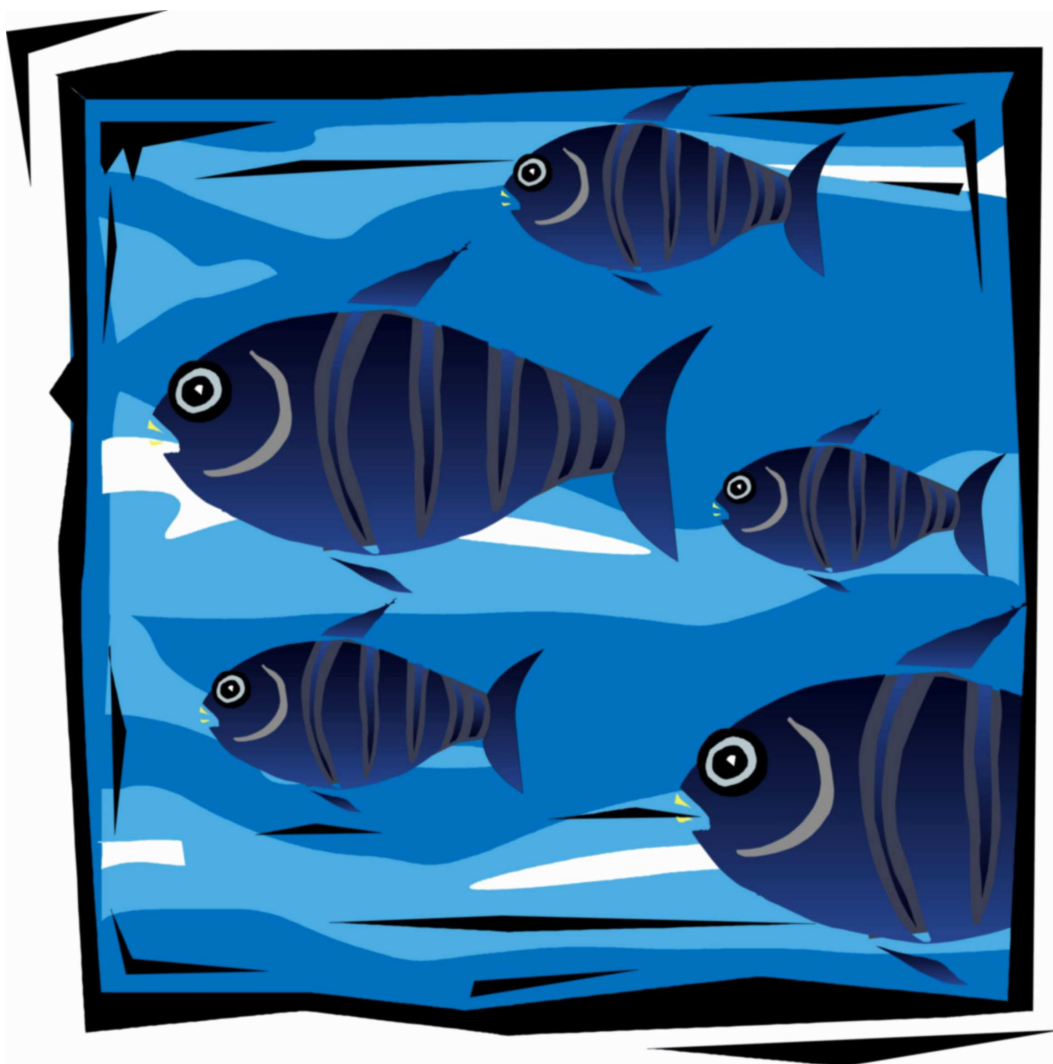




INSTITUT ZA OCEANOGRAFIJU I RIBARSTVO
21000 SPLIT, ŠETALIŠTE I. MEŠTROVIĆA 63, www.izor.hr

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

SAŽETAK ZA JAVNI UVID



Split, svibanj 2008.



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

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

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.

A.2. OPIS OKOLIŠA LOKACIJE I PODRUČJA UTJECAJA ZAHVATA

A.2.1. Dinamika morske vode mjerenjem struja

Mjerenje struja u području Limskog zaljeva su se odvijala tijekom ljetnog razdoblja (od 9. do 22. kolovoza) koje je ekološki i najnepovoljnije. Osnovni statistički podatci pokazuju da je strujanje 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. 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.

Strujanje je 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 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.

A.2.2. Stanje morske vode

Područje Limskog zaljeva 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 školjakaš prvenstveno kamenica i dagnji te kasnije i uzgoja riba.

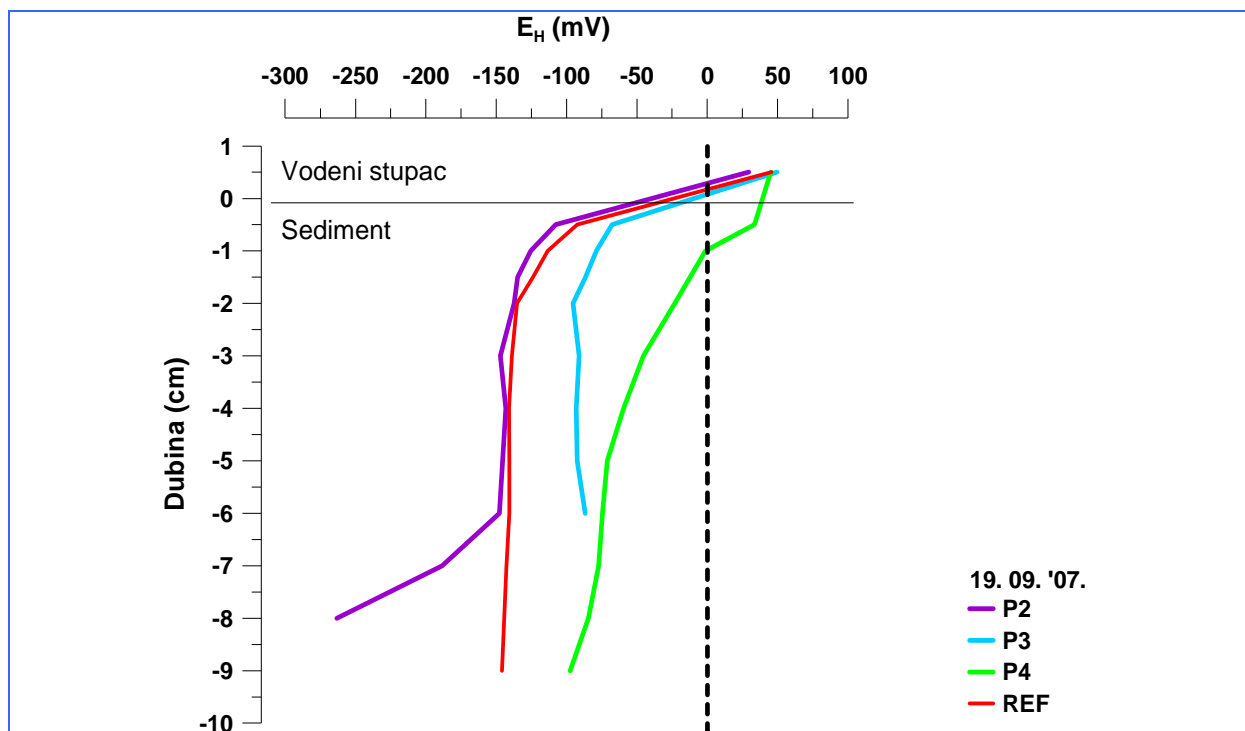
Indikatori stanja morske vode ukazuju na gradijent ekološkog stanja od ulaza prema dnu Linskoga kanala. Na ulazu u Limski kanal ekološko stanje je **vrlo dobro** a na postaji na dnu kanala za stupanj niže, tj. **dobro**. Smanjenje ekološkog stanja se uglavnom odnosi na zadnju trećinu, gdje se i nalaze površinski izvori slatke vode. Vode koje dolaze u Limski zaljev tim izvorima su sličnih karakteristika, u odnosu na sadržaj hranjivih soli, kao i one koje dolaze riječnim tokovima Istre u more.

Vrijednosti indikatora ukazuju na malo, ali statistički značajno smanjene eutrofikacijskog pritiska u unutrašnjem dijelu Linskoga kanala nakon 1985. godine 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.

A.2.3. Stanje sedimenta

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. Dobivene vrijednosti su u rasponu ranije određenih vrijednosti za Limski zaljev. Odnos organskog C i ukupnog N je u rasponu od 5,3 do 7,2 što ukazuje na autohtono porijeklo organskog materijala.

Izmjerene vrijednosti redoks potencijala za područje uzgajališta ribe u Limskom zaljevu 19. rujna 2007. godine su prikazane na slici A.1.



Slika A.1. Vertikalni profil redoks potencijala izmjenjenih na postajama Limskog zaljeva u rujnu 2007. godine

Redoks potencijali u sedimentu izmjerenih postaja i Limskom zaljevu su bili u širokom rasponu od -263 mV do +34 mV. Uočljive su negativne vrijednosti redoks potencijala već na samoj površini sedimenta tj. redoks prijelazi 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.

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. Prema dosadašnjim istraživanjima ovako visoki udjeli anorganske frakcije su nađeni samo u pjeskovitom sedimentu uzgajališta lubina i komarči u srednjem Jadranu.

