

**Institut "Ruđer Bošković"
Centar za istraživanje mora - ROVINJ**

**PRIJEDLOG TIPOVA
I REFERENTNIH UVJETA
PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA
NA VODNOM PODRUČJU
PRIMORSKO-ISTARSKIH SLIVOVA
TRU**

Rovinj, srpanj 2008.

Autor slike na naslovnici: Korado Korlević

Studiju citirati kao:

Precali, R., Travizi, A., Iveša, Lj., Dulčić, J. i Matić-Skoko, S.
Prijedlog tipova i referentnih uvjeta prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području Primorsko-istarskih slivova (TRU), Institut "R. Bošković", Centar za istraživanje mora, Rovinj, srpanj 2008, 98 str.

**INSTITUT „RUĐER BOŠKOVIĆ“
CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE MORA
ROVINJ**



**PRIJEDLOG TIPOVA
I REFERENTNIH UVJETA
PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA NA
VODNOM PODRUČJU
PRIMORSKO-ISTARSKIH SLIVOVA
TRU**

Voditelj studije

Dr. sci. Robert Precali

**Predstojnik
Centra za istraživanje mora**

Dr. sci. Nenad Smodlaka

Rovinj, srpanj 2008.

Natura non nisi parendo vincitur
Prirodu pobjeđujemo, ako joj se pokoravamo.

Francis Bacon

Studiju priredili



Dr. sci. Robert Precali

Voditelj studije

Fizička i kemijska oceanografija,
Hranjive soli,
Fitoplanktonske zajednice
Određivanje tipova voda, GIS



Dr. sci. Ana Travizi

Makrozoobentos



Dr. sci. Ljiljana Iveša

Makrofitobentos



Dr. sci. Jakov Dulčić

Ihtiofauna



Dr. sci. Sanja Matić-Skoko

Ihtiofauna

Sadržaj

A.	Projektni zadatak	i
B.	Pojmovnik kratica i stručnih izraza	iii
1.0	Uvod	1
1.1	Osnove	1
1.2	Okvirna direktiva o vodama (ODV)	1
1.3	Prijelazne i priobalne vode	2
1.4	Ciljevi	2
2.0	Metodologija	3
2.1	Osnove	3
2.2	Alati	3
2.2.1	Baza podataka	4
2.2.2	GIS	4
2.2.3.	Tipologija	4
2.2.3.1	Definicija priobalnog mora	4
2.2.4	Ekološko stanje	7
2.2.4.1	Klasifikacija fitoplanktona	11
2.2.4.2	Klasifikacija makrofitobentoskih zajednica	15
2.2.4.3	Klasifikacija makrozoobentoskih zajednica	25
2.2.4.4	Klasifikacija ihtiofaune	37
3.0	Prijedlog tipova voda na vodnom području Primorsko-istarskih slivova	41
3.1	Uvjeti i nedostaci	41
3.2	Metoda određivanja tipova voda	43
3.3	Prijelazne vode	49
3.4	Priobalne vode	57
4.0	Referentni uvjeti prijelaznih i priobalnih voda u vodnom području primorsko istarskih slivova	67
4.1	Uvod	67
4.2	Tip-specifični referentni uvjeti	69
4.2.1	Referentni uvjeti na temelju fitoplanktona i osnovnih fizičko-kemijskih parametra	69
4.2.2	Referentni uvjeti na temelju sastava makrofitobentosa	75
4.2.3	Referentni uvjeti na temelju sastava i strukture makrozoobentosa	77
4.2.4	Referentni uvjeti na temelju ihtiofaune	89
5.0	Interkalibracijski registar (mreža) za prijelazne i priobalne vode na vodnom području Primorsko-istarskih slivova	91
6.0	Nedostaci određivanja tipova voda i referentnih uvjeta – što nam je činiti?	93
7.0	Literatura	95

A. Projektni zadatak

Projektni zadatak se sastoji od:

Izrade dijela projektnog zadatka koji se odnosi na prijedlog tipova prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko – istarskih slivova uključit će:

- Odabir sustava A ili B za tipizaciju prijelaznih i priobalnih voda, koji će se koristiti u izradi tipologije prijelaznih i priobalnih voda za Vodno područje primorsko – istarskih slivova,

U slučaju odabira sustava B predložit će se izborni fizički i kemijski čimbenici koji određuju značajke prijelaznih i priobalnih voda a time i strukturu i sastav biocenoza.

- Procjenu osnovnih bioloških značajki prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko – istarskih slivova
- Izradu prostornih prikaza tipoloških cjelina prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko – istarskih slivova u skladu s odabranim čimbenicima,

Izrade dijela projekta koji se odnosi na definiranje referentnih uvjeta i mjesta za prijelazne i priobalne vode na Vodnom području primorsko istarskih slivova uključit će:

- Odrediti za svaki tip prijelaznih i priobalnih voda specifične hidromorfološke, fizičko-kemijske i biološke referentne uvjete koji predstavljaju vrijednosti elemenata biološke kakvoće navedene u ODV, Dodatak V.
- Odabir referentnih mjesta za sve tipove prijelaznih i priobalnih voda (mjesta s najmanje izraženim antropogenim utjecajem).
- Izraditi prijedlog interkalibracijskog registra (mreže) za prijelazne i priobalne vode za Vodno područje primorsko – istarskih slivova.

U svrhu suradnje u okviru MED GIG (Meditranska regija za interkalibraciju) odredit će se najmanje 2 mjesta za interkalibraciju za svaki tip vodne cjeline.

B. Pojmovnik kratica i stručnih izraza

Bentos	Dio životnog prostora u moru koji se odvija na morskom dnu ili je u uskoj vezi s njim.
Bentoske životne zajednice	Životne zajednice koje su razvijene na morskom dnu.
Biocenoza (životna zajednica)	Skup raznovrsnih vrsta biljnih i životinjskih organizama na određenom staništu (biotopu).
Chl <u>a</u>	Klorofil <u>a</u> je fotosintetski pigment neophodan za proces fotosinteze i nalazimo ga u svim fitoplanktonskim stanicama. Određivanje koncentracije klorofila <u>a</u> najjednostavnija je metoda za procjenu biomase fitoplanktona.
CTD sonda	Conductivity, Temperature, Depth, više-parametarska sonda za mjerenje vodljivosti (saliniteta), temperature i dubine u prirodnim vodama
Diadromne vrste riba	Vrste koje migriraju bilo iz slatke vode u mora i oceane ili obrnuto zbog raznih fizioloških potreba, najčešće zbog mrijesta.
Dijatomeje	Najzastupljenija skupina fitoplanktona u Jadranu (više od 80%). Karakterizira ih ljušturica od silicijevog dioksida koja je građena iz dva dijela.
Dinoflagelati	Po značaju i zastupljenosti predstavljaju drugu skupinu fitoplanktona u Jadranu. Za razliku od dijatomeja koje su nepokretne, većina dinoflagelata ima izrazito dobru sposobnost pokretanja pomoću bičeva. Ovi organizmi mogu izazvati intenzivne cvatnje u vrlo kratkom vremenu.
Dodatak	Dodatak okvirne direktive o vodama
EBI	Estuarine Biotic Integrity Index -Indeks estuarijske biotičke cjelovitosti.
EFI	Estuarine Fish Index - Indeks koji daje opis estuarijske ihtiofaune u smislu broja i sastava vrsta te njihovih osnovnih ekoloških obilježja.
Estuarijske rezidentne vrste riba	Vrste koje su stalno nastanjene u estuarijima, i to od nedoraslog stadija do uginuća.
Estuarijski tolerantne vrste riba	Vrste koje često obitavaju u estuarijskim područjima, posebice njihovi nedorasli stadiji i to radi ishrane i rasta, a zapravo su prave morske vrste.
Facijes	Iste biocenoze s prevladavanjem jedne ili više vrsta biljnih ili životinjskih organizama.
Fitoplankton	Jednostanične i kolonijalne alge čije stanice lebde u vodi.
Guidance Document	Vodič za implementaciju
Hranjive soli	Otopljene soli dušika (nitrat, nitrit, amonijeve soli), fosfora (ortofosfat) i silicija (ortosilikata) koje sudjeluju u primarnoj proizvodnji organske tvari u prirodnim vodama, ili su nužan element za izgradnju dijatomejskih ljušturica

Indikatorske vrste riba	Odabrane vrste riba koje su pokazatelji nekakvih promjena u okolišu, u ovom slučaju to su tropski elementi koji predstavljaju ili nove ili rijetke vrste za Jadran i indikatori su klimatskih promjena, odnosno sastava jadranske ihtiofaune.
O ₂ (%)	Zasićenje vodenog tijela kisikom izračunato iz omjera ustanovljenog i teoretskog sadržaja kisika pri okolišnoj temperaturi i salinitetu
ODV-a	Okvirna direktiva o vodama
S	Salinitet; Masa (g) otopljenih soli u 1 kg morske vode kad su svi bromidi i jodidi zamijenjeni jednakom količinom klorida, a sva organska tvar oksidirana. (Knudsen, 1901). Veličina izvedene iz polinoma 5. reda: $S = - 0,08996 + 28.29720 R_{15} + 12.80823 R_{15}^2 - 10.67869 R_{15}^3 + 5.98624 R_{15}^4 - 1.32311 R_{15}^5$ pri čemu je R ₁₅ omjer vodljivosti uzorka morske vode i standardne morske vode saliniteta 35 pri 15 °C i 101325 Pa. Izražava se u PSU (UNESCO, 1985)
TRIX-indeks	Trofički indeks koji se izračunava iz podataka o koncentracijama ukupno otopljenog anorganskog dušika, ukupnog fosfora, klorofila <u>a</u> , te odstupanja zasićenja kisikom od ravnotežnog stanja. Talijanski zakon o vodama uvažava ga kao jedan od parametara za klasifikaciju.
Trofički status	Pojam koji općenito označava razinu produktivnosti, a specifično za riblje zajednice označava način ishrane, odnosno položaj u hranidbenom lancu i odnose koje isti podrazumijeva. Takav status je posljedica razine produktivnosti staništa u kojem organizam obitava.
VOH	Vodogospodarstvena osnova Hrvatske

1. Uvod

1.1. Osnove

Hrvatska se obala može smatrati posebnom estetskom kategorijom koja je dobro prepoznata u svijetu. Odlikuju ju razvedenost i uglavnom netaknute ekološke vrijednosti. Upravo, duga i razvedena obala te niz malih estuarija i rijeke koje utječu u njih zahtijevaju veliki trud u očuvanju tih odlika. Kroz definiciju tipologije i referentnih uvjeta (TRU) za prijelazne i priobalne vode pokušavamo dobiti okvir za pravilno upravljanje tim resursima.



1.2. Okvirna Direktiva o Vodama (ODV-a)

ODV-a je važni pravni dokument EU u sferi upravljanja vodama. Njime se uspostavlja okvir za zajedničke akcije na razini unije u djelokrugu politike upravljanja vodama a odnosi se na sve vode uključujući *podzemne, kopnene površinske vode, prijelazne i priobalne vode*.

Osnovni ciljevi ODV-a su da

- sprečava daljnju degradaciju i štiti i učvršćuje stanje vodnih ekosustava;
- obećava održivo korištenje voda na osnovu dugoročne zaštite raspoloživih vodnih resursa;
- ima za cilj bolju zaštitu vodnog okoliša, među ostalim i putem specifičnih mjera za postupno smanjenje ispuštanja, emisije i rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste, te prekid ili postupno eliminiranje ispuštanja, emisije i rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste;
- osigurava progresivno smanjenje onečišćenja podzemnih voda i sprečava njihovo daljnje onečišćenje;
- doprinosi ublažavanju posljedica poplava i suša.

Svrha ciljeva ODV-a je u

- osiguravanju dostatnih količina površinskih i podzemnih voda dobre kakvoće potrebnih za održivu, uravnoteženu i pravičnu uporabu voda;
- znatnom smanjenju onečišćenja podzemnih voda;
- zaštiti kopnenih površinskih voda i morskih voda;
- postizanju ciljeva relevantnih međunarodnih ugovora, uključujući i one koji su usmjereni na eliminaciju onečišćenja morskog okoliša.

Sve je to sadržano u osnovnom cilju ODV-a: Postići najmanje dobro stanje za sve vode u uniji do 2015. godine.

Hrvatska, u procesu pridruživanja EU, mora što ranije započeti implementaciju ODV-a kako ne bi zaostala u tom važnom poslu.

1.3. Prijelazne i priobalne vode

Prijelazne i priobalne vode su onaj dio ekosustava koji se nalazi u neposrednom doticaju mora s kopnom, tj. gdje su utjecaji kopna na more najznačajniji. Upravo taj dio je i najugroženiji te zahtjeva poseban pristup u upravljanju i zaštiti.

ODV-a definira termin **prijelazne vode** kao „cjelinu kopnenih voda u blizini riječnih ušća, koje su djelomično slane uslijed blizine priobalnih voda, ali se nalaze pod znatnim utjecajem slatkovodnih tokova“; a termin **priobalne vode** označava „površinske vode unutar crte udaljene jednu nautičku milju, od crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda, a mogu se protezati do vanjske granice prijelaznih voda“.

1.4. Ciljevi

Osnovni ciljevi ove studije su

- razrada integriranog pristupa primjene ODV na prijelazne i priobalne vode na Vodnom području primorsko-istarskih slivova;
- dobivanje okvira i metoda za tipizaciju i klasifikaciju voda na vodnom području primorsko istarskih slivova;
- prikupljanje postojećih podataka potrebnih za tipizaciju i dobivanje prve generacije referentnih uvjeta, u skladu sa ODV, prijelaznih i priobalnih voda na vodnom području primorsko istarskih slivova;
- dobivanje prve generacije referentnih uvjeta prijelaznih i priobalnih voda na vodnom području primorsko istarskih slivova;
- uočavanje osnovnih problema za postizanje konačne tipizacije i razrade konačnih referentnih uvjeta za prijelazne i priobalne vode na vodnom području primorsko istarskih slivova.

2.0. Metodologija

2.1. Osnove

Okvirnom direktivom o vodama (ODV-a) značajno je promijenjen način kojim se klasificiraju površinske vode. Uveden je novi, temeljen na standardima koji omogućuju procjenu da li su uvjeti okoline dovoljno dobri da podrže njena biološka obilježja. Klasifikacija nam služi da procijenimo stanje okoliša u bilo kojem trenutku. Ukazuje nam da li je kakvoća okoliša dobra ili da li su potrebna njena poboljšanja. Nadalje, pomaže nam u odabiru akcija kojima se mogu postići poboljšanja kakvoće okoliša kao i koliko su te akcije pridonijele poboljšanju kakvoće. Ukratko:



ODV nas upućuje da na vodeni okoliš gledamo sveobuhvatno integrirajući kakvoću voda i fizičku sredinu sa ekološkim indikatorima.

Za to su potrebni novi klasifikacijski sustavi koji će „zdravlje“ životinjskih i biljnih organizama koji žive u površinskim vodama pretpostaviti kao glavne indikatore koji opisuju stanje tih voda. Novi sustav osigurati će sigurniji, čistiji i bogatiji vodeni okoliš.

ODV-a klasificira površinske vode prema stanju niza elemenata kakvoće. Tako se za prijelazne i priobalne vode procjena temelji na njihovim biološkim, hidromorfološkim i kemijskim i fizičkokemijskim svojstvima.

Ukratko, u glavna svojstva tih voda koja nam služe za klasifikaciju spadaju:

- Opći fizičkokemijski elementi kakvoće: prozirnost, termalni uvjeti, sadržaj otopljenog kisika, salinitet i koncentracija hranjivih soli. Specifična zagađivala također treba uzeti u obzir.
- Biološki elementi kakvoće: sastav, abundancija i biomasa fitoplanktona; sastav i abundancija druge akvatičke flore; sastav i abundancija bentoskih invertebrata; i sastav i abundancija riba.
- U hidromorfološke elemente kakvoće koji su važni za biologiju spadaju: promjena dubine; sastav i struktura supstrata; struktura zone plime i oseke, protok rijeka i izloženost valovima. Kao takvi oni neće biti predmet ove studije.

2.2. Alati

Posjedovanje kvalitetnih alata osnovni je preduvjet za uspješan rad. Na tom tragu, upravo uspostava kvalitetnih alata i smjernica (Guidelines) za tipizaciju i definiranje referentnih uvjeta prijelaznih i priobalnih voda prvi je korak.

2.2.1. Baza podataka

Za izradu ove studije korištena je oceanografska baza podataka Centra za istraživanje mora u Rovinju. U bazi su uglavnom pohranjeni podaci za fizičko kemijske parametre te fitoplanktonsku biomasu i sastav fitoplanktona. Za potrebe ove studije baza je nadopunjena GIS podacima potrebnim za iscrtavanje relevantnih karata.

Nažalost, skup podataka koji se odnosi na podatke o makrofitobentoskim i makrozoobentoskim zajednicama ne nalazi u organiziranoj bazi podataka već samo u MS-Excel unakrsnim tabelama. Za izradu tih tabela potrošeno je jako puno radnog vremena obzirom da su izvorni podaci bili, mahom su to povijesni, samo u papirnatom obliku. Jednom kada se bude napravila takva baza podataka unos iz

takvih tabela biti će znatno olakšan. Odabir takvog formata pohrane je bio uvjetovan time što su ulazi za software koji je korišten za izračun raznih indeksa upravo MS-Excel tabela.

2.2.2. Geografski informacijski sustav (GIS)

GIS je uglavnom korišten za izradu karata prikazanih u ovoj studiji i kvaliteta podloge je najmanje 1:25000 ili bolja. Karte su napravljene u ArcView 8.1. Kod izrade konačne tipizacije GIS će imati važnu ulogu u određivanju tipova vode i prezentacije podataka. U toj fazi trebao bi se primijeniti „bottom-up“ pristup, tj. upotrebom kvalitetnih podloga i statistički relevantnog seta podataka dobiti konačne granice tipova voda. U sadašnjoj fazi uglavnom je korišteno ekspertno mišljenje.

2.2.3. Tipologija

Određivanje tipova voda je prvi korak u implementaciji ODV-a, kako je navedeno u njenom Dodatku II. U ovoj studiji za određivanje tipa vode uglavnom je korištena „top-down“ metoda odnosno ekspertno mišljenje. To uglavnom proizlazi iz relativno oskudnog seta podataka za primjenu kvalitetnijih GIS metoda. Varijable korištene u tu svrhu odgovaraju B sustavu klasifikacije prema ODV-a. Korištena su slijedeća obilježja sustava:

	Obilježja	
	Prijelazne vode	Priobalne vode
Obvezni čimbenici	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet
Izborni čimbenici	Sastav supstrata	Sastav supstrata Dubina

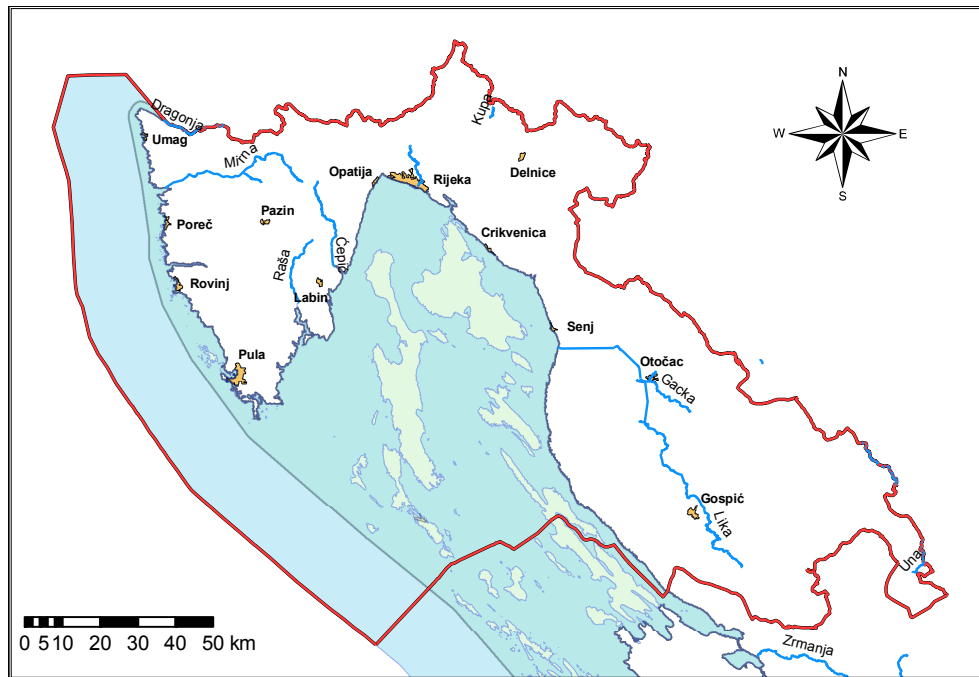
2.2.3.1. Definicija priobalnog mora

Granica priobalnog mora određena je na temelju ODV-a Čl. 2. st. 7. „Termin **priobalne vode** označava površinske vode unutar crte udaljene jednu nautičku milju, od crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda, a mogu se protezati do vanjske granice prijelaznih voda“. Polazna crta od koje se mjeri širina teritorijalnih voda definirana je u Članku 18. Pomorskog zakonika Republike Hrvatske (NN 181/04) a glasi kako slijedi:

Članak 18.

- (1) Teritorijalno more Republike Hrvatske je morski pojas širok 12 morskih milja, računajući od polazne crte u smjeru gospodarskoga pojasa.
- (2) Polaznu crtu čine:
 - 1) crte niske vode uzduž obala kopna i otoka,
 - 2) ravne crte koje zatvaraju ulaze u luke ili zaljeve,
 - 3) ravne crte koje spajaju sljedeće točke na obali kopna i na obali otoka:
 - a) rt Zarubača – jugoistočni rt otoka Mrkan – južni rt otoka Sv. Andrija – rt Gruj (otok Mljet),
 - b) rt Korizmeni (otok Mljet) – otok Glavat – rt Struga (otok Lastovo) – rt Veljeg mora (otok Lastovo) – jugozapadni rt otoka Kapište – rt Velo danče (otok Korčula) – rt Proizd – jugozapadni rt otoka Vodnjak – rt Rat (otok Drvenik mali) – hrid Mulo – hrid Blitvenica – otok Purara – otok Balun – otok Mrtovac – otok Garmenjaka veli – točka na Dugom otoku s koordinatama 43°53' 12" sjeverne geografske širine i 15°10' 00" istočne geografske dužine,
 - c) rt Veli rat (Dugi otok) – hrid Masarine – rt Margarina (otok Susak) – pličina Albanež – otok Grunj – hrid Sv. Ivan na pučini – pličina Mramori – otok Altiež – rt Kastanjija.
- (3) Polazne crte su ucrtane u pomorskoj karti »Jadransko more«, koju izdaje Hrvatski hidrografski institut.

Premještanjem polazne crte za 1 Nm prema granici teritorijalnog mora RH dobivena je vanjska granica priobalnog mora, a unutrašnju čini crta niske vode uzduž obala kopna i otoka. Granica priobalnog mora RH za vodno područje primorsko istarskih slivova prikazano je na **Slici 2.1.**



Slika 2.1. Granica priobalnog mora Republike Hrvatske prema definiciji u ODV.

Stranica namjerno ostavljena prazna.

2.2.4. Ekološko stanje

Normativne definicije za klasifikaciju ekološkog stanja date su u Dodatku V. ODV-a. Opća definicija ekološke kakvoće za potrebe klasifikacije vrijednosti elemenata kakvoće ekološkog stanja za sve kategorije dana je u **Tablici 2.1.**

Tablica 2.1. Opće definicije klasifikacije vrijednosti elemenata kakvoće ekološkog stanja za sve kategorije površinskih voda prema ODV-a.



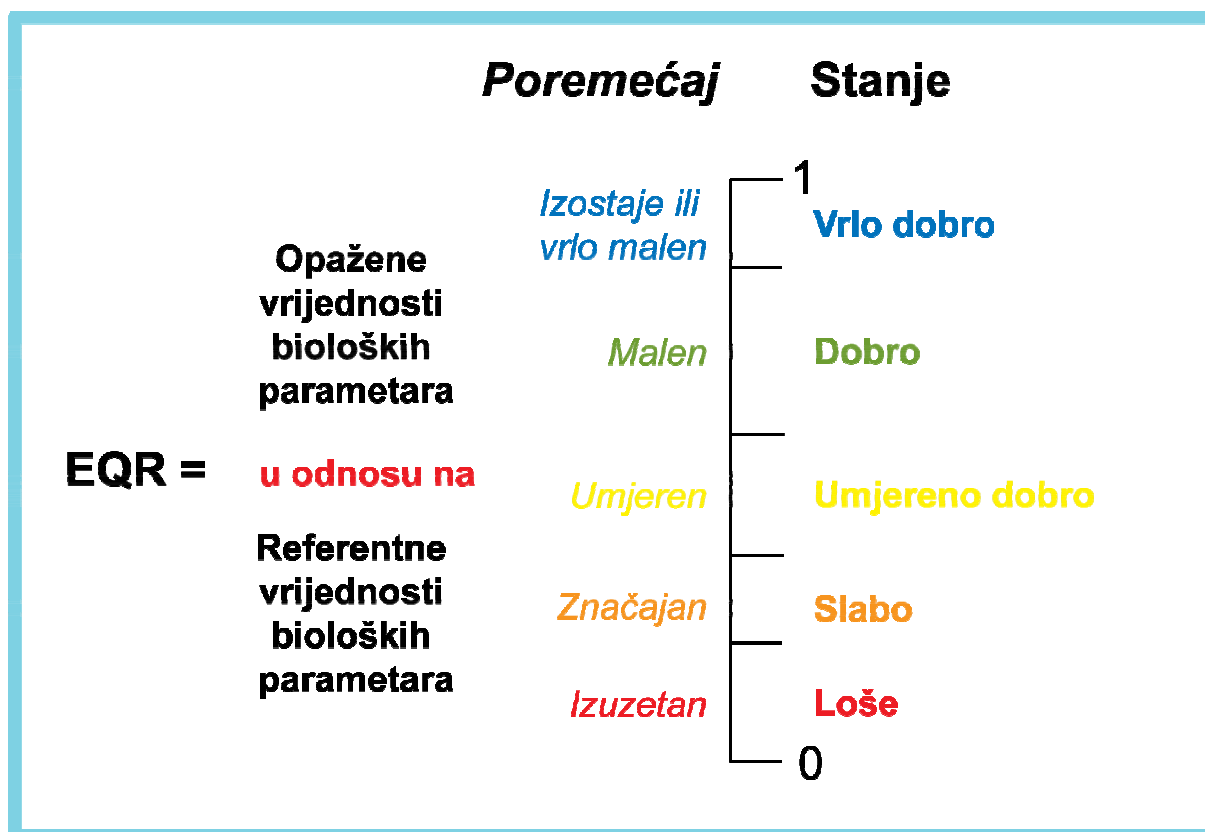
Element	Vrlo dobro stanje	Dobro stanje	Umjereno dobro stanje
Opći	<p>Vrlo male ili nikakve antropogene promjene vrijednosti fizičko-kemijskih i hidro-morfoloških elemenata kakvoće cjeline površinske vode u odnosu na vrijednosti uobičajene za taj tip voda u nenarušenom stanju.</p> <p>Vrijednosti bioloških elemenata kakvoće za cjelinu površinske vode odražavaju uobičajene vrijednosti za taj tip voda u nenarušenom stanju, i pokazuju veoma mala ili nikakva odstupanja.</p> <p>Ovo se smatra tipično-specifičnim uvjetima.</p>	<p>Vrijednosti bioloških elemenata kakvoće za dotični tip površinskih voda pokazuju nisku razinu promjena uzrokovanih ljudskom djelatnošću, no samo malo odstupaju od vrijednosti uobičajenih za taj tip površinskih voda u nenarušenom stanju.</p>	<p>Vrijednosti bioloških elemenata kakvoće za taj tip površinskih voda umjereno odstupaju u od vrijednosti uobičajenih za taj tip voda u nenarušenom stanju. Vrijednosti pokazuju umjerena odstupanja uslijed ljudske djelatnosti, a poremećaji su znatno veći nego u uvjetima dobrog stanja.</p>

ODV-a zahtjeva uspostavljanje opće prihvatljivih metoda za kvantifikaciju ekološkog stanja vodenih tijela. Biološki elementi kakvoće su ključni za kvantifikaciju ekološkog stanja. Rezultati sustavnog praćenja, tako trebaju biti prikazani na numeričkoj skali od nula do jedan a prikazanu numeričku vrijednost nazivamo omjerom ekološke kakvoće (**Ecological Quality Ratio- EQR, Slika 2.2.**). EQR je detaljno opisan u Dodatku V., 1.4.1. ODV-a:

1.4.1. Usporedivost rezultata biološkog monitoringa

- (i) Zemlje članice uspostaviti će sustave za monitoring u svrhu procjenjivanja vrijednosti elemenata biološke kakvoće specifičnih za svaku kategoriju površinskih voda ili za jako promijenjen ili umjetne vodne cjeline. U primjeni niže opisanog postupka na jako promijenjene ili umjetne vodne cjeline napomene o ekološkom stanju treba formulirati kao napomene o ekološkom potencijalu. Takav sustav može koristiti određene vrste ili grupe vrsta koje su reprezentativne za element kakvoće u cjelini.
- (ii) Da bi se osigurala usporedivost takvih sustava monitoringa, rezultati sustava primijenjenih u svakoj zemlji članici moraju biti izraženi kao dijelovi ekološke kakvoće za potrebe klasifikacije ekološkog stanja. Ti dijelovi trebaju prikazivati odnos vrijednosti bioloških parametara opaženih u određenoj cjelini površinskih voda i vrijednosti tih pokazatelja u referentnim uvjetima primjenjivim na tu vodnu cjelinu. Dio se izražava brojčanim vrijednostima od nula do jedan, pri čemu se vrlo dobro ekološko stanje prikazuje brojkom bliskom broju jedan, a loše stanje brojkom blizu nuli.
- (iii) Svaka zemlja članica podijelit će skalu omjera ekološke kakvoće u svom sustavu monitoringa za svaku klasifikaciju površinskih voda na pet vrsta, od vrlo dobrog do lošeg ekološkog stanja, kako je određeno u točki 1.2., određujući brojčanu vrijednost svake granice između pojedinih razreda. Granična vrijednost između vrlo dobrog i dobrog stanja, kao i između dobrog i umjereno dobrog stanja bit će utvrđena niže opisanim postupkom interkalibracije.

