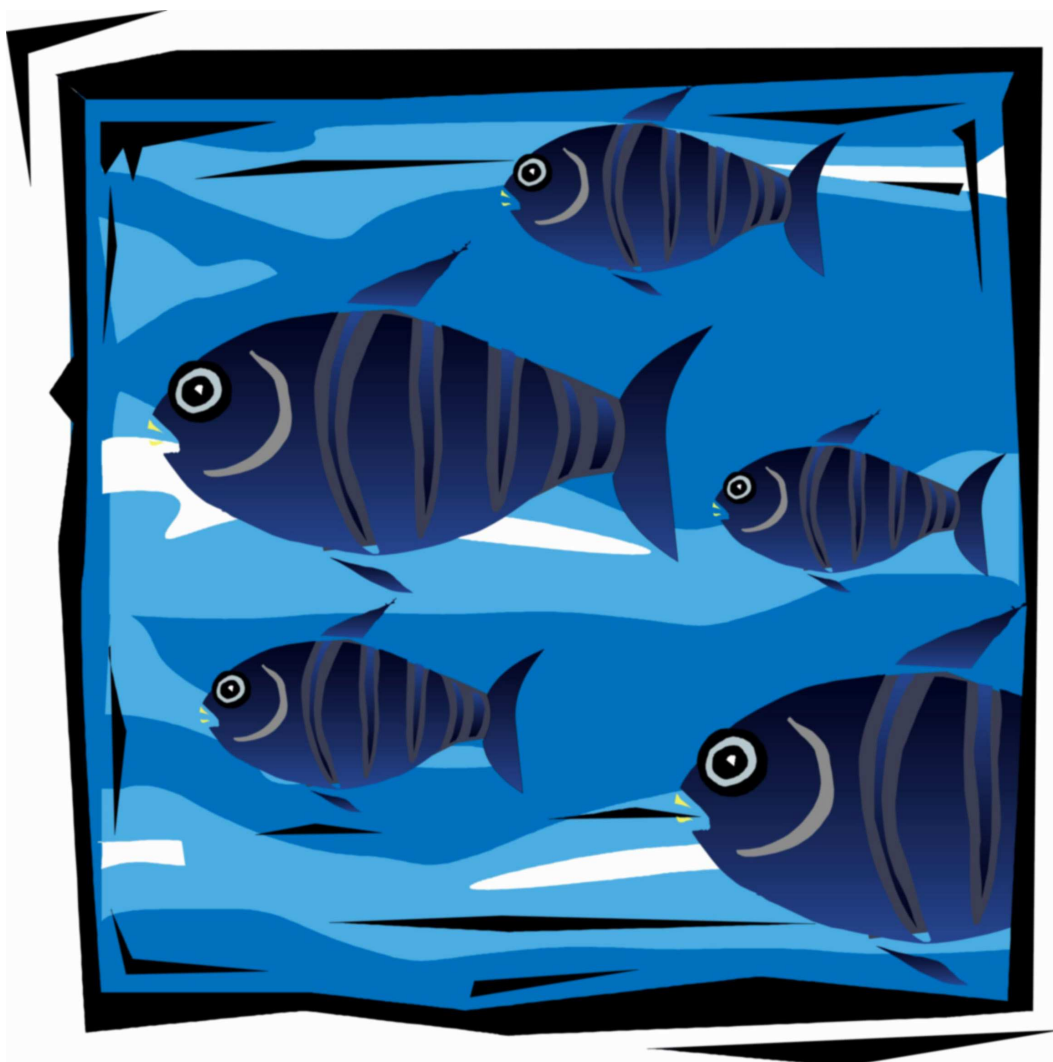




**INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO**  
21000 SPLIT, ŠETALIŠTE I. MEŠTROVIĆA 63, [www.izor.hr](http://www.izor.hr)

## **STUDIJA O UTJECAJU NA OKOLIŠ** **UZGAJALIŠTA BIJELE RIBE U LIMSKOM ZALJEVU**



**Split, svibanj 2008.**



Institut za oceanografiju i ribarstvo  
Šetalište Ivana Meštrovića 63, Split  
Tel.:408 000/ Fax: 358 650

<b>Investitor</b>	<b>MARIMIRNA d.d. Društvo za marikulturu</b>	
<b>Objekt</b>	<b>Uzgajalište bijele ribe u Lirskom zaljevu</b>	
<b>Vrsta dokumentacije</b>	<b>STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ</b>	
<b>Voditelj izrade studije</b>	<b>Dr. sc. Mladen Tudor</b>	
	Dr.sc. Mladen Tudor	Redakcija Prostorno planski aspekt Modeli rasta i proizvodnje Opterećivanje vode i sedimenta
	Dr.sc. Gordana Beg-Paklar	Hidrodinamički model
	Dr.sc. Vlado Dadić	Mjerenje struja
	Dr.sc. Danijela Bogner	Sediment
	Dr.sc. Slavica Matijević Dr.sc. Grozdan Kušpilić	Kemizam vode i sedimenta
<b>Ravnatelj Instituta</b>	Prof. dr. sc. Ivona Marasović	

## STUDIJA UTJECAJA NA OKOLIŠ UZGAJALIŠTA BIJELE RIBE U LIMSKOM ZALJEVU

## S A D R Ž A J

<b>A. OPIS ZAHVATA I LOKACIJE</b> .....	6
<b>A.1. Svrha poduzimanja zahvata</b> .....	6
<b>A.2. Podaci iz dokumenata prostornog uređenja</b> .....	6
A.2.1. Prostorni plan Istarske županije .....	6
A.2.2. Prostorni plana uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar .....	10
A.2.3. Ostali dokumenti od važnosti za Limski zaljev .....	11
<b>A.3. Opis okoliša lokacije i područja utjecaja zahvata</b> .....	13
A.3.1. Geografske osobine lokacije zahvata .....	15
A.3.2. Vjetar .....	15
A.3.3. Dinamika morske vode mjerenjem struja .....	18
A.3.3.1. Morske struje .....	18
A.3.3.2. Meteorološke prilike u razdoblju mjerenja .....	20
A.3.3.3. Osobine strujnog polja .....	20
A.3.4. Simulacija struja numeričkim hidrodinamičkim modelom .....	25
A.3.4.1. Opis hidrodinamičkog modela i provedenih eksperimenata .....	25
A.3.4.2. Rezultati numeričkih simulacija .....	26
A.3.4.3. Usporedba rezultata modela i mjerenja struja .....	34
A.3.5. Stanje morske vode .....	35
A.3.6. Granulometrijski i organski sastav sedimenta .....	42
A.3.6.1. Granulometrijski sastav .....	42
A.3.6.2. Udio karbonata .....	44
A.3.6.3. Udio organskog ugljika i ukupnog dušika .....	44
A.3.7. Redoks potencijal i sadržaj fosfora u sedimentu .....	46
A.3.7.1. Metode mjerenja .....	46
A.3.7.2. Redoks potencijal .....	47
A.3.7.2. Sadržaj ukupnog fosfora u sedimentu .....	49
A.3.8. Meiofauna sedimenta .....	51
A.3.9. Područja Nacionalne ekološke mreže – područje oko uzgajališta .....	52

<b>A.4. Opis zahvata</b> .....	53
A.4.1. Vrste riba u uzgoju .....	53
A.4.2. Veličina, broj i razmještaj kaveza .....	53
A.4.3. Rast i proizvodnja ribe .....	56
A.4.3.1. <i>Nasad mladi</i> .....	56
A.4.3.2. <i>Hrana i hranidba</i> .....	56
A.4.3.3. <i>Uginuće ribe</i> .....	56
A.4.3.4. <i>Izlov konzumne ribe</i> .....	57
A.4.3.5. <i>Rast lubina i komarče</i> .....	57
A.4.3.6. <i>Proizvodnja ribe</i> .....	60
A.4.4. Količina emisije produkata metabolizma ribe .....	64
A.4.5. Zbrinjavanje otpada .....	66
A.4.5.1. <i>Zbrinjavanje komunalnog otpada</i> .....	66
A.4.5.2. <i>Zbrinjavanje uginule ribe</i> .....	67
A.4.5.3. <i>Zbrinjavanje obraštaja sa uzgojnih instalacija</i> .....	67
A.4.5.4. <i>Ostali otpad</i> .....	67
<b>A.5. Procjena troškova rada zahvata</b> .....	68
<b>A.6. Opis odnosa nositelja zahvata s javnošću prije izrade studije</b> .....	69
<b>B. OCJENA PRIHVATLJIVOSTI ZAHVATA</b> .....	70
<b>B.1. Pregled mogućih utjecaja zahvata na okoliš</b> .....	70
<b>B.2. Utjecaj pri građenju zahvata</b> .....	70
<b>B.3. Utjecaji na morski okoliš pri radu zahvata</b> .....	70
B.3.1. Općenito .....	70
B.3.2. Utjecaj na koncentracije fosfora i dušika u stupcu morske vode .....	72
B.3.3. Utjecaj na morsko dno .....	80
B.3.3.1. <i>Brzine tonjenja hrane i izmeta</i> .....	80
B.3.3.2. <i>Doseg i površine taloženja čestica hrane i izmeta</i> .....	81
B.3.3.3. <i>Procjena akumulacije organske tvari u sediment</i> .....	92
B.3.4. Utjecaj na životne zajednice morskog dna .....	96
B.3.5. Utjecaj na područja Nacionalne ekološke mreže .....	97
B.3.6. Utjecaj na izgled krajolika .....	98
B.3.7. Utjecaj na plovidbu .....	98
B.3.8. Utjecaj na druge djelatnosti .....	98
B.3.9. Procjena rizika ekološke nesreće .....	98
B.3.10. Utjecaj nakon prestanka rada uzgajališta .....	99

<b>B.4. Analiza koristi i štete zahvata (cost-benefit)</b> .....	99
<b>B.5. Uskladenost zahvata s međunarodnim obvezama Republike Hrvatske</b> .....	100
<b>B.6. Prijedlog najprikladnije varijante zahvata</b> .....	100
<b>C. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA I PLAN PROVEDBENIH MJERA</b> .....	101
<b>C.1. Prijedlog mjera zaštite okoliša</b> .....	101
C.1.1. Mjere za vrijeme proizvodnje .....	101
C.1.2. Mjere po završetku rada uzgajališta .....	101
<b>C.2. Program praćenja stanja okoliša</b> .....	102
<b>C.3. Politika zaštite okoliša nositelja zahvata</b> .....	103
<b>C.4. Organizacijska struktura nositelja zahvata</b> .....	103
<b>C.5. Planirana suradnja nositelja zahvata s javnošću</b> .....	103
<b>C.6. Procjena troškova mjera zaštite i monitoringa</b> .....	103
<b>D. ZAKLJUČAK STUDIJE</b> .....	104
<b>D.1. Obrazloženje zahvata</b> .....	104
<b>D.2. Fizikalna, kemijska i biološka obilježja područja zahvata</b> .....	104
<b>D.3. Prikaz utjecaja odabrane varijante zahvata na okoliš</b> .....	105
D.3.1. Utjecaj tijekom rada uzgajališta .....	105
D.3.2. Utjecaj nakon prestanka rada uzgajališta .....	106
<b>D.4. Mjere zaštite okoliša</b> .....	106
D.4.1. Mjere zaštite tijekom rada uzgajališta .....	106
D.4.2. Mjere po prestanku rada uzgajališta .....	106
<b>D.5. Program praćenja stanja okoliša</b> .....	107
<b>E. SAŽETAK STUDIJE ZA JAVNI UVID</b> .....	108
<b>F. IZVORI PODATAKA</b> .....	109
<b>G. PRILOG I.</b> .....	116
<b>H. PRILOG II.</b> .....	121
<b>I. PRILOG III.</b> .....	129
<b>J. PRILOG IV.</b> .....	131
<b>K. PRILOG V.</b> .....	133

## A. OPIS ZAHVATA I LOKACIJE

### A.1. SVRHA PODUZIMANJA ZAHVATA

**Svrha studije i zahvata** je produljenje koncesije na pomorskom dobru i proizvodnja morske bijele ribe kao kvalitetne hrane iz mora za prodaju na domaćem i inozemnom tržištu.

**Cilj zahvata** je godišnja proizvodnja do 300 tona bijele ribe, poglavito lubina i komarče te moguće i drugih autohtonih vrsta riba, u sustavu kaveza za uzgoj.

**Lokacija zahvata** je unutar Limskog zaljeva u granicama Općine Vrsar.

**Nositelj zahvata** je tvrtka “Marimirna“ d.d., Društvo za marikulturu, registrirana za proizvodnju, uzgoj i trgovinu ribe, rakova i školjaka sa sjedištem u Rovinju.

### Obrazloženje zahvata i potrebe izrade SUO

Nositelj zahvata u Limskom zaljevu uzgaja bijelu ribu od početka osamdesetih godina prošlog stoljeća. Dosadašnja proizvodnja je u prosjeku bila 250 tona. Koncesija za uzgoj ribe je nositelju zahvata na isteku te je za njenu obnovu potrebna Studija utjecaja na okoliš. Ujedno zahvat treba uskladiti sa dokumentima prostornog plana županije i općine. Dijelom se mijenja veličina kaveza i smanjuje njihov broj u odnosu na raniji način uzgoj bijele ribe (lubin, komarča). U novom postavu kaveza uzgajalo bi se do 50 tona ribe više.

### A.2. PODACI IZ DOKUMENATA PROSTORNOG UREĐENJA

#### A.2.1. Prostorni plan Istarske županije

Prostorni plan Istarske županije je na snazi od 2002. godine (Službene novine Istarske županije, 20/2002), a usklađenje s Uredbom o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja mora (Narodne novine, 128/2004) napravljeno je 2005. godine (Službene novine Istarske županije, 1/2005). U 2005. godini napravljene su još dvije izmjene i dopune Prostornog plana Istarske županije (Službene novine Istarske županije, 4/2005, 15/2005). U Prilogu II. nalazi se Potvrda da je prema Prostornom planu Istarske županije na području Limskog zaljeva moguć uzgoj bijele ribe.

Na području Istarske županije registrirana su tridesettri (33) zaštićena dijela prirode od kojih je jedan i područje Limskog zaljeva. More i podmorje Limskog zaljeva, u površini 423,64 ha, ima status Posebnog rezervata – u moru od 1980. godine, Zaštićenog krajolika, površine 1040 ha, od 1964. godine.

Prema Zakonu o zaštiti prirode (Narodne novine, 70/2005), Članak 12, Posebni rezervat je područje kopna i/ili mora od osobitog značenja radi svoje jedinstvenosti, rijetkosti ili reprezentativnosti, ili je stanište ugrožene divlje svojte, a osobitog je znanstvenog značenja i namjene. U posebnom rezervatu nisu dopuštene radnje i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen rezervatom. Aktom o proglašenju posebnog rezervata mogu se istovremeno zaštititi različite vrijednosti zbog kojih se proglašava rezervat (ornitološko-ihtiološki, geološko-hidrološki i dr.).

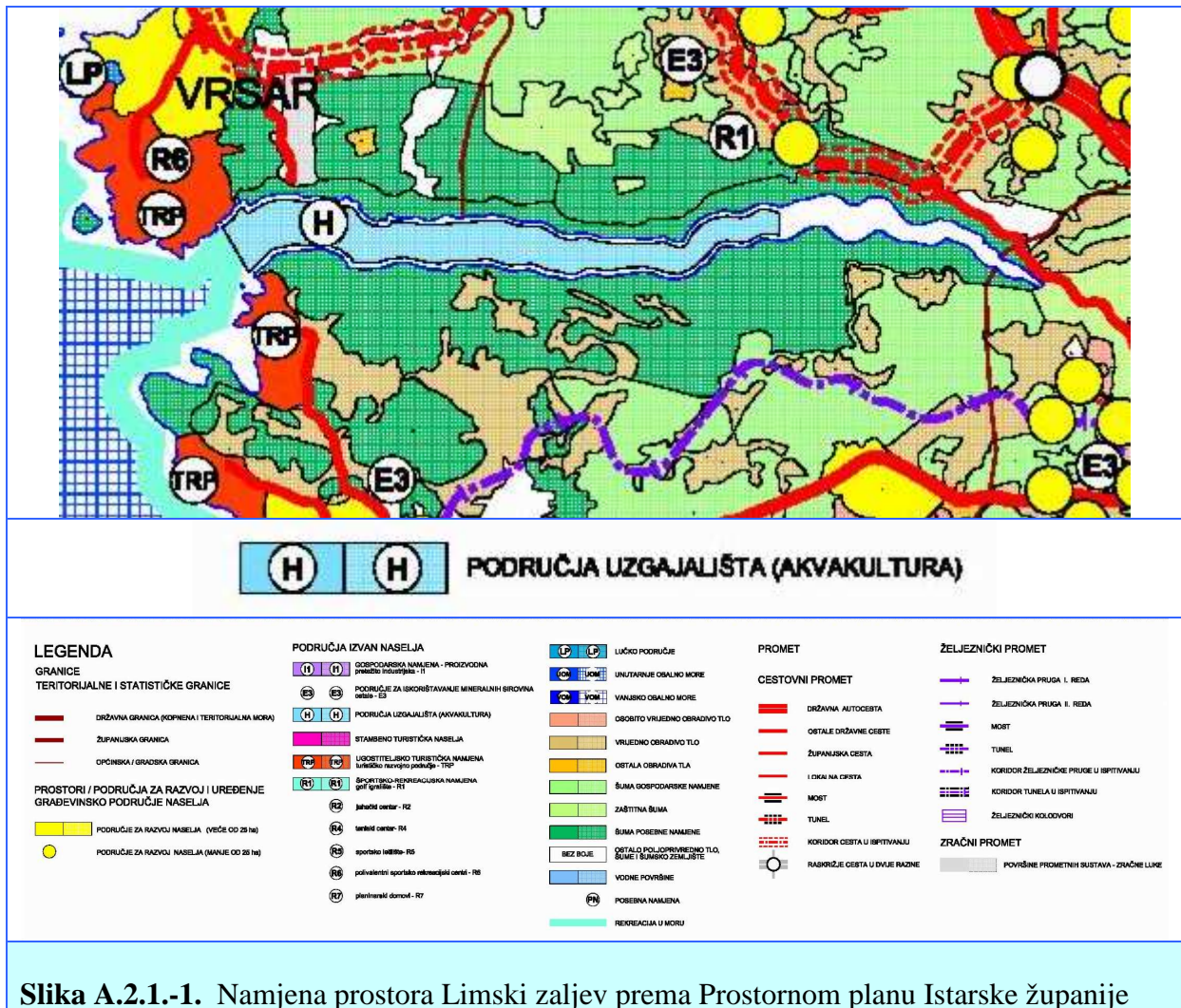
Prostornim planom istaknuta je posebna važnost utvrđivanja pogodnosti prostora i lokacija za obavljanje djelatnosti ribarstva i marikulture (poglavlje 3.4.2). Lokacije koje su ovim Planom namijenjene marikulturi (Piranski zaljev, Ušće Mirne, Tarska vala, uvala Sv.Marina kod Poreča, Limski zaljev, Pomerski zaljev, uvale Valun i Valmižeja, uvala Budava i izdvojeni dijelovi Raškog zaljeva), kao prostori izražene ekološke osjetljivosti, namijenjeni su prvenstveno uzgoju školjkaša. U sklopu građevina marikulture u pojasu pomorskog dobra moguće je graditi isključivo građevine osnovne namjene (tehnologija primarne obrade, čišćenja i pripreme ribe za transport do ribljih burzi ili tržnica, skladište i

pripremnice hrane i alata, laboratorij za ispitivanje kakvoće proizvoda, uprava i sl.) bez mogućnosti komercijalnog (ugostiteljsko-turističkog, industrijskog) korištenja ili stanovanja.

U poglavlju 3.5. „Uvjeti korištenja, uređenja i zaštite prostora donesene su Smjernice za zaštitu prirodne baštine“ u kojima se navodi da je Limski zaljev posebni rezervati u moru u svom morskom i podmorskom dijelu. Za prostor područja prirodne baštine državnog značaja obvezno se donose prostorni planovi područja posebnih obilježja (PPPO). Za područje Limskog zaljeva i drage donose se prostorni planovi područja posebnih obilježja. O posebnim režimima korištenja prostora (stanovanje, gospodarsko korištenje, promet i sl.) javna ustanova koja upravlja područjima prirodne baštine donosi odluke o unutarnjem redu usklađene sa prostornim planovima, za svaki zaštićeni dio prostora.

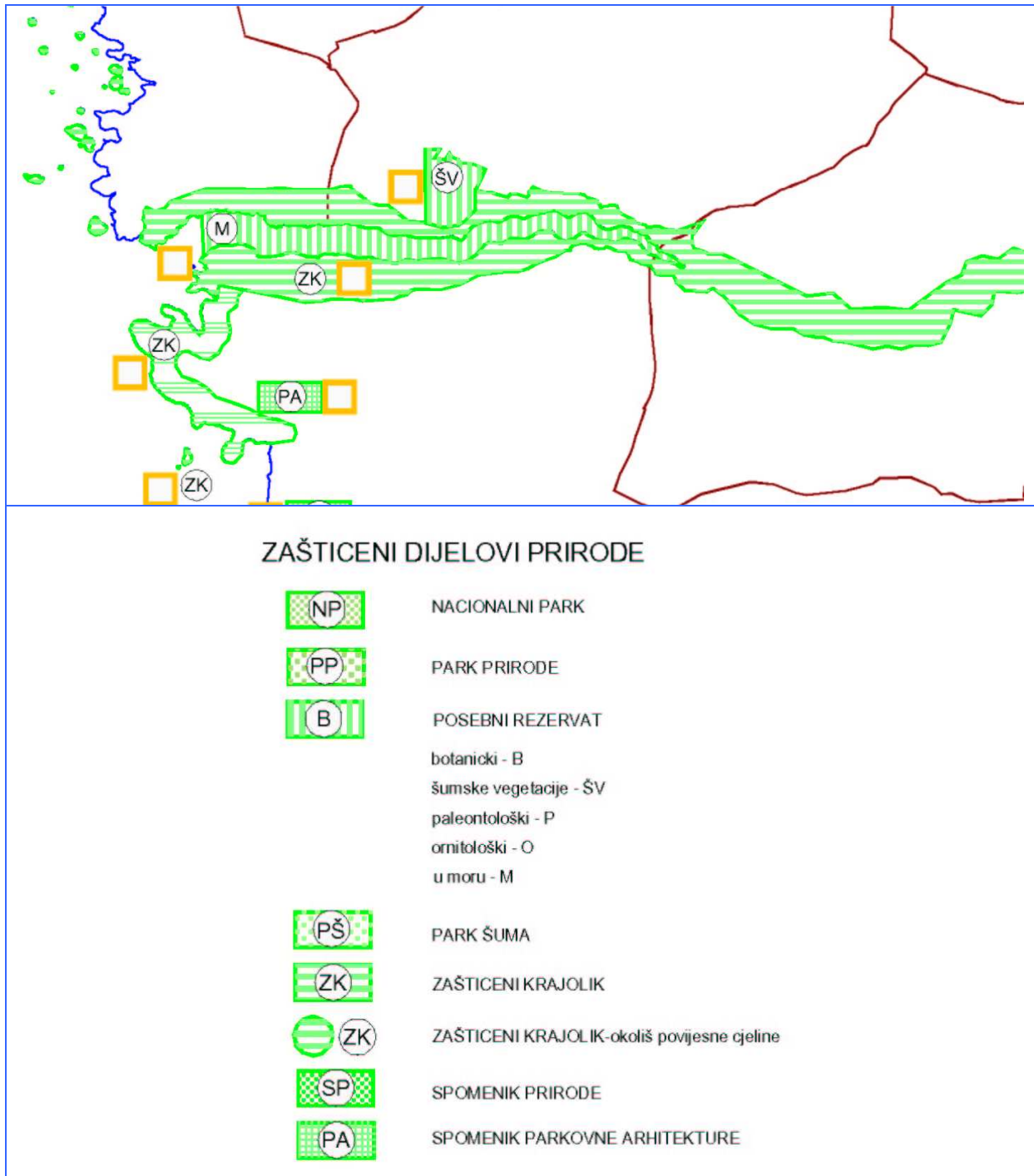
Prostornim planom utvrđuje se područje priobalnog mora za koje se obvezno poduzimanje mjera zaštite i sanacije u cilju dosizanja kakvoće mora I i II kategorije. Obalno more na području obuhvata ovog Plana kategorizira se u dvije kategorije. U prvu kategoriju svrstano je more u posebno šticećenim i vrlo osjetljivim područjima (područja vrijedne prirodne baštine) i obalno more visoke kakvoće. U drugu kategoriju svrstano je more na području veće izgrađenosti obalnog pojasa (more u zoni utjecaja ispuštanja otpadnih voda s kopna, kao i područje izvan kruga oko difuzora ispusta, radijusa 300 m).

Prostorni plan Istarske županije prepoznaje konfliktna područja za razvoj marikulture, turizma i nautičkog turizma. Za regiju Istre od posebne je važnosti Limski zaljev, u kojem zahvaljujući izvrsnim ekološkim uvjetima se može organizirati uzgoj riba i školjkaša vrhunskih kvaliteta. Međutim, uz eksplozivan razvoj nautičkog turizma te izgradnju luka i marina raznih veličina i sadržaja, stvorili su se problemi raspolaganja teritorijem, jer takva postrojenja i djelatnosti naklonjene su korištenju istih pomorskih kvaliteta neophodnih kako za nautički turizam tako i za marikulturu. Dozvole za marikulturu ili za nautički turizam izdaju različita tijela pa često dolazi do neprikladnih i pokatkad apsurdnih rješenja za marikulturu, kao na primjer kada se dijelovi mora, već zaštićeni kao prirodni ribnjaci ili rezervirani za marikulturu, bivaju naknadno prenamijenjeni za nautičku djelatnost. Postoje i drugi problemi koji mogu dovesti do smanjenja kvalitete morske okoline uzrokovanih marikulturom. Radi se o stvaranju uvjeta eutrofikacije morske okoline uzrokovanih izmetom uzgojnih životinja i zbog raspada organskih tvari iz viška/ostataka hrane. Iz tih se razloga nastoji promicati odgovarajući sistem sustavnog planiranja i kontrole ekološke kvalitete područja namijenjenih marikulturi ili nautičkom turizmu. Marikultura je u svakom slučaju realna mogućnost povećanja prinosa morskog ribarstva.



Slika A.2.1.-1. Namjena prostora Limski zaljev prema Prostornom planu Istarske županije





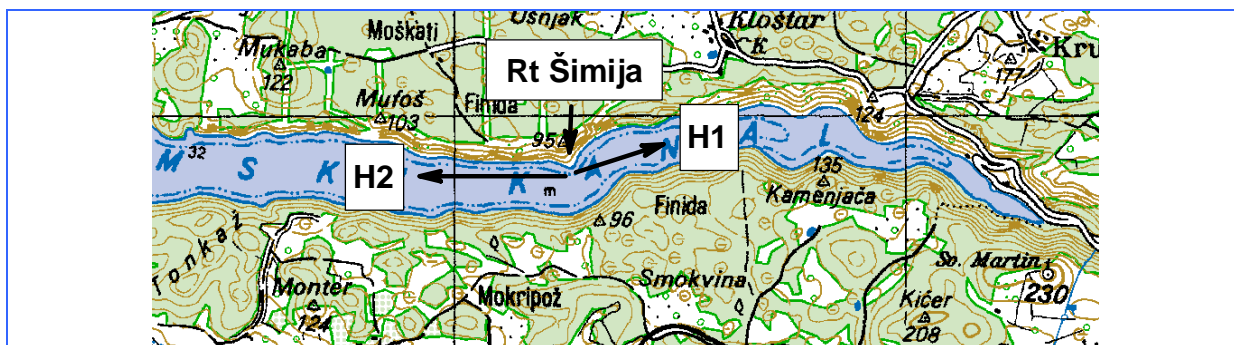
**Slika A.2.1.-2.** Područja zaštićenih dijelova prirode u moru i kopnu šireg područja lokacije zahvata prema Prostornom planu Istarske županije

### A.2.2. Prostorni plana uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar

Zahvat se prema Zakonu o područjima, županija gradova i općina u Republici Hrvatskoj (Narodne novine, 86/2006) nalazi na području Limskog zaljeva u k.o. Lim, Općina Vrsar. U ranijoj podijeli općina zahvat se nalazio na području Općine Sveti Lovreč. Zbog izmjena granica općina, Općina Vrsar i Općina Sveti Lovreč donose Odluke o donošenju Prostornog plana uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar (Službene novine Općine Vrsar, 4/2007).

More i podmorje Limskog zaljeva je, prema PPU Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar, okarakterizirano je kao ekološki osjetljiv ekosustav (područje vrijedne prirodne baštine). More se zbog svoje visoke kakvoće (I. kategorija) koristi za uzgoj marikulture (osim plave ribe). More i podmorje Limskog zaljeva proglašeno je posebnim rezervatom u moru, te se čuvanje, održavanje i korištenje mora i podmorja vrši sukladno odredbama Zakona o zaštiti prirode i Pravilnika o unutrašnjem redu na moru i Limskom zaljevu.

More je svrstano u prvu kategoriju (Članak 12. PPU), a razgraničenje mora provodi se određivanjem namjene, između ostalog, za: more namijenjeno za uzgoj (H) i za potrebe uzgoja na moru (K<sub>4</sub>). Članak 80. PPU Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar navodi da je u Limskom zaljevu određen prostor (H) za marikulturu ukupne površine 142,55 ha. More namijenjeno uzgoju razgraničeno je na dvije površine označene kao: **H1** – istočni, zavojiti dio zaljeva sve do rta “Šimija”, eutrofičniji i podložan vruljama te pogodan za uzgoj školjaka – površine 67,65 ha te **H2** – od rta “Šimija” prema zapadu, dublji i ravniji dio zaljeva (bolja izmjena voda) pogodan za uzgoj riba površine 74,90 ha (Slika A.2.2.-1.). U Prilogu III nalazi se Uvjerenje da je prema Prostornom planu uređenja Općine Sv. Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar dio Limskog zaljeva označen oznakom H2 namijenje za uzgoj bijele ribe.



**Slika A.2.2.-1.** Shema razgraničenja mora u Limskom zaljevu za uzgoj školjaka (H1) i riba (H2)

U Limskom zaljevu određene su i dvije postojeće lokacije poslovne namjene za potrebe uzgoja (K<sub>4</sub>): jedna zona (postojeća na kopnu) (K<sub>4</sub><sub>1</sub>) površine 0,80 ha i jedna zona (postojeća na moru) (K<sub>4</sub><sub>2</sub>) površine 0,09 ha (Članak 63. PPU). Unutar zone K<sub>4</sub><sub>1</sub> nije dopuštena nova gradnja građevina. Prostor lokacije K<sub>4</sub><sub>2</sub> nalazi se iznad mora i zbog svoje je ekološke osjetljivosti namijenjen isključivo građevinama osnovne namjene (za potrebe uzgoja) bez mogućnosti prenamjene istih za trgovačke, ugostiteljsko-turističke ili druge djelatnosti koje nisu povezane sa samim uzgajalištem. Jedna i druga zona vezane su za donošenje PPPPO za zaštićeni krajolik i posebni rezervat u moru tj. obronke Limskog zaljeva, mora i podmorje Limskog zaljeva kojim će se odrediti detaljniji uvjeti razgraničenja prostora,

smještaja gospodarskih sadržaja, prometnih i drugih infrastrukturnih sustava i mjere zaštite i provedbe.

Člankom 144. Prostornog plana uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar, za mora i podmorja te strme obala područja Limskog zaljeva Prostornim planom Istarske županije propisana je obaveza izrade Prostornog plana područja posebnih obilježja (PPPPO). Donošenjem ovog prostornog plana detaljno će se utvrditi namjena prostora, te osnove korištenja i zaštita, sukladno posebnim propisima o sadržaju prostornih planova. Do donošenja PPPPO potrebno je provesti mjere zaštite od onečišćenja s kopna te sprečavanje i smanjenje onečišćenja uzrokovanog pomorskim prometom. Stoga se u akvatoriju Limskog zaljeva zabranjuje svako slobodno plovljenje i sidrenje dok je plovljenje i sidrenje za potrebe marikulture i izletničkog turizma moguće sukladno odredbama Zakona o zaštiti prirode i Pravilnika o unutrašnjem redu na moru i Limskom zaljevu (Službene novine – Službeno glasilo zajednice općina Rijeka, 1/1982).

### A.2.3. Ostali dokumenti od važnosti za Limski zaljev

Limski zaljev zaštićen je od siječnja 1964. godine u današnjoj kategoriji značajni krajobraz. Obuhvaća kanjonske strane od ruba prema moru. Zbog krajobraznih i vegetacijskih osobitosti zaštita se proteže se od crte rt Sv. Ivana-uvala Dobra u Limsku dragu do kote 230 Sv. Martin. More i podmorje je zaštićeno kao posebni rezervat - rezervat u moru od 1979. godine (Službene novine – Službeno glasilo zajednice općina Rijeka, 63/1979). Odlukom se određuje granica rezervata mora Limskog zaljeva istočno od crte koja spaja rt S.Felice na južnoj obali i rt Femina morta na sjevernoj obali.

Od 1982. godine na snazi je Pravilnik o unutrašnjem redu na moru u Limskom zaljevu (Službene novine, 1/1982). Ovim pravilnikom uređuje se režim ponašanja, unutrašnji red, mjere zaštite, način uređenja i korištenja Limskog zaljeva, kao posebnog rezervata u moru. Pravilnikom se utvrđuje i ribolovni rezervat i uzgajalište morskih plodova, pa se druge aktivnosti mogu odvijati tako da ne ugrožavaju prirodnu ravnotežu i osiguravaju najpovoljnije uvjete za održavanje i razvitak morske flore i faune prema njihovom značenju i svojstvima. Član 2. ovog Pravilnika navodi da je „Svako slobodno plovljenje i sidrenje u Limskom zaljevu zabranjeno je“. Iznimno se dozvoljava za potrebe uzgoja morskih plodova riba i rakova te izletničkim brodovima za organiziranje izleta pod uvjetom da ne prelaze 23 BRT i da su tehnički potpuno u ispravnom stanju.

Na Limski zaljev se odnosi Zakon o zaštiti prirode (Narodne novine, 70/2005) u kojem se navodi (Članak 7.): *zaštićene prirodne vrijednosti* su prirodne vrijednosti proglašene zaštićenima od tijela utvrđenog ovim Zakonom i upisane u upisnik zaštićenih prirodnih vrijednosti, a odnose se na zaštitne kategorije (strogi rezervati, nacionalni parkovi, posebni rezervati, parkovi prirode, regionalni parkovi, spomenici prirode, značajni krajobrazi, park-šume i spomenici parkovne arhitekture), zaštićene biljne, gljive i životinjske svojte uključujući mrtve primjerke divljih svojti zaštićenih na temelju ovoga Zakona i međunarodnih ugovora, njihove dijelove i derivate, te zaštićene minerale i fosile. Za Limski zaljev je određena kategorija *posebni rezervat*. Članak 12. daje kakva područja mogu biti posebni rezervat kao i aktivnosti koje se u njima mogu obavljati. Posebni rezervat je područje kopna i/ili mora od osobitog značenja radi svoje jedinstvenosti, rijetkosti ili reprezentativnosti, ili je stanište ugrožene divlje svojte, a osobitog je znanstvenog značenja i namjene. (1) Posebni rezervat može biti: floristički, mikološki, šumske i druge vegetacije, zoološki (ornitološki, ihtiološki i dr.), geološki, paleontološki, hidrogeološki, hidrološki, rezervat u moru i dr. (2) U posebnom rezervatu nisu dopuštene radnje i djelatnosti koje mogu narušiti svojstva zbog kojih je proglašen rezervatom (branje i uništavanje biljaka, uznemiravanje, hvatanje i ubijanje životinja, uvođenje novih bioloških svojti, melioracijski zahvati, razni oblici gospodarskog i ostalog korištenja i slično). (3) U posebnom rezervatu dopušteni su zahvati, radnje i djelatnosti kojima se održavaju ili poboljšavaju uvjeti važni za očuvanje svojstava zbog kojih

je proglašen rezervatom. (4) Posjećivanje i razgledavanje posebnog rezervata može se zabraniti ili ograničiti mjerama zaštite. (5) Aktom o proglašenju posebnog rezervata mogu se istovremeno zaštititi različite vrijednosti zbog kojih se proglašava rezervat (ornitološko-ihtiološki, geološko-hidrološki i dr.).

Praćenje kvalitete mora Limskog zaljeva obuhvaćeno je Planom praćenja kvalitete mora i školjkaša na područjima uzgoja, izlova i ponovnog polaganja školjkaša (Narodne novine, 53/2005). Uzorkovanje se obavlja na dvije pozicije (Peruzura  $\phi$  45° 08' 03",  $\lambda$  13° 43' 37" i Čerižera:  $\phi$  45° 08' 03",  $\lambda$  13° 42' 48").

Prema Naredbi o kategorijama plovidbe pomorskih brodova (Narodne novine, 46/2006) pomorski brod može ploviti područjem Limskog zaljeva u kategoriji plovidbe - lokalna plovidba. Lokalna plovidba je plovidba povezanim lučkim bazenima koji predstavljaju jedinstvenu geografsku i prometnu cjelinu, lukama, zaljevima (Limskim, Raškim, Kaštelanskim i Klek – Neumskim zaljevom, Rijekom dubrovačkom, Prokljanskim jezerom uključujući ušće rijeke Krke do rta Jadrija), jezerima, kao i rijekama hrvatskog Jadranskog sliva do granice do koje su one plovne s morske strane.

Prema Pravilniku o obavljanju podvodnih aktivnosti (Narodne novine, 47/1999) ronjenje nije dozvoljeno u strogim i posebnim rezervatima u moru, u parkovima prirode, te na drugim zaštićenim dijelovima mora i podmorja (na primjer Malostonski zaljev, Limski zaljev, park prirode Telašćica i dr.) osim uz posebne dozvole što je regulirano ovim Pravilnikom.

Planom intervencija kod iznenadnih onečišćenja Jadranskog mora u Republici Hrvatskoj (Narodne novine, 88/1993) zabranjena je upotreba disperzanata u svim područjima u kojima se nalaze uzgajališta marikulture među kojima se pored ostalih navodi i Limski zaljev.

### A.3. OPIS OKOLIŠA LOKACIJE I PODRUČJA UTJECAJA ZAHVATA

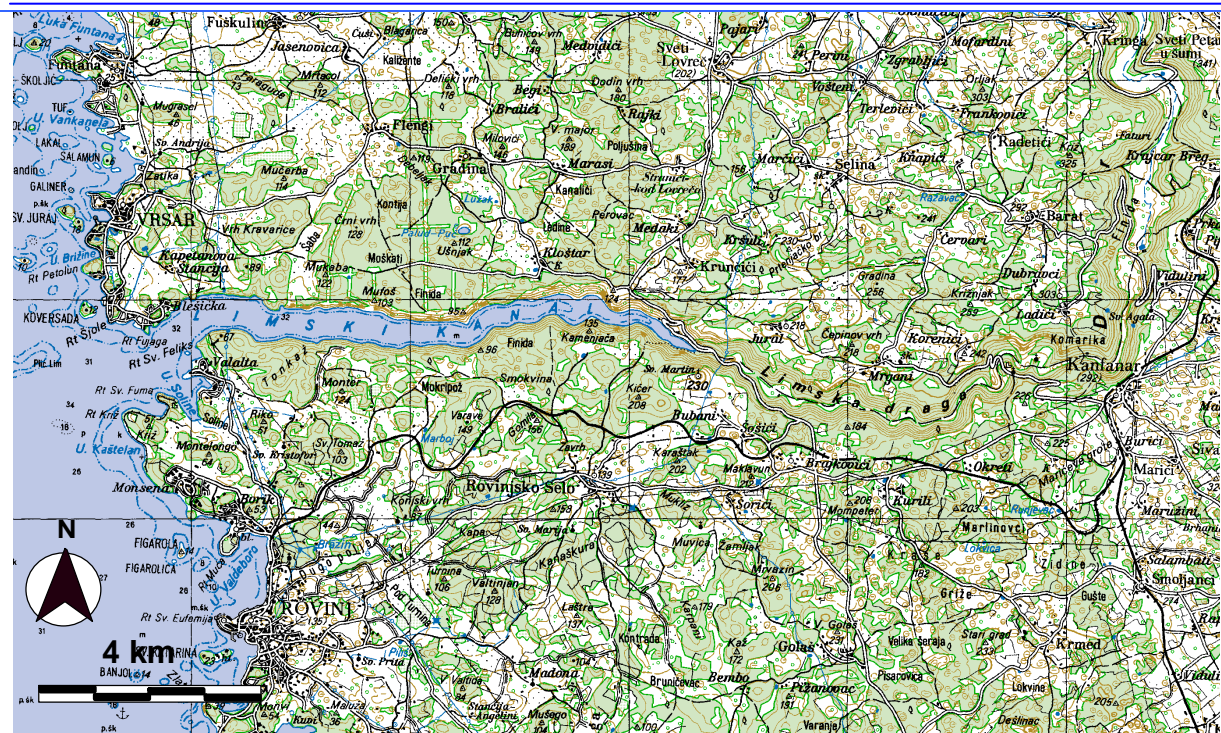
#### A.3.1. Osobine Limskog zaljeva

Limski zaljev nalazi se na zapadnoj obali poluotoka Istre. To je uski (600 m) i duboko u kopno usječeni zaljev duljine oko 11 km. Najveća dubina zaljeva je na ulazu i iznosi 33 m, dok je unutarnji dio znatno plići. Nastanak Limskog zaljeva uslijedio je nakon posljednje oledbe i podizanja morske vode. Prije posljednjeg ledenog doba, od Čićarije do mora, protjecala je rijeka koja je kasnije postala ponornica. Tok joj završava u blizini Pazina, u Pazinskom ponoru. Plići dio je pod snažnim utjecajem podzemnih voda bogatih organskom tvari, što ovaj dio zaljeva čini biološki najproduktivnijim. Zavisno o intenzitetu dotoka slatke vode slanost se mijenja između 9 i 38 psu, dok temperatura varira između 9 i 25 °C. Prema Koppenovoj klasifikaciji područje Limskog zaljeva pripada tipu C klime (topla i umjereno kišna) u kojem je količina oborina jednoliko razdijeljena kroz cijelu godinu, ali najsušniji dio godine pada u toplo godišnje doba. Kišno razdoblje široko je podijeljeno na proljetni (travanj – lipanj) i jesensko-zimski (rujan-studeni, a donekle i prosinac) maksimum. Srednja godišnja količina oborina iznosi 873 mm. Iako su najučestaliji vjetrovi šireg područja vjetrovi I. i II. kvadranta, odnosno sjeveroistočni i jugoistočni vjetrovi, područje Limskog zaljeva izloženo je i djelovanju zapadnih vjetrova. Srednja jačina ovih vjetrova kreće se od 1.8 Beauforta za vjetar iz NE smjera do 2.8 Beauforta za jugoistočni vjetar.

Sve te posebnosti čine da je Limski zaljev malo drukčiji ekosustav od onog u otvorenom moru. Takve ekološke osobine zaljeva, utječu na njegovu floru i faunu. U zaljevu je zabilježena bogata morska flora i fauna. Limski zaljev je mrijestilište i zimovalistište mnogih ribljih vrsta. U Prilogu IV prikazana je Karta staništa za područje Limskog zaljeva na kojem se nalazi uzgajalište ribe.

U vodama zaljeva razvijeno je školjkarstvo s veoma dugom tradicijom. Limski zaljev je nenaseljen, a od privrednih aktivnosti zastupljen je uzgoj školjaka i riba, ugostiteljstvo i izletnički turizam.

Strme obale zaljeva uzdižu se i preko 100 metara iznad mora. U biljnom svijet na padinama zaljeva uočene su razlike s obzirom na izloženost strana Limskog zaljeva suncu. Tako se na strani koja je izložena suncu nalaze sastojine šume crnike ili česmine (*Quercus ilex*), dok se na suprotnoj, južnoj strani nalazi listopadna šuma hrasta medunca (*Quercus pubescens*). Limski zaljev je zbog svoje visoke produktivnosti i specifičnosti biocenoza zaštićen od 1979. godine kao poseban rezervat u moru.



Slika A.3.1.-1. Limski zaljev (kanal)



Slika A.3.1.-2. Pogled na južnu (gore lijevo) i sjevernu (gore desno) obalu i prema izlazu (dole) Limskog zaljeva

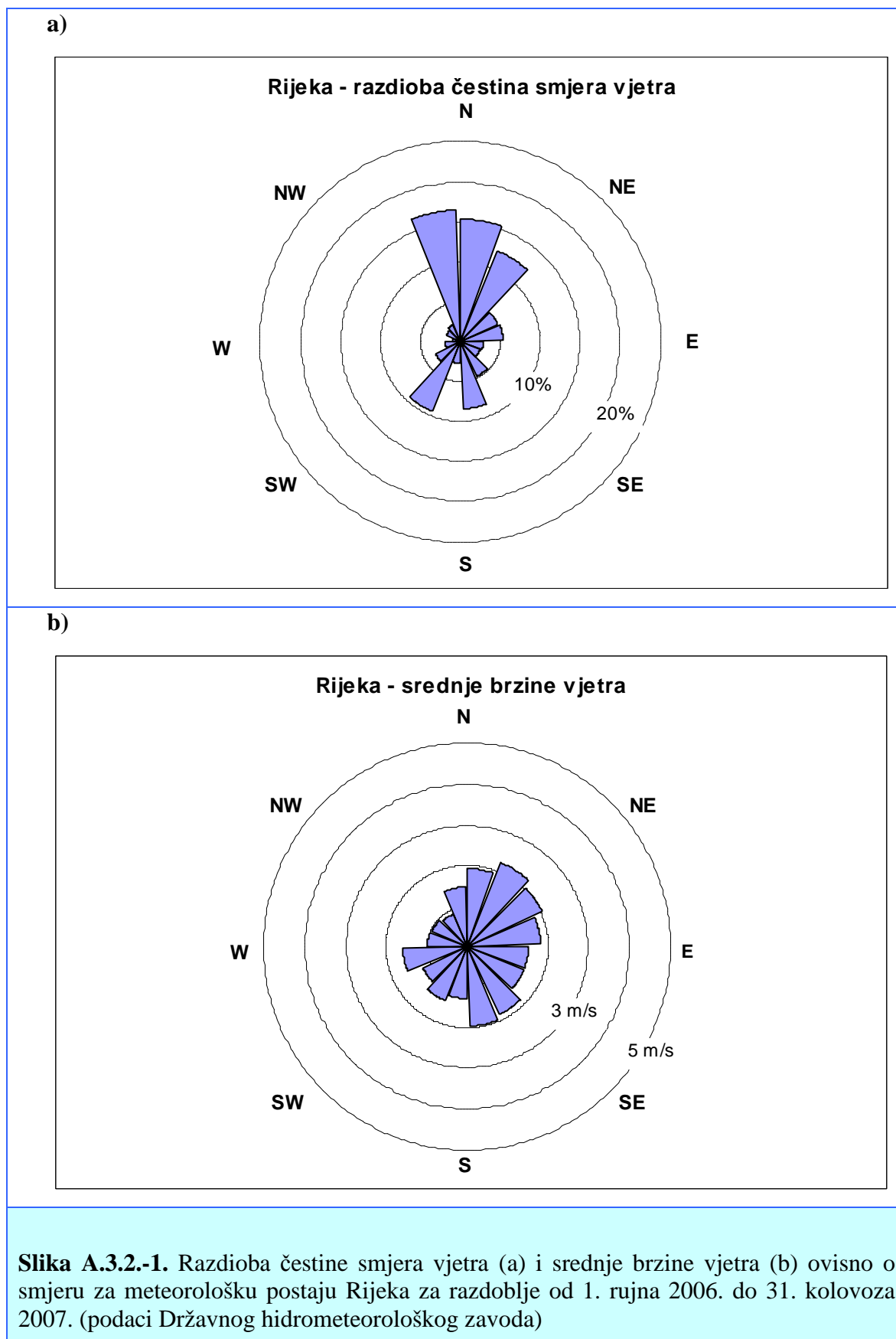
### A.3.2 Vjetar

Kako je vjetar važan uzročnik strujanja u priobalnom području Jadrana, pa tako i u Limskom zaljevu, analizirane su njegove karakteristike na temelju podataka s dvije najbliže meteorološke postaje na kojima su podaci bilježeni anemometrom, a to su Rijeka i Pazin. Za obje postaje analizirani su podaci o smjeru i brzini vjetra za razdoblje od 1. rujna 2006. do 31. kolovoza 2007., a dobiveni rezultati uspoređeni su s klimatološkim karakteristikama obiju postaja, ali i šireg područja sjevernog Jadrana.

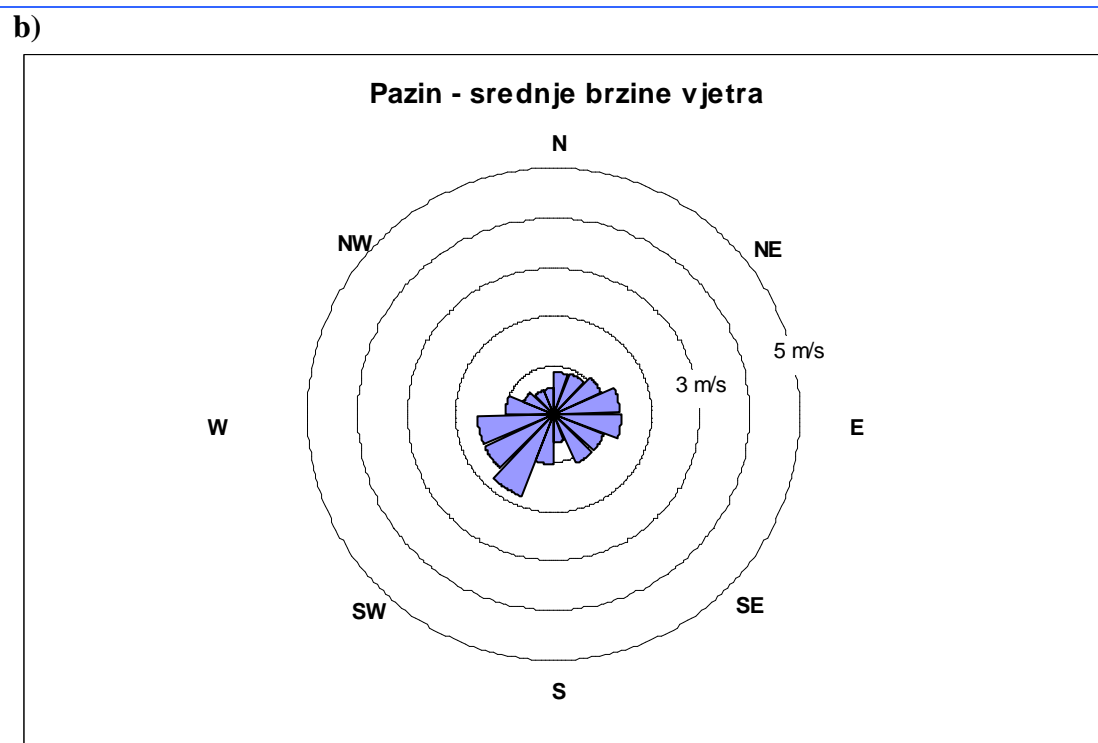
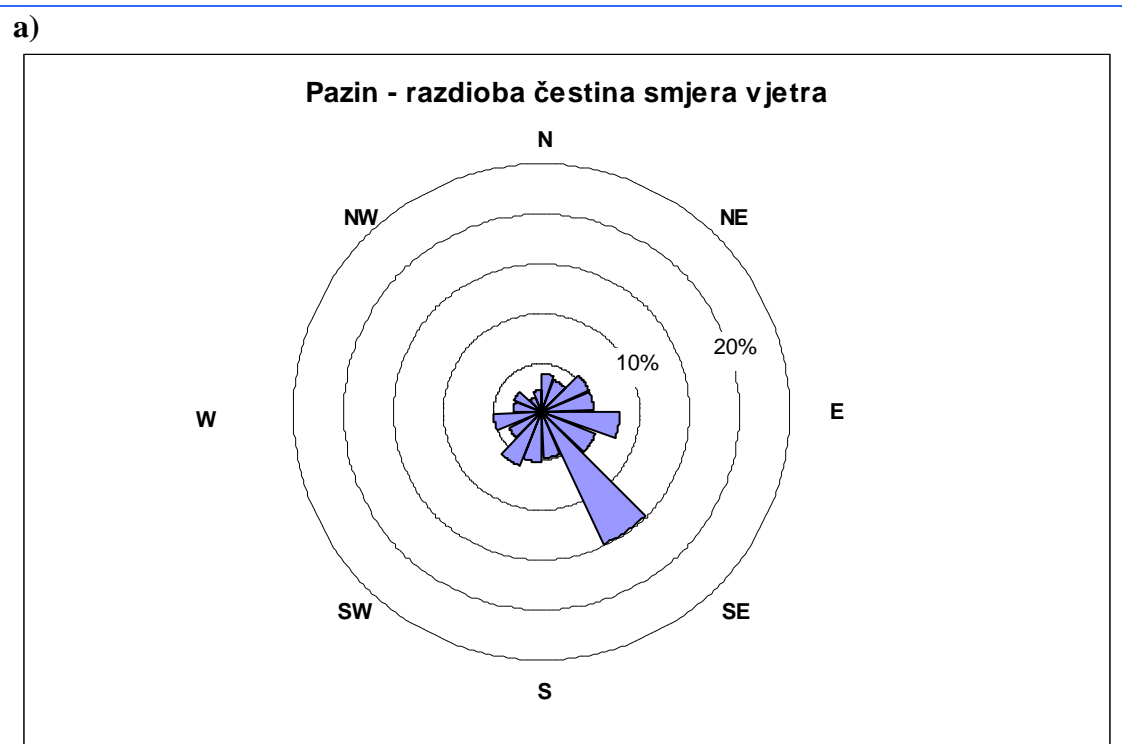
Razdioba čestina smjera vjetra na meteorološkoj postaji Rijeka ukazuje na važnost vjetrova iz smjerova sjevera i sjeveroistoka, koji se ujedno ističu i po brzinama (Slika A.3.2.-1). Premda jugo ima slabiju učestalost u Rijeci od vjetrova iz prvog kvadranta, slično im je po srednjim brzinama. Vjetrovi iz smjera jugozapada značajni su po učestalosti, ali su slabijih intenziteta. Dobivane ruže vjetra u skladu su s klimatološkim karakteristikama za postaju Rijeka. Tako klimatološke analize pokazuju da su vjetrovi iz smjera sjevera i sjeveroistoka naj snažniji i najučestaliji u hladnom dijelu godine (Makjanić, 1978; Penzar i sur., 2001), što je slučaj i u ovdje analiziranom periodu. Slična je i situacija s jugom koje se prema klimatološkim podacima po brzini ističe u jesen, dok u ljetnoj sezoni imamo značajnu učestalost strujanja iz smjera jugozapada (Makjanić, 1978; Penzar i sur., 2001).

Najučestaliji vjetar na meteorološkoj postaji Pazin u razdoblju od rujna 2006. do kolovoza 2007. puhao je iz smjera jugoistoka (Slika A.3.2.-2). Iako se jugo ističe u razdiobi čestina, to nije slučaj i za njegov intenzitet. Najveću srednju brzinu na postaji Pazin u analiziranom razdoblju imao je jugozapadni vjetar, nakon kojega slijede istočnjak i zapadnjak. Slične karakteristike strujanja pokazuje i klimatološka ruža vjetra za razdoblje od 1969. do 1985. (Penzar i sur., 2001). Zanimljivo je da niti klimatološke razdiobe, kao ni ovdje dobivene ruže ne ukazuju na značajnija strujanja iz smjera sjeveroistoka, iako je bura najjači, najčešći i najtrajniji vjetar uz sjevernu jadransku obalu.

Na temelju ovdje dobivenih razdioba čestina smjera i srednjih brzina vjetra iz šesnaest smjerova, kao i na temelju objavljenih klimatoloških karakteristika strujanja zraka u području oko Limskog zaljeva, te specifične orografije samog zaljeva odabrana su svojstva vjetrova u numeričkim simulacijama morskih struja oceanografskim modelom.







**Slika A.3.2.-2.** Razdioba čestine smjera vjetra (a) i srednje brzine vjetra (b) ovisno o smjeru za meteorološku postaju Pazin za razdoblje od 1. rujna 2006. do 31. kolovoza 2007. (podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda)

### A.3.3. Dinamika morske vode mjerenjem struja

#### A.3.3.1. Morske struje

Morske struje predstavljaju usmjereno gibanje vodenih masa unutar vodenog stupca mora. Općenito struje u nekom području mora nastaju pod utjecajem različitih sila uzročnica, a čine ih čine gradijentske struje koje nastaju zbog horizontalnih razlika u gustoći mora, struje morskih dobi koje nastaju kao posljedica plimotvornih sila, te posmične struje koje nastaju pod utjecajem vjetra na površini mora. Osim toga na struje u određenom bazenu u znatnoj mjeri utječu njegove dimenzije kao i topografske osobine obale i morskog dna.

Opće gibanje vodenih masa u Jadranskom moru se odvija suprotno od kazaljke na satu (ciklonalno) i objašnjava se dugoperiodičkim gradijentskim strujama. Naime, gibanje slatke vode dospjele iz sjevernojadranskih rijeka (u najvećoj mjeri od rijeke Po) pod utjecajem Coriolisove sile se odvija uz talijansku obalu Jadrana i uzrokuje strujanje vodenih masa suprotnog smjera uz hrvatsku obalu, odnosno u sjeverozapadnom smjeru koje se u nekim akvatorijima može deformirati smjerom protezanja obale (kanala).

Poznavanje osobina struja u nekom akvatoriju je vrlo značajno za veliki broj djelatnosti, a kako su struje izravni nositelji eventualnih onečišćenja važno ih je poznavati kako bi se mogao procijeniti utjecaj privrednih aktivnosti na ekološko stanje mora.

Kako se u prostoru Limskog zaljeva nalazi više grupa kaveza za uzgoj ribe te veliki restoran u samom kraju zaljeva i privezište za brodove, obavljena su mjerenja struja u cilju spoznaje dinamike vodenih masa i time «prozračivanje» zaljeva, a na osnovu čega bi se moglo predložiti daljnje aktivnosti na zaštiti ovog vrijednog prirodnog prostora. Mjerenja su obavljena tijekom ljetnog razdoblja koje je u ekološkom smislu i najnepovoljnije. Mjerenja su obavljena automatskim strujomjerima koji rade na doplerovom načelu odbijanja zvukova (ADCP 300 Sentinel, tvrtke RDI iz SAD), a mjere struje u čitavom vodenom stupcu u slojevima s unaprijed određenom širinom.

Strujomjer je postavljen na postaji P2 na način da je montiran u posebnu konstrukciju izgleda letećeg tanjura postavljenu na dnu mora kako bi bila zaštićena od povlačenja kočarskih i ostalih mreža koje se u tom području koriste (Slika A.3.3.-1. i A.3.3.-2.). Na žalost konstrukcija sa strujomjerom je nakon dva tjedna prevrnuta, pa je duljina mjerenja struja bila znatno kraća od planiranoga (od 9. do 22. kolovoza 2007. godine). Strujomjer je mjerio jakost i smjer strujanja u čitavom vodenom stupcu u slojevima širine 1 metra, a s obzirom da je dubina na postaji P2 bila oko 24 metra struje su mjerene u 19 slojeva, od dva metra iznad dna i 3 metra ispod površine. Razlog je što ovom tehnikom nije moguće mjeriti struje u neposrednoj blizini instrumenta (širina sloja oko 2 metra) zbog tzv. «mrtve zone» instrumenta te u površinskom sloju (širina sloja oko 3 metara) zbog jake refleksije ultrazvučnog signala o površinu mora.



**Slika A.3.3.-1.** Izgled pomoćne konstrukcije i ADCP strujomjera pomoću kojega su mjerene struje u 19 slojeva širine 1 metra vodenoga stupca



**Slika A.3.3.-2.** Šire područje Limskog zaljeva s postajom P2 na kojoj su mjerene struje

Nakon očitavanja podataka sa strujomjera provjerena je njihova kvaliteta na osnovu različitih pomoćnih podataka (jačine refleksije povratnog ultrazvučnoga signala s sva četiri primo-predajnika te međusobne usporedbe, te postotka točnih povratnih ultrazvučnih signala) te izvršena statistička obrada strujomjernih podataka u 19 mjerenih slojeva. U sklopu statističke obrade računane su srednje skalarne i vektorske rezultante struja; standardna devijacija, analiza po sastavnicama, faktor stabilnosti strujanja te energija strujanja. U istim vremenskim razdobljima su računane čestine smjerova i srednje brzine po  $45^0$  stupnjeva, te po klasama brzina struja od 2 cm/s. Niskofrekventne sastavnice struja su računane filtriranjem satnih rezultanti struja Thompsonovim 24m214 filtrom, dok je stacionarna spektralna analiza rezultirala prikazom energetskih svojstava struja na različitim periodima osciliranja.