A.2.4. Meiofauna sedimenta

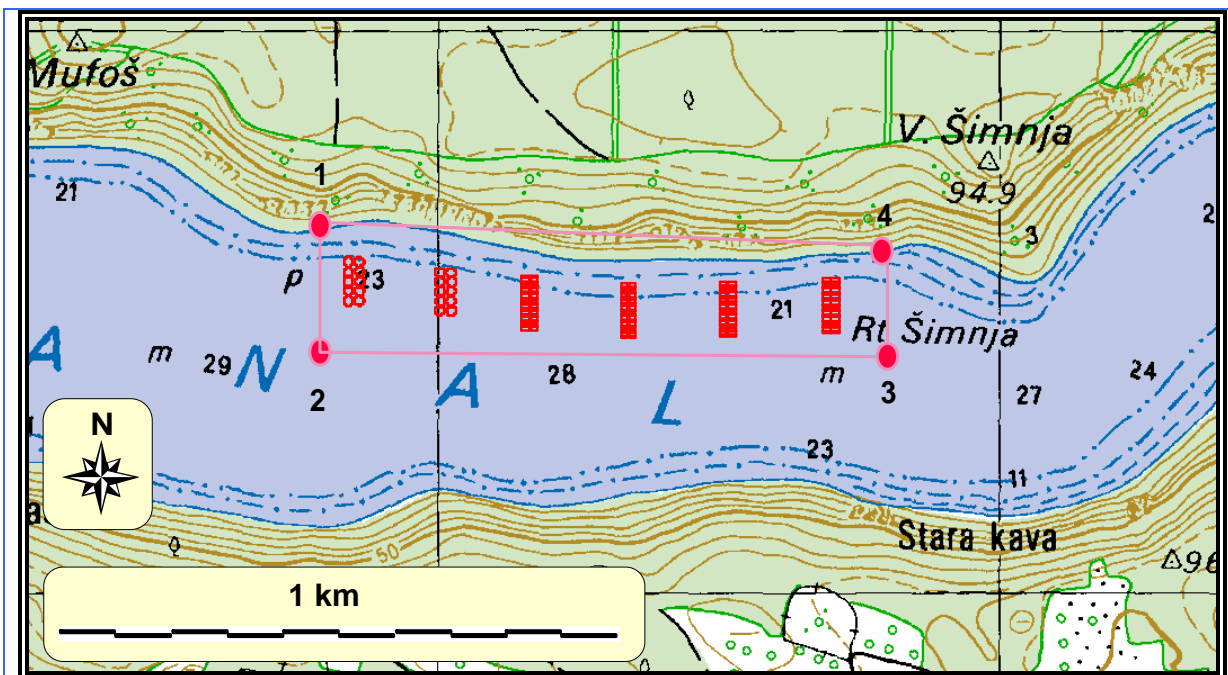
Rezultati analiza dugogodišnjeg utjecaja kaveznog uzgoja riba na kvalitativni i kvantitativni sastav meiofaune sedimenta u Limskom zaljevu ukazuju na prostorno ograničeni utjecaj otpadnih tvari iz uzgoja (ostatci hrane, feces i sl.) koji se prepoznaje po specifičnom „otisku“ na morskom dnu tj. modifikacijama 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.

A.3. OPIS ZAHVATA

A.3.1. Veličina, broj, razmještaj kaveza i proizvodnja ribe

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.2. Kavezi se uvezuju u platforme tako da su dvije s kružnim i četiri s pravokutnim kavezima (Slika A.2). Udaljenost između dvije flota kaveza iznosi 160 m. 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 m^2

Oblik	Broj	Promjer (m)	Duljina (m)	Širina (m)	Visina (m)	Volumen (m^3)	Ukupni volumen (m^3)
Kružni	20	12,5	-	-	10,0	1227	24543
Pravokutni	136	-	9,5	4,0	5,0	190	25840
Ukupno	156						50383

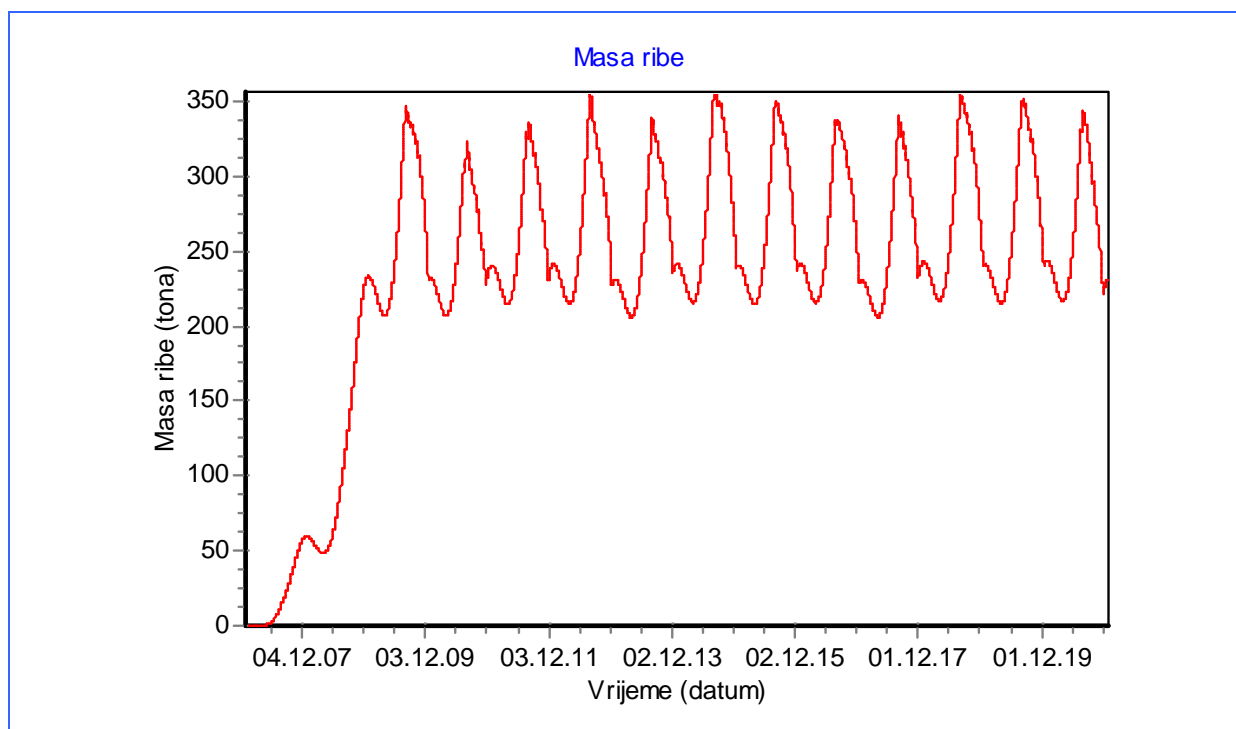


Slika A.2. Razmještaj postojećih kaveza na području zahvata. U okviru je dio pomorskog dobra za koji je potrebna koncesija.

Izlov konzumne ribe obavlja se tijekom cijele godine. Odluka za izlov ribe jednog kaveza se donosi kada je pojedinačna masa primjeraka iznad 350 g odnosno masena koncentracija u kavezu 10 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.

Simulacije proizvodnje ribe na uzgajalištu "Marimirma" u Limskom zaljevu su napravljene za razdoblje od 2007. do kraja 2020. godina. Za postizanje izlovne prosječne mase primjeraka od 350 g jedan uzgojni ciklus mora biti do tri godine. Polovica pravokutnih (predkonzum – mlađ) kaveza nasađuje se s mlađi koja se nakon dosezanja pojedinačne mase od oko 150 g premješta u kružne (konzum) kaveze do konačne mase od 350 g. Tako se postiže da se izlov u kružnim kavezima obavlja svake godine.

Kolebanje ukupne mase ribe koja se tijekom uzgoja nalazi u kavezima je od 210 do 350 tona (Slika A.3.). U sustavu kaveza uzgajališta tvrtke "Marimirma" na lokaciji Limskog zaljeva moguća je godišnja proizvodnja od oko 300 tona bijele ribe (lubin i komarča) kada je izlovna masa primjeraka 350 g i najviša masena koncentracija u kružnim kavezima od 11 do 12 kg/m^3 .



Slika A.3. Simulacija kolebanja ukupne biomase tijekom uzgoja ribe u Limskom zaljevu

A.3.2. Emisija 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. Važni pokazatelji utjecaja na okoliš su dušik i fosfor.

Dnevna proizvodnja netopljivog dušika se kreće od minimalno 0,5 kg pa do 3,5 kg. Za netopljivi fosfor se dobivaju slične vrijednosti odnosno 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 7-26 kg P/dan. Najveće brzine emisije javljaju se polovinom kolovoza, pa u tom vremenskom razdoblju mora biti provedeno praćenje stanja okoliša.