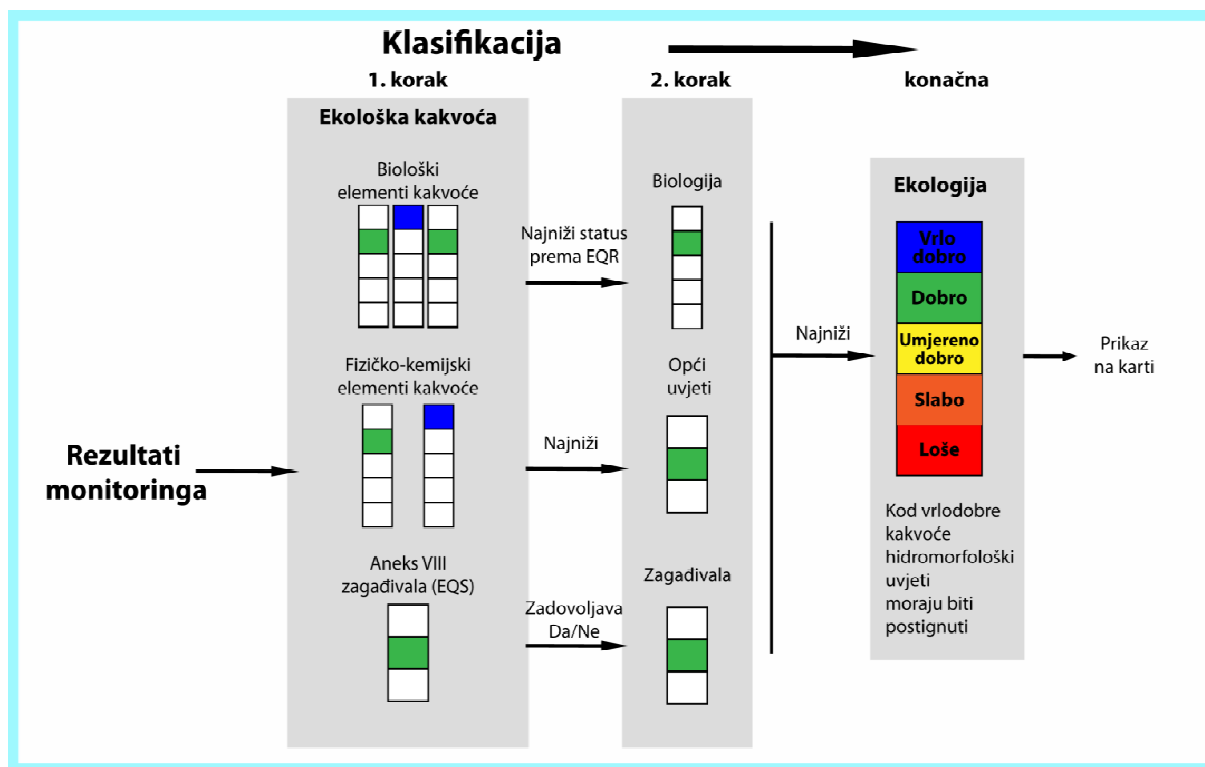
Zajednička skala za EQR predstavlja osnovu za harmonizaciju različitih metoda putem kvalitetno postavljenih interkalibracija.



Slika 2.2. Shematski prikaz određivanja omjera ekološke kakvoće (EQR) prema ODV-a.

Sve to izgleda jednostavno u teoriji ali dosadašnja praksa u implementaciji ODV-a ukazala je na mnoge poteškoće u upotrebi samog koncepta EQR. Unutar mnogih radnih skupina koje se bave tim problemom razrađen je niz smjernica za praktičnu implementaciju tog koncepta ODV-a (Anon., 2003a; 2003b; 2003c).

ODV-a pretpostavlja EQR kao vrijednost za pojedine biološke elemente kakvoće te je iz toga vidljivo da se EQR ne može upotrijebiti za procjenu sveukupnog ekološkog stanja. Prvenstvena svrha EQR je da omogući usporedbu različitih metoda procjene bioloških elemenata kakvoće među državama članicama putem interkalibracije. Cijeli postupak klasifikacije pomno je razrađen unutar dokumenta CIS guidance document on ecological classification (Anon., 2005). Klasifikacija pretpostavlja tri koraka za sveukupnu procjenu ekološkog stanja nekog vodenog tijela i shematski je prikazana na **Slici 2.3**. Važno je napomenuti da klasifikacija na razini bioloških elemenata kakvoće (2. korak) pretpostavlja da najmanje dobro stanje odlučuje o konačnoj klasifikaciji, te je uveden termin „jedan vani, svi vani“ („one out, all out“). U tom kontekstu odabir bioloških indikatora je jako važan jer u konačnici može donijeti do sumnjivih rezultata, i za sada u tom kontekstu postoji jako živa znanstvena diskusija (Irvine, 2004).



Slika 2.3. Shematski prikaz klasifikacije ekološkog stanja prema ODV-a.

Indikatori i DPSIR pristup

Pod pojmom indikatora podrazumijeva se sažeti i učinkovit način prikazivanja podataka o stanju u okolišu, koji je pogodniji pri donošenju odluka vezanih za upravljanje prostorom.

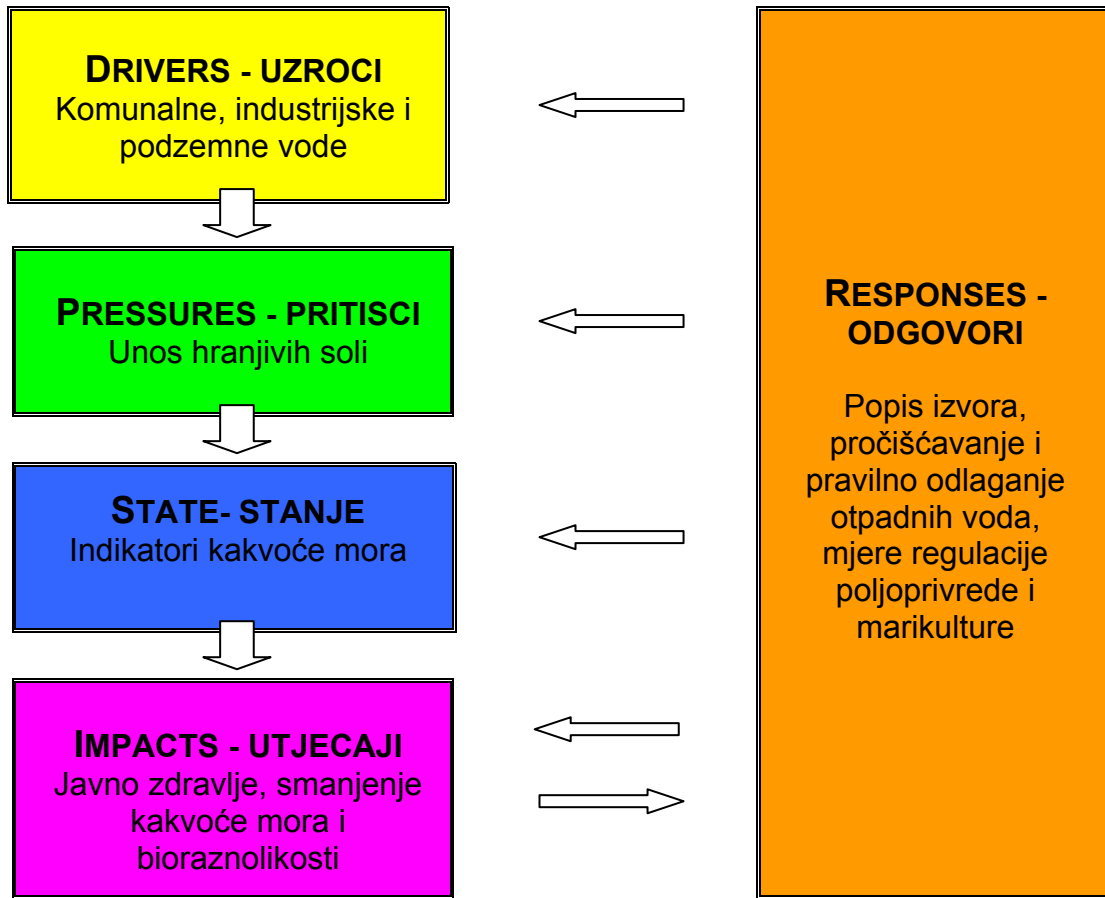
Prema definiciji OECD-a iz 1993. godine indikator je: «Indikator/parametar ili vrijednost dobivena iz parametra, koja ukazuje na, daje informaciju o/ opisuje stanje fenomena/ okoliša/ područja i ima daljnje implikacije za okoliš. Indikator nije nužno samo parametar, nego može biti izraz izveden iz pojedinog ili iz nekog skupa parametra koji se odnosi na okoliš».

Indikator se u svrhu upravljanja okolišem uglavnom upotrebljava za:

- prikupljanje informacija o problemima u okolišu u svrhu procjene njihove ozbiljnosti,
- potporu u odlučivanju i definiranju prioriteta, ukazujući na ključne čimbenike koji uzrokuju pritiske u okolišu, te
- praćenje efikasnosti primijenjenih odgovora.

Indikatori su učinkovit oblik za praćenje promjena te ostvarenje ciljeva sektorskih politika ili strategija. Indikatori bi trebali biti: reprezentativni, bitni, uvjerljivi i točni. Postoji mnogo kriterija za odabir indikatora, ali su najvažniji sljedeći: koliko je značajan problem s gledišta štete za okoliš, kako politika gleda na problem i je li moguće sakupljanje ili mjerenje indikatora.

DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impacts, Responses; uzroci, pritisci, stanje, utjecaji, odgovori) je pristup sustavu indikatora, koji se široko koriste u okolišu mora i obalnom području, kao način organiziranja i izvještavanja o podacima sustavnog praćenja u komunikaciji sa upravljačkim dijelom društva odnosno širom javnošću. DPSIR je također sredstvo za bolje razumijevanje problema u okolišu. DPSIR model primjenjuje pristup putem uzroka i identificira uzročni slijed. U tom pristupu indikatori su atributi koji zbrajaju informacije ili osnovne podatke, koji se odnose na odabranu postavku ili problem. Takav pristup primijenjen na problem eutrofikacije priobalnog mora prikazan je na **Slici 2.4.**



Slika 2.4. DIPSR pristup primijenjen na problem eutrofikacije mora.

2.2.4.1. Klasifikacija fitoplanktona

Sastav, bogatstvo i biomasa fitoplanktona prema ODV-a svrstani su u glavne biološke elemente kakvoće prijelaznih i priobalnih voda. Prvenstveno su odabrani jer predstavljaju jako osjetljivi dio ekosustava na promjene u dostupnosti hranjivih soli. Unos hranjivih soli kao glavni pritisak u vodenim ekosustavima proizlazi iz čovjekove potrebe za intenzivnom poljoprivredom, uporabom u nekim industrijskim procesima, te najvažnije kao proizvod čovjeka kao fiziološkog bića. Biološki je odaziv na unos hranjivih soli u vodeni ekosustav, u povoljnim abiotskim uvjetima (dovoljno sunčeva svjetla i povoljna temperatura), rast fitoplanktona (Bricker i sur., 1999). Posljedice antropogenog prekomjernog unosa očituju se u procesu eutrofikacije. Posljedice uključuju porast koncentracije klorofila *a* (mjera fitoplanktonske biomase), promjene u učestalosti fitoplanktonskih cvatnji, brzom rastu oportunističkih vrsta te značajnoj akumulaciji organske tvari koje mogu imati negativne posljedice na ekosustav. Zadnje se očituje u zatvorenim ekosustavima, kao što su veći dio priobalnih voda, pojavom hipoksija i anoksija koje imaju za posljedicu pomor bentoskih organizama, i općenito općim padom kakvoće mora kao resursa.



Procjena stanja i utjecaja eutrofikacije u prelaznim i priobalnim vodama je danas jedan od najvažnijih koraka u upravljanju okolišem (Painting i sur., 2005; 2007). Prema tome, fitoplankton spada u jedan od ključnih bioloških elemenata kakvoće. Iako je u ODV-a navedeno da fitoplankton kao biološki element kakvoće čine njegov sastav, bogatstvo i biomasa do danas nisu razvijeni multimetrički indeksi koji bi uključivali sve tri komponente i u ovom trenutku najdalje se došlo sa razradom klasifikacije na temelju biomase. Na Mediteranu su sve zemlje članice razradile nacionalne sustave za klasifikaciju temeljene na koncentraciji klorofila *a* (mjera biomase) te su ujedno i interkalibrirale navedene metodologije (Anon., 2007).

U **Tablici 2.2.** navedene su definicije vrlo dobrog, dobrog i umjereno dobrog ekološkog stanja za prijelazne i priobalne vode za fitoplankton prema ODV-a. Temeljem tih definicija kao i poznavanja ekosustava razrađen je sustav klasifikacije temeljen na biomasi (koncentracija klorofila *a*) time da je u obzir uzet gradijent trofičkog stanja čime se pokušalo doći do granica klasa koje su neposredno vezane za procese eutrofikacije nekog ekosustava. Kao mjera trofije uzet je trofički indeks kojeg su razradili Vollenweider i sur. (1998) za područje Emilie i Romagne u Italiji. Iako je trofički indeks razrađen za to područje smatramo da se može primijeniti barem na najveći dio sjevernog Jadrana ako ne i za cijeli Jadran (Giovanardi i Vollenweider, 2004). Naime, način donosa i odnosi među hranjivim solima su slični za cijeli Jadran. U suštini Jadran je oligotrofno more koje je limitirano fosforom, te upravo donos te hranjive soli regulira trofiju Jadrana (Gilmartin i sur., 1990; Giovanardi i Vollenweider, 2004). Dobro slaganje trofičkog indeksa i koncentracije (c) klorofila *a* (**Slika 2.5.**) ukazuje nam na mogućnost korištenja koncentracije klorofila *a* kao biološkog elementa kakvoće za procjenu stupnja eutrofikacije, jedan od važnijih ako ne i najvažniji problem u morskom okolišu. Iako je koncentracija klorofila *a* dio trofičkog indeksa takvo slaganje ($r^2=0,944$) znači da taj parametar, u uvjetima sjevernog Jadrana, najbolje objašnjava stupanj eutrofikacije. Dobro slaganje trofičkog indeksa i koncentracije klorofila *a* također znači da se pak sam trofički indeks ili neka njegova izvedenica može koristiti za procjenu stupnja eutrofikacije. Naime, skala trofičkog indeksa je podešena od 0-10 upravo prema vrijednostima i efektima koji su specifični za vode Emilie i Romagne. Takav pristup nije u duhu ODV-a gdje se zahtjeva razvoj tip-specifičnih indeksa pa su talijanski kolege (Petine i sur., 2007) predložili korištenje nepodešenog trofičkog indeksa (UNTRIX). Zsigurno je time otvoren put korištenju jednog multimetričkog indeksa, koji integrira i suportativne parametre (hranjive soli), za procjenu takvog pritiska kao što je unos hranjivih soli u morski ekosustav, a sve u skladu sa osnovnim pretpostavkama ODV-a.

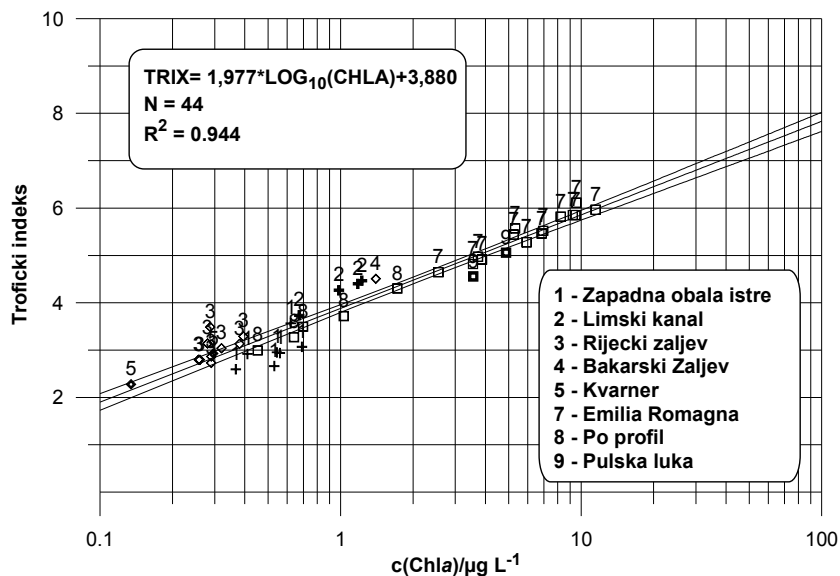
Tablica 2.2. Definicije vrlo dobrog, dobrog i umjereno dobrog ekološkog stanja za prijelazne i priobalne vode (ODV-a, Dodatak V, 1.2.3. i 1.2.4.) za fitoplankton kao biološki element kakvoće.

Element	Vrlo dobro stanje	Dobro stanje	Umjereno dobro stanje
Fitoplankton	Prijelazne vode		
	Sastav i bogatstvo fitoplanktona u sukladnosti je s nenarušenim stanjem. Prosječna biomasa fitoplanktona u sukladnosti je s tipičnim fizičko-kemijskim uvjetima i ne utječe bitno na promjenu specifičnih uvjeta prozirnosti. Cvjetanje planktona javlja se s učestalošću i intenzitetom primjerenim specifičnim fizičko-kemijskim uvjetima.	Postoje manje promjene u sastavu i bogatstvu fitoplanktona. Postoje manje promjene u biomasi u usporedbi s tipičnim uvjetima. Te promjene ne ukazuju na ubrzani rast algi koji bi mogao izazvati neželjeno narušavanje ravnoteže organizma prisutnih u vodi, ili poremećaj fizičko-kemijske kakvoće vode. Moguće je lagano povećanje učestalosti i intenziteta cvjetanja planktona.	Sastav i bogatstvo fitoplanktona umjereno se razlikuju od tipičnih uvjeta. Biomasa je umjereno narušena i može uzrokovati neželjene poremećaje stanja drugih bioloških elemenata kakvoće. Moguće je umjereno povećanje učestalosti i intenziteta cvjetanja planktona. U toku ljetnih mjeseci moguća su trajna cvjetanja.
	Priobalne vode		
	Sastav i bogatstvo fitoplanktona u sukladnosti je s nenarušenim stanjem. Prosječna biomasa fitoplanktona u sukladnosti je s tipičnim fizičko-kemijskim uvjetima i ne utječe na prozirnost. Cvjetanje planktona javlja se s učestalošću i intenzitetom primjerenim specifičnim fizičko-kemijskim uvjetima.	Sastav i bogatstvo fitoplanktona pokazuje lagane znakove poremećaja. Ima malih promjena biomase u odnosu na tipično stanje. Te promjene ne ukazuju na pojačani rast algi koji bi doveo do poremećaja ravnoteže organizma u vodi, ili kakvoće vode. Moguće je lagano povećanje učestalosti i intenziteta cvjetanja planktona.	Sastav i bogatstvo fitoplanktona pokazuje znakove umjerenog poremećaja. Biomasa alga znatno je izvan raspona uobičajenog za tipične uvjete i može utjecati na biološke elemente kakvoće. Moguće je umjereno povećanje učestalosti i intenziteta cvjetanja planktona. Moguće je dugotrajno cvjetanje u ljetnim mjesecima.

Nakon testiranja raznih metrika (srednje vrijednosti, geometrijske sredine, medijane i 90-nog percentila) obzirom na najbolje slaganje u daljnjem računanju **EQR-a** odabrana je medijana. Izračunom medijana godišnjih vrijednosti za površinski sloj za pojedine postaje iz raznih dijelova sjevernog Jadrana dobivena je osnovna jednadžba (1) trofičkog indeksa i koncentracije klorofila a :

$$\text{Trix} = 1,977 \cdot \log_{10}(\text{Chla}) + 3,880 \quad (1)$$

Do sada je opće prihvaćeno da je prva granica promjene klase (vrlo dobro – dobro) za skalu trofičkog indeksa oko 4 odnosno koncentracije klorofila a oko $1 \mu\text{g L}^{-1}$ (Yamada i sur., 1980; Chiaudani i sur., 1982; talijanski zakon - D. LGS. 152/99). Shodno tome granice klase su podešene ekvidistantno od trofičkog indeksa 4-7 iako u talijanskom zakonu stoji da je promjena iz slabog u loše ekološko stanje oko 8. Zato što je skala linearna u tom rasponu korištena je vrijednost trofičkog indeksa od 7 što je u našem slučaju pejorativno. Slična skala je korištena od 2003. za procjenu stupnja eutrofikacije unutar Projekta „Jadran“ (Tablica 2.3.).



Slika 2.5. Odnos trofičkog indeksa i medijane koncentracije (c) klorofila a ($Chla$) na pojedinim postajama u devet područja sjevernog Jadrana.

Temeljem jednadžbe (1) izračunate su granične vrijednosti koncentracije klorofila a za pojedine klase. Time smo dobili robustni set vrijednosti za procjenu **EQR**. Detaljni izračun graničnih EQR za tri tipa vode u Vodnom području primorsko-istarskih slivova dat je u **Tablici 2.4**.

Tablica 2.3. Klasifikacija ekološkog stanja za Jadransko more obzirom na stupanj eutrofikacije, koja je bila u primjeni neslužbeno za potrebe Projekta „Jadran“ pri kasifikaciji mora u odnosu 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 - ugiibanje bentoskih organizama - promjene u bentoskim zajednicama

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

Tablica 2.4. Izračun pripadajućeg **EQR** za klasifikaciju biomase fitoplanktona na tri referentne postaje u Vodnom području primorsko-istarskih slivova.

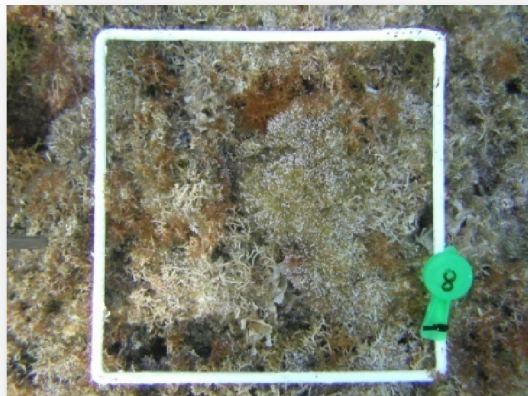
Triix	log(Chla)	c(Chla)/ $\mu\text{g L}^{-1}$	Granica klase	RV001			VV034			RI019		
				log(Chla)	log(Chla)+2,00	EQR	log(Chla)	log(Chla)+2,00	EQR	log(Chla)	log(Chla)+2,00	EQR
	Ref. Vrij. c(Chla)/ $\mu\text{g L}^{-1}$			0,410			0,130			0,260		
				-0,387	1,613	1,00	-0,886	1,114	1,00	-0,585	1,415	1,00
>4	0,061	1,15	vd/d	0,061	2,061	0,78	0,061	2,061	0,54	0,061	2,061	0,69
>5	0,567	3,69	d/ud	0,567	2,567	0,63	0,567	2,567	0,43	0,567	2,567	0,55
>6	1,072	11,81	ud/s	1,072	3,072	0,52	1,072	3,072	0,36	1,072	3,072	0,46
>7	1,578	37,86	s/l	1,578	3,578	0,45	1,578	3,578	0,31	1,578	3,578	0,40

Kod izračuna **EQR** treba paziti da se vrijednosti koncentracije klorofila *a* uzimaju kao njihovi logaritmi obzirom da ta transformacija najbolje normalizira raspodjelu tog parametra (**Slika 2.5.**). Također, treba paziti da se vrijednosti skale moraju korigirati za 2,00 na log skali jer obzirom na prirodu logaritamske skale (negativne vrijednosti za vrijednosti koncentracije klorofila *a* ispod 1) ne bi se mogao izračunati EQR. Korekcija za 2,00 je odabrana da bi vrijednosti logaritma uvijek bila viša od 1. Referentne postaje za pojedini tip vode dobivene su ekspertnom procjenom kao i činjenicom da na tim postajama postoje neprekinuti nizovi podataka za zadnjih deset godina.

2.2.4.2. Klasifikacija makrofitobentoskih zajednica

U ODV-a europske unije predloženo je više metoda klasifikacije obalnih i tranzicijskih voda korištenjem makrofitobentosa (makroalge i morske cvjetnice) kao "elementa kvalitete":

- EEI metodologija je korištena za kvantifikaciju antropogenog utjecaja u obalnim područjima Egejskog mora (Orfanidis i sur., 2001, 2003; Panayotidis i sur., 2004). Metoda zahtjeva destruktivno uzorkovanje zajednica makroalgi na dubini od 0 do 1 m.
- CARLIT metoda je temeljena na kartografiji zajednica makroalgi hridinastog dna u litoralnom i sublitoralnom dijelu obale (Ballesteros i sur., 2007; Mangialajo i sur., 2007). Uzorkovanje je nedestruktivno, a provodi se pregledavanjem obalnog pojasa čamcima, te vizualnim određivanjem zajednica makroalgi u priobalju.
- Metoda ocjenjivanja morskog ekosustava na osnovi bogatstva vrsta, odnosa Chlorophyta, odnosa Rhodophyta, odnosa makroalgi podijeljenih u dvije skupine ekološkog stanja (Wells, 2002), te odnosa oportunističkih svojiti algi je korištena za obalu Velike Britanije (Wells i sur., 2007). Metoda zahtjeva destruktivno uzorkovanje makroalgi i to u zoni plime i oseke, te određivanje svojiti algi do razine vrsta.
- Za ispitivanje kakvoće estuarijskih ekosistema skupina britanskih istraživača je predložila metodu praćenja prisutnosti vrsta roda *Fucus*. Prema njima, prisutnost ovog roda ukazivao bi na dobro stanje estuarija. Međutim, valjanost ove metode još uvijek je u razvoju, budući da je teško pronaći referentna, čista estuarijska područja (Wilkinson i sur., 2007).
- Za tranzicijske vode Velike Britanije je predložena metoda praćenja cvjetanja oportunističkih svojiti makroalgi rodova *Ulva* i *Enteromorpha*, zasada pomoću avionskih i satelitskih snimaka te mjerenja *in situ* (Scanlan i sur., 2007).
- Za određivanje kakvoće mora u priobalju Danske praćena je pokrovnost makroalgi i oportunističkih svojiti. Uzorkovanje je nedestruktivno, na osnovi vizualnih opažanja, a provodi se metodom autonomnog ronjenja duž transektu najčešće do dubine od 12 metara (Krause-Jensen i sur., 2007).



Prikupljena baza podataka za zapadnu obalu Istre (Iveša, 2005) zadovoljava uvjete svih navedenih metoda. U ovom istraživanju kategorizirana je zapadna obala Istre metodom EEI-a (Iveša i sur., 2008), a pogodnost preostalih metoda može se testirati daljnjom obradom osnovnih rezultata.

Metodom EEI-a svojite makroalgi se svrstavaju u morfo-funkcionalne skupine (Littler i Littler, 1980, 1984), koje se nadalje grupiraju u dvije skupine ekološkog stanja (ESG I i ESG II) prema Orfanidisu i suradnicima (2003). Te skupine odražavaju dva moguća stanja ekosustava mora, prirodno tj. čisto (ESG I) i degradirano tj. onečišćeno (ESG II). Makroalge koje se ubrajaju u ESG I uključuju višegodišnje svojite algi s čvrstom ili vapnenom steljkom koje sporo rastu. U skupini ESG II su sezonske ili oportunističke alge s tankom, listolikom ili filamentoznom steljkom. Sve su morske cvjetnice uključene u prvu skupinu (Orfanidis i sur., 2003).

EEI je kategorična varijabla i ima 5 brojčanih razina (2, 4, 6, 8 i 10) koje se dobivaju na osnovi usporedbe pokrovnosti dviju ESG skupina. Svakoj EEI razini odgovara jedna kategorija ekološkog stanja (ESC): Loše, Slabo, Umjereno dobro, Dobro i Vrlo dobro.

Pokazatelj ekološkog vrednovanja (EEI) omogućava usporedbu morskih područja na regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Nadalje EEI opisuje funkciju i potencijal oporavka morskog ekosustava, te služi kao neposredan pokazatelj granice održivog razvitka (Orfanidis i sur., 2003).

Istraženo područje

Istraženo područje prostire se duž zapadne obale Istre, u okolici grada Rovinja, a pokriva otprilike 60 km obalne linije od ulaza u Limski kanal na sjeveru do ulaza u Fažanski kanal, kod rta Barbariga na jugu (**Slika 2.6.**, **Tablica 2.5**). Deset postaja je nasumično odabrano:

- četiri postaje se nalaze u neurbaniziranom dijelu obale: 1, 8, 9 i 10;
- tri postaje su smještene u lučkim zonama grada Rovinja: 2, 4 i 6
- dvije postaje se nalaze na otocima koji su manje od 1km udaljeni od grada Rovinja: 3 i 5;
- jedna postaja je smještena u neurbaniziranoj zoni gdje se izliva kolektor grada Rovinja, udaljen na 1 km od obale, te na dubini od 35 metara.

Koordinate postaja su određene brodskim GPS-om. Makroalge su u cijelosti prekrivale kamenito dno istraženog područja (pokrovnost 100 %). Kamenita podloga je redom bila sastavljena od vapnenca ili oolitskog vapnenca, osim za postaje U. Kuvi i Sv. Ivan, gdje je podloga dolomit (Kleemann, 1973). Zajednica fotofilnih algi u istraženom batimetrijskom pojasu do dubine od 5 m je bila sastavljena uglavnom od svojiti rodova *Cystoseira*, *Padina*, *Dictyota*, *Dictyopteris*, *Corallina*, *Ulva*, *Codium*, *Stypocaulon*, *Acetabularia* i *Amphiroa*.

Metodologija

U skladu s EEI metodologijom (Orfanidis i sur., 2001, 2003) uzorkovanje je provedeno sezonski u: kolovozu 2003., studenom 2003., veljači 2004., te svibnju 2004. godine. Na svakoj su postaji označene stalne površine od otprilike 10x10 m na dubini od 1, 3 i 5 m i to na približno horizontalnoj kamenitoj podlozi. Na postaji 4 na dubini od 5 m i na postaji 6 na dubini od 3 i 5 m, budući da nije pronađeno odgovarajuće kamenito dno, uzorci nisu sakupljeni. Unutar stalnih površina nasumično su uzorkovana tri kvadrata od 20x20 cm, unutar kojih su destruktivnom metodom pomoću čekića i dljeteta kvantitativno uzorkovane sve prisutne makroalge kao i dio kamenite podloge za koji su bile pričvršćene inkrustrirajuće alge.

U laboratoriju nakon što su alge određene do razine vrsta, pristupilo se određivanju njihove pokrovnosti, na osnovi koje je i izračunata ukupna pokrovnost algi u ESG I i ESG II skupinama. Vrijednost EEI-a s pripadajućim ESC te prostorni EEI procijenjeni su usporedbenom metodom prema Orfanidisu i suradnicima (2001, 2003; **Tablica 2.6.**). Prostorni EEI te pripadajući ESC uz zapadnu obalu Istre je izračunat kao suma umnožaka EEI postaja te njihova udjela obale (**Tablica 2.7.**).

Sezonski je uzorkovana i morska voda za određivanje ekoloških pokazatelja: osnovni oceanografski pokazatelji (kisik, temperatura, salinitet, klorofil i transmisija), hranjive soli (amonijev ion, nitrati, nitriti i ortofosfati), te sanitarna kvaliteta morske vode (ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije, te fekalne streptokokne bakterije).

Rezultati

Okolišne varijable

Postaje su klasificirane PCA ordinacijom okolišnih varijabli (**Slika 2.7.**). Prva principalna os dvodimenzionalne ordinacije tumači 52 %, a druga 18 % promjenjivosti među postajama. Jednadžba za PC1 je bila:

$$PC1 = -0,420 \cdot FS - 0,420 \cdot FS - 0,413 \cdot TC - 0,201 \cdot NH_4^+ - 0,250 \cdot NO_2^- - 0,403 \cdot PO_4^{3-} - 0,307 \cdot Chla + 0,263 \cdot O_2\% + 0,100 \cdot Tr$$

Koeficijenti izmjerenih varijabli koji indiciraju urbano onečišćenje (fekalni koliformi = *FC*, fekalni streptokoki = *FS*, ukupne koliformne bakterije = *TC*, amonijak, nitrati, fosfati i klorofil = *Chla*) su svi negativni. Koncentracija nitrata nije uključena u jednadžbu jer nije značajno utjecala u ordinaciji postaja. Koeficijenti varijabli koji indiciraju čista staništa (% zasićenja kisikom = *O₂%* i transmisija = *Tr*) su pozitivni. Prema tome *PC1* predstavlja os opadajućeg urbanog onečišćenja. Prema dvodimenzionalnoj PCA ordinaciji ispitivane postaje mogu biti podijeljene u tri kategorije: onečišćene (postaje 2, 4 i 6), osrednje onečišćene (postaje 5 i 7) i čiste postaje (postaje 1, 3, 8, 9 i 10).

Kategorizacija obale EEI metodom

Usporedbeni prikaz pokrovnosti ESG I i ESG II s pripadajućim ESC prikazan je na (Slika 2.8.). Općenito ESC pada porastom dubine. Na dubini od 1m ESC Vrlo dobro imaju čiste postaje 3 i 9, te osrednje onečišćena postaja 5. ESC Dobro imaju čiste postaje 1 i 10, osrednje onečišćena postaja 7, te onečišćena postaja 4. ESC Umjerenom dobro imaju čista postaja 8 i onečišćene postaje 2 i 6.

