glikogen-a) i frakcije proteina, te u manjoj mjeri i količine lipida i minerala (Ingle, 1949; Walne, 1970; Walne i Mann, 1975; Mann, 1978). Ove promjene povezane su s akumulacijom ili skladištenjem hranjivih tvari koje će se koristiti tijekom zime, kada nastupa diferencijacija gonada i diferencijacija gameta, zrenje i rast gameta, nakon čega slijedi mrješćenje, i reproduktivni period odmora (Galtsoff i sur., 1947; Engle, 1951, 1958; Haven, 1960; Giese, 1969; Quale, 1969; Walne, 1970; Gabbott i Stephenson, 1974; Gabbott, 1975, 1983; Mann, 1978). Ovakve sezonske i regionalne varijacije indeksa kondicije mogu se potvrditi i u ovom radu, gdje je vidljivo da je kamenica imala najveći indeks kondicije u hladnijem dijelu godine, a najmanji u ljetnim mjesecima na svih sedam postaja Malostonskog zaljeva.

Pojedini istraživači pronašli su odstupanja ili razlike indeksa kondicije unutar istraživanog područja u odnosu na okolišne varijable. To potvrđuje da su i ostali faktori pored temperature i saliniteta odgovorni za dio odstupanja ili varijacija. Pretpostavlja se da je većina tih razlika povezana s kvalitativnom i kvantitativnom razlikom u nutritivnoj vrijednosti nanoplanktona, odnosno ukupnog fitoplanktona. Ukoliko su kamenice izložene gladovanju, tada imaju manju masu suhog mesa i niži indeks kondicije u usporedbi s hranjenim (Castell i Trider 1974; Riley, 1975). Rezultati ovog rada u Malostonskom zaljevu pokazuju da na indeks kondicije kamenice mogu utjecati promjene ekoloških parametara, a to su: salinitet, temperatura i količina partikularne tvari u morskoj vodi.

U Francuskoj, koja je najveći potrošač sirovih kamenica, školjkaši se prema vrijednosti indeksa mesa kategoriziraju u tri kvalitativne skupine: vrhunska („*spéciales*“, indeks mesa $> 10,5$), izvrstan („*fines*“, indeks mesa od 6,5 do 10,5) i neklasificiran („*non classées*“, indeks mesa $< 6,5$) (Fleury i sur., 2003). Prema monitoringu IFREMER / REMORA (2003), koji je obuhvaća praćenje rasta i indeksa mesa pacifičke kamenice *C. gigas*, na 46 različitim postaja duž Francuske obale, prosječni indeks mesa bio je 9,8 u prosincu. Kamenica se na svim postajama ubrajala u kategoriju izvrstan (indeks mesa $> 6,5$ do 10), dok je na samo tri postaje imala vrhunsku kategoriju (indeks mesa $> 10,5$). Rezultati

istraživanja Gavrilović i sur. (2008) pokazali su da se malostonska kamenica sedam mjeseci tijekom godine (veljača, ožujak, travanj, svibanj, lipanj, srpanj i rujan) ubraja u kategoriju vrhunske („*spéciales*“, indeks mesa $> 10,5$), a ostatak godine u kategoriju izvrstan („*fines*“ indeks mesa od 6,5 do 10,5). Na istraživanoj postaji kategorija neklasificiran („*non classées*“, indeks mesa $< 6,5$) nije utvrđena. Slični rezultati zabilježeni su i tijekom ovih istraživanja, gdje su ispitivani školjkaši na svim postajama najčešće bili u kategoriji izvrstan. Treba napomenuti da je indeks mesa rijetko padao ispod vrijednosti devet tijekom cijelog istraživanja te da kategorija neklasificiran također nije utvrđena. Iz navedenoga proizlazi da se naša kamenica *O. edulis*, tijekom čitave godine ubraja u tržišno najvrjednije kategorije.

5. Zaključci

Statistički je dokazano postojanje značajnih sezonskih varijacija vrijednosti indeksa mesa i indeksa kondicije na svim istraživanim postajama. Dokazana je također i statistički značajna povezanost indeksa kondicije i indeksa mesa s mjerenim ekološkim čimbenicima.

Indeks kondicije s obzirom na temperaturu je najveći krajem travnja pri temperaturi $14,6 - 16,3^{\circ}\text{C}$ na većini postaja Malostonskog zaljeva, dok je najniži krajem lipnja pri temperaturama iznad 23°C .