### **A.3.3.2. Meteorološke prilike u razdoblju mjerenja**

Meteorološke prilike u razdoblju mjerenja struja, odnosno između 23. srpnja do 21. rujna 2007. godine su u prvom dijelu uglavnom bile tipične za ljetno razdoblje, odnosno sa relativno stabilnim sinoptičkom situacijama koje su bile karakterizirane puhanjem dnevno-noćnih vjetrova, maestrala tijekom dana i povremenog puhanja vjetra s kopna tijekom noći. Ove meteorološke prilike su narušavali povremeni prodori ciklona koji su prolazili preko šireg područja Jadrana, i to naročito u prvoj polovici kolovoza, kada je nad Jadranom stacioniralo malo sniženo polje tlaka zraka koje je uzrokovalo učestale nevere i pljuskove. Nakon toga je uslijedilo razdoblje stabilnijeg vremena koje je trajalo do kraja mjerenja.

### **A.3.3.3. Osobine strujnog polja**

Mjerenje struja u području Linskog zaljeva su se odvijala tijekom ljetnog razdoblja (od 9. do 22. kolovoza) koje je ekološki i najnepovoljnije. Rezultati osnovne statističke analize prikazani su u tablici A.3.3.-1. i tablici A.3.3.-2., te na slikama od A.3.3.-3. do A.3.3.-6.

Osnovni statistički podatci pokazuju da je strujanje u području postaje P2 bilo u smjeru uzdužne osi zaljeva, odnosno u smjeru istok-zapad. Srednje strujanje se odvijalo tako da su struje ulazile u zaljev u vrlo širokom donjem sloju, dok se kompenzacijsko strujanje odvijalo u užem površinskom sloju (Tablica A.3.3.-1.). Strujanje je u čitavom vodenom sloju bilo prilično jednoliko raspoređeno u vodenom stupcu s nešto većim srednjim brzinama u pridnom, zatim u površinskom, a nešto manjim brzinama u srednjem sloju. Tako je srednja skalarna brzina u površinskom sloju bila 3.4 cm/s na dubini 3 metra, 3.0 cm/s u srednjem sloju i 4.4 cm/s u pridnom sloju, odnosno dubini 21 metar. Iz relativno velike standardne devijacije strujanja (1.7 do 2.9 cm/s), malog faktora stabilnosti strujanja (15.3 do 37.1%) i raspodjele kinetičke energije strujanja (oko 90% se odnosio na promjenjivo strujanje, a samo oko 10% na srednje strujanje) može se zaključiti da je strujanje u čitavom vodenom stupcu bilo vrlo promjenjivo što upućuje na zaključak da se u najvećoj mjeri odvijalo pod utjecajem dnevnih i poludnevnih sastavnica plimnih strujanja, te pod utjecajem sinoptičkih poremećaja. Tako je npr. najmanji faktor stabilnosti bio u površinskom i pridnom sloju (oko 20%), dok je nešto veća stabilnost strujanja, iako još uvijek relativno mala (oko 30%) bila u srednjem sloju.

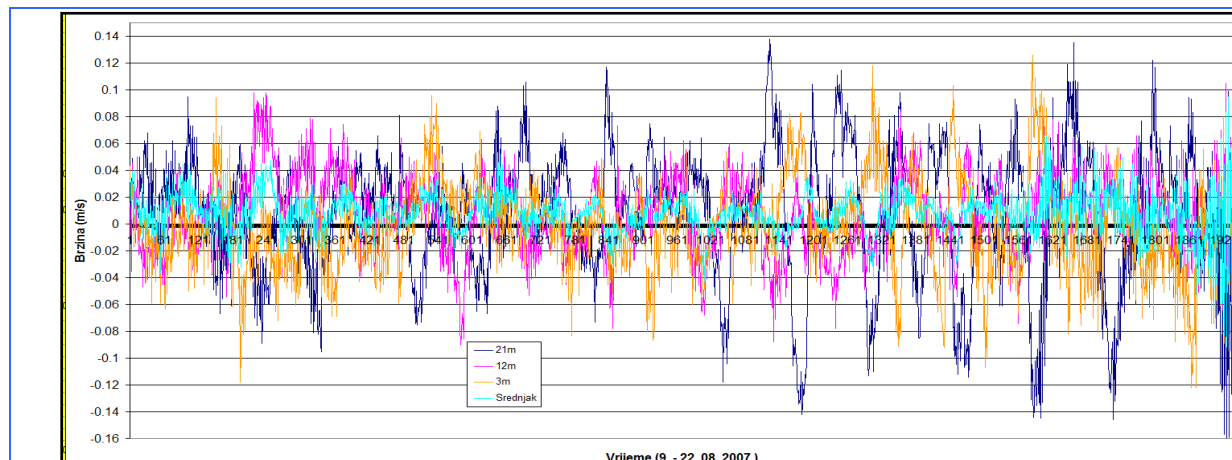
Ovo potvrđuju slika A.3.3.-4., te podaci iz tablice A.3.3.-2. iz kojih se vidi da je strujanje raspodijeljeno u istočnom i zapadnom smjeru, a od kojih je izraženija pojava zapadnoga smjera (21.9%) u površinskom i istočnoga smjera (35.7%) u pridnom sloju, iz čega se može zaključiti da u području postaje P2 vodene mase u najvećem mjeri ulaze u zaljev u pridnom, a izlaze iz zaljeva u površinskom sloju.

Najveće srednje brzine struja su bile u površinskom sloju u smjeru istoka (4.0 cm/s), dok su u pridnom sloju bile najveće u zapadnom smjeru (6.1 cm/s).

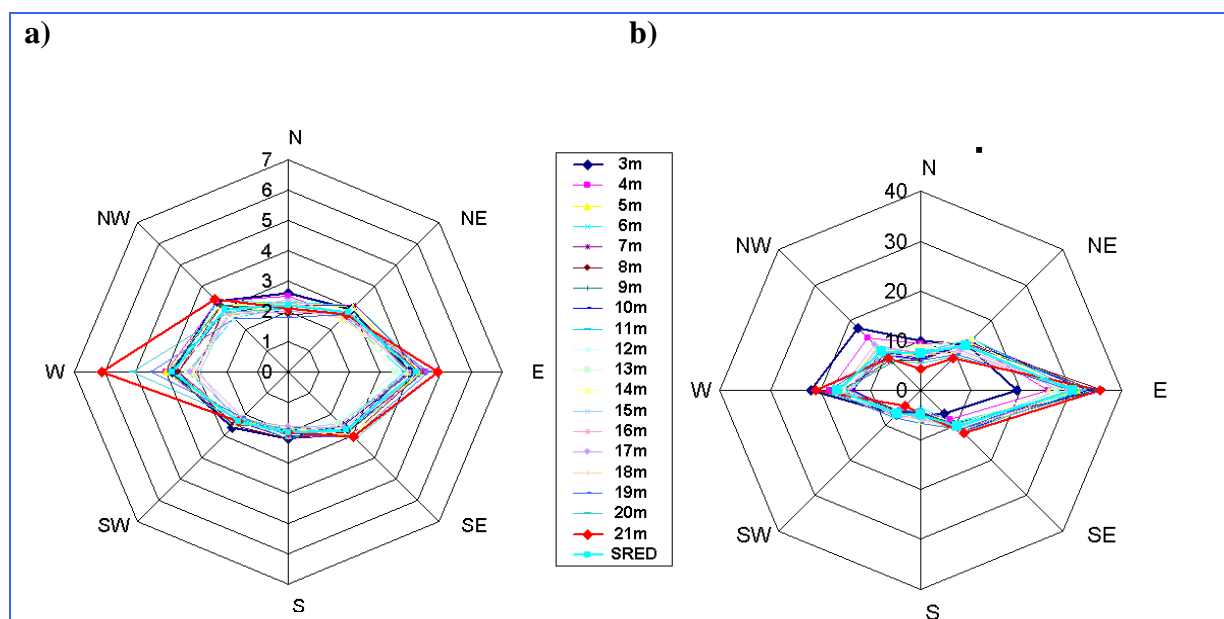
Općenito, strujanje je bilo relativno slabo jer je preko 85% izmjerenih brzina struja u površinskom i preko 80% u pridnom sloju bilo manje od 5 cm/s.

Spektri snage struja (Slika A.3.3.-5 i Slika A.3.3.-6) pokazuju da je strujanje u čitavome vodenom stupcu odvijalo pod utjecajem cjelodnevnih i poludnevnih oscilacija plime i oseke, te u manjoj mjeri pod utjecajem niskofrekventnih strujanja uzrokovanih sinoptičkim poremećajima. Pri tome treba uočiti da su struje pretežito ulazile u zaljev u donjim slojevima vodenoga stupca, dok se kompenzirajuće izlazno strujanje odvijalo u površinskom sloju. Ovu situaciju su donekle narušavali prolazi ciklonalnih poremećaja (Slika A.3.3.-3). Ovo ujedno pokazuje na značajniji dotok slatke vode s kopna u zaljev (vrulje, potoci). Ovakvo strujanje ukazuje na postojanje ciklonalnog strujanja unutar zaljeva pri čemu struje ulaze u zaljev u području postaje P2, a izlaze iz zaljeva bliže suprotnoj obali. Također, ovakvo strujanje relativno povoljno utječe na prozračivanje zaljeva jer čišće vodene mase otvorenog mora ulaze

u zaljev u donjim slojevima, dok se eventualna onečišćenja u vodenom stupcu u površinskom sloju odnose strujanjem izvan zaljeva.



**Slika A.3.3.-3.** Vremenski dijagram istočne sastavnice struja u površinskom, srednjem i pridnom sloju, te usrednjena vrijednost za čitavi vodeni stupac na postaji P2



**Slika A.3.3.-4.** Srednji iznosi brzina struja na mjerenim razinama, te za čitavi vodeni stupac u cm/s (a) i te učestalost pojavljivanja u 8 smjerova u % (b) za osam glavnih smjerova u čitavom razdoblju mjerenja na postaji P2 (9.08. – 22.08.2007).

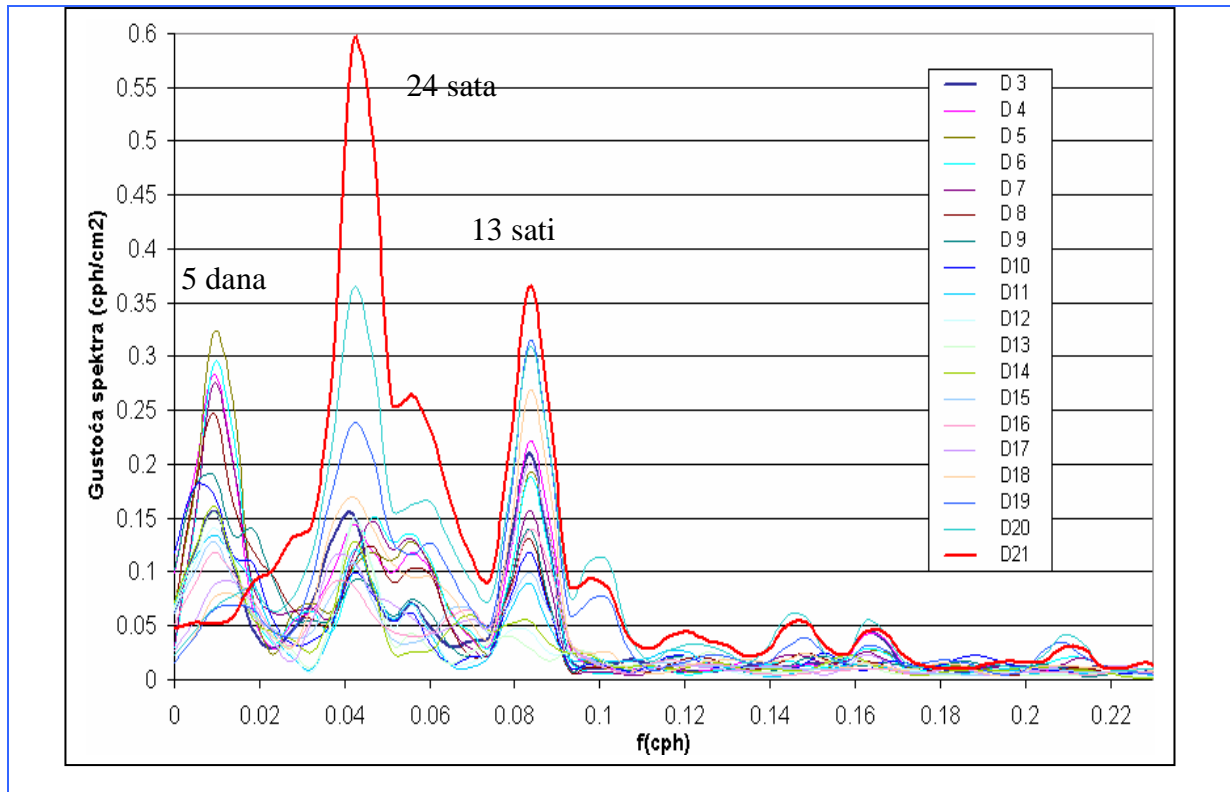
**Tablica A.3.3 .-1.** Zbirna statistika obrade struja za čitavo razdoblje mjerenja (9.08. – 22.08. 2007.) po slojevima vodenog stupca na postaji P2

<b>POSTAJA 2</b>																		
Dubina	Smjer	V-vekt	V-skak	V-stdv	V-min	V-max	VN-sred	VN-stdv	VN-min	VN-max	VE-sred	VE-stdv	VE-min	VE-max	F	EF	ES	EUK
(m)	(°)	(cm/s)													(%)	(*0,1 J/m <sup>3</sup> )		
3	338,4	0,7	3,3	2,1	0	12,9	0,6	1,8	-7,6	7,9	-0,2	3,4	-12,2	12,6	19,9	7,6	0,2	7,8
4	36,8	0,6	3,4	2,3	0,1	14,1	0,5	1,7	-7,4	7,4	0,4	3,6	-13,2	13,6	18,8	8,4	0,2	8,6
5	65,6	0,9	3,4	2,2	0	14,1	0,4	1,7	-6,3	8,2	0,9	3,6	-11,5	14,1	27,3	8,2	0,5	8,6
6	69,7	1,2	3,5	2,2	0,1	14,2	0,4	1,7	-9,6	7,8	1,1	3,5	-10,8	14,1	33,5	8	0,7	8,7
7	75,7	1,3	3,4	2,2	0	17,2	0,3	1,7	-6,8	7	1,2	3,5	-11,5	17,1	37,1	7,8	0,8	8,7
8	79,3	1,2	3,4	2,1	0	12,4	0,2	1,6	-6,1	7,7	1,2	3,5	-11,9	12,3	34,6	7,4	0,7	8,1
9	77	1	3,3	2	0	12	0,2	1,6	-7,4	6,9	1	3,4	-11,2	11,8	31,3	7,1	0,5	7,7
10	79	1	3,1	1,9	0,1	11,8	0,2	1,6	-6,5	7,3	0,9	3,2	-11,6	10,9	30,4	6,5	0,5	6,9
11	70,8	0,9	3	1,7	0,1	9,4	0,3	1,6	-7	7	0,8	3	-9,4	9,2	28,7	5,8	0,4	6,1
12	72	0,7	2,9	1,7	0,1	10,8	0,2	1,5	-7,1	6	0,7	2,9	-9	10,5	23,7	5,6	0,2	5,9
13	61,4	0,7	2,9	1,7	0,1	11,5	0,3	1,5	-7,7	6,3	0,6	2,9	-9,1	11,4	23,2	5,5	0,2	5,7
14	66,4	0,7	2,9	1,8	0	12,8	0,3	1,6	-6,6	7,4	0,6	3	-8,8	12,8	22,5	5,8	0,2	6
15	70,2	0,7	3	1,9	0,1	13,9	0,3	1,6	-9,8	7	0,7	3	-9,8	13,9	25,2	6,1	0,3	6,4
16	73,6	0,9	3	1,9	0,1	14,4	0,2	1,6	-4,8	7,7	0,8	3,1	-11,1	14,4	28,8	6,2	0,4	6,6
17	73,5	0,8	3,1	2	0,1	13	0,2	1,5	-5,3	5,9	0,8	3,2	-10,6	12,9	26,1	6,5	0,3	6,8
18	82,8	0,7	3,3	2,2	0	14,7	0,1	1,6	-5,4	6	0,7	3,5	-14,7	13,7	22,4	7,7	0,3	7,9
19	89,7	0,7	3,5	2,5	0,1	19,1	0	1,6	-5,7	6,2	0,7	3,9	-19,1	12,9	20,8	9,2	0,3	9,5
20	86,6	0,7	3,8	2,6	0,1	16,4	0	1,6	-5,6	6,2	0,7	4,3	-16,4	12	18,2	10,9	0,3	11,2
21	80,6	0,6	4,2	2,9	0	16,8	0,1	1,6	-5,7	5,5	0,6	4,8	-16,5	13,8	15,3	13,2	0,2	13,4
<b>X</b>	<b>45,0</b>	<b>0,8</b>	<b>3,3</b>	<b>2,1</b>	<b>0,1</b>	<b>13,8</b>	<b>0,3</b>	<b>1,6</b>	<b>-6,8</b>	<b>6,9</b>	<b>0,7</b>	<b>3,4</b>	<b>-12,0</b>	<b>12,8</b>	<b>25,7</b>	<b>7,6</b>	<b>0,4</b>	<b>7,9</b>

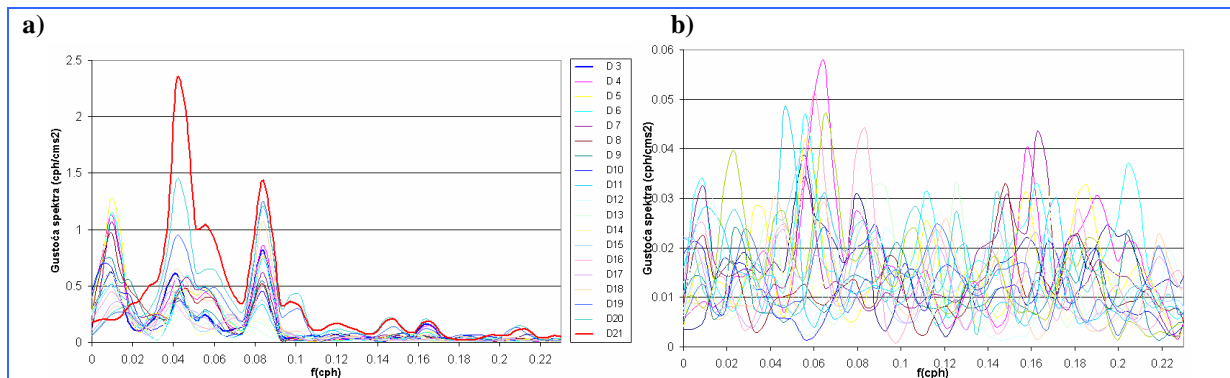
**Objašnjenje oznaka:**
*V-brzina, VN i VE sjeverna i istočna sastavnica struje, F-stabilnost strujanja, EF, ES i EUK - kinetička energija fluktuacija, srednjeg strujanja i ukupna)*

**Tablica A.3.3.-2.** Srednje učestalosti smjerova i brzina u smjerovima po 45° i razredima brzina po 2 cm/s na postaji P2 u razdoblju 23.07. – 21.09.2007.

Površinski sloj (3m )										
Razred (cm/s)	Učestalost smjerova								Po razredima	Kumulativno
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
0,- 1	9,9	8,5	7,3	14,1	19,8	12,1	7,5	10,7	11,2	11,2
1,- 2	29,8	22,6	14,8	32	35,4	31,1	16,7	16,2	24,8	36,1
2,- 3	25,1	29	18	21,1	24	26,5	18,4	23,1	23,2	59,2
3,- 4	15,7	17,3	17,2	16,4	9,4	13,6	17,6	17,3	15,6	74,8
4,- 5	13,1	12,5	11,6	8,6	6,3	7,6	13,2	14,2	10,9	85,7
5,- 6	4,2	4,4	9,1	5,5	3,1	4,5	8,2	10,1	6,2	91,8
6,- 7	1	2	6,7	1,6	1	2,3	6,1	3,8	3,1	94,9
7,- 8	0,5	2	7,8	0,8	1	0,8	5,4	2	2,5	97,4
8,- 9	0,5	0,8	3,8	0	0	0	3,5	1,7	1,3	98,7
9,-10	0	0,4	1,3	0	0	0	1,6	0,3	0,5	99,2
10,-11	0	0	1,9	0	0	0,8	0,5	0,6	0,5	99,6
11,-12	0	0	0,3	0	0	0,8	0,7	0	0,2	99,9
12,-13	0	0,4	0,3	0	0	0	0,5	0	,1	100
Učestalost smjerova (%)										
	9,9	12,8	19,2	6,6	5	6,8	21,9	17,8		
Srednji iznosi brzina (cm/s) Bez smjera										
	2,6	2,9	4	2,5	2,2	2,6	3,8	3,3	3,3	
Pridneni sloj (21 m )										
Razred (cm/s)	Učestalost smjerova								Po razredima	Kumulativno
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		
0,- 1	21,4	9,3	2,2	11,1	15,6	20,7	4,2	7,4	11,5	11,5
1,- 2	32,1	26,7	7,9	20,5	40	25,3	8,2	17,1	22,2	33,7
2,- 3	25	27,9	12,1	22,2	30	21,8	12,6	23,4	21,9	55,6
3,- 4	14,3	15,1	17,3	19,7	6,7	16,1	10,6	19,4	14,9	70,5
4,- 5	4,8	8,7	15,9	14,5	5,6	11,5	8,2	10,9	10	80,5
5,- 6	2,4	9,3	14	5,6	2,2	2,3	7,4	10,3	6,7	87,2
6,- 7	0	1,7	11,1	3,4	0	2,3	10,4	6,3	4,4	91,6
7,- 8	0	0	6,8	2,1	0	0	9,2	1,7	2,5	94,1
8,- 9	0	1,2	4,5	0,4	0	0	5,9	2,3	1,8	95,9
9,-10	0	0	3,6	0,4	0	0	5,4	1,1	1,3	97,2
10,-11	0	0	2	0	0	0	5,2	0	0,9	98,1
11,-12	0	0	1,3	0	0	0	3,2	0	0,6	98,7
12,-13	0	0	0,7	0	0	0	4,7	0	0,7	99,4
13,-14	0	0	0,4	0	0	0	3	0	0,4	99,8
14,-15	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	99,9
15,-16	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	99,9
16,-17	0	0	0	0	0	0	0,5	0	,1	100
Učestalost smjerova (%)										
	4,3	8,9	35,7	12,1	4,6	4,5	20,8	9		
Srednji iznosi brzina (cm/s) Bez smjera										
	2,1	2,7	4,9	3	2	2,3	6,1	3,4	4,2	



**Slika A.3.3.-5.** Ukupni spektar snage u pojedinim mjerenim slojevima u čitavom razdoblju mjerenja na postaji P2



**Slika A.3.3.-6.** Spektri snage u svim mjerenim slojevima istočne (a) i sjeverne (b) sastavnice struja u čitavom razdoblju mjerenja na postaji P2



### A.3.4. Simulacija struja numeričkim hidrodinamičkim modelom

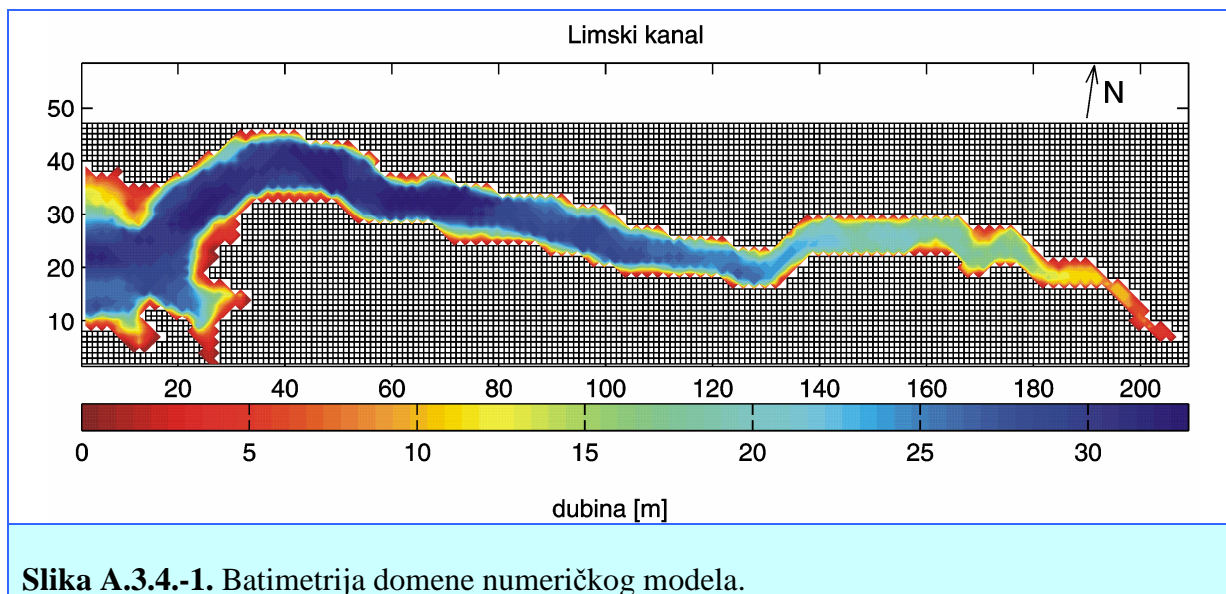
#### A.3.4.1. Opis hidrodinamičkog modela i provedenih eksperimenata

Trodimenzionalnim hidrodinamičkim modelom numerički su simulirana gibanja pod utjecajem vjetra i morskih mijena u Limskom zaljevu. Studije dinamike gotovo cijelog našeg priobalnog područja pokazale su da vjetar generira snažno, ali tranzientno strujanje koje može biti za red veličine intenzivnije od svih ostalih komponenata strujnog polja, te su stoga struje vjetra značajan faktor koji utječe na transport i razdiobu tvari. Iako su najčešće slabog intenziteta i promjenjivog smjera, struje morskih mijena stalno su prisutne, pa je analiziran i njihov utjecaj.

U numeričkim simulacijama korišten je hidrodinamički model Princeton Ocean Model (POM) (Blumberg i Mellor, 1987). Model sadrži potpunu trodimenzionalnu i nelinearnu hidro- i termodinamiku i realistično modelira pojave u moru koje obuhvaćaju vremenske intervale od plimnih do sezonskih pa i višegodišnjih, ovisno o veličini bazena i rezoluciji mreže. POM se temelji na trodimenzionalnim nelinearnim jednadžbama gibanja, na jednadžbi kontinuiteta, na jednadžbama očuvanja topline i soli, te na jednadžbi stanja (Mellor, 1991) koja je modificirana prema Unescovom obliku. Prognostičke varijable modela su tri komponente brzine, temperatura, salinitet i dvije veličine koje opisuju turbulentne procese: turbulentna kinetička energija i turbulentna makroskala. Koeficijenti vertikalnog turbulentnog miješanja dobiveni su u POM-u iz modela zatvaranja Reynoldsovih jednadžbi 'Level 2 1/2' (Mellor i Yamada, 1982), koji omogućava realistično modeliranje Ekmanovih graničnih slojeva, što je česti izvor pogrešaka pri modeliranju vjetrovne dinamike priobalnog područja.

U primjeni numeričkog modela na Limski zaljev horizontalna rezolucija bila je 50 m, a vertikalni vodeni stupac podijeljen je u 7 nejednakih slojeva. Područje integracije pokriveno je s 208x46 točke, a maksimalna dubina mu je 33 m (Slika A.3.4.-1.). Batimetrija zaljeva zadana je na temelju podataka iz rada Mihanovića (1998), s mrežom zakrenutom za  $8^{\circ}$  u negativnom smjeru u odnosu na sjever. Da bi Courant-Friedrichs-Lewyjev kriterij stabilnosti bio zadovoljen uz dane geometrijske karakteristike mreže i bazena korišten je vanjski vremenski korak od 0.7 s, dok je unutrašnji vremenski korak bio 14 s.

Provedeni numerički eksperimenti međusobno su se razlikovali po prisilnom djelovanju i po početnom polju gustoće mora. Numerički model forsiran je napetošću vjetra iz smjerova sjeveroistoka (NE), jugoistoka (SE), sjeverozapada (NW), istoka (E) i zapada (W). NE smjer odgovara buri, a SE jugu, i to su najučestaliji i najintenzivniji vjetrovi u području numeričke integracije (Penzar i sur., 2001). Zbog specifičnog izduženog oblika zaljeva učestali su istočni i zapadni vjetrovi u hladnom dijelu godine, te zapadnjak u ljetnoj sezoni. Pored struja uzrokovanih zapadnim vjetrom, koji ljeti često puše u zaljevima okrenutim prema otvorenom moru (Penzar i sur., 2001), pa tako i u Limskom zaljevu, simulirana su i gibanja za puhanja sjeverozapadnog vjetra, koji čini 53% strujanja nad Jadranom u ljetnoj sezoni (Makjanić, 1978). U simulacijama zimske situacije odabrana je umjerena brzina vjetrova od 5 m/s, dok su za ljetnu sezonu pretpostavljeni slabiji intenziteti od 4 m/s, tj. lagani vjetrovi prema Beaufortovoj skali, što je u skladu s klimatološkim karakteristikama u području sjevernog Jadrana (Leder i Morović, 1996; Penzar i sur., 2001).



Slika A.3.4.-1. Batimetrija domene numeričkog modela.

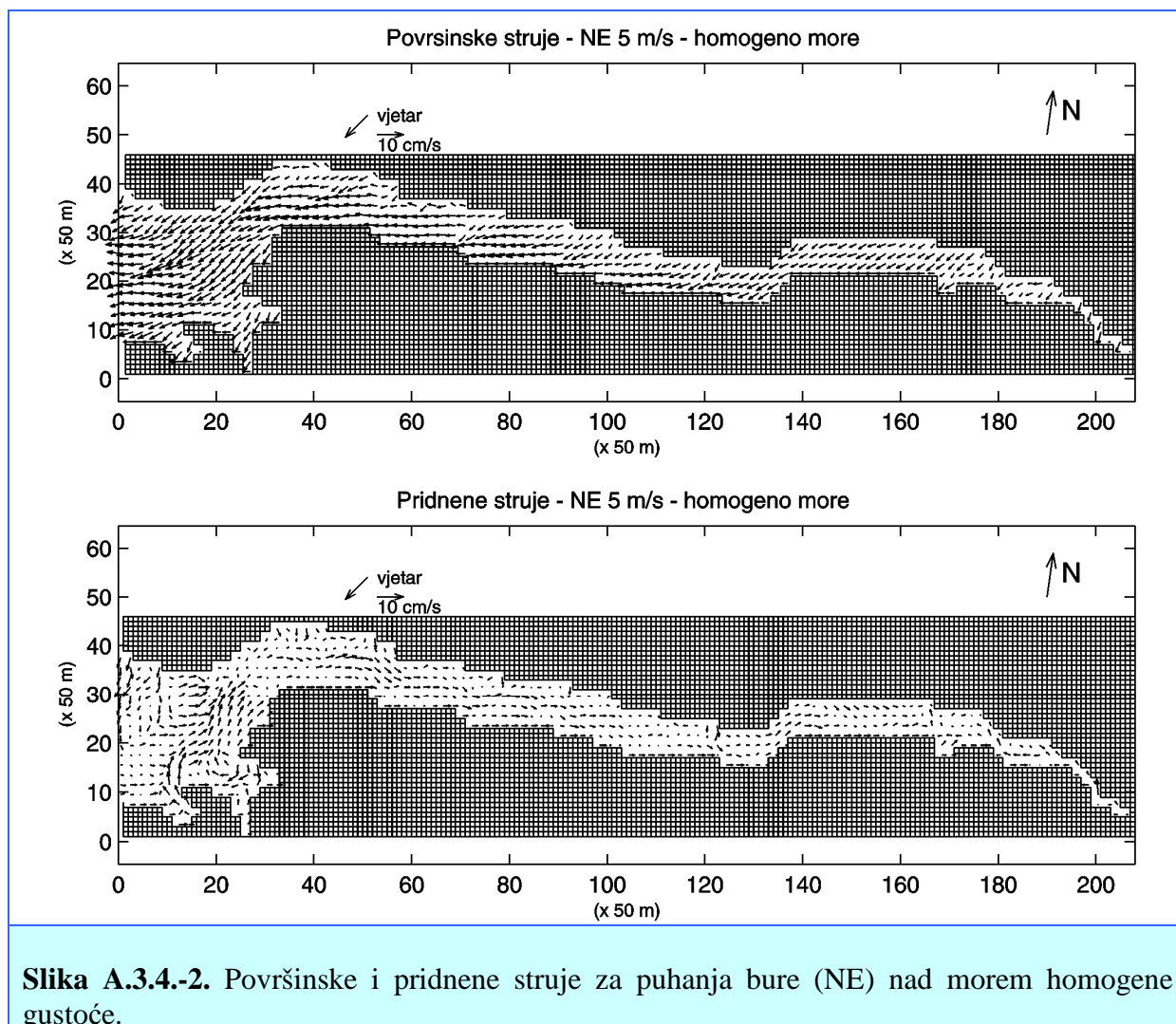
Napetosti vjetra nametnute su impulsno na početku svakog eksperimenta i nakon toga su bile konstantne po smjeru i brzini. Numerički eksperimenti trajali su pet dana jer je to dovoljno vrijeme da se u relativno malom području integracije pod djelovanjem vjetra stalne brzine i smjera uspostavi stacionarno stanje. Eksperimenti s vjetrovima iz različitih smjerova provedeni su za homogeno polje gustoće karakteristično za zimsku sezonu, kao i za polje gustoće s vertikalnom razdiobom tipičnom za ljetnu sezonu, koja je dobivena na temelju mjerenja u području domene numeričkog modela.

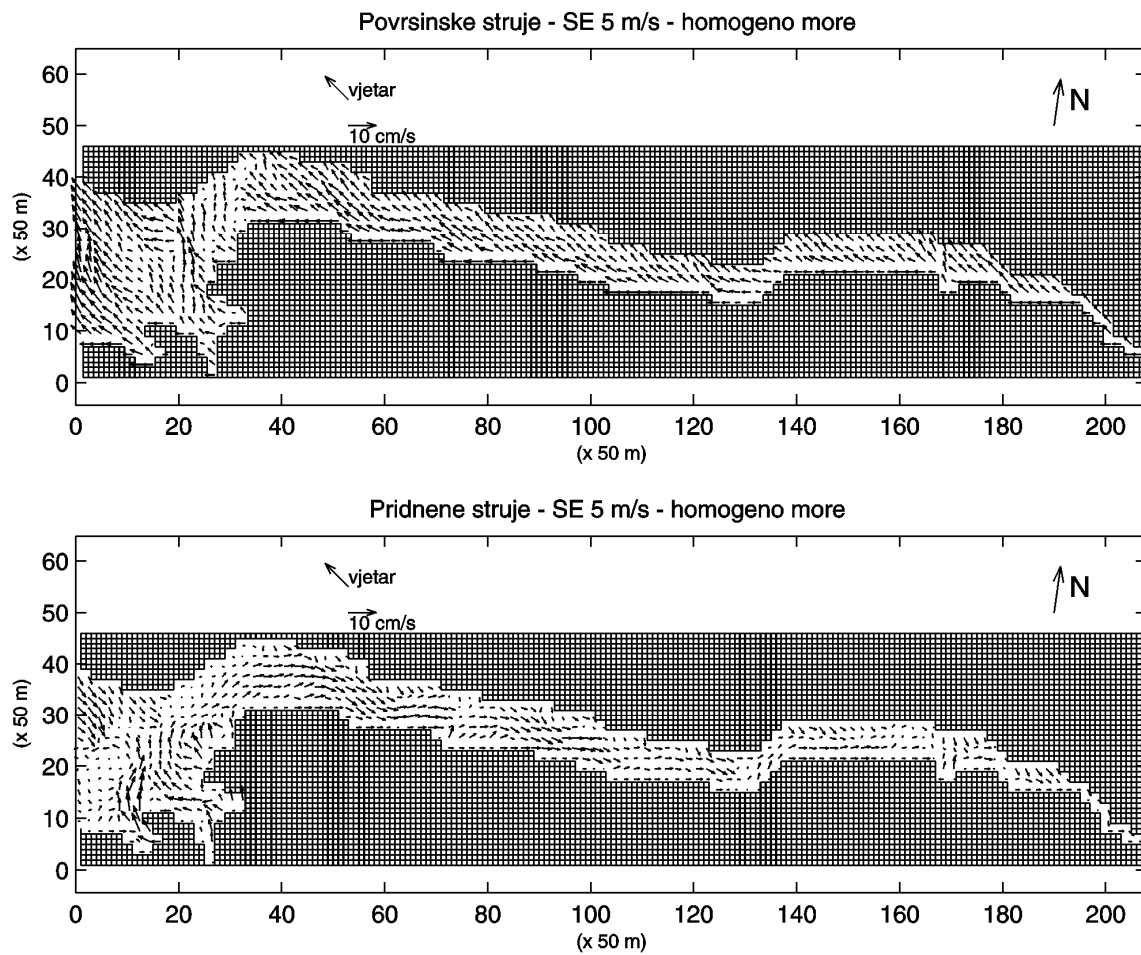
U simulacijama struja morskih mijena rubni uvjet na zapadnoj otvorenoj granici zadan je na temelju denivelacije razine mora. Denivelacije na otvorenoj granici izračunate su kao suma sedam harmonijskih komponenata ( $M_2$ ,  $N_2$ ,  $S_2$ ,  $K_2$ ,  $O_1$ ,  $P_1$  i  $K_1$ ) korištenjem harmonijskih konstanti za Rovinj iz rada Mosettija i Mance (1972). Simulacija je trajala 15 dana s početkom 9. kolovoza 2007., što se podudara s datumom postavljanja strujomjera.

#### A.3.4.2. Rezultati numeričkih simulacija

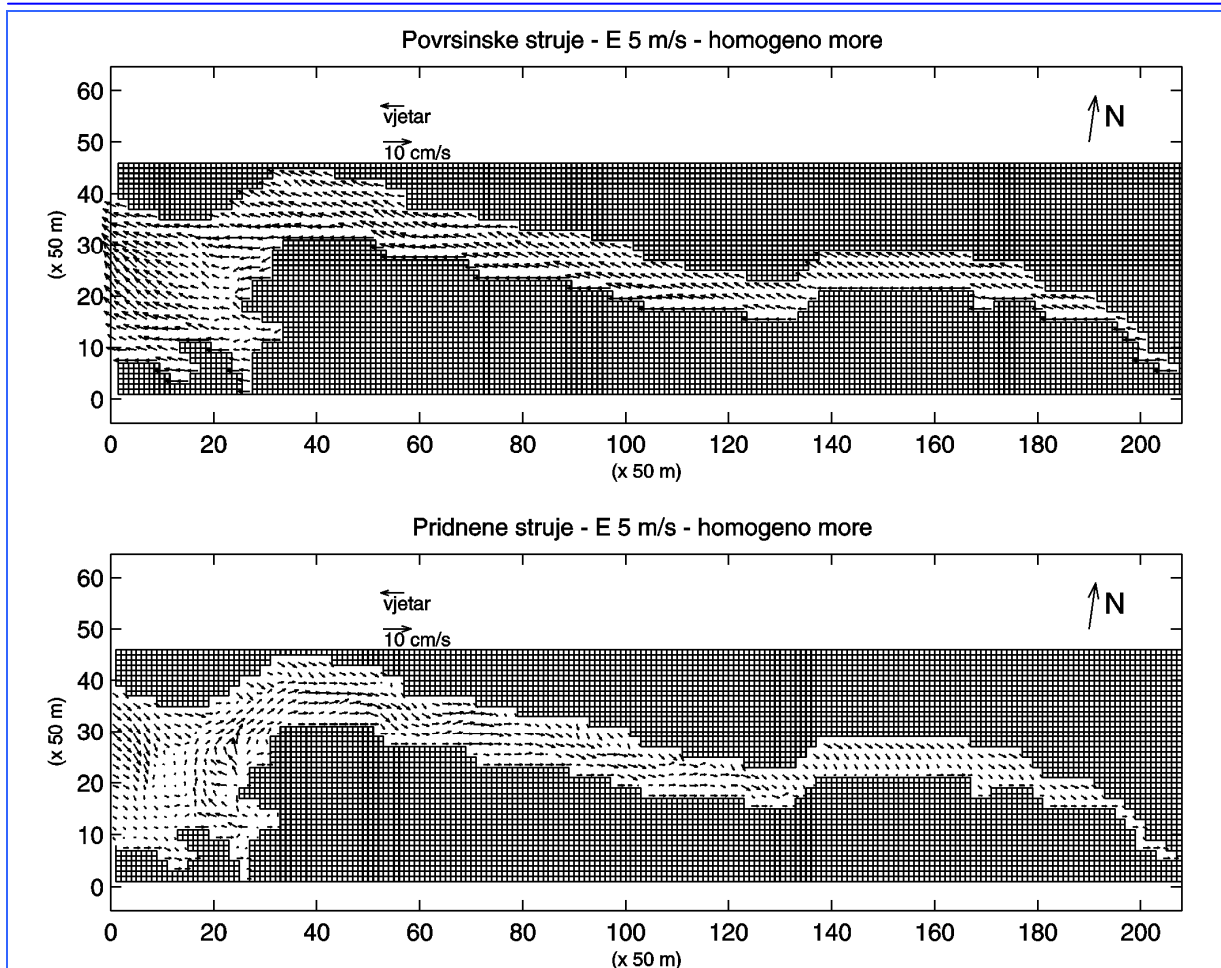
Za vrijeme puhanja bure brzinom od 5 m/s nad homogenim morem u površinskom sloju prevladavaju struje u smjeru vjetra, koje uz južnu obalu zaljeva prelaze u zapadno strujanje (Slika A.3.4.-2.). U zapadnom dijelu zaljeva u pridnenom sloju prisutne su kompenzacijske struje suprotnog smjera od površinskih, dok je u unutrašnjem dijelu zaljeva strujanje usmjereno prema istoku (Slika A.3.4.-2.) U cijelom bazenu, pa tako i u području uzgajališta, struje su izlaznog smjera u površinskom sloju, a ulaznog u dubljim slojevima. Polje vertikalno usrednjenih struja pokazuje intenzifikaciju transporta u plitkom području uz južnu obalu. Slične karakteristike strujnih polja dobivene su u homogenom moru i za puhanja vjetrova iz svih ostalih smjerova: u površinskom sloju struje su horizontalno homogene i usmjerene su u smjeru vjetra, a u pridnenom sloju strujanje je suprotnog smjera od površinskog (slike A.3.4.-3., A.3.4.-4. i A.3.4.-5.). U površinskom sloju maksimalne brzine struja su oko 10 cm/s, a u pridnenom sloju oko 5 cm/s. Vertikalno usrednjene struje su intenzivnije u plićim područjima, gdje su pretežno u smjeru vjetra uz modifikaciju obalnom linijom i pridnenom topografijom. Za bure i zapadnjaka intenzivniji je transport uz južnu obalu zaljeva, a za juga i istočnjaka uz njegovu sjevernu obalu. Za puhanja juga u površinskom sloju dominira izlazno strujanje, koje je kompenzirano pridnenim ulaznim strujanjem (Slika A.3.4.-3.). Slična je situacija i za puhanja istočnog vjetra, u površinskom sloju strujanje je izlazno, a u dubljim slojevima struje su usmjerene prema istoku (Slika

A.3.4.-4.). Treba naglasiti da su struje prostorno homogenije za puhanja vjetra duž osi zaljeva. Kada zimi nad Limskim zaljevom puše zapadni vjetar u površinskom sloju se odvija homogeno ulazno strujanje, koje je kompenzirano pridnom izlaznom strujom (Slika A.3.4.-5.).

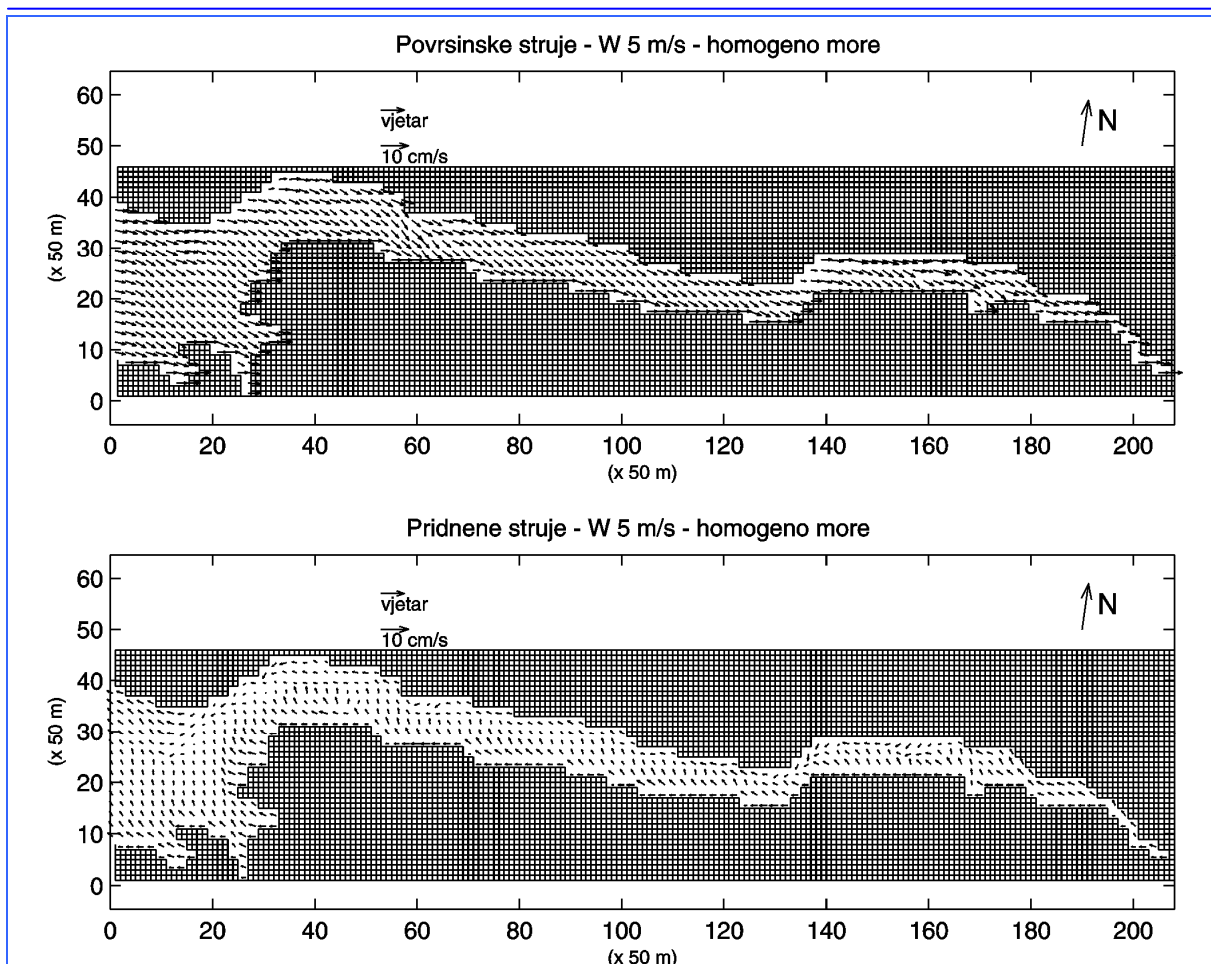




**Slika A.3.4.-3.** Površinske i pridnene struje za puhanja juga (SE) nad morem homogene gustoće.

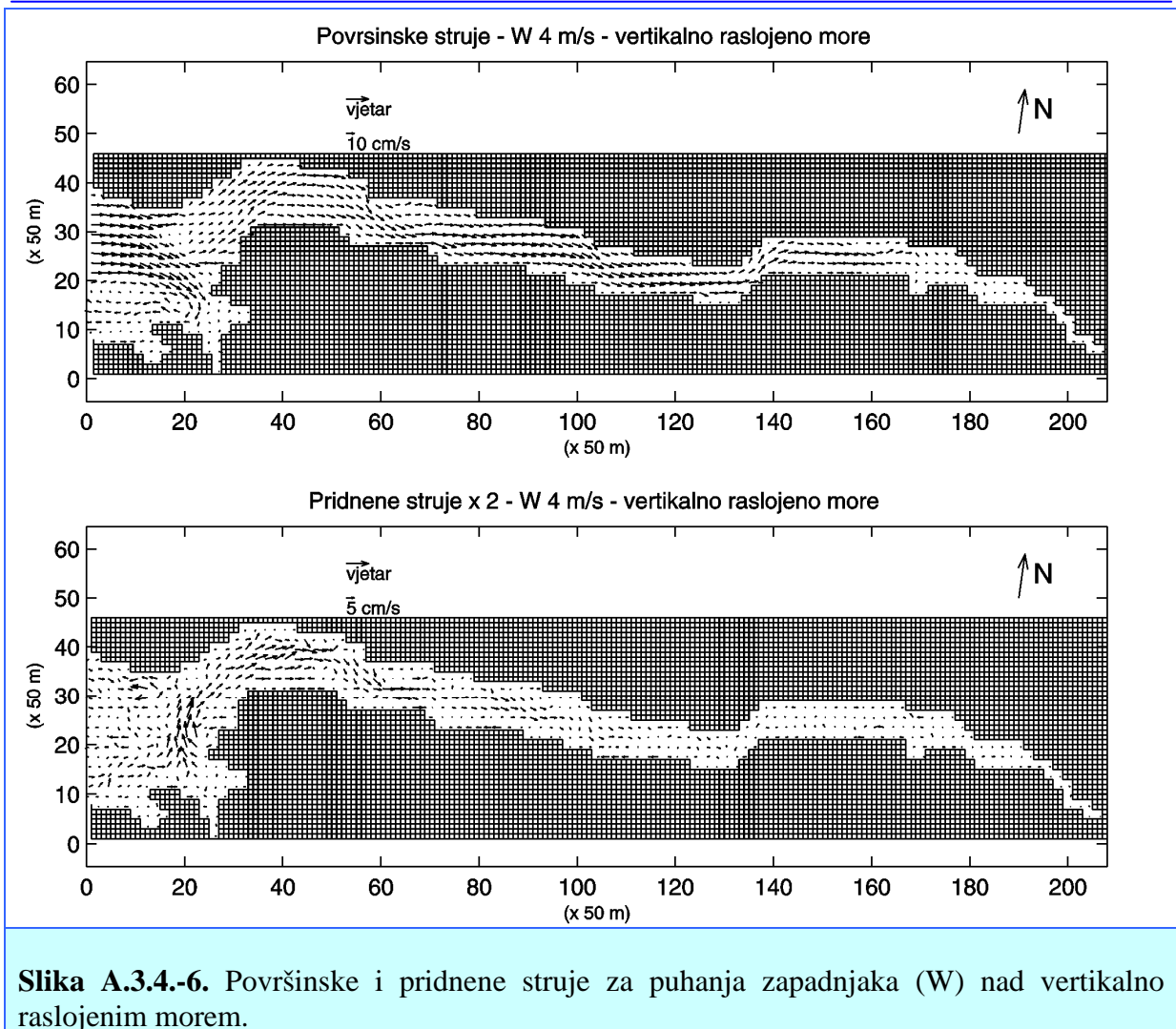


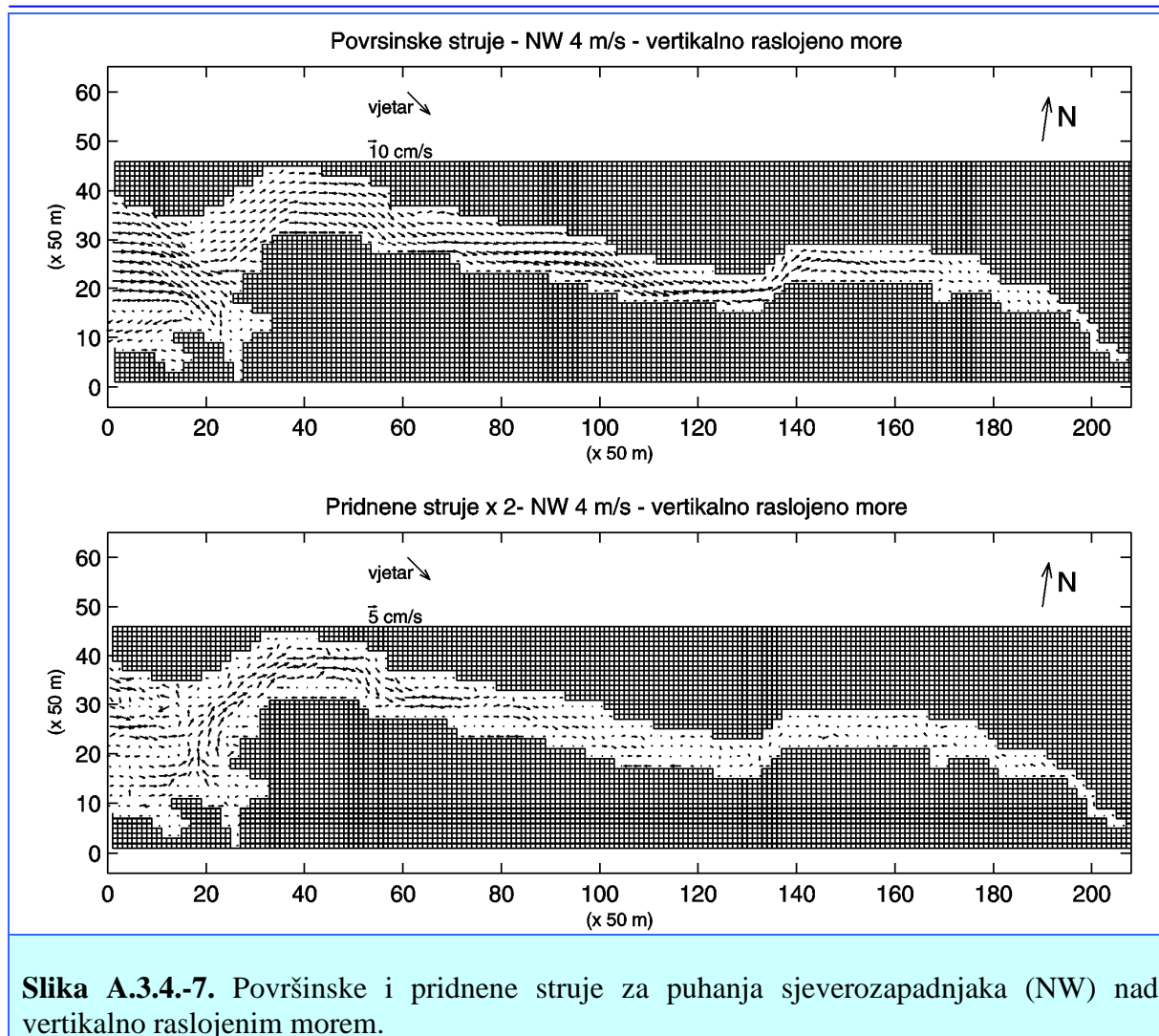
**Slika A.3.4.-4.** Površinske i pridnene struje za puhanja istočnjaka (E) nad morem homogene gustoće.



**Slika A.3.4.-5.** Površinske i pridnene struje za puhanja zapadnjaka (W) nad morem homogene gustoće.

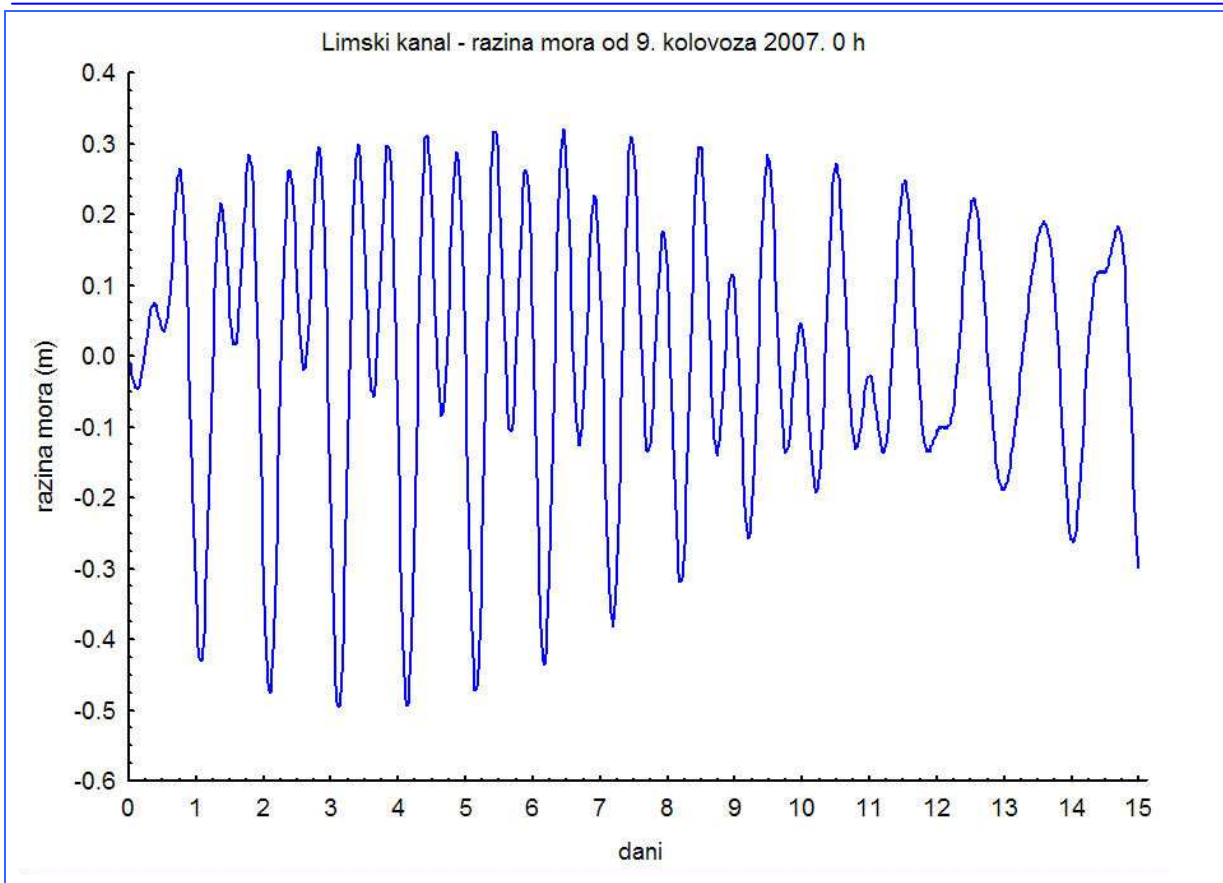
Uvođenje vertikalne stratifikacije u numeričke eksperimente dovelo je do promjene strujnog polja (slike A.3.4.-6. i A.3.4.-7). U eksperimentima s jakom termoklinom karakterističnom za ljetnu sezonu izraženija su strujanja paralelna s obalama nego što je to slučaj u homogenom moru. Na lokaciji uzgajališta strujanja su vrlo slična onima u homogenom moru za vrijeme puhanja vjetrova istog smjera. I za puhanja zapadnog i sjeverozapadnog vjetrova površinska i pridnena strujanja su ulazna, dok se kompenzacijsko izlazno strujanje odvija u intermedijarnim slojevima. Maksimalni intenziteti struja u površinskom sloju idu do vrijednosti od 15 cm/s, a u pridnenom do 5 cm/s.