Na 3 metra dubine te su nejasnoće manje izražene. ESC Slabo je određena u onečišćenim postajama 2 i 4 (na postaji 6 nije bilo kamenitog supstrata). ESC Umjerenom dobro je utvrđena u osrednje onečišćenoj postaji 5, te na čistim postajama 9 i 10. ESC Dobro je određen za osrednje onečišćenu postaju 7, te za čiste postaje 1, 3 i 8.

Na dubini od 5 m ESC se mijenja samo za dvije postaje. Na postajama 4 i 6 nije provedeno uzorkovanje, budući da na toj dubini nije bilo kamenitog dna. Osrednje onečišćena postaja 7 prelazi u ESC Umjerenom dobro dok onečišćena postaja 2 prelazi u ESC Loše.

Vrijednosti prostornog EEI su prikazane u Tablici 2.7. Prostorni EEI na dubini od 1 m iznosi 8.10 (ESC = Vrlo dobro), na dubini od 3 m 6,72 (ESC = Dobro), a na dubini od 5 m 6,16 (ESC = Dobro). Postavlja se pitanje koja od istraženih dubina preciznije odražava ekološko stanje zapadne obale Istre, te koja bi dubina ubuduće bila pogodnija za ispitivanje kvalitete naše obale. Španjolski istraživači dokazali su da EEI metoda, koja se isključivo koristi na dubini od 0 do 1 m, daje nejasnu sliku u kategorizaciji priobalnog područja (Arévalo i sur., 2007; Ballesteros i sur., 2007). Na zapadnoj obali Istre također je potvrđena neprimjerenost EEI metodologije do dubine od 1 m, budući da je u onečišćenim područjima istraživanog areala zabilježena izuzetno visoka abundancija dviju svojiti makroalgi ESG I skupine: *Corallina elongata* i *Cystoseira compressa* f. *compressa*. Te vrste prema klasifikaciji Orfanidisa i suradnika (2001; 2003) predstavljaju indikatore čistih područja. Međutim, iz literaturnih navoda poznata je činjenica da su one često prisutne i u perturbiranim, te osrednje onečišćenim sredinama (Soltan i sur., 2001).

Smeđa alga *Cystoseira compressa* f. *compressa* na dubini od 1 m je bila učestala na svim postajama osim na čistoj postaji 8 gdje je prevladavala vapnena alga *Corallina officinalis*, te na čistim postajama 1 i 10 gdje su prevladavale smeđe alge *Cystoseira barbata* v. *barbata* odnosno *Cystoseira crinita* (Slika 2.9.A i B). Prema navedenom, alga *C. compressa* f. *compressa* nije za sjeverni Jadran dobar pokazatelj čistih područja. U skladu s tim, navedena vrsta je u CARLIT metodi niže svrstana u odnosu na ostale Sredozemne vrste roda *Cystoseira*.

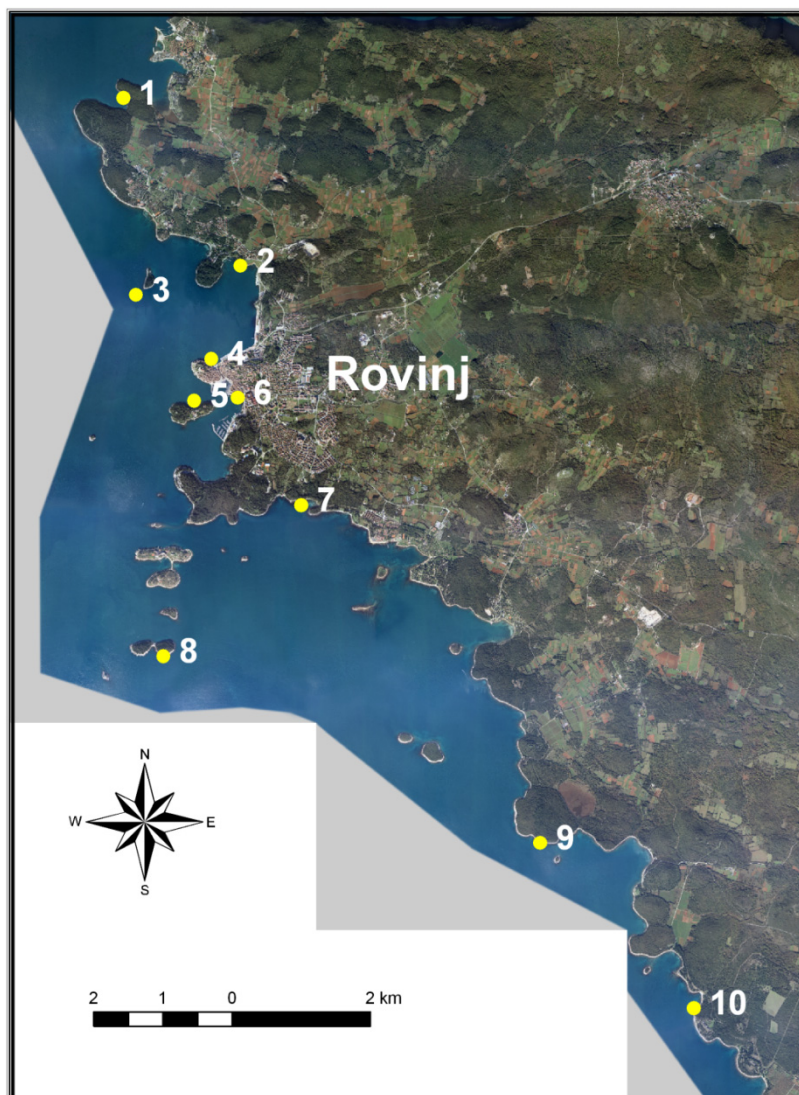
Vapnena alga *Corallina elongata*, koja je prema EEI metodi svrstana u ESG I (Orfanidis i sur., 2001; 2003), je bila abundantna osobito u onečišćenoj postaji 4 na dubini od 1 m (Slika 2.9.C) te je stoga ova postaja bila klasificirana s visokim EEI-om. Morfološki slična vapnena alga *Corallina officinalis* (Slika 2.9.D) je bila abundantna u čistoj postaji 8 što upućuje na zaključak da spajanje tih dviju vrsta u istu skupinu ESG I, dovodi do nesuglasnosti prilikom kategorizacije obale do dubine od 1 m.

Na dubini od 3 i 5 m abundancija algi *Corallina elongata* i *Cystoseira compressa* f. *compressa* se drastično smanjuju i bivaju zamijenjene u čistim postajama sa smeđom algom *Padina pavonica* i

inkrustirajućim algama (**Slika 2.9.E i F**). Upravo zbog toga pouzdaniji rezultati kategorizacije priobalja su dobiveni na dubini od 3 i 5 m. Na **Slici 2.10.** prikazani su podvodni snimci zajednica makroalgi na istraženim postajama rovinjskog priobalja.

Zaključak

- (1) Na osnovi istraživanja uz zapadnu obalu Istre utvrđeno je da EEl metodologija pogodna za kategorizaciju obalnog područja na dubinama većim od 1 m.
- (2) U svrhu dobivanja pouzdanih rezultata potrebno je replicirati broj postaja na područjima slične ekološke kvalitete kao i broj replikata na tim postajama što je i učinjeno u ovom istraživanju, iako originalna EEl metodologija to ne zahtjeva.
- (3) Usporedbeni rezultati pouzdano dokazuju da je kvaliteta ekološkog stanja zapadne obale Istre na osnovi makroalgi u kategoriji Dobro.



Slika 2.6. Istraživano područje i postaje.

Tablica 2.5. Koordinate istraženih postaja.

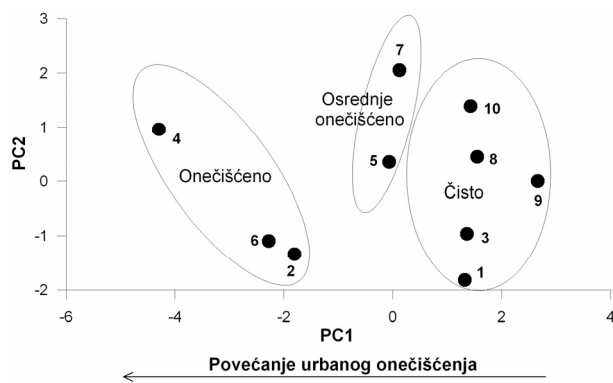
Postaja	Ime postaje	Koordinate
1	Uvala Faborso	45°07,12' N; 013°36,87' E
2	Uvala Valdebora–Bolnica	45°05,84' N; 013°38,11' E
3	Hrid Mala Figarola	45°05,61' N; 013°37,07' E
4	Uvala Valdebora–Stari Grad	45°05,06' N; 013°37,96' E
5	Otok Sveta Katarina	45°04,76' N; 013°37,87' E
6	Luka Rovinj	45°04,78' N; 013°38,15' E
7	Uvala Kuvi	45°03,90' N; 013°38,86' E
8	Otok Sveti Ivan na Pučini	45°02,79' N; 013°38,59' E
9	Rt Gustinja	45°01,28' N; 013°41,62' E
10	Uvala Bus	45°00,09' N; 013°43,87' E

Tablica 2.6. Procjena kategorije ekološkog stanja (ESC), ekvivalentnog pokazatelja ekološkog vrednovanja (EEI), te rasponi prostornog EEI-a i njemu ekvivalentan prostorni ESC na osnovi postotne pokrovnosti makroalgi skupina ESG I i ESG II prema Orfanidisu i suradnicima (2003).

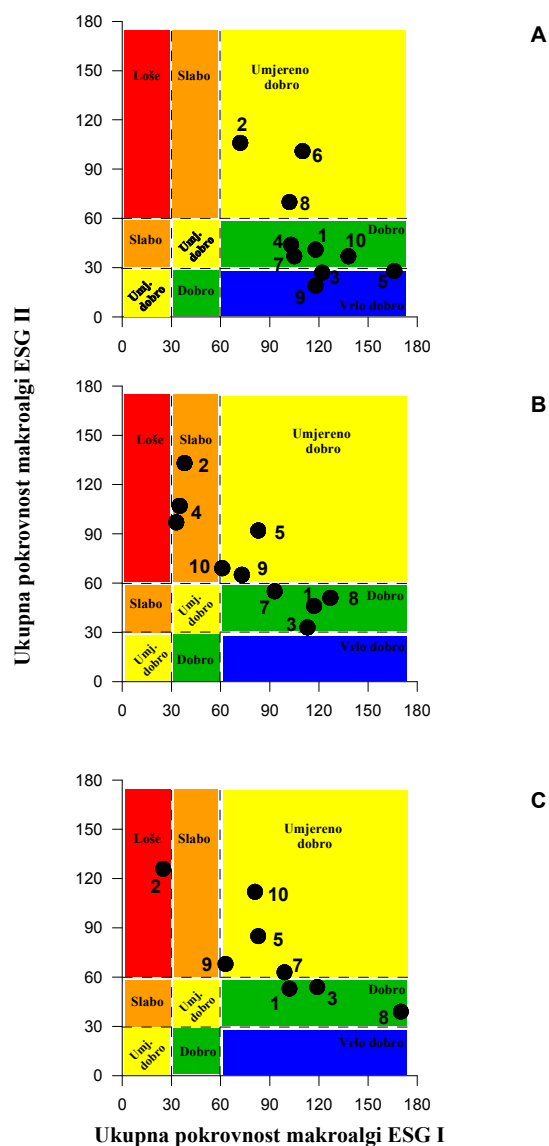
Srednja pokr. ESG I (%)	Srednja pokr. ESG II (%)	ESC	EEI	EEI na prostornoj skali s pripadajućim ESC
0-30	0-30 >30-60 >60	Umjereno dobro Slabo Loše	6 4 2	<6 do >4 = Umjereno dobro <4 do >2 = Slabo 2 = Loše
>30-60	0-30 >30-60 >60	Dobro Umjereno dobro Slabo	8 6 4	<8 do >6 = Dobro <6 do >4 = Umjereno dobro <4 do >2 = Slabo
>60	0-30 >30-60 >60	Vrlo dobro Dobro Umjereno dobro	10 8 6	<10 do >8 = Vrlo dobro <8 do >6 = Dobro <6 do >4 = Umjereno dobro

Tablica 2.7. Udio obale za svaku istraženu postaju, vrijednosti EEI s pripadajućim prostornim EEI (EEI x udio obale) za svaku istraženu postaju, te prostorni EEI s pripadajućim ESC za 60 km zapadne obale Istre na dubini od 1, 3 i 5 m.

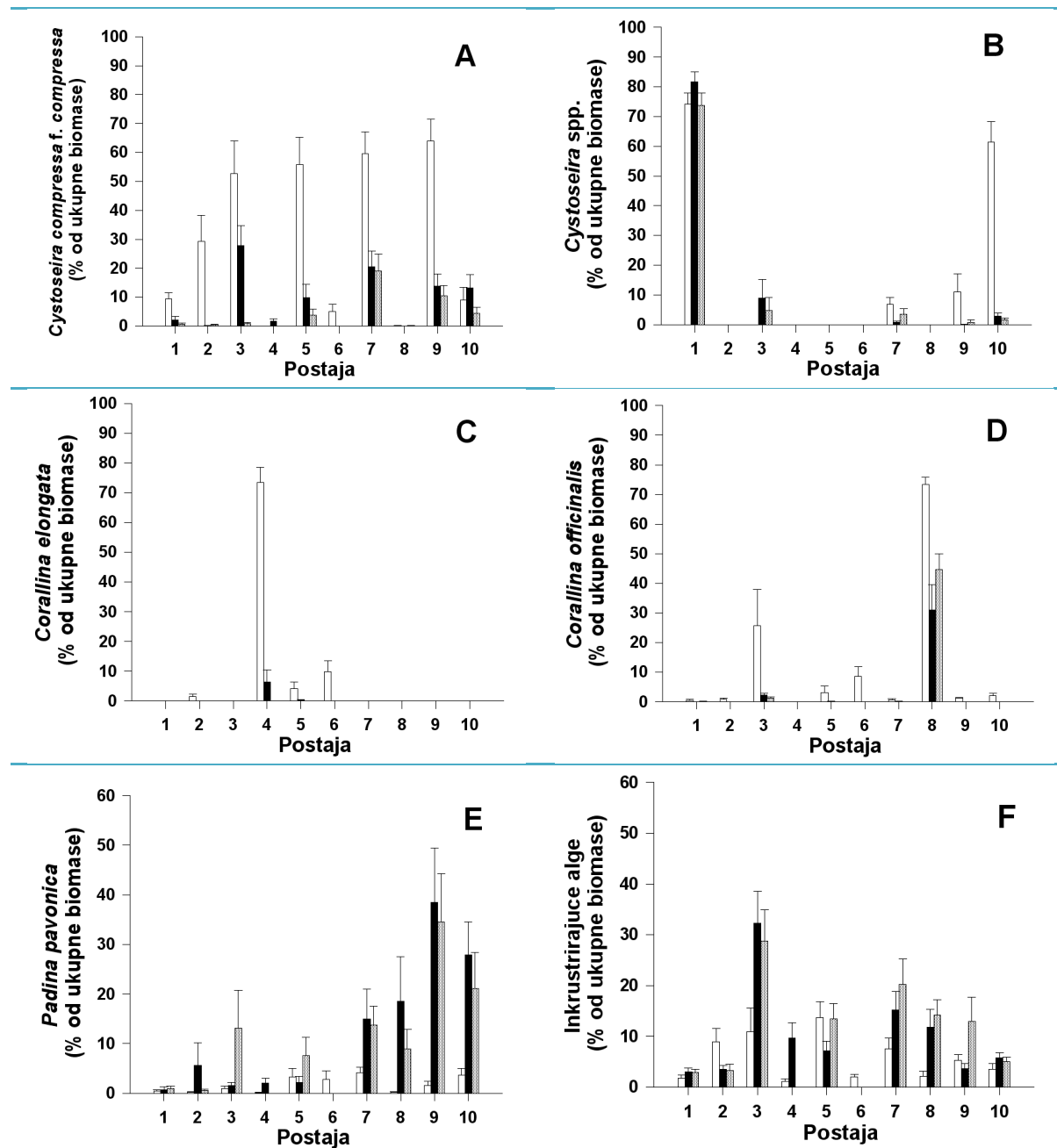
Postaja	Udio obale	EEI na 1m	Prostorni EEI na 1m	EEI na 3m	Prostorni EEI na 3m	EEI na 5m	Prostorni EEI na 5m
1	0,17	8	1,36	8	1,36	8	1,36
2	0,05	6	0,3	4	0,2	2	0,1
3	0,05	10	0,5	8	0,4	8	0,4
4	0,04	8	0,32	4	0,16	(2)	0,08
5	0,04	10	0,4	6	0,24	6	0,24
6	0,04	6	0,24	(4)	0,16	(2)	0,08
7	0,15	8	1,2	8	1,2	6	0,9
8	0,12	6	0,72	8	0,96	8	0,96
9	0,17	10	1,7	6	1,02	6	1,02
10	0,17	8	1,36	6	1,02	6	1,02
Prostorni EEI za 60 km obale:			8,10		6,72		6,16
Prostorni ESC za 60 km obale:			Vrlo dobro		Dobro		Dobro



Slika 2.7. Dvovimenzionalna PCA ordinacija na osnovi devet okolišnih varijabli (transformacija četvrti korijen i normalizacija) za deset istraživanih postaja uz zapadnu obalu Istre.



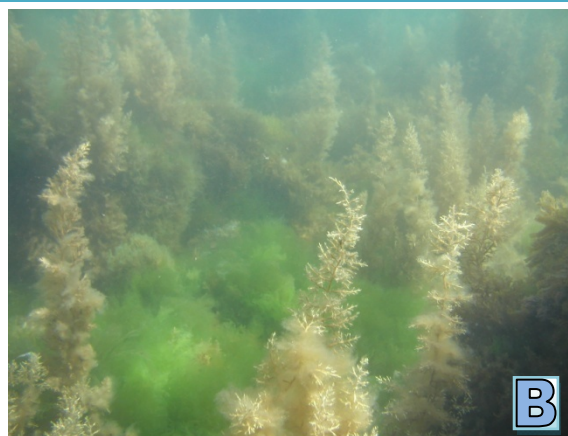
Slika 2.8. Kategorija ekološkog stanja (ESC) pojedinih postaja utvrđena na osnovi postotne pokrovnosti makroalgi podijeljenih u dvije skupine ekološkog stanja (ESG I i ESG II), na dubini od 1m (A), od 3m (B) i od 5m (C). Iscrtkane crte dijele shemu u 5 kategorija ESC.



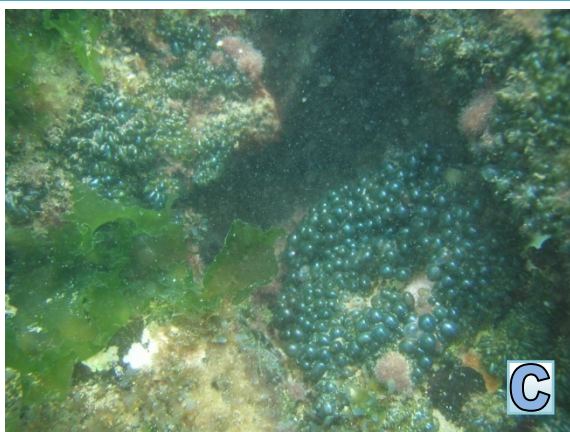
Slika 2.9. Abundancija pojedinih vrsta na istraživanim postajama. **A:** smeđa alga *Cystoseira compressa* f. *compressa*, **B:** preostale svojte roda *Cystoseira*, **C:** vapnena alga *Corallina elongata*, **D:** vapnena alga *Corallina officinalis*, **E:** smeđa alga *Padina pavonica* i **F:** inkrustirajuće alge. Prazni stupovi označavaju dubinu od 1 m, puni dubinu od 3 m, a točkasti dubinu od 5 m. Podaci pokazuju godišnju srednju vrijednost i standardnu devijaciju od 12 poduzoraka.



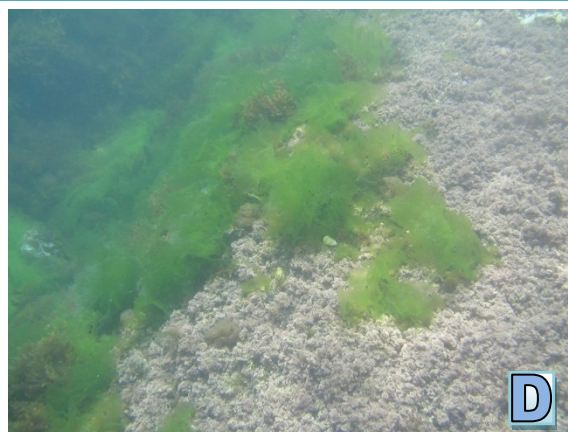
Zajednica makroalgi na čistoj postaji 1 na dubini od 1 m uz prevladavanje smeđe alge *Cystoseira barbata* v. *barbata*.



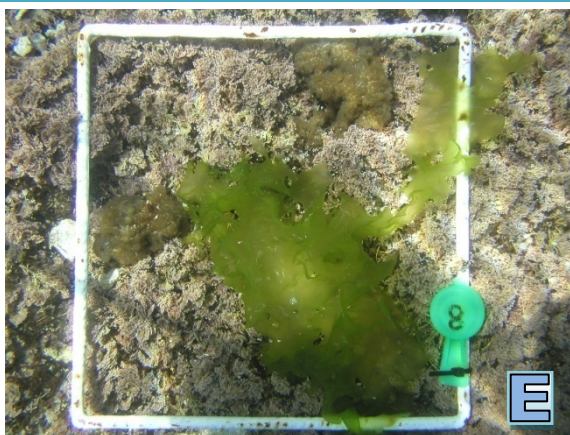
Zajednica makroalgi u onečišćenoj postaji 2 na dubini od 1 m uz prevladavanje smeđe alge *Cystoseira compressa* f. *compressa* i zelene alge *Ulva lactuca*.



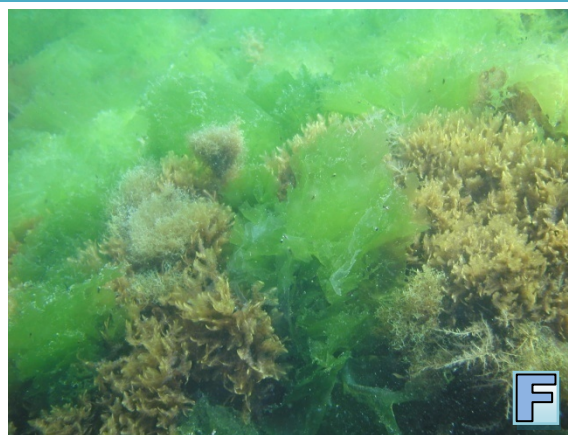
Zajednica makroalgi na onečišćenoj postaji 2 na dubini od 3 m uz prevladavanje zelenih algi *Valonia utricularis* i *Ulva lactuca*.



Zajednica makroalgi u onečišćenoj postaji 4 na dubini od 1 m uz prevladavanje crvene vapnene alge *Corallina elongata* i zelene alge *Ulva lactuca*.



Zajednica makroalgi na onečišćenoj postaji 4 na dubini od 1 m unutar analiziranog kvadrata uz dominiranje slijedećih svojti algi: *Corallina elongata*, *Ulva lactuca* i *Colpomenia sinuosa*.

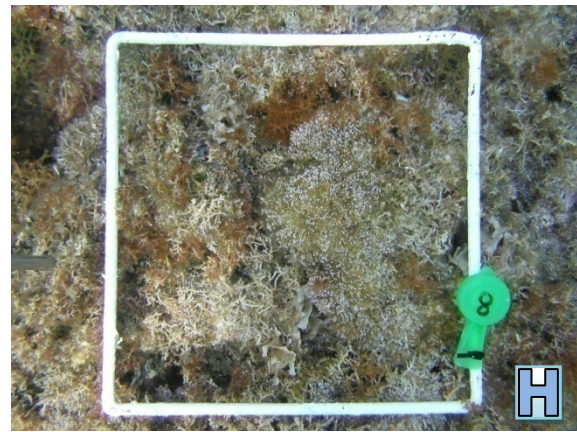


Zajednica makroalgi u onečišćenoj postaji 4 na dubini od 3 m uz prevladavanje smeđe alge *Dictyopterus polypodioides* i zelene alge *Ulva lactuca*.

Slika 2.10. Podvodni snimci naselja makroalgi u istraživanom arealu.



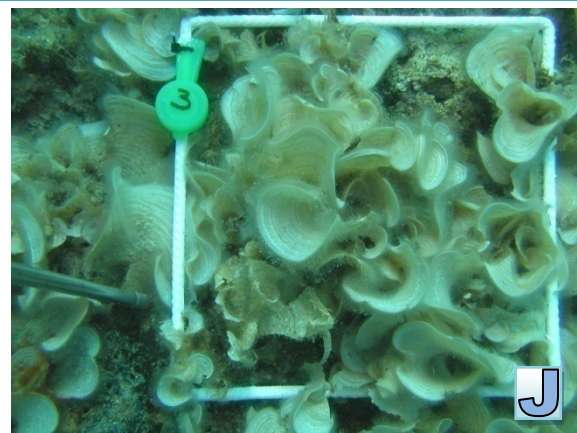
Zajednica makroalgi u osrednje onečišćenoj postaji 7 na dubini od 1 m uz prevladavanje smeđe alge *Cystoseira compressa* f. *compressa* i crvene vapnene alge *Corallina officinalis*.



Zajednica makroalgi na otočnoj postaji 8 na dubini od 1 m uz prevladavanje crvenih algi *Corallina officinalis* te *Laurencia obtusa*.



Zajednica makroalgi na otočnoj postaji 8 na dubini od 3 m uz prevladavanje smeđe alge *Padina pavonica* i crvene vapnene alge *Amphiroa rigida*.



Visoka pokrovnost smeđe alge *Padina pavonica* na postaji 9 na dubini od 3 m.

Slika 2.10. - nastavak. (Podvodni snimci naselja makroalgi u istraživanom arealu.)

Stranica namjerno ostavljena prazna.

2.2.4.3. Klasifikacija makrozoobentoskih zajednica

Bentoske zajednice se smatraju jednim od najboljih pokazatelja stanja očuvanosti okoliša, a promjene njihovog taksonomskog sastava, strukture, bioraznolikosti i relativnog udjela funkcionalnih grupa se smatraju pouzdanim pokazateljem negativnih promjena uzrokovanih prirodnim i antropogenim čimbenicima. Komparativne prednosti bentoskih zajednica u odnosu na zajednice pelagijala temelje se na njihovoj vezanosti uz određeni tip staništa (pričvršćenost za podlogu ili mali radijus kretanja) te razmjerno dugi životni ciklus. Unutar bentosa, životne zajednice mekih dna (sastavljene gotovo isključivo od bentoskih beskralješnjaka) smatraju se posebno pogodnim bioelementom za procjenu kvalitete okoliša. Prednosti makrozoobentoskih zajednica temelje se na njihovoj prostorno-vremenskoj stabilnosti (teritorijalnost, cjelogodišnja prisutnost, umjerena sezonska dinamika) i činjenici da predstavljaju temeljnu biološku komponentu na sedimentnoj podlozi koja na duljoj vremenskoj skali integrira fizičko-kemijske poremećaje u ekosustavu te na koju, u globalnim razmjerima, otpada preko 90 % morskog dna.



Metodološki pristupi u zemljama članicama EU

Za procjenu kvalitete ekološkog stanja voda na temelju sastava i bogatstva faune bentoskih beskralješnjaka, u zemljama članicama EU su predlagani razni strukturni indikatori napr. gustoća, biomasa, bogatstvo vrsta, indeksi diverziteta prema Shannon-Wieneru (H'), Margalefu (D), Simpsonu i Hillu ($N1-N21$); grafičko-distribucijske i statističke metode (Hurlbertova rarefrakcijska metoda, W statistika, ABC metoda ...) te pojedini biotički indeksi koji na temelju brojnosti (BQI) ili funkcionalnog sastava bentoskih zajednica tj. udjela i omjera definiranih ekoloških grupa (TI, AMBI, BENTIX) omogućavaju kategorizaciju istraživanih područja s obzirom na njihovo ekološko stanje.

Dosadašnje aktivnosti na implementaciji WFD u zemljama članicama EU su pokazale da među strukturnim indikatorima za procjenu ekološkog stanja na temelju sastava i bogatstva faune bentoskih beskralješnjaka najprimjereniji odgovor daju parametri vezani uz 1) diverzitet, 2) brojnost - gustoću i/ili bogatstvo prisutnih vrsta (taksona) i 3) udio vrsta (taksona) osjetljivih prema poremećajima u ekosustavu. U tom smislu, kao parametri koji najbolje definiraju ekološko stanje navode se: gustoća, biomasa, bogatstvo vrsta i Shannon-Wienerov indeks, a naročito biotički indeksi kojima se utvrđuje udio osjetljivih vrsta u bentoskim zajednicama i njihov omjer prema kategorijama manje osjetljivih vrsta (AMBI i BENTIX). Gledajući pojedinačno, svaki od navedenih pokazatelja, uz svoje dobre strane, ima i određene slabosti i ograničenja. Razina pouzdanosti u procjeni ekološkog stanja odabranih područja nastoji se podići primjenom multimetričkog pristupa tj. kombiniranom primjenom većeg broja pokazatelja, ali i daljnjim usavršavanjem potencijalno uspješnih modela. U dokumentu kojim su određene smjernice za tipologiju, referentne uvjete i klasifikacijski sustav prijelaznih i priobalnih voda EU (CIS 2.4 COAST, 2006) popisani su pokazatelji koji se trenutačno koriste za procjenu ekološkog stanja na temelju strukture faune bentoskih beskralješnjaka u zemljama članicama Evropske Unije.

Norveška klasifikacija stanja ekološke kvalitete morskog okoliša se temelji na Shannon-Wiener-ovom i Hurlbertovom indeksu diverziteta faune bentoskih beskralješnjaka na mekim dnima, te ukupnom sadržaju organske tvari (TOC) u sedimentu. Kvantitativni uzorci makrobentosa koji su poslužili kao osnova za računanje indeksa diverziteta pretežno su uzimani grabilom zahvatne površine 0,1 m i prosijavani na 1 mm situ. Kod računanja indeksa najčešće su korišteni zbirni rezultati dobiveni analizom 4-5 grabila po postaji (uzorak pokriva 0,4-0,5 m² površine dna), no korišteni su i rezultati uzorkovanja obavljenih primjenom samo jednog grabila. Prema norveškom sistemu, stanje morskog

okoliša se može klasificirati u pet kategorija: vrlo dobro (I), dobro(II), umjereno dobro (III), loše (IV) i vrlo loše (V).

Grčka klasifikacijska shema razvijena je u tri koraka: 1) definiranjem tipova staništa, 2) definiranjem indikatorskih vrsta (dominantnih i/ili ekskluzivnih, odnosno tolerantnih vrsta) te 3) uvođenjem novog biotičkog indeksa (BENTIX). Dominantne i ekskluzivne vrste karakteriziraju određeni tip staništa, a porast udjela tolerantnih vrsta ukazuje na onečišćenje okoliša. Vrijednosti indeksa kreću se od 0 do 6, a određenim rasponima njihovih vrijednosti definira se pet kategorija onečišćenja (azoično - čisto) te pet kategorija ekološkog stanja (1 – loše, 2 – slabo, 3 – umjereno dobro, 4 – dobro i 5 – vrlo dobro) definiranih okvirnom direktivom o vodama EU.