Indeks kondicije s obzirom na salinitet je najveći pri salinitetu $35 - 37,6$ psu krajem travnja, a na nekim postajama i sredinom veljače, dok krajem lipnja padom saliniteta na $24 - 31,8$ psu dolazi do pada indeksa kondicije i indeksa mesa.

Sve postaje u Malostonskom zaljevu dosežu izvrsnu kategoriju (indeks mesa $> 6,5$ do 10) u bilo kojem vremenskom razdoblju, s tim da se najčešće ubrajaju u vrhunsku kategoriju (indeks mesa $> 10,5$). Iz ovoga je vidljivo da naša kamenica *Ostrea edulis* tijekom čitave godine ima iznimnu tržišnu kvalitetu.

6. Literatura

- Andrews, J. D., Haven, D. S., Quale, D. B. 1959. Freshwater kill of oysters *Crassostrea virginica* in James River, Virginia, 1958. *Proceedings National Shellfisheries Association* 49: 29-49.
- Balenović, R. 1981. Hidrografske prilike u Malostonskom zaljevu i Malom moru. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 66-76.
- Basioli, J. 1981. Uzgoj školjaka na istočnoj obali Jadranskog mora s posebnim osvrtom na Malostonski zaljev. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 268-281.
- Bayne, B.L., Thompson, R.J., Widdows, J. 1976. Physiology: I. In *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benović, A., Onofri, V. 1981. Mrežni zooplankton Malostonskog zaljeva i Malog mora. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 120-132.
- Butler, P. A. 1949. Effects of flood conditions on the production of spawn in the oysters. *Proceedings National Shellfisheries Association* 1948: 78-81.
- Castell, J. C., Trider, D. J. 1974. Preliminary feeding trials using artificial diets to study the nutritional requirements of oysters *Crassostrea virginica*. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 31: 95-99.
- Engle, J.B. 1951. The condition of oysters as measured by the carbohydrate cycle, the condition factor and the percent dry weight. *Proceedings National Shellfisheries Association* 41: 20-25.
- Engle, J. B. 1958. The seasonal significance of total solids of oysters in commercial exploitation. *Proceedings National Shellfisheries Association* 48: 72-78.

- Filić, Ž. 2001. Aquaculture and coastal zone menagment in the Northen Adriatic; Present state and potentials; Seminar Realising development potentials at the eastern Adriatic coast; Dubrovnik
- Fleury, P.G., Simonne, C., Claude, S., Palvadeau, H., Guilpain, F., D'Amico, F., Le Gall, P., Vercelli, C. et S. Pien 2003. Réseau Mollusques des Rendements Aquacoles (huître creuse) (REMORA); Résultats des stations nationales, année 2002. Rapport IFREMER DRV/RA - /RST/ 2003-04, str. 49.
- Foster-Smith, R. L. 1978. The function of the pallial organs of bivalves in controlling ingestion. *J. Moll. Stud.* 44: 83-99.
- Gabott, P. A., Stephenson, R. R. 1974. A note on the relationship between dry meat weight condition index and glycogen content of adult oysters, *Ostrea edulis* L., kept in the laboratory *Journal du Conseil*, 35: 359-361.
- Gabott, P. A. 1975. Storage cycles of marine bivalve molluscs: A hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. Proceedings Ninth European Marine Biological Symposium. Aberdeen University Press, Scotland. In H. Barnes (ed.), str. 191-211.
- Gabott, P. A. 1983. Development and seasonal metabolic activities in marine molluscs, The Molluscs. Academic Press, New York. 165-217.
- Galtsoff, P. S., Chapman, W. A., Engle J.B., Calderwood, H. 1947. Ecological and physiological studies of the effect of sulfate pulp mill wastes on oysters in the York River, Virginia. *United States Fish and Wildlife Service Fishery. Bulletin* 43: 177-186.
- Galtsoff, P. S. 1964. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin, *United States Fisher)' Bulletin* 64: 369-480.
- Garms, H., Borm, L. 1981. Fauna Europe. Mladinska knjiga, Ljubljana, str. 495.
- Gavrilović, A., Petrinac, Z. 2003. Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenice *Ostrea edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. Veterinarska stanica 34 (1), 7-9.