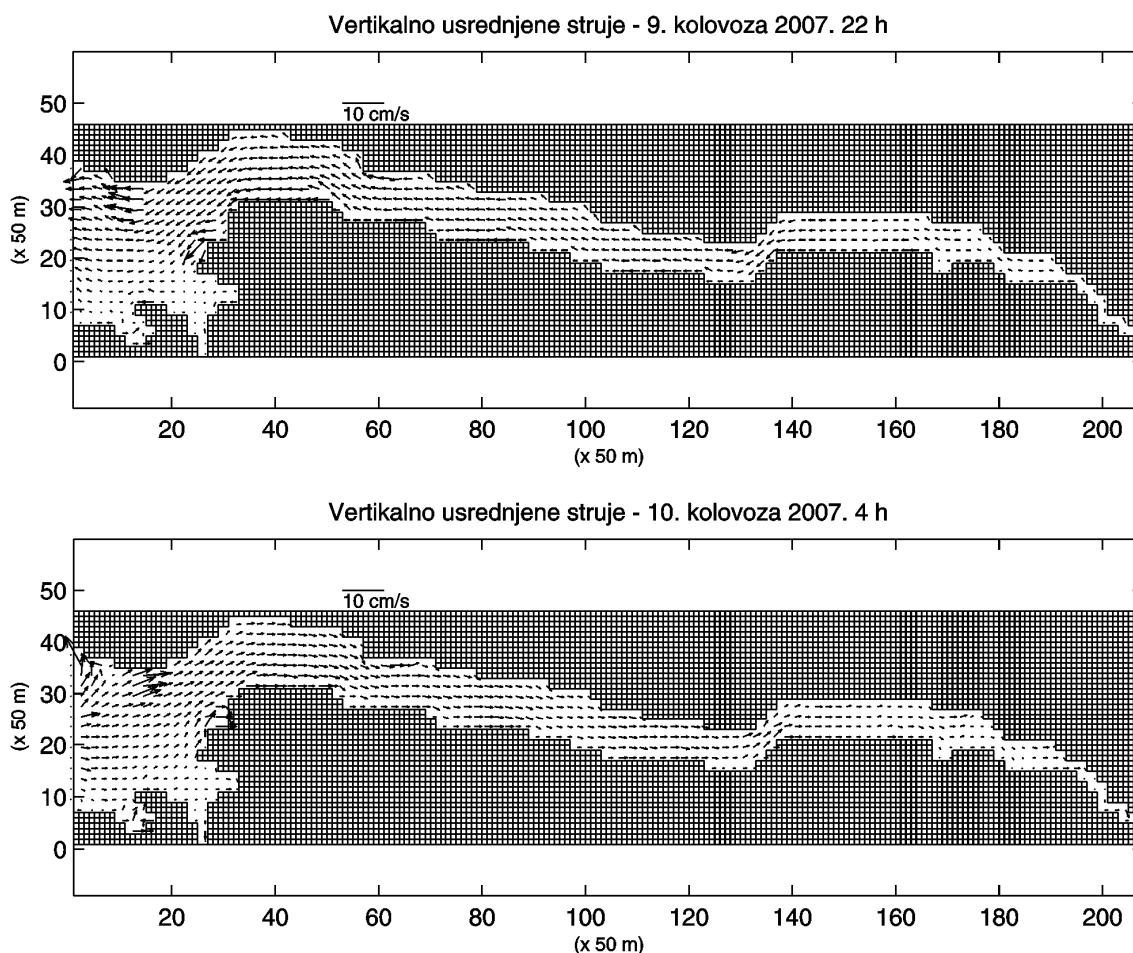


Simulacija u kojoj je model forsiran morskim mijenama počela je 9. kolovoza 2007., što se podudara s datumom postavljanja strujomjera, i trajala je 15 dana. Vremenski niz razine mora u točki modela koja odgovara položaju strujomjerne postaje pokazuje izmjenu poludnevne i dnevne komponente morskih mijena (Slika A.3.4.-8.), s tim da u prvih deset dana dominira poludnevna komponenta, nakon čega periodičnost razine postaje dnevna. Za vrijeme dominacije poludnevne komponente amplitude razine su reda veličine 40 cm, dok dnevna oscilacija ima gotovo dvostruko manju amplitudu. Plimne struje osciliraju na položaju strujomjerne postaje oko vrijednosti od 1 cm/s uz značajne promjene smjera koji ovisi o fazi morskih mijena. Slika A.3.4.-9. pokazuje vertikalno usrednjena strujna polja u suprotnim fazama morskih mijena. Tako se 9. kolovoza 2007. u 22 sata odvija spuštanje razine mora s maksimalnim izlaznim transportom, dok se 10. kolovoza u 4 sata razina mora diže uz maksimalni ulazni transport.





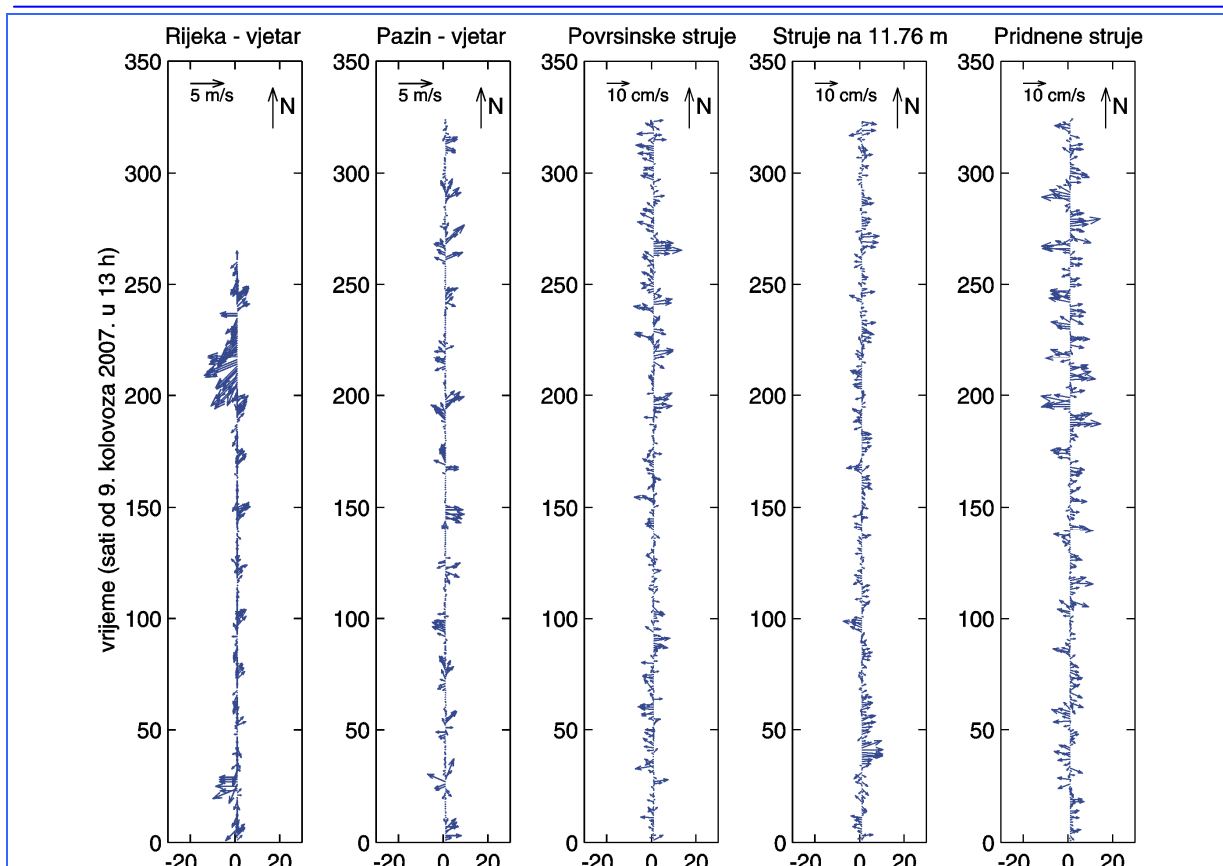
**Slika A.3.4.-8.** Vremenski niz razine mora u točki modela koja odgovara položaju strujomjerne postaje.



Slika A.3.4.-9. Vertikalno usrednjene struje u suprotnim fazama morskih mijena.

#### A.3.4.3. Usporedba rezultata modela i mjerenja struja

Satni vektori vjetra (Slika A.3.4.-10.) pokazuju da je na postaji Rijeka 17. i 18. kolovoza 2007. puhala umjerena bura, koja međutim nije zabilježena i na postaji Pazin. Zbog kratkog vremena mjerenja, vektori struja sa strujomjerne postaje P2 u Lirskom zaljevu ne pokazuju korelaciju s vjetrom, te se iz raspoloživih mjerenja utjecaj vjetra na struje ne može analizirati. Međutim, izmjerene struje dobro opisuju utjecaj morskih mijena, te pokazuju varijabilnost struja na dnevnom i poludnevnom periodu. Nadalje, strujanje u zaljevu se odvija duž njegove uzdužne osi, što je dobiveno i u gotovo svim numeričkim simulacijama. Izmjerene srednje brzine strujanja su reda veličine 1 cm/s što je u skladu s modeliranim strujama morskih mijena. Maksimalne izmjerene brzine od oko 15 cm/s podudaraju se s površinskim strujama vjetra u stratificiranom moru.



**Slika A.3.4.-10.** Vremenski nizovi satnih vektora vjetra na meteorološkim postajama Rijeka i Pazin i vremenski nizovi vektora morskih struja u površinskom sloju, na 11.76 m i u pridnenom sloju zabilježeni na postaji P2 u Limskom zaljevu u razdoblju od 9. do 22. kolovoza 2007.

### A.3.5. Stanje morske vode

Područje Limskog zaljeva je prirodno umjerenom eutrofno područje i istraživano je intenzivno u više navrata od polovice prošlog stoljeća. Obzirom na svoje prirodne karakteristike oduvijek je predstavljalo značajno mjesto za uzgoj školjkaša prvenstveno kamenica i dagnjite uzgoja riba. Prva značajna istraživanja dugujemo Vatovi koji je prvenstveno istražio hidrografske karakteristike tog područja (Vatova i di Villagrazia, 1948).

Centar za istraživanje mora u Rovinju u sklopu svojih aktivnosti prvenstveno vezanih za marikulturu te istraživanje eutrofikacije sakupljao je podatke od 1976. do danas u dva navrata (1976.-1986. i 1998.-). Zadnje razdoblje se istražuje u sklopu Projekta «Jadran» kao područje pod utjecajem prirodne eutrofikacije te mjesto pod utjecajem marikulture. Pozicije uzorkovanja morske vode prikazane su na slici A.3.5.-1.

Obzirom na značajne probleme s eutrofikacijom uz talijansku obalu Vollenweider i sur. su 1998. godine razradili trofičku skalu na temelju trofičkog indeksa koji se izračunava iz koncentracija klorofila, ukupnog anorganskog dušika i ukupnog fosfora, i udjela zasićenja kisikom. Navedena klasifikacija uvedena je u talijansko zakonodavstvo 1999. godine (D.LGS. 152/99).

U ovom pregledu stanja okoliša sa stanovišta eutrofikacije korištene su metode obrade i prikazivanja podataka koje su, koliko je god moguće u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama Europske Unije (EUC, 2001). Uz standardne indikatore stupnja eutrofikacije

(prozirnost, udio otopljenog kisika, te koncentracije klorofila *a*, ukupnog anorganskog dušika i ortofosfata) korišten je i trofički indeks.

Podaci su obrađeni Box-i-Whisker dijagramima i odnose se na prvih 10 m vodenog stupca gdje se događaju najznačajnije promjene. Takav prikaz daje uvid u statističku težinu podataka i pouzdaniji je kod procjene stupnja eutrofikacije u moru u odnosu na prosječne vrijednosti ili raspone više parametara.

Granične vrijednosti (iscrtnane crte) prikazane na slikama 3.-14. predstavljaju područja različitih stupnjeva eutrofikacije razrađenih u Centru za istraživanje mora na temelju dosadašnjeg iskustva u istraživanju Jadrana kao i primjenom definicije trofičkog indeksa iz talijanskog zakona o vodama i uputa iz okvirne direktive o vodama Europske Unije. Ovi su stupnjevi opisani u tablici A.2.5.-1.

**Tablica A.3.5.-1.** Klasifikacija ekološkog stanja za Jadransko more obzirom na stupanj eutrofikacije.

Ekološko stanje Stupanj eutrof. Boja	$z_{sd}/m$	$\gamma(O_2/O_2')$	$c(TIN)$ $mmol\ m^{-3}$	$c(TP)$ $mmol\ m^{-3}$	$c(Chla)$ $mg\ m^{-3}$	Trix	Uvjeti
Vrlo dobro Oligotrofno Plava	>10	0,8-1,2	<2	<0,3	<1	2-4	- niska produktivnost - dobra prozirnost - obojenost odsutna - odsutnost hipoksija
Dobro Mezotrofno Zelena	3-10	p.- 1,2-1,7 d.- 0,3-0,8	2-10	0,3-0,6	1-5	4-5	- srednja produktivnost - povremeno smanjenje prozirnosti - povremena obojenost - povremene hipoksije
Umjereno dobro Eutrofno Žuta	<3	p.- >1,7 d.- 0,3-0,8	10-20	0,6-1,3	5-10	5-6	- visoka produktivnost - slaba prozirnost - povremena obojenost - hipoksija i povremene anoksije - problemi u bentoskim zajednicama
Slabo Ekstremno eutrof. Narančasta	<3	p.- >1,7 d.- 0,0-0,3	>20	>1,3	>10	6-8	- visoka produktivnost - loša prozirnost - obojenost - perzistentne anoksije/hipoksije - ugibanje bentoskih organizama - promjene u bentoskim zajednicama

$z_{sd}$  - prozirnost,  $\gamma$  – Udio zasićenja kisikom,  $c$  - koncentracija, TIN - Ukupni anorganski dušik, TP – Ukupni fosfor, Chla – Klorofil *a*, Trix – Trofički indeks, p.- površinski i d.- pridneni sloj.

Područje Limskog zaljeva (Slika A.3.5.-1.) je prirodno umjereno eutrofno područje i istraživano je intenzivno u više navrata od polovice prošlog stoljeća. Obzirom na svoje prirodne karakteristike oduvijek je predstavljalo značajno mjesto za uzgoj školjkaša prvenstveno kamenica i dagnji te kasnije i uzgoja riba.

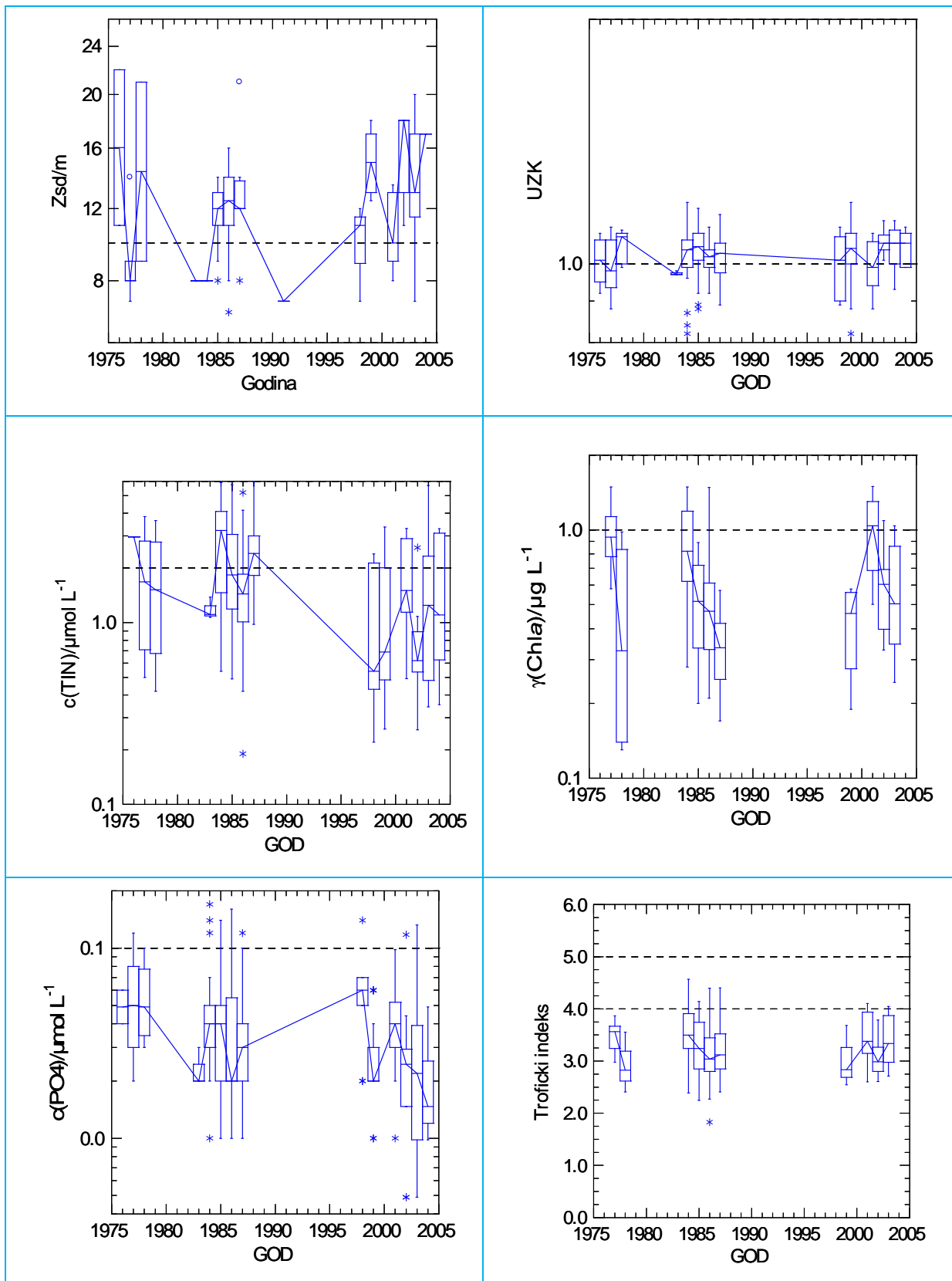


**Slika A.3.5.-1.** Raspored istraživanih postaja na području Linskoga zaljevu u okviru projekta „Jadran“.

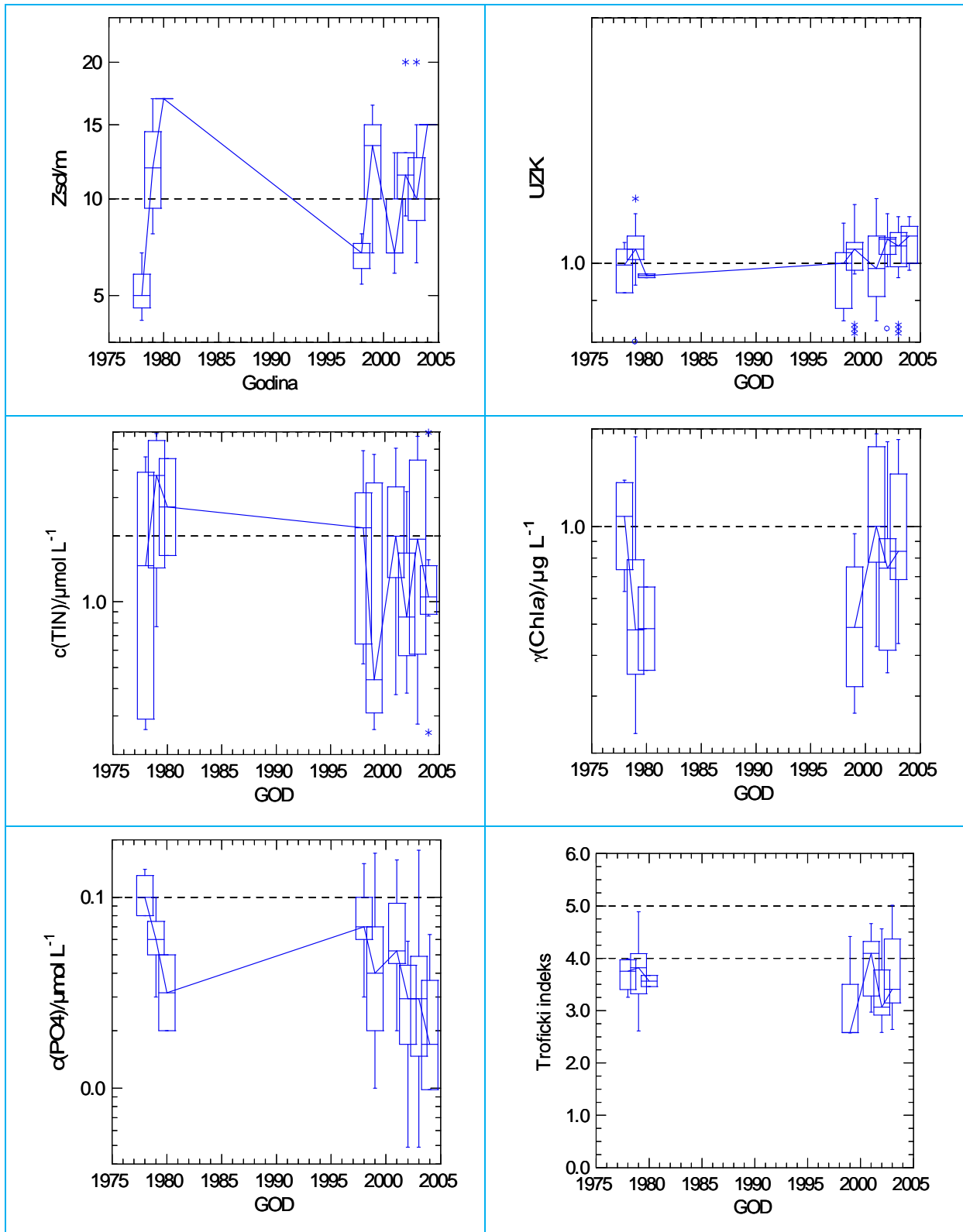
Centar za istraživanje mora u Rovinju u sklopu svojih aktivnosti prvenstveno vezanih za marikulturu te istraživanje eutrofikacije sakupljao je podatke od 1976. do danas u dva navrata (1976.-1986. i 1998.-). Zadnje razdoblje se istražuje u sklopu Projekta «Jadran» kao područje pod utjecajem prirodne eutrofikacije te mjesto pod utjecajem marikulture.

Indikatori (slike A.3.5.-2., A.3.5.-3., A.3.5.-4.) ukazuju na gradient ekološkog stanja od ulaza prema dnu Linskoga kanala. Na ulazu u Linski kanal ekološko stanje je **vrlo dobro** a na postaji na dnu kanala za stupanj niže, tj. **dobro**. Vrijednosti trofičkog indeksa se na ulazu kreću između 3 i 4 a na dnu kanala između 4 i 5. Smanjenje ekološkog stanja se uglavnom odnosi na zadnju trećinu, gdje se i nalaze površinski izvori slatke vode (Vatova i di Villagrazia, 1948). Vode koje dolaze u Linski zaljev tim izvorima su sličnih karakteristika, u odnosu na sadržaj hranjivih soli, kao i one koje dolaze riječnim tokovima Istre u more (Precali, 2002).

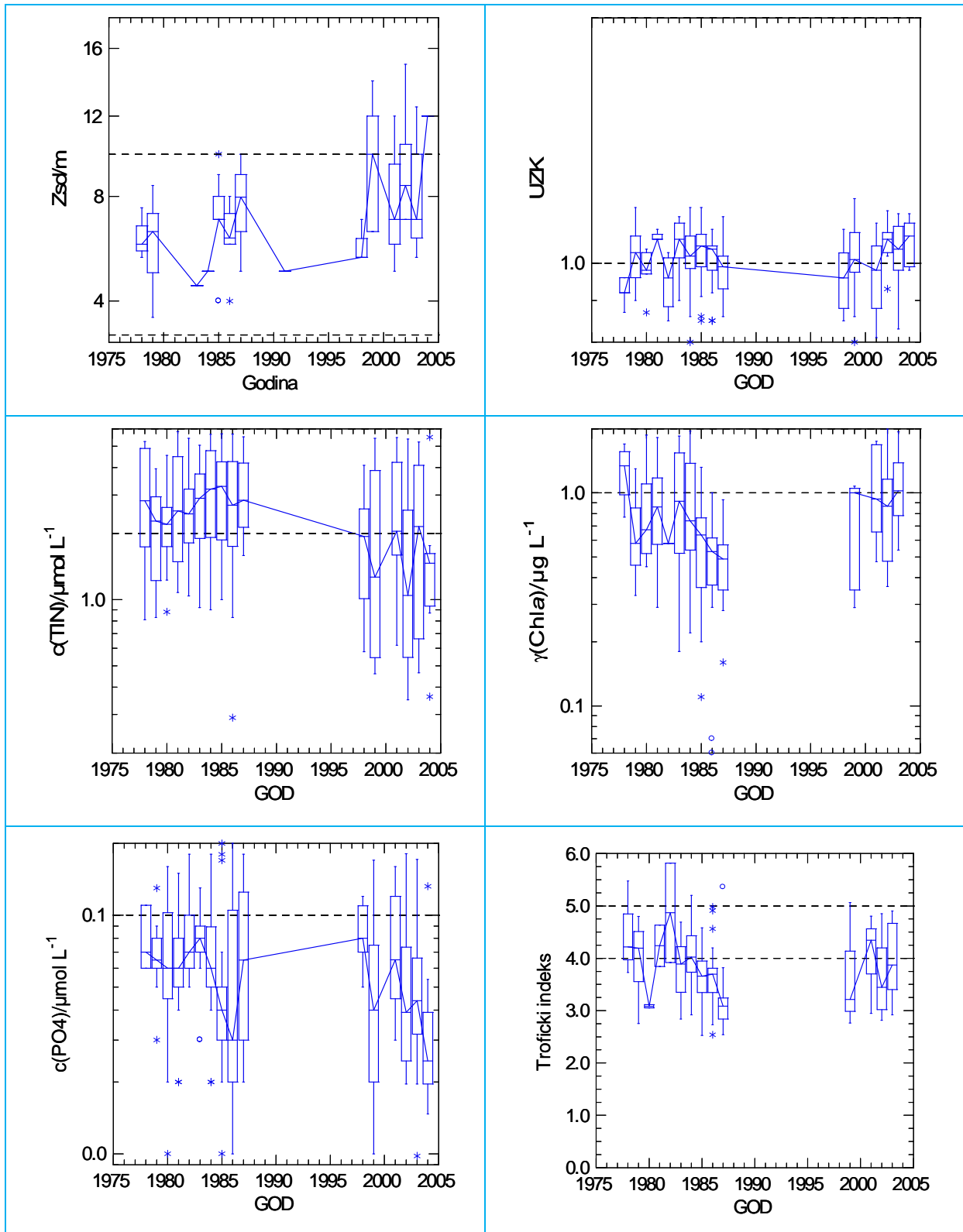
Vrijednosti indikatora ukazuju na malo, ali statistički značajno smanjene eutrofikacijskog pritiska u unutrašnjem dijelu Linskoga kanala nakon 1985. godine (Slika A.3.5.-3.), prvenstveno kao rezultat sniženja koncentracije ukupnog dušika i ortofosfata. Također se može primijetiti i povećanje prozirnosti mora. Takove promjene mogu se pripisati smanjenju donosa hranjivih soli uslijed sve bolje regulacije njihove depozicije ili pak uslijed klimatskih promjena koje su dovele do smanjenja dotoka podzemnih voda a time i hranjivih soli. Navedene promjene nisu toliko izražene sa stanovišta trofičkog indeksa i koncentracije klorofila *a* što se može pripisati promjenama u efikasnosti korištenja dostupnih hranjivih soli. Naime, indeks efikasnosti na postaji LKR03 (Slika A.3.5.-5.) je značajno viši u razdoblju od 1998.-2004. u odnosu na ono od 1976.-1986. Vjerojatno, fitoplanktonska zajednica na promjenu dostupnosti hranjivih soli ne reagira linearno nego tako da zadrži istu trofičku razinu promjenom njihove efikasnosti korištenja.



**Slika A.3.5.-2.** Box i Wisker prikaz odabranih indikatora eutrofikacije u površinskom sloju postaje LKE01 (vanjski dio Limskog zaljeva) za razdoblje 1976.-2004.

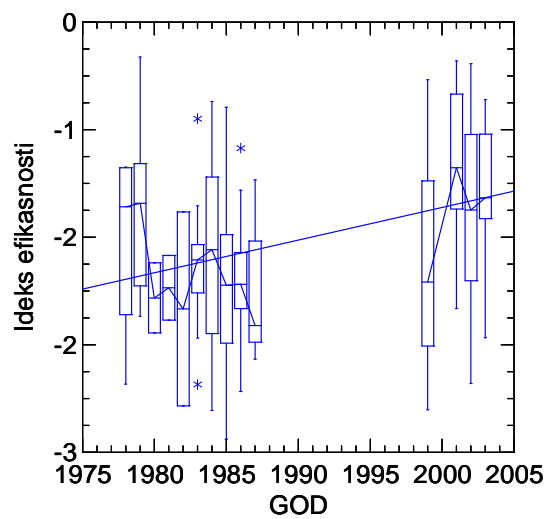


**Slika A.3.5.-3.** Box i Wisker prikaz odabranih indikatora eutrofikacije u površinskom sloju postaje LKR02 (unutrašnji dio Limskog zaljeva) za razdoblje 1978.-2004.



**Slika A.3.5.-4.** Box i Wisker prikaz odabranih indikatora eutrofikacije u površinskom sloju postaje LKR03 (unutrašnji dio Limskog zaljeva) za razdoblje 1978.-2004.





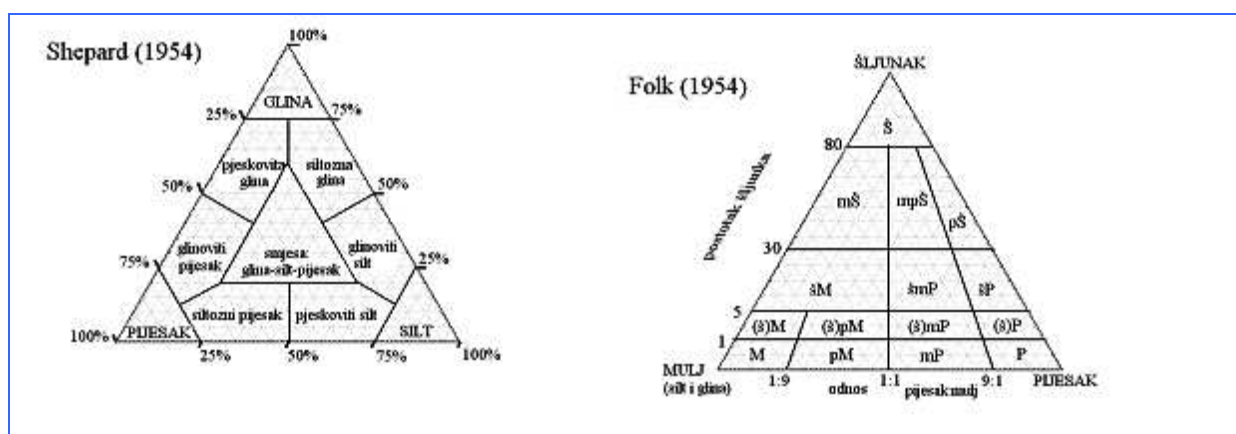
**Slika A.3.5.-5.** Box i Wisker prikaz indeksa efikasnosti u površinskom sloju postaje LKR03 (unutrašnji dio Limskog zaljeva) za razdoblje 1978.-2004.

### A.3.6. Granulometrijski i organski sastav sedimenta

#### A.3.6.1. Granulometrijski sastav

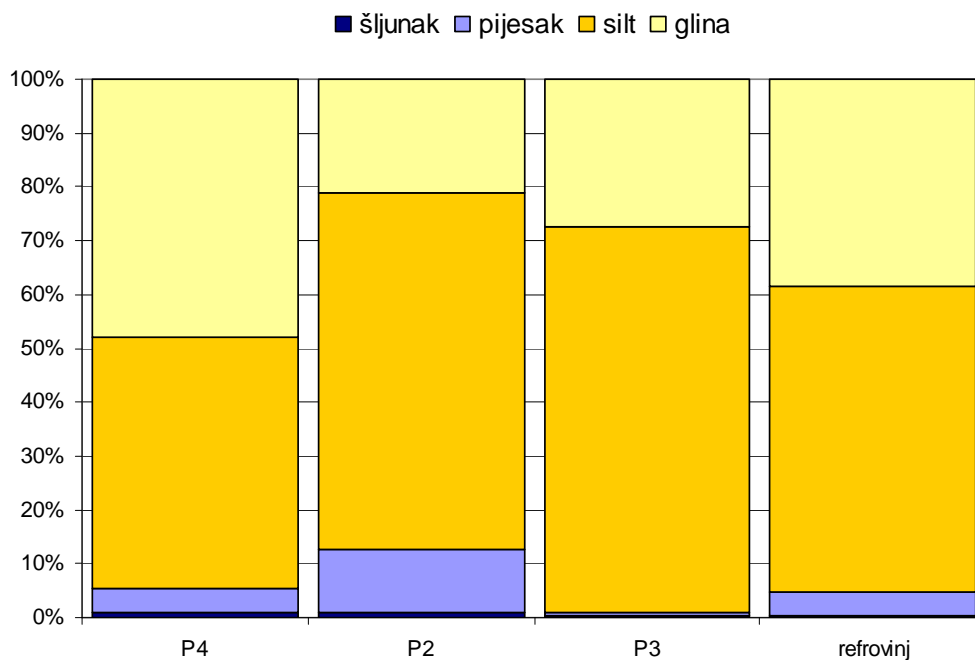
Granulometrijski sastav sedimenta određen je kombiniranom metodom prosijavanja i areometriranja po Casagrande-u. Sediment je mokro prosijan na situ s otvorima od 0,063 mm. Sitnija frakcija, koja je prošla kroz sito s otvorima od 0,063 mm, određena je metodom areometriranja prema Casagrande-u. Frakcija koja zaostane na situ se osuši i prosije na setu sita veličine otvora 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 i 4 mm. Pozicije uzimanja uzoraka nalaze se na slici sljedećeg poglavlja (Slika A.3.7.-1).

Dobiveni podaci su prikazani grafički kumulativnom krivuljom. Na osi x veličina zrna prikazana je u  $\phi$  (phi jedinice,  $\phi = -\log_2 'd', 'd'$  - promjer čestica). Iz krivulje se očitaju kumulativni postoci kod slijedećih vrijednosti veličine zrna: 2 mm ( $-1\phi$ ); 0.063 mm ( $4\phi$ ); 0.004 mm ( $8\phi$ ). Ove vrijednosti predstavljaju granicu između šljunka, pijeska, silta i gline (Wentworth, 1922), pa se dobije postotak tih frakcija u sedimentu. Iz udjela frakcija šljunka, pijeska, silta i gline određuje se tip sedimenta, a češće primjenjivane su Shepardova (1954) i Folkova (1954) klasifikacija (Slika A.3.6.-1).



**Slika A.3.6.-1.** Shepardova (1954) i Folkova (1954) klasifikacija klastičnih sedimenta na osnovu međusobnog udjela pojedinih kategorija zrna ( prema Folku: M - mulj, pM - pjeskoviti mulj, (š)M - neznatno šljunkoviti mulj, (š)pM- neznatno šljunkovito pjeskoviti mulj, šM - šljunkoviti mulj, P - pijesak, mP - muljeviti pijesak, (š)mP- neznatno šljunkovito muljeviti pijesak, šmP - šljunkovito muljeviti pijesak, šP - šljunkoviti pijesak, Š - šljunak, mŠ - muljeviti šljunak, mpŠ -muljevito pjeskoviti šljunak, pŠ - pjeskoviti šljunak).

Iz granulometrijskih krivulja se očitaju vrijednosti veličine zrna kod slijedećih kumulativnih postotaka: 5, 16, 25, 50, 75, 84 i 95. Iz tih podataka izračunati su granulometrijski parametri (Folk i Ward, 1957): prosječna veličina zrna ( $M_z$ ); sortiranje ( $S_o$ ); asimetričnost raspodjele ( $S_k$ ) i zaoštrenost krivulje ( $K_g$ ). Udio šljunka pijeska, silta i gline prikazan je na slici A.3.6.-2., a granulometrijski parametri u tablici A.3.6.-1.



**Slika A.3.6.-2.** Udio šljunka pijeska, silta i gline na istraživanim postajama.

Na istraživanim postajama prema Shepardovoj klasifikaciji istaložen je glinoviti silt a postaja P4 odstupa i na njoj je istaložena siltozna glina. Prema Folkovoj klasifikaciji istaložen sediment na istraživanim postajama je mulj a na postaji P2 je istaložen neznatno šljunkovito pjeskoviti mulj. Na svim postajama u sedimentu prevladavaju sitnozrnate čestice (87,3-98,9%, mulj koji se sastoji od čestica silta i gline) i to prvenstveno čestice veličine silta (46,6-71,4 %).

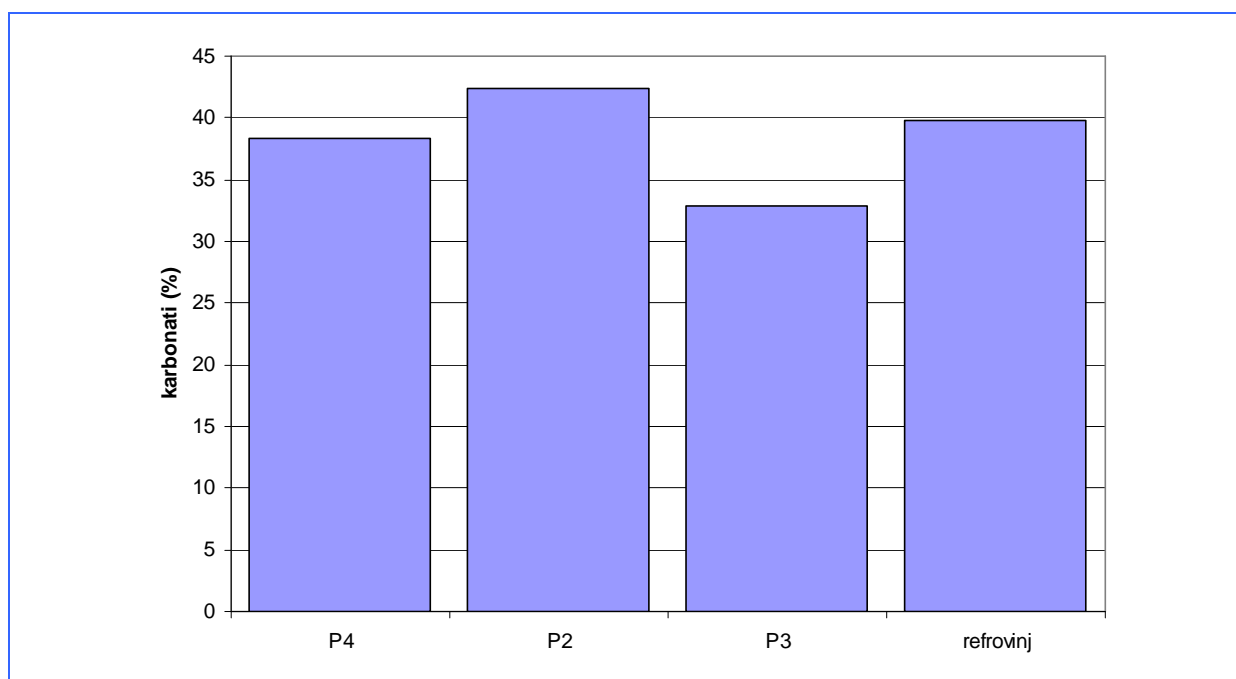
Prosječna veličina zrna ( $Mz=2,86-12,99 \mu m$ ) je u rasponu od krupne gline do sitnog silta, dok je median ( $Md=4,33-38,47 \mu m$ , vrijednost od koje je 50% čestica manje odnosno veće) u rasponu od vrlo sitnog do krupnog silta tablica A.3.6.-1. Sediment je vrlo loše sortiran ( $So=2,98-3,19$ ). U sedimentu su zastupljenije sitnije čestice na što ukazuje i pozitivno do vrlo pozitivno zakošena krivulja asimetričnosti raspodjele ( $Sk=0,19-0,92$ ), a istaložene čestice sedimenta su raspoređene u više granulometrijskih frakcija ( $Kg=0,72-1,67$ ) izuzev postaje P2 na kojoj je sediment raspoređen oko jedne veličine zrna.

**Tablica A.3.6.-1.** Granulometrijski parametri određeni prema Folku i Wardu (1957).

Postaja	Mz ( $\mu m$ )	Md( $\mu m$ )	So	Sk	Kg
P2	12.99	32.35	3.10	0.55	1.67
P3	9.40	38.47	2.98	0.92	0.72
P4	2.86	4.33	3.19	0.19	0.87
refrovinj	4.44	8.67	3.07	0.41	0.77

### A.3.6.2. Udio karbonata

Udio karbonata u sedimentu određen je gravimetrijski (Loring i Rantala, 1992). Karbonati u sedimentu mogu nastati u istraživanom području, a to su često skeletni ostaci organizma ili mogu biti doneseni u istraživano područje najčešće trošenjem kopna. Za najčešći mineral karbonata, kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) karakteristično je kemijsko trošenje tj. njegovo otapanje. Udio karbonata najčešće ukazuje na prisutnost ljuštura i njihovih dijelova u sedimentu. Na istraživanoj postaji udio karbonata se kretao u rasponu od 33 do 42 % (Slika A.3.6.-3), što je posljedica donosa nekarbonatnih čestica i njihovog taloženja u istraživanom području.



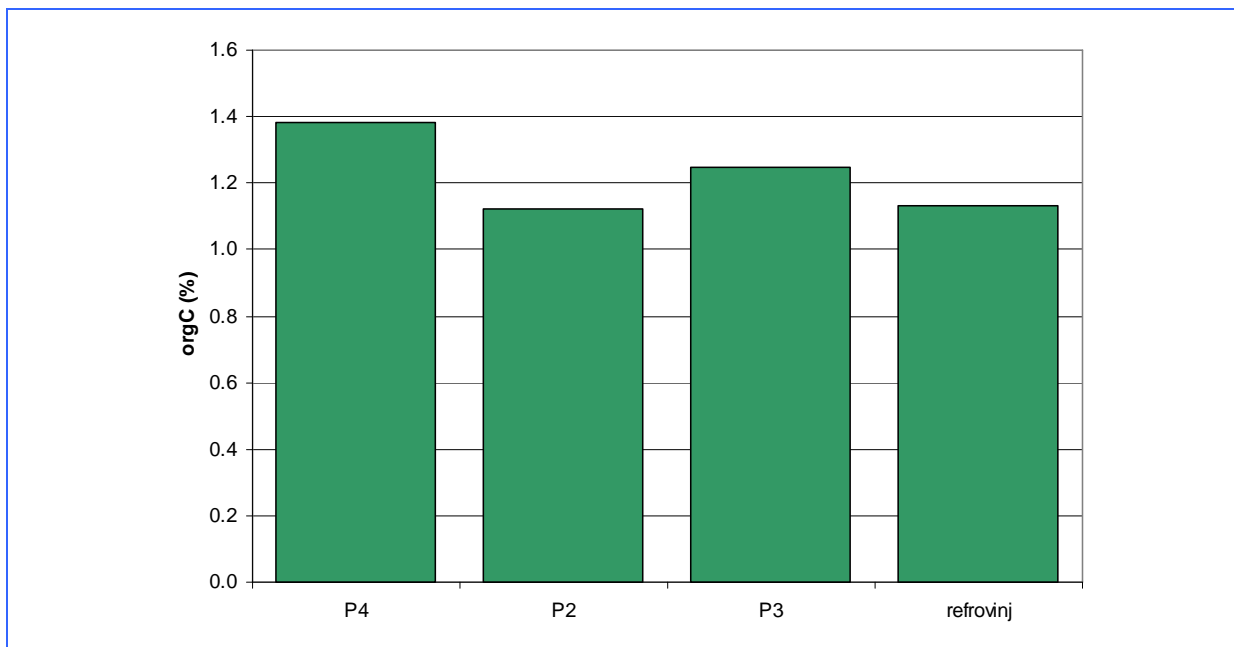
**Slika A.3.6.-2.** Udio karbonata na istraživanim postajama.

### A.3.6.3. Udio organskog ugljika i ukupnog dušika

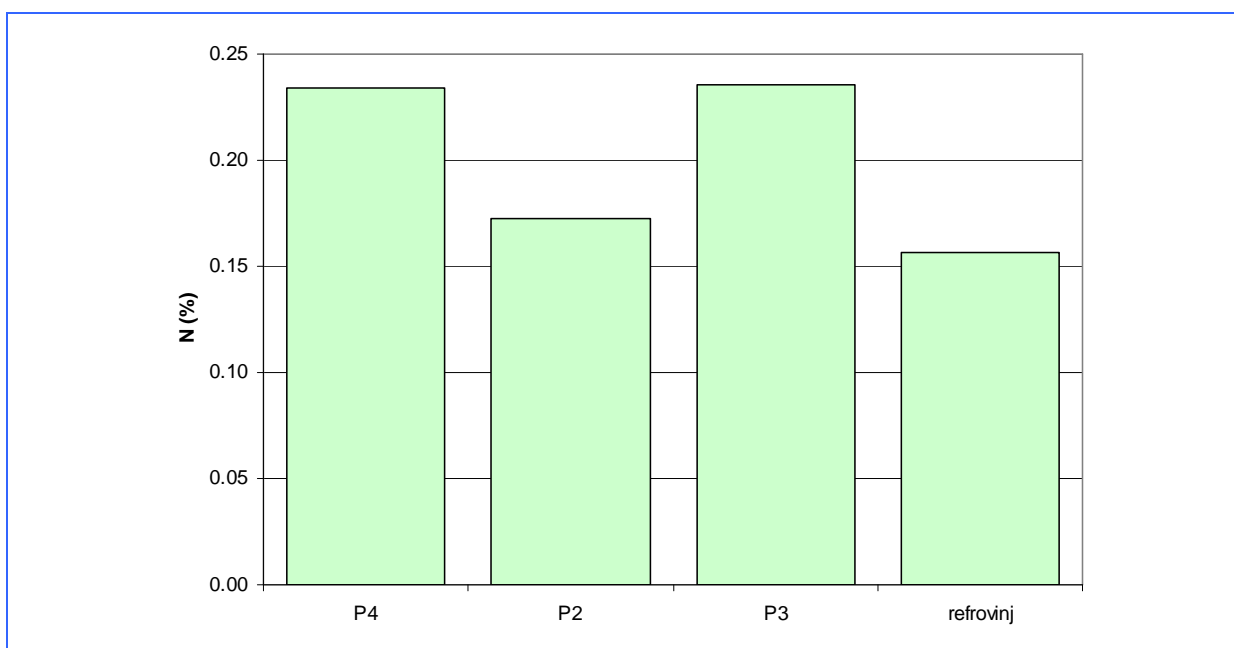
Udio organskog ugljika i ukupnog dušika u sedimentu određen je na CHN analizatoru.

Organski ugljik kao i dušik sastavne su komponente organske tvari koja je sastavni dio istaloženog sedimenta, a njen udio varira ovisno o položaju postaje i uvjetima na njoj. Ovisno o porijeklu, može biti autohtona (plankton i bentos) i alohtona (donos s kopna). Veličina zrna, mineralogija i sortiranje utječu na koncentraciju i raspored organske tvari u morskom sedimentu, jer se zbog male specifične težine povećani udio organske tvari javlja u sitnozrnatišem sedimentu. Stupanj očuvanja organske tvari u sedimentu ovisi o kemijskom sastavu organske tvari, njenom donosu u sediment, dubini vode, kemijskim svojstvima okolne vode i sedimentacijskog okoliša. Ako je sedimentacija sporija, razlike u očuvanju su značajnije, a ima i više vremena za njenu razgradnju. Razgradnja organske tvari predstavlja centralni faktor u skoro svim dijagenetskim procesima.

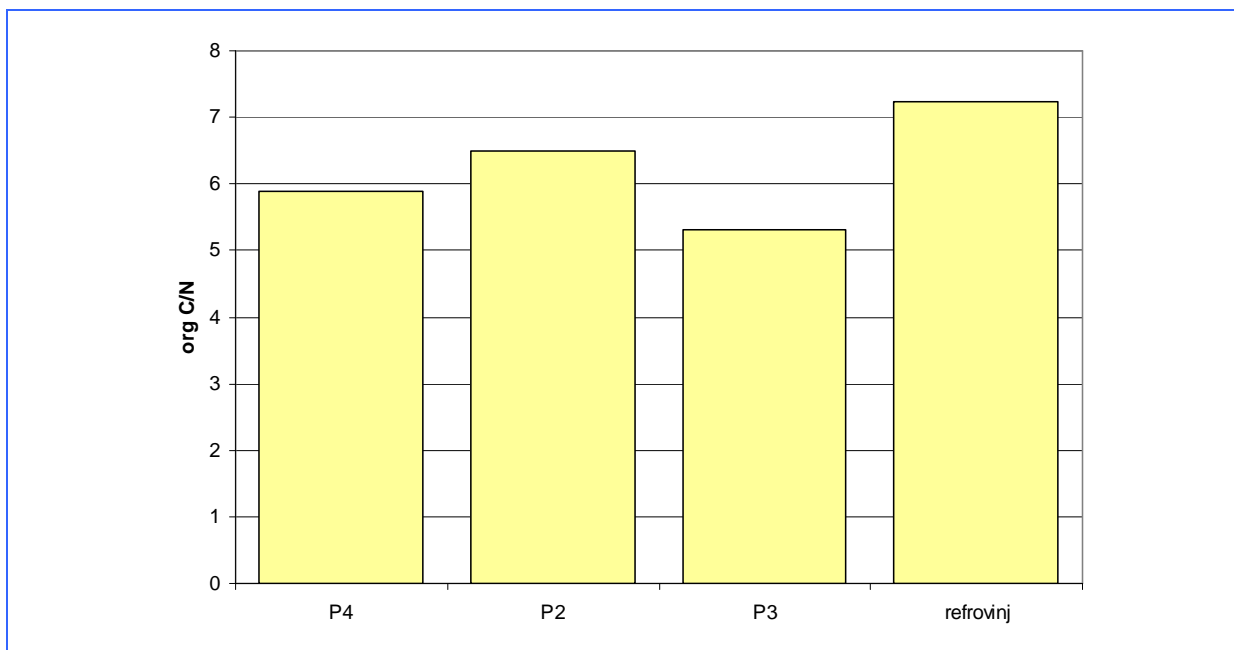
Udio organskog ugljika se kretao u rasponu od 1,12 do 1,38 %, dok je udio ukupnog dušika varirao u rasponu od 0,16 do 0,24% u ukupnom sedimentu (Slika A.3.6.-4 i A.3.6.-5). Dobivene vrijednosti su u rasponu vrijednosti određenih za Limski zaljev (Najdek i sur., 2007). Odnos organskog C i ukupnog N je u rasponu od 5,3 do 7,2 (Slika A.3.6.-6) što ukazuje na autohtono porijeklo organskog materijala.



**Slika A.3.6.-4.** Udio organskog ugljika (orgC) na istraživanim postajama.



**Slika A.3.6.-5.** Udio dušika (N) na istraživanim postajama.



Slika A.3.6.-6. Odnos organskog C i ukupnog N na istraživanim postajama.

### A.3.7. Redoks potencijal i sadržaj fosfora u sedimentu

#### A.3.7.1. Metode mjerenja

Redoks potencijal sedimenta  $E_H$  (mV) se određuje kao razlika potencijala koja se stvara između platinske i referentne elektrode utisnute u sediment. Vertikalni profili potencijala su izmjereni u jezgri sedimenta do 10 cm dubine. Platinska elektroda (Pt-žica duga 0,5 cm, mehanički očišćena i isplahnuta kiselinom i destiliranom vodom) je spojena na voltmetar (Iskra MA-5730) kao i referentna Ag/AgCl elektroda. Za standardizaciju se koriste redoks puferi u kinhidronu koji su pripremljeni prema uputama Metrohm Ag, Herisau, Švicarska (otapanjem kinhidrona do zasićenja u puferima pH=4 i pH=7). Vrijednost redoks potencijala odgovarajući za 3M KCl (elektrolit u Ag/AgCl elektrodi) i otopinu kinhidrona u puferu pH=4 je +259 mV, a za otopinu kinhidrona u puferu pH=7 je +85 mV. Nakon umjeravanja u puferima, obje su elektrode isplahnute destiliranom vodom i uronjene (prvo u pridnenu morsku vodu iznad jezgre sedimenta), a zatim u površinski sloj sedimenta debljine 0,5 cm. Nakon uspostavljanja ravnotežnog potencijala na voltmetru je izmjerena vrijednost potencijala (E) za određeni sloj. Vertikalnim prodiranjem Pt elektrode u sediment (u razmacima od po 0,5 cm) izmjereni su potencijali za svih 10 cm debljine sedimenta (ili za dubinu do koje elektroda mehanički lako prodire u sediment).

Za analizu koncentracije oblika fosfora u uzorcima sedimenta liofilizirani uzorci sedimenta (površinski sloj 0-2 cm debljine) usitnjavaju se i prosijavaju na situ promjera otvora <math><250 \mu\text{m}</math>. Ekstrakcije anorganskog i ukupnog fosfora u sedimentu su napravljene prema Aspila i sur. (1976), a koncentracije ortofosfata u ekstraktantu su određene na spektrofotometru UV MINI 1240 Shimadzu prema Grasshoff (1976). Rezultati su prikazani u  $\mu\text{mol g}^{-1}$  suhe mase sedimenta. U svrhu provjere metode određivanja koncentracije fosfata korišteni su standardni referentni materijali (SRM) morskog sedimenta PACS-2 (NRC-CNRC), i riječni sediment BCR-684 (European Commission Community Bureau of Reference).

Polozicije uzimanja uzoraka sedimenta u Limskom zaljevu prikazane su na slici A.3.7.-1. Uzorci su uzeti u rujnu 2007. godine.



Slika A.3.7.-1. Pozicije uzimanja uzoraka sedimenta (P2, P3, P4) u Limskom zaljevu (REF-referentna postaja)

### A.3.7.2. Redoks potencijal

U procesu razgradnje i oksidacije organske tvari za vrijeme rane dijagenoze u sedimentima posreduju brojni konačni primatelji elektrona, a favorizirane su reakcije koje su energetske najpovoljnije (Colman i Holland, 2000). U morskim je sedimentima slijed primatelja elektrona sljedeći:  $O_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $(IO_3^-)$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$  te  $CO_2$ , a pojednostavljene reakcije su prikazane u tablici A.3.7.-1. (Froelich i sur. 1982; De Lange, 1986a, b).

**Tablica A.3.7.-1.** Reakcije oksidacije organske tvari u morskom sedimentu

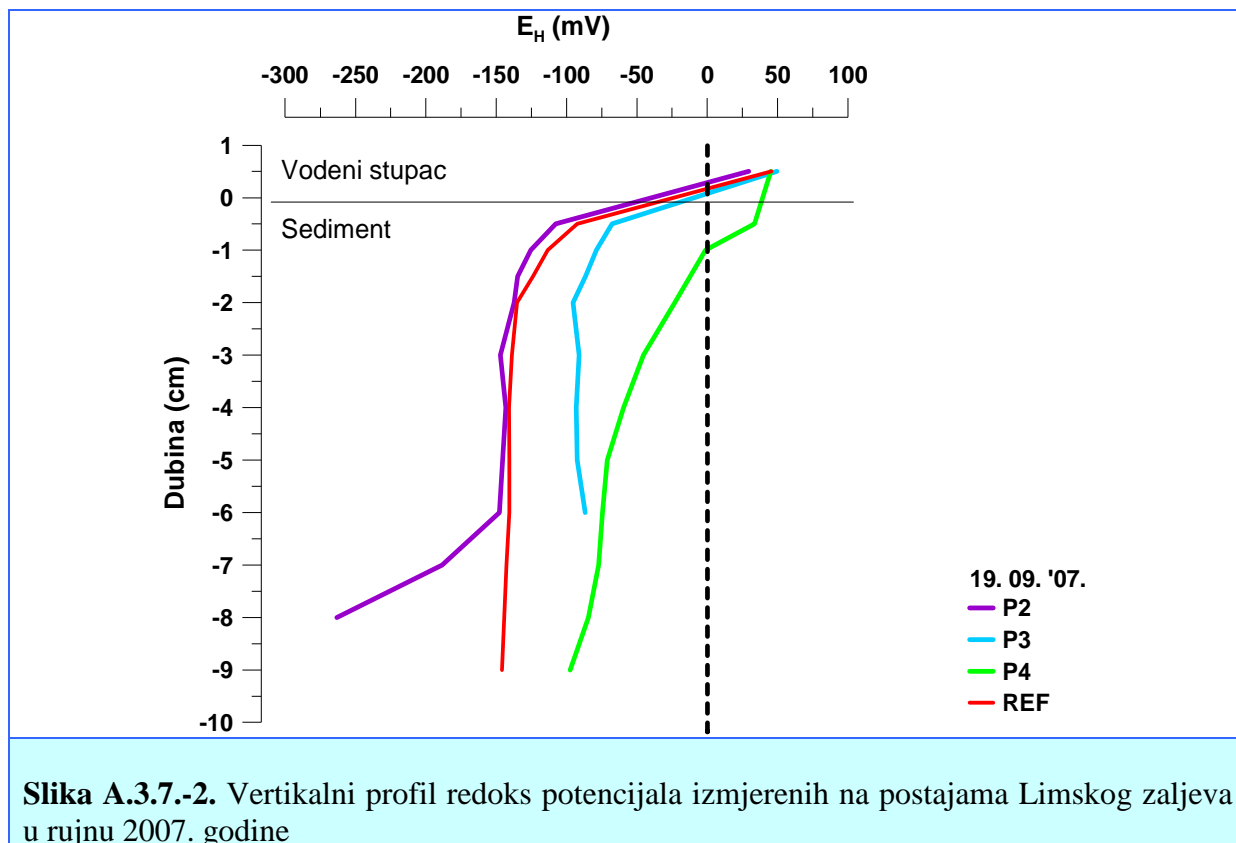
	REAKCIJE OKSIDACIJE
Redukcija kisika	$(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 138 O_2 \rightarrow 106 CO_2 + 16 HNO_3 + H_3PO_4 + 122 H_2O$
Redukcija nitrata	$5(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 472 HNO_3 \rightarrow 530 CO_2 + 276 N_2 + 5H_3PO_4 + 886 H_2O$
Redukcija jodata	$3(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 236 IO_3^- \rightarrow 236 I^- + 318 CO_2 + 24 N_2 + 3H_3PO_4 + 390 H_2O$
Redukcija $MnO_2$	$(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 236 MnO_2 + 472 H^+ \rightarrow 236 Mn^{2+} + 106 CO_2 + 8 N_2 + H_3PO_4 + 366 H_2O$
Redukcija $Fe_2O_3$	$(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 212 Fe_2O_3 + 848 H^+ \rightarrow 424 Fe^{2+} + 106 CO_2 + 16 NH_3 + H_3PO_4 + 530 H_2O$
Redukcija sulfata	$(CH_2O)_{106}(NH_3)_{16}(H_3PO_4) + 53 SO_4^{2-} \rightarrow 106 CO_2 + 16 NH_3 + 53 S^{2-} + H_3PO_4 + 106 H_2O$

Važne reakcije u razgradnji organske tvari u anoksičnim uvjetima su i reakcije metanogeneze uz metanogene bakterije kao katalizatore reakcije (Martens i Berner, 1977). Navedene je reakcije moguće razmotriti i sa stajališta elektronske aktivnosti, odnosno mjerljive veličine redoks potencijala  $E_H$  (mV) (Stumm i Morgan, 1996). Obzirom da je elektrodni potencijal teško precizno izmjeriti (Berner, 1981; Grenthe i sur., 1992; Stumm i Morgan, 1996), prema izmjenjenim koncentracijama pojedinih iona u pornoj vodi moguće je odrediti dubine na kojima se događa prijelaz iz oksidnog u suboksidno ili anoksično stanje. Za prijelaz iz oksidnog u suboksidno stanje je uzeta dubina sedimenta na kojoj su koncentracije kisika i nitrata na granici detekcije, a pojava otopljenog  $Mn^{2+}$  praćena pojavom  $Fe^{2+}$  u pornoj vodi. Prijelaz iz suboksidnih u anoksične uvjete je obilježen nestankom sulfata  $SO_4^{2-}$  iz porne vode i pojavom  $HS^-$  kao i minerala pirita. Povećanje koncentracije  $Fe^{2+}$  iona u pornoj vodi sa dubinom i precipitacija  $FeS$  također može poslužiti kao indikator anoksičnih uvjeta (Colman i Holland, 2000).

Na osnovu ranije izvršenog baždarenja Pt elektrode korištene za mjerenja u ovom radu (Kušpilić, 2001; Matijević i sur., 2007, u tisku) ustanovljeno je da potencijali od +170 mV do 0 mV ukazuju na pojavu sulfida u koncentracijskom rasponu od  $1 \mu mol L^{-1}$  to  $0,3 mmol L^{-1}$ , dok potencijali od 0 mV do -185 mV ukazuju na pojavu sulfida koncentracije od  $0,3 mmol L^{-1}$

to  $5 \text{ mmol L}^{-1}$ . To je u skladu s nalazima Colman i Hollanda (2000) o granicama redoks prijelaza iz suboksične u anoksične uvjete. Iz rezultata baždarenja Pt elektrode korištene za ova mjerenja proizlazi da redoks potencijal mjereno u morskoj vodi ili pornoj vodi sedimenta daje informaciju o slojevima različitih koncentracija sulfida mjenenog okoliša, radije nego njegovo oksidno ili anoksično stanje.

Izmjerene vrijednosti redoks potencijala za područje uzgajališta ribe u Limskom zaljevu 19. rujna 2007. godine su prikazane na slici A.3.7.-2.



**Slika A.3.7.-2.** Vertikalni profil redoks potencijala izmjenenih na postajama Limskog zaljeva u rujnu 2007. godine

Redoks potencijali u sedimentu izmjenenih postaja i Limskom zaljevu su bili u širokom rasponu od  $-263 \text{ mV}$  do  $+34 \text{ mV}$  (Slika A.3.7.-2). Uočljive su negativne vrijednosti redoks potencijala već na samoj površini sedimenta tj. redoks prijelaza na 0,5 i 1 cm dubine. Ove vrijednosti upućuju na činjenicu da se razgradnja organske tvari u sedimentu ovoga područja odvija bez prisutnosti kisika, odnosno uz sulfat kao akceptor elektrona u nizu redoks reakcija. Kako je elektroda korištena za mjerenje u ovom radu osjetljiva upravo na pojavu sulfida u sedimentu, nešto manje negativne vrijednosti zabilježene u sedimentu postaje P4 predstavljaju samo razine nešto nižih koncentracija  $\text{S}^{2-}$  u mjenenom području.