Španjolski model se zasniva na klasifikaciji bentoskih beskralježnjaka u pet ekoloških grupa na temelju stupnja osjetljivosti vrsta/taksona prema onečišćenju okoliša. Ovom klasifikacijom je pokriven raspon od vrlo osjetljivih vrsta (G I) do oportunističkih prvog reda (G V). Na temelju postotnog udjela i međusobnog omjera pojedinih ekoloških grupa moguće je izračunati biotički indeks (diskretne vrijednosti od 0 do 7) i biotički koeficijent (niz kontinuiranih vrijednosti od 0 do 6). Njihove vrijednosti su komplementarne i omogućavaju klasifikaciju onečišćenja morskog okoliša u 5 kategorija - od čistog do ekstremno onečišćenog, kao i klasifikaciju zdravstvenog stanja bentoskih zajednica u 8 kategorija – od normalnog do azoičnog. Vrijednosti biotičkog koeficijenta, poznatijeg pod nazivom AMBI (**AZTI Marine Biotic Index**), odgovaraju kategorijama ekološkog stanja (1 – loše, 2 – slabo, 3 – umjereno dobro, 4 – dobro i 5 – vrlo dobro) koje su definirane okvirnom direktivom o vodama EU. U nekim španjolskim regijama (Katalonija, Baleari) AMBI indeks je modificiran revizijom klasifikacije pojedinih vrsta s obzirom na pripadnost određenoj ekološkoj grupi, redukcijom broja ekoloških grupa (udruživanje G IV i G V) i izmjenom formule za izračun indeksa. Modificirani indeks je nazvan MEDOCC. Metoda još nije objavljena, a osnovni podaci su prikazani u radnim materijalima interkalibracijske grupe (Mediterranean GIG, srpanj 2007).

Ujedinjeno Kraljevstvo (UK) je započelo testiranje španjolske klasifikacijske sheme (AMBI) u nizu estuarija, a istraživanja će biti nastavljena tijekom narednih godina.

Portugal je primjenio komplementarni pristup u procjeni kvalitete ekološkog stanja korištenjem Shannon-Wienerovog indeksa diverziteta, indeksa diverziteta po Margalef-u, AMBI biotičkog indeksa te grafičko-distribucijske ABC metode temeljene na primjeni W-statistike (Bettencourt i sur., 2007).

Korištenje navedenih indeksa (posebno onih s dugogodišnjom primjenom) ukazalo je na određena ograničenja i/ili potencijalne nedostatke koji se mogu očekivati u praksi. Indeksi brojnosti, diverziteta i biološke kvalitete (BQI) su ovisni o geografskom području i tipu staništa te veličini i broju uzoraka. Biotički indeksi (BENTIX, AMBI) koncipirani na principu osjetljivosti vrsta prema stupnju onečišćenja okoliša predstavljaju korak naprijed jer omogućavaju objektivniju procjenu ekološkog stanja i vjerodostojniju osnovu za usporedbu različitih područja. Prednost AMBI indeksa se temelji na neovisnosti procjene o geografskom položaju istraživanog područja, tipu staništa i prisutnim zajednicama, te omogućava komparabilnost rezultata na širokoj prostornoj skali. Metode korištene na Sredozemlju (Cipar, Francuska, Grčka, Italija, Slovenija, Španjolska-Katalonija i Baleari) testirane u sklopu regionalne interkalibracijske grupe MedGIG pregledno su prikazane u **Tablici 2.8**.

Teorijski gledano, procjena kvalitete ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda u RH mogla bi se temeljiti na implementaciji grčkog modela. U prilog tome govore činjenice da se radi o jednostavnom indeksu (temeljenom na razlikama udjela osjetljivih i tolerantnih vrsta) neovisnom o tipu staništa i veličini uzorka, razvijenom upravo za područje sredozemlja. Međutim, potencijalne slabosti mogle bi se kriti upravo u pojednostavljenju modela tj. gruboj podjeli cjelokupnog zoobentosa na dvije ekstremne ekološke kategorije što u konačnici može rezultirati nedovoljnom rezolucijom metode i previdom blažih poremećaja koji mogu prijeći u stanje kroničnog stresa. Osim toga, spomenutom klasifikacijom za sada je obuhvaćeno svega stotinjak vrsta bentoskih beskralježnjaka, što unatoč prividnoj jednostavnosti modela, predstavlja vrlo ozbiljnu prepreku široj implementaciji BENTIXA u praksi.

Tablica 2. 8. Metode testirane u sklopu aktivnosti mediteranske interkalibracijske grupe MED-GIG.

Zemlja/regija članica EU	Metoda
Cipar	Bentix
Francuska	Multimetrički pristup (AMBI, H', BQI, trofički indeks)
Grčka	Bentix
Italija	AMBI, M-AMBI, Bentix
Slovenija	M-AMBI
Španjolska-Katalonija	MEDOCC
Španjolska – Baleari	MEDOCC

Za razliku od BENTIX-a, AMBI se temelji na kategorizaciji bentoskih beskralježnjaka u pet ekoloških grupa koje pokrivaju cjelokupni ekološki raspon - od vrlo osjetljivih vrsta do oportunističkih prvog reda. Spomenuta klasifikacija prvobitno je bila namijenjena procjeni poremećaja bentoskih zajednica duž gradijenta organskog onečišćenja, a njena primjena u sklopu AMBI modela pokazala je da se može uspješno koristiti i u detekciji drugih vrsta onečišćenja. Broj taksonomskih jedinica (vrsta, rodova, porodica...) klasificiranih unutar spomenutih grupa se kreće oko 4400 i pokriva većinu bentoskih beskralježnjaka koji se u praksi pronalaze u uzorcima. U dokumentu kojim su određene smjernice za tipologiju, referentne uvjete i klasifikacijski sustav prijelaznih i priobalnih voda EU (CIS 2.4 COAST, 2006) AMBI se navodi kao pokazatelj koji u kombinaciji s pokazateljima brojnosti i diverziteta zadovoljava kriterije za procjenu ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda propisanih okvirnom direktivom o vodama EU.

Dosadašnja testiranja, kojima su bili obuhvaćeni rezultati četrdesetak studija provedenih diljem Evrope (obale Atlantskog oceana, Baltik, Sjeverno more, Biskajski zaljev, Gibraltarski tjesnac, Egejsko, Jonsko i Jadransko more (Ponti i Abbiati, 2004; Muxika i sur., 2005) pokazuju da se AMBI može smatrati pogodnim indikatorom za procjenu stanja ekološke kvalitete priobalnih voda u svim evropskim morima, te da pokazuje istovjetan obrazac promjena kod različitih tipova poremećaja (organsko onečišćenje, pomanjkanje kisika, onečišćenje teškim metalima, utjecaj marikulture, kočarenje, gradnja konstrukcija namijenjenih iskorištavanju podmorskih resursa i sl.). Međutim, primjena ovog indeksa nije se pokazala pogodnom za korištenje u siromašnim zajednicama, izloženim utjecaju prirodnog stresa kao što su područja s vrlo izraženom dinamikom vodenih masa, unutrašnji dijelovi estuarija i sl. U pogledu metodologije uzorkovanja, potrebni preduvjeti za objektivnu procjenu stanja ekološke kvalitete priobalnih voda primjenom AMBI indeksa su: kvantitativno uzorkovanje makrobentosa, replicirani uzorci (barem dva replikata) i dostatna površina sedimenta (minimum 0,25 m² po postaji) (Muxika i sur, 2007).

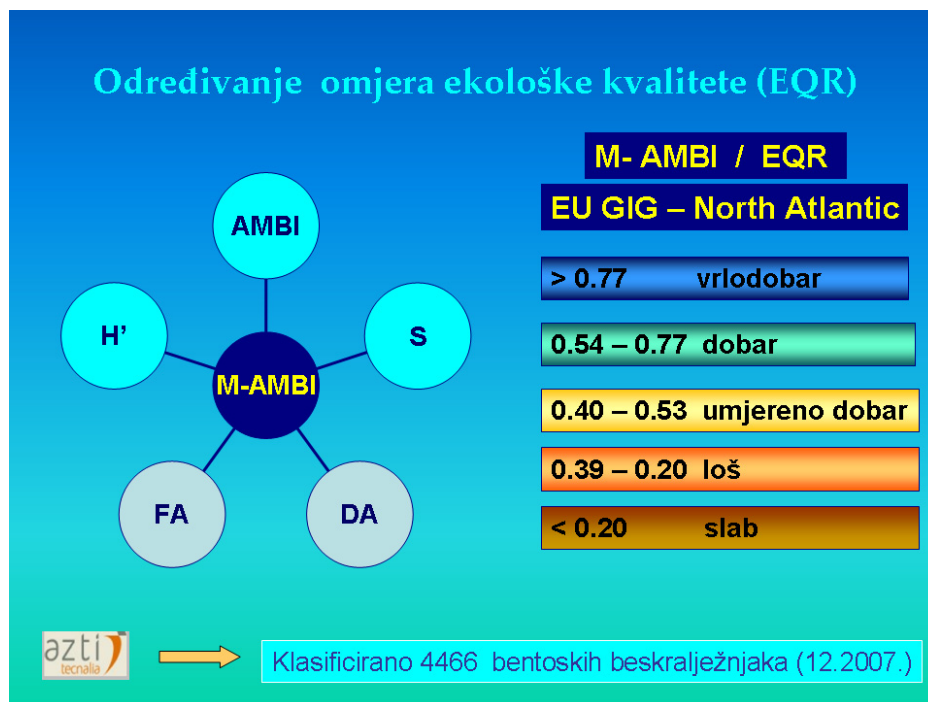
Okvirnom direktivom o vodama predviđene su četiri temeljne aktivnosti: 1) tipizacija prijelaznih i priobalnih voda, 2) određivanje referentnih uvjeta prijelaznih i priobalnih voda, 3) određivanje tip-specifičnih referentnih uvjeta te 4) procjena ekološkog stanja na temelju omjera ekološke kakvoće (engl. **Ecological Quality Ratio**), odnosno **EQR** indeksa.

Metodologija primijenjena u tipizaciji voda prikazana je u prethodnom poglavlju. Određivanje referentnih uvjeta temeljenih na klasifikaciji makrozoobentoskih zajednica na sedimentnim dnima slijedilo je smjernice okvirne direktive o vodama u kojoj se navode četiri opcije za definiranje referentnih uvjeta: 1) postojanje lokacija bez antropogenog utjecaja ili s minimalnim odstupanjem od prirodnih uvjeta 2) povijesni podaci i informacije 3) modeli i 4) ekspertna prosudba. U cilju definiranja referentnih uvjeta na području primorsko-istarskih vodnih slivova korišteni su povijesni podaci.

Utvrđivane su vrijednosti većine indeksa navedenih u smjernicama za tipologiju, referentne uvjete i klasifikacijski sustav prijelaznih i priobalnih voda EU, a zbog ranije opisanih prednosti, izbor referentnih postaja je proveden na temelju vrijednosti AMBI indeksa. U svrhu konačne procjene ekološkog stanja WFD propisuje primjenu multimetričkog indeksa koji uključuje odnos više indikatora (strukturnih/biotičkih indeksa) i izražava omjer ekološke kvalitete (engl. **Ecological Quality Ratio, EQR**). Kako bi se zadovoljili kriteriji propisani okvirnom direktivom o vodama Muxika i suradnici predložili su 2007. godine novi multimetrički indeks kojim se izražava EQR, a kojeg su nazvali Multivarijatan AMBI, kraće M-AMBI. Određivanje tip-specifičnih referentnih uvjeta provedeno je primjenom rezultata tipizacije i određivanja referentnih uvjeta. Tip-specifični referentni uvjeti definirani su izborom reprezentativnih postaja tj. postaja s optimalnim uvjetima (vrlo dobro ekološko stanje) prema EQR klasifikaciji.

Metodologija za određivanje EQR-a na temelju sastava i bogatstva faune bentoskih beskralješnjaka zasniva se na multivarijantnoj faktorskoj analizi (FA) i diskriminacijskoj analizi (DA) kojom se AMBI, Shannon-Wienerov indeks diverziteta (H') i indeks bogatstva vrsta (S) integriraju u novi multimetrički indeks – M-AMBI (**Slika 2.11.**). M-AMBI se očitava na kontinuiranoj skali od 0 do 1 pri čemu vrijednosti bliže nuli označavaju loš, a vrijednosti bliže jedinici dobar ekološki status. Zahvaljujući razvoju i dostupnosti aplikacijskog software-a primjena M-AMBI koncepta je brza i jednostavna, a veliku prednost korištenju ovog modela daje baza od više tisuća vrsta bentoskih beskralješnjaka koja se stalno dopunjuje i po potrebi revidira. Novi model je u samom startu naišao na široku primjenu u procjeni ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda u zemljama članicama EU i postao jedna od ključnih metoda interkalibracijske radne grupe za praćenje kvalitete ekološkog stanja na područjima na kojima je započeta implementacija WFD (Muxika i sur., 2007).

Vrijednosti EQR indeksa izražavaju se na kontinuiranoj numeričkoj skali s vrijednostima 0 - 1 i služe kao osnova za određivanje Tip-specifičnih referentni uvjeta. Izbor EQR indeksa, kao glavnog pokazatelja stanja ekološke kvalitete (EQS) temelji se na konceptu jedinstvene skale ekološke kvalitete koja omogućava komparabilnosti rezultata ostvarenih različitim metodama.



Slika 2.11. Shematski prikaz koncepcije multimetričkog indeksa (M-AMBI) razvijenog za određivanje omjera ekološke kvalitete (EQR).

Metodologija primijenjena na području primorsko-istarskog vodnog sliva

Unutar prostora definiranog granicama primorsko-istarskog vodnog sliva obrađeno je pet geografskih područja s ukupno 24 postaje na kojima je analiziran kvalitativni i kvantitativni sastav faune bentoskih beskralježnjaka. Kao primjer prijelaznih voda odabrano je područje ušća rijeke Mirne (zapadna obala Istre), a kao primjer priobalnih voda središnji dijelovi istočnoistarske (zaljev Raša) i **zapadnoistarske** obale (Limski zaljev i rovinjski akvatorij) te područje koje se - ukupnom dužinom od oko 150 km, proteže od Riječkog zaljeva na sjeveru do ulaza u Karinsko more na jugu. (**Slika 2.1.**)

Glavni kriteriji izbora spomenutih područja i postaja su bili: 1) prostorna pokrivenost cjelog slivnog područja, 2) uključivanje glavnih tipova staništa razvijenih na pomičnim dnima i 3) postojanje primjerenih i komparabilnih nizova kvantitativno-kvalitativnih podataka koji se odnose na faunu beskralježnjaka morskog dna (literaturni podaci, terenski zapisi), a koji su pogodni za izračunavanje biotičkih indeksa - preporučenih okvirnim smjernicama evropske direktive o vodama.

Podaci o geografskom položaju postaja i karakteristikama dna te vremenu, metodama i frekvenciji uzorkovanja faune beskralježnjaka (uključujući temeljne izvore podataka korištenih za izračun biotičkih indeksa) pregledno su prikazani u **Tablici 2.9**.

Kao osnova za izračun biotičkih indeksa korišteni su postojeći nizovi podataka koji uključuju kvalitativni (cjeloviti popis vrsta) i kvantitativni (pojedinačna brojnost vrsta) sastav bentoske faune na izabranim postajama. Metode su preuzete iz WFD Cis Guidance Document No. 5 (Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification System). Pregled indeksa testiranih u procjeni ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda na temelju sastava i bogatstva faune bentoskih beskralježnjaka prikazan je u **Tablici 2.10**. Zbog prostorne i metodološke uvjetovanosti visine Shannon-Wienerovog indeksa klasifikacija na temelju tog pokazatelja prikazana je samo informativno. Količina raspoloživih podataka je nedostatna za pouzdanu za samostalnu klasifikaciju .

Predložena klasifikacija se temelji na primjeni komplementarnih BI i AMBI indeksa koji se zasnivaju na univerzalnim ekološkim principima (neovisnim o geografskom položaju istraživanog područja i vrsti onečišćenja) definiranim osjetljivošću bentoskih organizama prema onečišćenju. Na temelju osjetljivosti prema porastu onečišćenja makrofauna mekih dna je razvrstana u pet ekoloških grupa: G I – vrlo osjetljive vrste, G II – indiferentne vrste, G III – tolerantne vrste, G IV – oportunisti drugog reda i G V – oportunisti prvog reda (Grall i Glémarec, 1977). Relativni odnosi brojnosti svake grupe u uzorku označavaju se odgovarajućim biotičkim indeksom (BI) koji predstavlja diskretne vrijednosti na skali 0-8 (Hily, 1984; Hily i sur., 1986, Majeed, 1987) i/ili ekvivalentnim vrijednostima AMBI biotičkog koeficijenta koji su predstavljeni rasponima vrijednosti na skali 0-6 (Borja et. Al 2000). Na temelju visine BI i BC vrijednosti rezultati se mogu rangirati u: 1) pet kategorija koje ukazuju na različiti stupanj onečišćenja okoliša (od čistog do ekstremno onečišćenog), 2) osam kategorija koje indiciraju „zdravstveno stanje“ bentoskih zajednica – u rasponu od normalnog do azoičnog i/ili 3) pet kategorija koje ukazuju na opće ekološko stanje u istraživanom dijelu ekosustava (1 – loše, 2 – slabo, 3 – umjereno dobro, 4 – dobro i 5 – vrlo dobro) (European commision, 2000).

Za određivanje omjera ekološke kvalitete na temelju faune bentoskih beskralježnjaka (EQR), a time i procjenu ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda na području istarsko-primorskih vodnih slivova, pristupilo se izračunavanju M-AMBI indeksa. Budući da rasponi klasa na skali 0-1 variraju u regionalnim okvirima, regionalne granice klasa se uspostavljaju dogovorno, nakon završetka rada regionalnih **Geografskih Interkalibracijskih Grupa (GIG)**. Granice klasa korištene u ovom prijedlogu preuzete su iz završnog izvještaja Mediteranske grupe za interkalibraciju (Mediterranean GIG, srpanj 2007), a radi se o granicama predloženim za slovenski dio sjevernog Jadrana.

Na temelju visine M-AMBI indeksa. rezultati se mogu rangirati u pet kategorija koje označavaju ekološko stanje istraživanog područja: 0-0,20 (loše), 0,20-0,40 (slabo), 0,41-0,61 (umjereno dobro), 0,62-0,82 (dobro) i 0,83-1,00 (vrlo dobro). Nakon uključivanja hrvatske u rad mediteranske interkalibracijske grupe, granice će po potrebi biti korigirane.

Tablica 2.9. Istraživana područja: geografski položaj postaja, karakteristike dna, vrijeme i način uzorkovanja, izvori podataka.

POLOŽAJ POSTAJA I KARAKTERISTIKE DNA								UZORKOVANJE					
Područje	Postaja	Geografska širina (ϕ)	Geografska dužina (λ)	Dubina (m)	Tip sedimenta	Šljunak + pijesak (%)	Silt+na (%)	Godina	Mjeseci	Tip grabila	Sito (vel. oka)	Br. uzoraka	Izvori
Ušće Mirne	TRB02	45°18,962 N	13°35,877 E	3	Dp	-	-	1987.	2,4,7,10	Petersen 0,05 m ²	2 mm	2 x 4	1,*
	TRB03	45°19,261 N	13°36,536 E	3	Mp	-	-						
	TRB05	45°19,095 N	13°35,904 E	<2	M	-	-						
	TRB06	45°19,225 N	13°36,064 E	<2	M	-	-						
	TRB07	45°19,344 N	13°36,115 E	<2	M	-	-						
Ušće Raše	326	44°58,594 N	14°05,120 E	39	M	-	-	1986.	3	Van Veen 0,1 m ²	1 mm	2	2,*
	327	44°59,846 N	14°04,437 E	30	M	-	-						
	328	45°00,276 N	14°03,196 E	21	M	-	-						
	329	45°01,036 N	14°03,449 E	14	M	-	-						
	330	44°56,916 N	14°03,980 E	43	Dm	-	-						
Limski zaljev	LK 7	45°08,200 N	13°42,800 E	8	GS	6,5	93,5	1982.; 1983.	11,12; 01-10	Van Veen 0,1 m ²	2 mm	10(12) x 5	4,*
	LK 9	45°07,900 N	13°40,500 E	18	GS	28,0	72,0						
	LK 44	45°07,600 N	13°36,800 E	30	PS	41,0	59,0						
Rovinjско područje	RO 2	45°05,136 N	13°38,225 E	16-19	SP	78	22	1978., 1979., 1980.	sezonski	Van Veen 0,1 m ²	2 mm	2 x 4	5, 6,*
	RO 3	45°05,094 N	13°38,030 E	19-23	PS	64	36						
	RO 4	45°05,334 N	13°37,329 E	18-25	PS	70	30						
	RO 6	45°04,481 N	13°38,010 E	19-21	SP	76	24						
	RO 7	45°04,413 N	13°38,198 E	<10	PS	59	41						
	RO 8	45°04,249 N	13°37,569 E	20-23	PS	55	45						
Hrvatsko primorje	R-10	45°15,000 N	14°26,000 E	57-64	PS	/	/	1973.; 1974	8,11; 2,5,8	Petersen i Van Veen 0,1 m ²	1 mm	4 x 5	7, 8,*
	VV-3	45°06,000 N	14°48,000 E	56-66	GS	/	/					5 x 5	
	VV-13	44°26,000 N	15°11,000 E	62-67	GS	/	/					5 x 5	
	VV-22	44°32,000 N	14°42,000 E	76-88	GSP	/	/					4 x 5	
	VV-26	44°59,000 N	14°29,000 E	88-93	GS	/	/					4 x 5	

Tablica 2.10. Pregled indeksa i klasifikacija korištenih u procjeni ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda na temelju sastava, bogatstva i strukture bentoskih beskralješnjaka.

IND.	SHANNON-WIENER		BI	AMBI/M-AMBI (AZTI Marine Biotic Indices)	
FORM.	$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$		$AMBI = ((0)(\%GI)+(1,5)(\%GII)+(3)(\%GIII) + (4,5)(\%GIV) + (6)(\%GV))/100$ $M-AMBI = (AMBI+FA+DA)$		
OZNAKE	$P_i = n_i/N$ označava udio jedinki vrste p1, p2, p3..pn u zajednici $n =$ br. jedinki pojedine vrste $N =$ ukupni broj jedinki		$GI =$ ekološka grupa I (vrlo osjetljive vrste) $GII =$ ekološka grupa II (indiferentne vrste) $GIII =$ ekološka grupa III (tolerantne vrste) $GIV =$ ekološka grupa IV (oportunisti 2. reda) $GV =$ ekološka grupa V (oportunisti 1. reda)		
IZVOR	– Shannon, C.E., Wiewer, W. (1949). University of Illinois		– Grall, J. & Glémarec, M. (1977). Estuar.Coast.Schelf Sci. 44, 43-53. – Borja i sur. (2000). Mar.Pollut.Bull. 40: 1110-1111		
RASPOIN INDEKSA Ekološki status (EQS)	Klasif. onečišćenja na temelju H'	EQS	Klasif. onečišćenja na temelju BI i AMBI		EQS /M-AMBI
	0.0<H'<1.5 (teško onečišćeno-azoično) 1.5<H'<3.0 (teško onečišćeno) 3.0<H'<4.0 (umjereno onečišćeno) 4.0<H'<4.6 (blago onečišćeno, prijelazno) H'> 4.6 (prirodno, čisto)	slabo loše umjereno dobro vrlo dobro	0 0.0<AMBI<0.2 (prirodno, čisto) 1 0.2<AMBI<1.2 (prirodno, čisto) 2 1.2<AMBI<3.3 (blago onečišćeno) 3 3.3<AMBI<4.3 (umjereno onečišćeno) 4 4.5<AMBI<5.0 (umjereno onečišćeno) 5 5.0<AMBI<5.5 (teško onečišćeno) 6 5.5<AMBI<6.0 (teško onečišćeno) 7 AMBI> 6 (azoično)	vrlo dobro vrlo dobro dobro dobro umjereno umjereno slabo loše	
IZVOR	– Simboursa, N. & Zenetos, A. (2002). Med.Mar.Sci.,3/2: 71-111.		– Hily, C. (1984). Ph.D. Theses. Univ. Bretagne Occidentale. Vol. 1, 359 pp; Vol.2, 337 pp. – Hily, C. i sur. (1986). Oceanis 12, 419-426. – Majeed, S.A. (1987). Mar.Pollut.Bull., 18 (9): 490-495. – Borja, A. i sur. (2000). Mar.Pollut.Bull., 40: 1110-1114. – Muxika, I. Et. Al. (2007). Mar.Pollut.Bull., 55: 16-29.		
OPASKA	– Najčešće korišteni indeks diverziteta – Uključuje raznolikost i ravnomjernost raspodjele vrsta. – Ovisan o staništu i veličini uzorka.		– Uspješno testiran na velikom broju područja s različitim tip. onečišćenja. – Temelji se na udjelu ekoloških grupa različite osjetljivosti – U kombinaciji s indeksima brojnosti i diverziteta zadovoljava postavljene zahtjeve WFD za procjenu ekološkog stanja.		

DODATAK

Ovaj dodatak se temelji na tekstu Nacionalne klasifikacije morskih staništa (Bakran-Petricioli, 2007), temeljnoj biocenološkoj literaturi za područje Sredozemnog i Jadranskog mora (Pérès i Picard, 1964; Picard, 1965; Pérès i Gamulin Brida, 1973) te listi vrsta bentoskih beskralješnjaka s obzirom na osjetljivost prema antropogenim poremećajima (AZTI, 2007). Njegova svrha je iznošenje najnužnijih informacija na temelju kojih se mogu razlikovati zajednice bentoskih beskralješnjaka na pomičnim dnima, odnosno na temelju kojih se mogu odrediti osjetljive vrste karakteristične za relevantne (prostorno zastupljenije) tipove zajednica na pomičnim dnima. Stoga, u ovom pregledu nisu razmatrane sve zajednice prisutne u hrvatskom dijelu Jadrana, nego samo one koje su važne za izradu ovog prijedloga. Izostavljene su zajednice koje nisu bitne za potrebe klasifikacije ekološkog stanja prijelaznih i priobalnih voda na temelju sastava bentoskih beskralješnjaka na sedimentnim dnima u skladu okvirnom direktivom o vodama:

- biocenoze čvrstih dna i stijena
- biocenoze specifičnih priobalnih staništa: biocenoze polutamnih špilja, potpučinskih stijena, vrulja podmorskog tipa, krških morskih jezera te antropogenih staništa u infralitoralu i cirkalitoralu

- biocenoze pokretnih dna koje zauzimaju vrlo male površine u hrvatskom dijelu Jadrana (G.3.3.1. biocenoza krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem valova i G.3.4.1 biocenoza infralitoralnih šljunaka)
- biocenoza detritusnog dna na rubu kontinentske podine (G.4.2.3.) te biocenoze batijalnih muljeva (G.5.1) prisutne izvan granica propisanih za potrebe okvirne direktive o vodama

U nastavku je dat pregled relevantnih zajednica koje su na manjim ili većim površinama zastupljene na području definiranom ODV-a („unutar crte udaljene jednu nautičku milju od crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda“).

BIOCENOZE INFRALITORALNE STEPENICE NA SEDIMENTNIM DNIMA

G.3.1.1. Eurihalina i euritermna biocenoza

Infralitoralna biocenoza koja se pojavljuje u obalnim lagunama i područjima estuarija na muljevima i muljevitim pijescima. Radi se o izrazito osjetljivom staništu s malim brojem svojti i niskim diverzitetom. Karakteristične vrste/svojte:

- cvjetnice: *Ruppia* spp., *Potamogeton pectinatus*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*
- školjkaši i puževi: *Cerastoderma glaucum*, *Abra alba*, *Scorbicularia plana*, *Loripes lacteus*, *Gastrana fragilis*, *Tapes* spp., *Ostrea edulis*; *Rissoa* spp., *Nassarius reticulatus*, *Cyclope neritea*
- rakovi: više svojti Isopoda i Amphypoda, dekapodni rak *Carcinus maenas*

G.3.2.1. Biocenoza sitnih površinskih pijesaka

Infralitoralna biocenoza rasprostranjena na sitnom dobro sortiranom pijesku od donje granice mediolitorala do dubine od oko 2,5 m. Česta u sjevernom Jadranu, no sveukupno zauzima malu površinu. Karakteristične vrste/svojte:

- školjkaši: *Donax trunculus*, *D. semistriatus*, *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum* (na mjestima s jačim utjecajem slatke vode)
- mnogočetinaši: *Glycera convoluta*

G.3.2.2. Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka

Infralitoralna biocenoza koja se nastavlja na prethodnu na dubini 2,5-25 m. Obuhvaća znatno manja područja na istočnoj u odnosu na zapadnu obalu Jadrana. Nerijetko se pojavljuje asocijacija s morskom cvjetnicom *Cymodocea nodosa*. Karakteristične vrste/svojte:

- školjkaši i puževi: *Acanthocardia tuberculata*, *Macra stultorum*, *Tellina fabula*, *T. nitida*, *T. pulchella*, *Donax venustus*; *Nassarius mutabilis*
- mnogočetinaši: *Sigalion mathildae*, *Onuphis eremita*
- rakovi: amfipod *Ampelisca brevicornis*, *Hippomedon massiliensis*
- bodljikaši: *Astropecten* spp., *Echinocardium cordatum*

G.3.2.3. Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala

Infralitoralna biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala, prisutna u plitkim zatvorenijim uvalama gdje je utjecaj valova malen, kolebanje ekoloških čimbenika značajno, sedimentacija moguća, a stanje prirodno eutrofno. U odnosu na biocenozu G.3.1.1. utjecaj slatke vode je bitno manji, a manje je i variranje ostalih abiotičkih čimbenika. Česte su asocijacije sa morskim cvjetnicama *C. nodosa* i *Z. noltii* te algom *Caulerpa prolifera*, a u Jadranu su poznata i tri facijesa:

- facijes s vrstama *Callianassa tyrrhena* i *Kellia* sp.
- facijes s vrstama *Cerastoderma glaucum* i *Cyathura carinata* (pod utjecajem slatke vode)
- facijes s vrstama *Loripes lacteus*, *Tapes* spp.

Karakteristične vrste/svojte:

- školjkaši i puževi: *Loripes lacteus*, *Paphia aurea*, *Tapes decussata*; *Cerithium vulgatum*, *C. rupestre*
- mnogočetinaši: *Paradoneis lyra*, *Heteromastus filiformis*
- dekapodni rakovi: *Upogebia pusilla*, *Clibanarius erythropus*, *Carcinus maenas*

G.3.2.2. Biocenoza krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja

Biocenoza neovisna o vertikalnoj podjeli bentoskih stepenica, javlja se u infra- i cirkalitoralu na područjima jačih pridnenih struja, na pjeskovito-ljušturim i pjeskovito-šljunkovitim dnima na dubinama 3-25m, mjestimično i dublje. Biocenozi je svojstvena pojava kalcificiranih crvenih alga nepričvršćenih za dno, odnosno asocijacija s rodolitima (kuglaste alge iz porodice *Corallinaceae*) i facijes maerla (razgranjene alge *Phymatholithon calcareum* i *Lithothamnion corallioides*). Spomenuta asocijacija/facijes pojavljuju se i u drugim biocenozama. Karakteristične vrste/svojte:

- nepričvršćene alge iz porodice *Corallinaceae*
- školjkaši: *Venus casina*, *Dosinia exoleta*, *Capsella variegata*, *Glycymeris glycymeris*, *Laevicardium crassum*
- mnogočetinaši: *Sigalion squamosus*, *Euthalanessa oculata*, *Armandia polyophthalma*
- rakovi: *Anapagurus breviaculeatus*, *Thia scutellata*
- bodljikaši: *Ophiopsila annulosa*, *Spatangus purpureus*
- svitkoglavci: *Branchiostoma lanceolatum*

G.3.5.1. Biocenoza naselja vrste *Posidonia oceanica*

Infralitoralna biocenoza koja se razvija od donje granice mediolitorala do dubine od 40 m u dobrim svjetlosnim uvjetima, na krupnim, manje ili više zamuljenim pijescima. Rijetko je zastupljena u sjevernom Jadranu. Karakteristične vrste/svojte:

- epibionske alge: *Peyssonnelia* spp., *Flabellia petiolata*, *Hydrolithon* spp.
- školjkaši i puževi: *Venus verrucosa*, *Pinna nobilis*; *Bittium reticulatum*, *Risoa* spp.
- rakovi: *Pisa nodipes*
- obrubnjaci: *Sertularia perpusilla*
- mahovnjaci: *Electra posidoniae*
- bodljikaši: *Paracentrotus lividus*, *Echinaster sepositus*, *Holothuria tubulosa*, *Asterina pancerii*
- mješčičnice: *Halocynthia papillosa*

BIOCENOZE CIRKALITORALNE STEPENICE NA SEDIMENTNIM DNIMA

Cirkalitoralna dna se prostiru od donje granice rasprostiranja morskih algi i cvjetnica (prosječno na dubini od tridesetak metara) do donje granice rasprostiranja scijafilnih algi (otprilike na dubini od oko 200 m) tj. do ruba kontinentske podine i obuhvaćaju oko 88 % ukupne površine dna hrvatskog teritorijalnog mora. Cirkalitoralnu stepenicu određuje smanjena količina svjetlosti te malo kolebanje temperature i saliniteta, a s porastom dubine biomasa životinja prevladava nad biomasom algi. Za ovu stepenicu je karakteristična stalna sedimentacija, a gibanje voda je oslabljeno. Sedimenti su terigenog, biološkog (detritus) ili mješovitog porijekla. U cirkalitoralu su uglavnom razvijena sedimentna dna (muljevi i pijesci), dok je koraligen (čvrsto dno biogenog porijekla) slabo zastupljen. Na mekim dnima razlikujemo dva tipa bentoskih zajednica: biocenoze cirkalitoralnih muljeva (G.4.1.) i biocenoze cirkalitoralnih pijesaka (G.4.2.)