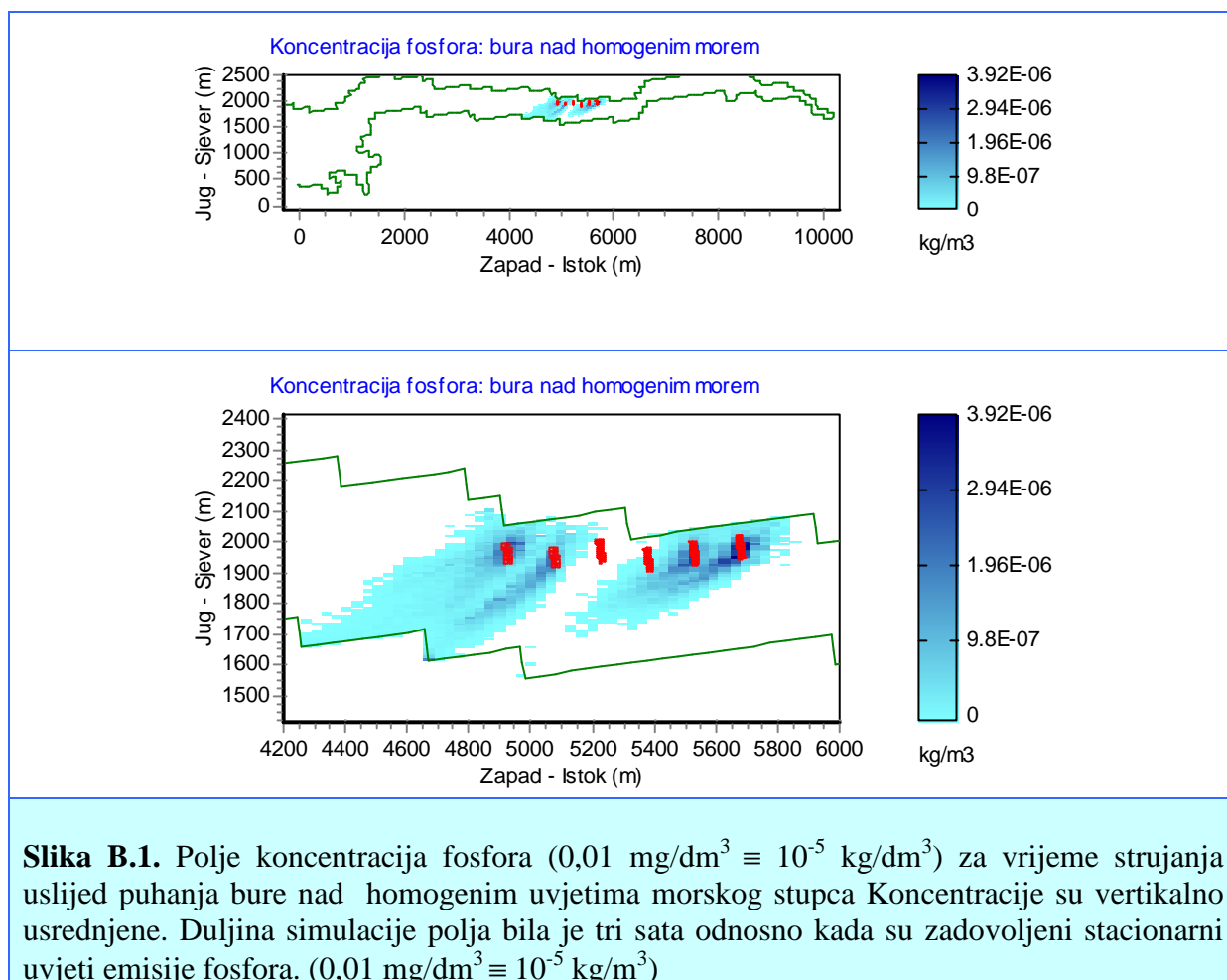
B. OCJENA PRIHVATLJIVOSTI ZAHVATA

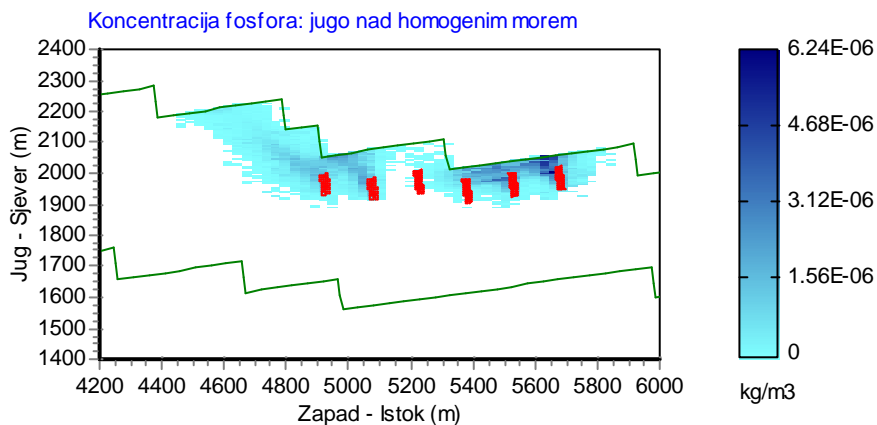
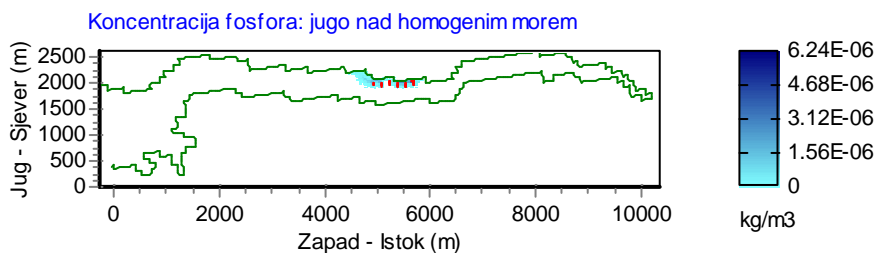
B.3.1. Utjecaj na kakvoću morske vode

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. S obzirom da je u Jadranu primarna proizvodnja limitirana fosforom napravljene su simulacije njegova širenja u morskoj. Simulacije polja koncentracija fosfora u području kaveza napravljena je za dan kada je njegova emisija u simulacijama uzgoja. Softver

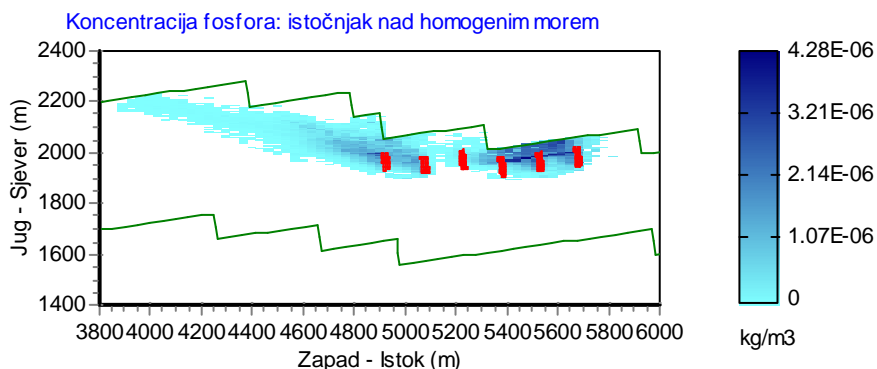
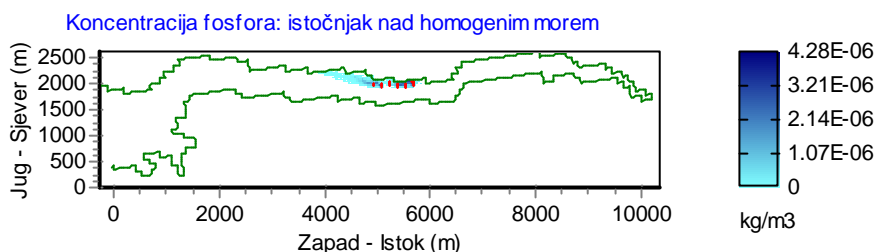
AquaKult koristi podatke struja dobivenih hidrodinamičkim modelom i stvara trodimenzionalno polje koncentracija emitirane tvari.

Koncentracije su (ukupnog) fosfora vođene prosječnim stanjem brzine vjetrova su 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. Polje povišenih koncentracija fosfora odnosi se na samo područje uz kaveze, odnosno ovisno o vjetru zahvaća samo mali dio zaljeva (Slika B.1 do B.8).