Prema istraživanjima sedimenata u području srednjeg Jadrana za postaje u zaljevima i otvorenom moru  $E_H$  je tijekom većeg dijela godine pozitivan. Međutim, u područjima pod izrazitim antropogenim utjecajem kao što su eutrofizirani zaljev ili područja uzgajališta tuna, pojava negativnih potencijala i plitke dubine redoks prijelaza su uobičajene (Matijević i sur., 2006; Matijević i sur., 2007 in press). Prema literaturnim podacima (Aller 1980; 1994; Klump i Martens, 1981; Jensen i sur., 1995) mnogi čimbenici uzrokuju sezonske varijacije u redoks potencijalu sedimenta (temperatura, planktonske cvatnje popraćene sedimentacijom organske tvari, bioturbacija/bioirigacija, razgradnja organske tvari). Obzirom da je područje Limskog zaljeva prema trofičkom stupnju vodenog stupca okarakterizirano kao prirodno eutrofno (Izviješća Projekt Jadrano; Smodlaka, usmeno priopćenje), negativni potencijali izmjeneni u



sedimentu svih istraživanih postaja, kao i plitke dubine redoks prijelaza mogu biti i odraz prirodnog opterećenja velikom količinom organske tvari. Tome u prilog je i činjenica da se redoks potencijali izmjereni u sedimentu postaje P3 smještene ispod kaveza ne razlikuju bitno od ostalih postaja u Limskom zaljevu. Stoga ne možemo sa sigurnošću utvrditi da su negativni redoks potencijali posljedica rada uzgajališta ribe na tom području. Za potpuniju analizu redoks stanja sedimenta cijelog područja trebalo bi provesti sustavno mjesečno ispitivanje i svih navedenih parametara koji na redoks potencijal mogu utjecati.

#### A.3.7.2. Sadržaj ukupnog fosfora u sedimentu

Otopljeni reaktivni fosfor ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) prisutan u morskoj vodi se primarnom proizvodnjom pretvara u partikulatni organski fosfor čija je sedimentacija najznačajniji način prijenosa reaktivnog fosfora iz vodenog stupca u sediment (Benitez-Nelson, 2000). Tijekom sedimentacije u vodenom stupcu započinje i remineralizacija fosfora koja se nastavlja u sedimentu (Faul i sur., 2005). Dodatni izvori reaktivnog partikulatnog fosfora u sedimentu (osim organskog oblika) su fosfor vezan na željezne okside i riblji materijal (Froelich i sur., 1982). Inertni oblik partikulatnog fosfora koji dopijeva u sediment je porijeklom s kopna i u sedimentu je uglavnom u obliku detritusnog apatita (Ruttenberg i Berner, 1993; Filipelli i Delaney, 1996). Biološkim i geokemijskim transformacijama tijekom dijageneze započinju procesi kruženja fosfora u sedimentu. Obzirom da je poznavanje različitih oblika fosfora u sedimentu od velike važnosti za razumijevanje ciklusa fosfora, razvijeno je više analitičkih metoda određivanja pojedinih frakcija (Aspila i sur., 1976; Williams i sur., 1976; Ruttenberg, 1992; Schenau i De Lange, 2000).

Na području srednjeg Jadrana vršena su istraživanja sadržaja anorganskog i organskog fosfora u sedimentu određenih metodom prema Aspila i sur. (1976), za područja eutrofiranog zaljeva, kanala i otvorenog mora i uzgajališta riba (Tablica A.3.7.-2).

**Tablica A.3.7.-2.** Koncentracije ukupnog fosfora (UP), prosječni udio anorganskog oblika fosfora (AP) u ukupnom fosforu i tip sedimenta na postajama različitog eutrofnog stupnja na području srednjeg Jadrana uzorkovanih tijekom 2001/2005 godine, te postaja s područja uzgajališta riba

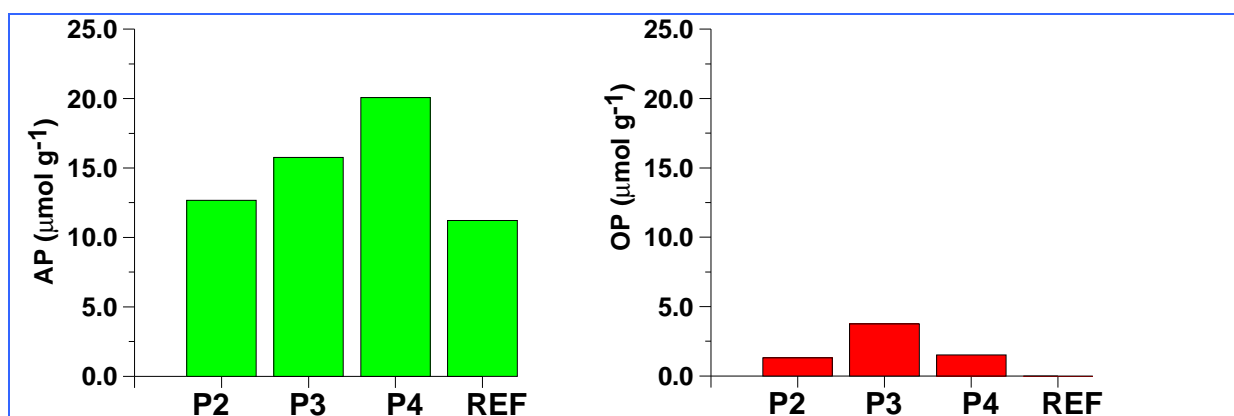
Razdoblje uzorkovanja	Postaja	Tip sedimenta (Shepard, 1954)	UP/ $\mu\text{mol g}^{-1}$	AP/UP (%)
2001./2002	Eutrofizirani zaljev	Glinoviti silt	22,03 $\pm$ 3,3	46
2001./2002.	Kanal	Siltozna glina	15,44 $\pm$ 3,2	43
2001./2002	Otvoreno more	Pijesak	13,46 $\pm$ 3,7	63
2001./2002	Otvoreno more	Siltozna glina	20,30 $\pm$ 0,6	42
2001./2003	Uzgajalište lubina i komarči	Pijesak	26,71 $\pm$ 11,99	89
2003./2005	Uzgajalište tuna	Pijesak	21,34 $\pm$ 8,27	61
2003./2005	REF postaja za uzgajališta	Pjeskoviti silt	11,68 $\pm$ 2,73	43

Iz tablice A.3.7.-2. je uočljiva niža koncentracija UP u sedimentima krupnozrnatog tipa područja otvorenog mora i kanalskog područja neopterećenih antropogenim utjecajem (od 11,7 do 15,4  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). U krupnozrnatim sedimentima ispod kaveza za uzgoj ribe su koncentracije UP i do dva puta više sa velikim standardnim devijacijama (21,3 do 26,7  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). Te su vrijednosti u rasponu koncentracija određenih za sedimente sitnozrnatog tipa sedimenta u eutrofiziranom zaljevu ili područja otvorenog mora srednjeg Jadrana (20,3 do 22,0  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ). U tablici A.3.7.-3. su prikazane koncentracije UP ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) u sedimentu postaja Limskog zaljeva uzorkovane u rujnu 2007. godine.

**Tablica A.3.7.-3.** Koncentracije ukupnog fosfora, udio anorganskog oblika u ukupnom fosforu (AP/UP), i tip sedimenta postaja P2, P3, P4 i REF u Limskom zaljevu uzorkovane 19. 09. 2007. godine

Razdoblje uzorkovanja	Postaja/tip sedimenta	Tip sedimenta (Shepard, 1954)	UP/ $\mu\text{mol g}^{-1}$	AP/UP (%)
19. 09. 2007.	P2	Silt	13,99	91
19. 09. 2007.	P3	Silt	19,52	81
19. 09. 2007.	P4	Siltozna glina	21,59	93
19. 09. 2007.	REF	Silt	11,25	100

Prema podacima iz tablice A.3.7.-3. vidljivo je da su u sedimentu postaja Limskog zaljeva sitnozrnatog tipa, dobivene koncentracije za P3 i P4 u rasponu od 19,52 do 21, 59  $\mu\text{mol g}^{-1}$  što je u skladu sa dosadašnjim rezultatima za sitnozrnate sedimente otvorenog mora srednjeg Jadrana (Tablica A.3.7.-3.). Međutim, na postajama P2 i P4 su dobivene koncentracije UP i niže (od 19,5 do 21,6  $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) tj. u rasponu koncentracija određenih za pjeskovite sedimente neopterećene antropogenim utjecajem. Koncentracije anorganskog AP i organskog oblika fosfora OP ( $\mu\text{mol g}^{-1}$ ) u sedimentu Limskog zaljeva su prikazane na slici A.3.7.-3.



**Slika A.3.7.-3.** Koncentracije anorganskog i organskog oblika fosfora u sedimentu postaja Limskog zaljeva uzorkovane 19.09.2007. godine.

Raspon koncentracija anorganskog fosfora u sedimentu Limskog zaljeva je bio od 11,23 do 20,07  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , a raspon organskog fosfora od 0 do 3,75  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . Udio AP u UP izračunati za sediment Limskog zaljeva su od 81 do 100%, što je dvostruko više u odnosu na sedimente sitnozrnatog tipa područja srednjeg Jadrana (Tablica A.3.7.-3.; Matijević, 2001, 2006). Prema dosadašnjim istraživanjima ovako visoki udjeli anorganske frakcije su nađeni samo u pjeskovitom sedimentu uzgajališta lubina i komarči u srednjem Jadranu (89%) (Tablica A.3.7.-3).

Ispitivanja različitih frakcija anorganskog fosfora u sedimentu područja uzgajališta tuna, lubina i komarči u srednjem Jadranu (Matijević, 2006; Matijević i sur., 2007) SEDEX analizom pokazala su da je u anorganskom fosforu najviši udio frakcije vezane na okside i hidrokside željeza. Ustanovljen je i izrazito visoki udio frakcije fosfora vezane u biogenom apatitu ili „fish debris phosphorus“ (tj. fosfor vezan u apatitu u ostacima ribljih kostiju i zubi istaložen u sedimentu) što je direktna posljedica rada uzgajališta. Obzirom da su rezultati za Limski zaljev ograničeni samo na organsku i anorgansku frakciju fosfora, ne možemo sa sigurnošću tvrditi koja je frakcija anorganskog oblika odgovorna za poremećen odnos AP i

OP oblika u ukupnom fosforu u sedimentu. Kako nemamo podataka o koncentracijama fosfora u sedimentu tog područja prije rada uzgajališta, a obzirom da je cjelokupni fosfor i u sedimentu postaje odabrane kao referentna (REF) u anorganskom obliku (Slika A.3.7.-3), pretpostavka je da je to rezultat procesa transformacija oblika fosfora u vodenom stupcu i u sedimentu koji nije pod utjecajem uzgajališta, već odraz stanja cijelog Linskog zaljeva (Izviješća Projekt Jadran). Potpuniju sliku stanja fosfora u sedimentu ovog područja dala bi kontinuirana istraživanja i SEDEX analiza različitih frakcija fosfora u sedimentu.

### A.3.8. Meiofauna sedimenta

Utjecaj kaveznog uzgoja riba na zajednice meiofaune sedimenta u Linskom zaljevu praćen je unutar granica uzgajališta ribe ( 45°07,59'N 13°41,22'E - 45°08,02'N 13°41,51'E) Uzorkovanje je provedeno višekratno ( lipanj 2002, ožujak i studeni 2003, kolovoz 2004, veljača i rujan 2005) ispod svih skupina kaveza za uzgoj lubina i komarče te na dvjema kontrolnim postajama, udaljenim 20 m i 1 km od ruba najzapadnije farme. Rezultati ovih istraživanja su prikazani u radu Najdek i sur. (2007).

Tijekom istraživanja, u sastavu meiofaune sedimenata je zabilježena prisutnost ukupno 20 konstitutivnih skupina različitog taksonomskog ranga (koljena, razreda i/ili reda) tj. skupina ili svojti koje se smatraju strukturnim jedinicama meiofaune. U usporedbi s kontrolnim postajama, na kojima je bilo prisutno 20 svojti, taksonomska raznolikost ispod farmi je bila snižena, kretala se od 8 do 14 svojti i iznosila je 40-70% vrijednosti utvrđenih na kontrolnim postajama. U sedimentu ispod kaveza nije utvrđena prisutnost pet svojti pronađenih na kontrolnim postajama (Tanaidacea, Asteroidea, Ophiuroidea, Isopoda, Panthopoda), no kako se ove skupine općenito odlikuju niskom frekvencijom i brojnošću, njihova odsutnost se ne može sa sigurnošću povezati s utjecajem kaveznog uzgoja riba.

Na svim postajama, uključujući farme i kontrole, brojnošću je prevladavala skupina Nematoda (69-92%), druga po brojnosti je bila je skupina Copepoda (4-21 %), a sve ostale taksonomske skupine su se odlikovale niskom pojedinačnom brojnošću i kumulativnim udjelom 4-10 %. U sedimentu ispod farmi (F) relativna brojnost Nematoda je bila povišena (KP=69% vs. F=85-92%), a relativna brojnost Copepoda snižena (KP=17-21% vs. F=4-7%) u odnosu na kontrolne postaje (KP). U pogledu udjela kumulativne brojnosti ostalih skupina, razlike u sastavu meiofaune između farmi i kontrolnih postaja nisu utvrđene.

Rezultati multivarijantnih analiza (hijerarhijsko aglomerativno grupiranje, n-MDS, ANOSIM) ukazuju na postojanje dviju jasno diferenciranih skupina uzoraka tj. na jasno izražene razlike u strukturi meiofaune sedimenta pod utjecajem kaveznog uzgoja riba u odnosu na meiofaunu sedimenta s kontrolnih postaja. U usporedbi s kontrolnim postajama, sediment ispod farmi se odlikovao znatno nižim vrijednostima gustoće ukupne meiofaune i Nematoda (2-5 puta), a prosječna gustoća Copepoda ispod farmi je bila 7 puta niža u odnosu na kontrolne postaje. Univarijantnim analizama (ANOVA,  $p < 0.1$ ,  $N = 15$ ) je utvrđeno da se radi o statistički značajnim razlikama koje ukazuju na redukciju meiofaune pod direktnim utjecajem onečišćenja s farmi. S vremenskog aspekta, razlike u strukturi meiofaune u suprotnim sezonama i uzastopnim godinama nisu utvrđene, što navodi na pretpostavku da se radi o modificiranim zajednicama u uvjetima kroničnog stresa.

Rezultati usporednih analiza ukazuju na reducirani sastav meiofaune u sedimentima izloženim direktnom utjecaju farmi. Slična struktura meiofaune karakteristična je za staništa koja se, poput Linskog zaljeva, odlikuju slabom hidrodinamikom i visokim udjelom silta i gline u sedimentu, čak i u slučaju da nisu izložena antropogenom utjecaju.

**Zaključci:**

Rezultati analiza dugogodišnjeg utjecaja kaveznog uzgoja riba na kvalitativni i kvantitativni sastav meiofaune sedimenta u Limskom zaljevu ukazuju na:

- 1) prostorno ograničeni utjecaj otpadnih tvari iz uzgoja (ostatci hrane, feces i sl.) koji se prepoznaje po specifičnom „otisku“ na morskom dnu tj. modifikacijama u strukturi meiofaune unutar perimetra svake pojedine skupine kaveza. Već u neposrednoj blizini (20-ak metara od vanjskog ruba skupine kaveza) utjecaj uzgoja na strukturu meiofaune sedimenta je nemjerljiv. Ovi rezultati su u skladu s nalazima sličnih studija provedenih u raznim dijelovima Sredozemlja (La Rosa i sur., 2001; Mazzola i sur., 2007; Sutherland i sur., 2007; Vezzulli i sur., 2008).
- 2) modifikacije u strukturi meiofaune sedimenta ispod farmi (F) u odnosu na kontrolne postaje (KP) se očituju: a) sniženjem ukupne gustoće meiofaune (F=323-1065 ind. 10cm<sup>-2</sup> vs. KP=1506-1631 ind. 10cm<sup>-2</sup>), b) porastom udjela Nematoda (F=86-92% vs. KP= 69-76%), c) smanjenjem udjela Copepoda (F=4-10% vs. KP= 17-21%), te d) smanjenjem gustoće Turbellaria (F=1 vs. KP=11-24 ind. 10cm<sup>-2</sup>), Kinorhyncha (F=2-4 vs. KP=11-44 ind. 10cm<sup>-2</sup>), Ostracoda (F=<1 vs. KP=5-23 ind. 10cm<sup>-2</sup>) i Amphipoda (F=1 vs. KP= 5-12 ind. 10cm<sup>-2</sup>).

**A.3.9. Područja Nacionalne ekološke mreže – područje oko uzgajališta**

Na priloženoj karti Državnog zavoda za zaštitu prirode (Prilog IV) označeni su tipovi staništa koji se mogu zateći na lokaciji zahvata. Označeni tipovi staništa nose kodne oznake C.3.5/D.3.1, C.3.5./E.3.5., E.3.5., E.8.1., E.9.2., G.3.2., G.3.6., G.4.2., G.3.6. i G.4.2. koji su označeni kao poligoni, B.1.4.1./B.2.2. i F.4./G.2.4./G.2.4.2. kao linijski te E.8.1.1., G.3.6.1. i G.4.2.1. kao točkasti. Najvećim dijelom se ovi tipovi staništa odnose na kopno uz lokaciju zahvata. Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa najveći dio lokacije zahvata spada u stanišni tip G.3.2. Infralitoralni sitni pijesci s više ili manje mulja odnosno staništima na pjeskovitoj podlozi (sitni pijesci) zatim manje površine koje spadaju u G.4.2. Cirkalitoralni pijesci (Prilog IV).

Na karti Nacionalne ekološke mreže (Prilog V) u širem području zahvata nalazi se pet područja ekološke mreže (Prilog V). Od toga se jedno odnosi na ptice i dva na kopneni dio Limskog zaljeva. Područje ekološke mreže **HR1000032 Akvatorij zapadne istre** odnosi se na međunarodno važno područje za ptice. U njemu su posebno zaštićene vrste morskih ptica (Narodne novine, 43/1995). Na kopnenom dijelu Limskog zaljeva nalaze se područja ekološke mreže **HR 2000600 Kontija** i **HR2000620 Limski zaljev-kopno** u koja spadaju šuma i šikara medunca i bjelograba te kanjonska vegetacija.

U morskom dijelu Limskog zaljeva u područja Nacionalne ekološke mreže su **HR5000032 Akvatorij zapadne Istre** koje za cilj ima očuvanje dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) i **HR3000001 Limski kanal-more** odnosno životne zajednice mora.

## A.4. OPIS ZAHVATA

### A.4.1. Vrste riba u uzgoju

Uzgajalište „Marimirne“ u Lirskom zaljevu sada ima dvije vrste riba: lubina (*Dicentrarchus labrax*) i komarču (*Sparus aurata*), ali je moguć uzgoj i drugih autohtonih vrsta bijele ribe. Jedna i druga su eurihaline vrste suptropskih mora. Lubin u masi naraste do 12 kg (FishBase). Najveći primjerci lubina na hrvatskoj strani Jadrana imali su masu do 9 kg (Kraljević i sur., 2001). Najviša referirana masa komarče je 17,2 kg (FishBase). U Jadranu, prema publiciranim podacima, naraste do 6 kg (Kraljević i sur., 1998), dok prema iskustvima ribolovaca najteži primjerci dosežu do 10 kg. Temperatura je primarni abiotski čimbenik koji određuje rast jedne i druge vrste. Uvjeti okoliša potrebni za preživljavanje lubina i komarče su prikazani u tablici A.4.1.-1. Prema zahtjevima tržišta i isplativosti uzgoja moguće je napraviti zamjenu vrsta nekim drugim autohtonim sparidnim ribama kao što su npr. pic i zubatac, a da to nema pojačani utjecaj na okoliš.

Tablica A.4.1.-1. Rasponi parametara okoliša u kojima preživljavaju lubin i komarča (Katavić i sur., 2005)		
Parametri preživljavanja	Lubin	Komarča
Optimalna temperatura (°C)	22 - 23	24
Maksimalna letalna temperatura (°C)	30 - 32	32 - 34
Minimalna letalna temperatura (°C)	1	5
Raspon saliniteta (PSU)	3 - 40	-
Optimalni salinitet (PSU)	27 - 28	-

### A.4.2. Veličina, broj i razmještaj kaveza

U dosadašnjem načinu uzgoja korišteni su kavezi oblika kvadra. Riba se od početka do kraja uzgojnog ciklusa držala u istom kavezu. U uzgojnom sustavu nalazilo 252 kaveza podjeljenih u 7 flota. Ukupni obujam mora za uzgoj ribe u ovim kavezima bio je 48000 m<sup>3</sup>.

U novom postavu kaveza uzgoj ribe na uzgajalištu „Marimirna“ obavljat će se u kavezima oblika kvadra i valjka odnosno u presjeku morske površine pravokutnog i kružnog lika. Broj i geometrijske osobine kaveza prikazan je u tablici A.4.2.-1. Kavezi se uvezuju u platforme tako da su dvije s kružnim i četiri s pravokutnim kavezima (Slika A.4.2.-2).

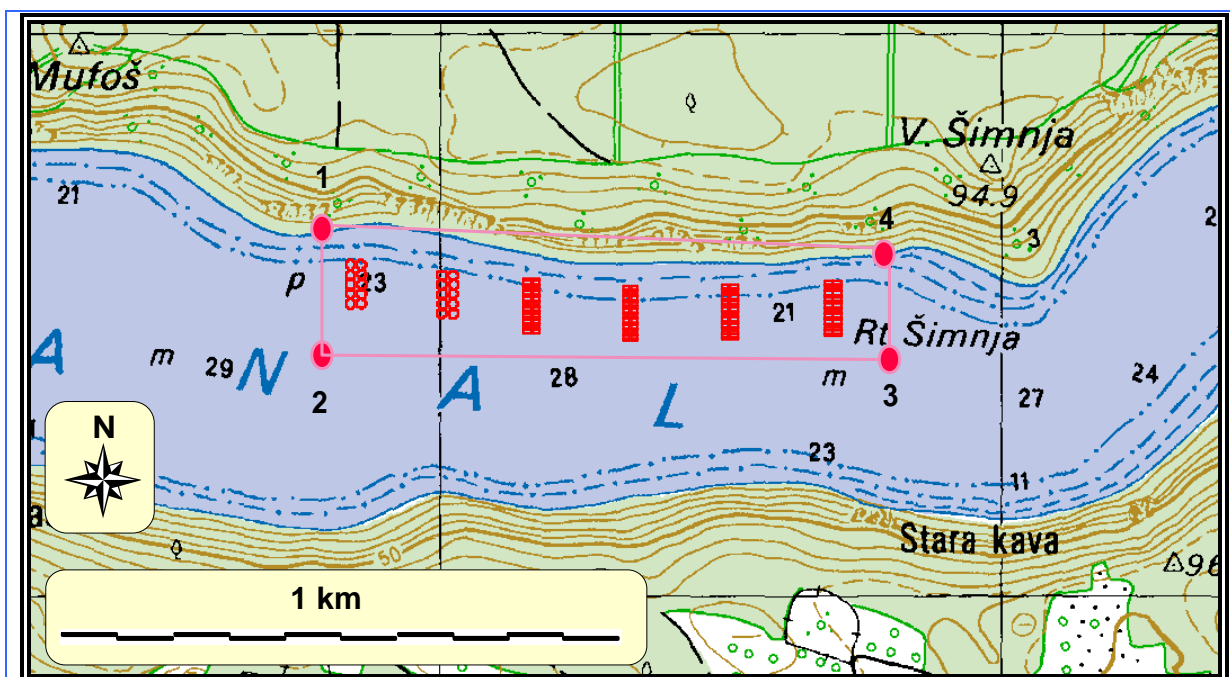
Tablica A.4.2.-1. Broj i veličina kaveza u sustavu uzgoja							
Oblik	Broj	Promjer (m)	Duljina (m)	Širina (m)	Visina (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Ukupni volumen (m <sup>3</sup> )
Kružni	20	12,5	-	-	10,0	1227	24543
Pravokutni	136	-	9,5	4,0	5,0	190	25840
Ukupno	156						50383

Veličina kaveza ima ključnu ulogu kako u ukupnoj masi uzgoja i proizvodnje, tako i u opterećivanju okoliša otpadnim tvarima metabolizma ribe (ekskrecija i egestija). Veličina kaveza pri određenoj masenoj koncentraciji ribe ( $\text{kg/m}^3$ ) određuje proizvodnu biomasu, a količine pojedene (i nepojedene) hrane te kasnije formiranog izmeta proporcionalni su masi ribe u kavezu.

Na uzgajalištu se nalazi četiri skupina kaveza (flota) pravokutnog oblika i jedna flota kružnih kaveza. Udaljenost između dvije flota kaveza iznosi 160 m. Shematski prikaz rasporeda flota u području zahvata je na slici A.4.2.-2.

Flote pravokutnih kaveza sastoje se od po 34 kaveza povezanih sa centralnim gazištem koje služi za hranidbu i druge radove za održavanje uzgoja. Dvije flota kružnih kaveza sastoji se od centralne staze i 10 kaveza promjera 12,5 m. Za potrebe uzgajališta potrebno je koncesionirati pomorsko dobro površine  $210.000 \text{ m}^2$  kako je to prikazano na slici A.4.2.-1 s koordinatama u tablici A.4.2.-2.

Flote su sidrene pomoću betonskih sidara (pojedinačne težine 1200 kg) položenih prema središnjem dijelu zaljeva, dok je drugi kraj farmi vezan za čvrste točke na kopnu.



**Slika A.4.2.-1.** Razmještaj postojećih kaveza na području zahvata. U okviru je dio pomorskog dobra za koji je potrebna koncesija.

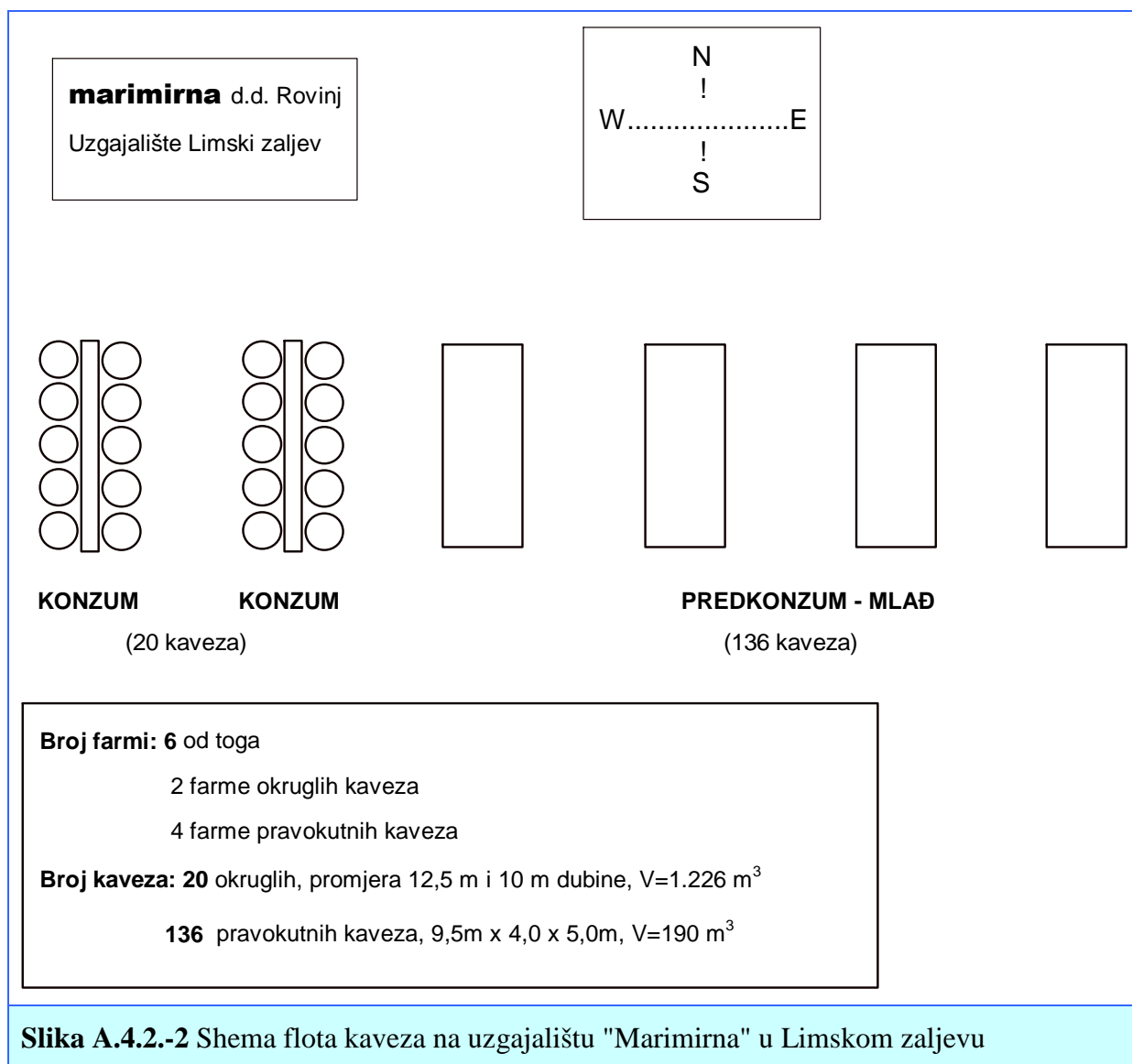
**Tablica A.4.2.-2.** Koordinate prijedloga površine morskog dobra za koncesiju na lokaciji zahvata

Točka	$\varphi$	$\lambda$
1	45° 07' 58,95"	13° 40' 12,38"
2	45° 07' 52,10"	13° 40' 12,38"
3	45° 07' 52,00"	13° 41' 0,10"
4	45° 07' 58,21"	13° 41' 0,10"

Usporedba osnovnih pokazatelja veličine dosadašnjeg sustava i novog postava kaveza prikazana je u tablici A.4.2.-3. U novom postavu kaveza za 4% se povećava uzgojni volumen, a za 20% smanjuje uzgojna površina kaveza. Međutim, u dosadašnjem postavu kaveza i načinu proizvodnje godišnje bi se konzumna riba vadila iz polovice broja kaveza odnosno iz obujma mora od 24000 m<sup>3</sup>. U novom načinu proizvodnje konzumna riba se svake godine vadi iz 20 kružnih kaveza obujma 24500 m<sup>3</sup>. Uz masenu koncentraciju ribe pri izlovu od 12 kg/m<sup>3</sup> aproksimacija godišnje proizvodnje u jednom i drugom načinu i postavu kaveza su skoro jednake (288 odnosno 294 tone).

**Tablica A.4.2.-3. Osnovne veličine dosadašnjeg i novog postava kaveza**

Veličina	Dosadašnji postav	Novi postav	Razlika
Ukupni volumen kaveza (m <sup>3</sup> )	48000	50000	+2000
Ukupna površina kaveza (m <sup>2</sup> )	9600	7600	-2000



### A.4.3. Rast i proizvodnja ribe

#### A.4.3.1. Nasad mladi

Nasad mladi lubina i komarče obavlja se u razdoblju od travnja do srpnja tekuće godine. Mase jedinki na početku nasađivanja prosječno iznose 2 g dok su na kraju razdoblja nasađivanja oko 5 g.

Za kontinuitet proizvodnje, svake godine mlad se nasađuje u polovici broja pravokutnih kaveza. Ovako se dobiva kontinuitet proizvodnje ribe za svaku godinu rada uzgajališta. (ovo je jedan od uvjeta za softver **AquaKult** kojim se određuje veličina proizvodnje ribe). Konačna masa jedinki, a time i duljina uzgoja, u prvom redu ovisi o potrebama tržišta te s druge strane o uvjetima uzgoja odnosno uglavnom temperature mora.

#### A.4.3.2. Hrana i hranidba

Hrana i obrasci hranidbe riba su najvažniji čimbenici kako za uspješan (isplativ) uzgoj tako i za opterećivanje okoliša otpadnim tvarima. Hrana izravno opterećuje okoliš ako se daje u količini većoj od one koju riba može trenutačno pojesti ili kada je brzina hranjenja neprimjerena njenom apetitu. Neizravno hrana opterećuje okoliš preko produkata metabolizma ribe.

Hrana koja se koristi u hranidbi riba na ovom uzgajalištu je ekstrudirani pelet proizvođača A.S.A. S.p.a./NaturaAleva, Italija, kemijskog sastava:

Proteini (bjelančevine)	44 %
Lipidi (masti)	12 %
Celuloza	2 %
Voda	9 %
Pepeo	8 %
Ukupni fosfor	1,5 %

Sirovine za proizvodnju ove hrane su riblje brašno, riblje ulje, soja, pšenica, a dodaje se i vitaminsko-mineralni premiks. Energetski sadržaj hrane je od 20-23 MJ/kg. Zalihe hrane čuvaju se u skladištu površine 67,5 m<sup>2</sup> smještenom u centralnom objektu na kopnu. Skladište je upisano u Upisnik odobrenih objekata pod veterinarskim kontrolnim brojem 19118001.

Obrazac hranjenja je utvrđen prema veličini ribe i temperaturi okoliša. Hranidba se obavlja ručno do dva puta dnevno (ovisno o veličini ribe i sezoni). Pri tome se vodi računa da tempo hranidbe u jednom te istom kavezu bude usklađen s apetitom ribe.

#### A.4.3.3. Uginuće ribe

Dosadašnja iskustva uzgoja su pokazala da je uginuće mladi (lubina i komarče) do 25% dok je kod većih primjeraka do 5%. Uginuća imaju više uzroka. Ona mogu biti nakon premještanja ribe uslijed stresa i oštećenja. Nakon nevremena. Gubici ribe nastaju i predatorima, najčešće pticama, a također može biti i prisutan kanibalizam. Dio mortaliteta je izazvan i bolestima.

Mortalitet ribe je najčešće epizodnog karaktera. Važno je uginulu ribu što prije odstraniti iz kaveza (ronioci) i zbrinuti je na način zbrinjavanja klaoničkog otpada. Uginula riba se nakon odstranjivanja iz kaveza skladišti u hladnjacima na -18°C. Kada se hladnjaci napune, ribu preuzima Veterinarska stanica Rijeka koja je prema ugovoru odvozi svojim vozilima na neškodljivo uklanjanje.



#### A.4.3.4. Izlov konzumne ribe

Izlov konzumne ribe obavlja se tijekom cijele godine. Odluka za izlov ribe jednog kaveza se donosi kada je pojedinačna masa primjeraka iznad 250 g odnosno masena koncentracija u kavezu  $10 \text{ kg/m}^3$ . Princip je da se jedan kavez potpuno izlovi, a zatim se prelazi na sljedeći. Brzinu izlova određuju tržišne potrebe. Najčešće je to od 500 do 4000 kg/dan.

Tri dana prije izlova se prestaje s hranidbom. Izlov se obavlja izlovnom mrežom koja se ubaci u kavez i koja izdvoji željenu količinu ribe. Pomoću sake (špurtila) riba se grabi i ubacuje u rashlađenu morsku vodu kako bi se šokom postiglo da brzo ugine i na taj način sačuvaju nutricionističke vrijednosti proizvoda. Riba se stavlja u za hranu propisane polietilenske posude i odvozi u sortirnicu koja se nalazi na kopnu u centralnom objektu uzgajališta gdje se pakira, a do distribucije pohranjuje u hladnjaču.

Naročita pogodnost i prednost uzgajališta u Limskom zaljevu je ta da su kavezi, skladišta hrane, sortirnica ribe, hladnjača i priručni laboratorij za veterinarski pregled ribe sve na jednom mjestu, što osigurava visoku kvalitetu konačnog proizvoda. Svi prostori za manipulaciju ribe su pod nadzorom nadležnih tijela Uprave veterinarstva.

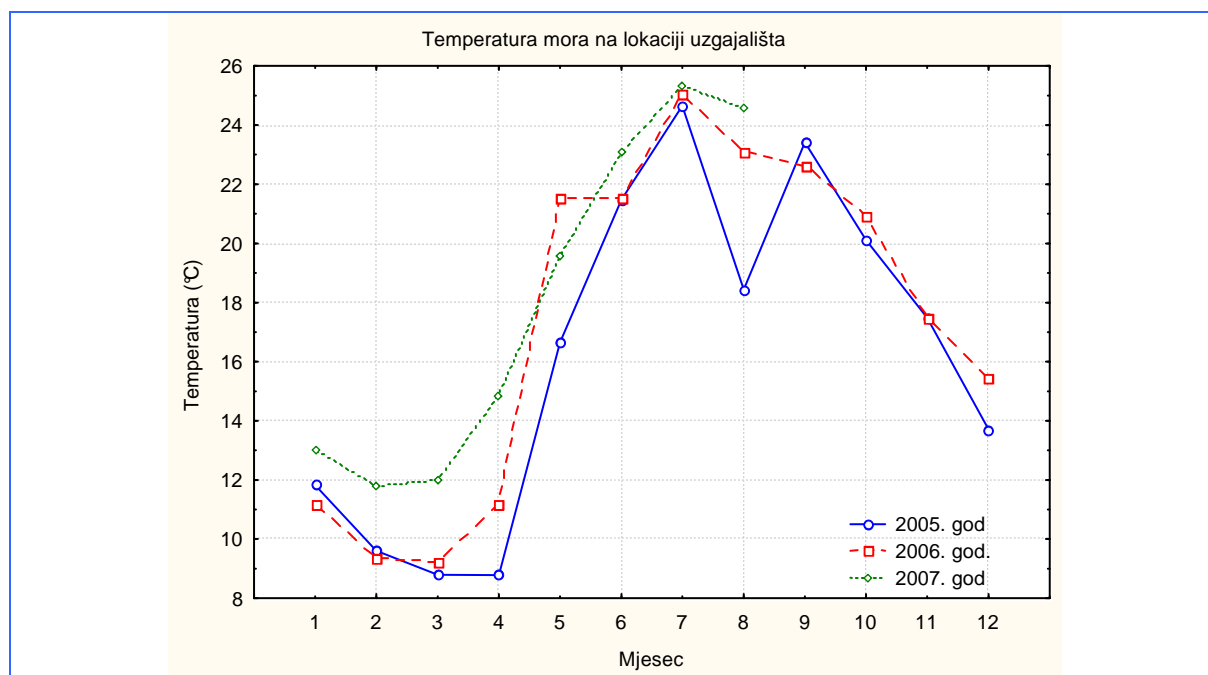
#### A.4.3.5. Rast lubina i komarče

Pored hrane, temperatura morske vode ima veoma važnu ulogu za brzinu rasta ribe i konačnu proizvodnju ribe. Godišnje kolebanje temperature te njene minimalne i maksimalne godišnje vrijednosti određuju duljinu vremena koje je potrebno da riba dosegne neku željenu veličinu (masu).

Na lokaciji zahvata se najniže temperature morske vode nalaze se u veljači i ožujku kada se mogu spustiti i ispod  $9^\circ\text{C}$ , a najviše su tijekom srpnja (Slika A.4.3.-1.). Prosječni godišnji hod temperature ( $T(t)$ ) morske vode može se opisati periodičnom funkcijom vremena (prvi harmonik) kao

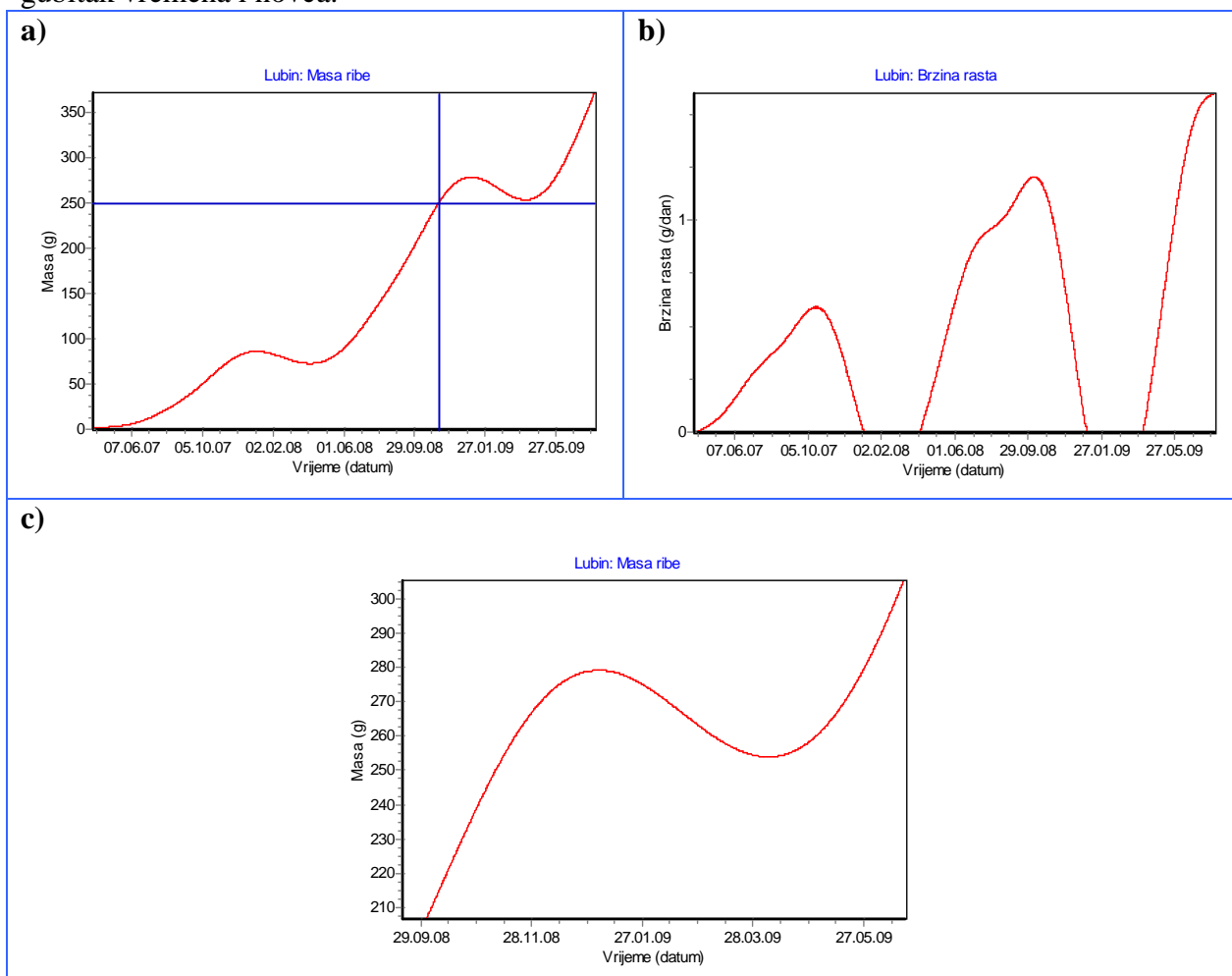
$$T(t) = 17,0 - 7,1 \cos(2\pi(t - 49,3) / 365)$$

koja je uporabljena u modulu softvera **AquaKult** (Prilog I) za rast ribe.



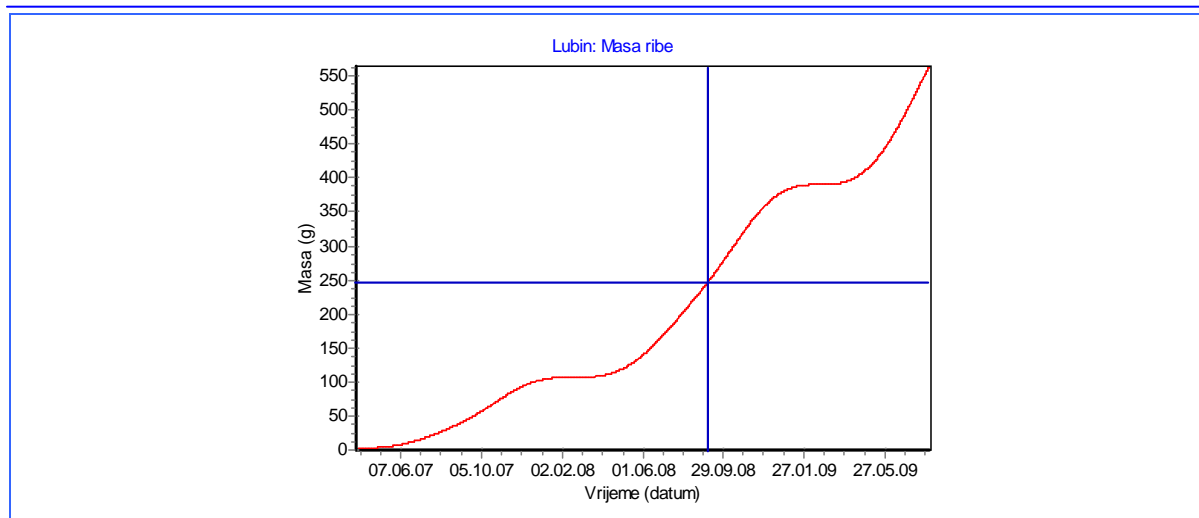
Slika A.4.3.-1 Godišnji hod temperature mora na lokaciji zahvata u Limskom zaljevu

Kako se na slici A.4.3.-1. vidi, minimalne temperature iz godine u godinu ne moraju biti jednake. Kočenje rasta ribe nastaje na niskim temperaturama, a ispod nekih vrijednosti temperature rast je i negativan. Upravo to se događa i s rastom ribe u Lirskom zaljevu. Prema primijenjenom numeričkom modelu rasta (Prilog I) u softveru **AquaKult**, za kojeg su parametri određeni iz eksperimentalnih podataka rasta lubina i komarče, može se vidjeti da se u jednom razdoblju godine javlja značajno kočenje rasta i gubitak mase ribe (Slika A.4.3.-2). Na primjeru rasta lubina može se vidjeti da bi s izlovom ribe u prosječnom godišnjem kretanju temperature treba započeti pri masi jedinki od 250 grama. Pri produljenom uzgoju do 350 jedan dio vremena se potroši za nadoknadu izgubljene mase što proizvodi određeni gubitak vremena i novca.



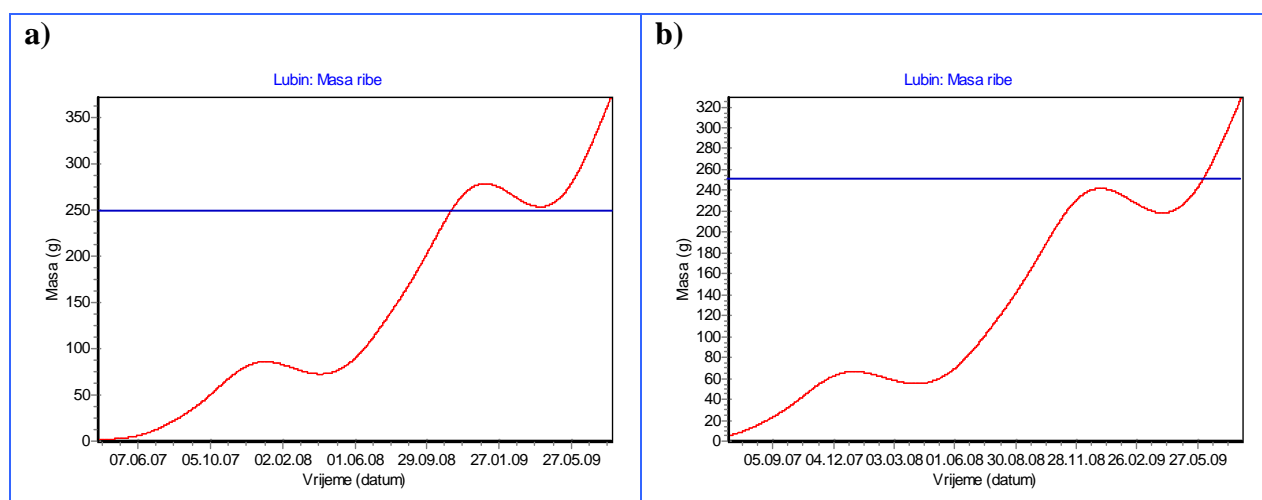
**Slika A.4.3.-2.** Rast (a) i brzina rasta (b) lubina u Lirskom zaljevu pri godišnjem (prosječnom) hodu temperature morske vode. Na povećanom dijelu slike rasta (c) vidi se da maksimalna masa ribe dosegnuta u prosincu pada do kraja ožujka i tek krajem maja postiže vrijednosti iz prosinca.

U izvanredno povoljnim temperaturnim prilikama kao što su bile u 2007. godini kada je npr. minimalna prosječna mjesečna temperatura bila oko 12 °C uzgoj može biti znatno isplativiji zbog akceleracije rasta (Slika A.4.3.-3).



**Slika A.4.3.-3.** Rast lubina kada je minimalna prosječna mjesečna temperatura 12 °C

Gornje simulacije rasta su napravljene za početne mase ribe od 2 g i razine hranidbe 100%. Na temperaturu morske vode uzgajivač nema utjecaja, ali ima na početnu masu ribe i razine hranidbe. U realnoj situaciji uzgoja razine hranidbe rijetko su 100% već su, ovisno o pažnji i rukovanju hranioca, one niže. Kasnije nasađivanje i veća početna masa ribe u Limskom zaljevu ne znače i povoljnije rezultate konačnog uzgoja. Simulacijama se pokazuje da je npr. početak nasada 1. travnja s početnom masom ribe od 2 g povoljniji nego li nasad 1. srpnja s početnom masom ribe od 5 g (Slika A.4.3.-4.). Stoga jedna od mjera za što uspješniji uzgoj u Limskom zaljevu može biti što raniji nasad kaveza sa što većom početnom masom jedinki. Druga mjera je da razina hranidbe bude što viša i ujednačena.



**Slika A.4.3.-4.** Rast ribe nasada 1. travnja s početnom masom od 2 g (a) i nasada 1. srpnja s početnom masom ribe od 5 g. Uočava se da u Limskom zaljevu kasniji nasad iako s većom početnom masom jedinke ne daje bolje rezultate rasta od ranijeg nasada s manjom početnom masom jedinke.

#### A.4.3.6. *Proizvodnja ribe*

U proizvodnji je ribe, pored broja kaveza, njihovih dimenzija te svih ostalih čimbenika od utjecaja na rast i održavanje ribe, važno unaprijed definirati dvije konstante. To su **masena koncentracija** ribe u kavezu (obično se to označavalo kao gustoća ribe u kavezu, ali kako je pojam gustoća fizička veličina (masa ribe kroz njezin volumen) ovdje se radije uvela veličina masena koncentracija).

Definicija masena koncentracija ( $C_m$ ) ribe u kavezu je:

$$C_m(\bar{m}, R, h) = \frac{\sum_{i=1}^N m_i(t)}{V_k(R, h)} = \frac{N_k \cdot \bar{m}(t)}{V_k(R, h)}$$

gdje su:  $m_i(t)$  - masa  $i$ -te ribe u vremenu  $t$ ,  $\bar{m}(t)$  - prosječna masa od  $N_k$  riba u kavezu,  $V_k(R, h)$  – volumen kaveza ovisan o promjeru  $R$  i visini mreže  $h$ . Vrijednosti  $C_m$  i  $\bar{m}(t)$  se mijenjaju s vremenom. Za kontroliranje veličine proizvodnje, a i utjecaja na okoliš, potrebno je unaprijed definirati njihove maksimalne vrijednosti ( $\max(\bar{m})$  i  $\max(C_m)$ ). Određivanjem vrijednosti ovih veličina moguće je odrediti i razinu utjecaja uzgoja na okoliš makar svi ostali čimbenici uzgoja ostaju nepromijenjeni.

Prosječna masa ribe pri izlovu ( $\max(\bar{m})$ ) i masena koncentracija ribe u kavezu ( $\max(C_m)$ ) su dvije važne veličine u simulacijama uzgoja sa softverom **AquaKult** (Slika A.4.3.-5.) s kojima je određena i konačna veličina proizvodnje ribe. Na slici A.4.3.-5. prikazani su svi uvjeti uzgoja ribe pod kojima je simulirana proizvodnja na lokaciji zahvata.

The screenshot shows the AquaKult software interface with the following parameters and settings:

- VRSTE ZA UZGOJ:** LUBIN and ORADA are selected.
- Postotak prve vrste:** 70
- Mortalitet:** Mlađi (%) 25, Konzuma (%) 5
- Masa predrasta (g):** 160
- Masa ribe predrasta:** kada se premješta u kaveze za konzum
- Vrijeme i masa mlađi pri nasadu u kaveze:**
  - Lubin:** Početak 1. 4. 2007, masa [g] 2; Završetak 30. 7. 2007, masa [g] 5
  - Orada:** Početak 1. 4. 2007, masa [g] 2; Završetak 30. 7. 2007, masa [g] 5
- Uvjeti pri izlovu konzumne ribe:**
  - Srednja masa izlovnog primjerka (g) 350
  - Max masena koncentracija (kg/m<sup>3</sup>) 11
  - Min izlovne mase (kg/dan) 1000
  - Max izlovne mase (kg/dan) 4000
  - Duljina uzgojnog ciklusa (god) 3
- UPOZORENJE:** Pri promjeni podataka uvjeta uzgoja obavezno prihvatiti podatke
- Prihvati uvjete uzgoja** button
- Finalna masa predrasta mora biti <=160.6 g
- Masa primjeraka za izlov mora biti: 393.1 g

**Slika A.4.3.-5.** Parametri uzgoja i njihove vrijednosti kod simulacije proizvodnje ribe na uzgajalištu "Marimirna" u Lirskom zaljevu

Simulacije proizvodnje ribe na uzgajalištu "Marimirna" u Limskom zaljevu su napravljene za razdoblje od 2007. do kraja 2020. godina. Uz pretpostavku dobre uzgojne prakse na uzgajalištu ribe u Limskom zaljevu, razina hranidbe u simulacijama se postavila na 70 do 95% od maksimalno moguće (100%).

Za postizanje izlovne prosječne mase primjeraka od 350 g jedan uzgojni ciklus mora biti do tri godine. Polovica pravokutnih (predkonzum – mlađ) kaveza nasadije se s mlađi koja se nakon doseganja pojedinačne mase od oko 150 premješta u kružne (konzum) kaveze do konačne mase od 350 g. Tako se postiže da se izlov u kružnim kavezima obavlja svake godine.

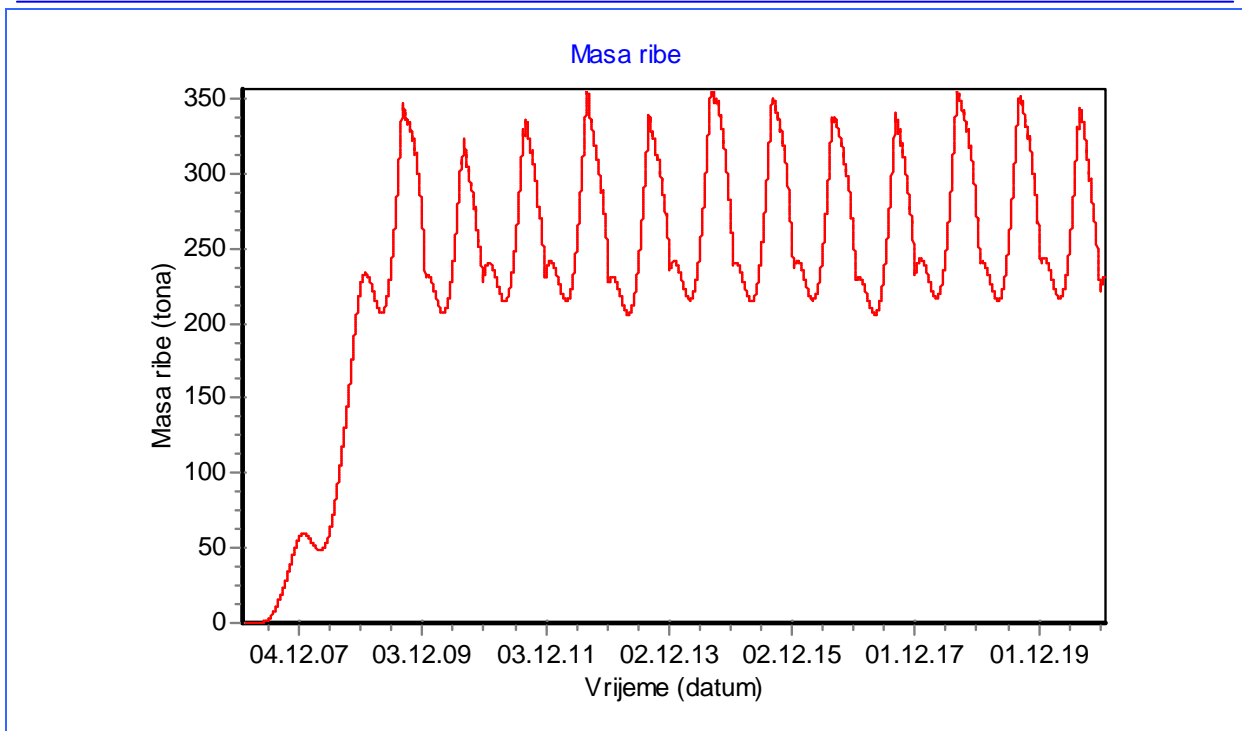
U softveru **AquaKult** svaki kavez je entitet za koji se računa veličina nasada i rast ribe, pa program pojedinačno radi sa 156 kaveza. U tablici A.4.3.-1 prikazan je rezultat niza simulacija proizvodnje ribe u odnosu na masenu koncentraciju riba u kavezu.

Cm (kg/m <sup>3</sup> )	Minimum (tona)	Maksimum (tona)	Prosjek (tona)
8	180	233	195
10	234	294	253
11	260	306	284
12	287	351	313
14	342	411	376

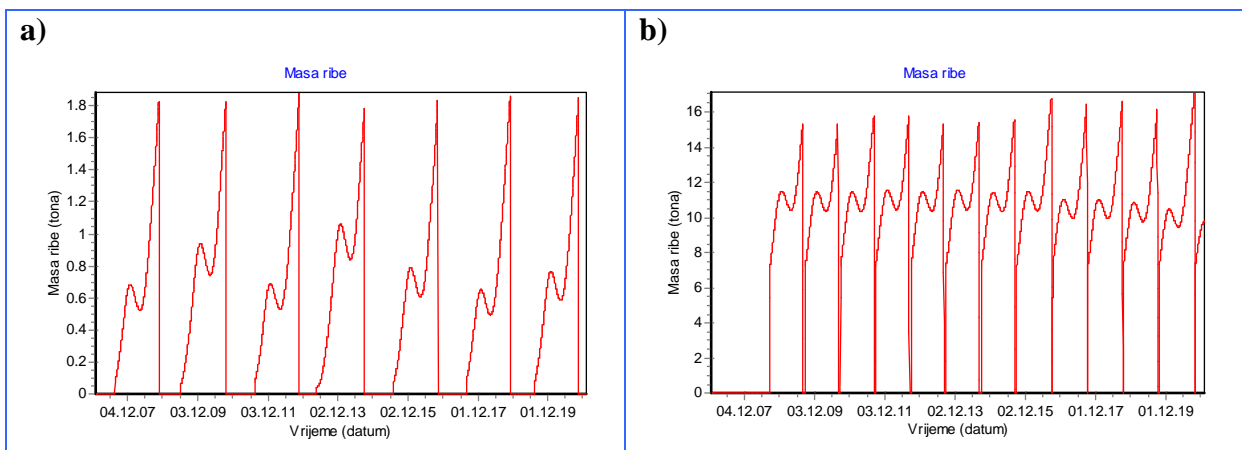
Iz tablice A.4.3.-1. je vidljivo da se uz masenu koncentraciju od 11 - 12 kg/m<sup>3</sup> prosječna godišnja proizvodnja ribe kreće u rasponu od 284 do 313 kg/godina. Daljnje simulacije i izvedeni rezultati su napravljeni s masenom koncentracijom ribe u kavezima od 11,5 kg/m<sup>3</sup>.

Kolebanje ukupne mase ribe koja se tijekom uzgoja nalazi u kavezima je od 210 do 350 tona (Slika A.4.3.-6.). Kolebanje mase ribe tijekom uzgoja u jednom pravokutnom kavezu (190 m<sup>3</sup>) i jednom kružnom (1227 m<sup>3</sup>) prikazano je na slici A.4.3-7. U manjem pravokutnom kavezu vrhovi ukupne mase uglavnom dosežu 1,8 tona dok su maksimumi u kružnim kavezima do 16 tona.