- Gavrilović, A., Dujaković, J. Jug., Gjurčević, E., Ljubičić, A. 2008. Utjecaj indeksa kondicije i stupnja infestacije ljuštare polihetom *Polydora* spp. na kvalitetu europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* Linneaus, 1758) iz Malostonskog zaljeva. 2 *Zbornik radova, 43 Hrvatski i 3 Međunarodni simpozij agronomia*, Opatija, Hrvatska./ Pospišil, Milan (ur.). Zagreb : Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska, str. 742-746.
- Giese, A. C. 1969. A new approach to the biochemical composition of the mollusc body. *Oceanography Marine Biological Association Review* 7: 175-209.
- Gosling, E., 2003. Bivalve Molluscs. Biology, ecology and culture. Blackweel science, str. 23-37.
- Grubišić, F. 1990. Ribe, rakovi i školjke Jadran, INTRO. Naprijed, Zagreb, str. 239.
- Haven, D. S. 1960. Effects of pea crabs, *Pinnotheres ostreum*, on oysters, *Crassostrea virginica*. *Proceedings National Shellfisheries Association* 49: 77-86.
- Herbert, A., Dexter, S.H. 1993. The relationship between trends in a condition indeks of the American oyster *Crassostrea virginica*, and enviromental parameters in three Virginia estuaries. *Virginia institute of Marine Science* 16: 362-374.
- Hopkins, S. H., Mackin J. G., Menzel, R. W. 1954. The annual cycle of reproduction growth, and fattening. *Proceedings National Shellfisheries Association* 44: 45-50.
- Hrs – Brenko, M. 1990a. Sakupljanje mlađi ekonomski važnih školjkaša u Jadranu. *Pomorski zbornik*, 28, (1), str. 643-653
- Hrs-Brenko, M. 1990b. Komercijalni uzgoj jestivih školjkaša. *Priroda*, Br.1 754: 15-31.
- Ingle, R. M. 1949. A comparative study of oyster condition. *Science* 109: 593.
- Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split-Dubrovnik. (Benović, A., Skaramuca, B., Bolotin, J., Kožul, V., Lučić, D., Carić, M., Jasprica, N., Onofri, V., Tutman, P., i Glavić, N.) 2003. Studija utjecaja na okoliš zahvata marikulture na području Malostonskog zaljeva i malog mora (strateška procjena utjecaja na okoliš)., str. 173.

- Kršinić, F., Mušin, D. 1981. Mikrozoplankton Malostonskog zaljeva i Malog mora. U: Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 108-120.
- Krunić, M. (1987): Zoologija invertebrata (V izdanje), Naučna knjiga Beograd.
- Langton, R.W., Gabbott, P.A. 1974. The tidal rhythm of extracellular digestion and the response to feeding in *Ostrea edulis*. Mar. Biol., 24: 87-181.
- Legac, M., Hrs-Brenko M. 1982: A contribution to the knowledge of bivalvia species distribution in the insular zones of the northern and part of the middle Adriatic sea. Acta Adriat., 23 (1/2): 197-225.
- Losanoff, V. L. 1953. Behavior of oysters in water of low salinity. *Proceedings National Shellfisheries Association* 1952: 135-151.
- Lunz, G. R. 1941. *Polydora*, a pest in South Carolina oysters. *Journal of Elisah Mitchell Science Society* 57: 273-283.
- Medcoffand, J., Needler, A.W.H. 1941. The influence of temperature and salinity on the condition of oysters *Ostrea virginica*. *Journal of Fisheries Research Board Canada* 5: 253- 257.
- Mann, R. 1978. A comparison of morphometric, biochemical, and physiological index of condition in marine Bivalve Molluscs. In: Energy and environmental stress in aquatic systems, str. 484-497.
- Marasović, I., Pucher-Petković, T. 1981. Promjene produkcijskih prilika u Malostonskom zaljevu nakon 17-godišnjeg perioda. U: Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 89-96.
- Marguš, D., Modrušan, Z., Teskeredžić E. 1990. Uzgoj dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) i riba u polikulturi. Ekološke monografije 2. HRD Zagreb, str. 399-409.
- Marguš, D. 1998. Školjkaši ušća rijeke Krke. Javna ustanova "Nacionalni park Krka" Šibenik, 165.