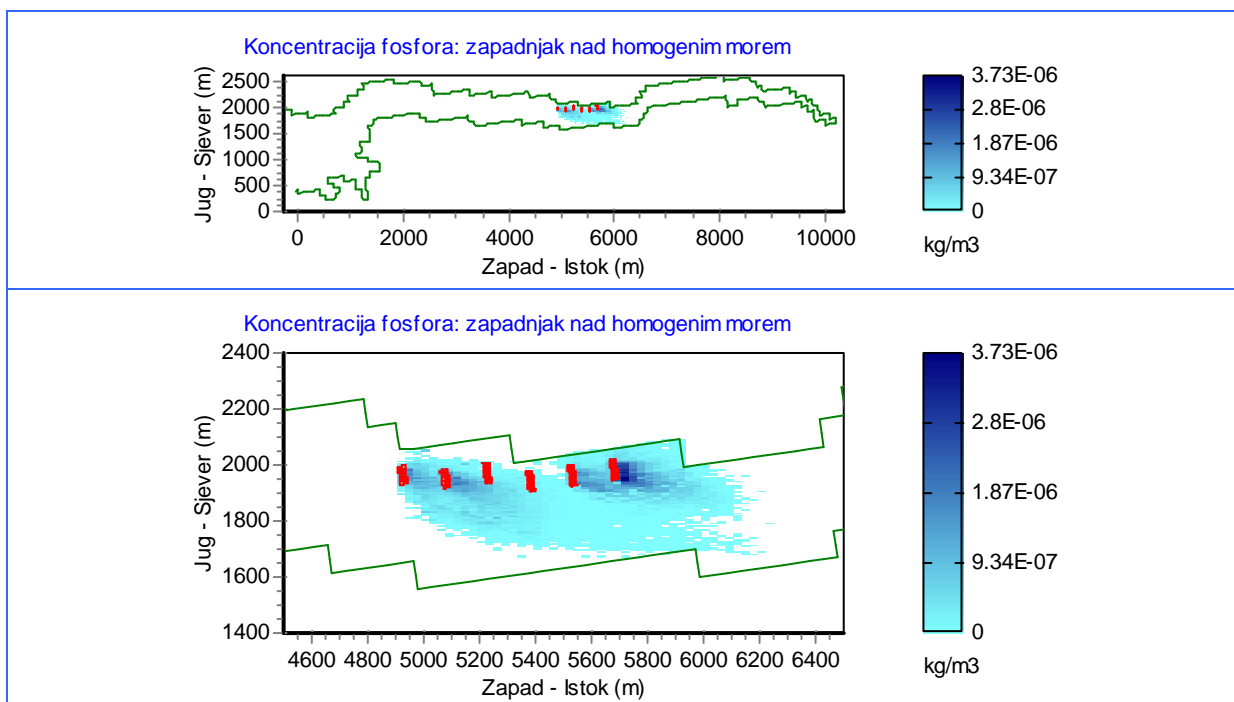




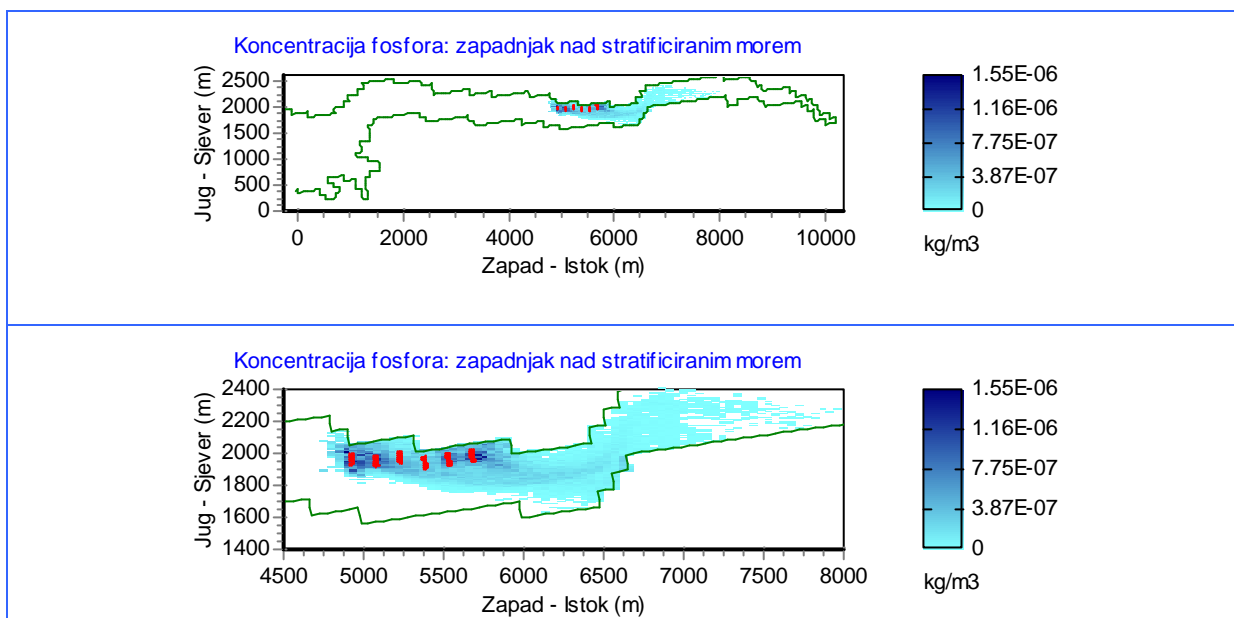
Slika B.2. Polje koncentracija fosfora ($0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$) za vrijeme strujanja uslijed puhanja juga nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni uvjeti emisije fosfora.



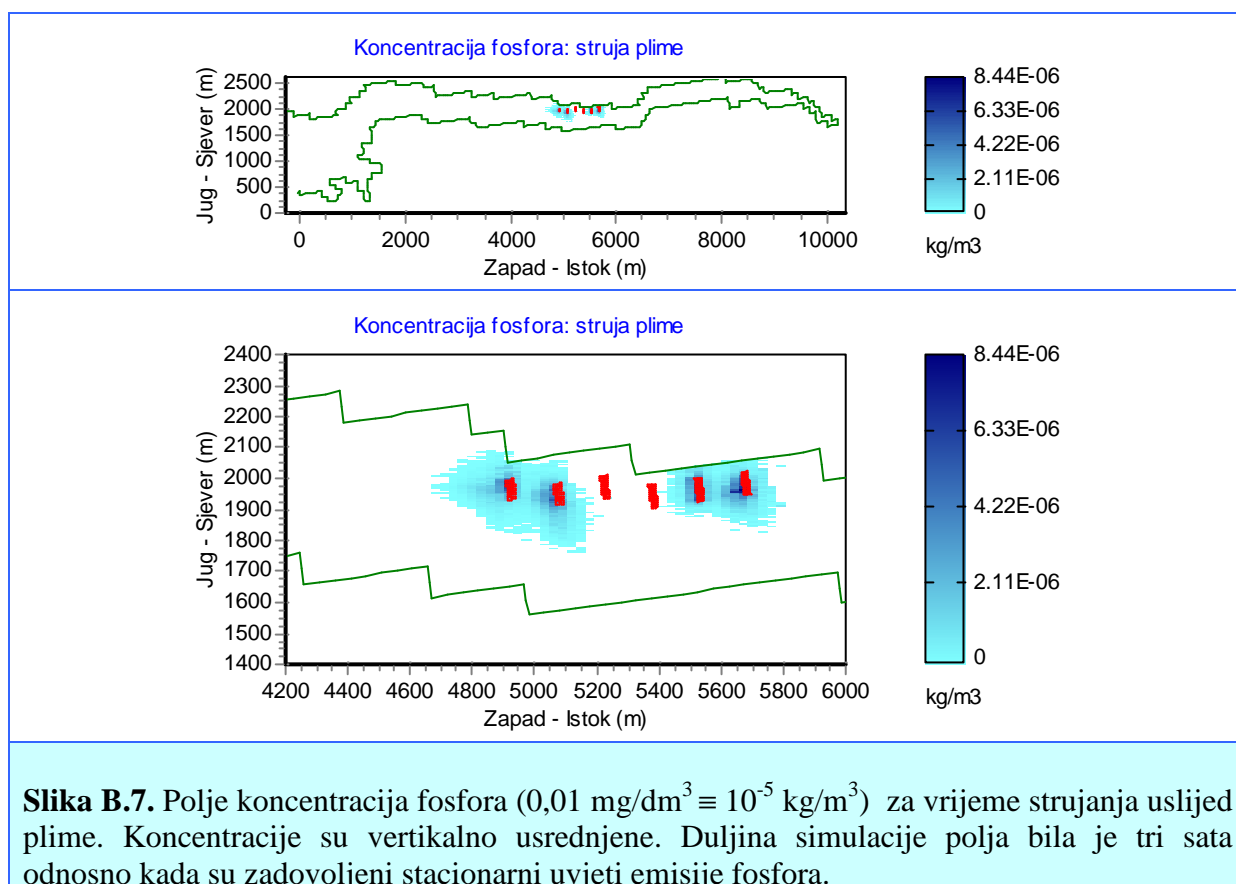
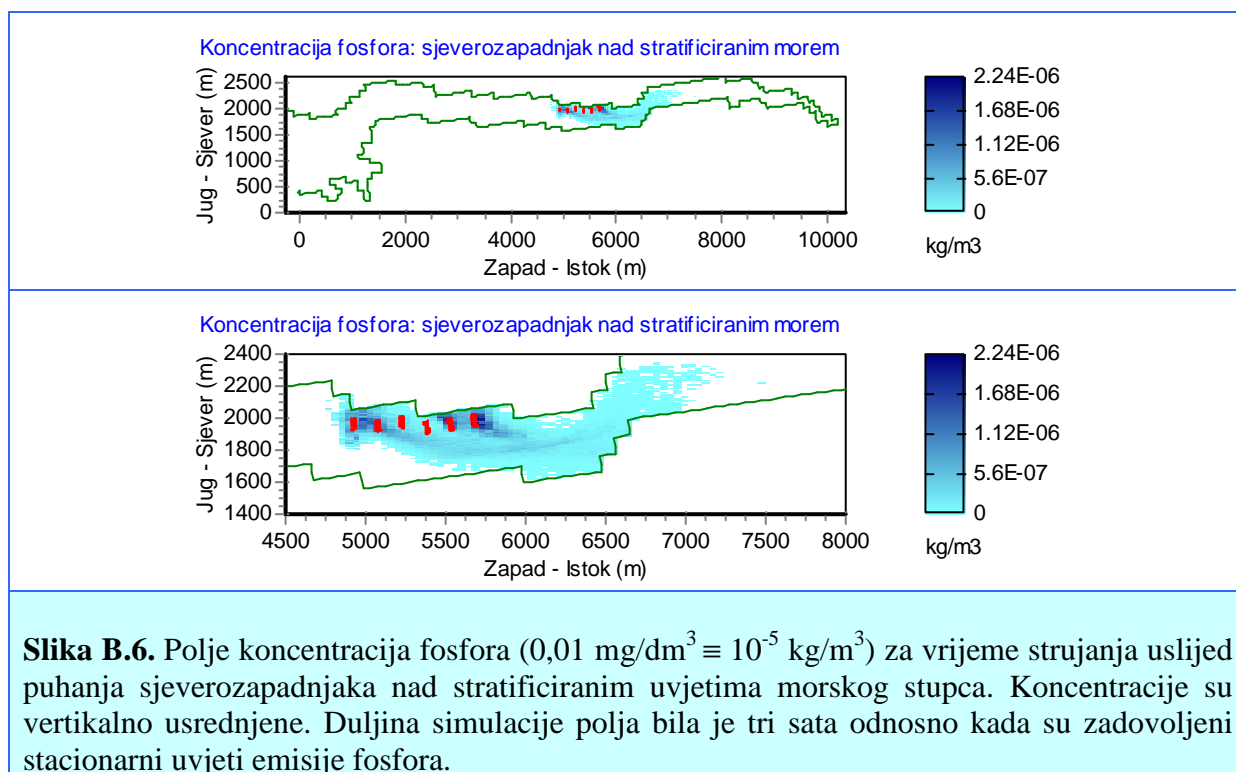
Slika B.3. Polje koncentracija fosfora ($0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$) za vrijeme strujanja uslijed puhanja istočnjaka nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni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