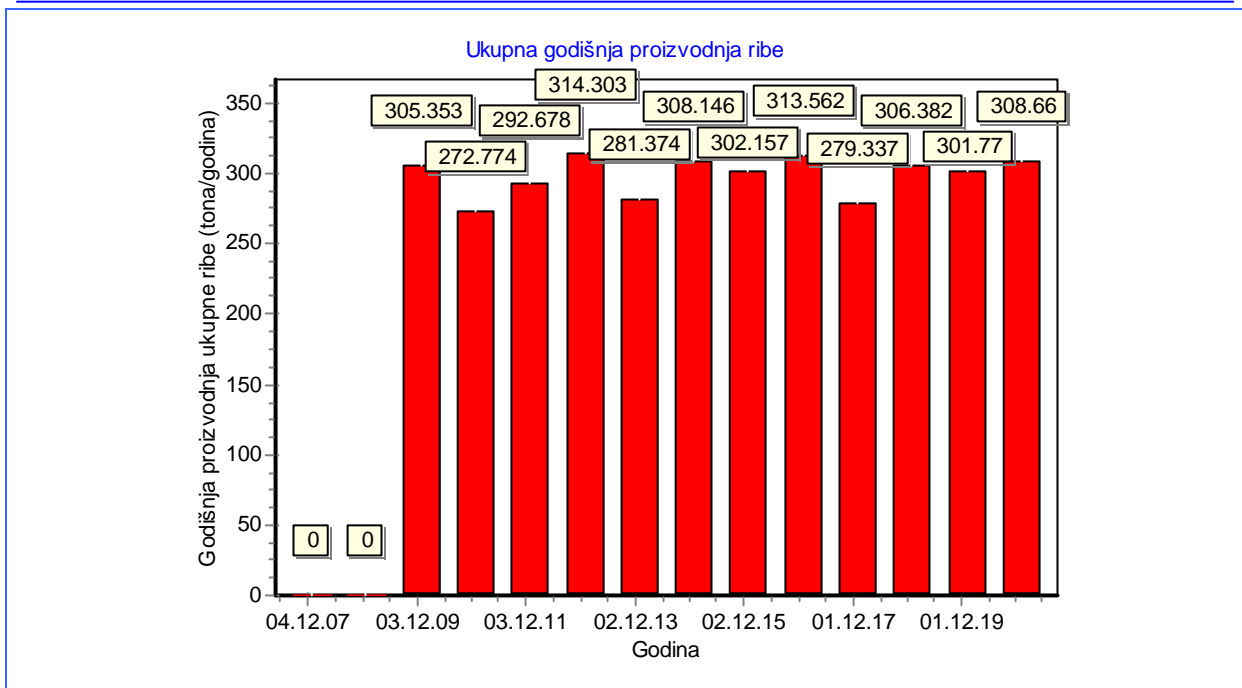
Simulirana ukupna godišnja proizvodnja ribe na uzgajalištu "Marimirna" u Limskom zaljevu se iz godine u godinu izmjenjuje u količini od 270 tona do 314 tona (Slika A.4.3.-8.).



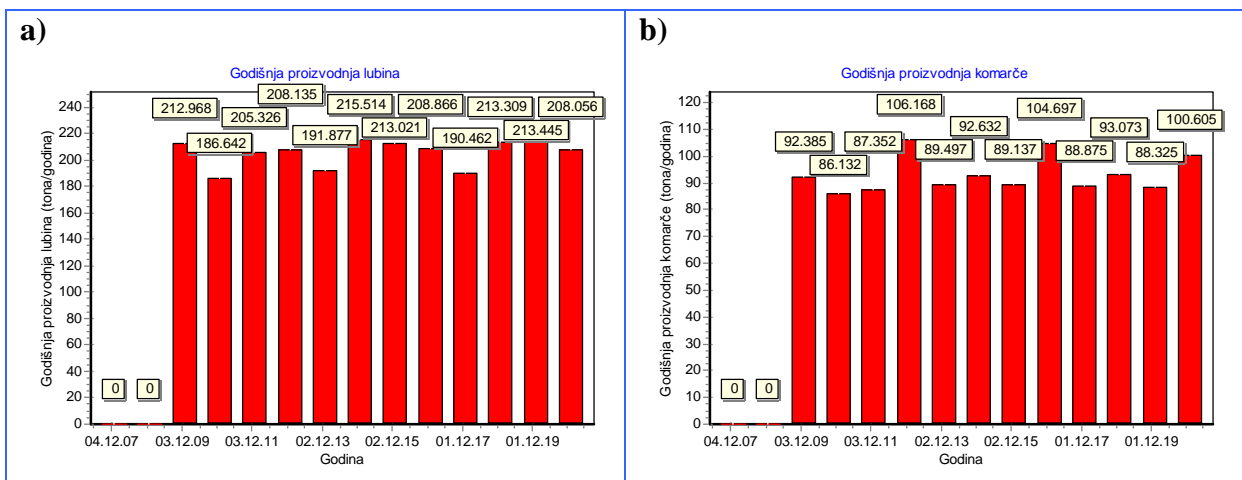
Slika A.4.3.-6. Simulacija kolebanja ukupne biomase tijekom uzgoja ribe u Limskom zaljevu



Slika A.4.3.-7. Kretanje mase ribe u manjim pravokutnim kavezima (a) i većim kružnim kavezima (b) pri maksimalnoj masenoj koncentraciji ribe od  $11,5 \text{ kg/m}^3$



**Slika A.4.3.-8.** Rezultat simulacije kretanja godišnje proizvodnje ribe na uzgajalištu u Lirskom zaljevu kada je prosječna izlovnna masa primjeraka 350 g i maksimalna masena koncentracija ribe u kavezu 11,5 kg/m<sup>3</sup>.



**Slika A.4.3.-9.** Kretanje proizvodnje lubina (a) i komarče kada je njihova zastupljenost u ukupnom 70% i 30%

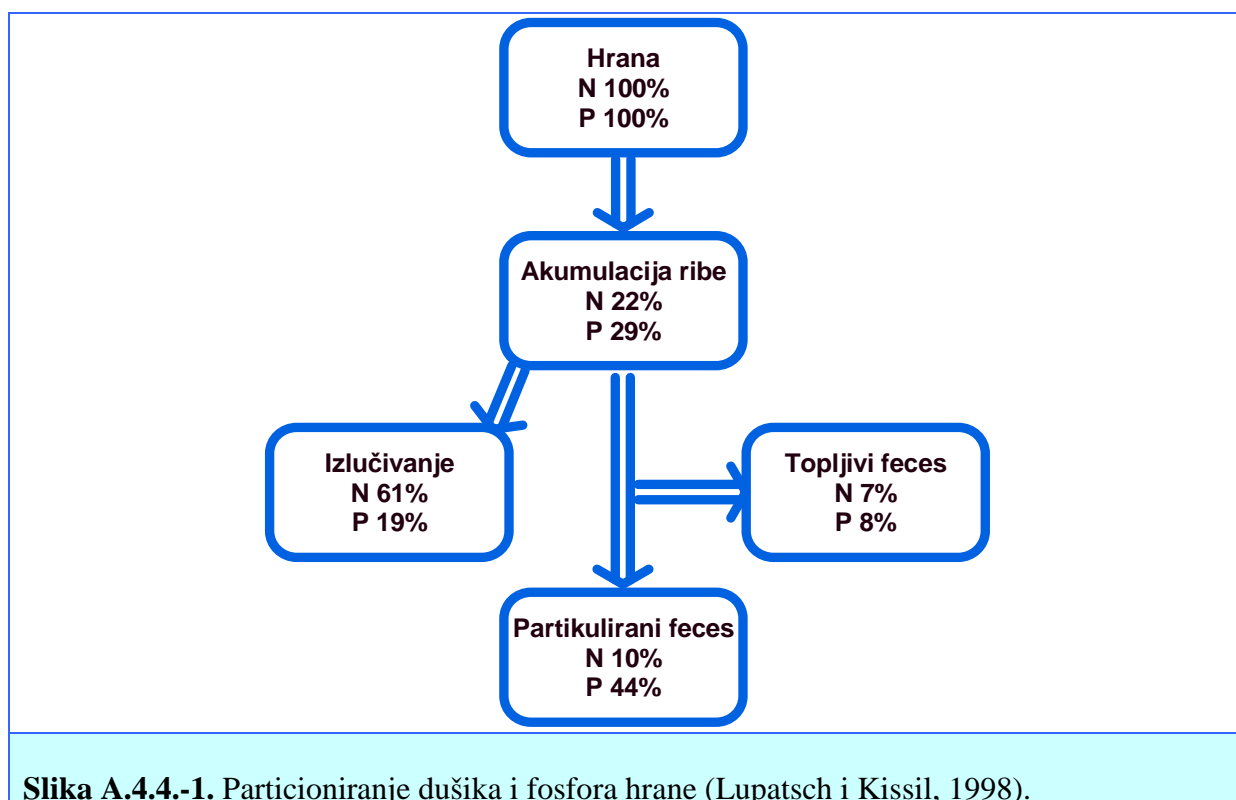
**Proizvodna količina ribe** (lubina i komarče): U sustavu kaveza uzgajališta tvrtke "Marimirna" na lokaciji Lirskog zaljeva moguća je godišnja proizvodnja od oko 300 tona bijele ribe (lubin i komarča) kada je izlovnna masa primjeraka 350 g i najviša masena koncentracija u kružnim kavezima od 11 do 12 kg/m<sup>3</sup>.

#### A.4.4. Količina emisije produkata metabolizma ribe

Ribe nakon pretvorbe pojedene hrane jedan dio pretvaraju u svoju biomasu, a jedan dio kao otpadne tvari metabolizma izlučuju u okoliš. Glavne izlučevine metabolizma ribe su

- amonijak
- urea
- izmet (feces)
- ugljični dioksid

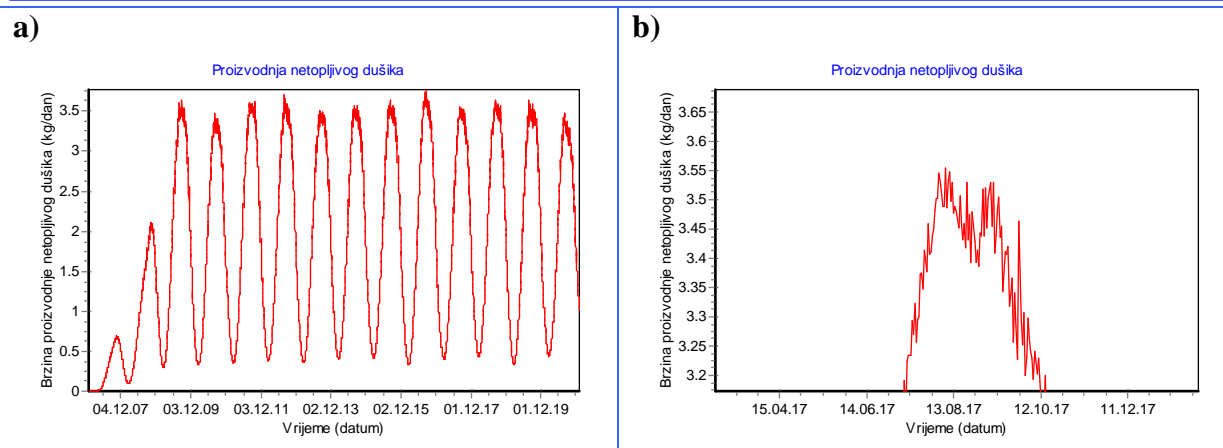
i svi sadrže tri glavne elementarne tvari: dušik, fosfor i ugljik. Za utjecaj na okoliš su važni dušik i fosfor pa će oni imati glavnu ulogu u prikazu emisije tvari pri uzgoju riba. Izmetom izlučeni dušik dalje se dijeli na komponentu koja je nakon defekacije topljiva u morskoj vodi i na netopljivi dio (From i Rasmussen, 1984; Dosdat et al., 1996). Netopljivi dio završava na morsko dno odnosno na/u sediment. Za određivanje netopljivoga dušika izmeta potrebno je poznavanje udjela netopljive frakcije izmeta. Kod riba je apsorpcijski koeficijent proteina veoma visok i kreće se od 90% do 95% (Dosdat i sur., 1996; Fernandez i sur, 1998; Robaina i sur., 1999) sa srednjom vrijednošću 92%, dok netopljiva frakcija dušika u izmetu znatnije koleba ovisno o vrsti ribe. Dosdat et al. (1996) su našli da se razmjerna količina netopljivog dušika u izmetu za nekoliko vrsta riba kreće od 22% do 87%. Međutim, većina vrijednosti se ipak nalazi iznad 70% sa srednjom vrijednošću od 80%. Apsorpcija fosfora se uglavnom kreće oko 50% (Fernandez i sur, 1998; Lupatsch i Kissil, 1998; Robaina i sur., 1999). Na slici A.4.4.-1. prikazano je particioniranje dušika i fosfora hrane pri uzgoju ribe.



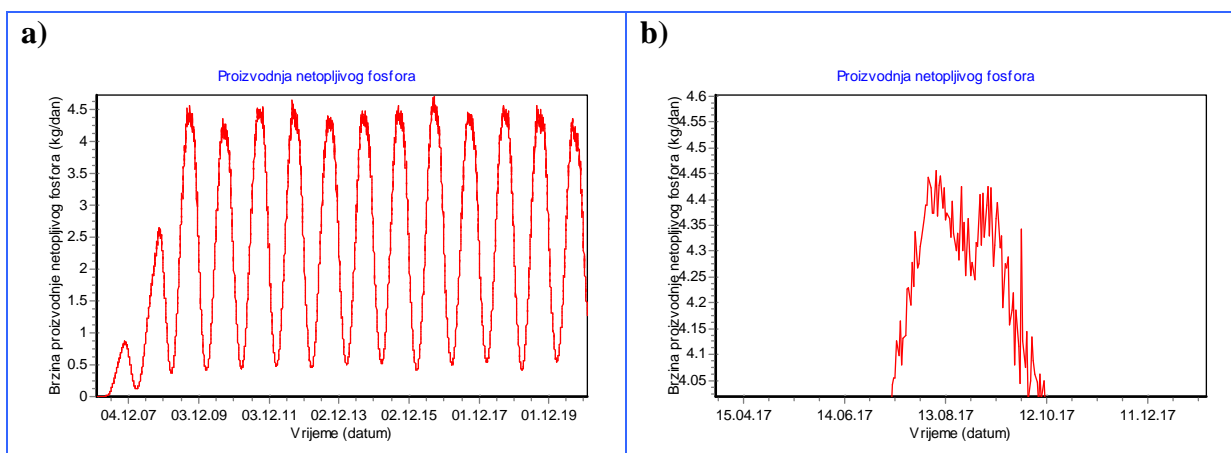
Slika A.4.4.-1. Particioniranje dušika i fosfora hrane (Lupatsch i Kissil, 1998).

Dnevna proizvodnja netopljivog dušika se kreće od minimalno 0,5 kg pa do 3,5 kg (Slika A.4.4.-2.). Za netopljivi fosfor se dobivaju slične vrijednosti odnosno od 0,5 do 4,5 kg/dan (Slika A.4.4.-3.). Proizvodnja topljivog dušika i fosfora su znatno veće i kreću se od 30-160 kg N/dan i 7-26 kg P/dan (Slika A.4.4.-4. i A.4.4.5.) Pored brzine značajno je i u kojem vremenskom razdoblju godine se javljaju vrhovi proizvodnje. Na slikama je ujedno prikazan i po jedan povećani vrh brzine proizvodnje tvari. Najveće brzine se javljaju polovinom kolovoza. U tom vremenskom razdoblju stoga mora biti i praćenje stanja okoliša.

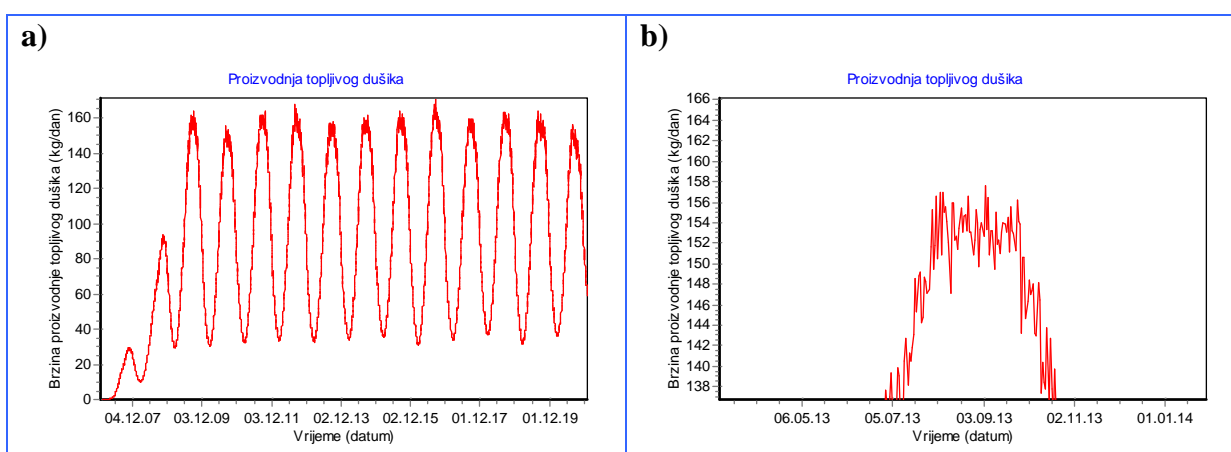




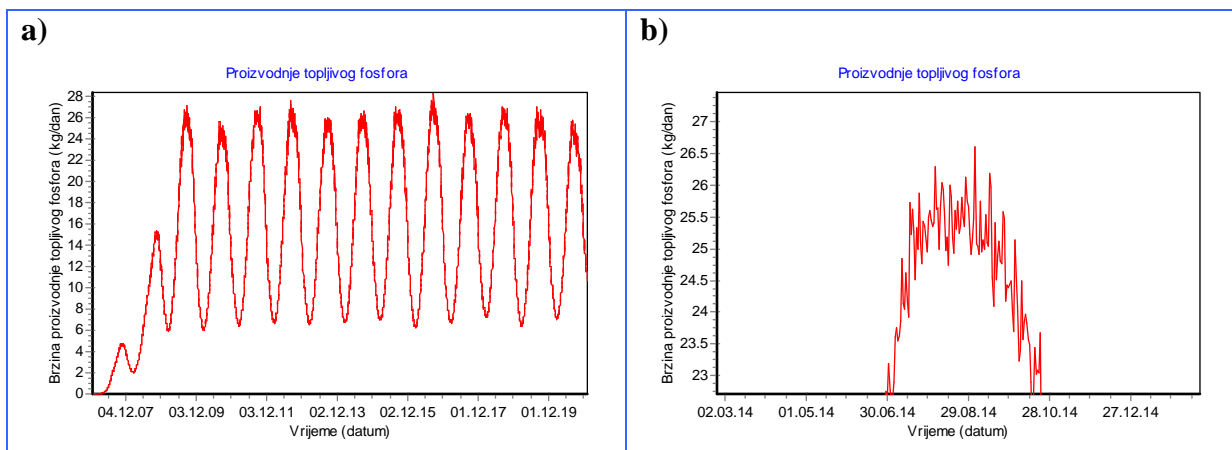
**Slika A.4.4.-2.** Kolebanje brzine proizvodnje **netopljivog dušika** (a) i razdoblje godine kada je njegova vršna proizvodnja (b)



**Slika A.4.4.-3.** Kolebanje brzine proizvodnje **netopljivog fosfora** (a) i razdoblje godine kada je njegova vršna proizvodnja (b)



**Slika A.4.4.-5.** Kolebanje brzine proizvodnje **topljivog dušika** (a) i razdoblje godine kada je njegova vršna proizvodnja (b)



**Slika A.4.4.-6.** Kolebanje brzine proizvodnje **topljivog fosfora** (a) i razdoblje godine kada je njegova vršna proizvodnja (b)

**Tablica A.4.4.-1.** Raspon emisije glavnih elementarnih tvari pri uzgoju ribe koje imaju utjecaj na eutrofikaciju morskog okoliša

Vrsta elementarne tvari	Emisija (kg/dan)	
	Minimum	Maksimum
Netopljiv dušik	0,5	3,5
Netopljiv fosfor	0,5	4,5
Topljiv dušik	30	160
Topljiv fosfor	7	26

#### A.4.5. Zbrinjavanje otpada

Pri uzgoju ribe stvara se nekoliko vidova otpada:

- komunalni otpad
- uginula riba
- obraštaj instalacija (kaveza)
- ostali otpad.

##### A.4.5.1. Zbrinjavanje komunalnog otpada

Komunalni otpad uglavnom nastaje od boravka ljudi na kavezima. U komunalni otpad spada papirnata ambalaža hrane za ribu koja ujedno čini najznačajniji dio ovog vida otpada. Zbrinjavanje komunalnog otpada ugovoreno je sa ovlaštenim poduzećem "Usluga" d.o.o. iz Poreča.

#### **A.4.5.2. Zbrinjavanje uginule ribe**

Uginula riba je organski otpad koji se svakodnevno uz pomoć ronioca posebnom mrežom vadi na brod i zaleđuje. Uginula riba se nakon odstranjivanja iz kaveza skladišti u hladnjacima na -18°C. Kada se hladnjaci napune, ribu preuzima Veterinarska stanica Rijeka koja je prema ugovoru odvozi svojim vozilima na neškodljivo uklanjanje.

#### **A.4.5.3. Zbrinjavanje obraštaja sa uzgojnih instalacija**

Obraštaj s uzgojnih instalacija povremeno treba skidati iz više razloga: usporenje protoka vode, zbog težine obraštaja mogućnost prekida mreže i vezova i sl..

U obraštaju dominantno sudjeluju dagnje (*Mitylus galloprovincialis*) i različite vrste algi. Povremenim brisanjem obraštajnih površina donekle se može spriječiti njihovo masovo nakupljanje. To se naročito odnosi na dijelove instalacija koje se ne mogu mijenjati (kavezni prsteni, sidreni vezovi). Mreža kaveza se u razmaku od jedan do četiri mjeseca zamjenjuje novom čistom mrežom. Na taj način se ne dozvoljava prekomjerno nakupljanje mase obraštaja, što naročito vrijedi za dagnje. Obraštaj sa mreža kaveza čisti se pomoću stroja za pranje mreža koji je smješten na kopnenom dijelu uzgajališta. Voda koja pranjem izlazi iz stroja prolazi kroz rešetkasti sakupljač na kojem se nakuplja čvrsta otpadna tvar. Nakon sakupljanja s rešetke i taložnika, otpadne tvari zbrinjava ovlašteno poduzeće.

#### **A.4.5.4. Ostali otpad**

Ostali otpad podrazumijeva otpad tehničke naravi koji nastaje na brodovima i brodicama. To su uglavnom motorna ulja i kaljužne vode koje se uklanjaju sukladno propisima koji reguliraju uvjete zaštite okoliša pri plovidbi brodova. Opasni otpad i određene vrste neopasnog tehnološkog otpada zbrinjavaju se prema ugovoru sa tvrtkom "Metis" iz Pule.

## A.5. PROCJENA TROŠKOVA RADA ZAVATA

Procjena troškova polazi od činjenice da je ciklus proizvodnje već uspostavljen i da za već postojeće kaveze nema amortizacije pa će ovdje biti prikazan trošak repromaterijala, obrtnih sredstava, nematerijalnih sredstava i cijene rada.

Uzgajalište tvrtke "Marimirna" u Limskom zaljevu radi sa 156 kaveza od kojih je 136 pravokutnih i 20 kružnih. Početak izlova konzumne ribe je kada ona dosegne masu od 0,35 kg. Godišnja proizvodnja lubina i komarče uz masenu koncentraciju ribe u kavezima od 11 do 12 kg/m<sup>3</sup> jest 300 tona. Za ovu veličinu proizvodnje ribe potreban je nasad u iznosu od 1.100.000 komada mlađi. Očekivani mortalitet mlađi i konzumne ribe je do 30%.

### Trošak repromaterijala

Riblja mlađ se nabavlja iz domaćih izvora odnosno iz mrijestilišta tvrtke "Cenmar" iz Nina. Nasadna veličina je od 2 do 5 g.

MLAĐ	JEDINIČNA CIJENA (kuna)	KOLIČINA (komada)	TROŠAK (kuna)
Lubin+komarča	1,5	1.100.000	1.650.000
<b>UKUPNO</b>			<b>1.650.000</b>

Hrana za mlađ je za 40% skuplja od hrane za konzumnu ribu, ali nje se troši i znatno manje od one za veću ribu pa je ovdje u račun uzeta nešto povećana njihova prosječna vrijednost.

HRANA	JEDINIČNA CIJENA (kuna/kg)	KOLIČINA (kg)	TROŠAK (kuna)
Mlađ+konzum	8,5	600.000	5.100.000
<b>UKUPNO</b>			<b>5.100.000</b>

### Trošak materijala

VRSTA MATERIJALNIH TROŠKOVA	IZNOS (kuna)
Gorivo	154.963
Voda, telefon, električna energija	200.138
Sitan materijal	95.770
<b>UKUPNO</b>	<b>450.871</b>

**Nematerijalni troškovi**

<b>VRSTA NEMATERIJALNIH TROŠKOVA</b>	<b>IZNOS (kuna)</b>
Veterinarski troškovi	149.021
Špeditorske usluge	84.492
Troškovi prijevoza	179.397
Koncesija	62.269
Studija	200.000
Trošak praćenja okoliša	150.000
<b>UKUPNO</b>	<b>825.179</b>

**Procjena godišnjih troškova rada zahvata**

<b>VRSTA TROŠKA</b>	<b>IZNOS (kuna)</b>
<b>Materijalni troškovi</b>	<b>7.200.871</b>
<b>Nematerijalni troškovi</b>	<b>825.179</b>
<b>Trošak plaće zaposlenika</b>	<b>2.312.500</b>
<b>UKUPNO</b>	<b>10.338.550</b>

Trenutačno nositelj zahvata ostvaruje cijenu za prodanu ribu od 37,86 kuna/kg, pa je procjena dobiti izračunata s obzirom na ovu cijenu.

<b>REALIZACIJA OD PRODANE RIBE</b>	<b>11.358.000</b>	<b>kuna</b>
<b>TROŠKOVI RADA ZAHVATA</b>	<b>10.338.550</b>	<b>kuna</b>
<b>DOBIT PRI RADU ZAHVATA</b>	<b>1.019.450</b>	<b>kuna</b>

Omjer uloženog i dobivenog novca pokazuje da zahvat radi na razini učinkovitosti od oko 10% što je za ovakvu vrstu zahvata zadovoljavajuće.

**A.6. OPIS ODNOSA NOSITELJA ZAHVATA S JAVNOŠĆU PRIJE IZRADE  
STUDIJE**

Uzgajalište tvrtke "Marimirna" Limskom zaljevu nalazi se u neizgrađenom području. Kako se prostornim planovima prostor Limskog zaljeva želi sačuvati od izgradnje, na taj način izostaje natjecanje za korištenje istog prostora između lokalnog stanovništva i nositelja zahvata kojeg obično ima u drugim prilikama. Pored toga na uzgajalištu je stalno zaposleno 15 radnika koji su, uglavnom, stanovnici okolnih naselja. Sve to zajedno s činjenicom da uzgajalište u ovom prostoru postoji već preko 25 godina daje ozračje da lokalno stanovništvo nije isključivo prema marikulturi u Limskom zaljevu. Tomu pridonosi i vodstvo tvrtke "Marimirna" koje pored održavanja dobre komunikacije i na druge načine doprinosi u radu uže i šire lokalne zajednice. Uzgajalište nije kočnica lokalnoj zajednici u razvoju svih, u tom prostoru, dozvoljenih aktivnosti.

## B. OCJENA PRIHVATLJIVOSTI ZAHVATA

### B.1. PREGLED MOGUĆIH UTJECAJA ZAHVATA NA OKOLIŠ

Mogući utjecaji uzgajališta ribe se prema mjestu i vremenu njihova nastanka u području zahvata mogu razvrstati u tri osnovne skupine:

- Utjecaji koji nastaje pri građenju zahvata
- Utjecaji na morski okoliš pri radu zahvata, koji se dalje mogu podijeliti na:
  - a) utjecaje na vodeni stupac
  - b) utjecaje na morsko dno/sediment
- Utjecaji na druge (ljudske) aktivnosti u području zahvata
- Utjecaji nakon prestanka rada zahvata.

Navedene skupine utjecaja kao i sam zahvat nemaju jednaku težinu svojih posljedica na okoliš. Neki utjecaji imaju dulje (trajne) posljedice na okoliš dok su neki privremeni odnosno traju samo toliko vremena ili nešto dulje od trajanja samog zahvata. Prema današnjim spoznajama uzgoj ribe u moru ne ostavlja trajne posljedice odnosno utjecaji traju koliko traje rad zahvata, a posljedice u sedimentu su nešto dulje (reda nekoliko godina).

### B.2. UTJECAJ PRI GRAĐENJU ZAHVATA

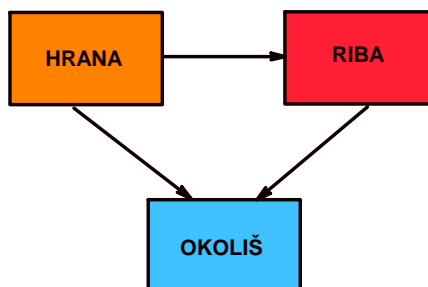
Zahvat za koji je izrađena ova Studija već se dugo vremena nalazi u prostoru Linskog zaljeva. Stoga neće biti ni utjecaja koji mogu nastati pri građenju.

Inače pri postavljanju kaveza mogu nastati oštećenja pridnenih životnih zajednica prilikom postavljanja sidrenih instalacija ako se ona vuku po morskom dnu. Kasnije su sami kavezi i sidrene instalacije podloga ili stanište za naseljavanje različitih morskih organizama te na neki način djeluju kao umjetni brakovi koji su zakloništa i okupljališta riba.

### B.3. UTJECAJI NA MORSKI OKOLIŠ PRI RADU ZAHVATA

#### B.3.1. Općenito

Pri uzgoju riba glavna mjesta i tok tvari su prema shemi



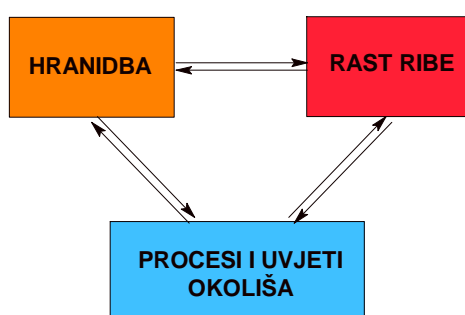
iz koje je vidljivo da je unos hrane izravno ili neizravno (preko ribe) glavni izvor u opterećivanju okoliša (morskog sustava). Glavni stres za morski ekosustav nastaje od ulaza dušika i fosfora, a rezultat je mijenjanje trofičkog statusa određenog vodenog tijela. Znakovi eutrofikacije u sedimentu su porast anorganskog i organskog ugljika, dušika, fosfora, mikrobne biomase i enzimskog potencijala za razgradnju supstrata, nitrifikacija, denitrifikacija i povećani tok (fluks) tvari iz sedimenta. S porastom eutrofikacije omjer autotrofnih prema heterotrofnim mikrobiološkim procesima postaje reduciran, a filamentne

slobodne makroalge, zamućenje od oksidirajućih sumpornih bakterija i anaerobne fototrofne bakterije predstavljaju vidljive znakove eutrofikacije.

Po fizičkom obliku otpuštenih tvari iz uzgajališta u okoliš one se mogu razvrstati kao: topljive i netopljive. Sudbina i utjecaj ovih fizičkih oblika tvari je različit. Nakon oslobađanja u vodeni stupac fizičko ponašanje ovih tipova otpadnih tvari ovisi o hidrodinamičkim svojstvima, topografiji dna i geografiji određenog područja. Utjecaji otopljenih nutrijenata (spojeva dušika i fosfora) ovise o brzini kojom se oni razrjeđuju prije asimilacije u pelagički ekosustav. U okolišu sa slabom izmjenom vode postoji rizik visokog stupnja akumulacije nutrijenata što se označava kao hipernutrikacija.

U plitkim vodama sa slabom izmjenom vode, čvrsti otpadni produkti iz kaveza uzgajališta tonu na dno u blizini točke ispuštanja. U slučaju kontinuirane proizvodnje mogu uzrokovati brzu lokalnu akumulaciju na morskom dnu. Tvari ispuštene u dubljem moru ili gdje su jaka strujanja raspršit će se na većoj površini morskog dna.

Procesi vezani za uzgoj i okoliš stoje u međusobnoj povratnoj sprezi prema shemi



a veličina njihovih interakcija određuje kapacitet uzgoja. Interakcija okoliša i uzgoja ribe povezana je uvjetima uzgoja i uvjetima okoliša (Tablica B.3.1.-1).

**Tablica B.3.1.-1.** Glavni čimbenici i varijable utjecaja na količine tvari u morskoj vodi i sedimentu područja uzgoja ribe

ČIMBENIK	VARIJABLA
Uvjeti kaveza	Oblik
	Promjer
	Visina
	Broj kaveza
	Razmještaj kaveza
Uvjeti uzgoja	Količina ribe
	Masena koncentracija ribe
	Brzina tonjenja čestica hrane i fecesa
Uvjeti morske vode	Dubina
	Brzina struje
	Smjer struje
	Turbulentna difuzija
Uvjeti sedimenta	Brzina sedimentacije
	Bioturbacija i difuzija
	Brzina razgradnje tvari

Sve ove varijable su uključene u računalni program **AquaKult** kojim se opisuje emisija tvari iz uzgajališta i moguće opterećivanje morskog okoliša. Osnovni zadatak pri postavljanju zahvata je da se u prostoru što veća količina otpadnih tvari što više "razrijedi" kako bi se umanjio učinak na okoliš. Pri uzgoju riba za bolje razumijevanje ukupnog utjecaja na okoliš potrebno je sagledati interakcije i naći pravu mjeru vrijednosti varijabli uzgoja.

### B.3.2. Utjecaj na koncentracije fosfora i dušika u stupcu morske vode

Glavne elementarne tvari izlučevina ribe koje imaju utjecaj na morski okoliš jesu dušik i fosfor. Pomoću koncentracija dušika i fosfora određuje se trofija određenog morskog sustava. Za opisivanje trofičkog statusa morskog obalnog i estuarnog ekosustava koriste se četiri kategorije: oligotrofija, mezotrofija, eutrofija i hipertrofija. Dok su npr. oceanske vode oligotrofne, obalni sustavi su obično u rasponu od mezotrofnih do eutrofnih uslijed antropogenog i unosa rijekama. Problemi eutrofikacije mogu biti značajni naročito u područjima sa slabom izmjenom vodene mase.

Prema koncentracijama dušika i fosfora u morskoj vodi napravljena je kategorizacija mora u Hrvatskoj prikazana u tablici B.1.2.1 (Narodne novine, 77/1998).

<b>Tablica B.3.2.-1.</b> Dopuštene granične vrijednosti za pojedine vrste voda prema Uredbi o klasifikaciji voda (Narodne novine, 77/1998)		
	<b>Ukupni N (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Ukupni P (mg dm<sup>-3</sup>)</b>
I VRSTA	<1,0	<0,01
II VRSTA	1,0 – 3,0	0,01 – 0,0255
III VRSTA	3,0 – 10,0	0,025 – 0,06
IV VRSTA	10,0 – 20,0	0,06 – 0,15
V VRSTA	>20	>0,15

Masena koncentracija ukupnog fosfora je jedan od najvažnijih pokazatelja stupnja trofije nekog dijela mora (Narodne novine, 77/1998). Prema koncentraciji fosfora neki morski sustav se svrstava u neki od sljedećih stupnjeva trofije:

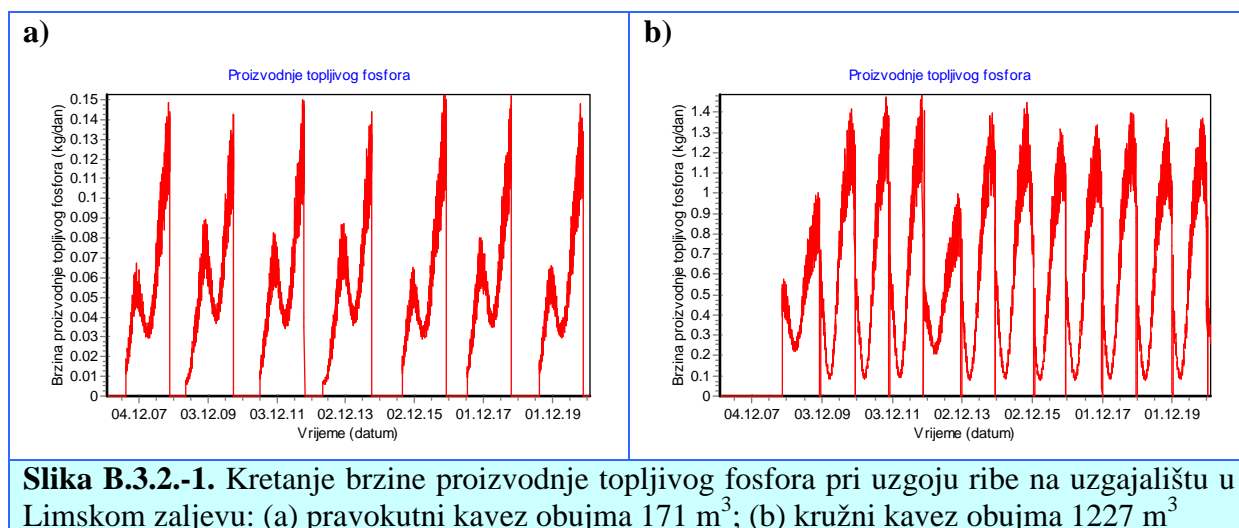
<b>Koncentracija ukupnog fosfora (mg dm<sup>-3</sup>)</b>	<b>Stupanj trofije</b>
<0,01	OLIGOTROFAN
0,01 – 0,04	MEZOTROFAN
0,04 – 0,1	UMJERENO EUTROFAN
>0,1	EUTROFAN

Povećanjem brzine strujanja koncentracije otopljenih tvari se smanjuju. Kod pravokutnih kaveza kritični je smjer strujanja onaj paralelan s najduljim stranicama kaveza. S druge strane koncentracije se povećavaju s povećanjem brzine unosa otopljenih tvari.



Prema tome maksimalna koncentracija se određuje prema nekoj najučestalijoj minimalnoj brzini strujanja i maksimalnoj brzini unosa tvari.

Najučestaliji intenzitet strujanja u području zahvata je u razredu 1-2 cm/s (Tablica A.3.3.-2). Fosfor je za primarnu proizvodnju u Jadranu kritičan element pa će se za njega razmatrati moguće koncentracije morskoj vodi koje nastaju pri proizvodnji ribe u Limskom zaljevu. Kako je ranije pokazano u ukupna proizvodnja topljivog fosfora se kreće od 7 do 26 kg P/dan. Međutim, za prognozu koncentracija u morskoj vodi značajnije su pojedinačne proizvodnje svakog kaveza (Slika B.3.2.-1). Maksimumi brzine proizvodnje su oko 0,15 kg/dan u manjim (pravokutnim) i 1,4 kg/dan u većim (kružnim) kavezima.



**Slika B.3.2.-1.** Kretanje brzine proizvodnje topljivog fosfora pri uzgoju ribe na uzgajalištu u Limskom zaljevu: (a) pravokutni kavez obujma 171 m<sup>3</sup>; (b) kružni kavez obujma 1227 m<sup>3</sup>

Kada se znaju emisije fosfora tada se jednostavno može izračunati najmanja brzina strujanja koja je potrebna da se koncentracija unutar kaveza održava ispod neke dozvoljene (npr. za oligotrofno more <0,01 mg P/dm<sup>3</sup>). Akumulacija neke tvari u kavezu je

$$V_k \frac{dC_k}{dt} = I - \frac{C_k V_k}{\tau_m}$$

gdje su:  $V_k$  volumen kaveza,  $C_k$  koncentracija tvari unutar kaveza,  $I$  emisija tvari unutar kaveza i  $\tau_m$  srednje vrijeme izmjene vode kaveza. Vrijeme izmjene vode kaveza ovisi o geometriji kaveza i uz pomoć računalnog programa **AquaKult** empirički je dobiveno (Tudor, nepublicirano) da je ono za kružni kavez

$$\tau_m = 0.54 \frac{R}{u_{sr}}$$

dok je za pravokutni kavez ono

$$\tau_m = 0.63 \frac{L}{u_{sr}}$$

gdje su:  $u_{sr}$  vertikalno (po visini kaveza) usrednjena brzina horizontalnog strujanja,  $R$  promjer kružnog kaveza i  $L$  duljina stranice pravokutnog kaveza paralelne sa strujanjem. U stacionarnim uvjetima koncentracije u kavezu, brzina strujanja kroz kavez potrebna za održavanje konstantne koncentracije je za kružni kavez

$$u_{sr} = \frac{2,16 \cdot I}{C_k \cdot R \cdot h \cdot \pi}$$

a za pravokutni kavez

$$u_{sr} = \frac{0,63 \cdot I}{C_k \cdot l \cdot h}$$

gdje je  $h$  visina kaveza, dok je  $l$  duljina stranice pravokutnog kaveza okomite na strujanje.

Iz gornjih relacija je razvidna razlika između pravokutnih i kružnih kaveza. Kod pravokutnih kaveza nije svejedno kojim smjerom teče struja kroz kavez, dok je to kod kružnih irelevantno. Gornje dvije formule se mogu postaviti i na druge načine iz kojih se može dobiti vrijednost za jednu varijablu ako su poznate vrijednosti preostalih varijabli.

Kada se uvrste odgovarajuće vrijednosti u gornje dvije jednadžbe dobije se da je za održavanje koncentracija fosfora na razini stanja oligotrofnog mora pri njegovoj maksimalnoj emisiji u kavezu potrebna brzina strujanja veća od **0,8 cm/s**. To praktično znači da, prema rezultatima mjerenja struja (Tablica A.3.3.-1), i pri odabranoj maksimalnoj masenoj koncentraciji ribe je osigurano da razina stanja morske vode s obzirom na fosfor bude oligotrofna.

Simulacije polja koncentracija fosfora u području kaveza na dan kada je u simulacijama emisija fosfora bila najveća napravljene su pomoću struja dobivenih hidrodinamičkim modelom. Softver **AquaKult** koristi podatke struja dobivenih hidrodinamičkim modelom i stvara trodimenzionalno polje koncentracija emitirane tvari. Odabran je prikaz fosfora jer se u Jadranu po njemu određuje trofični status nekog područja. Napravljene su simulacije za svaki režim puhanja vjetra te plimu i oseku. Uzgajalište se odlikuje velikim brojem (136) manjih pravokutnih kaveza i sa 20 kružnih kaveza. Kavezi su u prostoru raspoređeni u šest odvojenih skupina ili flota. Na slikama od B.3.2.-2. do B.3.2.-9. prikazana su polja koncentracija fosfora koja su dobivena u simulacijama.

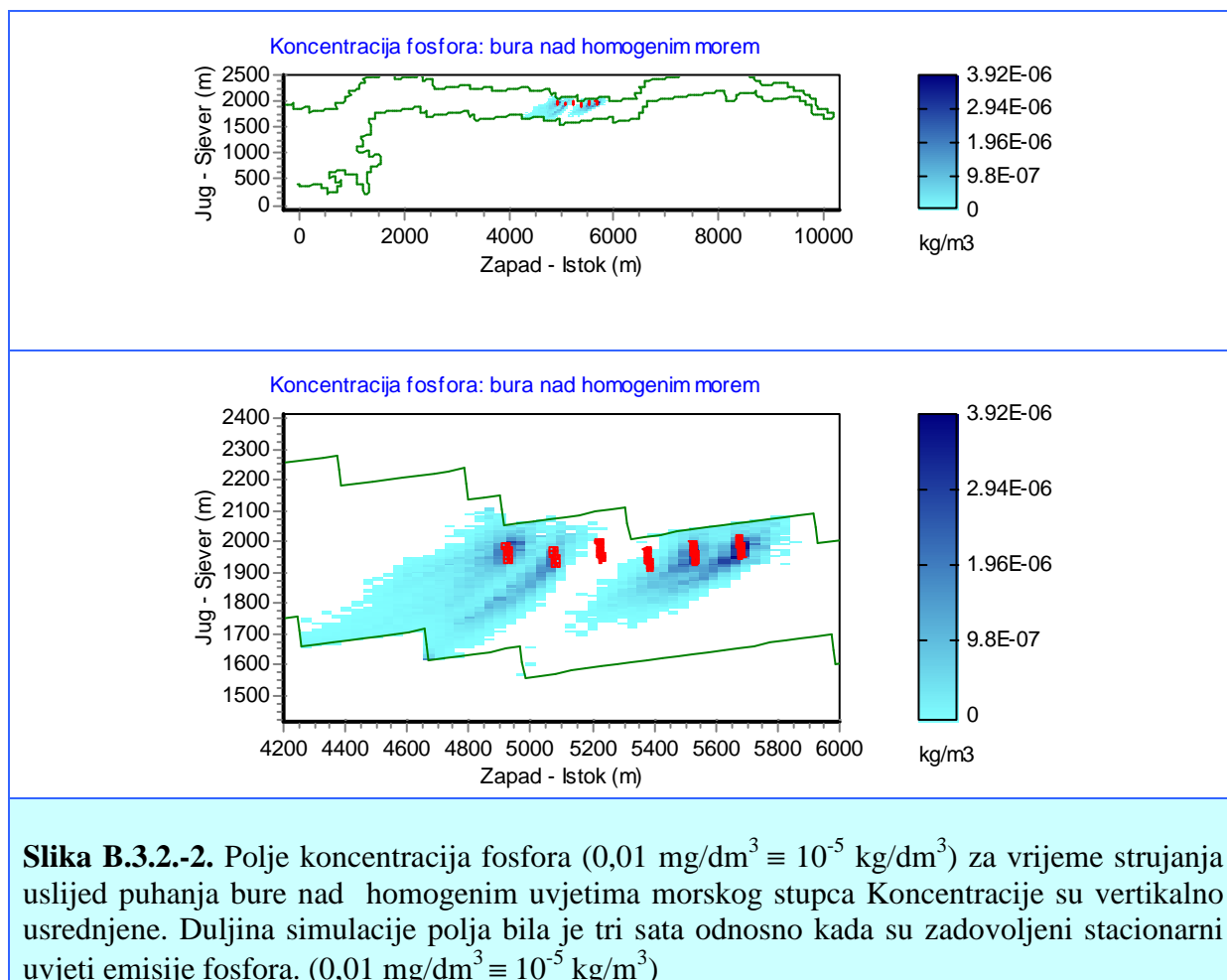
Koncentracije su (ukupnog) fosfora vođene prosječnim stanjem brzine vjetrova koji pušu u ovom području, bez upliva drugih izvora hranjivih soli sa strane, u razini onih za koje se more označava kao oligotrofno ( $<0,3 \text{ mmol P/m}^3 \equiv 0,01 \text{ mg/dm}^3$ ). Čak i u situacijama kada su struje vođene samo silama uzročnicama plime i oseke maksimalne koncentracije su još uvijek do granice za oligotrofno more (Tablica B.3.2.-2). Polje povišenih koncentracija fosfora odnosi se na samo područje uz kaveze, odnosno ovisno o vjetru zahvaća samo mali dio zaljeva (Slika B.3.2.-2. do Slika B.3.2.-9).

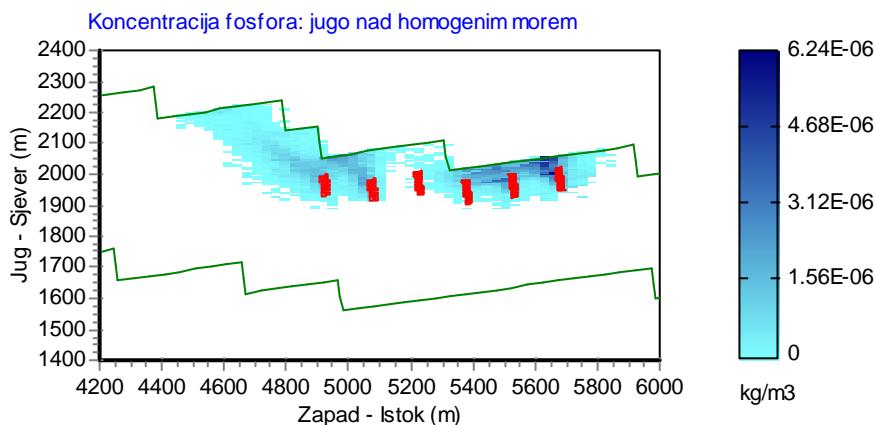
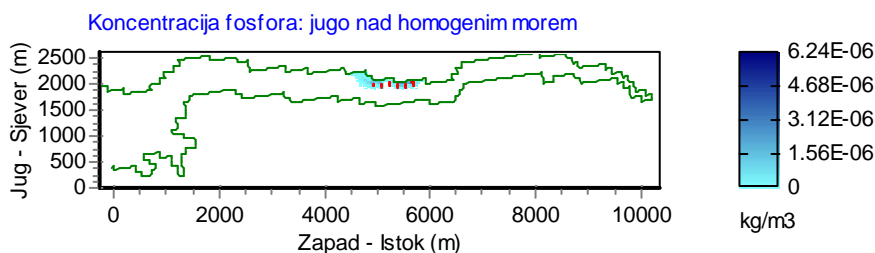
Simulacije su zorno pokazale da razina ukupnog fosfora koja može biti uzrokovana samo uzgojem ribe ne prelazi vrijednost od  $0,3 \text{ mmol P/m}^3 \equiv 0,01 \text{ mg/dm}^3$ , što predstavlja graničnu vrijednost za oligotrofno stanje (Tablica A.3.5.-1, Narodne novine, 77/1998). Dugogodišnja mjerenja fosfora u obliku ortofosfata ( $\text{PO}_4$ ) u dijelu zaljeva u kojem se nalazilo uzgajalište su pokazala da su koncentracije najvećim dijelom niže od  $0,1 \text{ mmol/m}^3$  (Slika A.3.5.-3), što je granična vrijednost ortofosfata za oligotrofno more. Koncentracija ortofosfata je uglavnom značajno niža od koncentracije ukupnog fosfora, pri čemu se mora napomenuti da je pri uzgoju riba izlučeni fosfor organski vezani fosfor. Iako najveći dio fitoplanktonskih organizama u pravilu koristi fosfor u anorganskom obliku, ipak pojedini organizmi posebice iz skupine Dinoflagelata, veoma dobro koriste i organski vezani fosfor, što često predstavlja njihovu prednost u kompeticiji s drugim fitoplanktonom.

Prema napravljenim simulacijama širenja fosfora u morskoj vodi, mjerljive koncentracije ( $>0,005 \text{ mmol/m}^3 \equiv 1,55 \cdot 10^{-7} \text{ kg/m}^3$ ) su na prostornoj skali zaljeva manjoj od dva kilometra.

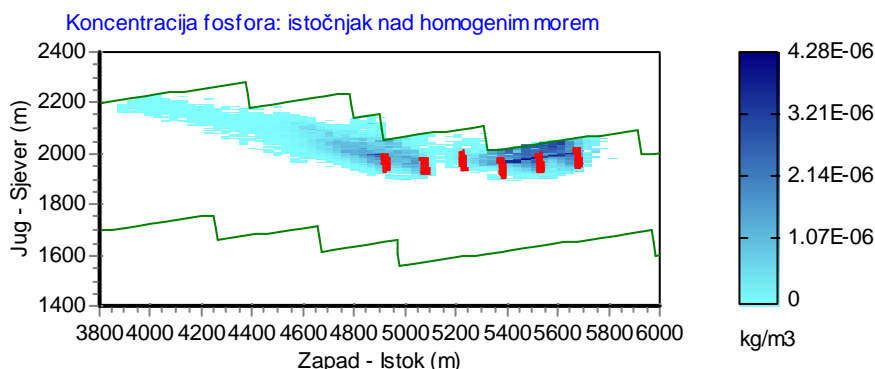
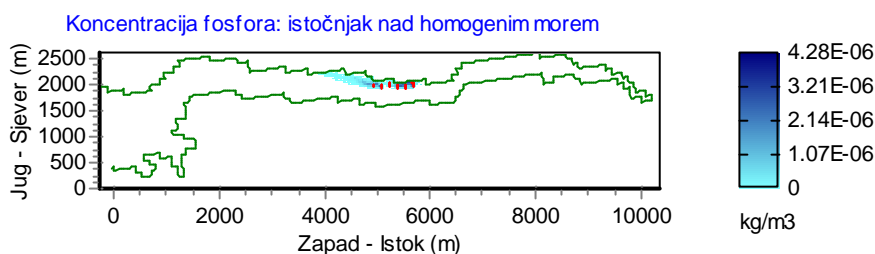
Usljed hidrodinamičkih svojstava u blizini kaveza Sredozemnih uzgajališta kvaliteta morske vode ostaje relativno neizmjenjena sa malim porastom koncentracije nutrijenata (Pitta

i sur, 1999; Karakassis i sur, 2001). Niti veća prostorna skala utjecaja uzgoja ribe (2-3 Nm od uzgajališta) u vodenom stupcu nema lako uočljive promjene vrijednosti pojedinih parametara (Pitta i sur, 2005). Samo u mjesecima kada je morska voda najtoplija, kod nekih parametara mogu se pojaviti male razlike u odnosu na kontrolnu postaju (20 Nm od uzgoja) (Pitta i sur, 2005). Zbog toga je upitno koliko parametri iz morskog stupca mogu biti indikativni u praćenju stanja okoliša u blizini uzgajališta, naročito kod male čestine uzorkovanja, za razliku od onih koji se određuju u sedimentu.

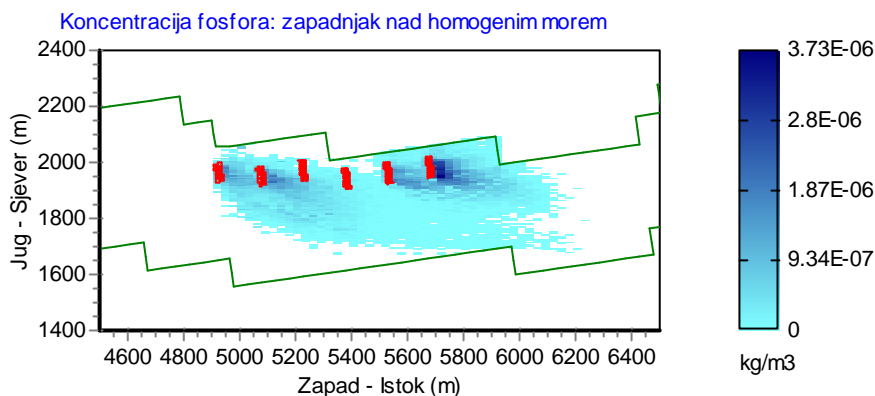
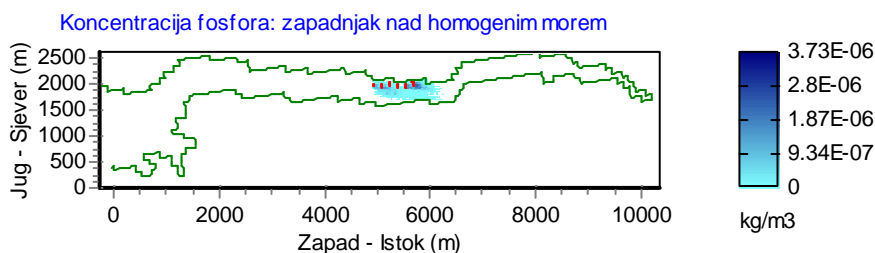




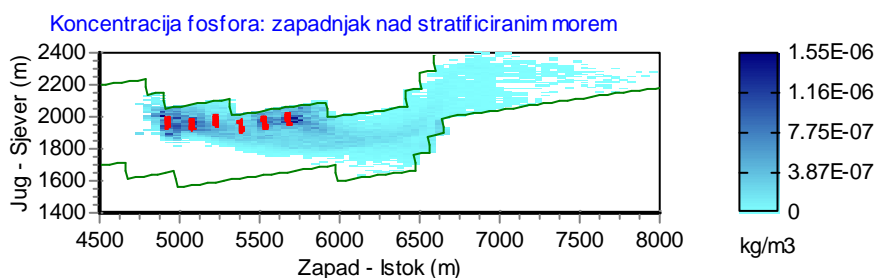
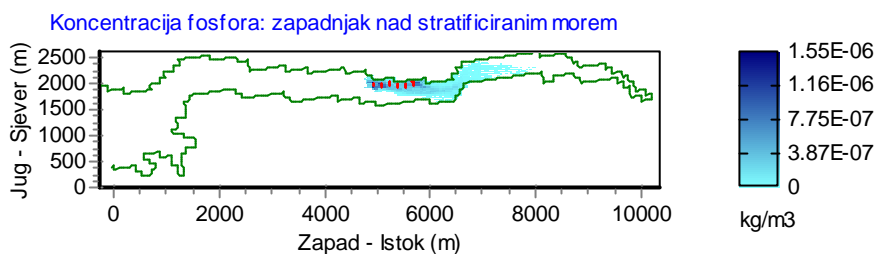
**Slika B.3.2.-3.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed puhanja juga nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



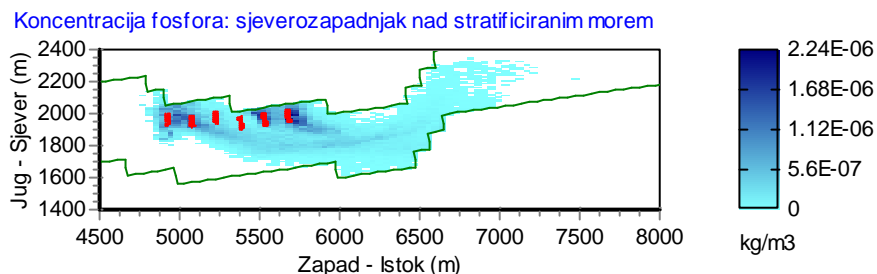
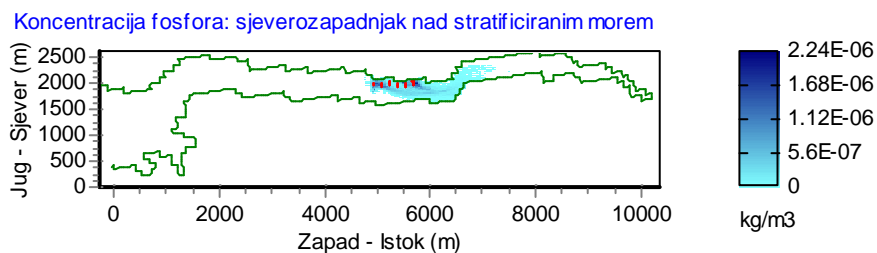
**Slika B.3.2.-4.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed puhanja istočnjaka nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora .



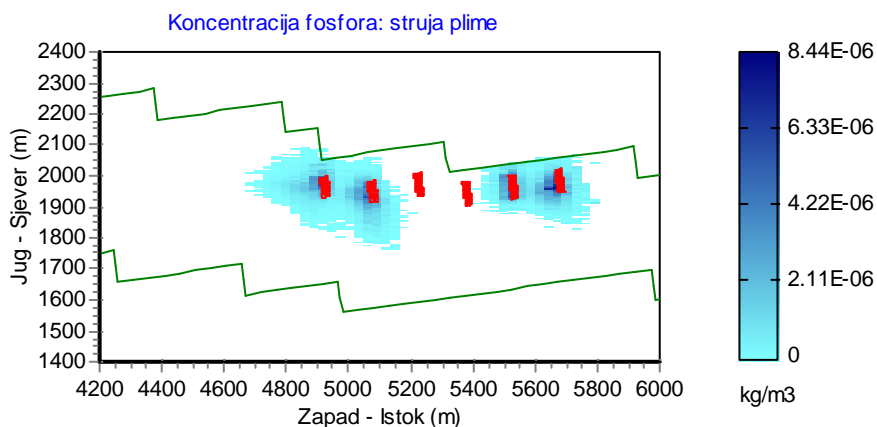
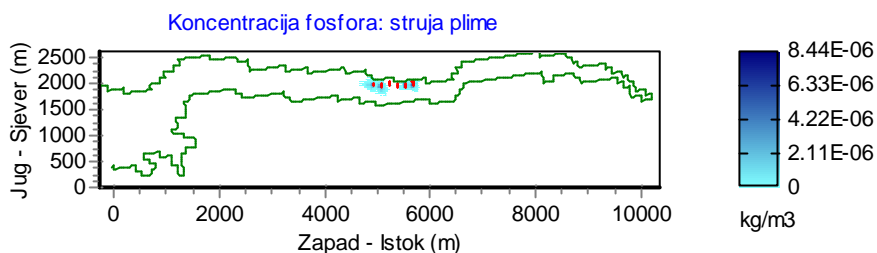
**Slika B.3.2.-5.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed puhanja zapadnjaka nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



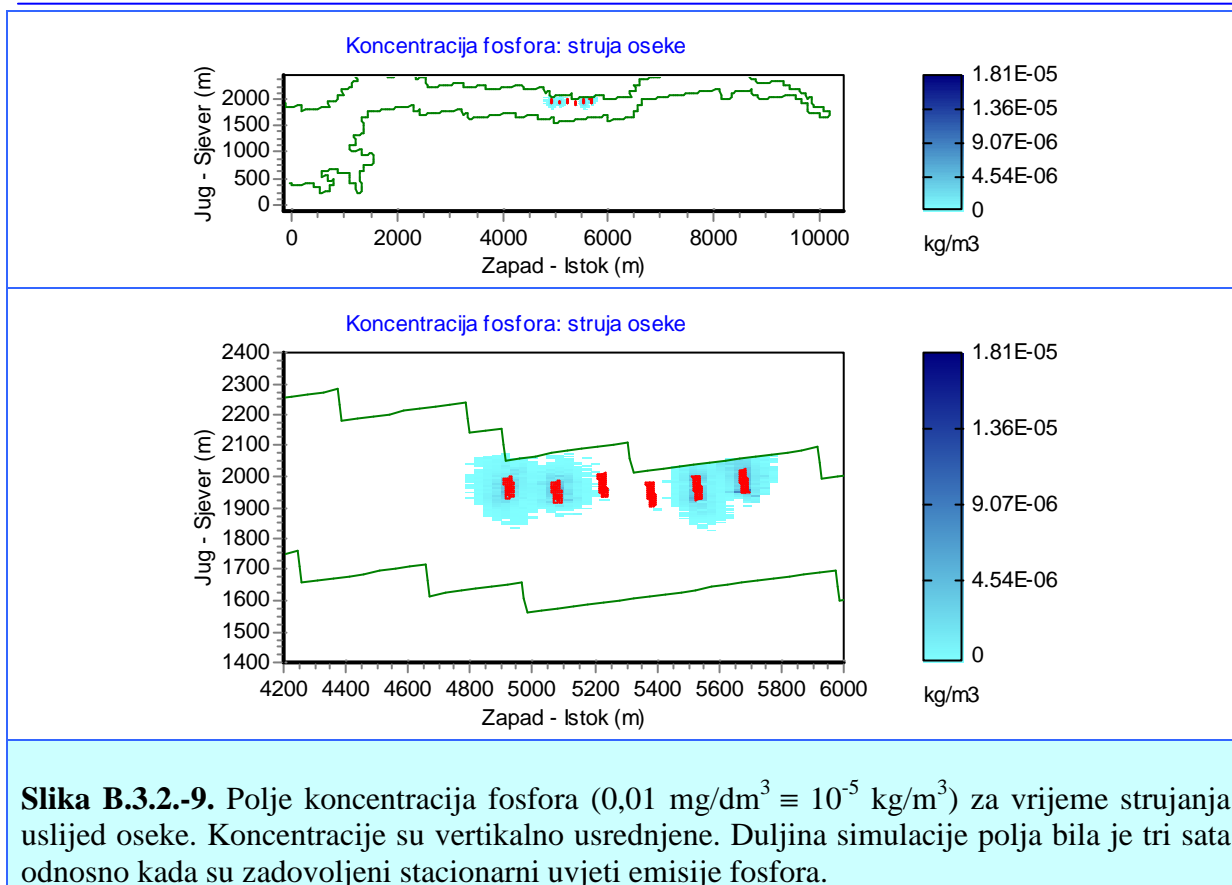
**Slika B.3.2.-6.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/dm}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed puhanja zapadnjaka nad stratificiranim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene koncentracije fosfora u visini morskog stupca od 10 metara. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



**Slika B.3.2.-7.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed puhanja sjeverozapadnjaka nad stratificiranim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



**Slika B.3.2.-8.** Polje koncentracija fosfora ( $0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ) za vrijeme strujanja uslijed plime. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



**Tablica B.3.2.-2.** Maksimalne koncentracije fosfora koje se dobiju pomoću simulacija strujnog polja i simulacije proizvodnje ribe na uzgajalištu „Marimirna“ u Limskom zaljevu za dan kada je maksimalna biomasa ribe na uzgajalištu

Vjetar i stanje morskog stupca	Konzentracija fosfora ( $\text{mg dm}^{-3} / \text{mmol m}^{-3}$ )
Bura, homogeno	0,0039 / 0,12
Jugo, homogeno	0,0062 / 0,20
Istočnjak, homogeno	0,0043 / 0,14
Zapadnjak, homogeno	0,0037 / 0,13
Zapadnjak, stratificirano	0,0016 / 0,05
Sjeverozapadnjak, stratificirano	0,0022 / 0,07
Plima	0,0084 / 0,27
Oseka	0,018 / 0,58
<b>Geometrijski prosjek</b>	<b>0,0046 / 0,15</b>

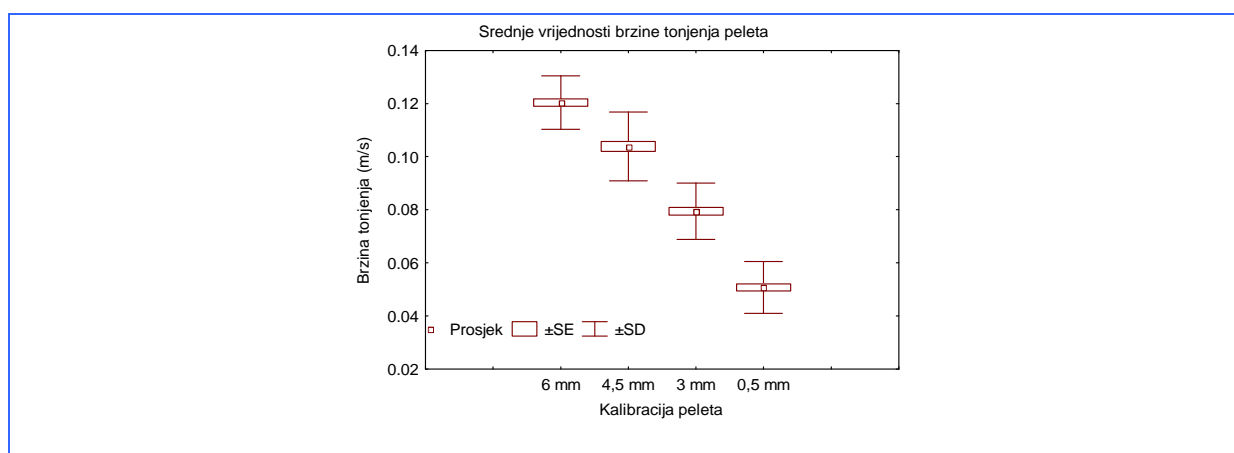
### B.3.3. Utjecaj na morsko dno

Utjecaj uzgoja ribe na sediment određen je brojnim čimbenicima o kojima ovisi i krajnji ishod opterećivanja morskog dna čvrstim tvarima (česticama). Problem s česticama nepojedene hrane i izmeta koje nastaju pri uzgoju ribe je minimizirati njihove gustoće taloženja (broj čestica po jedinici površine) na morskom dnu odnosno „razrijediti“ ukupnu količinu taloženja. To ovisi o brojnim čimbenicima čija bi analiza zahtijevala prostor koji je ovom Studijom ipak ograničen. Uz pomoć softvera AquaKult ovdje su prikazani samo glavni rezultati opterećivanja morskog dna organskim dušikom.

#### B.3.3.1. Brzine tonjenja hrane i izmeta

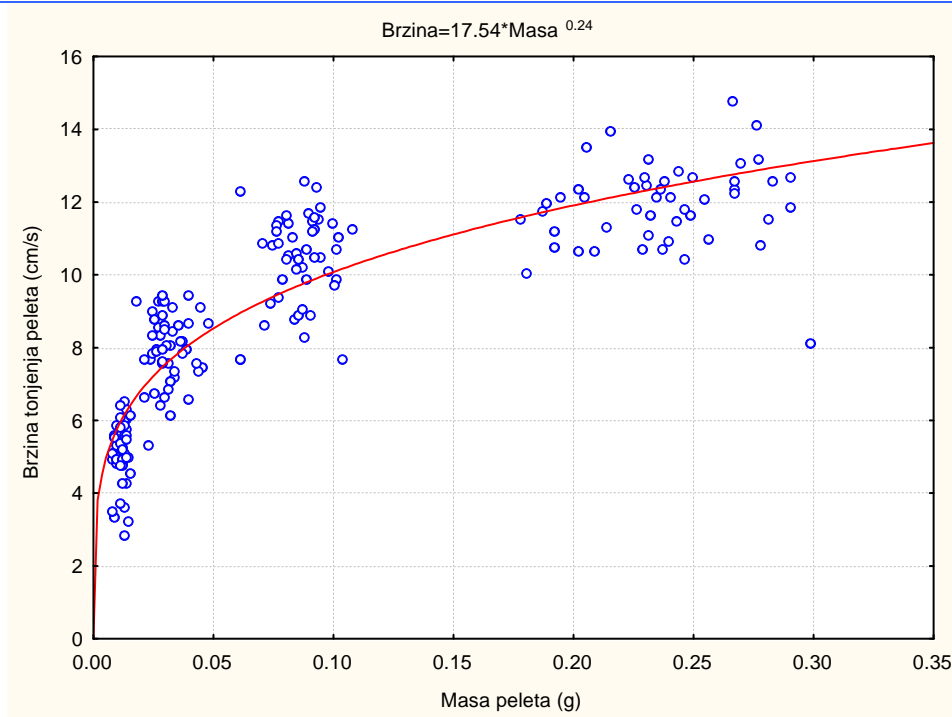
Pri uzgoju ribe javljaju se dvije vrste čestica koje tonu prema morskom dnu. To su čestice nepojedene hrane i izmet koji se stvara defekacijom ribe. Početak tonjenja čestica hrane je morska površina, dok je početak tonjenja izmeta bilo koja točka unutar volumena kaveza. Već ova činjenica ima za posljedicu različite oblike i gustoće površina taloženja na morskom dnu.

Hrana lubina i komarče je pelet različite kalibracije ovisno o uzrastu ribe, a ovisno o njegovoj kalibraciji ovisi i njegova brzina padanja prema morskom dnu (Slika B.3.3.-1). Brzina tonjenja peletirane hrane nije jednostavna linearna funkcija mase čestica već se ona usporava povećanjem mase (Slika B.3.3.-2). Kako između veličine, oblika i brzine čestica postoje složeni odnosi, u simulacijama za brzine taloženja tvari iz kaveza se koristila Monte Carlo tehnika za simulaciju brzina čestica, a zatim se računala masa čestice hrane.



**Slika B.3.3.-1.** Statistika brzine tonjenja peletirane hrane različitih kalibracija (izvor: Tudor, nepublicirano)





**Slika B.3.3.-2.** Odnos brzine tonjenja i mase peleta (izvor: Tudor, nepublicirano)

Brzine tonjenja izmeta riba nije lako mjeriti pa se u literaturi nalazi vrlo mali broj podataka. Izmet riba nakon defekacije je manje ili više meke konzistencije i može biti fragmentiran u komade s različitim brzinama tonjenja. Panchang i sur. (1997) su izmjerili brzinu tonjenja izmeta lososa i našli da je srednja brzina  $3,2 \text{ cm s}^{-1}$  s time da je 70% promatranja imalo brzine tonjenja između  $2$  i  $4 \text{ cm s}^{-1}$ . Hevia i su. (1996) u svom modelu bentoske depozicije ispod ribljih kaveza koriste vrijednost za brzinu tonjenja ribljeg izmeta od  $4 \text{ cm s}^{-1}$ . Inače brzine tonjenja fekalnih peleta morskih organizama kreću se u vrlo širokom rasponu od  $20$  do  $1000 \text{ m dan}^{-1}$  (Simpson, 1982).

Magill i sur. (2006) nalaze da je srednja brzina tonjenja čestica izmeta komarče  $0,48 \text{ cm/s}$ , a raspon od  $0,05$  do  $3,94 \text{ cm/s}$ . Za lubina isti autori nalaze raspon od  $0,10$  do  $6,27 \text{ cm/s}$  sa srednjom vrijednošću od  $0,7 \text{ cm/s}$ . S ovim vrijednostima i Weibull razdiobom brzina tonjenja napravljene su simulacije taloženja dušika izmeta na morsko dno pomoću programa **AquaKult**.

### **B.3.3.2. Doseg i površine taloženja čestica hrane i izmeta**

Sile vodilje toka čestica u morskoj vodi su vertikalna i horizontalna turbulentna difuzija, advekcija i tonjenje čestica. Veličina polja taloženja čvrstog materijala (nepoždene hrane i netopljivog izmeta) određena je brzinom morske struje ( $u$ ) i brzinom padanja čestice prema dnu ( $w_s$ ). Vrijeme  $t$  potrebno da čestica padajući brzinom  $w_s$  dodirne dno je  $t=H/S$ , gdje je  $H$  put koji čestica prijeđe odnosno visina vodenog stupca (dubina). Za to vrijeme horizontalni pomak ( $D$ ) čestice je  $D=ut=uH/w_s$ . Međutim, treba imati na umu da je brzina horizontalnog strujanja po stupcu morske vode prilično promjenljiva veličina pa se ona mora promatrati integrativno. Stoga je maksimalni doseg čestice koja potone do morskog dna

$$\max(D) = \frac{\max\left(\int_0^h u(z) dz\right)}{\min(w_s)}$$

U idealiziranom slučaju, kada je brzina tonjenja svih čestica izmeta jednaka te brzina i smjer horizontalnog strujanja jednaki po cijeloj dubini mora, može se postaviti jednadžba iz koje se vidi doprinos brzine struje, brzine tonjenja, promjera i visine kaveza, dubine i (turbulentne) difuzije na površinu taloženja čestica izmeta (Tudor, nepublicirano)

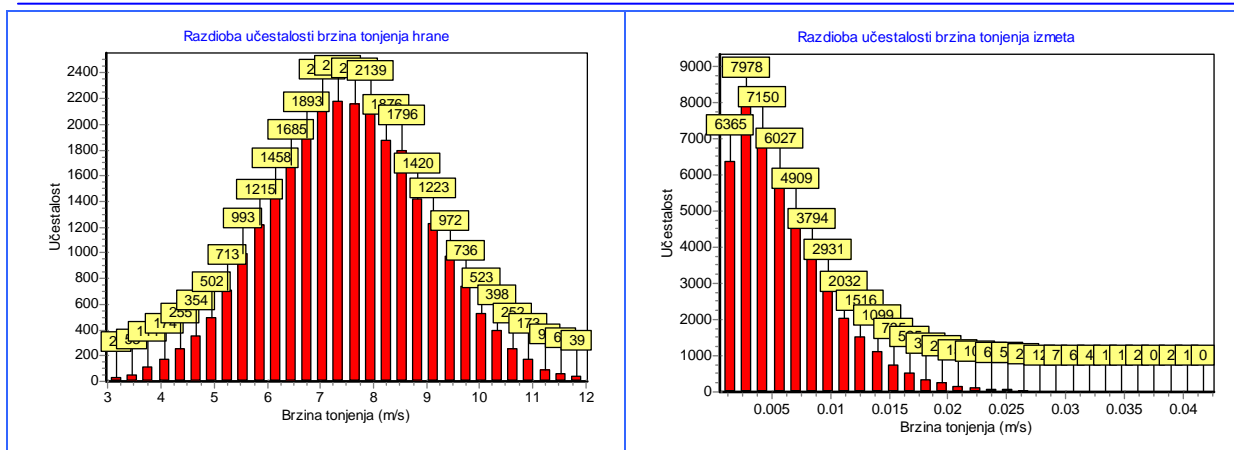
$$PT = \pi \left(\frac{R}{2}\right)^2 + a \cdot \pi R \left(\frac{D}{w_s}\right)^{1/2} K_h^{1/2} + b \cdot \pi \frac{D}{w_s} K_h + \frac{H}{w_s} Ru$$

gdje su:  $PT$  površina taloženja,  $R$  promjer (kružnog) kaveza,  $D$  dubina mora,  $w_s$  brzina tonjenja čestica izmeta,  $K_h$  horizontalna turbulentna difuzija,  $H$  visina kaveza,  $u$  horizontalna brzina morske struje,  $a$  i  $b$  su empiričke konstante. Mora se napomenuti da za taloženje hrane ova formula ne vrijedi. Također se mora napomenuti da je površina taloženja izmeta neovisna o količini ribe, ali na toj površini je prosječno opterećenje izmetom proporcionalno količini ribe. Prema tome poželjno je da površina taloženja bude što veća, a ukupna masa ribe u kavezu bude što manja.

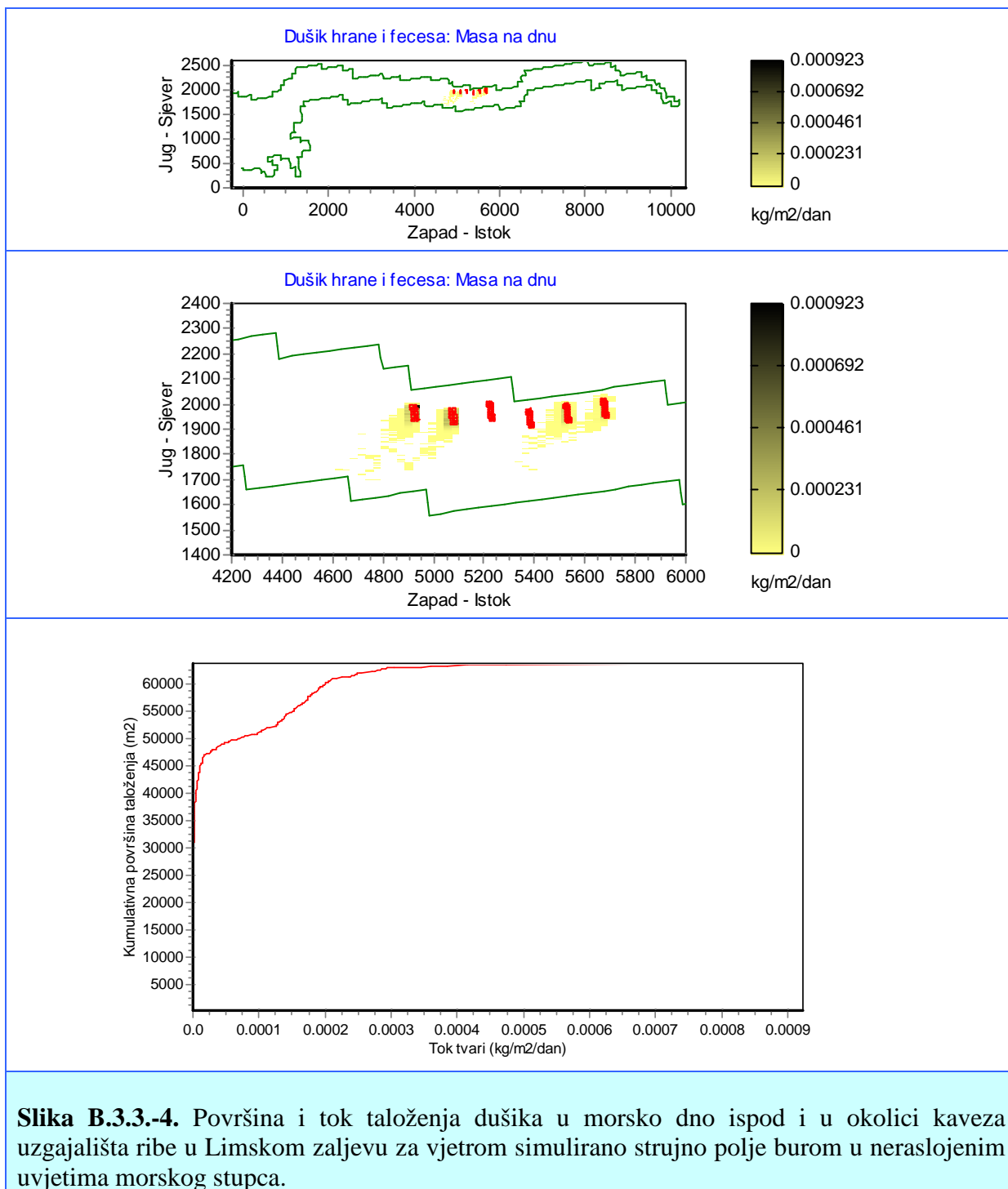
Iz gornje jednadžbe se vidi da dubina mora ima utjecaj na površinu taloženja samo uz visoke disperzivne osobine morske vode (visoki koeficijent horizontalne turbulentne difuzije  $K_h$ ). Samo kombinacija dubine i disperzivnih osobina akvatorija doprinose što višem širenju izmeta po morskom dnu. Brzina morske struje ima manji utjecaj na veličinu površine taloženja. Veličina kaveza, naročito njegov promjer, ima značajno djelovanje na površinu taloženja izmeta. Međutim, povećanje dimenzija kaveza omogućuje i držanje veće količine ribe pa se u konačnici to djelovanje može umanjiti.

Površine taloženja čestica izmeta (fecesa) i hrane, odnosno tok dušika na morsko dno, simulirane su upotrebom rezultata hidrodinamičkog modela u posebnom modulu softvera **AkvaKult** pomoću kojeg se čestice vode kroz trodimenzionalnu mrežu struja i difuzije. Simulacije su napravljene za dan kada je ukupna masa riba u simuliranom uzgoju bila najveća. Rezultati su prikazani na slici B.3.3.-4. do slike B.3.3.-11. Brzine tonjenja hrane i izmeta generirane su Monte Carlo tehnikom za normalnu odnosno Weibull razdiobu (Slika B.3.3.-3).

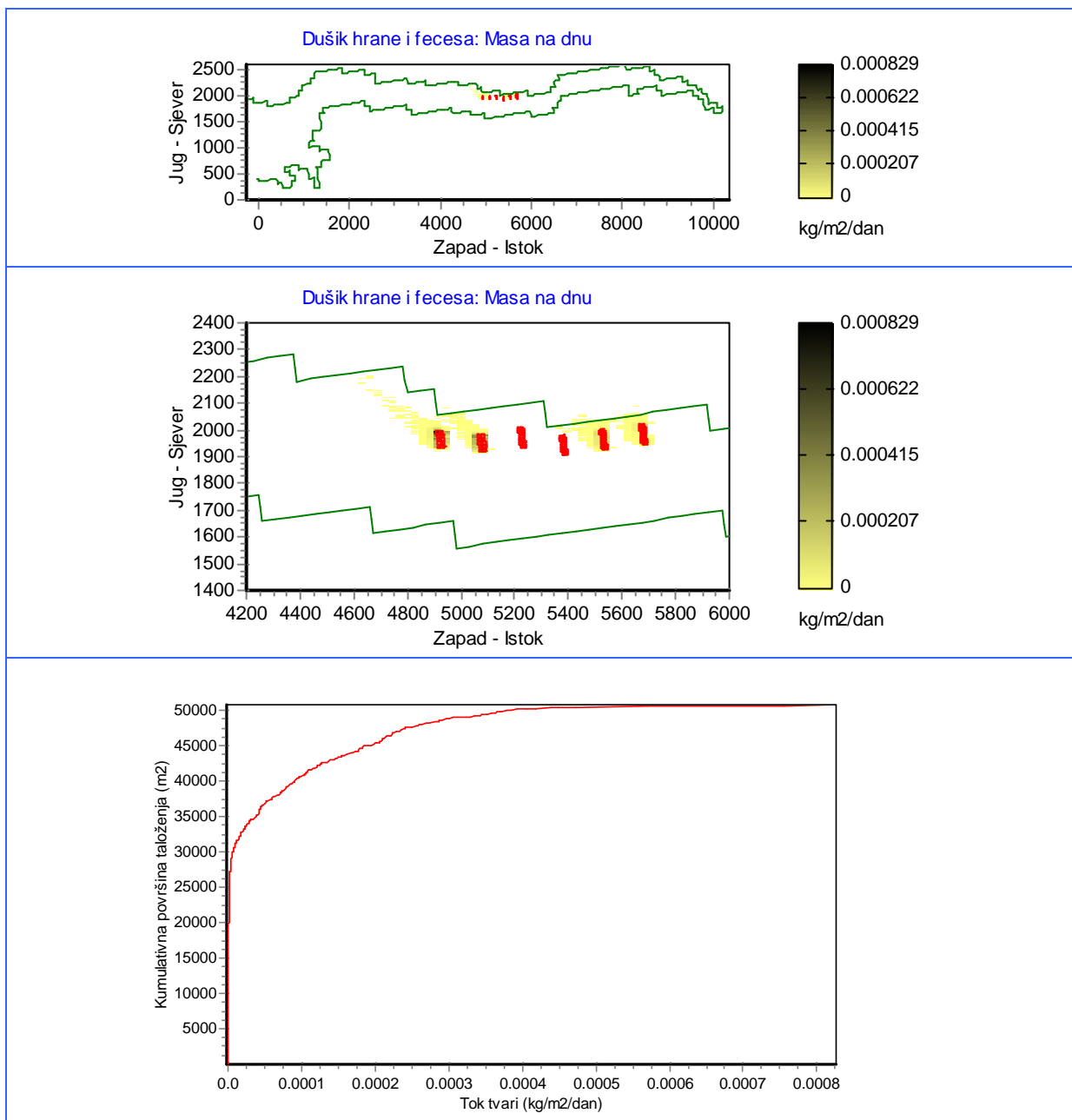
Rezultati na slikama zorno pokazuju da su površine taloženja ograničene na relativno blisko polje oko samih kaveza. Maksimalna taloženja su uvijek ispod ili do skupine (flota) kaveza. Flote kaveza se nalaze na međusobno dovoljnoj udaljenosti da superpozicije taloženja čestica iz kaveza nema ili je njen učinak na pojačavanje taloženja zanemariv. Smjer površina taloženja čestica je u skladu sa smjerom vjetrova (Slika B.3.3.-4. do B.3.3.-11.). Najveći tok dušika u morsko dno u simulacijama se dobiva za vrijeme strujanja plime i oseke te puhanja istočnjaka. Grafovi kumulativne površine toka dušika u morsko dno pokazuju da će samo mala površina morskog dna biti pod povećanim opterećenjem dušika. Ukupna površina taloženja bila je najviša za puhanja zapadnjaka (rasloženo more) 150.000 m<sup>2</sup> a najmanje za struje oseke 34.000 m<sup>2</sup>. Adekvatno tome u negativnoj korelaciji su površine taloženja povezane s maksimalnim tokom dušika (Tablica B.3.3.-1).



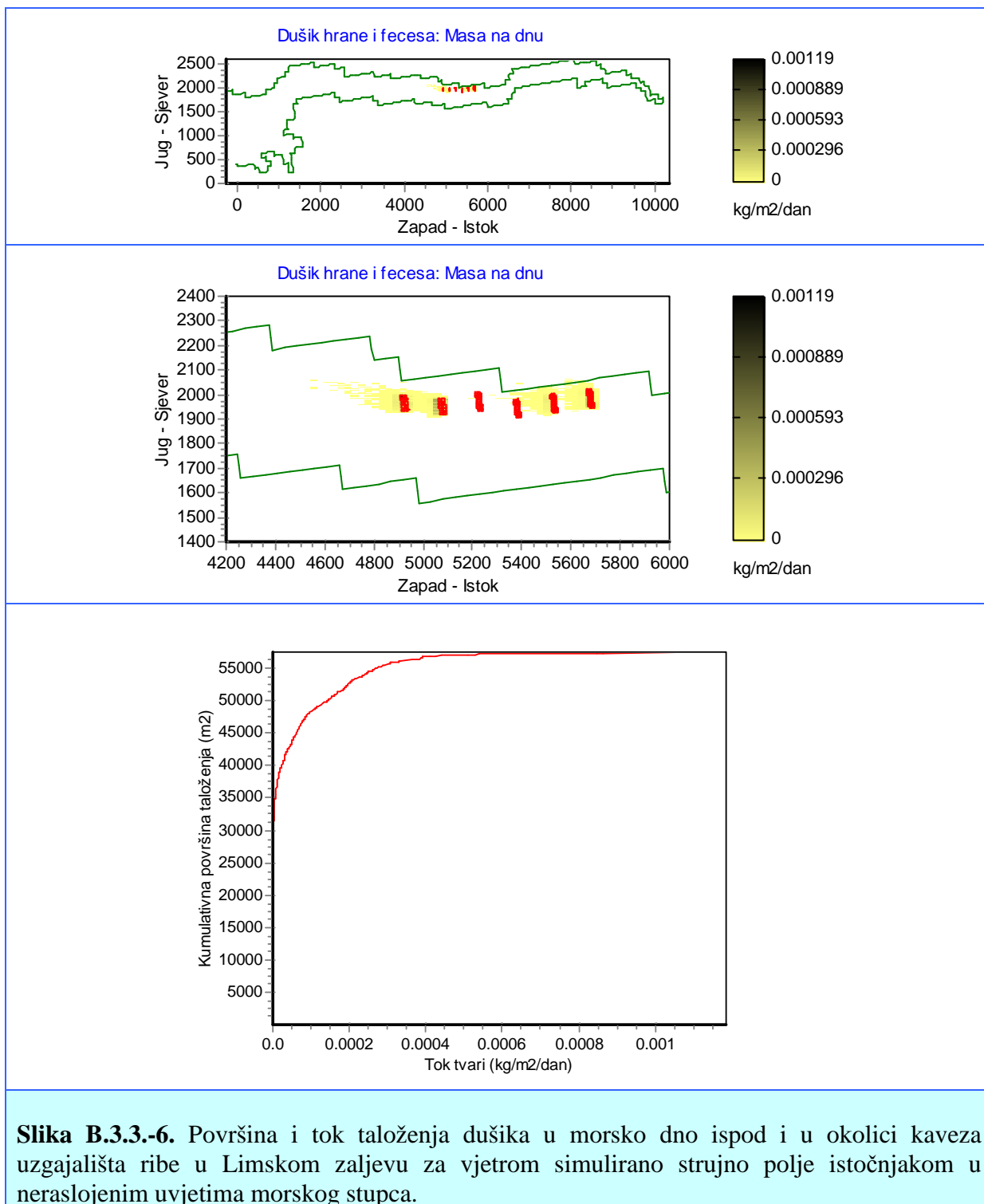
**Slika B.3.3.-3.** Brzine tonjenja hrane generirane Monte Carlo generatorima: za normalnu razdiobu u rasponu od 3 do 12 cm/s, za izmet Weibull razdioba s parametrima lokacije=0,08 cm/s, skale=0,6 cm/s i oblika=1,3.



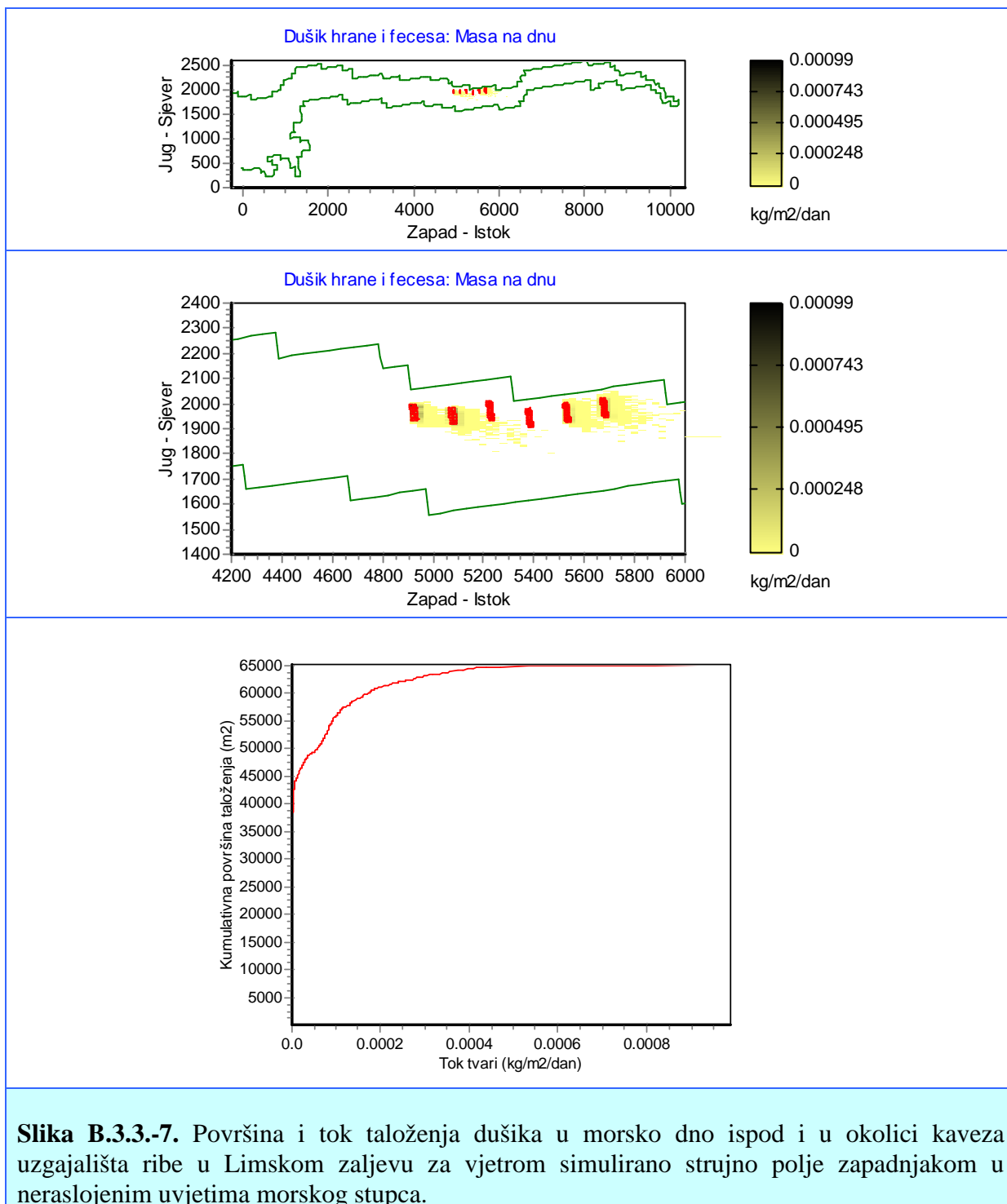
**Slika B.3.3.-4.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje burom u neraslojenim uvjetima morskog stupca.

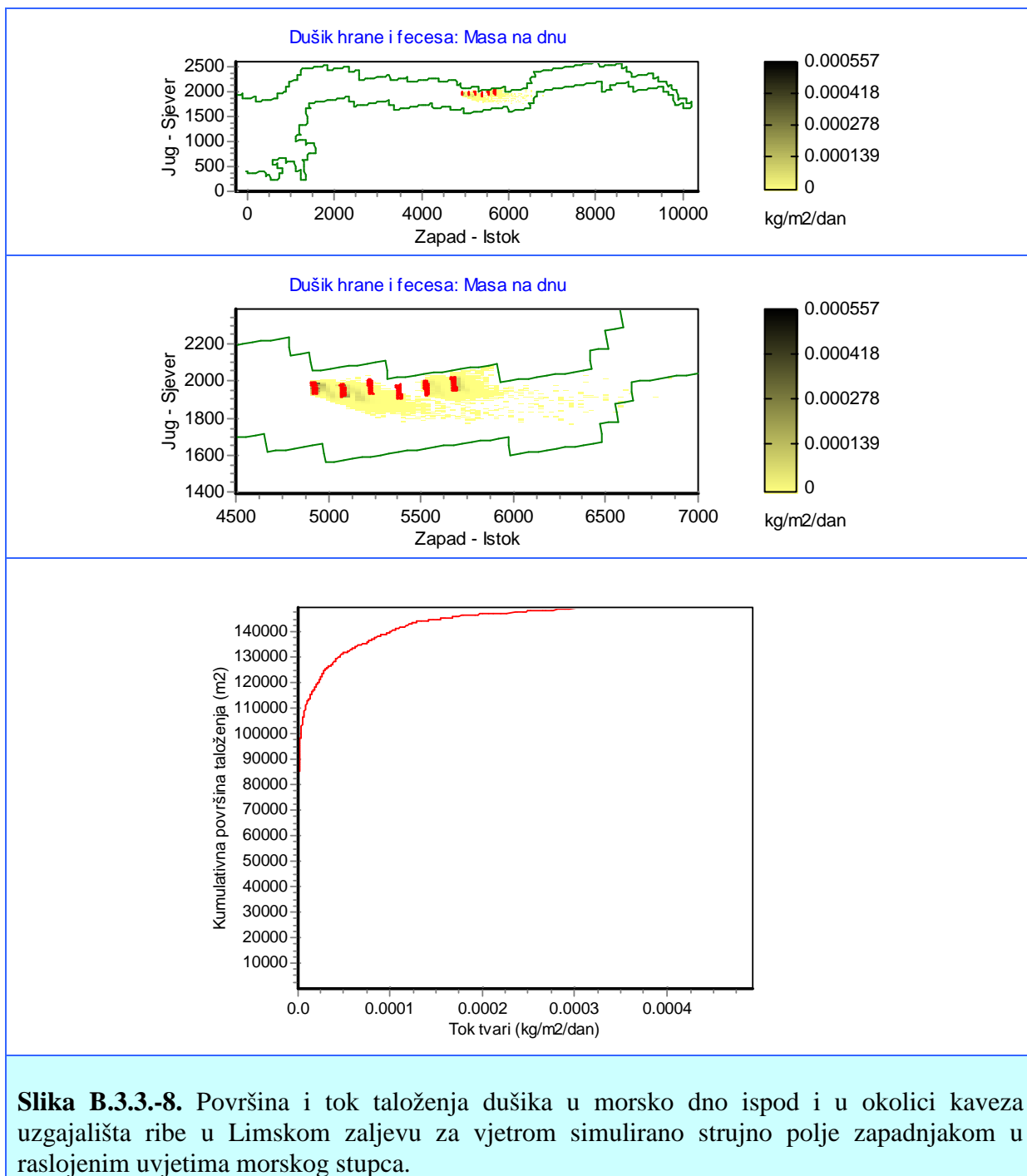


**Slika B.3.3.-5.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Liskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje jugom u neraslojenim uvjetima morskog stupca.

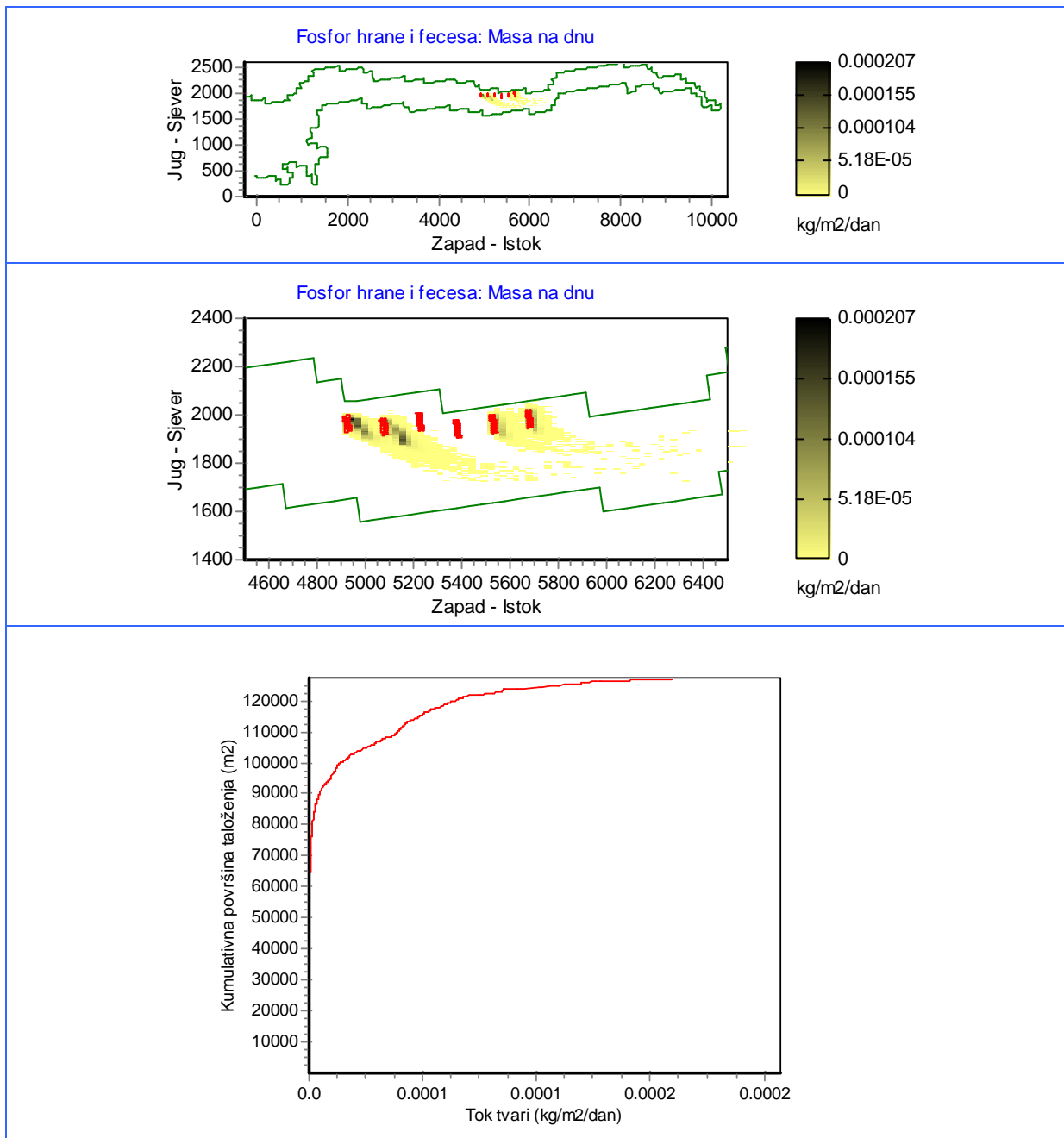


**Slika B.3.3.-6.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje istočnjakom u neraslojenim uvjetima morskog stupca.

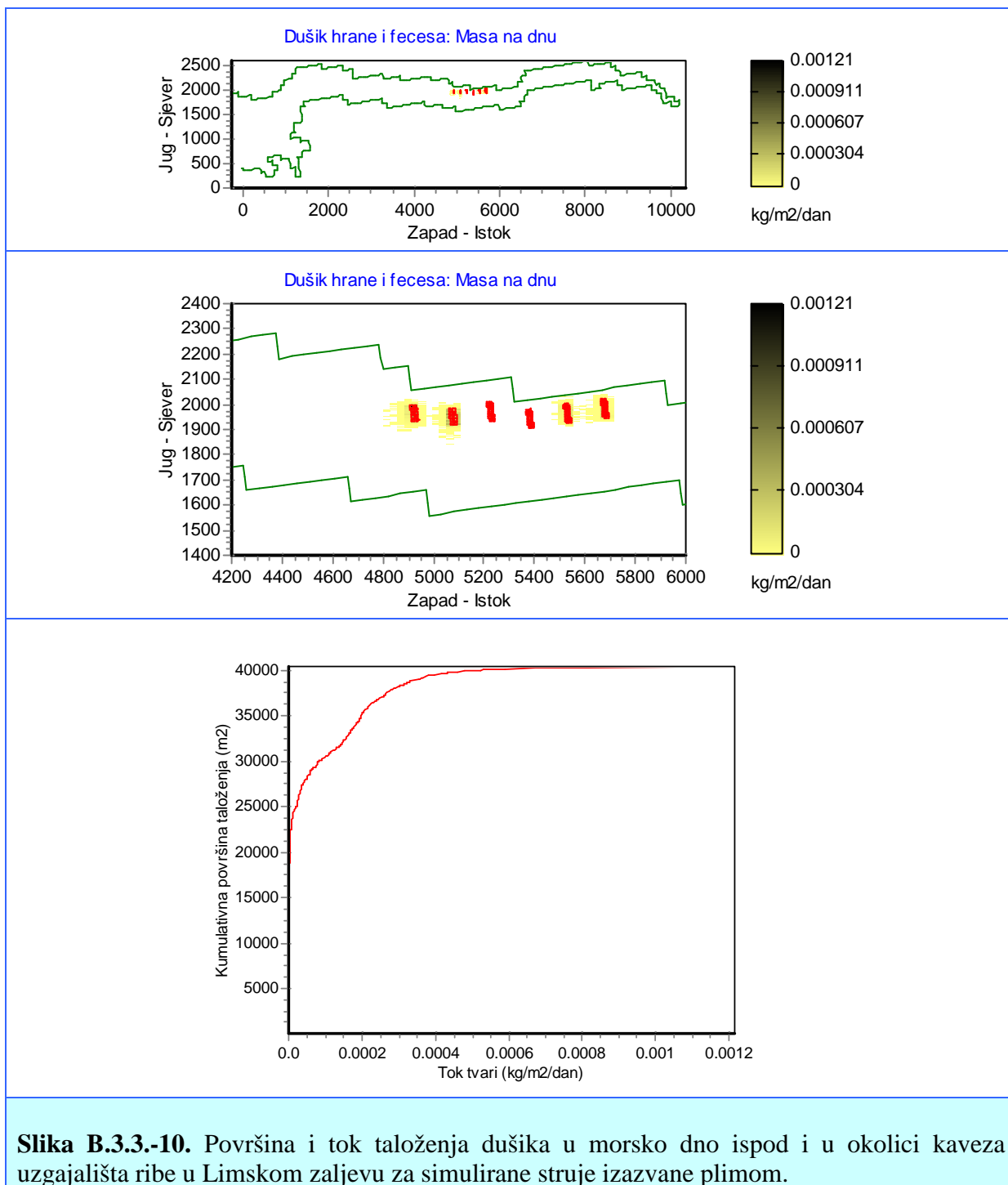




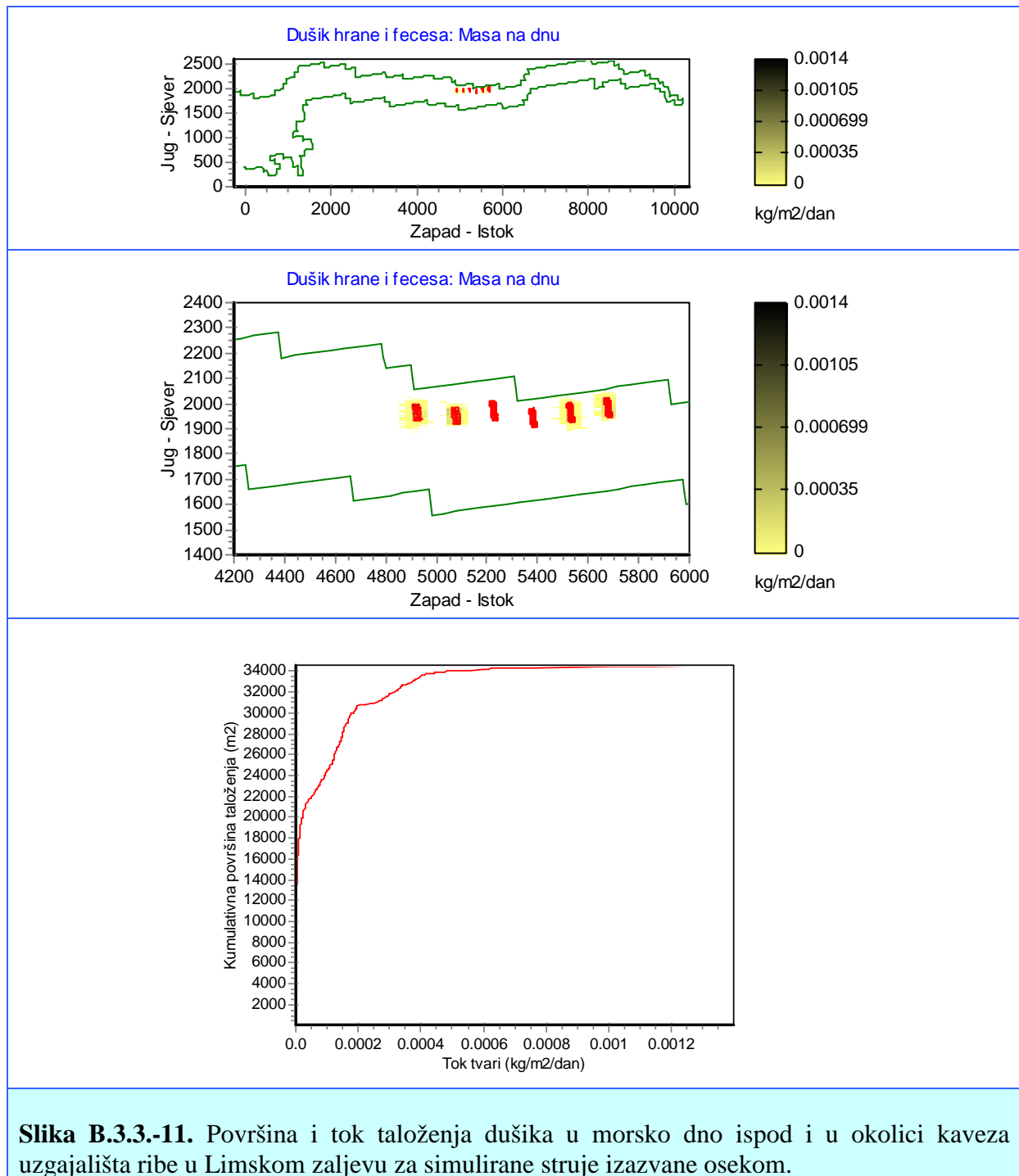




**Slika B.3.3.-9.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolini kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje sjeverozapadnjakom u raslojenim uvjetima morskog stupca.



**Slika B.3.3.-10.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za simulirane struje izazvane plimom.



**Slika B.3.3.-11.** Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za simulirane struje izazvane osekom.

**Tablica B.3.3.-1.** Maksimalni tok (fluks) dušika na morsko dno i površina taloženja koji se dobiju pomoću simulacija strujnog polja i simulacije proizvodnje ribe na uzgajalištu „Marimirma“ u Limskom zaljevu na dan najviše biomase ribe u kavezima

Vjetar i stanje morskog stupca	Maksimalni tok dušika ( $\text{g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$ )	Ukupna površina taloženja ( $\text{m}^2$ )
Bura, homogeno	0,92	65000
Jugo, homogeno	0,83	50000
Istočnjak, homogeno	1,19	56000
Zapadnjak, homogeno	0,99	65000
Zapadnjak, stratificirano	0,56	150000
Sjeverozapadnjak, stratificirano	0,21	125000
Plima	1,21	40000
Oseka	1,40	34000
<b>Prosjek</b>	<b>0,91</b>	<b>73000</b>

### B.3.3.3. Procjena akumulacije organske tvari u sediment

Za opisivanje diageneze u sedimentu potrebno je poznavanje niza parametara, koji ovdje radi preglednosti i kratkoće teksta ne mogu biti opisani. Jedan od važnijih je brzina razgradnje organske tvari. Brzina sedimentacije je drugi važan parametar, ali samo kada se opterećivanja sedimenta promatraju po njegovoj dubini, a također je važna i biodifuzija u sedimentu (bioturbacija). Svi ovi parametri i njihove vrijednosti koje su kompilirane iz svjetske literature su obuhvaćene u softveru kojim se približno može opisati akumulacija organskog dušika u sedimentu (Slika B.3.3.-12; autor: Mladen Tudor)

The screenshot displays the 'Sediment Diagenesis' software interface with the following parameters and values:

- Model Parameters:**
  - Sediment: Sediment column (cm) 20, Bioturbation layer thickness (cm) 10, Sedimentation rate (cm/yr) 0.1, Bioturbation (cm<sup>2</sup>/yr) 4, Dry density (g/cm<sup>3</sup>) 2, Porosity (%) 70.
  - Organic Matter Decompositions Rate: Decay rate (1/day) Labile 0.065, Moderately 6e-4, Refractory 1.5e-6. Automatic is checked.
- Integration:**
  - Time: Initial date 1.1.2007, End date 30.12.2030, Time Step Automatic checked, Time step (day) 0.005693.
  - Sediment resolution: Layer thickness (cm) 0.1, Concentration unit % dry.
- Concentration Graph:**
  - Acumulation Graph: Acumulation Depth (cm) 10, Acumulation Layers 2.
  - Profil Graph on Date: 1. date 17.7.2008, 2. date 17.7.2008, 3. date 17.7.2008, 4. date 17.7.2008.
- Feces and Food Degradable Fractions:**
  - Labile (%): Feces 60, Food 70
  - Moderately (%): Feces 40, Food 30
  - Refractory (%): Feces 0, Food 0
- Uzgoj (Culture):**
  - Duljina uzgoja (dan) 370, Rasap hrane (%) 3
  - Početna masa u kavezu (kg) 6400, Brzina hranidbe (%/dan) 1.4
  - Konačna masa u kavezu (kg) 14000
  - Površina kaveza (m<sup>2</sup>) 200

**Slika B.3.3.-12.** Vrijednosti parametara modela za procjenu akumulacije dušika u sedimentu ispod kaveza za uzgoj riba u Limskom zaljevu

Sveukupna organska tvar se u sedimentu razgrađuje različitim brzinama koje su izraženo jedinicom  $\text{dan}^{-1}$  za: lako razgradljivu 0,85, umjereno razgradljivu 0,05, sporo razgradljivu 0,0095 i stabilnu  $8,3 \cdot 10^{-5}$  (Jamu i Piedrahita, 2002). Lako razgradljivu organsku tvar grade ugljikohidrati i proteini. Umjereno razgradljiva organska tvar je uglavnom sastavljena od celuloze dok je sporo razgradljiva sastavljena od spojeva lignina. Razgradnja fitoplanktona u sedimentu je brzinom  $0,0657 \text{ dan}^{-1}$  (Westrich i Berner, 1984), dok novija mjerenja pokazuju razgradnju od 0,55 do  $1,34 \text{ dan}^{-1}$  (Kristensen i Holmer, 2001). Međutim, Tromp et al. (1995) sintetiziraju podatke iz svjetskih mora te nalaze znatno niže konstante razgradnje organske tvari za površinu sedimenta. Oni također nalaze i postojanje povezanosti brzine sedimentacije i konstante razgradnje. Tudor (1998) nalazi da se razgradnja peletirane riblje hrane u morskoj vodi događa po stopi od  $0,1 \text{ dan}^{-1}$ .

Brzine sedimentacije (obično u jedinici  $\text{cm/godina}$ ) općenito imaju niske vrijednosti ovisno o morskoj zoni (Boudreau, 1994; 1998). Brzine sedimentacije su u korelaciji s bioturbacijom što donekle može olakšati procjenu vrijednosti koeficijenta bioturbacije (Boudreau, 1994; Tromp i sur., 1995). Sloj (biološkog) miješanja sedimenta je ograničene vrijednosti i on je u morima debljine  $9,8 \pm 4,5 \text{ cm}$  (Boudreau, 1994; 1998). U modelu je s obzirom na blisko okruženje kopna korištena brzina sedimentacije od  $0,3 \text{ cm/god}$ . Brzina sedimentacije djeluje tako da, pri konstantnom toku (fluksu) tvari, viša brzina sedimentacije uzrokuje nižu koncentraciju u sedimentu, a niža brzina sedimentacije višu koncentraciju tvari.

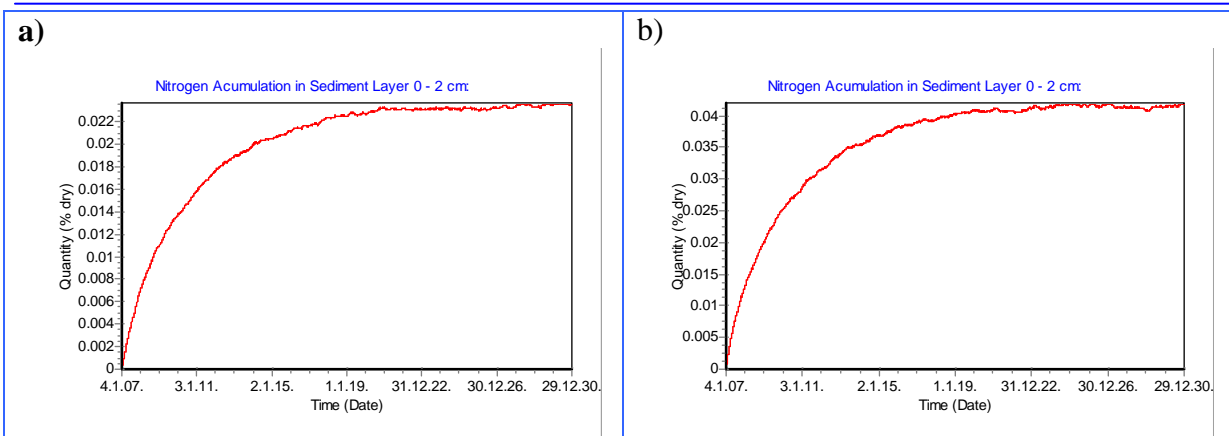
Procjena akumulacije dušika u sedimentu ispod kaveza je napravljena za dva oblika kaveza, pravokutni i kružni kavez. U pravokutnom kavezu masa ribe može biti oko 1900 kg, a u kružnom kavezu oko 14000 kg.

U simulacijama se za početno stanje količine dušika uzela sasvim nerealna situacija kao da u sedimentu ranije nije bilo njegove akumulacije. To je napravljeno zbog toga da se procjeni stvaran doprinos uzgoja ribe povećavanju opterećenja sedimenta s jedne strane, a s druge zbog činjenice da nam nije poznata količina organske tvari u sedimentu prije početka uzgoja ribe. U simulacijama se uzelo razdoblje uzgoja od 2007. do 2030. godine.

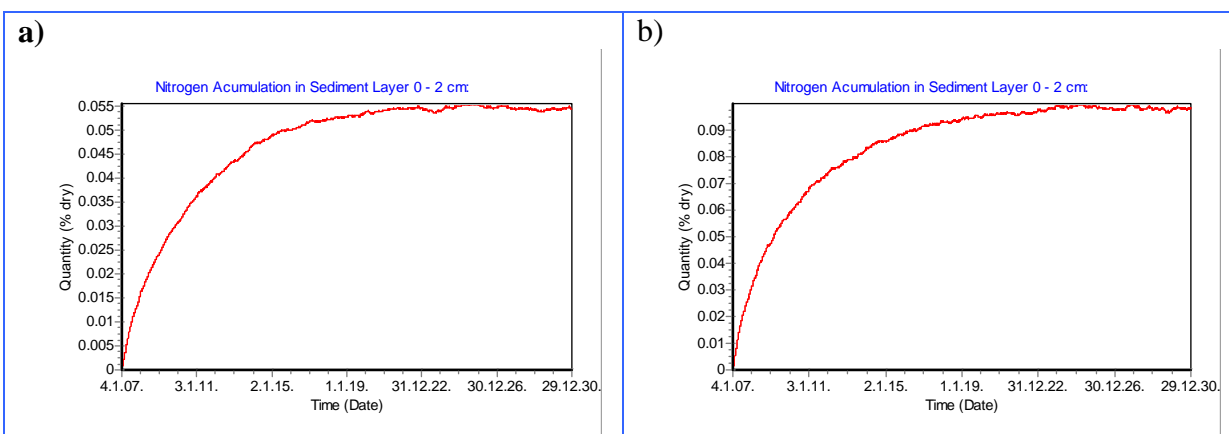
Količina akumuliranog dušika značajno ovisi o količini nepojedene hrane koja dospije na dno. Tako se količina dušika može povećati do 100% kada je dnevni udio nepojedene hrane do 3% od maksimalnih dnevnih potreba ribe (Slika B.3.3.-12. i Slika B.3.3.-13). Stoga posebnu pozornost treba posvetiti hranjenju ribe jer se na taj način čuva novac i okoliš.

Stacionarno stanje količine organskog dušika u površinskom dijelu sedimenta (0-2 cm) uspostavlja se nakon 15 godina uzgoja (Slika B.3.3.-12. i Slika B.3.3.-13). Nakon toga se akumulirana količina organske tvari (dušika) ne mijenja s vremenom. Za pretpostaviti je da su današnje količine tvari u sedimentu ispod uzgajališta u Limskom zaljevu dosegle svoju stacionarnu fazu te da se one dalje neće značajno mijenjati s obzirom da se ni proizvodna količina ribe značajno ne mijenja.

Limski zaljev je s obzirom na svoje prirodne osobine zasigurno po velikim uplivom prirodnog donosa organskog materijala koji je teško procijeniti. U svakom slučaju stanje meiofaune pokazuje da količine organske tvari koje se u sediment akumuliraju iz kaveza ne mijenjaju drastično njen sastav.