G.4.1.1. Biocenoza obalnih terigenih muljeva

Cirkalitoralna biocenoza vrlo rasprostranjena uz istočnu obalu Jadrana na područjima oslabljenih pridnenih struja i visoke sedimentacije muljevutih čestica. Javlja se u obliku 3 facijesa mekanih muljeva (facijesi s dominacijom vrsta: *Turritella tricarinata* f. *communis*, *Oerstergrenia digitata* i *Owenia fusiformis*) i dva facijesa ljepljivog mulja – facijes ukorijenjenih oblika i facijes sesilnih oblika (češći u Jadranu). U facijesima mekanih muljeva karakteristične vrste su *Pennatula phosphorea*, *Virgularia*

mirabilis i *Veretillum cynomorium*, a lokalno i *Virgularia mirabilis*. U facijesima ljepljivih muljeva karakteristične vrste su: koralj *Alcyonium palmatum adriaticum*, trp *Stichopus regalis*, mješčičnica *Diazona violacea*, a česta je i pojava skupina različitih mješčičnica (*Phallusia mammillata*, *Ascidia mentula*, *A. virginea*) šireg ekološkog rasprostranjenja. Od facijesa koji pripadaju ovoj biocenozi, facijes sesilnih oblika je najčešći u Jadranu. U tom su facijesu vrlo česte prazne kućice puža *Turritella profunda* koji živi u susjednom facijesu.

G.4.1.2. Biocenoza muljevutih dna otvorenog Jadrana i kanala sjevernog Jadrana

Cirkalitoralna biocenoza muljevutih dna otvorenog voda poznata po bogatim naseljima škampa (*Nephrops norvegicus*) je razvijena u centralnom dijelu srednjeg Jadrana (Jabučka kotlina) i kanalima sjevernog Jadrana (Podvelebitski kanal). Radi se o biocenozi prijelaznog tipa s dominacijom dekapodnog raka *Nephrops norvegicus* u kojima se susreću neki karakteristični elementi biocenoza obalnih terigenih muljeva (puž *Turritella tricarinata f. communis*, trp *Labidoplax digitata*, žarnjak *Virgularia mirabilis* itd.) i batijalnih muljeva (spužva *Thenea muricata*, koralj *Funiculina quadrangularis*, dekapodni rakovi *Parapenaeus longirostris* i *Chlorotocus crassicornis*). Karakterističan je i školjkaš *Nucula profunda* te pelofilne vrste šire batimetrijske rasprostranjenosti, posebno *Brissopsis lyrifera*.

G.4.2.1. Biocenoza muljevutih detritusnih dna

Cirkalitoralna biocenoza na manje ili više zamuljenim pjeskovito-detritusnim dnima. Zbog niskog stupnja prozirnosti voda u sjevernom Jadranu ova biocenoza se javlja već na dubini od 13 m (u ostalim djelovima Jadrana i sredozemlja područje na toj dubini pripada infralitoralnoj stepenici). Na području ove biocenoze razlikujemo tri zone: obalnu zonu vrlo zamuljenih detritičkih dna, centralnu zonu pjeskovito-detritičkih dna i zonu „otvorenog mora“. Radi se o kompleksnoj i polimorfnoj biocenozi koja se, ovisno o lokalnim uvjetima, pojavljuje u velikom broju facijesa koji se smjenjuju na razmjerno malom prostoru pa je zbog toga ovu biocenozu teško razlučiti od prethodne. Karakteristični su indikatori zamuljivanja: *Raspallia viminalis*, *Alcyonium palmatum* i *Aphrodite aculeata*. Zbog kompleksnosti zajednice sastav karakterističnih vrsta je kompleksan i njihovo nabranje po facijesima bi zahtijevalo dosta prostora. Za detaljnije informacije preporučuje se pregled vrsta u knjizi Biološka oceanografija (Pérès i Gamulin Brida, 1973).

G.4.2.2. Biocenoza obalnih detritusnih dna

Cirkalitoralna biocenoza koja se proteže uz obalu i otoke te oko podmorskih uzvisina na dubini 30- ponekad čak do 100 m. Sediment tvori slobo zamuljeni pijesak (udio mulja je uvijek ispod 20 %) sa znatnim udjelom detritusa tj. biogenog materijala koji se sastoji od biogenih fragmenata kućica puževa, ljuštura školjki, skeleta mahovnjaka, čahura ježinaca, kalcificiranih djelova talusa koraligenih algi i sl. Nastavlja se na infralitoralnu biocenozu sitnih ujednačenih pijesaka, ili oko podmorskih uzvisina na biocenozu infralitoralnih algi ili koraligensku biocenozu. Odlikuje se visokom bioraznolikošću. Za ovu zajednicu značajna je prisutnost nepričvrščenih, kalcificiranih crvenih algi. Zajednica se pojavljuje u vidu tri asocijacije (asocijacija s rodolitima, s vrstom *Peyssonnelia rosamarina* te *Laminaria rodriguezii*) i četiri facijesa (facijes maerla, s vrstom *Ophiura texturata* (= *O. Ophiura*), sa sinascidijama te s velikim mahovnjacima.

Karakteristične vrste/svoje su: crvene kalcificirane alge iz porodice *Corallinaceae* (*Phymatholithon calcareum*, *Lithothamnion corallioides*, *Lithothamnion fruticulosum*); ostale crvene alge (*Cryptonemia tunaeformis*, *Peyssonnelia* spp., *Osmundaria volubilis*); spužve (*Bubaris vermiculata*, *Suberites domuncula*); školjkaši (*Chlamys flexuosa*, *Laevicardium oblongum*, *Acanthocardia deshayesii*, *Tellina donacina*); mnogočetinaši (*Laetmonice hystrix*, *Petta pussilla*); rakovi (*Paguristes eremita*, *Anapagurus laevis*); bodljikaši (*Ophiura ophiura*, *Astropecten irregularis*, *Anseropoda placenta*, *Luidia ciliaris*, *Psammechinus microtuberculatus* te na mjestima jačeg strujanja *Spatangus purpureus*); mješčičnice (*Molgula oculata*, *Microcosmus vulgaris*, *Polycarpa pomaria*).

Za detaljnije informacije o karakterističnim svojstava i ovdje se preporučuje se pregled vrsta u knjizi Biološka oceanografija (Pérès i Gamulin Brida, 1973).

G.4.2.4. Biocenoza krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja

Biocenoza neovisna o vertikalnoj podjeli bentoskih stepenica, javlja se u infra- i cirkalitoralu na područjima jačih pridnenih struja (v. pasus G.3.2.2.).

G.4.2.5. Biocenoza detritusnih dna otvorenog Jadrana

S obzirom da je Jadran zatvoreno more, razvijeno najvećim dijelom na području kontinentske podine, „otvoreno područje“ je pod utjecajem obalnog područja, naročito u plitkom sjevernom Jadranu. Zbog specifične konfiguracije istočnojadranske obale područje otvorenog mora se ne nastavlja direktno na obalnu zonu nego se između njih nalazi otočno područje koje je geografski ekološki i biocenološki jasnije definirano od prelazne zone, te se smatra izdvojenim područjem. U ovom području razvijena je cirkalitoralna biocenoza detritusnih dna otvorenog Jadrana koja se pojavljuje u dva facijesa: facijes s dominacijom školjkaša *Atrina pectinata* (na pjeskovitom krupnije detritusnom dnu) i facijes s hidroidom *Lytocarpia Myriophillum* (na pjeskovitom sitnije detritusnom dnu). Obje su vrste karakteristične za oba facijesa, ali svaka od njih dominira samo u jednom. Ostale zajedničke karakteristične vrste obiju facijesa su bodljikaši *Ophiacantha setosa*, *Cidaris cidaris*, *Lytocarpia myriophyllum* te hidroid *Nemertesia* sp. , a zajednički je i niz popratnih vrsta (v. Pérès i Gamulin Brida, 1973).

Stranica namjerno ostavljena prazna.

2.2.4.4. Klasifikacija ihtiofaune

Metode su preuzete iz ODV-A CIS Guidance Document No.5 (Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification Systems; Anon., 2003). Trenutno, ne postoji nijedan dostupan alat u Europi, među državama članicama za klasificiranje riblje faune. Unutar UK razvijen je klasifikacijski alat na temelju statusa ribljih zajednica u estuarijima Južne Afrike i on se trenutno testira (Estuarine Biotic Integrity Index: EBI). Isti uključuje mjeru sastava i obilja ribljih zajednica. Iako je razvijen za južnoafričke estuarije, smatra se da će se moći upotrijebiti i za evropske estuarije. Koristeći ribarske podatke i tipološku klasifikaciju, određene su biogeografske regije u smislu karakterizacije 6 osnovnih tipova estuarija (Harrison i sur., 2000). Struktura ribljih zajednica (raznolikost vrsta, sastav i relativno obilje) svakog estuarija unutar neke biogeografske regije je opisana i korištena kao referenca na osnovu koje je određen svaki estuarij. Korištene su mreže potegače i mreže stajačice. Uzorkovanje se obavljalo sve do trenutka kad se više nisu pojavljivale nove vrste ili do trenutka kad sva reprezentativna staništa unutar estuarija nisu uzorkovana. Dobiveni podaci su zatim analizirani koristeći Bray-Curtis similarity co-efficient koji je bio



Tablica 2.11. Parametri o ribama koji se mogu koristiti kao jednostruki ili cjeloviti bodovni sustav (što je viši rezultat, okoliš je «neviniji») za promatranje promjena u estuariju uzrokovanih ljudskim djelovanjem. Neki parametri su subjektivni i kvalitativni dok su ostali puno objektivniji i kvantitativni.

RAZINA	INDIKATOR	VRIJEDNOST	BODOVI
1. Vrste riba	1 (a). Obilje / biomasa	Prirodno nisko	1
		Srednje /visoko	3
	1 (b). Indikatorske vrste	Prisutne	3
		Odsutne	1
	1 (c). Nove / unešene vrste	Prisutne	1
		Odsutne	3
1 (d). Zdravlje riba	Prisutne toksične akumulacije	1	
	Odsutne toksične akumulacije	3	
2. Zajednica riba	2 (a). Indeks obilja vrsta	Sličnost između srednje vrijednosti broja vrsta	
		> 95 % gornji interval pouzdanosti	5
		Unutar 95 % intervala pouzdanosti	3
		>95 % donji interval pouzdanosti	1
	2 (b). Bray - Curtis presence / absence indeks sličnosti	Sličnost s referentnim stanjem	
		> 50 % sličnosti	5
		10-50 % sličnosti	3
	2 (c). Bray - Curtis indeks sličnosti obilja	< 10 % sličnosti	1
		Sličnost s referentnim stanjem	
		> 50 % sličnosti	5
	2 (d). Deegan i sur. (1997) Indeks estuarijske biotičke cjelovitosti (EBI)	10-50 % sličnosti	3
		< 10 % sličnosti	1
EBI vrijednost			
Rezultat 31 - 40		5	
Rezultat 21 - 30	3		
Rezultat 0 - 20	1		

neophodan za standardizaciju napora uzorkovanja. Bray-Curtis koeficijent odražava razlike između dva uzorka zbog različitog sastava zajednice i /ili razlike u ukupnom obilju. Standardizacija uklanja sve učinke potonjeg. Rezultati su pokazali da je svaka estuarijska riblja zajednica unutar svakog geomorfološkog tipa formirala grupe koje su odraz geografske pozicije i biogeografije. Biogeografske granice određene su analizom podataka uz pomoć ne-metričkog multi-dimenzionalnog skaliranja (MDS) koristeći PRIMER (Clark i Warwick, 2001). Whitfield i Elliott (2002) su dali primjere indeksa koji se mogu koristiti za ocjenu bioloških podataka i predložili su kako se ovi parametri trebaju koristiti da bi se odredio stupanj promjena unutar estuarija uslijed čovjekovog djelovanja (**Tablica 2.11.**).

Belgija je razvila estuarijski riblji indeks (Estuarine Fish Index: EFI) za Scheldt estuarij. On uključuje samo sastav ribljih zajednica te ne sadrži direktnu mjeru obilja. Isti se sastoji od 7 matrica od kojih svaka pomaže pri razlučivanju različitog funkcionalnog aspekta estuarijskih ribljih zajednica i cjelovite kvalitete ekosustava (**Tablica 2.12.**). Podaci su kombinacija povijesnih podataka, podataka sličnih europskih estuarija, iskustvo i nova uzorkovanja za postaje za koje nije bilo podataka. Nova uzorkovanja su obavljena vršama (tip 120/80), ispražnjena su svaka 3 dana. Podaci se zasnivaju na srednjim vrijednostima mjesečnih uzoraka, preračunatim kao prosječni ulov po vrši za svaki mjesec. Prisutnost ekstremno niskih kao i ekstremno visokih vrijednosti upućuje na ozbiljnu degradaciju ekosustava.

Tablica 2.12. Sažetak za EFI (Estuarine Fish Index) za Scheldt estuarij u Belgiji.

PARAMETAR	BODOVI				
	1	2	3	4	5
Ukupni broj vrsta	>= 4	5 - 14	15 - 19	20 - 24	> 24
Vrste					
% plosnatice	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% gire	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Trofički sastav					
% omnivori	<= 1 > 80	> 1 - 2,5 > 20 - 80			> 2,5 - 20
% piscivori	<= 5 > 80	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Tolerancija	< 1,20	1,20 - 1,59	1,60 - 1,99	2 - 3	> 3
Estuarijske rezidentne vrste (ERS)					
Broj ERS	< 2	2	3	4	> 4
% ERS	< 5 > 50	> 5 - 10 > 40 - 50			> 10 - < 40
% diadromne vrste	< 5 > 80	5 - 10 > 70 - 80			> 10 - 70
% morske juvenilne migrirajuće vrste	<= 10 > 90	5 - 10 > 80 - 90	> 20 - 30 > 70 - 80		> 30 - 70

Ukupna klasifikacija po EFI – u, usrednjena po 7 matrica je prikazana u **Tablici 2.13.**

Tablica 2.13. EFI kvalitetne klase

BOJA	EFI - vrijednost	KLASIFIKACIJA
Crveno	> 4,5	Odlično
Plavo	4 - < 4,5	Dobro
Žuto	3 - < 4	Umjereno
Zeleno	2 - < 3	Loše
Ljubičasto	< 2	Vrlo loše

Za klasifikaciju je hrvatskih priobalnih voda upotrijebljen sustav po EFI-u s tim da su u tablicu dodani još neke parametri iz sustava EBI te je dopunjen bodovni sustav za njih (**Tablica 2.14.**). Podaci su kombinacija povijesnih podataka, iskustva i novih uzorkovanja za postaje za koje nije bilo podataka. Uzorkovanja su obavljena malim specijalnim potegačama za ulov riblje mladi, trostrukim mrežama stajačicama – poponicama, povlačnom mrežom kočom, listaricama te ludrom. Podaci se zasnivaju na srednjim vrijednostima uzoraka, preračunatim kao prosječni ulov po alatu za svako područje.

Tablica 2.14. Sažetak za EFI (Estuarine Fish Index), dopunjen sa EBI za hrvatske priobalne vode.

PARAMETAR	BODOVI				
	1	2	3	4	5
Ukupni broj vrsta	>= 4	5 - 14	15 - 19	20 - 24	> 24
Vrste					
% plosnatice (<i>Solea</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% gire (<i>Spicara</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% cipli (<i>Mugilidae</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% ljuskavke (<i>Sparidae</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% lubini (<i>Moronidae</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Trofički sastav					
% omnivori	<= 1 > 80	> 1 - 2,5 > 20 - 80			> 2,5 - 20
% piscivori	<= 5 > 80	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Tolerancija	< 1,20	1,20 - 1,59	1,60 - 1,99	2 - 3	> 3
Estuarijske rezidentne vrste (ERS)					
Broj ERS	< 2	2	3	4	> 4
% ERS	< 5 > 50	> 5 - 10 > 40 - 50			> 10 - < 40
% diadromne vrste	< 5 > 80	5 - 10 > 70 - 80			> 10 - 70
% morske juvenilne migrirajuće vrste	<= 10 > 90	5 - 10 > 80 - 90	> 20 - 30 > 70 - 80		> 30 - 70
Indikator vrste	0	1	2 - 4	5 - 7	> 7
Novo / unešene vrste	0	1	2 - 4	5 - 7	> 7

Područja uključena u istraživanja podijeljena su u 4 glavne skupine: Ušće Mirne, sjeverni dio zapadne obale Istre, Kvarner i Kvarnerić. Šire područje ušća rijeke Mirne smatra se za referentno područje.

Stranica namjerno ostavljena prazna.

3.0. Prijedlog tipova voda na Vodnom području primorsko-istarskih slivova

Određivanje tipova voda je prvi korak u implementaciji ODV-a, kako je navedeno u njenom Dodatku II. Svrha određivanja tipova je na jedan jednostavan način izdvajanje vodenih cjelina površinskih voda u tipove sa sličnim fizičkim osobinama i ekološkim značajem.



3.1. Uvjeti i nedostaci

Prema preporukama te utvrđenim ciljevima ODV-a zemlje članice Europske unije te zemlje kandidati obvezne su utvrditi položaj i granice vodenih cjelina površinskih voda i provesti određivanje značajki tipova prema općoj preporuci: "što je moguće jednostavnije i onoliko detaljno koliko je neophodno".

U samoj direktivi kao i u smjernicama za njenu implementaciju (Guidance documents; Anon., 2003a; 2003b; 2003c; 2005) ne postoje detaljna rješenja koja se mogu preslikati i kao takva primijeniti već se preporuča "načelo jednostavnosti" vodeći računa za pojedinu zemlju o specifičnim geomorfološkim i dinamičkim osobinama koja se koriste za određivanje tipova voda. Rješenja se prvenstveno razlikuju u odabiru sustava A odnosno B (Dodatak II., 1.2. ODV-a). U **Tablici 3.1.** pregledno su dani parametri koji se mogu koristiti u slučaju odabira sustava A ili B za prijelazne i priobalne vode. ODV-a ne propisuje niti jednu znanstvenu metodologiju koja bi se trebala koristiti pri izradi tipizacije, već daje preporuke da unutar jedne ekoregije podjela slijedi znanstveno prihvaćenu prostornu raspodjelu fizikalno-kemijskih i bioloških parametara koji konačno određuju odvojena površinska vodna tijela unutar prijelaznih i obalnih površinskih voda.

Izrada tipova prijelaznih i priobalnih voda u sredozemnim zemljama

Prva primjena ODV-a u području Sredozemlja (ekoregija 6.; Casazza i sur., 2005; dokumenti radne grupe COAST) naglašava posebnost ovoga područja te je i predložena tipizacija priobalnih i prijelaznih vodenih cjelina i tijela različita od tipizacije koje su napravile ostale Europske zemlje.

Za tipizaciju **priobalnih voda** Sredozemlja prihvaćen je sustav B ODV-a. Većina predloženih obaveznih pa i izbornih čimbenika prema tom sustavu nije prikladna za tipizaciju površinskih voda. Na primjer dva obavezna čimbenika, salinitet i raspon plime i oseke primijenjena na vode Sredozemlja neće prepoznati različita vodna tijela obzirom da su granice promjenjivosti ovih čimbenika (vidi **Tablicu 3.1.**) takve da čitavo područje uglavnom pripada u euhalina i mikro-plimna područja. Slično je i za brzinu strujanja i karakteristike miješanja. Naime, veliki dio strujanja (u prosjeku) ne prelazi 1 Nm/h, a karakteristike miješanja su sezonskog karaktera za najveći dio Sredozemlja. Čimbenici koji su primjenjivi su za ovu ekoregiju, a navedeni su ODV-a, su **supstrat i dubina**.

Dubina nije naveden u sustavu B kao izborni čimbenik međutim naveden je u sustavu A. Osim toga od strane radne grupe COAST razmatrana je važnost uvođenja dubine za karakterizaciju obalnih voda posebno u svjetlu životnih zajednica, tj. prisutnosti različitih bioloških vrsta u obalnom području. Vodeći računa o „načelu jednostavnosti“ te primjenjivosti na sve zemlje ove ekoregije predložena je vrlo jednostavna opća tipizacija obalnih voda po dubini i tipu obale (**Tablica 3.2.**).

Tablica 3.1. Karakterizacija prijelaznih i priobalnih voda po ODV (Dodatak II).

	Obilježja	
Sustav A – Fiksna tipologija	Prijelazne vode	Priobalne vode
Ekoregija	Baltičko more Barentsovo more Norveško more Sjeverno more Sjeverno atlantski ocean Sredozemno more	Baltičko more Barentsovo more Norveško more Sjeverno more Sjeverno atlantski ocean Sredozemno more
Tipizacija	Srednji godišnji salinitet < 0,5 – slatka voda 0,5 - < 5 – oligohalina voda 5 - < 18 – mezohalina voda 18 - < 30 – polihalina voda 30 - < 40 – euhalina voda	Srednji godišnji salinitet < 0,5 – slatka voda 0,5 - < 5 – oligohalina voda 5 - < 18 – mezohalina voda 18 - < 30 – polihalina voda 30 - < 40 – euhalina voda
	Srednji raspon plime i oseke < 2 m - mikroplimni 2 - 4 m - mezoplumni > 4 m - makroplimni	Srednja dubina < 30 m – plitke vode 30 – 200 m – intermedijarne vode > 200 m – duboke vode
Sustav B - Alternativno određivanje značajki tipova	Prijelazne vode	Priobalne vode
Obvezni čimbenici	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet (raspon)	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet (raspon)
Izborni čimbenici	Dubina Brzina struja Izloženost valovima Srednja temperature Karakteristike miješanja Turbiditet Vrijeme zadržavanja Sastav supstrata Oblik Raspon temperature	Brzina struja Izloženost valovima Srednja temperature Karakteristike miješanja Turbiditet Vrijeme zadržavanja Sastav supstrata Raspon temperature

Tablica 3.2. Opća tipizacija priobalnih voda Sredozemlja.

Tip	Opis	Tip obale	Dubina
CW- M1	Kamenito plitko priobalno more	Čvrsta stijena	plitka
CW - M2	Kamenito duboko priobalno more	Čvrsta stijena	duboka
CW - M3	Sedimentno plitko priobalno more	sedimentirana	plitka
CW - M4	Sedimentno plitko priobalno more	sedimentirana	duboka

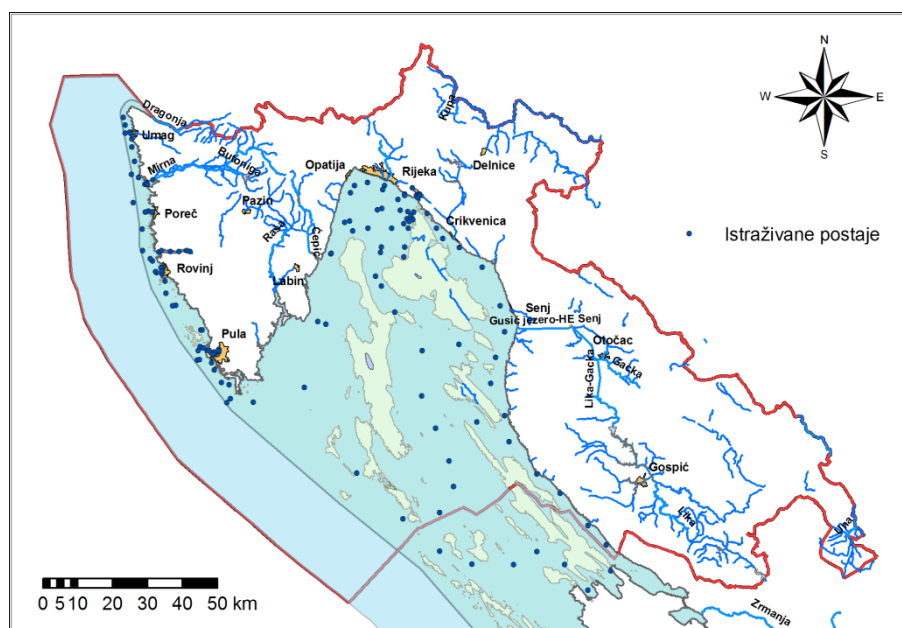
Kako biološko zoniranje strogo ovisi o supstratu i dubini, predložena tipizacija na nacionalnom nivou može biti dodatno podijeljena. Pažnja se mora posvetiti i širenju obalnih voda (vodna tijela) koje pripadaju jednoj od 4 tipa obalnih voda posebno kada se odabiru mjesta za interkalibraciju.

Prijelazne vode Sredozemnog mora i njihova tipizacija općenito su razvrstane u 3 kategorije: TW – M5 – riječna ušća, a TW – M6 i TW- M7 se odnose na lagune. Referentni uvjeti i klasifikacija nisu još napravljeni (Casazza, i sur., 2005).

3.2. Metoda određivanja tipova voda

Osnovu za izradu prijedloga tipova prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko-istarskih slivova, kao i za njihovu fizičko-kemijsku, biološku i geomorfološku karakterizaciju činili su rezultati dugogodišnjih programa istraživanja u projektnom području. Najviše podataka korišteno je iz nacionalnog monitoring programa Jadran (1998.-2007.).

Pored ovih izvora značajan broj podataka korišten je i iz brojnih drugih knjiga, znanstveno-istraživačkih projekata te stručnih elaborata koji su pojedinačno navedeni u popisu literature (Poglavlje 7.). Postaje s kojih su korišteni podaci za određivanje tipova voda prikazane su na **Slici 3.1.**



Slika 3.1. Postaje u području primorsko istarskih slivova koje su poslužile za određivanje tipova voda.

Uvažavajući hidrografske, kemijske i biološke specifičnosti prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko-istarskih slivova, kao i njihovu prostorno-vremensku promjenjivost, za tipizaciju obje vodne cjeline odabran je sustav B. Ovaj sustav kao obavezne čimbenike propisuje geografsku širinu i dužinu, raspon plime i oseke, te salinitet. Analizom utjecaja čimbenika na fizičko-kemijska, biološka i geomorfološka obilježja vodnih cjelina, te shodno preporukama **MedGIG (Mediterranean Geographical Intecalibration Group)** kao i iskustava pojedinih sredozemnih zemalja (Italija i Slovenija), odabrana su još 2 ključna izborna čimbenika čiji je utjecaj značajan. To su sastav supstrata i dubina. Odabir i raspon čimbenika kojima su određeni tipovi voda na Vodnom području primorsko-istarskih slivova dat je u **Tablici 3.3.**

Tablica 3.3. Čimbenici za određivanje tipova prijelaznih i priobalnih voda.

	Obilježja	
Sustav B - Alternativno određivanje značajki tipova	Prijelazne vode	Priobalne vode
Obvezni čimbenici	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet (raspon) Srednji godišnji salinitet < 0,5 – slatka voda 0,5 - < 5 – oligohalina voda 5 - < 18 – mezohalina voda 18 - < 30 – polihalina voda 30 - < 40 – euhalina voda	Geografska širina Geografska dužina Raspon plime i oseke Salinitet (raspon) Srednji godišnji salinitet < 35 – polihalina voda > 35 – euhalina voda
Izborni čimbenici	Sastav supstrata	Sastav supstrata Dubina 40 m

Salinitet kao osnovna mjera utjecaja slatkih voda je obavezni čimbenik pri određivanju tipova voda. Relativno uski priobalni pojas koji promatramo s izraženim kraškim zaledem gdje značajan dotok slatkih voda u more je difuznog karaktera, neredovit te neravnomjerno raspoređen ne ide u prilog određivanju tipova voda primjenom salinitetnih razreda. Stoga je granica polihalnog mora postavljena na 35 tako da bi se odvojile samo one vode koje su već značajno promijenjene i u njima se dešavaju bitno različiti procesi u odnosu na pretežno oligotrofnu more koje je pod povremenim utjecajem slatkih voda. Gdje se utjecaj pretežno pojavljuje samo kao promjena trofije ekosustava.

Sastav supstrata je važan čimbenik pri određivanju tipa vode. Upravo supstrat uvelike određuje zajednice koje su dominantne na dnu. Tako ako prevladava kamenito dno prvenstveno ćemo kao najvažniji biološki element kakvoće odabrati makrofitobentos. Za razliku kod krupnozrnatog sedimenta bentoski makroinvertebrati kao i morske cvijetnice (*Posidonia*) dominiraju pridnenim zajednicama pa će biti i prvi odabir. Na finom sedimentu uglavnom će se naći bentoski makroinvertebrati. Tip supstrata nam također ukazuje i na predominantne procese u vodenom stupcu. Fini materijal se uglavnom deponira u blazini ušća nekog estuarija kao u bazenima sa slabom izmjenom voda. Za razliku, krupni sediment nam ukazuje na smanjenu sedimentaciju kao i na bolju izmjenu voda. Granica pojedinih tipova voda prema supstratu određena je prema Shepard-ovom dijagramu modificiranom prema Folk-u (1954) kao što je prikazano na **Slici 3.2.** Za određivanje tipova voda obzirom na sastav supstrata uglavnom su korišteni podaci koje su sakupili Juračić i sur. (1999).

Dubina je također važan čimbenik. Na preporuku mediteranske grupe za interkalibraciju uzeta je dubina od 40 m. Ta dubina odgovara dubini do koje rastu morske cvijetnice a u našem slučaju dobro diskriminira plitka područja koja su pod utjecajem estuarija. Na **Slici 3.3.** prikazana je izolinijska dubine od

brojem je u tome što se time nakon usvajanja osnovnih pretpostavki o imenovanju lako može iz samog imena iščitati osnovne odlike tog tipa vode. Principi imenovanja tipova voda su detaljno objašnjeni na **Slici 3.4.**



Slika 3.4. Sustav imenovanja tipova voda.

Primjenom dosada navedenih pretpostavki na Vodnom području Primorski-istarskih slivova identificirani su slijedeći osnovni tipovi voda (**Tablica 3.3.**).

Tablica 3.3. Osnovni tipovi prijelaznih i priobalnih voda u Vodnom području Primorski-istarskih slivova.