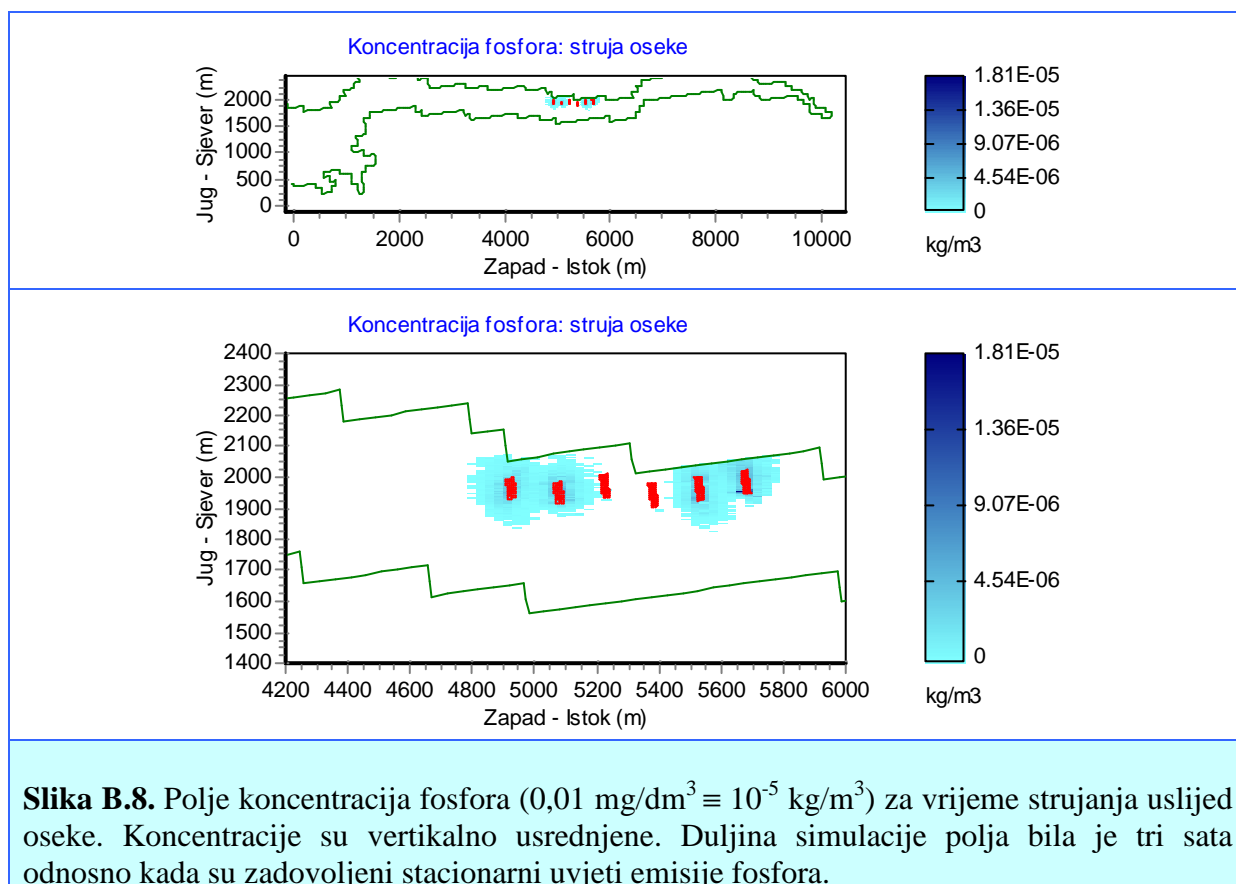


Slika B.4. Polje koncentracija fosfora ($0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/m}^3$) za vrijeme strujanja uslijed puhanja zapadnjaka nad homogenim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene. Duljina simulacije polja bila je tri sata odnosno kada su zadovoljeni stacionarni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



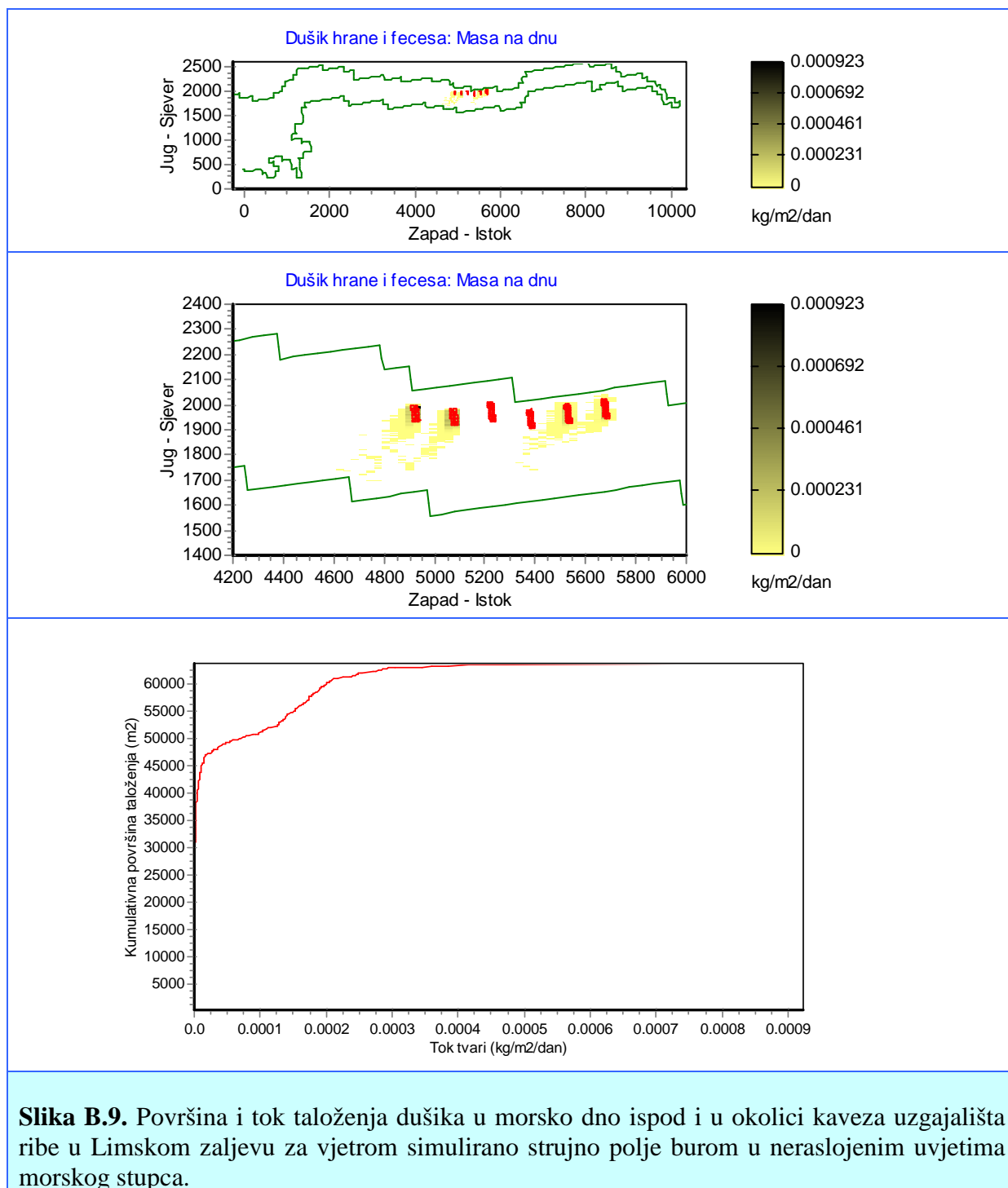
Slika B.5. Polje koncentracija fosfora ($0,01 \text{ mg/dm}^3 \equiv 10^{-5} \text{ kg/dm}^3$) za vrijeme strujanja uslijed puhanja zapadnjaka nad stratificiranim uvjetima morskog stupca. Koncentracije su vertikalno usrednjene koncentracije fosfora u visini morskog stupca od 10 metara. Duljina simulacije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