**Slika B.3.3.-13.** Procjena akumulacije dušika ispod (manjih) kaveza oblika kvadra ( $171 \text{ m}^3$ ) u sloju sedimenta 0 -2 cm: (a) kada je izvor akumuliranog dušika isključivo izmet (feces) ribe; (b) kada se akumulaciji izmeta pridoda i moguće rasipanje hrane u količini do 3% od dnevno potrebne hrane



**Slika B.3.3.-14.** Procjena akumulacije dušika ispod (većih) kaveza oblika valjka ( $1227 \text{ m}^3$ ) u sloju sedimenta 0-2 cm: (a) kada je izvor akumuliranog dušika isključivo izmet (feces) ribe; (b) kada se akumulaciji izmeta pridoda i moguće rasipanje hrane u količini do 3% od dnevno potrebne hrane

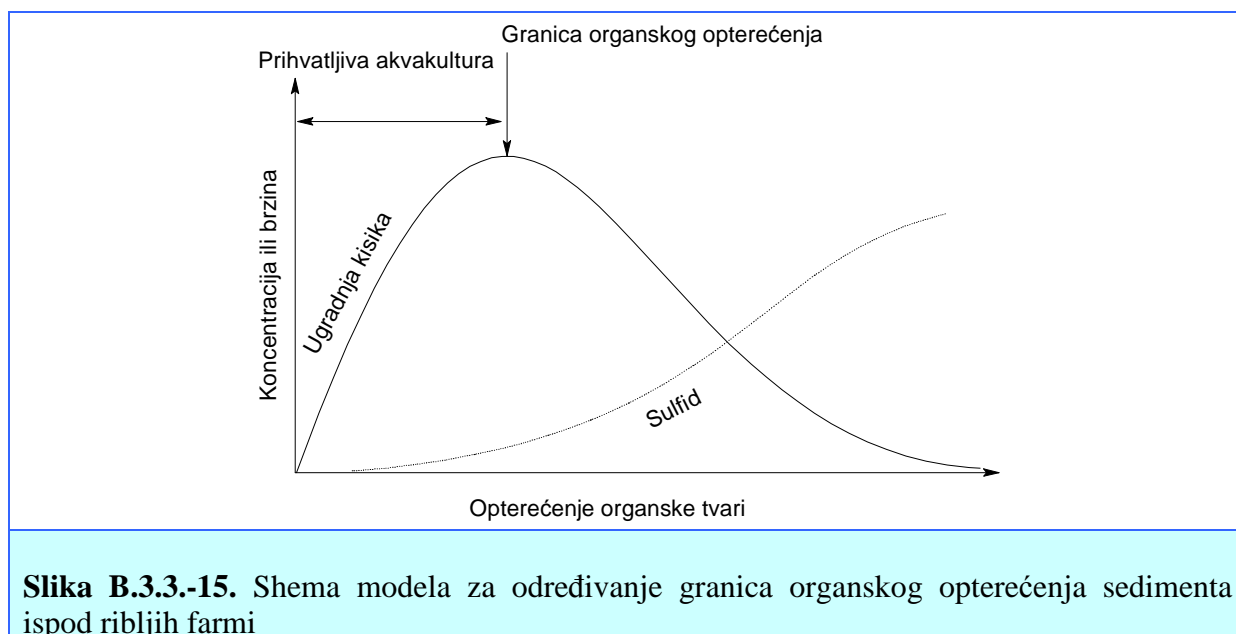
Za sediment u Hrvatskoj još ne postoje razrađeni kriteriji o dozvoljenim koncentracijama ugljika, dušika ili fosfora koji mogu biti akumulirani i bez značajnih posljedica za biotu sedimenta.

Morski sediment je intenzivno koloniziran mikroorganizmima (bakterije, cijanobakterije, alge; sve veličine  $\ll 150 \mu\text{m}$ ). Mikroorganizmi u sedimentu su prisutni u velikom broju (oko  $10^{10}$  stanica  $\text{g}^{-1}$  suhog sedimenta). Njihova biomasa je daleko veća od biomase svih drugih bentoskih organizama. Također površina stanica mikroorganizama daleko prelazi površinu svih drugih organizama. Mikrobna biomasa i razgradnja supstrata je u direktnoj korelaciji. Međutim, odnos između organskog ugljika, mikrobne biomase i razgradnje supstrata nije jednostavno linearan s porastom eutrofikacije. Do koncentracije ugljika od npr.  $10 \text{ mg/cm}^3$  sedimenta, parametri su izravno korelirani: porast koncentracije ugljika se ogleda u odgovarajućem porastu mikrobne biomase i ubrzane razgradnje (Meyer-Reil i Köster, 2000).

Makrofauna sedimenta je osjetljiva na promjene ulaza organske tvari i može biti korištena kao indikator utjecaja ribljih farmi. Studije pokazuju da su tipični učinak farmi na

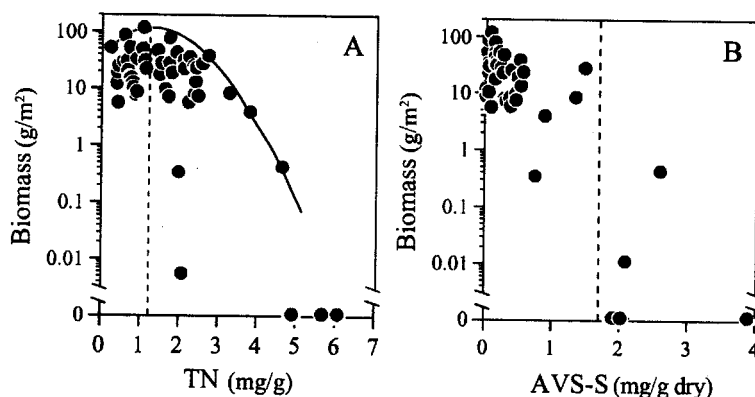
bentosku zajednicu smanjenje bogatstva vrsta i/ili raznolikosti koje prati javljanje povećane gustoće populacije oportunističkih poliheta *Capitella* sp. što često rezultira porastom ukupne abundance makrofaune, opadanjem većih vrsta i nestajanjem ehinoderma.

Zdrav okoliš se očituje postojanjem žive makrofaune kroz cijelu godinu, dok se kritični okoliš ogleda u beživotnim uvjetima za vrijeme od pola godine ili više. U literaturi su predstavljeni načini određivanja granica organskog opterećenja dna. Neki od njih primjenjuju bentosku ugradnju kisika, što se definira kao *in situ* potrošnja kisika u sedimentu, a koristi se kao indikator aktivnosti bentoskog ekosustava (Slika B.3.3.-15). Pri potrošnji kisika postoji vrh potrošnje uzduž gradijenta organskog opterećivanja koji se uzima kao indikator maksimuma procesa remineralizacije. Pri tome dolazi do porasta količine isparljivih kiselih sulfida u sedimentu i obično postoji pozitivna korelacija između njih i organskog opterećenja.



**Slika B.3.3.-15.** Shema modela za određivanje granica organskog opterećenja sedimenta ispod ribljih farmi

Istraživanja okoliša ribljih farmi u Japanu su pokazala jasan odnos između biomase makrobentosa i količine dušika u sedimentu (Yokoyama, 2003). Krivulja tog odnosa pokazuje da se vrh biomase makrobentosa javlja pri količini ukupnog dušika od 1,2 mg-N/g sedimenta (Slika B.3.3.-16). Vrijednosti vrhova drugih nutrijenata su 9 mg-C/g za ukupni organski ugljik, 2 mg-P/g za ukupni fosfor i 23 mg/g za kemijsku potrošnju kisika. Koncentracija kiselih sulfida od 1,7 mg/g je vrijednost praga pri kojem se javljaju beživotni uvjeti u sedimentu.



**Slika B.3.3.-16.** Odnos između biomase makrobentosa i sadržaja dušika (A) te kiselog isparljivog sulfida (AVS-S) (B). Iscrtae linije označavaju količinu dušika kada makrobentos doseže maksimum biomase i vrijednost kiselog sulfida kada su u sedimentu približno azoični uvjeti (Yokoyama i sur., 2002).

U Hrvatskoj do sada nije bilo sličnih sistematskih istraživanja utjecaja uzgajališta na makrobentos tako da su zbog vjerojatnih specifičnosti u Jadranu moguća neka odstupanja od prikazanih nalaza u Japanu. U svakom slučaju bilo bi vrijedno provesti ovakva istraživanja, a nalaze ugraditi u kriterije koji se moraju zadovoljiti pri radu uzgajališta.

Izmjerene količine dušika u sedimentu Linskog zaljeva bile su od 0,16 do 0,24%. Sudeći po količini dušika na referentnoj postaji (0,16%) moglo bi se zaključiti da je „prirodni“ dotok dušika visok. U simulacijama akumulacije dušika pokazalo se da procjena količine dušika u sedimentu znatno ovisi o pretpostavljenoj količini nepojedene hrane. Kada se primjeni rasap hrane do 3% od dnevni potreba, tada bi akumulirana količina dušika ispod kaveza nastala od uzgoja i ona „prirodna“ zajedno činili 0,26%.

Analizom brojnih radaova Kalantzi i Karakassis (2006) doveli su u međusobnu vezu preko 120 bioloških i geokemijskih varijabli koje se minitoriraju na uzgajalištima. Sve varijable koje opisuju obogaćivanje bentosa, kao što su ukupni organski ugljik (TOC) i ukupni organski dušik (TON), padaju s logaritmom udaljenosti od kaveza. Utjecaj batimetrije je slab, nije signifikantan s TOC, dok na TON djeluje ali vrlo slabo (Kalantzi i Karakassis, 2006).

#### **B.3.3.4. Utjecaj na životne zajednice morskog dna**

Prema dokumentiranim nalazima na uzgajalištima Sredozemlja, biomasa makrobentosa u sedimentu potencijnska je funkcija udaljenosti od kaveza, a abundancija logaritamski pada s porastom dubine (Kalantzi i Karakassis, 2006). Broj vrsta u makrobentosu raste s logaritmom udaljenosti od kaveza bez obzira na vrstu sedimenta. Abundanca makrofaune pozitivno se korelira s redox-potencijalom i otopljenim ksjikom u pridненоj vodi.

Organsko opterećivanje sedimenta smanjuje gustoću i mijenja strukturu zajednice meiofaune. Nematoda u Linskom zaljevu su najzastupljenija skupina meiofaune, a zatim je to skupina Copepoda. Jednako se nalazi i na drugim uzgajalištima u Sredozemlju (Mazzola i sur., 1999). Međutim, u sedimentu ispod uzgajališta zastupljenost Nematoda raste dok Copepoda opada. Ostracoda i Kinorhyncha su ekstremno osjetljive skupine u reduciranim uvjetima sedimenta i skoro ili potpuno nestaju u sedimentu ispod kaveza dok gustoća poliheta ostaje nepromijenjena (Mazzola i sur., 1999).



Održavanje zdrave i raznolike zajednice bentoske faune koja u sedimentima uzgajališta je važno jer stimulira razgradnju otpadnih produkata i minimizira akumulaciju organske tvari te sprečava razvoj anoksičnih uvjeta u sedimentu i vodenom stupcu. Prisutnost makrofaune bušača sedimenta (poliheti) igra značajnu ulogu za razgradnju organske tvari u sedimentima ispod uzgajališta. Kako brojnost ove vrste faune raste tako raste brzina razgradnje deponiranog materijala isto kao i ventilacija sedimenta koja stimulira mikrobiološku razgradnju istaloženog materijala (Holmer i sur., 2008).

Dokumentirani nalazi utjecaja uzgoja riba na meiofaunu u sedimentu protežu se do 25 metara od ruba kaveza (Karakassis i sur., 2000; Lampadariou i sur., 2005). Kada bi se primijenila ova prostorna skala utjecaja tada bi promjene životnih zajednica u sedimentu ispod i oko kaveza uzgajališta u Limskom zaljevu bila oko 60.000 m<sup>2</sup>. Simulacijski model taloženja hrane i fecesa primijenjen u ovoj Studiji je pokazao da je prosječna površina taloženja čestica iz kaveza 73.000 m<sup>2</sup> (Tablica B.3.3.-1). Kako je površina Limskog zaljeva približno 4 km<sup>2</sup> tada je površina sedimenta koja će biti pod utjecajem uzgajališta oko 1,8% od ukupne površine Limskog zaljeva. Relativna površina morskog dna pod utjecajem iz kaveza u odnosu na površinu koncesije (210.000 m<sup>2</sup>) bila bi oko 35%. Na ovoj površini morskog dna mogu nastati promjene u biomasi (redukcija) i zastupljenosti pojedinih vrsta kako je to opisano u poglavlju A.3.8. Međutim, mora se naglasiti da očekivani stupanj promjena neće biti jednak na cijeloj ovoj površini dna. Relativno će one biti najveće ispod samih kaveza. Povećanje proizvodne biomase riba od 50 t/g ne mijenja površinu morskog dna koja se nalazi pod utjecajem uzgajališta.

#### B.3.4. Utjecaj na područja Nacionalne ekološke mreže

U širem području zahvata nalazi se pet Područja ekološke mreže (Prilog V). Od toga se jedno odnosi na ptice te dva na kopneni dio Limskog zaljeva.

Područje ekološke mreže **HR1000032 Akvatorij zapadne istre** je međunarodno važno područje za ptice. U njemu su posebno zaštićene vrste morskih ptica (Narodne novine, 43/1995). Na kopnu rad uzgajališta ni na koji način ne ometa kolonije ptica s obzirom da se aktivnosti uzgoja odvijaju na moru. Odbjegla riba s uzgajališta je izvor hrane za ove ptice. Kavezi su pokriveni mrežom da se pticama spriječi hranidba u samim kavezima, a zaposlenici na kavezima znaju da ih ne smiju uznemiravati i nasilno tjerati.

Dva područja ekološke mreže odnose se na kopneni dio odnosno na kopnenu vegetaciju (**HR 2000600 Kontija** i **HR2000620 Limski zaljev-kopno**) na koja uzgajalište nema nikakav utjecaj.

U ciljeve očuvanja područja ekološke mreže **HR5000032 Akvatorij zapadne Istre** spada dobri dupin (*Tursiops truncatus*) koji se u potrazi za hranom može zaplesti u mreže kaveza. Međutim, s obzirom na dobra osjetila tih životinja i udaljenost uzgajališta od ulaza u Limski zaljev ta mogućnost je malo vjerojatna što potvrđuju dosadašnja iskustva.

Područje ekološke mreže na koje zahvat ima utjecaj je **HR3000001 Limski kanal-more** odnosno životne zajednice mora. Na pelagične zajednice zahvat djeluje kroz eutrofikaciju, ali samo lokalno uz same kaveze podiže koncentraciju nutrijenata koja nije tolika da ima izraženi utjecaj na promjene strukture planktonske zajednice. Populacije divljih riba uz instalacije uzgajališta u svom broju obično rastu.

Uzgajališta riba općenito imaju utjecaj na morsko dno i to na prostorno ograničenu površinu oko kaveza. Predviđeno povećanje proizvodnje ribe za oko 20% (sa 250 na 300 t/god) ne povećava zonu utjecaja odnosno površina utjecaja na morskom dnu praktički ostaje nepromijenjena. Međutim, opterećivanje morskog dna s otpadnim tvarima može biti do 20% veće.

Jedna od mjera zaštite u području ekološke mreže **HR3000001** je regulacija akvakulture (31) zbog toga se proizvodnja ribe ograničila na maksimalno 300 t/g jer se simulacijskim modelima pokazalo da će količine otpadne tvari (organskog dušika) u

sedimentu, prema literaturnim podacima, biti ispod onih koje sediment vode u beživotne uvjete. Nakon uspostavljanja ustaljenog stanja koncentracije u sedimentu otpadnih tvari iz uzgoja biti će tolike da ne bi značajno mijenjale strukturu životne zajednice u odnosu na sadašnje stanje.

### **B.3.5. Utjecaj na izgled krajolika**

Kavezi za uzgoj ribe imaju nisku siluetu, pa zbog toga ne mijenjaju znatnije izgled prostora koji se gleda s morske površine. Dodatne plutače također ne moraju narušavati izgled ambijenta, naročito ako se simetrično postavljaju oko uzgajališta.

Uzgajalište u Limskom zaljevu ima veliki broj manjih kaveza vezanih u dugi niz (dužine oko 70 m) pa oni brojem i razmještajem znatno mijenjaju vizuru dijela zaljeva.

Nadmorski dio krajolika trenutačno poprima svoj nekadašnji izgled nakon prestanka koncesije i uklanjanja instalacija uzgajališta. Podmorski dio nakon uklanjanja sidara i priveznih konopa, također ima mogućnost da se kroz neko relativno kratko razdoblje promjeni i dobije prvobitni izgled.

Promjena izgleda krajolika nije trajna odnosno traje toliko koliko traje dozvola uzgoja riba.

### **B.3.6. Utjecaj na plovidbu**

Prema Naredbi o kategorijama plovidbe pomorskih brodova (Narodne novine, 46/2006) Limski zaljev spada u režim lokalne plovidbe. U unutarnjem dijelu Limskog zaljeva, osim uz posebnu dozvolu, zabranjena je plovidba i sidrenje jer je zaštićeni prostor. Unutar zaljeva je s dozvolom za plovidbu brzina ograničena na 6 čvorova, a u samom kraju zaljeva na 4 čvora.

Uzgajalište ne smeta plovidbi brodica jer između uzgajališta i južne obale zaljeva ostaje dovoljno prostora za nesmetanu plovidbu.

### **B.3.7. Utjecaj na druge djelatnosti**

Od drugih djelatnosti u zaljevu prisutni su izletnički turizam i ugostiteljstvo. Uzgajalište ni jedan od ova dva vida djelatnosti ne ograničava. Jedna sve ove djelatnosti odvijaju se prema prostornim planovima i drugim pravilnicima koji ih reguliraju. Izletnički turizam brodicama i drugim sredstvima nadopunjuje se na ugostiteljstvo, a ovo opet na uzgoj ribe i školjaka kao izvora sirovine.

### **B.3.8. Procjena rizika ekološke nesreće**

Rizik ekološke nesreće kod uzgoja ribe je jedino moguć pri njenom bijegu uslijed trganja mreža. Masovniji bijeg riba iz uzgoja može genski onečistiti određeno područje. Međutim, lubin i komarča su dobiveni iz mrijesta (mrijestilište „Cenmara“ u Ninu) s maticama i mužjacima koji su porijeklom iz Jadrana pa s toga nema unošenja novih genskih osobitosti.

Masovniji bijeg lubina kao predatora bi za neko kratko vrijeme mogao promijeniti odnose među okolnoj populaciji riba, ali i to je dvojbeno jer s obzirom da su ribe iz uzgoja „istrenirane“ za dobivanje hrane one same će prije postati plijen nekim drugim predatorima.

Masovniji pomor riba, ako se one na vrijeme ne uklone iz kaveza ili dospiju na morsko dno, zbog razgradnih procesa mogu djelovati na balans kisika u morskom stupcu ili na dnu.

Uzroci ekološke nezgode mogu biti i posljedice naleta ili havarije brodova koji plove uz kaveze. Najopasnije havarije su sa izljevima mineralnih ulja koje mogu ubiti i zatrovati ribu u kavezima tako da je ona nepodesna dulji vremenski period za ljudsku prehranu, a uzgajivač trpi štetu.

### **B. 3.9. Utjecaj nakon prestanka rada uzgajališta**

Prestankom rada uzgajališta prestaje i utjecaj na okoliš. Posljedice utjecaja uzgajališta neko vrijeme ostaju skrivene u sedimentu morskog dna i to navrlo ograničenoj površini u blizini mjesta gdje su bili kavezi. Međutim, i tu se nakon nekoliko godina uspostavljaju isti ili slični odnosi među životinjskim i biljnim zajednicama koji su vladali prije postavljanja uzgojnih instalacija. Stoga je uzgoj riba djelatnost koja ima najmanje trajnih posljedica za okoliš.

## **B.4. ANALIZA KORISTI I ŠTETE ZAHVATA (COST-BENEFIT)**

Činjenica je da se uzgojem riba dobiva kvalitetna hrana za ljudsku prehranu i da je to jedna od koristi ove djelatnosti. Neposrednim radom na uzgoju mnoge obitelji imaju osiguranu egzistenciju. Kroz prireze i poreze koristi ostvaruje lokalna i šira zajednica. Kroz obrt kapitala koristi imaju svi koji se nalaze u lancu aktivnosti vezanih za uzgoj ribe. Međutim, sve ovo se ostvaruje i kod drugih djelatnosti. Stoga ostaje pitanje je li fizički prostor za obavljanje uzgoja ima mogućnost i za obavljanje druge(ih) djelatnosti, je li uzgoj u istom prostoru može biti paralelan s nekim drugim (korisnim) djelatnostima.

Prostor u kojem se obavlja uzgoj iz raznih razloga (konfiguracija okolice, udaljenost itd.) može biti i nepodesan za obavljanje drugih djelatnosti pa se u tom slučaju može razmatrati samo ekološka šteta na okoliš.

Šteta koju može napraviti uzgoj riba je ona na okolišu ili nekome čija djelatnost dijeli isti prostor s uzgajalištem. U ovom drugom slučaju bi se trebalo razmatrati jeli ta druga djelatnost radi također štetu okolišu i kakve je prirode i obima. U slučaju da su štete na okoliš jednake tada bi prednost trebala imati djelatnost koja po jedinici (prostora ili nečeg drugog) okoliša radi veću materijalnu korist. Idealna je kombinacija kada između uzgoja ribe i drugih aktivnosti može postojati suživot i kada one na određene načine mogu dijeliti isti prostor.

Glavna druga djelatnost s kojom uzgoj riba dolazi u natjecanje s prostorom je turistička. Međutim, vidovi te djelatnosti su prilično širokog raspona. Od najjednostavnije plovidbe akvatorijem do izgradnje manjih ili većih kompleksa kuća, marina ili hotela. Ovisno o području svaku od ovih aktivnosti u odnosu na uzgoj bi trebalo posebno razmatrati. U Limskom zaljevu srećom od svih ovih ostaje jedino plovidba brodica.

Najvrednije kod uzgoja riba je činjenica da ta djelatnost ne ostavlja trajne posljedice za iskoristivost nekog prostora u bilo koje druge kasnije svrhe. Drugo je da uzgoj riba ne ostavlja trajne posljedice niti u samom okolišu odnosno njegovim biotskim i abiotskim dijelovima. S tim se ni jedno ljudsko djelovanje vezano za npr. turizam ne može usporediti jer uglavnom ostavljaju trajne posljedice u prostoru i okolišu. Na taj način gledajući štete za sami biotop uzgoj riba ima određene prednosti.

Koristi se u odnosu na štetu u okolišu ili okolini uzgajališta mogu promatrati i u omjeru materijalne koristi po jedinici površine koju zauzimaju kavezi i površine (obujma) okoliša na kojemu može biti iskazana ekološka šteta tj smanjeni životni uvjeti ili poremećena neka dotadašnja prirodna ravnoteža. Štetni produkti uzgoja ribe uglavnom se akumuliraju u morskome dnu. Njihova količina eksponencijalno opada udaljavanjem od uzgojnih instalacija i na nekoliko stotina metara (u najgorim slučajevima 300 do 500) je nemjerljiva. Zona morskog dna koja je najugroženija ne prostire se više od 100 m od pojedinačnog kaveza, pa se iz

omjera ove površine i materijalne dobiti može sagledati da korist iz uzgoja ribe po jedinici površine u odnosu na sličnu usporedbu s nekim drugim aktivnostima ima visoku učinkovitost.

## **B.5. USKLAĐENOST ZAHVATA S MEĐUNARODNIM OBVEZAMA REPUBLIKE HRVATSKE**

Uzgoj riba mora biti u skladu s konvencijama i postupcima koji su definirani na razini Europske unije. Prema ovim smjernicama djelatnost uzgoja riba i školjkaša mora biti u skladu s visokim ekološkim i zdravstveno-higijenskim standardima.

Hrvatska je donijela zakon o sklapanju i izvršavanju međunarodnih ugovora (Narodne novine, 53/1991, 73/1991, 28/1996), kao i temeljem sukcesije prihvaćanje niza međunarodnih ugovora o zaštiti prirode (Narodne novine, 12/1993).

Nizom konvencija i protokola kojih je Hrvatska supotpisnik, prihvaćene su obveze zaštiti mora (Barcelona, 1976), posebno zaštićenim područjima (Geneva, 1982), biološkoj raznolikosti (Rio de Janeiro, 1992), biološkoj sigurnosti (Cartagena, 2000) i krajobrazima (Firenza, 2000). Ni po jednoj od ovih konvencija ili protokola predmetni zahvat nije suprotan.

Početak uzgoja lubina i komarče je s mlađi domaćeg porijekla (mrijestilište „Cenmara“ u Ninu). Tu se mlađ dobiva mrijestom autohtonih organizama pa je gensko zagađenje isključeno.

U preporukama Barcelonske konvencije naglašena je zaštita morskih cvjetnica (*Posedonia oceanica*, *Zostera marina* i *Cymodocea nodosa*), zbog čega se u Hrvatskoj pri postavljanju uzgajališta vodi naročita pozornost.

## **B.6. PRIJEDLOG NAJPRIKLADNIJE VARIJANTE ZAHVATA**

Glavni fizikalni čimbenik rasta ribe je temperatura morske vode koja u Ljmskom zaljevu uvjetuje da za dvije godine uzgoja veličina primjeraka znatno ne premaši masu od 250 g. To za uzgajivača nije povoljno jer tržište zahtjeva veće pecature. Zbog toga su se ispitale varijante kojima bi se omogućila veća pecatura prodajne ribe, a također zadovoljili uvjeti čuvanja okoliša.

Postavljanje kaveza za uzgoj riba u nekom području ovisi o brojnim čimbenicima koji su prikazani u tablici B.3.1.-1. Njihove brojne kombinacije moguće je studirati jedino računalnim programima kakav je primijenjen u ovoj studiji (**AquaKult**). Zbog kanalskog izgleda područja zahvata postoje ograničenja u razmještanju kaveza. Zbog slobodne plovidbe kavezi moraju biti s jedne strane zaljeva dok druga treba ostati slobodna za plovidbu. Kavezi su lateralno postavljeni na glavnu os zaljeva tako da se osigura maksimalno strujanje kroz njih. Flote kaveza su na relativno velikoj udaljenosti tako da nema preklapanja koncentracija tvari koje izlaze iz jedne a ulaze u drugu skupinu kaveza. Udaljenost između skupina kaveza također osigurava da nema preklapanja u glavnini depozicije nepojedene hrane i izmeta u sedimentu područja zahvata.

Jedna varijanta koja se razmatrala bila je dosadašnji način uzgoja s 252 pravokutna kaveza podijeljenih u sedam odvojenih skupina kaveza. Za kontinuiranu proizvodnju ribe svake godine nasaduje se polovica kaveza, konzumna veličina ribe nakon dvije godine je do 300 g. Opterećivanje morske vode otpadnim tvarima je jednako kao i u predloženoj varijanti.

Druga ispitana varijanta je bila da se pravokutni kavezi u potpunosti zamjene kavezima kružnog presijeka, tako da bude šest skupina (flota) sa po šest kaveza. Ova varijanta je prihvatljiva za poboljšanje izgleda krajolika. Međutim, se pokazalo da koncentracije fosfora u polju kaveza i tok dušika u sediment su veći od prve varijante.

Treća varijanta je hibridna varijanta u kojoj je dio pravokutnih kaveza zadržan, a dijelom je zamijenjen s kružnim kavezima. Na taj način ostaju četiri skupine pravokutnih

kaveza i dvije skupine sa po 10 kružnih kaveza. Ciklus uzgoja počima u polovini pravokutnih kaveza i traje do dvije godine (do veličine približno 150 g), a zatim se riba prenosi u kružne kaveze. Na taj su način uz nešto produljeni uzgoj moguće pojedinačne veličine riba do 350 g, a da ukupna proizvodnja ribe ostane nepromijenjena. Koncentracije otopljenih otpadnih tvari i njihov tok (fluks) u sediment su približno isti kao kod prve varijante.

U svim gornjim varijantama uzgoja ispitala se mogućnost godišnje proizvodnje od 350 tona. I s ovom proizvodnjom se pokazalo da uz nešto povećani tok dušika i fosfora u morsko dno njihova dugoročna razina u sedimentu može biti prihvatljiva.

## **C. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA I PLAN PROVEDBENIH MJERA**

### **C.1. PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE OKOLIŠA**

#### **C.1.1. Mjere za vrijeme proizvodnje**

Moraju je provoditi mjere kojima se sprečava ili umanjuje utjecaj ribe i postupaka uzgoja na okoliš:

1. Maksimalna masena koncentracija riba po kavezu ne smije prelaziti  $12 \text{ kg/m}^3$ . Prekoračenje se mora riješiti izlovom ili premještanjem u kaveze s manjom gustoćom ribe.
2. Svakodnevno se u kavezima mora kontrolirati zasićenje kisika i to posebno ljeti. Utjecaj na veliki pad kisika u kavezima sprečava se prestankom hranjenja. Ako se pad kisika i dalje nastavlja odmah pristupiti smanjivanju količine ribe.
3. Uginula riba se iz kaveza mora redovito uklanjati te odlagati u skladu s odgovarajućim propisima.
4. Primjena protuobraštajnih sredstava na mrežama kao i dodavanje medikamenata izravno u morsku vodu nije dozvoljeno.
5. Redovita kontrola sidrenih vezova. U slučaju trganja sidrenih vezova kaveza iste uz pomoć odgovarajućih plovila (tegljača) mora se premjestiti na mjesto gdje ne ugrožavaju pomorski promet.
6. Nadzirati stanje morske vode i sedimenta prema Programu praćenja stanja okoliša i u slučaju prekoračenja vrijednosti određenih Studijom analizirati uzroke te smanjiti količinu proizvodnje ribe.
7. Zaštićene vrste morskih ptica koje se hrane u blizini kaveza ne smiju se na bilo kakav način ometati, a u slučaju zaplitanja u mreže mora ih se osloboditi.

#### **C.1.2. Mjere po završetku rada uzgajališta**

Nakon završetka rada uzgajališta moraju se ukloniti sve podmorske i nadmorske dijelova uzgojnih instalacija. Pri uklanjanju sidara ili sidrenih blokova ne smije biti njihovog potezanja po morskom dnu. Morsko dno se ne smije drediti ili na drugi mehanički način mijenjati.

## C.2. PROGRAM PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA

Parametri i vrijeme uzimanja uzoraka su određeni prema rezultatima simulacijskih modela uzgoja i opterećivanja područja zahvata. Sediment ima veću važnost u praćenju stanja od vodenog stupca jer se u njemu ogleda rad uzgajališta iz prošlosti. Parametri u vodenom stupcu ovise o trenutačnoj dinamici vodene mase, kolebanja su velika, a periodi kolebanja mogu biti i reda nekoliko sati. Zbog toga parametri iz morske vode u praćenju stanja okoliša pri uzgoju ribe imaju manju težinu od onih u sedimentu.

Simulacijski modeli su pokazali da će maksimalno opterećivanje biti polovinom kolovoza, pa se u tom razdoblju moraju napraviti mjerenja. Za usporedbu i određivanje prirodnih oscilacija vrijednosti izabranih parametara stanja okoliša određuje se i jedna referentna pozicija. Dvije pozicije P1 i P2 nalaze se uz kaveze i pozicija REF je na dovoljnoj udaljenosti od kaveza (Slika C.2.-1). Parametri uzorkovanja su kako slijedi:

**Stupac morske vode:** otopljeni kisik, amonijak, nitriti, nitrati, organski dušik, fosfati, organski fosfor, klorofil *a* pri dubinama 0,5, 10 m i dno na pozicijama P1, P2, REF u vremenu polovinom kolovoza.

**Sediment morskog dna:** redoks potencijal, organski ugljik, ukupni dušik, ukupni fosfor u sloju sedimenta do 5 cm dubine na pozicijama P1, P2, REF u vremenu polovinom kolovoza.

**Meiofauna sedimeta:** u uzorcima uzetim u vremenu polovinom kolovoza na pozicijama P1, P2, REF izvršiti pregled meiofaune.

**Tablica C.2.-1.** Koordinate pozicija za uzimanje uzoraka praćenja stanja morske vode i sedimenta u Lirimskom zaljevu

Pozicija	$\varphi$	$\lambda$
P1	45°7'51.26"	13°40'20.42"
P2	45°7'49.83"	13°40'49,84"
REF	45°7'57,60"	13°39'05,91"



**Slika C.2.-1.** Pozicije uzimanja uzoraka morske vode i sedimenta (P1, P2, REF) za praćenje stanja okoliša u Lirimskom zaljevu

### **C.3. POLITIKA ZAŠTITE OKOLIŠA NOSITELJA ZAHVATA**

Uzgoj ribe u Limskom zaljevu traje preko 25 godina. Mnogi neposredni djelatnici na uzgoju također imaju dugogodišnje iskustvo koje prenose novim zaposlenicima. Od upravne strukture tvrtke do radnika na kavezima je posve jasno da samo brižljivim radom oko kaveza može biti zagarantiran uspješni rad odnosno konačna plaća i dobit.

Djelatnici su educirani i motivirani da pravilno hrane ribu, da na vrijeme otklanjaju uginule primjerke, da održavaju mreže kaveza i da propisno zbrinjavaju krute i tekuće otpatke. Upravna struktura tvrtke i voditelj samog uzgoja su biološki educirani i znaju koja vrijednost se postiže što boljim očuvanjem okoliša. Poznato im je djelovanje povratne sprege okoliša i uspješnog uzgoja riba. To svoje znanje i iskustvo prenose na zaposlenike.

### **C.4. ORGANIZACIJSKA STRUKTURA NOSITELJA ZAHVATA**

Tvrtka "Marimirna", kao potpuno samostalna tvrtka posluje od 1988. godine, kada se sa vlastitom tehnologijom mrijesta lubina i komarče, te dubokovodnog kaveznog uzgoja nalazila među prvim proizvođačima mlađi i uzgajivačima morske ribe u Europi.

Osnovna djelatnost „Marimirne“ odnosi se na uzgoj riba i školjaka, a od 2003. godine u svom sastavu ima i odjel za preradu u kojem se proizvode dimljeni fileti lubina i komarče. Za obavljanje djelatnosti "Marimirna" raspolaže pripadajućom infrastrukturom koja obuhvaća uzgojne instalacije (kaveze za uzgoj riba, uzgojne linije za školjke), radne brodove i čamce, prostore za sortiranje i pakiranje ribe, postrojenje za sušenje i dimljenje, hladnjače za skladištenje svježih ribe, ledomate za proizvodnju leda, kao i hladnjaču za duboko smrznute proizvode. Pored navedenog u okviru upravne zgrade u Limskom zaljevu nalazi se prodavaonica svježih ribe i smrznutih proizvoda te sušene i dimljene ribe. Uzgoj školjaka sveden je na 20 – 30 tona godišnje proizvodnje i ako postoje potencijalni kapaciteti za značajnije veću proizvodnju.

### **C.5. PLANIRANA SURADNJA NOSITELJA ZAHVATA S JAVNOŠĆU**

Nositelj zahvata ima otvorene odnose i potpuno razumijevanje lokalne zajednice za ovu djelatnost. Zahvaljujući tome uzgajalište u Limskom zaljevu nesmetano radi veliki niz godina. Ovakva politika u odnosima s javnošću se planira i u budućnosti.

### **C.6. PROCJENA TROŠKOVA MJERA ZAŠTITE I MONITORINGA**

Troškovi mjera i praćenja stanja okoliša prema predloženom programu procjenjuju se na oko 200.000 kuna.

## D. ZAKLJUČAK STUDIJE

### D.1. OBRAZLOŽENJE ZAHVATA

Zahvat je nastavak proizvodnje bijele ribe (lubin, komarča i druge autohtone vrste) tvrtke “Marimira“ d.d. Društvo za marikulturu, u Limskom zaljevu., Svrha ove Studije je traženje novog odobrenja koncesije morskog dobra za proizvodnje ribe. Planirana proizvodnja ribe je 300 tona.

Zahvat odnosno položaj skupina kaveza se proteže uz sjevernu stranu Limskog zaljeva od rta Šimija prema zapadu dužinom od 1000 metara. Sustav kaveza čini šest odvojenih skupina kaveza. Četiri skupine su kavezi oblika kvadra, ukupno 136, pojedinačnog volumena 171 m<sup>3</sup>, a dvije skupine čini 20 valjkastih kaveza pojedinačnog volumena 1227 m<sup>3</sup>. Razlog „rastresitog“ polaganja skupina kaveza je zbog same morfologije zaljeva, a ujedno se dobivaju i maksimalna razrjeđivanja otopljenih i čvrstih čestica koje nastaju pri uzgoju ribe.

Nasad mlađi obavlja se u razdoblju od travnja do srpnja tekuće godine, a početne mase su od 2 do 5 grama. Ciklus uzgoja je tri godine i obavlja se u tako da se svake druge godine nasaduje polovica pravokutnih kaveza te kada riba dosegne oko 150 g prenosi se u kružne kaveze. Kružni kavezi se tako nasaduju svake godine, a izlov ribe se obavlja kada ona dosegne masu od oko 350 g i masenu koncentraciju od 11-12 kg/m<sup>3</sup>

### D.2. FIZIKALNA, KEMIJSKA I BIOLOŠKA OBILJEŽJA PODRUČJA ZAHVATA

Mjerenja struja su pokazala da je strujanje u smjeru uzdužne osi zaljeva, odnosno u smjeru istok-zapad. Strujanje je u čitavom vodenom sloju prilično jednoliko raspoređeno i u najvećoj je mjeri pod utjecajem dnevnih i poludnevnih sastavnica plimnih strujanja te pod utjecajem sinoptičkih poremećaja. Najveće srednje brzine struja su u površinskom sloju u smjeru istoka (4.0 cm/s), dok su u pridnenom sloju bile najveće u zapadnom smjeru (6.1 cm/s). Dobiveni rezultati mjerenja struja pokazuju da prosječno strujanje u Limskom zaljevu takvo da povoljno utječe na njegovo prozračivanje, jer čišće vodene mase otvorenog mora ulaze u zaljev u donjim slojevima, a eventualna onečišćenja se ne zadržavaju duže unutar zaljeva već se površinskim strujama odnose izvan njega prema otvorenom moru.

Simulacije strujanja numeričkim modelom je pokazalo da za vrijeme puhanja bure nad homogenim morem u površinskom sloju prevladavaju struje u smjeru vjetrova, koje uz južnu obalu zaljeva prelaze u zapadno strujanje. U cijelom bazenu, pa tako i u području uzgajališta, struje su za puhanja bure izlaznog smjera u površinskom sloju, a ulaznog u dubljim slojevima. Za puhanja juga u površinskom sloju dominira izlazno strujanje, koje je kompenzirano pridnenim ulaznim strujanjem, a slično je i za puhanja istočnog vjetrova. U eksperimentima s jakom termoklinom karakterističnom za ljetnu sezonu izraženija su strujanja paralelna s obalama nego što je to slučaj u homogenom moru.

Područje Limskog zaljeva je prirodno umjereno eutrofno područje. Indikatori ukazuju na gradijent ekološkog stanja od ulaza prema dnu Limskoga zaljeva. Na ulazu u Limski zaljev ekološko stanje prema indeksu je vrlo dobro a na dnu zaljeva je u stupanju dobro. Vrijednosti indikatora ukazuju na malo, ali statistički značajno smanjene eutrofikacijskog pritiska u unutrašnjem dijelu Limskoga zaljeva nakon 1985. godine, kao rezultata sniženja koncentracije ukupnog dušika i ortofosfata.

Uočljive su negativne vrijednosti redoks potencijala već na samoj površini sedimenta tj. redoks prijelazi na 0,5 i 1 cm dubine. Negativni potencijali izmjereni u sedimentu svih istraživanih postaja, kao i plitke dubine redoks prijelaza mogu biti i odraz prirodnog opterećenja velikom količinom organske tvari. Tome u prilog je i činjenica da se redoks potencijali izmjereni u sedimentu ispod kaveza ne razlikuju bitno od ostalih postaja u Limskom zaljevu. Udio organskog ugljika u sedimentu područja zahvata se kretao u rasponu



od 1,12 do 1,38 %, dok je udio ukupnog dušika varirao u rasponu od 0,16 do 0,24% u ukupnom sedimentu. Raspon koncentracija anorganskog fosfora u sedimentu Limskog zaljeva je bio od 11 do 20  $\mu\text{mol g}^{-1}$ , a raspon organskog fosfora od 0 do 3,75  $\mu\text{mol g}^{-1}$ . Udio anorganskog fosfora u ukupnom fosforu izračunati za sediment Limskog zaljeva su od 81 do 100%. Ovako visoki udjeli anorganske frakcije fosfora, prema dosadašnjim iskustvima, su nađeni samo u pjeskoviti sedimentima pri uzgajalištima.

Kvalitativni i kvantitativni sastav meiofaune se kreće unutar granica raznolikosti i gustoće uobičajene na muljevitim dnima poluzatvorenih ekosustava. Prema simulacijskom modelu širenja nepojedene hrane i fecesa na morskom dnu te spoznajama iz literature, procijenjeno je da će promjene živornih zajednica sedimenta nastupiti na površini od oko 60.000  $\text{m}^2$ . Promjene će se očitovati u biomasi i zastupljenosti broja jedinki nekih vrsta, ali neće doći do bezživotnih uvjeta u sediment.

### D.3. PRIKAZ UTJECAJA ODABRANE VARIJANTE ZAHVATA NA OKOLIŠ

#### D.3.1. Utjecaj tijekom rada uzgajališta

Najznačajniji utjecaj rada uzgajališta na okoliš je od otpadnih produkata metabolizma ribe a to su: urin, izmet (feces), amonijak i ugljični dioksid. Pored toga utjecaj ima i količina nepojedene hrane koja dobrim dijelom ovisi o načinu hranidbe riba. Glavne elementarne tvari pri ispuštanjima koje imaju utjecaj na stanje okoliša su dušik i fosfor. Dio dušika i fosfora je u otopljenom obliku, a dio je na česticama koje dospijevaju na morsko dno. Dnevna proizvodnja netopljivog dušika se kreće od minimalno 0,5 kg pa do 3,5 kg, a netopljivog fosfora od 0,5 do 4,5 kg/dan. Proizvodnja topljivog dušika i fosfora su znatno veće i kreću se od 30-160 kg N/dan i 7-22 kg P/dan. Vrhovi se proizvodnje javljaju polovinom kolovoza.

Simulacije izvedene s numeričkim modelima uzgoja i širenja topljivih izlučevina ribe u morskoj vodi neposredne okolice kaveza, pokazuju da su ih strujanja sposobne dovoljno razrijediti da gledajući *per se* (bez prirodnog dotoka hranjivih tvari) koncentracije budu u onima karakteristični za oligotrofna ili slabo mezotrofna područja. Iz toga se može zaključiti da će uzgoj riba samo umjereno podignuti prirodno stanje trofije u Limskom zaljevu.

Simulacije taloženja čestica izmeta i nepojedene hrane pokazuju da će površine taloženja biti ograničene na relativno blisko polje samih kaveza. Maksimalna taloženja su uvijek ispod ili do samih skupina (flota) kaveza. Flote kaveza se nalaze na međusobno dovoljnoj udaljenosti da superpozicije taloženja čestica iz kaveza nema ili je njen učinak na pojačavanje taloženja zanemariv. Smjer površina taloženja čestica je u sukladan trenutačnom smjeru vjetrova, a maksimumi toka taloženja dušika se kreću od 0,2 do 1,4 g N/ $\text{m}^2$ /dan. Najvišem toku dušika odgovara najmanja površina morskog dna zahvaćena fecesom i nepojedenom hranu i obrnuto. Simulacijama taloženja u strujnom polju izazvanom vjetrovima, plimom i osekom raspone površina na kojima se taloži feces i nepojedena hrana je od 34.000  $\text{m}^2$  (oseka) do 150.000  $\text{m}^2$  (zapadni vjetar nad raslojenim morem).

Procjena količine dušika u sedimentu znatno ovisi o pretpostavljenoj količini nepojedene hrane. Kada se primjeni rasap hrane do 3% od dnevne potrebe, tada bi akumulirana količina dušika ispod kaveza nastala uzgojem i ona „prirodna“ (količina od 0,16% zabilježena na referentnoj postaji) zajedno činili 0,26%. Kada se usporede ove vrijednosti s onima izmjerenima na uzgajalištu, očito je da se one neće znatno mijenjati. S obzirom da sadašnje stanje meiofaune ne pokazuje značajnu degradaciju ove zajednice u sedimentu, može se zaključiti da će stanje bentosa i dalje biti zadovoljavajuće.

Kavezi za uzgoj riba u Limskom zaljevu donekle mijenjaju vizuru prostora zbog toga što je razmještaj flota kaveza „razvučen“ uzduž zaljeva. Međutim, upravo takav raspored s druge strane štiti okoliš od prekomjernih opterećivanja tvarima na dnu i u morskoj vodi.

### **D.3.2. Utjecaj nakon prestanka rada uzgajališta**

Kavezne instalacije se odnose sa mjesta uzgoja i lokacija zahvata u svom nadmorskom dijelu dolazi u stanje u kojem je bila prije uzgoja riba. U podmorskom dijelu nakon prestanka rada uzgajališta prestaje i daljnje opterećivanje. U sedimentu akumulirane količine dušika i fosfora još će neko dulje vrijeme (reda veličina nekoliko godina) biti povišene, ali će postupno opadati bilo uslijed razgradnje ili nakupljanjem novog sedimenta.

## **D.4. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA**

### **D.4.1. Mjere zaštite tijekom rada uzgajališta**

1. Maksimalna masena koncentracija riba po kavezu ne smije prelaziti  $12 \text{ kg/m}^3$ .
2. Utjecaj na veliki pad kisika u kavezima sprečava se prestankom hranjenja. Ako se pad kisika i dalje nastavlja odmah pristupiti smanjivanju količine ribe.
3. Uginula riba se iz kaveza mora redovito uklanjati te odlagati u skladu s odgovarajućim propisima.
4. Primjena protuobraštajnih sredstava na mrežama kao i dodavanje medikamenata izravno u morsku vodu nije dozvoljeno.
5. Nadzirati stanje morske vode i sedimenta prema Programu praćenja stanja okoliša i u slučaju prekoračenja vrijednosti određenih Studijom analizirati uzroke te smanjiti količinu proizvodnje ribe.
6. Zaštićene vrste morskih ptica koje se hrane u blizini kaveza ne smiju se na bilo kakav način ometati, a u slučaju zaplitanja u mreže mora ih se osloboditi.

### **D.4.2. Mjere po prestanku rada uzgajališta**

Nakon završetka rada uzgajališta moraju se ukloniti sve podmorske i nadmorske dijelova uzgojnih instalacija. Pri uklanjanju sidara ili sidrenih blokova ne smije biti njihovog potezanja po morskom dnu. Morsko dno se ne smije dređati ili na drugi mehanički način mijenjati.

## D.5. PROGRAM PRAĆENJA STANJA OKOLIŠA

Utjecaj na okoliš uzgajališta „Marimirne“ u Lirskom zaljevu prati se jednim mjerenjem svake godine odabranih pokazatelja stanja okoliša. Mjerenja se obavljaju na pozicijama unutar uzgajališta (P1 i P2) te na jednoj referentnoj postaji dalje od uzgajališta (REF). Koordinate postaja su date u tablici D.5.-1.

**Tablica D.5.-1.** Koordinate pozicija za uzimanje uzoraka praćenja stanja morske vode i sedimenta u Lirskom zaljevu

Pozicija	$\varphi$	$\lambda$
P1	45°7'51.26"	13°40'20.42"
P2	45°7'49.83"	13°40'49,84"
REF	45°7'57,60"	13°39'05,91"

Praćenje stanja okoliša obuhvaća pokazatelje stanje sedimentu te vrijeme njihova uzorkovanja kako slijedi:

**Stupac morske vode:** otopljeni kisik, amonijak, nitriti, nitrati, organski dušik, fosfati, organski fosfor, klorofil *a* pri dubinama 0,5, 10 m i dno na pozicijama P1, P2, REF u vremenu polovinom kolovoza.

**Sediment morskog dna:** redoks potencijal, organski ugljik, ukupni dušik, ukupni fosfor u sloju sedimenta do 5 cm dubine na pozicijama P1, P2, REF u vremenu polovinom kolovoza.

**Meiofauna sedimenta:** u uzorcima uzetim u vremenu polovinom kolovoza na pozicijama P1, P2, REF izvršiti pregled meiofaune.

Program praćenja je stalno tijekom trajanja uzgajališta i njegovi rezultati su dostupni inspekcijским službama i ovlašteniku za kasnije analize. Ako mjerenja stanja okoliša pokazuju uzlazne trendove tada ih ovlaštenik ili druga ustanova, mora detaljno analizirati i vidjeti što u načinu uzgoja valja promijeniti.



---

## **E. SAŽETAK STUDIJE ZA JAVNI UVID**

## F. IZVORI PODATAKA

### Prostorno-planski dokumenti:

Prostorni plan Istarske županije, Službene novine Istarske županije, 20/2002, 1/2005, 4/2005, 15/2005.

Prostorni plana uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar, Službene novine Općine Vrsar, 4/2007.

### Propisi:

Zakonu o zaštiti prirode, Narodne novine, 70/2005.

Plan praćenja kvalitete mora i školjkaša na područjima uzgoja, izlova i ponovnog polaganja školjkaša, Narodne novine, 53/2005.

Naredba o kategorijama plovidbe pomorskih brodova, Narodne novine, 46/2006.

Pravilnik o obavljanju podvodnih aktivnosti, Narodne novine, 47/1999.

Plan intervencija kod iznenadnih onečišćenja Jadranskog mora u Republici Hrvatskoj, Narodne novine, 88/1993.

Službene novine – Službeno glasilo zajednice općina Rijeka, 63/1979.

Službene novine, Službeno glasilo zajednice općina Rijeka, 1/1982.

Uredba o uređenju i zaštiti zaštićenog obalnog područja mora, Narodne Novine, 128/2004.

Zakon o sklapanju i izvršavanju međunarodnih ugovora, Narodne novine, 53/1991, 73/1991, 28/1996.

Zakon o područjima, županija gradova i općina u Republici Hrvatskoj, Narodne novine, 86/2006.

Uredbi o klasifikaciji voda, Narodne novine, 77/1998.

Pravilnik o zaštiti pojedinih vrsta ptica (Aves), Narodne novine, 43/1995.

### Znanstveni i stručni radovi:

Aller, R.C. 1980. Quantifying solute distributions in the bioturbated zone of marine sediments by defining an average microenvironment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44:1955-1965.

Aller, R.C. 1994. Bioturbation and remineralization of sedimentary organic matter: effects of redox oscillation. *Chem. Geol.*, 114:331-345.

Berner, R.A. 1981. A new geochemical classification of sedimentary environments. *J. Sediment. Petrol.*, 51:359-365.

- Blumberg, A.F., Mellor, G.L. 1987. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. In: Heaps N.S, (Ed.), Three Dimensional Coastal Ocean Models, Coastal and Estuarine Science, 4, American Geophysical Union, Washington, D.C. 16 pp.
- Boudreau, B.P. 1994. Is burial velocity a master parameter for bioturbation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58: 1243-1249.
- Boudreau, B.P. 1998. Mean mixed depth of sediments: The wherefore and the why. *Limnol. Oceanogr.* 43: 524-526.
- Colman, A.S., Holland, H.D. 2000. The global diagenetic flux of phosphorus from marine sediments to the oceans, redox sensitivity and the control of atmospheric oxygen levels. *Marine Authigenesis: From Global to Microbial*, SEPM Special Publ. 66, p.p. 53-75.
- De Lange, G. J. 1986. Chemical composition of interstitial water in cores from the Nares Abyssal Plain (Western North Atlantic). *Oceanolog. Acta*, 9:159-168.
- De Lange, G.J. 1986. Early diagenetic reactions in interbedded pelagic and turbidic sediments in the Nares Abyssal Plain (western North Atlantic): consequences for the composition of sediment and interstitial water. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50:2543-2561.
- Dosdat, A., Servais, F., Métailler, R., Huelvan, C., Desbruyères, E. 1996. Comparison of nitrogenous losses in five teleost fish species. *Aquaculture*, 142: 107-127.
- EEA. 1999. Nutrients in European ecosystems. Environmental Assessment Report No. 4, 155 pp.
- EUC. 2001. Direktiva 2000/60/EC Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda, od 23. listopada 2000., 86 pp.
- Faul, K. L., Paytan, A., Delaney, M. L. 2005. *Phosphorus distribution in sinking oceanic particulate matter*. *Mar. Chem.*, 97: 307–333.
- Fernandez, F, Miquel, AG., Guinea, J., Martinez, R. 1998. Digestion and digestibility in gilthead sea bream (*Sparus aurata*): the effect of diet composition and ration size. *Aquaculture*, 166, 67-84.
- Folk, R.L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *J. Geol.* 62:344-356.
- Folk, R.L., Ward, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27:3-26.
- Froelich, P. N., Bender, M.L., Luedtke, N.A., Heath, G.R., De Vries, T. 1982. The marine phosphorus cycle. *Am. J. Sci.*, 282:474-511.

- From, J., Rasmussen, G. 1984. A growth model, gastric evacuation and body composition in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, 1836. *Dana*, 3: 61-139.
- Goolish, E.M., Adelman, I.R. 1984. Effects of ration size and temperature on the growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 36, 27-35.
- Grenthe, I., Stumm W., Laaksuharju M., Nilsson A.-C., Wikberg P. 1992. Redox potentials and redox reactions in deep groundwater systems. *Chem. Geol.*, 98,131-150.
- Grenthe, I., Stumm, W., Laaksuharju, M., Nilsson, A.-C., Wikberg, P. 1992. Redox potentials and redox reactions in deep groundwater systems. *Chem. Geol.*, 98:131-150.
- Hevia, M., Rosenthal, H., Gowen, R.J. 1996. Modelling benthic deposition under fish cages. *J. Appl. Ichthyol.*, 12: 71-74.
- Hidalgo, F., Alliot, E., Thebault, H. 1987. Influence of water temperature and food intake, food efficiency and gross composition of juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 64, 199-207.
- Holmer, M., Argyrou, M., Dalsgaard, T., Danovaro, R., Diaz-Almela, E., Duarte, C.M., Frederiksen, M., Grau, A., Karakassis, I., Marbà, N., Mirto, S., Pérez, M., Pusceddu, A., Tsapakis, M. 2008. Effects of fish farm waste on *Posidonia oceanica* meadows: Synthesis and provision of monitoring and management tools. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1618-1629.
- Izvješća Projekta Pojeka „Jadran“, Centar za istraživanje mora, Rovinj
- Jamu, D.M., Piedrahita, R.H. 2002. An organic matter and nitrogen dynamics model for the ecological analysis of integrated aquaculture/agriculture systems: I. model development and calibration. *Environmental Modelling & Software*, 17, 571-582.
- Jensen, H.S., Mortensen P.B., Andersen F.Ø., Rasmussen E.K., Jensen A. 1995. Phosphorus cycling in coastal marine sediment. *Limnol. Oceanogr.*, 40, 908-917.
- Jensen, H.S., Mortensen, P.B., Andersen, F.Ø., Rasmussen, E.K., Jensen, A. 1995. Phosphorus cycling in coastal marine sediment. *Limnol. Oceanogr.*, 40:908-917.
- Kalantzi, I., Karakassis, I. 2006. Benthic impacts of fish farming: Meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 484-493.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.-N, Plaiti, W. 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57,1462-1471.
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Pitta, P. 2001. Diel variation of nutrients and chlorophyll in sea bream and sea bass cages in the Mediterranean. *Fresenius Environmental Bulletin*, 10, 278-283.
- Katavić, I., Herstad T.-J., Kryvi H., White P., Franičević V., Skakelja N. 2005. Guidelines to marine aquaculture planning, integration and monitoring in Croatia. Project "Coastal zone management plan for Croatia", Zagreb, pp 78.

- Klaoudatos, S., Apostolopoulos, J. 1986. Food intake, growth, maintenance and food conversion efficiency in the gilthead sea bream (*Sparus auratus*). *Aquaculture*, 51, 217-224.
- Klump, J. V., Martens, C. S. 1981. Biogeochemical cycling in an organic rich coastal marine basin-II. Nutrient sediment-water exchange processes. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 45:101-121.
- Kraljević, M., Dulčić, J., Tudor, M. 1998. Growth parameters of the gilt-head sea bream *Sparus aurata* L. in eastern Adriatic (Croatian waters). *Periodicum biologorum*, 100, 87-91.
- Kraljević, M., Pallaoro, A., Dulčić, J. 2001. Ribolov u Tarskoj vali (Novigrad, Istra). Analize lovina za ožujak 2001. godine. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Studije i elaborati, 8 pp.
- Krishnan, N., Reddy, S.R. 1989. Combined effects of quality and quantity of food on growth and body composition of the air-breathing fish *Channa gashua* (Ham.). *Aquaculture* 76, 79-96.
- Kristensen, E., Holmer, M. 2001. Decomposition of plant materials in marine sediments to different electron acceptors ( $O_2$ ,  $NO_3^-$ , and  $SO_4^-$ ), with emphasis on substrate origin, degradation kinetics, and the role of bioturbation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65, 419-433.
- Kušpilić, G. 2001. Flux of nitrogen, phosphorus and silicate between the sea water / sediment boundary in the onshore and offshore waters of the middle and south Adriatic. Thesis. University of Zagreb, 91 pp.
- Lampadariou, N., Karakassis, I., Teraschke, S., Arlt, G. 2005. Changes in benthic meiofaunal assemblages in the vicinity of fish farms in the eastern mediterranean. *Vie et milieu*, 55, 61-69.
- La Rosa, T., Mirto, S., Mazzola, A., Danovaro, R. 2001. Differential responses of benthic microbes and meiofauna to fish-farm disturbance in coastal sediments. *Environmental Pollution*, 112, 427-434.
- Larsson, S., Berglund, I. 2005. The effect of temperature on energetic growth efficiency of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) from Swedish populations. *Journal of Thermal Biology*, 30, 29-36.
- Loring, D.H., Rantala, R.T.T. 1992. Manual for geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth-Sci. Rev.* 32:235-283.
- Lupatsch I., Kissil G.W. 1998. Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach. *Aquat. Living Resour.*, 11, 265-268.
- Magil, A.H., Thetmeyer, H., Cromey, C.J. 2006. Settling velocity of faecal pellets of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) and sensitivity analysis using measured data in deposition model. *Aquaculture*, 251, 195-305.
- Makjanić, B. 1978. Bura, jugo, etezije. Prilozi poznavanju klime i vremena SFRJ, 5, 1-56.



- Matijević, S. 2006. Distribution of chemical phosphorus species in the middle Adriatic sediment. Thesis. University of Zagreb, 123 pp.
- Matijević, S., Kušpilić, G., Barić, A. 2006. Impact of a fish farm on physical and chemical properties of sediment and water column in the middle Adriatic Sea. *Fres. Environ. Bull.*, 15(9):1058-1063.
- Matijević, S., Kušpilić, G., Bogner, D., Barić, A. 2004. Fish farming influence on physical and chemical properties of sediment and water column in the middle Adriatic, *Rapport du 37e Congres de la CIESM (0373-434X)* 37; p. 222.
- Matijević, S., Kušpilić, G., Kljaković-Gašpić, Z. 2007. The redox potential of sediment from the central Adriatic region. *Acta Adriatica*. U tisku.
- Mazzola, A., Mirto, S., Danovaro, R. 1999. Initial Fish-Farm Impact on Meiofaunal Assemblages in Coastal Sediments of the Western Mediterranean Marine Pollution Bulletin, 38, 1126-1133.
- Mellor, G.L. 1991. An equation of state for numerical models of ocean and estuaries. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 8, 609-611.
- Mellor, G.L., Yamada, T. 1982. Development of turbulent closure models for geophysical fluid problems. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 20(4), 851-875.
- Meyer-Reil, L.-A., Köster, M. 2000. Eutrophication of marine waters: effects on benthic microbial communities. *marine Pollution Bulletin*, 41, 255-263.
- Mihanović, H. 1998. Empirijska analiza i numeričko modeliranje stojnih valova u Limskom kanalu. Diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 73 pp.
- Mosetti, F., Manca, B. 1972. Le maree dell'Adriatico: calcoli di nuove costanti armoniche per alcuni porti. Studi in onore di Giuseppina Aliverti. Istituto Unuersitario Navale di Napoli. p. 166-176.
- Najdek, M., Travizi, A., Bogner, D., Blazina, M. 2007. Low impact of marine fish farming on sediment and meiofauna in Limski Channel (Northern Adriatic, Croatia). *Fres. Environ. Bull.* 16, 784-791.
- Panchang, V., Cheng, G., Newell, C. 1997. Modeling hydrodynamics and aquaculture waste transport in coastal Maine. *Estuaries*, 20, 14-41.
- Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M. 2001. Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana, Feletar, Zagreb, 258 pp.
- Pitta, P., Karakassis, I., Tsapakis, M., Živanović, S. 1999. Natural vs. mariculture induced variability in nutrients and plankton in the Eastern Mediterranean. *Hydrobiologica*, 391, 181-194.
- Pitta, P., Apostolaki, E.T., Giannoulaki, M., Karakassis, I. 2005. Mesoscale changes in the water column in response to fish farming zones in three coastal areas in the Eastern Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65, 501-512.