Tip	Opis	Obvezni čimbenici	Izborni čimbenici
Prijelazne vode			
P3_2	Polihalini stratificirani estuarij krupnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Polihalino	Supstrat: krupnozrnat
P3_3	Polihalini stratificirani estuarij sitnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Polihalino	Supstrat: sitnozrnat
Priobalne vode			
O313	Polihalino plitko priobalno more sitnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Polihalino	Dubina: < 40 m Supstrat: sitnozrnat
O412	Euhalino plitko priobalno more krupnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Euhalino	Dubina: < 40 m Supstrat: krupnozrnat
O413	Euhalino plitko priobalno more sitnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Euhalino	Dubina: < 40 m Supstrat: sitnozrnat
O422	Euhalino priobalno more krupnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Euhalino	Dubina: > 40 m Supstrat: krupnozrnat
O423	Euhalino priobalno more sitnozrnatog sedimenta	λ: 13° 30' – 15° 18' E φ: 44° 20' – 45° 32' N R: mikroplimni S: Euhalino	Dubina: > 40 m Supstrat: sitnozrnat

GIS analizom navedenih tipova voda (**Tablica 3.4.**) utvrđeno je da prijelazne i priobalne vode na Vodnom području primorski-istarskih slivova pokrivaju površinu od 5013,7 km² a da od toga prijelazne vode čine samo 3,695 km² što odgovara samo 0,07 % ukupne površine.

Tablica 3.4. Površina pod prijelaznim i priobalnim vodama.

Tip vode	Površina, P/km ²
Prijelazne vode	3,695
Priobalne vode	5 010,003
Ukupno	5 013,698

Stranica namjerno ostavljena prazna.

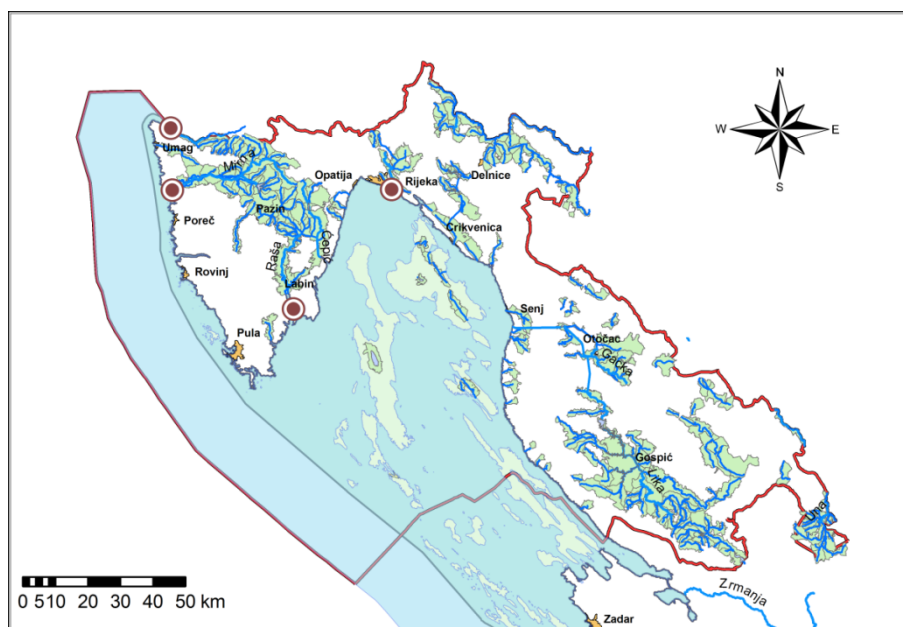
3.3. Prijelazne vode

Određivanje područja prijelaznih voda u Vodnom području primorsko-istarskih slivova provedeno je na osnovi definicije pojma prijelaznih voda prema članku 2. ODV-a koji određuje da termin «Prijelazne vode» označava cjeline kopnenih voda u blizini riječnih ušća koje su djelomično slane uslijed blizine priobalnih voda”.

Ovaj tip površinskih voda pojavljuje se između slatke i priobalne vode. Njegova granica sa slatkom vodom u gornjem dijelu vodenog toka definirana je pojavom saliniteta većeg od 0,5, a u području ušća poveznicom između suprotnih obala ušća, ili pojavom izraženog horizontalnog gradijenta saliniteta. U slučaju pojave izraženog horizontalnog gradijenta granica prijelaznih voda može se nalaziti i izvan ušća.



U Vodnom području primorsko-istarskih slivova određene su 4 područja prijelaznih voda, i to u ušćima Dragonje, Mirne, Raše i Rječine (Slika 3.5.). U ovoj analizi rijeke sa srednjim godišnjim protokom ispod $1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ kao što je Boljunčica koja utječe u Plominski zaljev nisu uzete u obzir. Zajednička karakteristika ovih voda je pojava izražene vertikalne raslojenosti vodenog stupca obzirom na salinitet, ali i na koncentracije hranjivih soli, udjela kisika, te na sastav planktonskih zajednica. Debljina gornjeg, slatkog sloja je promjenjiva i ovisi u prvom redu o protoku rijeke, karakteristikama riječnog korita, ali i o sinoptičkim situacijama. Pojava raslojenosti izazvana je relativno malom amplitudom morskih mijena čija energija nije dovoljna da bi generirala značajnije vertikalno miješanje vodenog stupca. Sve navedene prijelazne vode spadaju u «salt wedge» tip, a njihova područja prikazana su na **Slikama 3.6.-9.**



Slika 3.5. Prijelazne vode u Vodnom području primorsko-istarskih slivova.

GIS analizom prijelaznih tipova voda (**Tablica 3.5.**) utvrđeno je da su najrasprostranjenije prijelazne vode rijeke Raše ($1,530 \text{ km}^2$) a najmanje površine one rijeke Dragonje ($0,334 \text{ km}^2$). Granice prijelaznih voda su u grubo procijenjene više iz podataka za pripadajuće priobalno more nego neposrednim mjerenjem. Obzirom na veličinu i protok tih rijeka ($F < 13 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) jako je malo podataka za tu procjenu.

Za sada postoji nekoliko mjerenja u rijeci Mirni tijekom 1987. kada je za potrebe Lovačkog društva Novigrad ispitana mogućnost uzgoja riba u laguni Antenal koja pripada prijelaznim vodama rijeke Mirne (CIM, 1989). Nadalje, Juračić i sur. (1995) su tijekom 1992. godine prikupili sezonske podatke o dinamici sedimentacije rijeke Raše. Za druge rijeke ne postoji nikakav skup podataka te je za sada određivanje granica prijelaznih voda preliminarno.

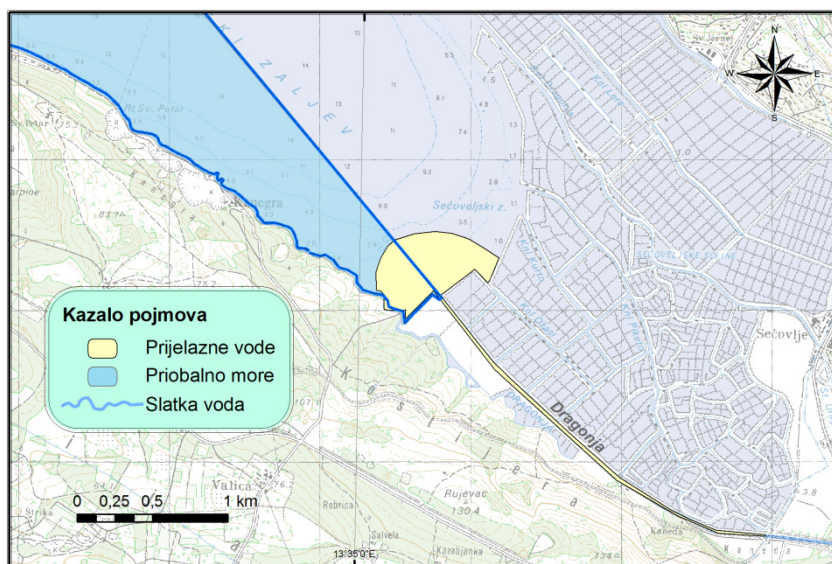
Tablica 3.5. Površina prijelaznih voda većih tekućica u Vodnom području primorsko-istarskih slivova te srednji godišnji protok za razdoblje 1961.-1990.

Rijeka	Površina, P/km^2	Protok*, $F_a/\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$
Dragonja	0,334	1,78
Mirna	1,049	9,40
Raša	1,530	5,30
Rječina	0,782	12,90
Ukupno	3,695	

* srednji godišnji protok izračunat za ušće

Ušće rijeke Dragonje

Rijeka je Dragonja duga 28 km sa slivnom površinom od 95,6 km². Srednji godišnji protok u gornjem je toku 0,289 m³ s⁻¹, a pri ušću 1,78 m³ s⁻¹. Nakon spajanja kraj Škrlina Dragonja teče po nešto široj dolini, od Kaštela nizvodno uz rub bujskoga krasa i zatim se umjetnim koritom na južnom rubu sečoveljskih solana ulijeva u Piranski zaljev. U Dragonju utječe 18 desnih i 13 lijevih pritoka. Dragonja ima pluvijalni (kišni) riječni režim sredozemne varijante. Ljeti često presuši, a pri većim kišama zimi vodostaj brzo naraste pa rijeka poplavljuje okolno područje. U donjem je toku ispod bujske ploče napaja više jakih i stalnih izvora. Najveće specifično otjecanje može biti i više od 60 puta veće od prosječnoga. Rijeka je duboko urezana u mekanu flišnu podlogu. Donji tok velika je naplavna ravnica s melioriranim poljoprivrednim površinama. Tu je Dragonja regulirana i preusmjerena u umjetno korito potoka Sv. Odorika, dok po nekadašnjem koritu u more teče desni pritok Drnica. Prijelazne vode rijeke Dragonje prikazane su na **Slici 3.6**.



Slika 3.5. Prijelazne vode rijeke Dragonje

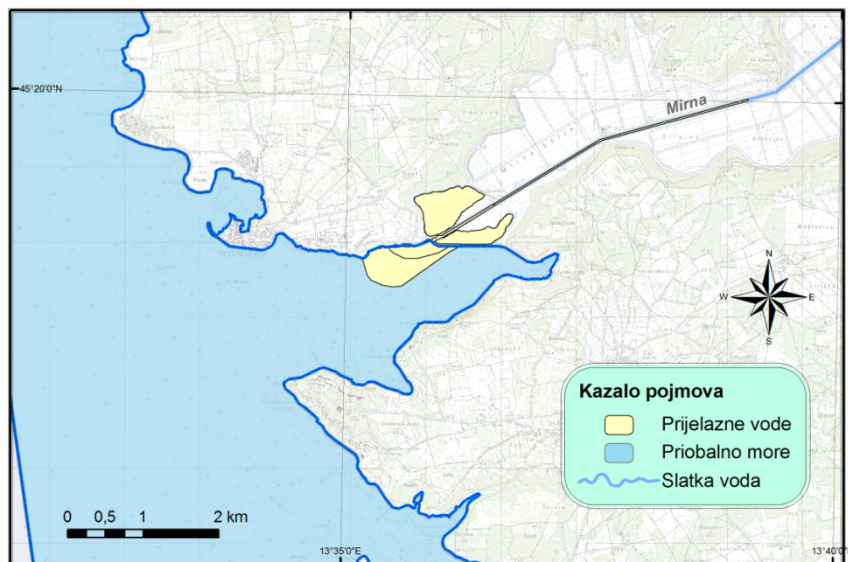
Ušće rijeke Mirne

Rijeka je Mirna duga 38,5 km sa slivnom površinom od 317 km². Srednji godišnji protok izračunat za ušće je 9,4 m³ s⁻¹. Rijeka Mirna je alogenog tipa te nosi znatne količine suspendiranog materijala koji nastaje kao posljedica intenzivnog trošenja fliških naslaga. Prijenos tog materijala naročito je izražen za kišnih perioda kada su koncentracije suspendiranog materijala u riječnoj vodi znatno veće nego u sušnom periodu. Stoga je karakterističan povremeni ili epizodni donos materijala. Važno je istaknuti daje i taj materijal pretežno sitnozrnat, te da ima značajan udjel minerala glina.



Najveći dio porječja izgrađen je od fliških naslaga, pa dolazi do njegova trošenja, spiranja i prijenosa do ušća. Donji dio riječne doline usječen je u istarsku karbonatnu zaravan. Znatan dio riječne doline koji je bio usječen u vapnence dublje od današnje morske razine (u pretholocenskom razdoblju dok je morska razina bila i do 120 m niže nego danas) je već ispunjen i zaravnjen aluvijalnim sedimentima, te dolazi do progradacije ušća prema moru. Debljina aluvijalnog nanosa do vapnenačke podloge u području ušća znatno prelazi 10 metara.

Ušće rijeke Mirne primjer je stratificiranog estuarija s klinom morske vode. Takva ušća efikasno zadržavaju terigeni riječni materijal jer se stvara pridnena protustruja morske vode koja čestice koje se talože iz površinskog bočatog sloja vraća prema rijeci. Budući da u ušću rijeke Mirne još postoji poluzatvoreno vodeno tijelo, ovo se ušće može svrstati u tip krškog estuarija s progradacijom estuarijske delte. U budućnosti će vjerojatno ušće rijeke Mirne postati delta jer će u potpunosti riječni materijal ispuniti dolinu i doći će do proširenja deltne ravnice prema moru, naravno uz pretpostavku da se morska razina bitnije ne mijenja. Prijelazne vode rijeke Mirne prikazane su na **Slici 3.7.**



Slika 3.7. Prijelazne vode rijeke Mirne

Ušće rijeke Raše

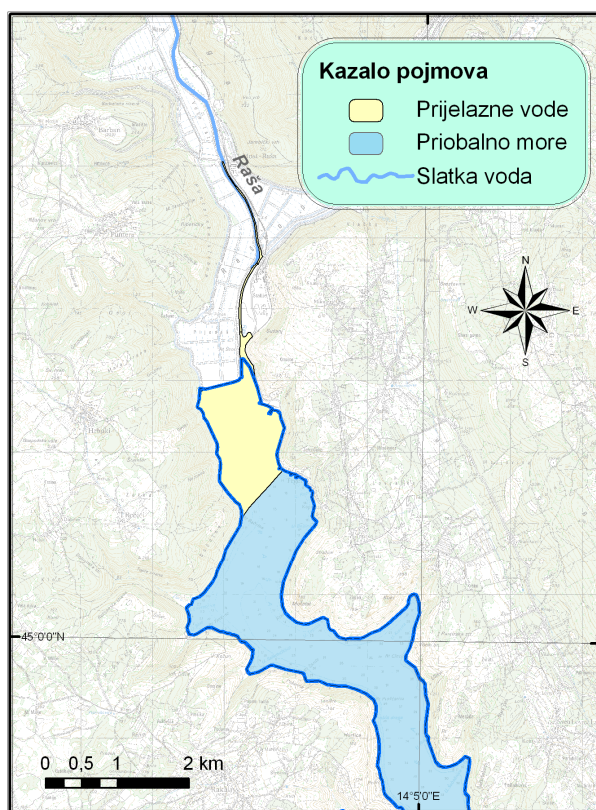
Rijeka je Raša duga 23 km sa slivnom površinom od 279 km². Srednji godišnji protok izračunat za ušće je 5,3 m³ s⁻¹. Rijeku Rašu karakterizira pronos pretežito sitnozrnatog materijala u suspenziji. Suspendirani sitnozrnati materijal nastaje kao posljedica intenzivnog trošenja fliških eocenskih naslaga u gornjem toku rijeke. Procijenjeno hidrogeološko drenažno područje iznosi oko 450 km². Manji dio nastaje spiranjem materijala s okolnih vapnenačkih uzvišenja. Sedimentacija u donjim dijelovima toka rijeke Raše je mala zbog povremene erozije sedimenata s dna korita.



Tek dolaskom riječnog toka u zaljev (more), naglo se smanjuje energija okoliša te tako nastaju uvjeti za sedimentaciju sitnozrnatog materijala. Pretežni dio sitnozrnatog materijala taloži se u ograničenoj zoni estuarijske delte i prodeltnom području. Područje estuarija izduženog je oblika i pruža se istim smjerom kao i sliv rijeke Raše. Najveći dio suspendiranog materijala prenesenog rijekom sedimentira

se u gornjim dijelovima estuarija dok je brzina sedimentacije u donjim dijelovima estuarija mala na što ukazuju i dubine mora (do 44 m) koje su slične dubinama u Kvarnerskom zaljevu. Gruba je procjena da se godišnje u ušću istaloži oko 80 000 tona terigenog materijala.

Na samom ušću Raše formirana je riječna terasa koja blago tone prema jugu. Sedimentacija je toliko intenzivna daje pokraj obale u Bršici zabilježeno opličavanje morskog dna za 4 do 5 metara u posljednjih 30 godina, odnosno oko 15 centimetara godišnje. Povećana koncentracija suspendiranog materijala uz desnu obalu posljedica je strujanja vode u estuariju. Uz desnu obalu je i nagib dna manji nego uz lijevu obalu. To pokazuje da su procesi flokulacije i sedimentacije intenzivniji uz desnu obalu što uzrokuje i njeno intenzivno "zatrpavanje". Prijelazne vode rijeke Raše prikazane su na **Slici 3.8**.



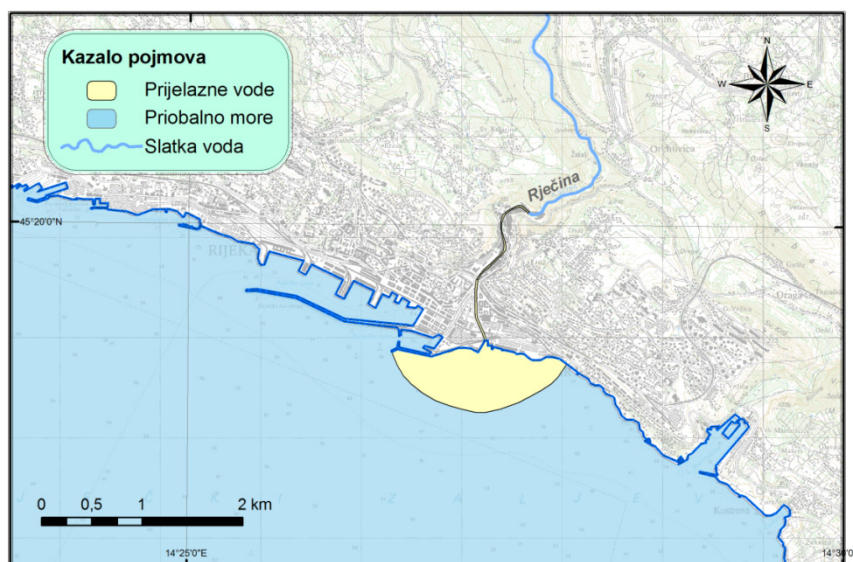
Slika 3.8. Prijelazne vode rijeke Raše.

Ušće rijeke Rječine

Rijeka je Rječina duga 19 km sa slivnom površinom od 246 km². Srednji godišnji protok izračunat za ušće je 12,9 m³ s⁻¹. Rječina je najizdašnija rijeka na Vodnom području primorsko-istarskih slivova Rječina je alogena krška rijeka koja samo u donjem toku ima duboko usječen kanjon kojim presijeca karbonatne naslage dinarskog pravca pružanja. Sedimenti koji se talože u ušću rijeke Rječine su uglavnom doneseni riječnim tokom iz zaleđa. Sudeći prema njihovom mineraloško-petrografskom sastavu vjerojatno većinom potječu iz fliša ili fluvioglacialnih naslaga. Manji dio sedimentnog tijela nastao je ispiranjem karbonatnog materijala s okolnih uzvišenja. Donos i taloženje materijala na ušću Rječine je intenzivno te je rječina stvorila deltno ušće. Područje ušća znatno je izmijenjeno djelatnošću čovjeka još od rimskog doba.

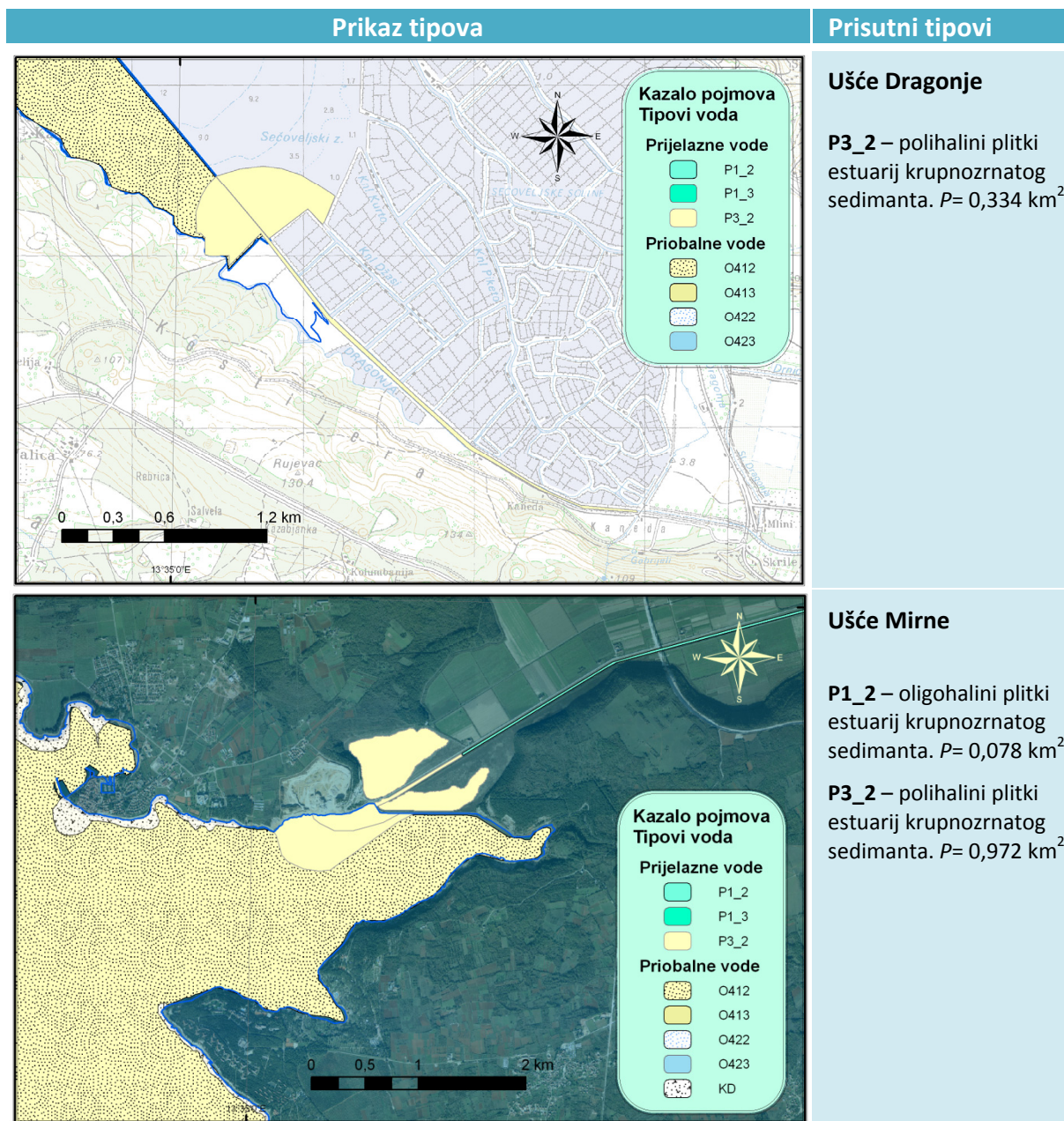


Na dnu kanjona Rječine prevladavaju šljunak i valutice. Proširenjem doline prema jugu, česte su horizontalne i vertikalne izmjene sitno i krupnozrnatih sedimenata. To ukazuje na promjenjive uvjete taloženja u vremenu i prostoru. U području današnje delte Rječine kao i na morskom dnu ispred ušća, taloženje se zbivalo u vodi malih brzina. Stoga se većinom susreću pjeskovito-prašinski sedimenti. Njihov raspored je uvjetovan položajem osnovnih lepeza koje su otkrivene unutar sedimentnog tijela, što ukazuje na deltnu sedimentaciju. Ispod površinske holocenske deltno lepeze ustanovljena je bušenjem i dublje smještena šljunkovita lepeza je vjerojatno pleistocenskog postanka. Zbog izloženosti djelovanju mora (uzajamno djelovanje morskih struja i valova), pjeskovite i prašinate frakcije, talože se oko ušća Rječine i dijelom su pretaložene uz obalu prema sjeverozapadu. Sitnozrnatije čestice praha i gline dispergiraju se u površinskom bočatom sloju u širem prodelnom području, te se nošene strujama i valovima, talože po cijelom akvatoriju Riječkog zaljeva. Prijelazne vode rijeke Dragonje prikazane su na **Slici 3.9**.

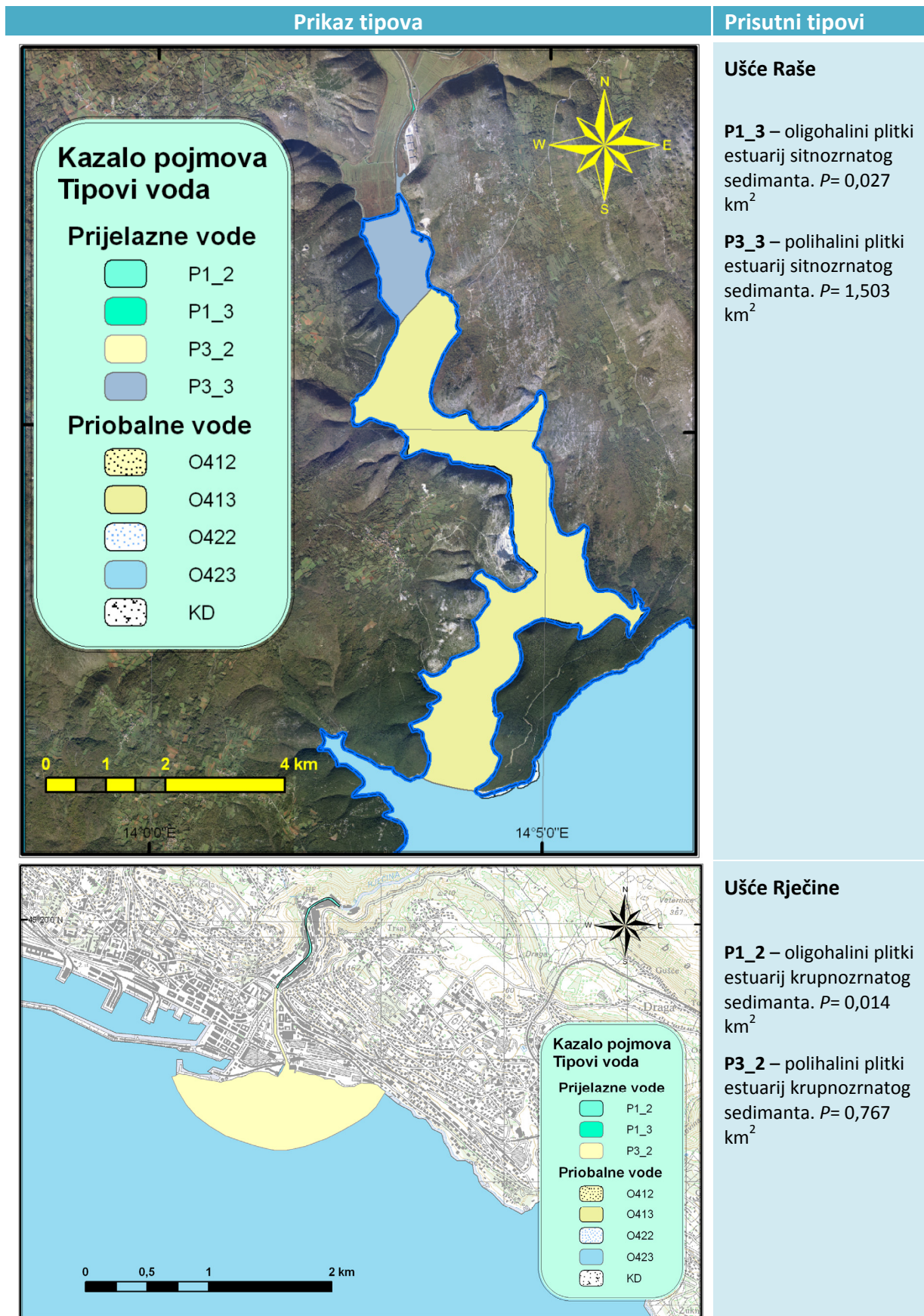


Slika 3.9. Prijelazne vode rijeke Rječine

Obzirom na pomanjkanje podataka za određivanja tipova prijelaznih voda a i jako malih površina pod prijelaznim vodama ($P=3,695 \text{ km}^2$) tentativno su određeni tipovi prijelaznih voda. Također valja uzeti u obzir i činjenicu da su to rijeke sa malim ($F_a < 12,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) i jako promjenjivim protokom, npr. raspon protoka Rječine je od $0,54\text{--}350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Nadalje, Dragonja i Raša povremeno znaju presušiti. Za rijeke sa takvim režimom nije uzeta potpuna skala raspodjele saliniteta nego su Polihalini (18-30) i mezohalini (5-18) tip vode udruženi u Polihalini koji za takav tip rijeka ide od 5-30. U Tablicama 3.6.-7. prikazani su tipovi voda za sva četiri ušća.



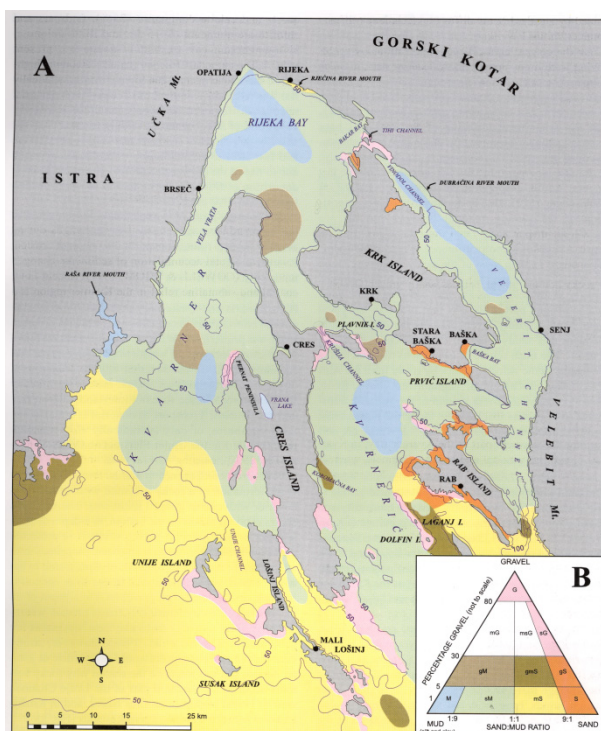
Tablica 3.6. Tipovi prijelaznih voda za ušća rijeka Dragonje i Mirne.



Tablica 3.7. Tipovi prijelaznih voda za ušća rijeka Raše i Rječine.

3.4. Priobalne vode

Priobalne vode na Vodnom području primorsko-istarskih slivova pokrivaju površinu od 5010 km² i čine više od 99,92 % akvatorija. Prema postavkama razrađenim u **Poglavlju 3.2** (Metoda određivanja tipova voda) osnovne čimbenici za određivanje tipova priobalnih voda su salinitet, sastav supstrata i dubina (> 40 m). Za određivanje tipova voda obzirom na sastav supstrata uglavnom su korišteni podaci koje su sakupili Juračić i sur. (1999). U tu svrhu poslužila je slika iz rada koja je digitalizirana i iz nje su dobivene granice pojedinih tipova sedimentata (**Slika 3.10.**).



Slika 3.10. Raspored sedimentata na području Kvarnera (Juračić i sur., 1999).