- Mathers, N.F. 1972. The tracing of a natural algal food laveled with a carbon isotope through the digestive trac of *Ostrea edulis*. Proc. Malac. Soc. Lond., 40: 97-115.
- Newell, R.I.E., Langdon, C.J. 1996. Mechanisms and physiology of larval and adult feeding, u: V.S. Kennedy, R.I.E. Newell, A.F. Elbe (ur). The Eastern Oyster *Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant College, College Park Maryland, str. 185-229.
- Onofri, V. 2003. Utjecaj ekoloških čimbenika na rast i raspodjelu ličinki kamenica u Malostonskom zaljevu. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet. Zagreb, str 121.
- Poppe, T.G., Goto, Y., 1993. *European Seashells, Vol II, (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*, - Ver. Christa Hemmen, str. 221.
- Purchon, R.D. 1957. The stomach in the Filibranchia and Pseudolamellibranchia. Proc. Zool. Soc. Lond., 129: 27-60.
- Quayle, D. B. 1969. Pacific oyster culture in British Columbia. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Ontario, J. C. Stevenson (ed.), 169: 1-48.
- Reid, R.G.B. 1968. The distribution of digestive tract enzymes in lamellibranchiate bivalves. Comp. Biochem. Physiol., 24: 27 – 44.
- Riley, R. T. 1975. Changes in total protein, lipid, carbohydrate, and extracellular body fluid free amino acids of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* during starvation. *Proceedings National Shellfisheries Association* 65: 84-90.
- Ruiz, C., Martinez, D., Mosquera, G., Abad, M., Sfinchez, J.L. 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster, *Ostrea edulis*, from San Cibran (Galicia, Spain). Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago de Compostela, E-15706 Santiago de Compostela, Spain. Marine Biology., 112: 67-74.
- Skaramuca, B., Gjukić, M. 1981.: Sadašnja proizvodnja i perspektive uzgoja školjkaša (dagnji i kamenica) u Malostonskom zaljevu. U: Roglić, J., Meštrović, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 300-308.

- Šimunović, A. 1981. Biološko – ekološka istraživanja jestivih školjaka Malostonskog zaljeva. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 252-267.
- Teskeredžić, E., Teskeredžić Z., Legović, T., Branica, M., Kwokal, Ž., Picer, M., Raspot, B., Picer, N., Klarić, D., Ahel, M., terzić, S., Čosović B., i Bačić I., 2004. Studija utjecaja na okoliš za objekte akvakulture u zoni ušća rijeke Krke. Zagreb, str. 32-46, 59-74, 114-136.
- Tomčić, S., J. Lovrić 2004. Povijesni pregled uzgoja kamenice u Malostonskom zaljevu. «Naše more», 51 (1 – 2)/2004, 12 – 16.
- Viličić, D. 1981. Fitoplankton Malostonskog zaljeva i Malog mora. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 77-89.
- Vučak, Z., Gačić, M., Dadić, V. 1981. Značajke strujnog polja Malostonskog zaljeva. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 41-52.
- Vukadin, I., 1981. Hidrografska svojstva Malostonskog zaljeva i susjednog mora u periodu 1980-1981. godine. *U:* Roglić, J., Meštrov, M. (ur.) Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje. JAZU. Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, 52-64.
- Walne, P. R. 1970. The seasonal variation of meat and glycogen content of seven populations of oysters, *Ostrea edulis* L., and a review of the literature. *Fisheries Investigations London.* 26: 1-35.
- Walne, P. R. 1974. Culture of Bivalve Molluscs – 50 years experience of Conway. Fishing News (Book) Ltd, Surrey, England (Copyright Trustees, the Backland Foundation), str. 15-31.
- Walne, P. R., Mann, R. 1975. Growth and chemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. Proceedings of the Ninth European Marine Biology Symposium. Aberdeen University Press, Aberdeen, Scotland. In H. Barnes (ed.), str. 587-607.

Weinstein, J.E. 1995. Fine structure od the digestive tubule of the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791). J. Shellfish res., 14: 97-103.

Younge, C.M. 1926. Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis* L., str. 298.

Younge, C. M. 1966. Oysters (2nd edition). Collins, St James's place, London, str. 17-51.

Zavodnik, D., A. Šimunović 1997. Beskralježnaci morskog dna Jadrana. IP «Svjetlost», Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, str. 91.

URL:

http://content.cdlib.org/view?docId=kt629004n3&brand=calisphere&doc.view=entire_text

http://genimpact.imr.no/__data/page/7650/european_flat_oyster.pdf

<http://www.croatia-travel-guide.com/hr/Ston>

<http://www.hzpss.hr/infhzpss/vip/2002/0091013h.doc>

[http://www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj kamenica.html](http://www.opcina-starigrad.hr/HTML/Uzgoj_kamenica.html)