- Precali, R. 2002. Analiza stanja kakvoće priobalnog mora Republike Hrvatske od Savudrije do Zadra., 27 pp.
- Robaina, L., Corraze, G., Aguirre, P., Blanc, D., Melcion, J.P., Kaushik, S. 1999. *Digestibility*, postprandial ammonia excretion and selected plasma metabolites in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed pelleted or extruded diets with or without wheat gluten. *Aquaculture*, 179, 45-56.
- Russel, N.R., Fish, J.D., Wooton, R.J. 1996. Feeding end growth of juvenile sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. *J. Fish. Biol.*, 49, 160-174.
- Shepard, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay relations. *J. Sediment. Petrol.* 24:151-158.
- Simpson, W.R. 1982. Particulate matter in the oceans – Sampling methods, concentration, size distribution and particle dynamics. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 20, 119-172.
- Stanley, D. J. 1995. A global sea-level curve for the late Quaternary: the impossible dream?. *Mar. Geol.* 125:1-6.
- Sutherland, T.F., Levings, C.D., Petersen, S.A., Poon, P., Piercey, B. 2007. The use of meiofauna as an indicator of benthic organic enrichment associated with salmonid aquaculture. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1249-1261.
- Tromp, T.K., Van Cappellen, P., Key, R.M. 1995. A global model for early diagenesis of organic carbon and organic phosphorus in marine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 1259-1284.
- Tsevis, N., Klaoudatos, S., Conides, A. 1992. Food conversion budget in sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. *Aquaculture*, 101, 293-304.
- Tudor, M. 1998. Ammonium production during decomposition of fish food pellets in sea water. *Acta Adriat.*, 39, 31-36.
- Vatova, A., di Villagrazia, P.M. 1948. Sulle condizioni chimicofisiche del Canale di Leme presso Rovigno d'Istria. *Bollettino di Pesca Piscicoltura e Idrobiologia*, 3, 5-27.
- Vezzulli, L., Moreno, M., Marin, V., Pezzati, E., Bartoli, M., Fabiano, M. 2008. Organic waste impact of capture-based Atlantic bluefin tuna aquaculture at an exposed site in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, 369-384.
- Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A. 1998. Characterisation of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Envirometrics*, 9, 329-357.
- Westrich, J.T., Berner, R.A. 1984. The role of sedimentary organic matter in bacterial sulfate reduction: The G model tested. *Limnol. Oceanogr.*, 29, 236-249.

- Yamada, M., Tsuruta, A., Yoshida, Y. 1980. A list of phytoplankton as eutrophic level indicator. Bull. Japan Soc. Sci. Fish. , 46, 1435-1438.
- Yokoyama, H. 2003. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. Aquaculture, 226, 45-46.

## **G. PRILOG I.**

**Model rasta lubina i komarče (bijela riba)**

Rast ribe je ovisan o mnogobrojnim vanjskim i njenim unutarnjim čimbenicima. Tri osnovna čimbenika koji se mogu dovesti multiplikativno vezu s rastom su okolna temperatura, hrana i masa same ribe.

Veličina obroka je ukupna hrana ( $R=R(t)$ ) koju riba pojede od početka hranjenja do vremena  $t$ . Prema apetitu ribe veličina obroka može biti od gladovanja ( $R=0$ ) do maksimalnog obroka ( $R=R_M$ ). Brzina hranidbe se definira kao diferencijalna funkcija  $dR/dt$ , a s obzirom na maksimalno mogući dnevni obrok ona je

$$\left. \frac{dR}{dt} \right|_{W,T,r} = r \left. \frac{dR_M}{dt} \right|_{W,T}$$

gdje je  $r$ - udio od maksimalnog mogućeg obroka pri njenoj veličini ( $W$ ) i temperaturi ( $T$ ). Vrijednost  $r$  može biti od 0 do 1. Vrijednost  $r$  nije ovisna o masi ribe i temperaturi već ovisi o samom apetitu ribe i uzgajivaču odnosno načinu hranidbe. U modelu se ona može uzeti kao slučajna veličina u nekim odabranim granicama [ $r_{min}$ ,  $r_{max}$ ].

Masa hrane koju riba u svom dnevnom obroku pojede ovisi i o energetskej učinkovitosti hrane koja je definirana kao

$$EQ = \frac{q(W)}{q(R)} \cdot \frac{dW_M / dt}{dR_M / dt}$$

gdje su:  $q(W)$  i  $q(R)$  su specifične energije ribe i hrane odnosno količina energije po jedinici mase (kJ/g) ribe ili hrane. Maksimalna brzina potrošnje hrane ovisi o njenoj energetskej vrijednosti temperaturi i masi ribe kao

$$\left. \frac{dR_M}{dt} \right|_{W,T,q} = \frac{q(W)}{q(R)} \cdot h(T)W^\beta = qh(T)W^\beta$$

Trenutačna brzina rasta ribe ( $dW/dt$ ) može se prikazati kao udio maksimalne brzine rasta koji ovisi o obroku  $r$  kao

$$\left. \frac{dW}{dt} \right|_{W,T,r} = G(r) \frac{dW_M}{dt}$$

gdje su:  $dW_M/dt$ -maksimalna brzina rasta pri određenoj masi ribe i temperaturi, a  $G(r)$  je normalizirana brzina rasta ovisna o veličini obroka.

Maksimalna brzina rasta u prvoj fazi života ribe (ispod točke infleksije na cjelokupnoj krivulji rasta) može se prikazati jednostavnom diferencijalnom jednačom

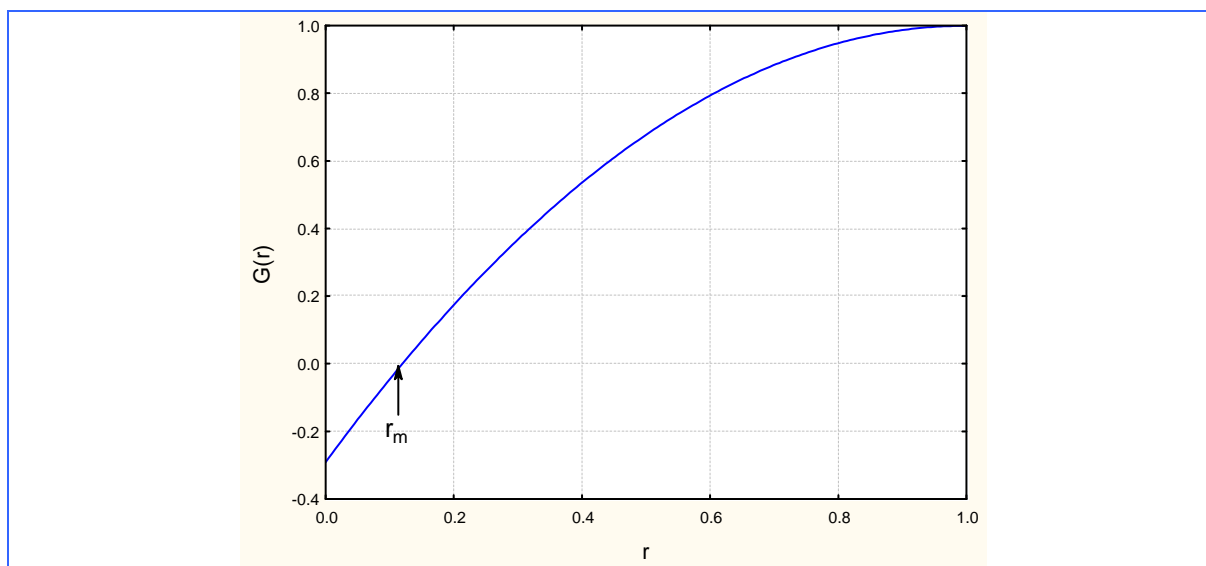
$$\left. \frac{dW_M}{dt} \right|_{W,T} = k(T) \cdot W^\alpha$$

Normalizirana funkcija rasta  $G(r)$  je određena na temelju empirijskih podataka funkcionalnog odnosa brzine rasta i brzine uzimanja hrane iz literature (Hidalgo i sur., 1987; Krishnan i Reddy, 1989; Goolish i sur., 1984; Klaoudatos i Apostolopoulos, 1986; Tsevis i

sur., 1992; Russel i sur.,1996). Pokazalo se da se stopa brzine rasta može opisat kao kvadratna funkcija stope brzine hranjenja (Slika P.I. -1.). Točka na krivulji  $r_m$  je veličina normaliziranog obroka pri kojem nema rasta ribe. Za mlađ lubina je to vrijednost između 0,12 i 0,4 (Hidalgo i sur., 1987; Tsevis i sur., 1992; Rusell i sur., 1996) dok je za komarču 0,26 (Klaoudatos i Apostolopoulos, 1986). Funkcionalni se odnos normalizirane brzine rasta pomoću veličine obroka za održavanje ribe može iskazat kao

$$G(r) = 1 - \frac{(r-1)^2}{(r_m-1)^2}$$

koji se koristi u modulu programa za rast ribe (Slika P.I. -1).



**Slika P.I. -1.** Izgled funkcionalnog odnosa normalizirane brzine rasta i udjela maksimalne brzine hranidbe. Vrijednost  $r_m$  je udio maksimalnog obroka pri kojem nema rasta odnosno sva hrana se troši na održavanje životnih funkcija ribe.

Fiziološki gledano postoje tri ključne temperature u funkcioniranju poikiloternog organizma: donja letalna temperatura, gornja letalna temperatura i optimalna temperatura pri kojoj su sve životne funkcije najbrže (npr. rast, hranjenje). Ta funkcija se može prikazat jednadžbom (Larsson i Berglund, 2005)

$$f(T) = (T - T_L)(1 - \exp(d(T - T_U)))$$

gdje su:  $T$ - aktualna temperatura,  $T_L$ - donja letalna,  $T_U$  – gornja letalna temperatura.. Vrijednost parametra  $d$  je određena optimalnom temperaturom rasta ili hranidbe.

Ribe ispod neke donje granične temperature prestaju s hranjenjem odnosno rast se zaustavlja ili može imat i negativne vrijednosti. Temperaturni koeficijenti za hranu i rast su iskazani pomoću ovih graničnih temperatura kao

$$h(T) = H \cdot (f(T) - f(T_{hk}))$$

i

$$k(T) = K \cdot (f(T) - f(T_{ko}))$$

U modelu rasta ribe koeficijent temperature ( $h(T)$ ) koji određuje vrijednost brzine uzimanja hrane i ne može imat vrijednosti manje od nule, dok su kod temperaturnog koeficijenta ( $k(T)$ ) za brzinu rasta dozvoljene i negativne vrijednosti.

Vrijednosti parametara modela rast lubina i komarče koji su primijenjeni u ovoj Studiji prikazani su na slici P.I. -2 i P.I. -3.

The screenshot shows a software window titled "Rast ribe" with several input fields and buttons. The parameters are organized into several sections:

- Podatke... Pomoć**
- Parametri rasta**
  - Exponent mase ribe: 0.52
  - Koeficijent temperature (1/°C): 0.012
  - Donja granica temperature (°C): 12
- Parametri hranidbe**
  - Exponent mase ribe: 0.63
  - Koeficijent temperature (1/°C): 0.014
  - Donja granica temperature (°C): 8.2
- Vrsta ribe:** Lubin
- Uvjeti Integracije:**
  - Početak: 1. 3. 2007
  - Završetak: 30.12.2008
  - Vremenski korak (dan): 0.2
  - Početna masa ribe (g): 2
- Temperatura**
  - Donja letalna (°C): 1
  - Gornja letalna (°C): 32
  - Exponent: 0.16
  - Optimalna temperatura (°C): 22.60
- Temperatura morske vode**
  - Min. temperatura (°C): 9.9
  - Max. temperatura (°C): 24.1
  - Dan u godini s min. temp.: 49.3
- Razina hranidbe (f):**
  - Minimalna (%): 70
  - Maksimalna (%): 95
  - Održavanja (%): 12
- Sastav ribe i hrane:**

	Riba:	Hrana:
Proteini (%)	18	44
Lipidi (%)	8	12
Ugljikohidrati (%)	1	1
Fosfor (%)	0.7	1.5
Energija (kJ/g)	7.60	15.37
- Apsorpcija dušika (%):** 92
- Apsorpcija fosfora (%):** 50
- Topljivost fecesa (%):** 80

Buttons: **Zatvori**, **Uradi**

**Slika P.I. -2.** Vrijednosti parametara modela za simulaciju rasta lubina primijenjeni u ovoj Studiji

Rast ribe

Podatke... Pomoć

<b>Parametri rasta</b>	<b>Parametri hranidbe</b>	<b>Vrsta ribe:</b> Orada
Exponent mase ribe: 0.53	Exponent mase ribe: 0.68	Uvjeti Integracije:
Koeficijent temperature (1/°C): 0.0083	Koeficijent temperature (1/°C): 0.0153	Početak: 1. 3. 2007
Donja granica temperature (°C): 11.3	Donja granica temperature (°C): 9.5	Završetak: 30.12.2008
<b>Temperatura</b>	<b>Temperatura morske vode</b>	Vremenski korak (dan): 1
Donja letalna (°C): 5	Min. temperatura (°C): 9.9	Početna masa ribe (g): 2
Gornja letalna (°C): 33	Max. temperatura (°C): 24.1	<b>Razina hranidbe (f):</b>
Exponent: 0.155	Dan u godini s min. temp.: 49.3	Minimalna (%): 70
Optimalna temperatura (°C): 24.07		Maksimalna (%): 95
		Održavanja (%): 26
<b>Sastav ribe i hrane:</b>		
	<b>Riba:</b>	<b>Hrana:</b>
Proteini (%): 16.5	44	Apsorpcija dušika (%): 92
Lipidi (%): 6	12	Apsorpcija fosfora (%): 50
Ugljikohidrati (%): 1	1	Topljivost fecesa (%): 80
Fosfor (%): 0.7	1.5	
Energija (kJ/g): 6.46	15.37	

Zatvori Uradi

**Slika P.I. -2.** Vrijednosti parametara modela za simulaciju rasta komarče primijenjeni u ovoj Studiji



## **H. PRILOG II.**

**Potvrda područja akvatorija Linskog zaljeva utvrđena Prostornim planom Istarske županija za uzgajališta ribe i školjaka**



REPUBLIKA HRVATSKA



ISTARSKA ŽUPANIJA

Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju  
Odsjek za prostorno uređenje i gradnju Pula  
Pula, Sergijevaca 2

KLASA: 350-01/08-01/48  
URBROJ: 2163/1-18/2-08-2  
Pula, 24. travnja 2008.

Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju Istarske županije, Odsjek za prostorno uređenje i gradnju Pula, temeljem članka 342. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine" br.76/07) i članka 11. Pravilnika o procjeni utjecaja na okoliš ("Narodne novine" br.59/00, 136/04 i 85/06), povodom zahtjeva Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, i z d a j e

### POTVRDU

Uvidom u Prostorni plan Istarske županije ("Službene novine Istarske županije" br. 20/2, 1/05, 4/05 i 15/05) utvrđeno je da je na području akvatorija Limskog kanala planirana marikultura, označena u planu simbolom (H) kao područje uzgajališta (marikultura) za uzgoj riba i školjaka.

Upravna pristojba temeljem Tar.br. 63. Zakona o upravnim pristojbama ("Narodne novine" br. 8/96, 95/97 i Uredbi o izmjeni tarife "Narodne novine" br. 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06 i 117/07), u iznosu od 20,00 Kuna nalijepljena je i poništena na podnesku.

U pravitku:  
Izvod iz Prostornog plana


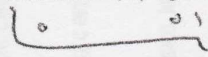
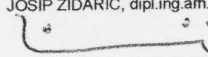


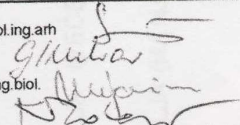

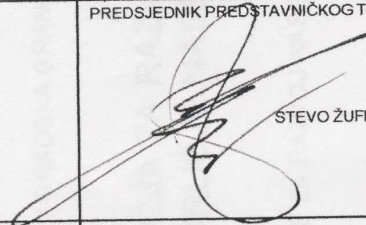
Dostaviti:

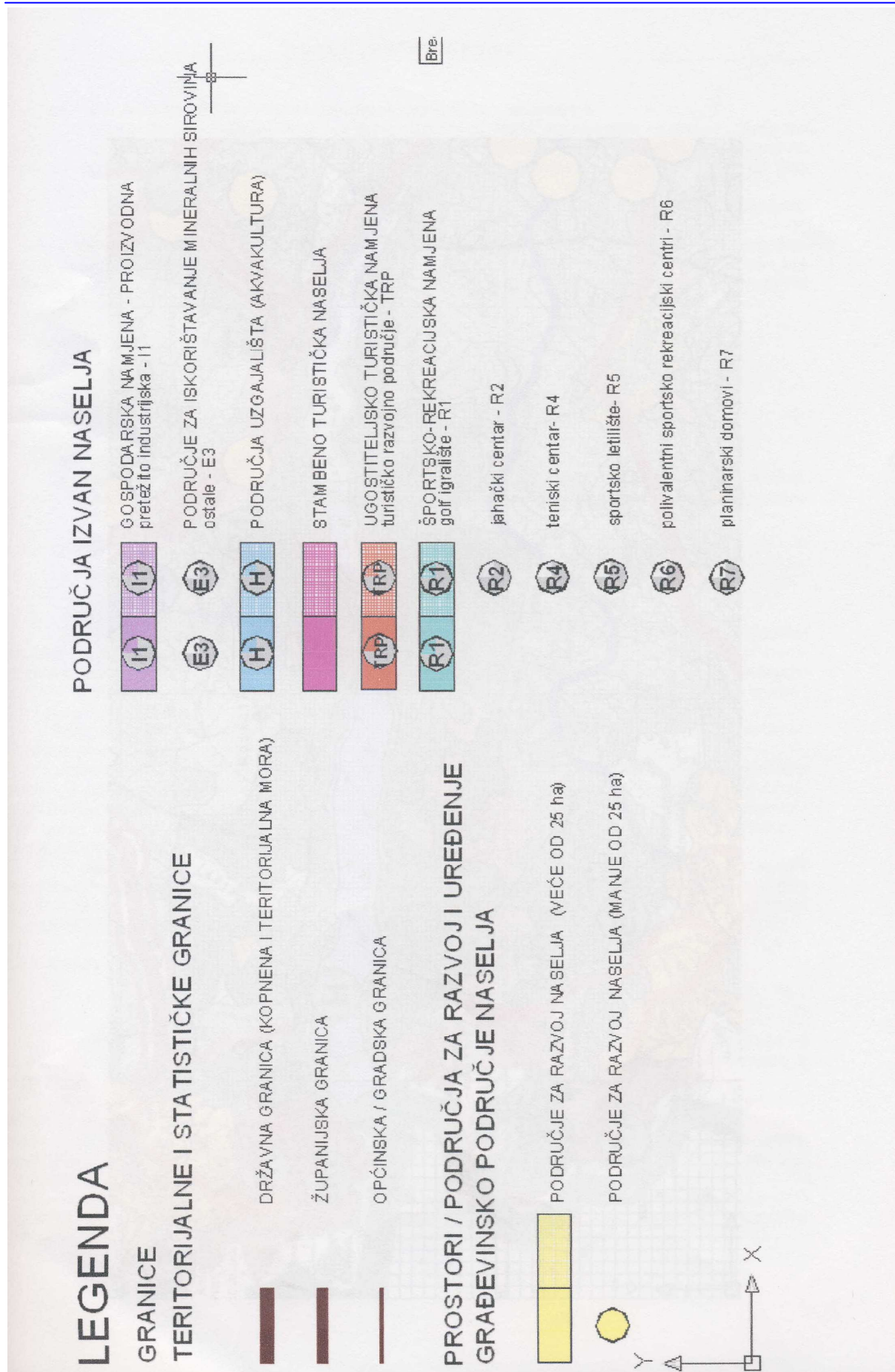
Pomoćnik pročelnika

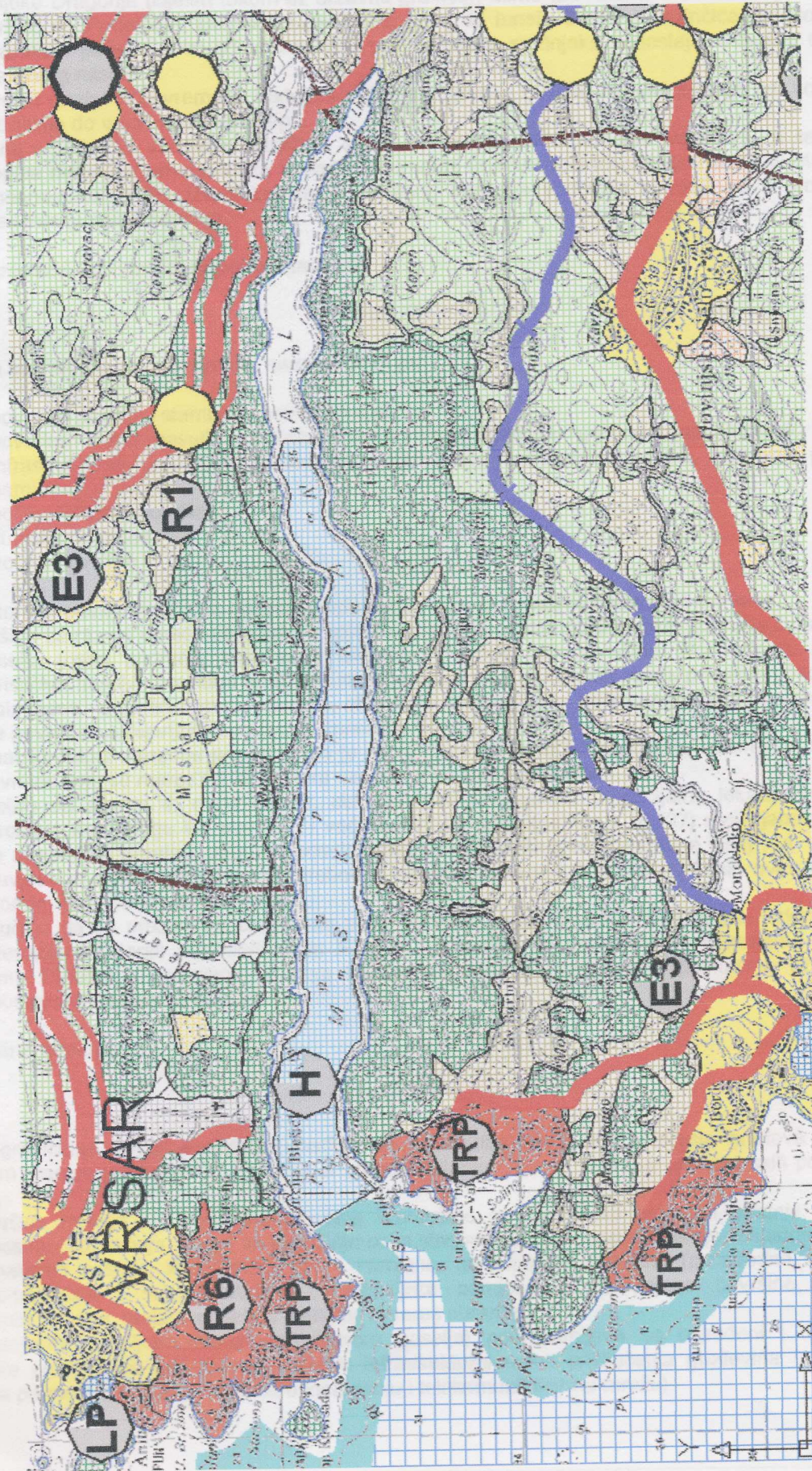
1. Institut za oceanografiju i ribarstvo  
21000 SPLIT, Šetalište I.Meštrovića 63
2. Spis - ovdje

Vinko Brčić, ing. građ.



<h1>ISTARSKA ŽUPANIJA</h1>	
NAZIV PROSTORNOG PLANA: <b>PROSTORNI PLAN ISTARSKE ŽUPANIJE</b>	
NAZIV KARTOGRAFSKOG PRIKAZA: <b>KORIŠTENJE I NAMJENA PROSTORA / POVRŠINA PROSTORI ZA RAZVOJ I UREĐENJE</b>	
BROJ KARTOGRAFSKOG PRIKAZA: <b>1.</b>	MJERILO KARTOGRAFSKOG PRIKAZA: <b>1 : 100 000</b>
PROGRAM MJERA ZA UNAPREĐENJE STANJA U PROSTORU SLUŽBENO GLASILO: "Službene novine Istarske županije" br. 6/96 i 5/01	ODLUKA PREDSTAVNIČKOG TIJELA O DONOŠENJU PLANA SLUŽBENO GLASILO: "Službene novine Istarske županije" br. 2/02
JAVNA RASPRAVA (DATUM OBJAVE): 02. siječnja 2001.	JAVNI UVID ODRŽAN: OD 10. siječnja do 10. ožujka 2001.
PEČAT TIJELA ODGOVORNOG ZA PROVOĐENJE JAVNE RASPRAVE: 	ODGOVORNA OSOBA ZA PROVOĐENJE JAVNE RASPRAVE:  JOSIP ZIDARIĆ, dipl.ing.arh. 
SUGLASNOST NA PLANIJEMA ČLANKU 19. ZAKONA O PROSTORNOM UREĐENJU ("Narodne novine" br. 30/94, 68/98 i 61/00) BROJ SUGLASNOSTI: Klasa: 650-02/01-04/50 Urbroj: 531-08/1-02-6 Datum: 09. siječnja 2002.	
NARUČITELJ PLANA:  ISTARSKA ŽUPANIJA	ODGOVORNA OSOBA ZA NARUČITELJA:  JOSIP ZIDARIĆ, dipl.ing.arh. 
PRAVNA OSOBA/TIJELO KOJE JE IZRADILO PLAN: UPRAVNI ODJEL ZA PROSTORNO UREĐENJE, GRADITELJSTVO I ZAŠTITU OKOLIŠA - ZAVOD ZA PROSTORNO UREĐENJE	
PEČAT PRAVNE OSOBE/TIJELO KOJE JE IZRADILO PLAN: 	ODGOVORNA OSOBA:  BRUNO NEFAT, dipl.ing.arh. 
KOORDINATOR PLANA:	JOSIP ZIDARIĆ, dipl.ing.arh.
STRUČNI TIM U IZRADI PLANA:	TATJANA BRAJNOVIĆ ŠIROLA, dipl.ing.arh. GORDANA KUCHAR, dipl.ing.građ. MR.SC. LATINKA JANJANIN, dipl.ing.biol. ZDENKO KOVAČ, dipl.ing.arh. 
PEČAT PREDSTAVNIČKOG TIJELA 2 	PREDSJEDNIK PREDSTAVNIČKOG TIJELA:   STEVO ŽUFIĆ
ISTOVJETNOST OVOG PROSTORNOG PLANA S IZVORNOM OBLIČEM - PISANO	PEČAT NADLEŽNOG TIJELA:





## Prostorni plan Istarske županije

- Akumulacije - 6 m od najviše dozvoljene razine voda u akumulaciji.
- Rijeke Dragonja (cijelim tokom uz državnu granicu), Mira (od Antenala do Buzeta), Raša (od Bršice do Podpićna), Boljunčica (od brane Letaj do tunela Čepić) i Pazinčica (od Boruta do Pazinske jame) - 6 m od vodne linije pri godišnjem srednjaku vodostaja, odnosno do vrha zaštitnog nasipa.
- Ostali (stalni ili povremeni) vodotoci i otvoreni kanali - 6 m od idealne srednje osi vodotoka, odnosno do vrha zaštitnog nasipa.

Zaštitno područje vodotoka određuje samo za uređene i održavane vodotoke, a temeljem posebnog propisa može biti povećano za pripadajući uređeni ili neuređeni inundacijski pojas ili otoke koji nastanu u vodonosnom koritu. Uvjeti korištenja zaštitnog područja vodotoka utvrđuju se u prostornim planovima uređenja gradova i općina.

### 1.3. Uvjeti razgraničenja prostora prema namjeni

#### Članak 17.

Ovim se Planom prostor prema namjeni dijeli na:

- površine naselja i stambeno-turističkih naselja
- površine izvan naselja za izdvojene namjene (turizam, gospodarska namjena, promet, infrastrukturne građevine, rekreacija, eksploatacije mineralnih sirovina, područja posebne namjene)
- poljoprivredne površine
- šumske površine
- vodne površine

Prostornim planom uređenja općine i grada razgraničenje se vrši sukladno ovom Planu.

Površine za razvoj i uređenje prostora koje se smještaju unutar građevinskih područja su sljedeće: površine naselja (osim područja koja su u isključivoj funkciji poljoprivredne proizvodnje), površine stambeno-turističkih naselja, površine turističkih razvojnih područja (turističkih zona), površine gospodarske namjene (proizvodne - industrija, mala privreda, obrtništvo, te poslovne - veletrgovina, komunalne usluge i sl.), kao i sve površine namijenjene sustavu zbrinjavanja otpada.

Shematski prikaz namjene prostora dan je u grafičkom prikazu 1. "Korištenje i namjena prostora". Planirane površine koje su manje od 25 hektara označene su samo simbolom.

Izuzetno od stavka 4. ovog članka, simbolom su prikazane i potencijalne lokacije planiranih zahvata u prostoru koje mogu biti površine i veće od 25 ha (golf igrališta s 18 (27) rupa, jahački centri, eksploatacije mineralnih sirovina, područja posebne namjene, letilišta-sportske zračne luke), a obuhvat i utvrđivanje uvjeta za razvoj tih zahvata potrebno je razraditi temeljem kriterija utvrđenih ovim Planom i utvrditi prostornim planovima užeg područja.

U slučaju da se prostornim planovima užeg područja na predmetnim lokacijama, nakon analize provedene temeljem kriterija utvrđenih ovim Planom, eliminira na potencijalnim lokacijama namjena utvrđena ovim Planom, namjena prostora na tim lokacijama u prostornim planovima užeg mora odgovarati postojećoj namjeni prostora.

#### 1.3.1. Površine naselja

#### Članak 18.

Razgraničenje površine naselja utvrđuje se prostornim planovima uređenja gradova i općina određivanjem granica građevinskih područja, a prema kriterijima za određivanje građevinskih područja iz ovog Plana.

Površine naselja su izgrađene površine i površine na kojima se predviđa gradnja, odnosno proširenje postojećeg naselja. U njoj se smještaju osim stanovanja, sve spojive funkcije sukladne namjeni, rangu ili značenju naselja, kao što su: javna namjena, gospodarska namjena (proizvodna, poslovna, ugostiteljsko-turistička i sl.), sportsko - rekreacijska namjena, javne zelene površine, površine infrastrukturnih sustava, groblja, posebne namjene (interes obrane), i td.

Postojećim naseljem (izgrađenim dijelom naselja) podrazumijeva se izgrađeni i djelomično izgrađeni dio prostora za koji postoje osnovni infrastrukturni uvjeti priključenja građevina (mogućnost priključka na prometnu, vodovodnu, elektroenergetsku i telekomunikacijsku mrežu).

## Prostorni plan Istarske županije

plantaže zrnatog voća), vrijedno obradivo tlo (polivalentna proizvodnja žitarica, industrijskih kultura, krmnih kultura i drugih jednogodišnjih kultura) i na ostala obradiva tla (polivalentne poljoprivredne površine u mješovitim sklopovima s neobrađivim zemljištem - posebno vrednovane za izgradnju poljoprivrednih stambeno-gospodarskih kompleksa).

Kriteriji razgraničenja dani su na grafičkom prikazu 1. "Korištenje i namjena prostora".

## Članak 26.

Razgraničenje šumskih površina obavlja se temeljem kriterija o funkciji šuma kao općem dobru i njihovoj ulozi u očuvanju biološke raznolikosti, stvaranju socijalno-zdravstvenih i rekreacijskih uvjeta i trajne zaštite tla.

Šumske površine razgraničuju se na gospodarske šume, zaštitne šume i šume posebne namjene.

Detalnije treba razgraničiti šume po namjeni temeljem kartografskog prikaza 1. "Korištenje i namjena prostora", te dodatnih analiza, a posebno u pogledu detaljnije namjene šuma posebne namjene.

## Članak 27.

Razgraničenje ostalog poljoprivrednog i šumskog zemljišta obavlja se temeljem kriterija za razgraničenje poljoprivrednog i šumskog zemljišta.

Ostalo poljoprivredno i šumsko zemljište je prostor na kojem se može ravnomjerno koristiti prostor na način predviđen za šumsko ili poljoprivredno zemljište, a posebno je vrednovano za izgradnju poljoprivrednih stambeno-gospodarskih kompleksa.

## 1.3.4. Vodne površine

## Članak 28.

Vodne površine razgraničuju se prema namjenama:

- more (promet, gospodarski ribolov otvorenog mora, gospodarski ribolov u priobalnom moru, marikultura, rekreacija),
- vodotoci
- akumulacije

Razgraničenje vodne površine provodi se sukladno razgraničenju namjene površine pripadajuće obale. Vodne površine naznačene su u grafičkom prikazu 1. "Korištenje i namjena prostora".

Namjena i način korištenja vodne površine odnosi se na vodnu (morsku) površinu, vodni (morski) volumen kao i na dno vodotoka, odnosno mora.

## Članak 29.

Razgraničenje mora provodi se određivanjem namjene za:

- prometne djelatnosti,
- ribarenje,
- marikulturu,
- rekreaciju, i
- ostale djelatnosti.

Morske površine namijenjene za prometnu djelatnost razgraničuju se na plovne putove, luke, lučke bazene i sidrišta.

Zone ribarenja razgraničuju se kao vanjski morski pojas (na udaljenosti većoj od 2 km od obale) koji je namijenjen svim vrstama ribolova u okviru postojećih propisa o morskom ribarstvu, te kao unutarnji morski pojas (udaljenost od obale unutar 2 km) koji je namijenjen gospodarskom ribolovu sa selekcioniranim tehnikama izlova, kao i za sportski ribolov.

Uzgoj riba i školjaka (marikultura) može se odvijati u pogodnim područjima, određenim ovim Planom, a uzgoj riba na otvorenom moru i istraživanja s pokusnom proizvodnjom mogu se obavljati na pogodnim i drugim, onečišćivačima neugroženim lokacijama unutarnjeg mora.

Rekreacijske zone obuhvaćaju dijelove akvatorija uz obalu koje je namijenjeno kupanju i sportovima na vodi. Na tim je dijelovima obale, pojas obalnog mora namijenjenom za kupanje i rekreaciju širok minimalno 300 metara, a prostornim planovima općina i gradova taj se pojas može proširiti, ali na taj način da ne ometa plovidbu na unutarnjim i međunarodnim plovnim putevima.

Ostale namjene su eksploatacija podzemnih sirovina, razne podzemne aktivnosti i drugo, pod uvjetima određenim posebnim propisima.

## Prostorni plan Istarske županije

gospodarskim objektima na kompleksima ne manjim od 200.000 m<sup>2</sup>, vinogradarsko-vinarski pogoni na kompleksima ne manjim od 100.000 m<sup>2</sup>.

Na ovim se vrstama obradivih tala isključuje mogućnost izgradnje stambeno-gospodarskih građevina za vlastite potrebe i turizma na seoskim gospodarstvima, kao i izgradnje malih gospodarskih objekata (pomoćnih građevina za držanje alata i strojeva, poljoprivredne opreme i sl.)

## Članak 41.

Vrijedno obradivo tlo obuhvaća prvenstveno poljoprivredne površine namijenjene uzgoju žitarica, industrijskih kultura, povrtlarskih kultura te krmnog bilja, a u načelu je grupirano oko ruralnih naselja u relativno homogenom obliku (ruralno područje naselja).

Na vrijednim obradivim tlima utvrđenim ovim Planom mogu se prostornim planovima uređenja gradova i općina planirati slijedeći zahvati u prostoru: staklenici i plastenici s pratećim gospodarskim objektima za primarnu obradu poljoprivrednih proizvoda na kompleksima ne manjim od 10.000 m<sup>2</sup>, farme za uzgoj stoke na kompleksima ne manjim od 50.000 m<sup>2</sup>, peradarske farme na kompleksima ne manjim od 20.000 m<sup>2</sup>, vinogradarsko-vinarski pogoni na kompleksima ne manjim od 20.000 m<sup>2</sup>.

Na ovim se vrstama obradivih tala izuzetno daje mogućnost izgradnje stambeno-gospodarskih građevina za vlastite potrebe i turizma na seoskim gospodarstvima, te malih gospodarskih građevina.

## Članak 42.

Ostalo obradivo tlo obuhvaća izdvojene obradive površine manjeg gospodarskog značaja, koje su prvenstveno namijenjene izgradnji stambeno-gospodarskih kompleksa za vlastite potrebe ili za agroturizam.

Na ostalim obradivim tlima utvrđenim ovim Planom mogu se prostornim planovima uređenja gradova i općina planirati slijedeći zahvati u prostoru: staklenici i plastenici s pratećim gospodarskim objektima za primarnu obradu poljoprivrednih proizvoda na kompleksima ne manjim od 5.000 m<sup>2</sup>, farme za uzgoj stoke na kompleksima ne manjim od 10.000 m<sup>2</sup>, peradarske farme na kompleksima ne manjim od 5.000 m<sup>2</sup>, vinogradarsko-vinarski pogoni na kompleksima ne manjim od 10.000 m<sup>2</sup>.

Na ovim se vrstama obradivih tala naglašava mogućnost izgradnje stambeno-gospodarskih građevina za vlastite potrebe i turizma na seoskim gospodarstvima, te malih gospodarskih građevina.

## Članak 43.

Osnovne poljodjelske, stočarske i ribarske djelatnosti po mikroregijama su:

- Sjeverno vapnenačko područje ("Bijela Istra"): krmne kulture, pojedine vrste žitarica (raž i ječam), industrijskih kultura (hmelj), uzgoj ljekovitog bilja, u manjem dijelu vinogradarstvo, pčelarstvo, ovčarstvo, kozarstvo, govedarstvo, konjogojstvo
- Središnje flišno područje ("Siva Istra"): krmne kulture, vočarstvo, vinogradarstvo, pčelarstvo, ovčarstvo, kozarstvo, govedarstvo, konjogojstvo, peradarstvo, uzgoj slatkovodnih riba u ribnjacima (posebno Cerovljanska dolina)
- Središnji vapnenački ravnjak ("Crvena Istra"): krmne kulture, vočarstvo, vinogradarstvo, maslinarstvo, povrtlarstvo, uzgoj cvjetnica i ukrasnog bilja, pčelarstvo, ovčarstvo, kozarstvo, govedarstvo, peradarstvo
- Zapadno priobalje: krmne kulture, vočarstvo (posebno plantažne vrste), vinogradarstvo, maslinarstvo, povrtlarstvo, pojedine vrste žitarica, uzgoj cvjetnica i ukrasnog bilja, industrijske kulture, ovčarstvo, govedarstvo, konjogojstvo, peradarstvo, marikultura (Piranski zaljev, Tarska vala, uvala Sv. Marina, Limski zaljev), izlov plave ribe (posebno srdele i inćuni)
- Južno priobalje: krmne kulture, vočarstvo (posebno plantažne vrste), vinogradarstvo, maslinarstvo, povrtlarstvo, pojedine vrste žitarica, uzgoj cvjetnica i ukrasnog bilja, industrijske kulture, uzgoj ljekovitog bilja (posebno istočna obala), pčelarstvo, ovčarstvo, kozarstvo, govedarstvo, konjogojstvo, peradarstvo, marikultura (zaljev Budava, pojedine lokacije u Raškom zaljevu, marikultura otvorenog mora), izlov kočarske ribe (škampi, sipe, lignje), izlov plave ribe (posebno srdele i inćuni)

## Članak 44.

Farmama za uzgoj stoke, u smislu odredbi ovog Plana, smatrat će se uzgojni pogoni s 10 i više stočnih jedinica, sukladno čemu se određuju minimalne veličine za govedarske, ovčarske, kozarske i svinjogojske farme.



## **I. PRILOG III.**

**Uvjerenje o statusu dijela Linskog zaljeva utvrđenog Prostornim planom uređenja Općine Sveti Lovreč i istočnog dijela Općine Vrsar koje je namijenjeno za uzgoj bijele ribe**

**REPUBLIKA HRVATSKA**

Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju  
Odsjek za prostorno uređenje i gradnju  
Poreč, O. M. Tita 4

*dr. Tedić*

INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO – SPLIT		
Primljeno	30.6.08.	
Org. jed.	Prilog	Prilagodnost
	69/8	

Klasa: 350-01/08-02/2363  
Urbroj: 2163/1-18-05/10-08-2  
Poreč, 18.06.2008.

Upravni odjel za prostorno uređenje i gradnju - Odsjek za prostorno uređenje i gradnju Poreč, na temelju članka 171. stavak 1. preuzetog Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 53/91 i 103/96), u vezi članka 342. stavak 1. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 76/07), po zahtjevu "Instituta za oceanografiju i ribarstvo", Šetalište I. Meštrovića 63, Split, **i z d a j e**

**UVJERENJE O STATUSU**

**1. Prema Prostornom Planu uređenja općine Sv. Lovreč i istočni dio općine Vrsar, utvrđeno je da je dio Limskog zaljeva u k.o. Lim, općina Vrsar, namijenjen za marikulturu (uzgoj bijele ribe) označen u Prostornom planu oznakom H2 (površine uzgajališta-uzgoj ribe).**

2. Činjenica iz točke 1. ovog Uvjerenja je uvidom u Prostorni Plan uređenja općine Sv. Lovreč i istočni dio općine Vrsar ("Službene novine Općine Vrsar, br.4/07) koji se sastavni dio dokumentacije prostora koju prema članku 12. st. 3. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", broj 76/07) vodi ovaj upravni odjel.

Upravna pristojba u iznosu od 20,00 kn prema Tarifi 62. upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama ("Narodne novine", broj 8/96, 77/96, 95/97, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06 i 117/07) naplaćena je i propisno poništena na podnesku.

**Dostaviti:**

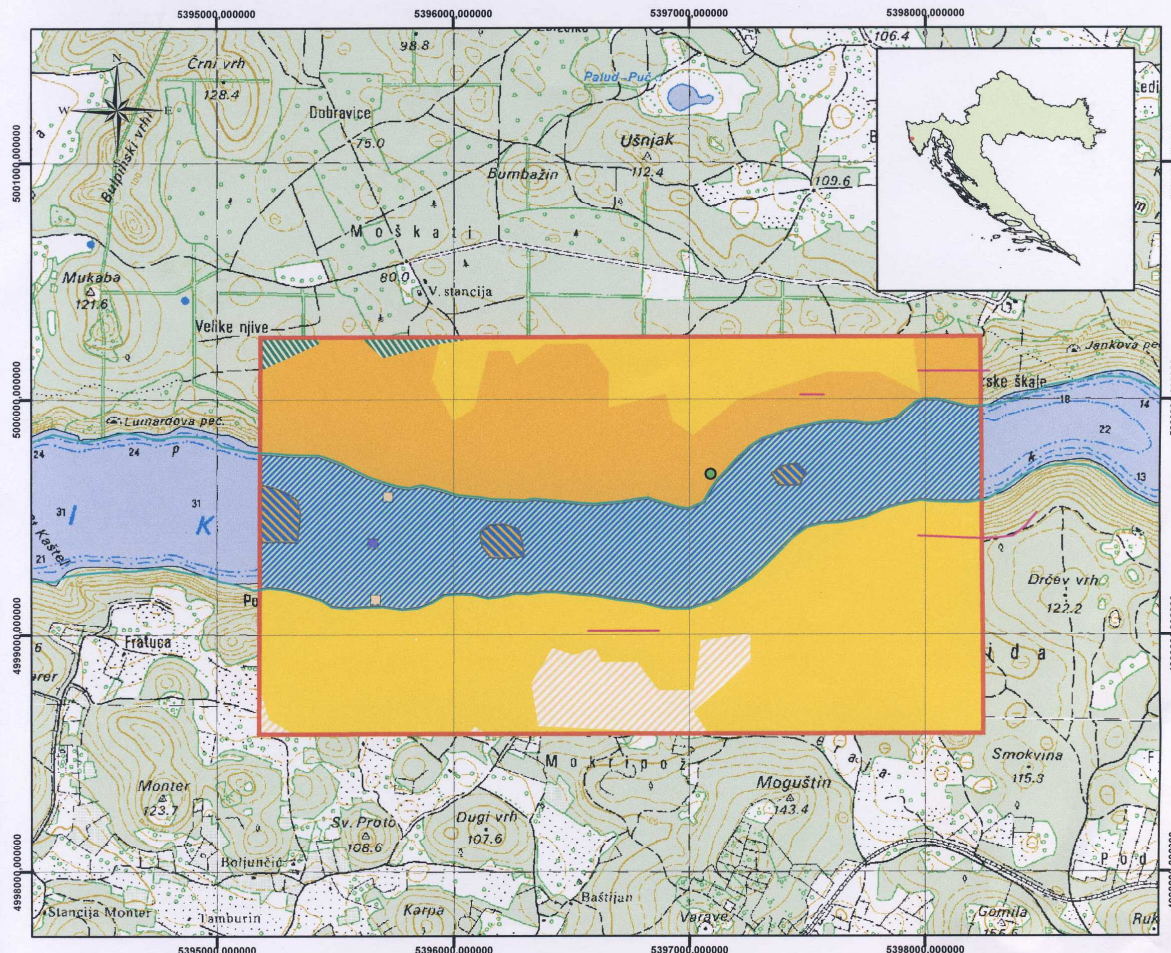
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split,  
Šetalište I.Meštrovića 63,  
2. Arhiva.

Voditelj Odsjeka:  
Vesna Veselinović, dipl.iur.



## **J. PRILOG IV.**

**Izvadak iz karte staništa za lokaciju uzgajališta ribe u Limskom zaljevu**


**Karta staništa - Limski zaljev (planirano uzgajalište ribe)**
**Mjerilo 1: 25 000**
**Legenda**

Područje obuhvata

**Tipovi staništa prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa**
**NKS KOD, NKS IME**

- C35/D31, Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci / Dračici
- C35/E35, Submediteranski i epimediteranski suhi travnjaci / Primorske, termofilne šume i šikare medunca
- E35, Primorske, termofilne šume i šikare medunca
- E81, Mješovite, rjeđe čiste vazdazelene šume i makija crnike ili oštrike
- E92, Nasadi četinjača
- G32, Infralitoralni sitni pijesci s više ili manje mulja
- G36, Infralitoralna čvrsta dna i stijene
- G42, Cirkalitoralni pijesci
- B141/B22, Kvarnersko-liburnijske vapnenačke stijene / Ilirsko-jadranska, primorska točila
- F4/G241/G242, Stjenovita morska obala/ Biocenoza gornjih stijena mediolitorala/ Biocenoza donjih stijena mediolitorala
- E811, Mješovita šuma i makija crnike s crnim jasenom
- G361, Biocenoza infralitoralnih algi
- G421, Biocenoza muljevitih detritusnih dna

Napomena: Prilikom kartiranja staništa RH, minimalna jedinica kartiranja iznosila je 9 hektara što odgovara mjerilu 1: 100 000

Izvor: Karta staništa RH, Oikon d.o.o. za MZOPU 2004.

RAVNATELJ

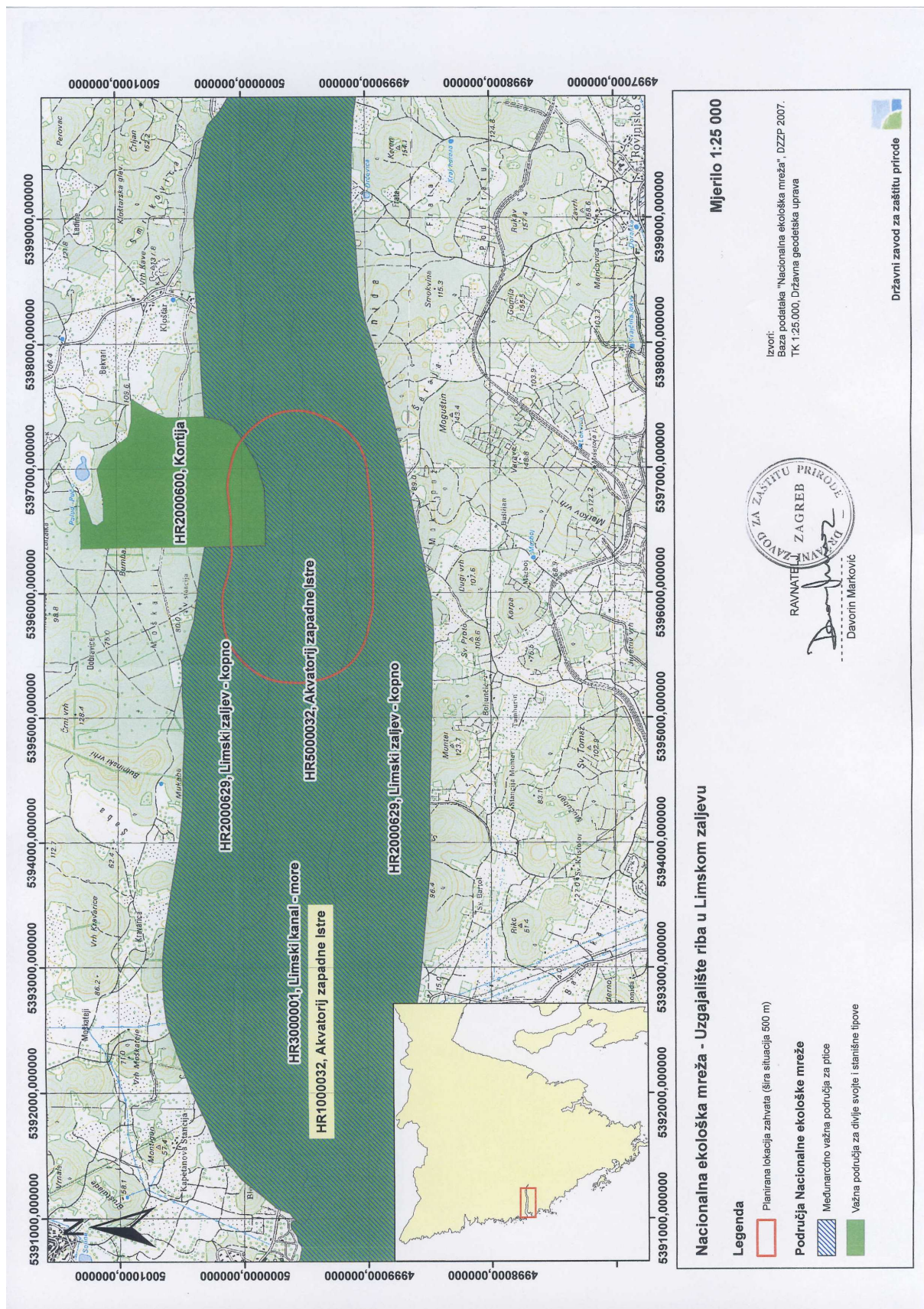
Davorin Marković



Državni zavod za zaštitu prirode

## **K. PRILOG V.**

**Izvod iz baze i kartografski prikaz područja Nacionalne ekološke mreže za lokaciju zahvata u Lirskom zaljevu**



## Uredba o ekološkoj mreži

### Prilog 1.1. Područja ekološke mreže

*Međunarodno važna područja za ptice*

Uzgojalište riba u Limskom zaljevu

Šifra i naziv područja	Ciljevi očuvanja	Mjere zaštite
HR1000032 <b>Akvatorij zapadne Istre</b>	morski vranac dugokljuna čigra crnogri piljenor crvenogri piljenor	11; 28; ostalo: sprečavanje izgradnje objekata na gnijezdećim kolonijama i u njihovoj neposrednoj blizini

**Uredba o ekološkoj mreži****Prilog 1.2. Područja ekološke mreže***Važna područja za divlje svojte i stanišne tipove*

Uzgajaliste riba u Limskom zaljevu

Šifra i naziv područja

**HR2000600****Kontija**

Ciljevi očuvanja

NKS šifra

NATURA

Stanišni tip

E.3.5.1.

Šuma i šikara medunca i bjelograba

Mjere zaštite

Rezervat šumske vegetacije

Šifra i naziv područja

**HR2000629****Limski zaljev - kopno**

Ciljevi očuvanja

NKS šifra

NATURA

Stanišni tip

Kanjonska vegetacija

Mjere zaštite

23; 29; 135

NATURA šifra - stanišni tip zaštićen Direktivom Vjeca 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa te divljih životinjskih i biljnih vrsta (Direktiva o staništima)  
NKS šifra - stanišni tip utvrđen Nacionalnom klasifikacijom staništa (Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova)



**Uredba o ekološkoj mreži****Prilog 1.2. Područja ekološke mreže***Važna područja za divlje svojte i stanišne tipove*

Uzgajaliste riba u Limskom zaljevu

Šifra i naziv područja  
**HR3000001**  
**Limski kanal - more**

Ciljevi očuvanja  
životne zajednice mora

Mjere zaštite

23; 31; 133; 135; Ostalo:  
rezervat u moru

NKS šifra

NATURA

Stanišni tip

1160

Velike plitke uvale

Šifra i naziv područja  
**HR5000032**  
**Akvatorij zapadne Istre**

Ciljevi očuvanja  
dobri dupin

Mjere zaštite

11; 28

Tursiops truncatus

NATURA šifra - stanišni tip zaštićen Direktivom Vijeća 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa te divljih životinjskih i biljnih vrsta (Direktiva o staništima)  
NKS šifra - stanišni tip utvrđen Nacionalnom klasifikacijom staništa (Pravilnik o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova)

Stranica 2 od 2

Državni zavod za zaštitu prirode

## Prilog 1.3.

**Smjernice za mjere zaštite za područja ekološke mreže**

broj	
1	Osigurati poticaje šaranskim ribnjacima za očuvanje ornitološke vrijednosti
2	U pravilu zadržati razinu vode potrebnu za biološki minimum i očuvati stanište
3	Provoditi mjere očuvanja biološke raznolikosti u šumama (P)
4	Pažljivo provoditi melioraciju
5	Pažljivo provoditi regulaciju vodotoka
6	Revitalizirati vlažna staništa uz rijeke
7	Regulirati lov i sprječavati krivolov
8	Ograničiti širenje područja pod intenzivnim poljodjelstvom
9	Osigurati poticaje za tradicionalno poljodjelstvo i stočarstvo
10	Osigurati pročišćavanje otpadnih voda
11	Pažljivo provoditi turističko rekreativne aktivnosti
12	Restaurirati vlažne travnjake
13	Prilagoditi rad HE zbog ubalažavanja velikih dnevnih kolebanja vodostaja
14	Restaurirati stepske travnjake i reintroducirati stepske vrste
15	Održavati pašnjake
16	Očuvati seoske mozaične krajobrazne
17	Moguće je provoditi šumske zahvate uključujući i sanitarnu sječu uz posebno dopuštenje Ministarstva zaduženog za zaštitu prirode
18	Sprječavati zaraštavanje travnjaka
19	Osigurati poticaje za načine košnje koji ne ugrožavaju kosce ( <i>Crex crex</i> )
20	Zabrana penjanja na liticama na kojima se gnijezde značajne vrste
21	Zaštititi područje temeljem Zakona o zaštiti prirode
22	Kontrolirati ili ograničiti gradnju objekata i lučica na muljevitim i pjeskovitim morskim obalama
23	Sprječavati nasipavanje i betonizaciju obala
24	Osigurati poticaje solanama za očuvanje ornitološke vrijednosti
25	Ograničiti sidrenje
26	Svrshodna i opravdana prenamjena zemljišta
27	Pažljivo planirati izgradnju visokih objekata (osobito dalekovoda i vjetroelektrana)
28	Prilagoditi ribolov i sprječavati prelov ribe
29	Određiti kapacitet posjećivanja područja
30	Osigurati poticaje za očuvanje biološke raznolikosti (POP)
31	Regulirati akvakulturu
32	Regulirati ribolov povlačnim ribolovnim alatima
33	Zaštititi područje u kategoriji posebnog rezervata
	<b>Smjernice za mjere zaštite u svrhu očuvanja stanišnih tipova, propisanih Pravilnikom o vrstama stanišnih tipova, karti staništa, ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima te o mjerama za očuvanje stanišnih tipova</b>
1000	<b>A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa</b>
100	Očuvati vodena i močvarna staništa u što prirodnijem stanju, a prema potrebi izvršiti revitalizaciju
101	Osigurati povoljnu količinu vode u vodenim i močvarnim staništima koja je nužna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta
102	Očuvati povoljna fizikalno-kemijska svojstva vode ili ih poboljšati, ukoliko su nepovoljna za opstanak staništa i njihovih značajnih bioloških vrsta
103	Održavati povoljni režim voda za očuvanje močvarnih staništa

104	Očuvati povoljni sastav mineralnih i hranjivih tvari u vodi i tlu močvarnih staništa
105	Očuvati raznolikost staništa na vodotocima (neutvrđene obale, sprudovi, brzaci, slapovi i dr.) i povoljnu dinamiku voda (meandriranje, prenošenje i odlaganje nanosa, povremeno prirodno poplavljanje rukavaca i dr)
106	Očuvati povezanost vodnoga toka
107	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
108	Sprječavati zaraštavanje preostalih malih močvarnih staništa u priobalju
109	Izbjegavati regulaciju vodotoka i promjene vodnog režima vodenih i močvarnih staništa ukoliko to nije neophodno za zaštitu života ljudi i naselja
110	U zaštiti od štetnog djelovanja voda dati prednost korištenju prirodnih retencija i vodotoka kao prostore za zadržavanje poplavnih voda odnosno njihovu odvodnju
111	Vađenje šljunka provoditi na povišenim terasama ili u neaktivnom poplavnom području a izbjegavati vađenje šljunka u aktivnim riječnim koritima i poplavnim ravnicama
112	Ne iskorištavati sedimente iz riječnih sprudova
2000	<b>B. Neobrasle i slabo obrasle kopnene površine</b>
113	Očuvati povoljnu strukturu i konfiguraciju te dopustiti prirodne procese, uključujući eroziju
114	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
3000	<b>C-D. Travnjaci, cretovi, visoke zeleni i šikare</b>
115	Gospodariti travnjacima putem ispaše i režimom košnje, prilagođenim stanišnom tipu, uz prihvatljivo korištenje sredstava za zaštitu bilja i mineralnih gnojiva
116	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
117	Očuvati povoljni omjer između travnjaka i šikare, uključujući i sprječavanje procesa sukcesije (sprječavanje zaraštavanja travnjaka i cretova i dr.)
118	Očuvati povoljnu nisku razinu vrijednosti mineralnih tvari u tlima suhih i vlažnih travnjaka
119	Očuvati povoljni vodni režim, uključujući visoku razinu podzemne vode na područjima cretova, vlažnih travnjaka i zajednica visokih zeleni
120	Poticati oživljavanje ekstenzivnog stočarstva u brdskim, planinskim, otočnim i primorskim travnjačkim područjima
4000	<b>E. Šume</b>
121	Gospodarenje šumama provoditi sukladno načelima certifikacije šuma
122	Priilikom dovršnoga sijeka većih šumskih površina, gdje god je to moguće i prikladno, ostavljati manje neposjećene površine
123	U gospodarenju šumama očuvati u najvećoj mjeri šumske čistine (livade, pašnjaci i dr.) i šumske rubove
124	U gospodarenju šumama osigurati produljenje sječive zrelosti zavičajnih vrsta drveća s obzirom na fiziološki vijek pojedine vrste i zdravstveno stanje šumske zajednice
125	U gospodarenju šumama izbjegavati uporabu kemijskih sredstava za zaštitu bilja i bioloških kontrolnih sredstava ('control agents'); ne koristiti genetski modificirane organizme
126	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
127	U svim šumama osigurati stalan postotak zrelih, starih i suhih (stojećih i oborenih) stabala, osobito stabala s dupljama
128	U gospodarenju šumama osigurati prikladnu brigu za očuvanje ugroženih i rijetkih divljih svojti te sustavno praćenje njihova stanja (monitoring)
129	Pošumljavanje, gdje to dopuštaju uvjeti staništa, obavljati autohtonim vrstama drveća u sastavu koji odražava prirodni sastav, koristeći prirodi bliske metode; pošumljavanje nešumskih površina obavljati samo gdje je opravdano uz uvjet da se ne ugrožavaju ugroženi i rijetki nešumski stanišni
5000	<b>F.-G. More i morska obala</b>
130	Očuvati povoljna fizikalna i kemijska svojstva morske vode ili ih poboljšati tamo gdje su pogoršana
131	Osigurati pročišćavanje gradskih i industrijskih voda koje se ulijevaju u more
132	Očuvati povoljnu građu i strukturu morskoga dna, obale, priobalnih područja i riječnih ušća

133	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
134	Provoditi prikladni sustav upravljanja i nadzora nad balastnim vodama brodova, radi sprječavanja širenja invazivnih stranih vrsta putem balastnih voda
135	Sanirati oštećene djelove morske obale gdje god je to moguće
136	Ne iskorištavati sedimente iz sprudova u priobalju
6000	<b>H. Podzemlje</b>
137	Očuvati biološke vrste značajne za stanišni tip; ne unositi strane (alohtone) vrste i genetski modificirane organizme
138	Očuvati sigovine, živi svijet speleoloških objekata, fosilne, arheološke i druge nalaze
139	Ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, njihovom nadzemlju i neposrednoj blizini
140	Sanirati izvore onečišćenja koji ugrožavaju nadzemne i podzemne krške vode
141	Sanirati odlagališta otpada na slivnim područjima speleoloških objekata
142	Očuvati povoljne uvjete (tama, vlažnost, prozračnost) i mir (bez posjeta i drugih ljudskih utjecaja) u speleološkim objektima
143	Očuvati povoljne fizikalne i kemijske uvjete, količinu vode i vodni režim ili ih poboljšati ako su nepovoljni