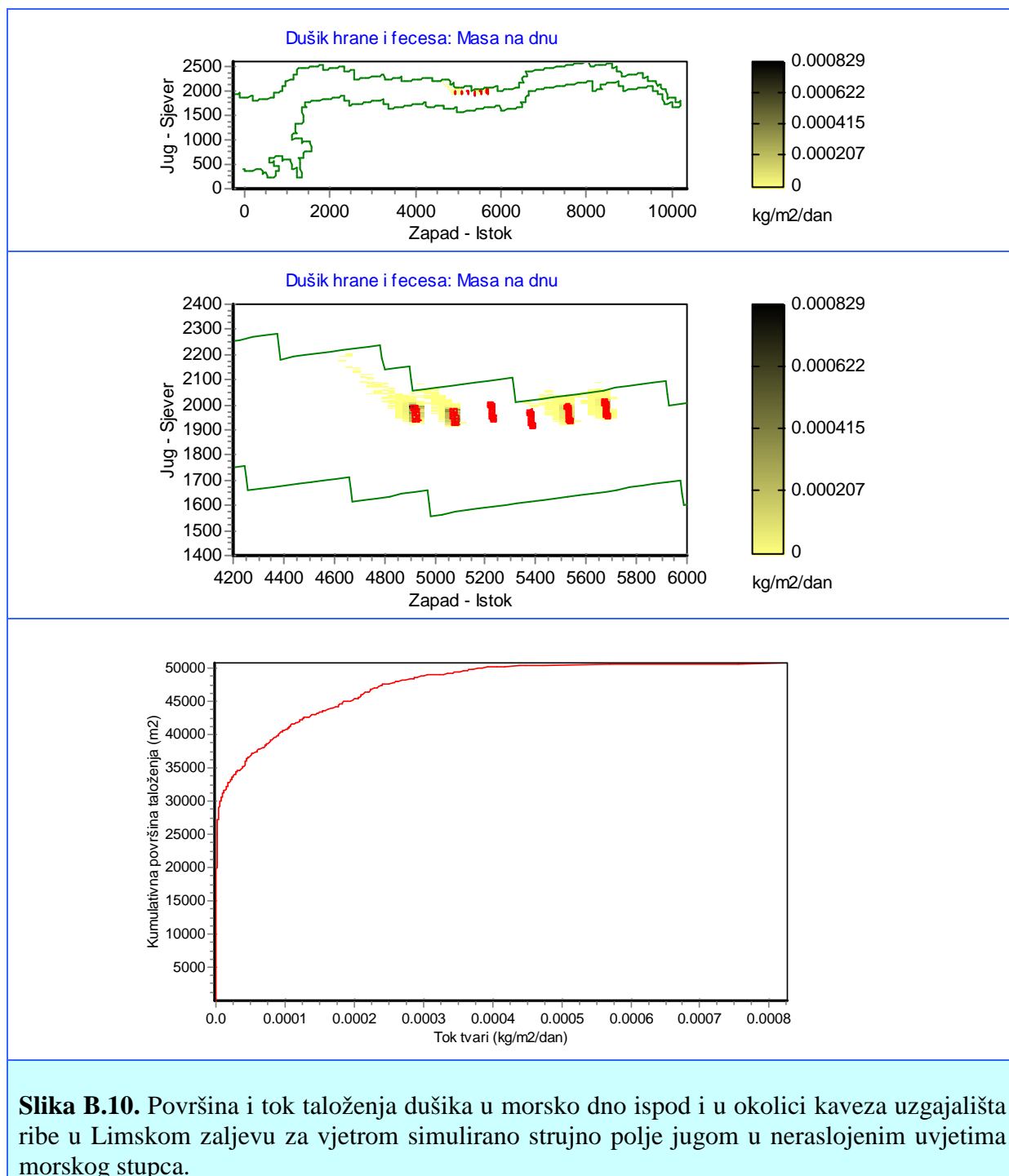


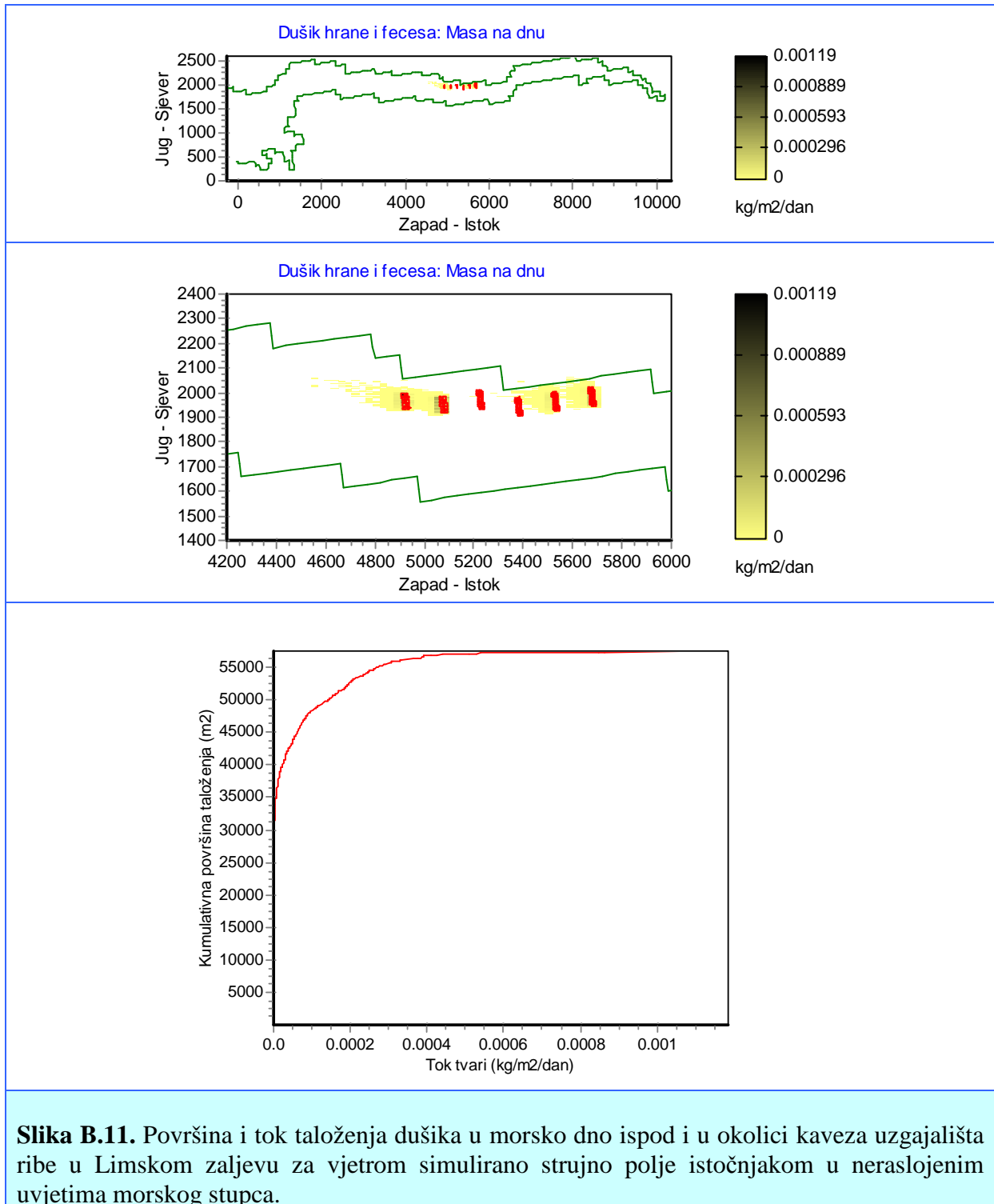


B.3.2. Utjecaj na kakvoću sedimenta

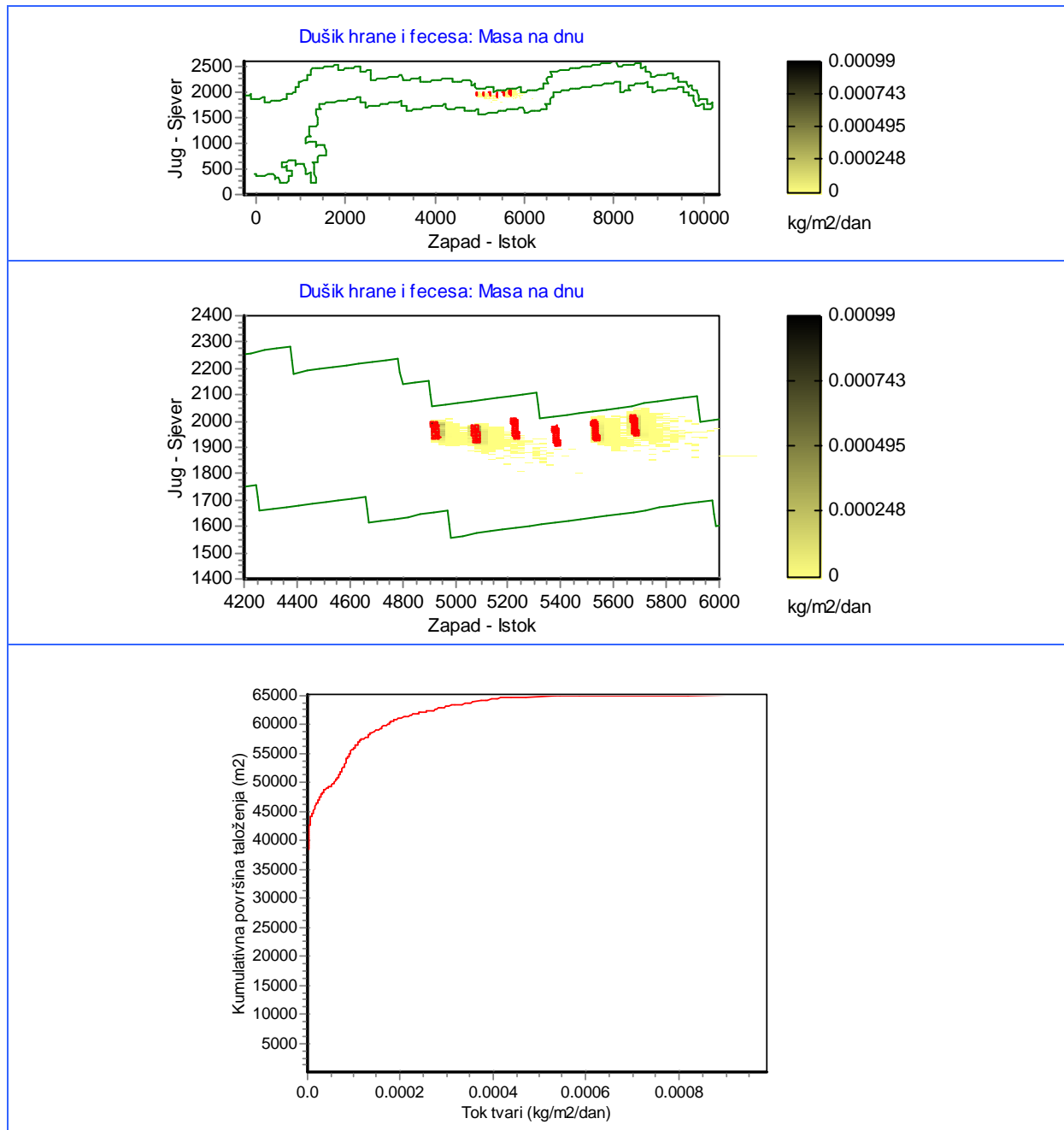
Utjecaj uzgoja ribe na sediment određen je brojnim čimbenicima o kojima ovisi i krajnji ishod opterećivanja morskog dna čvrstim tvarima (česticama). Problem s česticama nepojedene hrane i izmeta koje nastaju pri uzgoju ribe je minimizirati njihove gustoće taloženja (broj čestica po jedinici površine)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