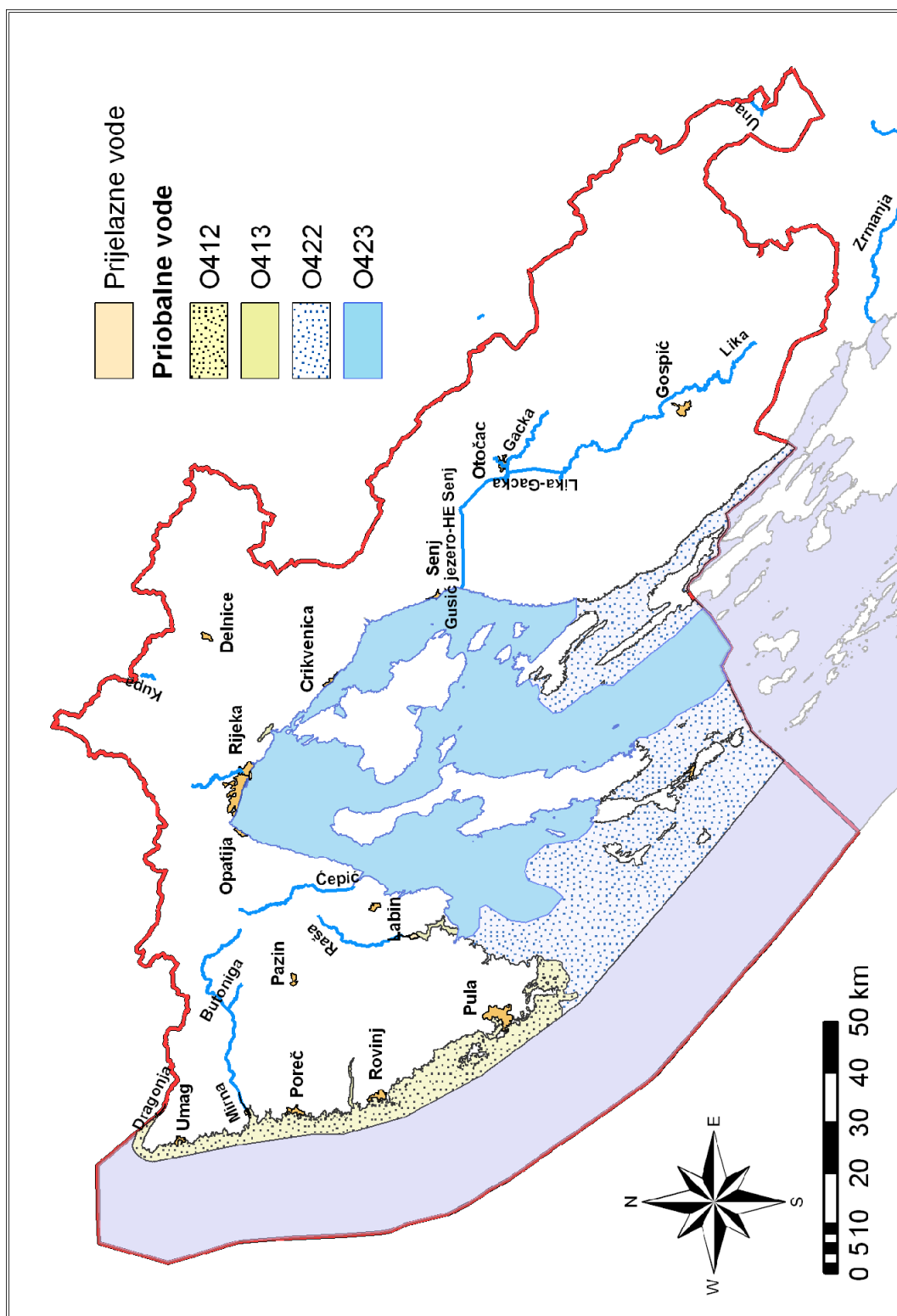
određivanje tih mjesta koristili smo de satelitskim snimkama (Landsat) a utjecaj slatke vode trasirali smo promjenama temperature mora obzirom da su te vode značajno hladnije od okolnog mora.

Tablica 3.8. Površina pojedinih tipova priobalnih voda na.

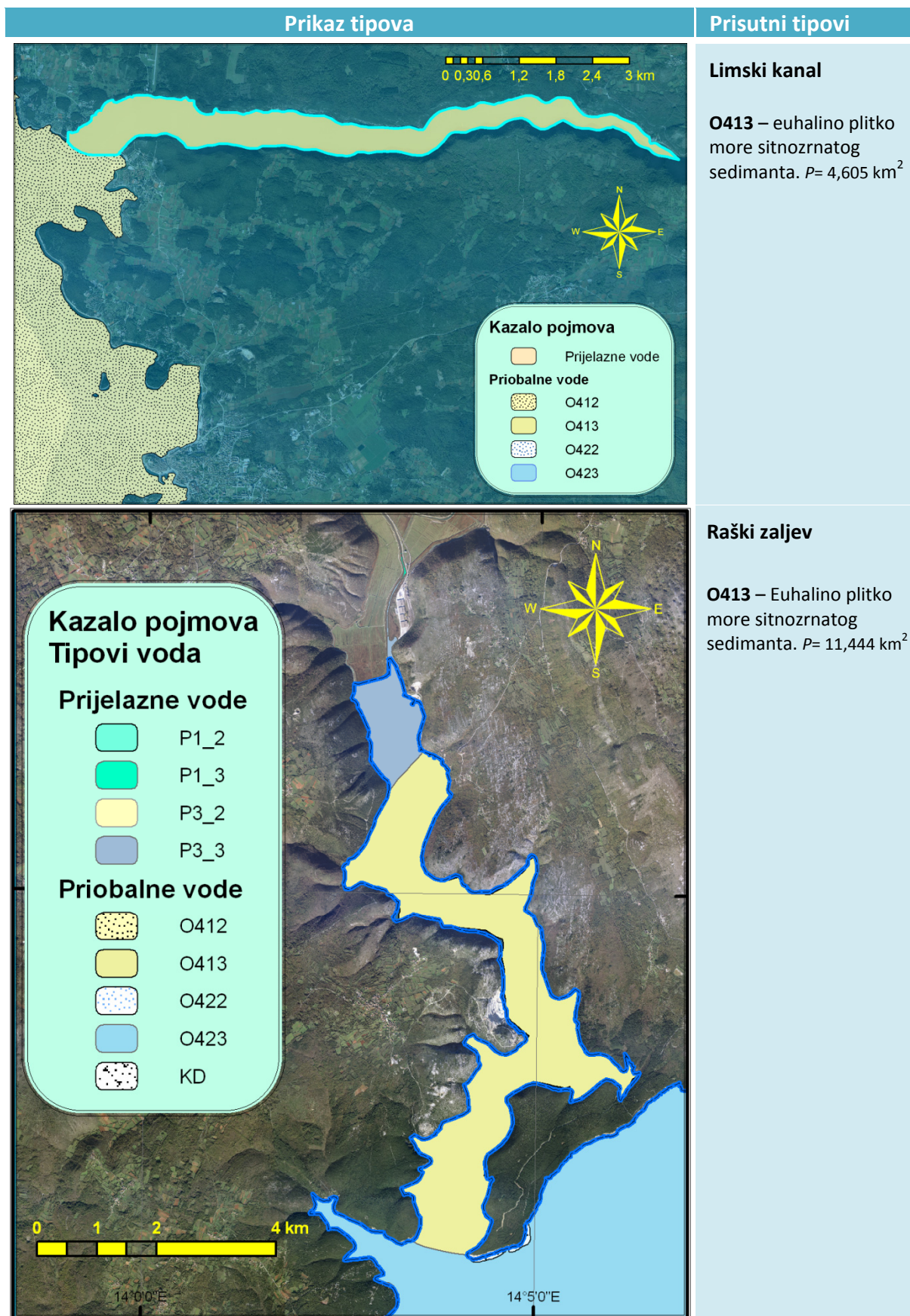
Tip priobalne vode	Površina, P/km ²	% površine
O412	486,230	9,7
O413	19,073	0,4
O422	1 769,200	35,3
O423	2 735,500	54,6
Ukupno	5 010,003	100,0

Primjenom GIS metoda dobiven je raspored pojedinih tipova voda i oni su prikazani na **slici 3.11.** Također su dobivene i površine koje pokrivaju pojedini tipovi voda (**Tablica 3.8.**). Najveću površinu zahvaća tip **O423** – euhalino more sitnozrnatog sedimenta (2 735,5 km²) što odgovara oko 54,6 % akvatorija. Najmanje je zastupljen tip **O413** – euhalino plitko more sitnozrnatog sedimenta s 0,4 %. Točne lokacije pojedinih manjih dijelova akvatorija kao što su Linski kanal, teRaški i Bakarski zaljev sa pripadajućim tipovima priobalnih voda prikazani su u **Tablicama 3.9. i 10.**

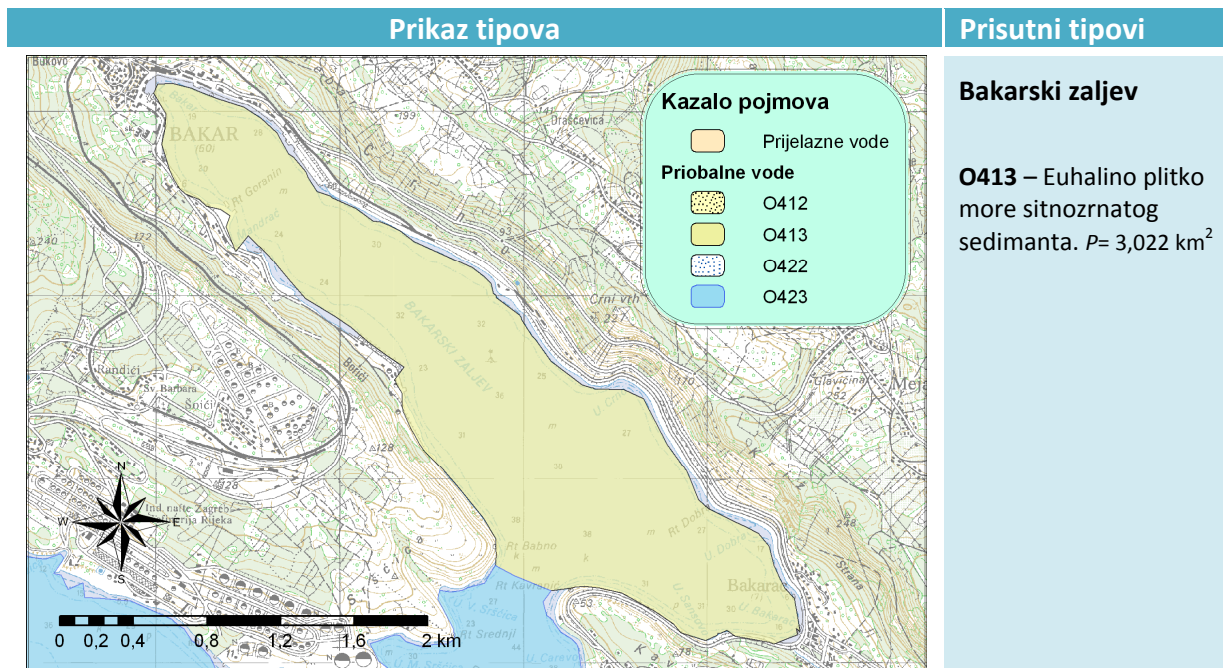
U priobalnom dijelu Riječkog zaljeva i Velebitskog kanala postoje potencijalna mjesta (**Slika 3.12.**) gdje bi se mogao odrediti tip **O31(2 ili 3)** odnosno polihalino plitko more. Mjesta odgovaraju izdašnim podpovršinskim izvorima slatke vode (vrulje) promjenjiva protoka. Takva područja za sada nisu sustavno istraživana barem sa biološkog stanovišta, te bi mogla predstavljati zanimljiva mjesta sa biološkog stanovišta. Za



Slika 3.11. Tipovi priobalnih voda na Vodnom području Primorsko-istarskih slivova.



Tablica 3.8. Tipovi priobalnih voda u Limskom kanalu i Raškom zaljevu.



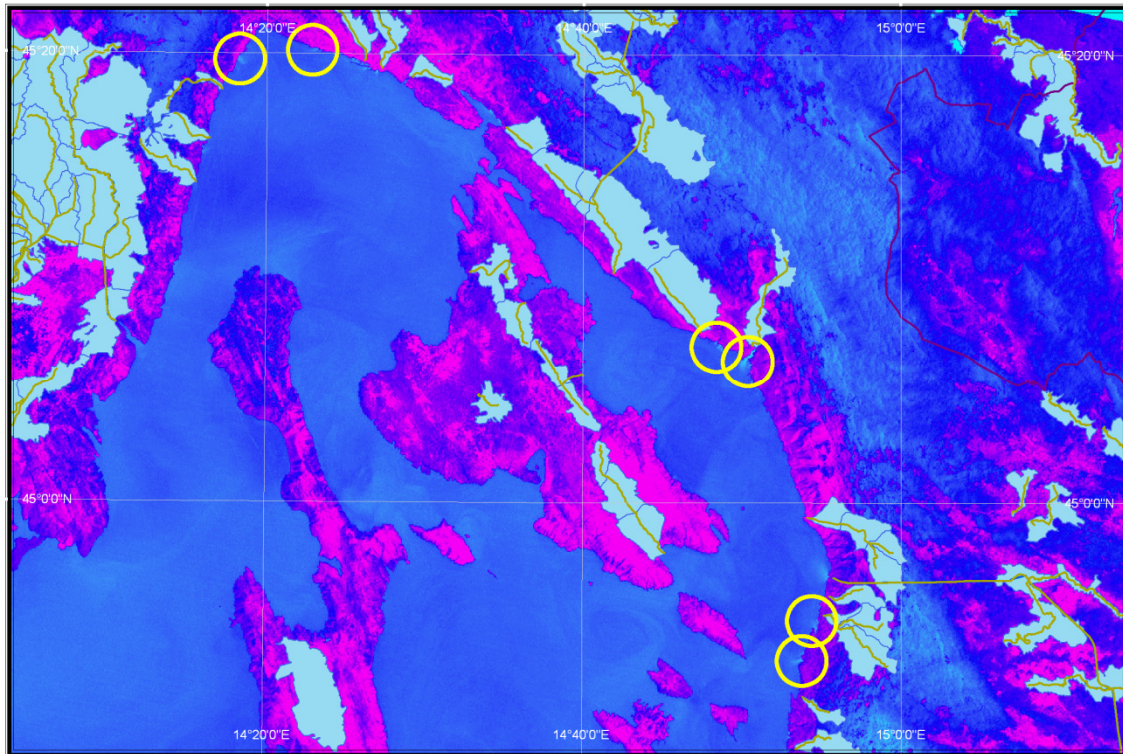
Tablica 3.7. Tipovi priobalnih voda u Bakarskom zaljevu.

Tip vode	O412	S > 35, z<40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino plitko more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Zapadna obala istre	
Geomorfologija	Na oko kilometar od obale u sjevernom i središnjem dijelu zapadne obale Istre dubina mora ne mijenja se značajno prema pučini, ali postaje sve veća idući prema jugu: od malo više od 20 m ispred Umaga do oko 40 m u pulskom području. Postoje mnogobrojni plićaci, a i podmorske depresije. Nekoliko depresija malih dimenzija nalaze se na 2-3 km od Umaga (oko 40 m) i u južnom dijelu rovinjskog otočja (60-70 m). Dvije depresije većih dimenzija, duge oko 5 km, nalaze se 5 km od Umaga (oko 45 m) i par km jugoistočno od rta Kamenjaka (do 50-80 m).	
Dinamika voda	U obalnom području zapadne Istre strujanje se pretežno odvija približno paralelno s obalom, prema sjeveru ili jugu ovisno o plimnim kolebanjima. U većem dijelu godine, osim dominantnog strujanja morskih mijena, u strujnom polju postoji značajno rezidualno strujanje, uglavnom geostrofično, tj. uzrokovano razlikama u gustoći vodenih masa na području cijelog Jadrana. Njegov je smjer pretežno sjeverni, ali povremeno, posebno ljeti, može poprimiti i južni smjer (istarska obalna protustruja) Takvo je strujanje bitno za obnavljanje vode, ali se znatno smanjuje bliže obali (manje od par kilometara) ili je praktički odsutno u poluzatvorenim uvalama (na što ukazuju mjerenja na području gradskih luka Umaga, Poreča, Rovinja i Pule, u uvali Lokvina, u Tarskoj vali, u uvalama Červar, Pical i Molindrio, u Limskom kanalu, te u uvalama Cuv i Veruda), odnosno u područjima omeđenim otocima (npr. Rovinjska i Brijunska otočja-Fažanski kanal). U tim područjima, osim toga, znatno su više zastupljeni smjerovi struje prema obali, posebno ljeti. To ukazuje na stvaranje vrtložnog strujanja, uz znatno ograničavanje izmjene vode tijekom ljeta. Prevladavajući vjetrovi (bura i jugo) u pravilu pomažu obnavljanju vode također u poluzatvorenim uvalama.	
Temperatura i salinitet $t_R = 7,93-26,98 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m = 18,34 \text{ }^\circ\text{C}$ $S_R = 31,22-38,61$ $S_m = 37,64$ - podaci su za razdoblje (1972.-2007.)	Prosječni zimski minimum temperature na postaji oko 2 km od Rovinja, za koju jedino postoji dugogodišnji niz podataka (od 1921. godine s prekidima), iznosi oko 9 °C za cijeli vodeni stupac na prijelazu iz veljače u ožujak. Najniža vrijednost (oko 6 °C) izmjerena je 1929. godine. Maksimum temperature iznosi u prosjeku 24 °C na površini u kolovozu, odnosno 18 °C pri dnu u listopadu. U novije vrijeme opaža se tendencija povišenja ljetne površinske temperature. Ove vrijednosti mogu se smatrati reprezentativne za onaj dio obalnog područja zapadne Istre (Rovinj, Poreč, Umag), koje je pliće i više pod utjecajem voda sniženog saliniteta koje se stvaraju u području delte rijeke Po. Ove vode se naime zimi brže hlade, jer su duže u kontaktu sa znatno hladnijom atmosferom. U razdoblju od sredine jeseni do početka proljeća vodeni je stupac dobro izmiješan praktički u cijelom području. Tijekom većeg dijela godine voda obalnog mora zapadne Istre ima salinitet oko 38, tj. podrijetlom je iz središnjeg Jadrana. Krajem proljeća i ljeti, prevladava transverzalno strujanje površinskog sloja od područja delte rijeke Po prema Istri, čiji je salinitet znatno snižen dotokom slatke vode. Ovisno o protoku ove i drugih rijeka sjevernojadranskih slivova, salinitet obalnog mora zapadne Istre u tom razdoblju iznosi najčešće između 34 i 37, ali iznimno i znatno niže (npr., 27 1941., 30 1977.). Utjecaj lokalnih izvora duž zapadne obale Istre jako je ograničen. U proljeće počinje proces raslojavanja vodenog stupca uslijed zagrijavanja površinskog sloja i kombiniranim utjecajem dotoka slatkih voda, s maksimumom u kolovozu. Zatim se gubitkom topline razlike gustoće u vodenom stupcu postepeno smanjuju do njegove potpune destabilizacije u studenom. Ovaj proces značajno je potpomognut djelovanjem vjetrova, prvenstveno bure. Ovo je djelovanje također važno u proljeće i ljeti, iako u znatno manjoj mjeri nego u jesen.	

Tip vode	O413	S > 35, z<40 m, sitnozrnati sediment
Opis	Euhalino plitko more sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Limski Kanal, Raški zaljev i Bakarski zaljev	
Geomorfologija	<p>Limski kanal je zaljev na zapadnoj obali Istre između Vrsara i Rovinja. Nastao je kao estuarij (potopljeno riječno ušće) rijeke Pazinčice koja danas ponire u Pazinskoj jami kod Pazina, a u prošlosti se je ulijevala u more u Limskom kanalu. U njezino staro korito je prodrlo more te je tako nastao današnji zaljev. Sam zaljev je nešto duži od 10 km i na najširem dijelu širok oko 600 m. Sa obe strane uzdižu se prilično strma brda, ponegdje i do visine od 100 m. Najveća dubina zaljeva je na ulazu i iznosi 33 m, dok je unutarnji dio znatno plići.</p> <p>Raški zaljev je dug 12 i širok najviše 2,3 km (prosjeak 1 km). Dubina mu je od 46 m na ulazu do 5 m kod mjesta Bršica. Sjeverno se nastavlja pličina do 3 m. Obale su mu vrlo strme, građene uglavnom od vapnenca. U dnu zaljeva utječe rijeka Raša, koja donosi velike količine materijala koji se vremenom taloži i zatrpava zaljev.</p> <p>Bakarski zaljev je najveći zaljev Hrvatskog primorja. Duljine 4,5 km (u smjeru SZ-JI) i širine 1 km. Bakarski zaljev zapravo predstavlja potopljeni dio unutrašnje flišne udoline gdje su snažni izvori i potoci kroz geološku prošlost erodirali flišne naslage, a kroz vapnenca usjekli dubok tjesnac - Bakarska vrata. Obale zaljeva su strme a na SI obali nalaze se mnogi izvori slatke vode, te vrulje u moru.</p>	
Dinamika voda	<p>Dinamika vodenih masa tih triju zaljeva je kompleksna i slabo istražena. Iz malo podataka koji postoje može se iščitati da u tim bazenima postoji dvoslojno gibanje. Područja su pod povremenim značajnijim donosom slatkih voda koje redovito iz zaljeva istječu u površinskom sloju i tada se javlja kompenzacijska struja u podpovršinskom sloju suprotnog smjera. Podpovršinsko strujanje je kompleksno i vjerojatno različito uz suprotne obale i značajno ovisi o dinamici voda većih bazena s kojim ta područja graniče. Prevladavajući vjetrovi (bura i jugo) u pravilu pomažu obnavljanju voda obzirom da nastaju znatne oscilacije mora (seše, npr. u Limskom kanalu i, vjerojatno, u Raškom zaljevu), ali povremeno i kratkotrajno. Nešto duži niz podataka za Bakarski zaljev omogućio je da se procjeni njegovo vrijeme izmjene i ono u prosjeku iznosi oko četiri dana, ali može varirati i do 20 puta, između 1,4 i 30 dana.</p>	
Temperatura i salinitet		
Limski kanal		
$t_R = 8,52-27,10 \text{ }^\circ\text{C}$		
$t_m = 18,55 \text{ }^\circ\text{C}$		
$s_R = 30,64-38,01$		
$s_m = 36,16$		
- podaci su za razdoblje (1971.-2007.)		
Raški zaljev		
Nema podataka		
Bakarski zaljev		
$t_R = 8,89-26,08 \text{ }^\circ\text{C}$		
$t_m = 16,35 \text{ }^\circ\text{C}$		
$s_R = 10,65-37,06$		
$s_m = 30,68$		
- podaci su za razdoblje (1976.-2007.)		

Tip vode	O422	S > 35, z>40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Kvarner, Podvelebitski kanal	
Geomorfologija	<p>Kvarner se pruža između Istre i Cresa, na sjeveru je omeđen Velim Vratima, a na jugu crtom od rta Kamenjaka do otoka Premude. Kvarnerski je prostor potopljeni dio niskog dinarskog krša i dubina iznosi prosječno oko 50-60 m.</p> <p>Podvelebitski kanal je morski prolaz između Velebita i otočnog niza Krk-Prvić-Goli-Rab-Pag-sjeveroistočna obala Ravnih kotara, a na sjeverozapadu se neprimjetno spaja s Vinodolskim kanalom. Dubina se povećava prema jugoistoku od 60 na 100 m.</p>	
Dinamika voda	<p>Rezidualno strujanje u Kvarneru nastaje u sustavu šireg područja, koje se tijekom većeg dijela godine odvija u smjeru suprotnom od kazaljke na satu (ciklonalno). Naime voda iz srednjeg Jadrana ulazi u Kvarnerić, prolazi kroz Riječki zaljev i izlazi iz Kvarnera i to u cijelom vodenom stupcu kroz veći dio godine. U razdoblju od lipnja do kolovoza, strujanje je znatno slabije i može mijenjati smjer u površinskom sloju.</p>	
Temperatura i salinitet $t_R = 9,08-26,37 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m = 20,52 \text{ }^\circ\text{C}$ $s_R = 33,66-38,62$ $s_m = 37,88$	<p>Temperaturni zimski minimum i ljetni maksimum, kao i struktura raslojenog vodenog stupca, slični su kao u Riječkom zaljevu, budući da su i kanali pod direktnim djelovanjem bure. Voda iz niza vrulja, smještenih duž obale na kopnu, posebno južno od Novog, te na otocima (Krk, Rab), može povremeno, ali nepredvidljivo znatno utjecati na površinski sloj mora pojedinih dijelova kanala, tj. u većoj mjeri nego u Kvarneru i Kvarneriću, ali u manjoj nego u Riječkom zaljevu. Ljeti je površinski salinitet uglavnom veći od 36, odnosno i od 37.5 prilikom iznimne suše. U drugim sezonama vrijednosti mogu znatno varirati (između 35 i 38), a na pojedinim lokacijama utjecaj slatkih voda može povremeno biti iznimno jak (salinitet snižen i na 26 ili 30). To je, na primjer, uočeno u Vinodolskom kanalu, kod Jablanca i kod Lukova.</p>	

Tip vode	O423	S > 35, z>40 m, sitnozrnati sediment
Opis	Euhalino more sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Riječki zaljev, Kvarnerić	
Geomorfologija	<p>Riječki zaljev (450 km², 27 km³) nalazi se između obale Istre, Vinodola, otoka Krka i Cresa, a njegova se južna međa pruža crtom od rta Šip kod Brseča do rta Jablanac na sjevernom dijelu Cresa, obalom otoka Cresa preko rta Grota do rta Glavotok na Krku, obalom Krka preko rta Šilo i zapadnog rta otoka Sv. Marko do rta Oštro kod Kraljevice. Kroz Vela Vrata spojen je sa Kvarnerom, kroz Srednja Vrata s Kvarnerićem, a kroz Tihi kanal s Vinodolskim kanalom. Kopneni je okvir Riječkog zaljeva strmiji na zapadu nego na istoku. Uz zapadnu obalu dubine dosežu oko 60 m već na 1-1,5 km od kopna. Ta je dubina karakteristična za najveći dio Riječkog zaljeva, čije dno ima uglavnom izgled zaravni pokrivene naplavnim slojem mulja, koja se, međutim u istočnom dijelu postepeno izdiže.</p> <p>Kvarnerić predstavlja dio Kvarnera između otočnog niza Cres-Lošinj na zapadu i otočnog niza Krk-Rab-Pag na istoku. Na sjeveru ga Srednja Vrata spajaju s Riječkim zaljevom, dok je na jugu otvoren prolazima između Premude, Silbe i Oliba, te Škrde i Paga. Dubina u Kvarneriću iznosi oko 60-80 m i ima mnogo podmorskih depresija a neko od njih dosežu i preko 100 m (114 m kod otoka Laganj).</p>	
Dinamika voda	<p>U većem dijelu godine, osim plimnih oscilacija u strujnom polju, u području Riječkog zaljeva postoji značajno rezidualno strujanje, koje je bitno za obnavljanje njegove vodene mase. To je strujanje u smjeru suprotnom od kazaljke na satu (ciklonalno), tj. oligotrofna voda iz srednjeg Jadrana ulazi u Kvarnerić, prolazi kroz Riječki zaljev i izlazi iz Kvarnera i to u cijelom vodenom stupcu kroz veći dio godine. U razdoblju od lipnja do kolovoza, međutim, strujanje je znatno slabije i može mijenjati smjer. Vrijeme izmjene Riječkog zaljeva, računato iz mjerenja struje u moru u Velim i Srednjim Vratima varira između jednog do dva tjedna zimi i oko tri puta dužeg iznosa ljeti, uz maksimum od deset tjedana tijekom prijelaznih razdoblja između ovih sezona. Podaci o brzini struja ukazuju da ove procjene vrijede za najveći dio zaljeva, osim za sjeverozapadni dio. U ovom je djelu izmjena vode sigurno duža, ali nema podataka za kvantitativnu procjenu.</p>	
Temperatura i salinitet $t_R = 9,12-27,35 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m = 19,60 \text{ }^\circ\text{C}$ $S_R = 33,37-38,47$ $S_m = 37,28$	<p>Temperatura mora je značajno niža u Riječkom zaljevu nego u srednjem Jadranu, zbog djelovanja prodora hladnog zraka. U prosjeku je najniža u ožujku u cijelom vodenom stupcu (oko 11 °C) a najviša na površini u kolovozu (oko 23 °C). U ovom je mjesecu voda pri dnu još uvijek hladna (oko 13 °C), a tek se u jesen miješanjem u vodenom stupcu, ali usporedo s hlađenjem mora, postigne 15 °C.</p> <p>Voda je u najvećem dijelu vodenog stupca podrijetlom iz srednjeg Jadrana, dobro prozračena, vrlo prozirna (15-35 m, najčešće oko 20 m), te obilježena salinitetom od barem. Ova se voda na površini miješa sa slatkom vodom iz lokalnih izvora, koji se nalaze u sjevernom dijelu zaljeva: vrulje uz Opatijsku rivijeru, te Rječina i u znatnoj manjoj mjeri otpadne vode. Utjecaj slatke vode na površinski salinitet jako je promjenljiv, ovisno o padalinama, koje su u pravilu obilnije u proljeće i jesen, ali je značajan u cijelom zaljevu, iako s bitno različitim intenzitetom. U sjevernom priobalnom pojasu salinitet je između 35 i 38 (ali može pasti i na oko 30). U središnjim i južnim dijelovima vrijednosti su uglavnom više od 37, ali moguće su i niže (35-36).</p> <p>Proces termalnog raslojavanja popraćen je promjenjivim donosom slatke vode tako da se u većem dijelu vodenog stupca stvara niz slojeva različitog saliniteta i temperature. Ova je struktura manje stabilna nego u otvorenom Jadranu, uključujući i obalno područje zapadne Istre, gdje se u pravilu uspostavljaju miješani slojevi izrazito različite gustoće između kojih je izmjena tvari svedena na minimum i ovisna prvenstveno o difuziji.</p> <p>Zimi je salinitet jedini uzrok raslojavanja, koje zahvaća gornji dio vodenog stupca, dok preostali, veći dio je izmiješan. Tada je raslojavanje u većem dijelu zaljeva minimalno ili nepostojeće, ali u sjevernom obalnom pojasu razlika u gustoći može poprimiti slične vrijednosti kao u proljeće.</p>	



Slika 3.12. Potencijalna mjesta gdje bi se mogao odrediti tip **O31(2 ili 3)** odnosno polihalino plitko more. Mjesta odgovaraju izdašnim podpovršinskim izvorima slatke vode (vrulje) promjenjiva protoka. Landsat snimak (ljetno 2004.).

Stranica namjerno ostavljena prazna.

4.0. Referentni uvjeti prijelaznih i priobalnih voda na Vodnom području primorsko-istarskih slivova

4.1. Uvod

Referentni uvjeti su opis postojećih bioloških elemenata kakvoće ili onih koji bi trebali biti prisutni u uvjetima visokog ekološkog stanja koda nema antropogenog utjecaj ili je on vrlo malen. Kod definiranja bioloških referentnih uvjeta treba također razraditi i kriterije za definiranje fizičko-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće u uvjetima visokog ekološkog stanja.