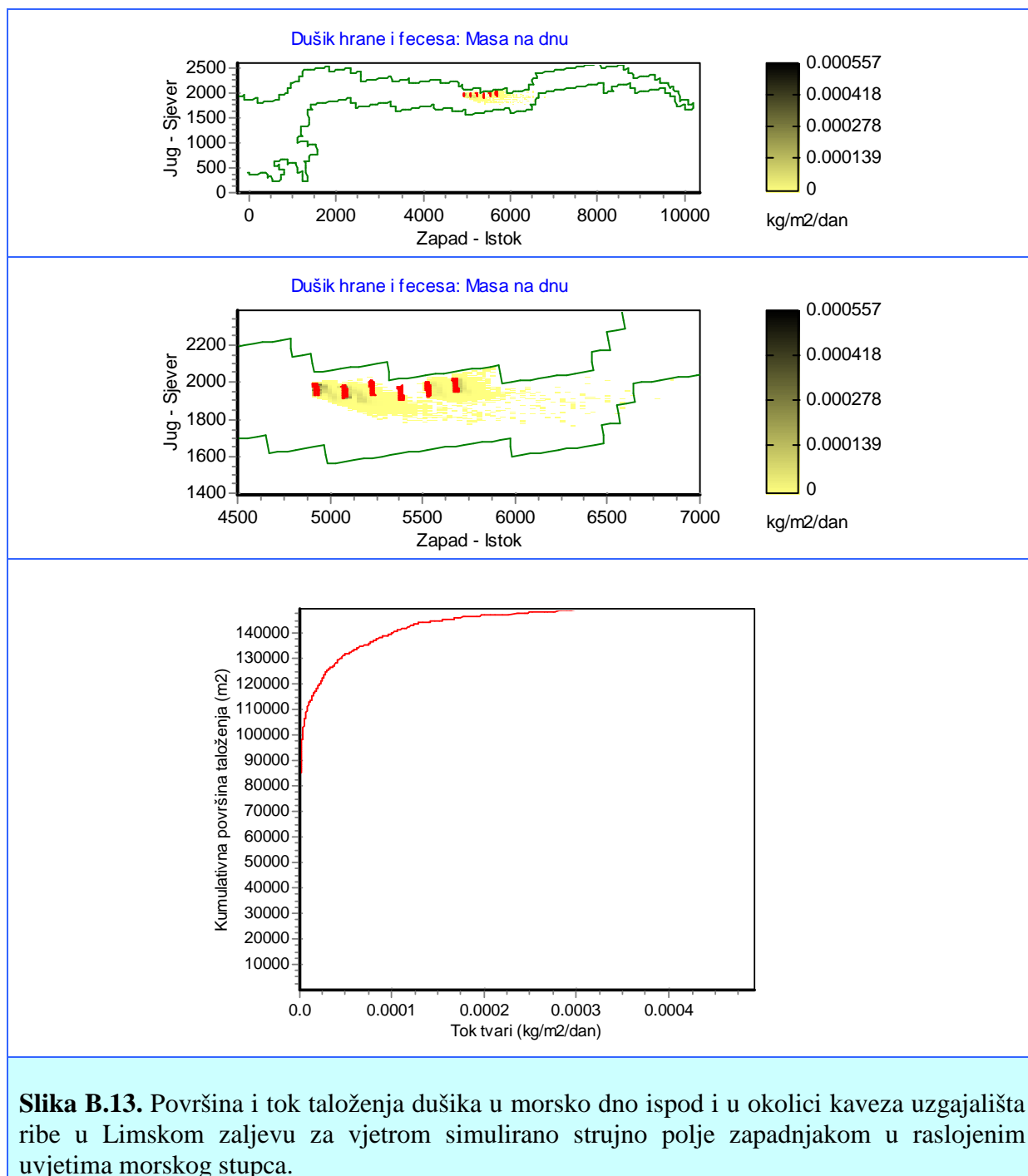


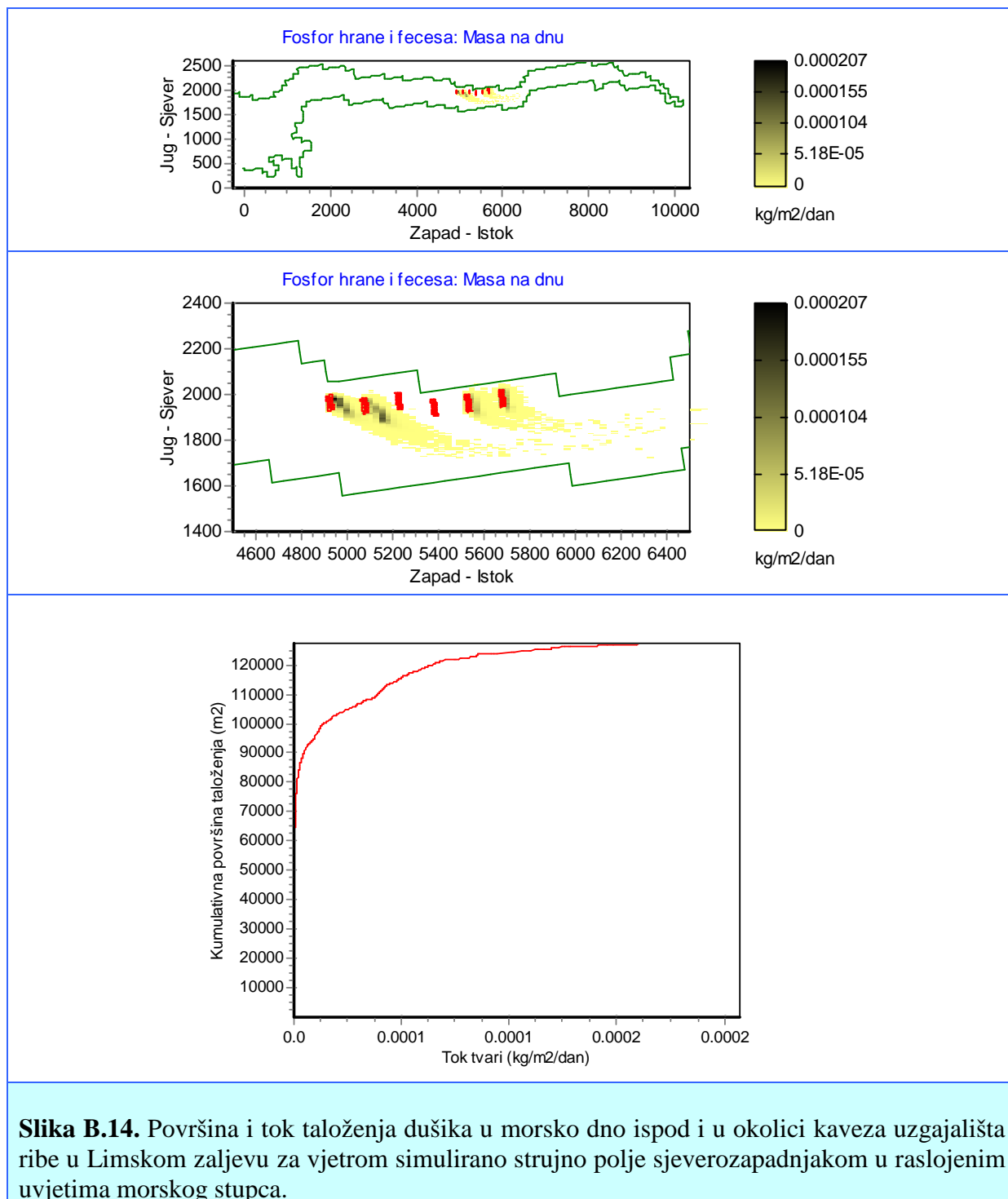


Slika B.11. Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje istočnjakom u neraslojenim uvjetima morskog stupca.

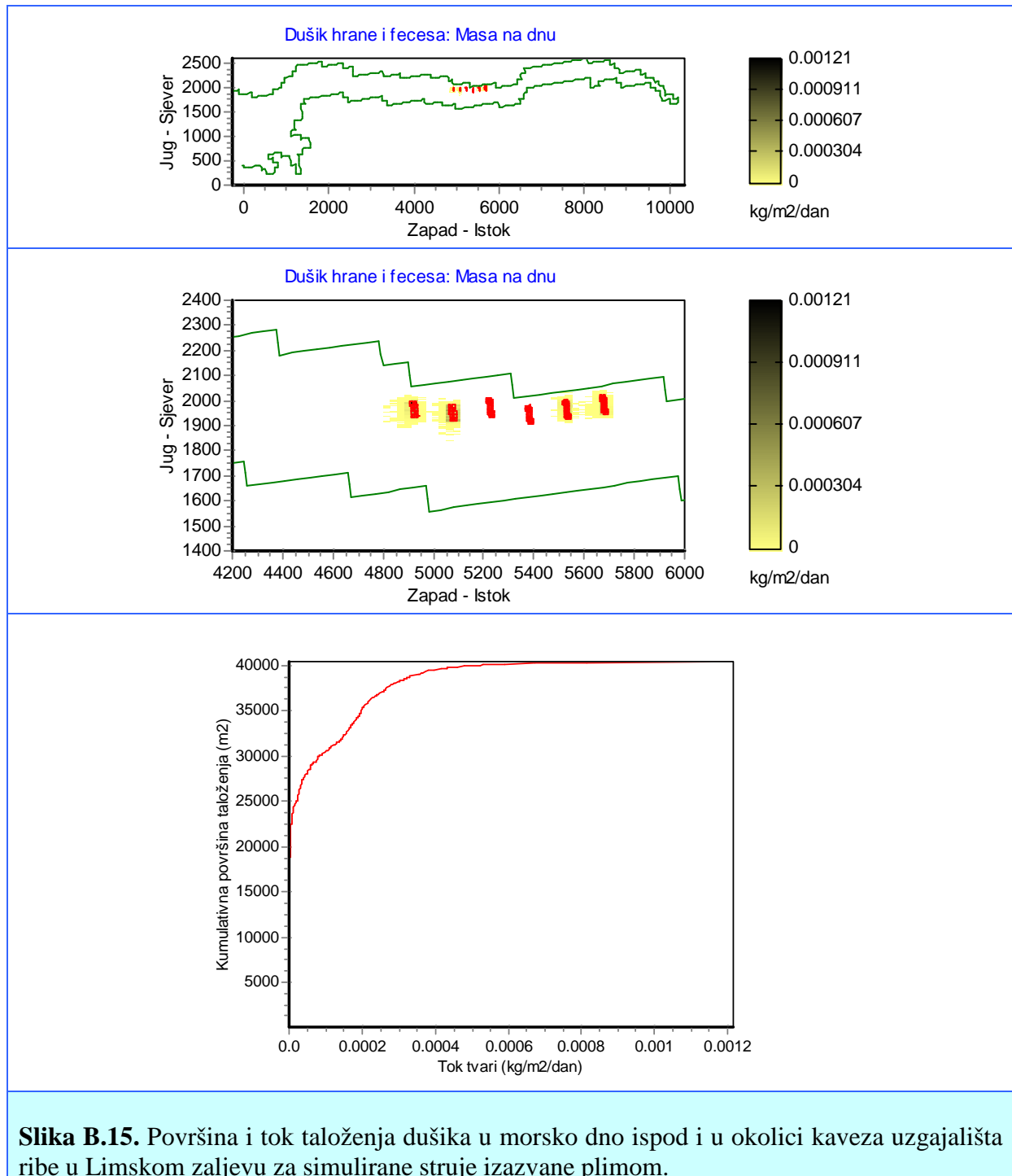


Slika B.12. Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Lirskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje zapadnjakom u neraslojenim uvjetima morskog stupca.

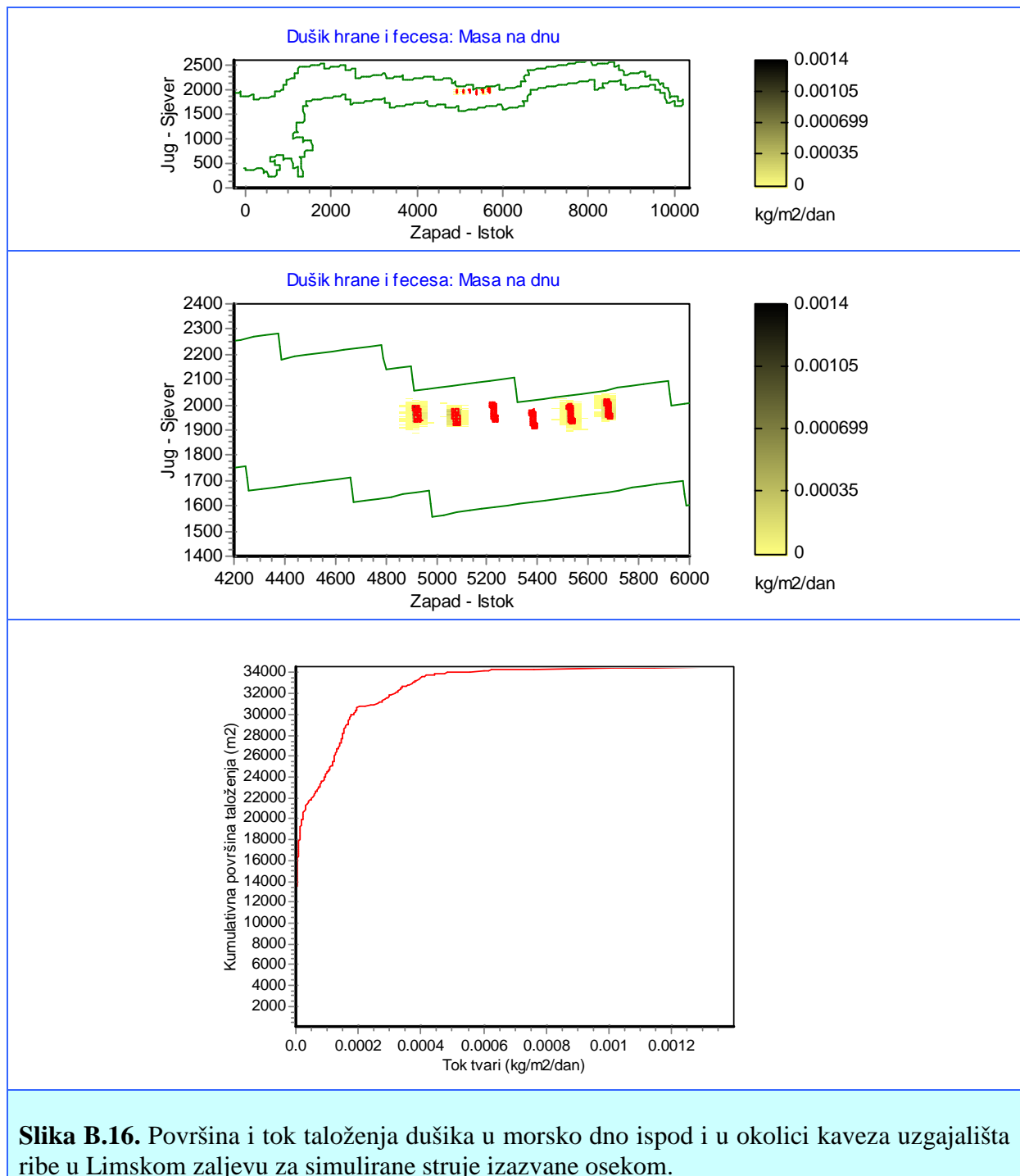




Slika B.14. Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Limskom zaljevu za vjetrom simulirano strujno polje sjeverozapadnjakom u raslojenim uvjetima morskog stupca.



Slika B.15. Površina i tok taloženja dušika u morsko dno ispod i u okolici kaveza uzgajališta ribe u Linskom zaljevu za simulirane struje izazvane plimom.



B.3.3. 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.3.4. 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.

C. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA I PLAN PROVEDBENIH MJERA

C.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 kg/m³. Prekoračenje se mora riješiti izlovom ili premještanjem u kaveze s manjom koncentracijom ribe.
2. Svakodnevno se u kavezima mora kontrolirati zasićenje kisika i to posebno ljeti. Ako u kavezu nastaje veliko smanjenje zasićenja kisikom mora se prestati s hranjenjem ribe. Ako se pad zasićenja kisika i dalje nastavlja odmah pristupiti smanjivanju količine ribe u kavezu.
3. Uginula riba se iz kaveza mora redovito uklanjati te odlagati u skladu s odgovarajućim propisima odnošenjem izvan Limskog zaljeva.
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.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.3. Program praćenja stanja okoliša

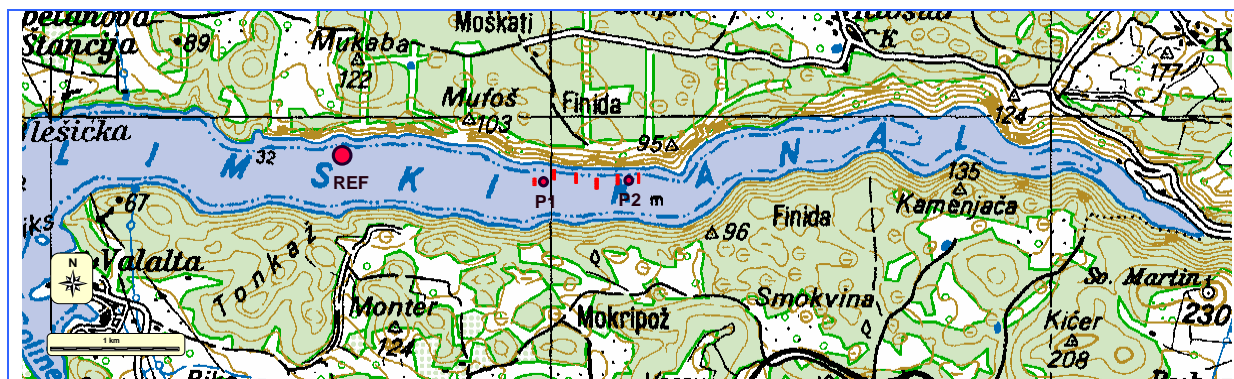
Parametri i vrijeme uzimanja uzoraka su određeni prema rezultatima simulacijskih modela uzgoja i opterećivanja područja zahvata. Sediment ima veću važnost u praćenju stanja od vodenog stupca jer se u njemu ogleda rad uzgajališta iz prošlosti. Parametri u vodenom stupcu ovise o trenutačnoj dinamici vodene 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.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.



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