Način određivanja referentnih uvjeta za sve tipove površinskih voda propisano je u Dodatku II., 1.3. ODV-a:

1.3. Određivanje referentnih uvjeta za tipove površinskih voda

- (i) Za svaki tip površinskih voda okarakteriziran u skladnosti s dijelom 1.1. treba odrediti specifične hidromorfološke i fizičko-kemijske uvjete koji predstavljaju vrijednosti hidromorfoloških i fizičko-kemijskih elemenata kakvoće navedenih u dijelu 1.1. Dodatka V za dotičnu površinsku vodu visokog ekološkog statusa, kao što je određeno u odgovarajućoj tablici u dijelu 1.2. Dodatka V. Treba odrediti i biološke referentne uvjete koji predstavljaju vrijednosti elemenata biološke kakvoće, navedene u dijelu 1.1. Dodatka V za taj tip površinskih voda visokog ekološkog statusa, kako je određeno u odgovarajućoj tablici u dijelu 1.2. Dodatka V.
- (ii) U primjeni ovog postupka na jako promijenjene ili umjetne površinske vode reference na visok ekološki status određuju se kao reference na maksimalni ekološki potencijal prikazan u tablici 1.2.5. Dodatka V. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala za određenu vodnu cjelinu podložne su reviziji svakih 6 godina.
- (iii) Uvjeti za svrhe pod (i) i (ii) i biološki referentni uvjeti mogu biti prostorno utemeljeni ili utemeljeni na modeliranju, ili izvedeni kombiniranjem obiju metoda. Gdje nije moguće koristiti ove metode, zemlje članice mogu se za određivanje ovih uvjeta poslužiti stručnim mišljenjem. Pri određivanju visokog ekološkog statusa s obzirom na koncentracije specifičnih sintetskih zagađivala, granice detekcije su one koje se mogu postići sukladno raspoloživim tehnikama u vrijeme kad se uvjeti određuju.
- (iv) Za prostorno utemeljene biološke referentne uvjete zemlje članice razradit će referentnu mrežu za svaki tip površinskih voda. Mreža mora sadržavati dovoljan broj lokaliteta visokog statusa kako bi osigurala dostatan stupanj povjerenja u referentne uvjete, uz raznolikost vrijednosti elemenata kakvoće koji odgovaraju visokom ekološkom statusu za taj tip površinske vode i tehnike modeliranja koje se primjenjuju prema točki (v).
- (v) Biološki referentni uvjeti utemeljeni na modeliranju mogu se izvesti bilo primjenom prognostičkih metoda, bilo metodama naknadne analize. Te metode trebaju iskoristiti sve raspoložive povijesne, paleološke i ostale podatke i omogućiti dovoljan stupanj povjerenja u vrijednosti referentnih uvjeta, kako bi se osiguralo da izvedeni uvjeti budu konzistentni i da vrijede za svaki tip površinskih voda.
- (vi) Ako nije moguće odrediti specifične referentne uvjete za neki element kakvoće tipa površinskih voda zbog visoke prirodne varijabilnosti tog elementa, ne samo zbog sezonskih varijacija, tada se taj element može isključiti iz procjene ekološkog stanja tog tipa površinskih voda. U takvim okolnostima zemlje članice moraju navesti razlog tog isključivanja u planu upravljanja riječnim slivom.

Referentni uvjeti trebaju opisati raspon stanja i vrijednosti za pojedini biološki element unutar vremenske i prostorne domene pojedinog tipa vode. Referentni uvjeti trebaju biti određeni tako da omoguće razlikovanje između vrlo malenih, malenih i umjerenih poremećaja antropogenog porijekla. Ujedno definicija vrlo malenog antropogenog poremećaja mora biti na statistički relevantnoj razini.

Na posljepku ne smije se zaboraviti da opis bioloških referentnih uvjeta mora dozvoliti usporedbu rezultata sustavnog praćenja (monitoringa) sa referentnim uvjetima da bi izračunali omjer ekološke kakvoće (EQR) koji nam služi za klasifikaciju pojedinog biološkog elementa kakvoće.

Obzirom da referentne vrijednosti moraju sadržavati prirodnu promjenjivost njihov opis bi trebao bi se temeljiti na rasponima vrijednosti. U ovom pristupu uz prosječno „ponašanje“ koje ćemo opisati medijanama vrijednosti na referentnim postajama biti će, barem za fizičko-kemijske čimbenike, iskazani i rasponi vrijednosti. Za biološke elemente kakvoće za koje su metodologije detaljno opisane u poglavlju 2.2.4. obzirom da su korišteni multiparametrijski indeksi to će se učini gdje god je moguće. Nadalje, obzirom da tipizacija nije jedinstvena za sve biološke elemente kakvoće referentni će uvjeti biti iskazani po pojedinom elementu. Fizičko-kemijska svojstva biti će opisana zajedno sa fitoplanktonom obzirom da je za sada usvojena samo biomasa (koncentracija klorofila *a*) kao biološki element kakvoće.

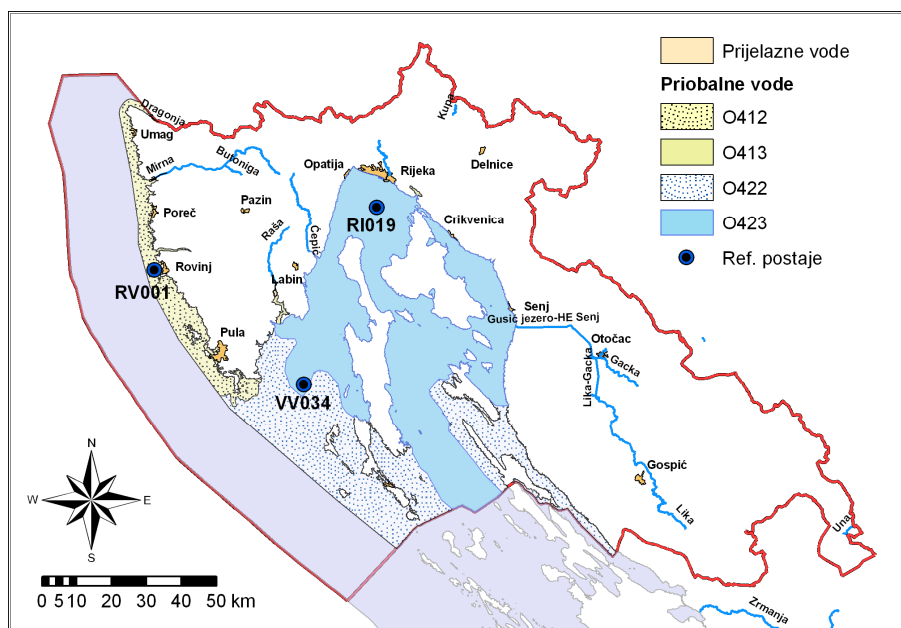
Također, treba napomenuti da obzirom na površinu koju pokrivaju te na zato i oskudnom setu podataka za prijelazne vode nismo bili u mogućnosti opisati referentne uvjete. U tom pogledu ako ekstrapoliramo na najbližu lokaciju u priobalnim vodama ekološko stanje tih voda bi trebalo biti vrlo dobro ili je antropogeni utjecaj za sada vrlo malen. Izuzetak su:

- makrozoobentos za koji postoji set mjerenja u prijelaznim vodama rijeke Mirne (mjerilo se samo tijekom 1987. godine) te kao takav može kao početni referentni uvjet za sva četiri estuarija na Vodnom području primorsko-istarskih slivova, i
- ihtiofauna koja je mjerena samo na ušću rijeke Mirne, te također može poslužiti kao referentni uvjet za sve prijelazne vode.

4.2. Tip-specifični referentni uvjeti

4.2.1. Referentni uvjeti na temelju fitoplanktona i osnovnih fizičko-kemijskih parametra

Referentne postaje za biološki element kakvoće fitoplankton te za parametre podrške odabrane su na temelju ekspertnog mišljenja i dostupnosti podataka. Većina područja unutar nekog tipa voda na Vodnom području primorsko-istarskog sliva može poslužiti kao referentno mjesto jer su vrijednosti fitoplanktonske biomase kao i parametara podrške u njima karakteristične za oligotrofna neopterećena mora. Njihov odabir je učinjen davno kad se odlučilo mjeriti na tim postajama upravo zato što dobro mogu opisivati pripadajuća im područja. Te postaje se mogu koristiti kao referentne i za neke susjedne tipove voda, barem što se tiče fitoplanktona, obzirom da je određivanje tipova voda nadilazilo kompleksnost samo jednog biološkog elementa kakvoće. To je učinjeno za tipove manje površine a dovoljno blizu tim postajama, što se prvenstveno odnosi na tip vode **O413** i područja Linskog kanala, Raškog i bakarskog zaljeva. Referentne postaje za fizičko-kemijske parametre i fitoplankton na Vodnom području primorsko-istarskog sliva prikazane su na **slici 4.1**. Referentni uvjeti za svaki tip voda su detaljno opisani u nastavku.



Slika 4.1. Referentne postaje za fizičko-kemijske parametre i fitoplankton na Vodnom području primorsko-istarskog sliva.

Tip vode	O412	S > 35, z < 40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino plitko more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Zapadna obala Istre	
Geomorfologija	Na oko kilometar od obale u sjevernom i središnjem dijelu zapadne obale Istre dubina mora ne mijenja se značajno prema pučini, ali se povećava idući prema jugu: od 20 m ispred Umaga do oko 40 m u pulskom području. Postoje mnogobrojni plićaci, a i podmorske depresije. Nekoliko depresija malih dimenzija nalaze se na 2-3 km od Umaga (oko 40 m) i u južnom dijelu rovinjskog otočja (60-70 m).	
Dinamika voda	U obalnom području zapadne Istre strujanje se pretežno odvija približno paralelno s obalom, prema sjeveru ili jugu ovisno o plimnim kolebanjima. U većem dijelu godine, osim dominantnog strujanja morskih mijena, u strujnom polju postoji značajno rezidualno strujanje, uglavnom geostrofično, tj. uzrokovano razlikama u gustoći vodenih masa na području cijelog Jadrana. Njegov je smjer pretežno sjeverni, ali povremeno, posebno ljeti, može poprimiti i južni smjer (istarska obalna protustruja) Takvo je strujanje bitno za obnavljanje vode, ali se znatno smanjuje bliže obali (manje od par kilometara) ili je praktički odsutno u poluzatvorenim uvalama (na što ukazuju mjerenja na području gradskih luka Umaga, Poreča, Rovinja i Pule, u uvali Lokvina, u Tarskoj vali, u uvalama Červar, Pical i Molindrio, u Limskom kanalu, te u uvalama Cuvi i Veruda), odnosno u područjima omeđenim otocima (npr. Rovinjska i Brijunska otočja-Fažanski kanal). U tim područjima znatno su više zastupljeni smjerovi struje prema obali, posebno ljeti. To ukazuje na stvaranje vrtložnog strujanja, uz znatno ograničavanje izmjene vode tijekom ljeta. Prevladavajući vjetrovi (bura i jugo) u pravilu pomažu obnavljanju vode, također i u poluzatvorenim uvalama.	
Referentna postaja	RV001	13°36'28,5" E 45°4'44,2"N
Temperatura i salinitet $t_R = 7,93-26,98 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_m = 18,34 \text{ }^\circ\text{C}$ $S_R = 31,22-38,61$ $S_m = 37,64$ - podaci su za razdoblje (1972.-2007.)	Prosječni zimski minimum temperature na postaji oko 2 km od Rovinja, za koju jedino postoji dugogodišnji niz podataka (od 1921. godine s prekidima), iznosi oko 9 °C za cijeli vodeni stupac na prijelazu iz veljače u ožujak. Najniža vrijednost (oko 6 °C) izmjerena je 1929. godine. Maksimum temperature iznosi u prosjeku 24 °C na površini u kolovozu, odnosno 18 °C pri dnu u listopadu. U novije vrijeme opaža se tendencija povišenja ljetne površinske temperature. Ove vrijednosti mogu se smatrati reprezentativne za onaj dio obalnog područja zapadne Istre (Rovinj, Poreč, Umag), koje je pliće i više pod utjecajem voda sniženog saliniteta koje se stvaraju u području delte rijeke Po. Ove vode se naime zimi brže hlade, jer su duže u kontaktu sa znatno hladnijom atmosferom. U razdoblju od sredine jeseni do početka proljeća vodeni je stupac dobro izmiješan praktički u cijelom području. Tijekom većeg dijela godine voda obalnog mora zapadne Istre ima salinitet oko 38, tj. podrijetlom je iz središnjeg Jadrana. Krajem proljeća i ljeti, prevladava transversalno strujanje površinskog sloja od područja delte rijeke Po prema Istri, čiji je salinitet znatno snižen dotokom slatke vode. Ovisno o protoku ove i drugih rijeka sjevernojadranskih slivova, salinitet obalnog mora zapadne Istre u tom razdoblju iznosi najčešće između 34 i 37, ali iznimno i znatno niže (npr., 27 1941., 30 1977.). Utjecaj lokalnih izvora duž zapadne obale Istre jako je ograničen. U proljeće počinje proces raslojavanja vodenog stupca uslijed zagrijavanja površinskog sloja i kombiniranim utjecajem dotoka slatkih voda, s maksimumom u kolovozu. Zatim se gubitkom topline razlike gustoće u vodenom stupcu postepeno smanjuju do njegove potpune destabilizacije u studenom. Ovaj proces značajno je potpomognut djelovanjem vjetra, prvenstveno bure. Ovo je djelovanje također važno u proljeće i ljeti, iako u znatno manjoj mjeri nego u jesen.	
Prozirnost	$z_R = 3,5-27 \text{ m}$; $z_m = 14 \text{ m}$	
Zasićenje kisikom	$UZ_R = 0,70-1,63$; $UZ_m = 1,05$	
Hranjive soli	$c_R(\text{NO}_3) = 0,00-5,31 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{NO}_3) = 0,52 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{TIN}) = 0,10-8,62 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{TIN}) = 1,03 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{PO}_4) = 0,00-0,23 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{PO}_4) = 0,02 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{TP}) = 0,01-0,80 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{TP}) = 0,12 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{SiO}_4) = 0,00-16,74 \text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{SiO}_4) = 2,17 \text{ mmol m}^{-3}$;	
Klorofil a	$c_R(\text{Chla}) = 0,09-12,73 \text{ mg m}^{-3}$; $c_m(\text{Chla}) = 0,41 \text{ mg m}^{-3}$;	

Tip vode	O413	S > 35, z<40 m, sitnozrnati sediment	
Opis	Euhalino plitko more sitnozrnatog sedimenta		
Područje	Limski Kanal, Raški zaljev i Bakarski zaljev		
Geomorfologija	<p>Limski kanal je zaljev na zapadnoj obali Istre između Vrsara i Rovinja. Nastao je kao estuarij (potopljeno riječno ušće) rijeke Pazinčice koja danas ponire u Pazinskoj jami kod Pazina, a u prošlosti se je ulijevala u more u Limskom kanalu. U njezino staro korito je prodrlo more te je tako nastao današnji zaljev. Sam zaljev je nešto duži od 10 km i na najširem dijelu širok oko 600 m. Sa obe strane uzdižu se prilično strma brda, ponegdje i do visine od 100 m. Najveća dubina zaljeva je na ulazu i iznosi 33 m, dok je unutarnji dio znatno plići.</p> <p>Raški zaljev je dug 12 i širok najviše 2,3 km (prosjeak 1 km). Dubina mu je od 46 m na ulazu do 5 m kod mjesta Bršica. Sjeverno se nastavlja pličina do 3 m. Obale su mu vrlo strme, građene uglavnom od vapnenca. U dnu zaljeva utječe rijeka Raša, koja donosi velike količine materijala koji se vremenom taloži i zatrpava zaljev.</p> <p>Bakarski zaljev je najveći zaljev Hrvatskog primorja. Duljine 4,5 km (u smjeru SZ-JI) i širine 1 km. Bakarski zaljev zapravo predstavlja potopljeni dio unutrašnje flišne udoline gdje su snažni izvori i potoci kroz geološku prošlost erodirali flišne naslage, a kroz vapnenca usjekli dubok tjesnac - Bakarska vrata. Obale zaljeva su strme a na SI obali nalaze se mnogi izvori slatke vode, te vrulje u moru.</p>		
Dinamika voda	<p>Dinamika vodenih masa tih triju zaljeva je kompleksna i slabo istražena. Iz malo podataka koji postoje može se iščitati da u tim bazenima postoji dvoslojno gibanje. Područja su pod povremenim značajnijim donosom slatkih voda koje redovito iz zaljeva istječu u površinskom sloju i tada se javlja kompenzacijska struja u podpovršinskom sloju suprotnog smjera. Podpovršinsko strujanje je kompleksno i vjerojatno različito uz suprotne obale i značajno ovisi o dinamici voda većih bazena s kojim ta područja graniče. Prevladavajući vjetrovi (bura i jugo) u pravilu pomažu obnavljanju voda obzirom da nastaju znatne oscilacije mora (seše, npr. u Limskom kanalu i, vjerojatno, u Raškom zaljevu), ali povremeno i kratkotrajno. Nešto duži niz podataka za Bakarski zaljev omogućio je da se procjeni njegovo vrijeme izmjene i ono u prosjeku iznosi oko četiri dana, ali može varirati i do 20 puta, između 1,4 i 30 dana.</p>		
Referentna postaja	Limski kanal	RV001	13°36'28,5" E 45°4'44,2"N
	Raški zaljev	RI019	14°25'24,6" E 45°15'2,0"N
	Bakarski zaljev		
Napomena: Navedena područja su jako slična limitrofnim tipovima voda, što ih dijeli od njih su pritisci koji dolaze dotocima slatke vode. Njihovo razdvajanje od "matičnog" tipa ima smisla za druge biološke elemente kakvoće. Određivanje tipa vode za fitoplankton nešto je različita pa stoga jako slični tipovi voda mogu dijeliti zajedničke referentne postaje.			

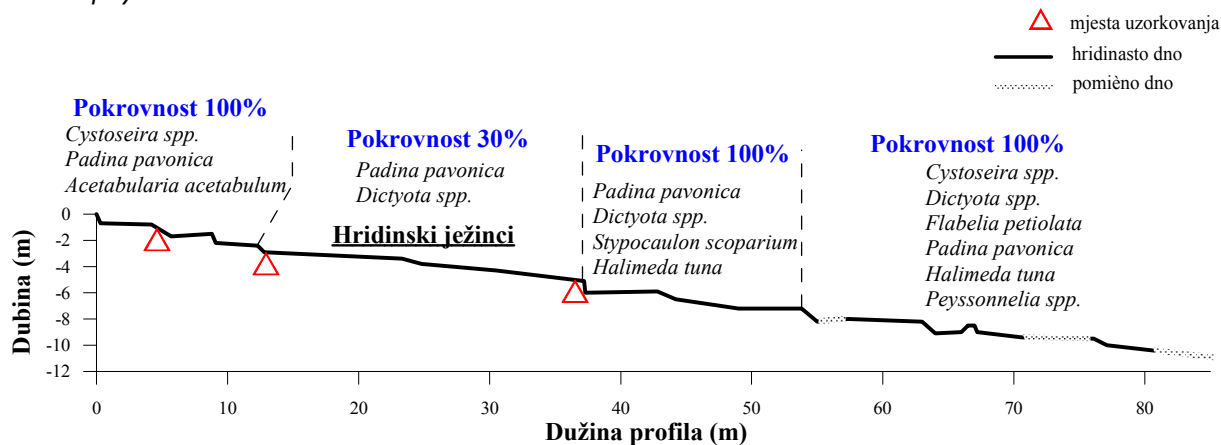
Tip vode	O422	S > 35, z>40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Kvarner, Podvelebitski kanal	
Geomorfologija	<p>Kvarner se pruža između Istre i Cresa, na sjeveru je omeđen Velim Vratima, a na jugu crtom od rta Kamenjaka do otoka Premude. Kvarnerski je prostor potopljeni dio niskog dinarskog krša i dubina iznosi prosječno oko 50-60 m.</p> <p>Podvelebitski kanal je morski prolaz između Velebita i otočnog niza Krk-Prvić-Goli-Rab-Pag-sjeveroistočna obala Ravnih kotara, a na sjeverozapadu se neprimjetno spaja s Vinodolskim kanalom. Dubina se povećava prema jugoistoku od 60 na 100 m.</p>	
Dinamika voda	Rezidualno strujanje u Kvarneru nastaje u sustavu šireg područja, koje se tijekom većeg dijela godine odvija u smjeru suprotnom od kazaljke na satu (ciklonalno). Naime voda iz srednjeg Jadrana ulazi u Kvarnerić, prolazi kroz Riječki zaljev i izlazi iz Kvarnera i to u cijelom vodenom stupcu kroz veći dio godine. U razdoblju od lipnja do kolovoza, strujanje je znatno slabije i može mijenjati smjer u površinskom sloju.	
Referentna postaja	VV034	14°9'28,5"E 44°47'34,1"N
Temperatura i salinitet $t_R = 9,08-26,37\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_m = 20,52\text{ }^{\circ}\text{C}$ $s_R = 33,66-38,62$ $s_m = 37,88$	Temperaturni zimski minimum i ljetni maksimum, kao i struktura raslojenog vodenog stupca, slični su kao u Riječkom zaljevu, budući da su i kanali pod direktnim djelovanjem bure. Voda iz niza vrulja, smještenih duž obale na kopnu, posebno južno od Novog, te na otocima (Krk, Rab), može povremeno, ali nepredvidljivo znatno utjecati na površinski sloj mora pojedinih dijelova kanala, tj. u većoj mjeri nego u Kvarneru i Kvarneriću, ali u manjoj nego u Riječkom zaljevu. Ljeti je površinski salinitet uglavnom veći od 36, odnosno i od 37,5 prilikom iznimne suše. U drugim sezonama vrijednosti mogu znatno varirati (između 35 i 38), a na pojedinim lokacijama utjecaj slatkih voda može povremeno biti iznimno jak (salinitet snižen i na 26 ili 30). To je, na primjer, uočeno u Vinodolskom kanalu, kod Jablanca i kod Lukova.	
Prozirnost	$z_R = 11-38\text{ m}$; $z_m = 23\text{ m}$	
Zasićenje kisikom	$UZ_R = 0,98-1,14$; $UZ_m = 1,05$	
Hranjive soli	$c_R(\text{NO}_3) = 0,01-4,16\text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{NO}_3) = 0,40\text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{TIN}) = 0,03-4,17\text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{TIN}) = 0,72\text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{PO}_4) = 0,00-0,07\text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{PO}_4) = 0,01\text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{TP}) = 0,01-0,24\text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{TP}) = 0,08\text{ mmol m}^{-3}$; $c_R(\text{SiO}_4) = 0,02-5,52\text{ mmol m}^{-3}$; $c_m(\text{SiO}_4) = 1,32\text{ mmol m}^{-3}$;	
Klorofil a	$c_R(\text{Chl}a) = 0,04-0,87\text{ mg m}^{-3}$; $c_m(\text{Chl}a) = 0,13\text{ mg m}^{-3}$;	

Tip vode	O423	S > 35, z>40 m, sitnozrnati sediment
Opis	Euhalino more sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Riječki zaljev, Kvarnerić	
Geomorfologija	<p>Riječki zaljev (450 km², 27 km³) nalazi se između obale Istre, Vinodola, otoka Krka i Cresa, a njegova se južna međa pruža crtom od rta Šip kod Brseča do rta Jablanac na sjevernom dijelu Cresa, obalom otoka Cresa preko rta Grota do rta Glavotok na Krku, obalom Krka preko rta Šilo i zapadnog rta otoka Sv. Marko do rta Oštro kod Kraljevice. Kroz Vela Vrata spojen je sa Kvarnerom, kroz Srednja Vrata s Kvarnerićem, a kroz Tihi kanal s Vinodolskim kanalom. Kopneni je okvir Riječkog zaljeva strmiji na zapadu nego na istoku. Uz zapadnu obalu dubine dosežu oko 60 m već na 1-1,5 km od kopna. Ta je dubina karakteristična za najveći dio Riječkog zaljeva, čije dno ima uglavnom izgled zaravni pokrivene naplavnim slojem mulja, koja se, međutim u istočnom dijelu postepeno izdiže.</p> <p>Kvarnerić predstavlja dio Kvarnera između otočnog niza Cres-Lošinj na zapadu i otočnog niza Krk-Rab-Pag na istoku. Na sjeveru ga Srednja Vrata spajaju s Riječkim zaljevom, dok je na jugu otvoren prolazima između Premude, Silbe i Oliba, te Škrde i Paga. Dubina u Kvarneriću iznosi oko 60-80 m i ima mnogo podmorskih depresija a neke od njih dosežu i preko 100 m (114 m kod otoka Laganj).</p>	
Dinamika voda	<p>U većem dijelu godine, osim plimnih oscilacija u strujnom polju, u području Riječkog zaljeva postoji značajno rezidualno strujanje, koje je bitno za obnavljanje njegove vodene mase. To je strujanje u smjeru suprotnom od kazaljke na satu (ciklonalno), tj. oligotrofna voda iz srednjeg Jadrana ulazi u Kvarnerić, prolazi kroz Riječki zaljev i izlazi iz Kvarnera i to u cijelom vodenom stupcu kroz veći dio godine. U razdoblju od lipnja do kolovoza, međutim, strujanje je znatno slabije i može mijenjati smjer. Vrijeme izmjene Riječkog zaljeva, računato iz mjerenja struje u moru u Velim i Srednjim Vratima varira između jednog do dva tjedna zimi i oko tri puta dužeg iznosa ljeti, uz maksimum od deset tjedana tijekom prijelaznih razdoblja između ovih sezona. Podaci o brzini struja ukazuju da ove procjene vrijede za najveći dio zaljeva, osim za sjeverozapadni dio. U ovom je djelu izmjena vode sigurno duža, ali nema podataka za kvantitativnu procjenu.</p>	
Referentna postaja	RI019	14°25'24,6"E 45°15'2,0"N
Temperatura i salinitet t _R = 9,12-27,35 °C t _m = 19,60 °C s _R = 33,37-38,47 s _m = 37,28	<p>Temperatura mora je značajno niža u Riječkom zaljevu nego u srednjem Jadranu, zbog djelovanja prodora hladnog zraka. U prosjeku je najniža u ožujku u cijelom vodenom stupcu (oko 11 °C) a najviša na površini u kolovozu (oko 23 °C). U ovom je mjesecu voda pri dnu još uvijek hladna (oko 13 °C), a tek se u jesen miješanjem u vodenom stupcu, ali usporedo s hlađenjem mora, postigne 15 °C.</p> <p>Voda je u najvećem dijelu vodenog stupca podrijetlom iz srednjeg Jadrana, dobro prozračena, vrlo prozirna (15-35 m, najčešće oko 20 m), te obilježena salinitetom od barem. Ova se voda na površini miješa sa slatkom vodom iz lokalnih izvora, koji se nalaze u sjevernom dijelu zaljeva: vrulje uz Opatijsku rivijeru, te Rječina i u znatnoj manjoj mjeri otpadne vode. Utjecaj slatke vode na površinski salinitet jako je promjenljiv, ovisno o padalinama, koje su u pravilu obilnije u proljeće i jesen, ali je značajan u cijelom zaljevu, iako s bitno različitim intenzitetom. U sjevernom priobalnom pojasu salinitet je između 35 i 38 (ali može pasti i na oko 30). U središnjim i južnim dijelovima vrijednosti su uglavnom više od 37, ali moguće su i niže (35-36).</p> <p>Proces termalnog raslojavanja popraćen je promjenjivim donosom slatke vode tako da se u većem dijelu vodenog stupca stvara niz slojeva različitog saliniteta i temperature. Ova je struktura manje stabilna nego u otvorenom Jadranu, uključujući i obalno područje zapadne Istre, gdje se u pravilu uspostavljaju miješani slojevi izrazito različite gustoće između kojih je izmjena tvari svedena na minimum i ovisna prvenstveno o difuziji.</p> <p>Zimi je salinitet jedini uzrok raslojavanja, koje zahvaća gornji dio vodenog stupca, dok preostali, veći dio je izmiješan. Tada je raslojavanje u većem dijelu zaljeva minimalno ili nepostojeće, ali u sjevernom obalnom pojasu razlika u gustoći može poprimiti slične vrijednosti kao u proljeće.</p>	
Prozirnost	z_R = 9-35 m; z_m = 20 m	
Zasićenje kisikom	UZ_R = 0,94-1,33; UZ_m = 1,06	
Hranjive soli	<p>c_R(NO₃) = 0,08-6,73 mmol m⁻³; c_m(NO₃) = 0,70 mmol m⁻³; c_R(TIN) = 0,10-7,21 mmol m⁻³; c_m(TIN) = 1,02 mmol m⁻³; c_R(PO₄) = 0,00-0,10 mmol m⁻³; c_m(PO₄) = 0,02 mmol m⁻³; c_R(TP) = 0,03-0,28 mmol m⁻³; c_m(TP) = 0,10 mmol m⁻³; c_R(SiO₄) = 0,00-5,41 mmol m⁻³; c_m(SiO₄) = 1,57 mmol m⁻³;</p>	
Klorofil a	<p>c_R(Chl_a) = 0,07-1,44 mg m⁻³; c_m(Chl_a) = 0,26 mg m⁻³;</p>	

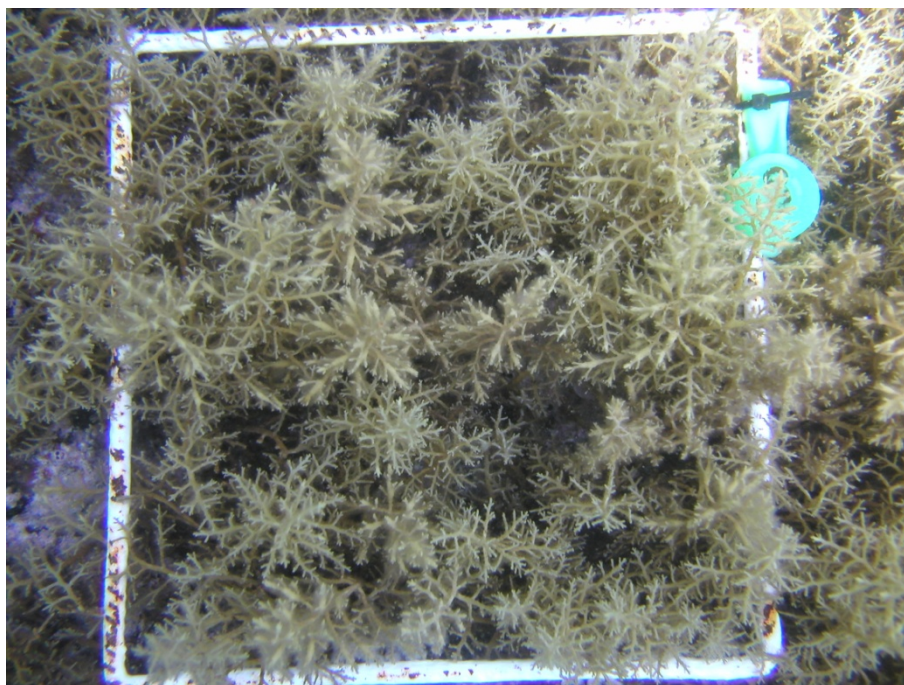
Stranica namjerno ostavljena prazna.

4.2.2. Referentni uvjeti na temelju sastava makrofitobentosa

Prema Orfanidisu i sur. (2001, 2003) referentni uvjeti definirani su za obalna područja u kojima je pokrovnost makroalgi u ESG I veća od 60%, dok u ESG II skupini je manja od 30%. Referentne uvjete za rovinjsko priobalje na dubini od 1 m predstavlja postaja Guštinja (13°41,62' E; 45°01,28' N), za koju je utvrđena kategorija ekološkog stanja vrlo dobro uz dominiranje smeđih algi roda *Cystoseira*: *Cystoseira compressa* f. *compressa* i *Cystoseira crinita* te uz prevladavanje slijedećih vrsta: *Corallina officinalis*, *Laurencia obtusa*, *Halimeda tuna*, *Padina pavonica*, *Amphiroa rigida*, *Valonia utricularis*, *Jania rubens* v. *rubens*, *Lithophyllum cystoseire* te inkrustrirajućih algi *Neogoniolithon brassica-florida* te *Lithophyllum incrustans*.



Slika 4.2. Profil referentne postaje.



Slika 4.3. Zajednica makroalgi uz dominiranje roda *Cystoseira* na referentnoj postaji Guštinja.

Stranica namjerno ostavljena prazna.

4.2.3. Referentni uvjeti na temelju sastava i strukture makrozoobentosa

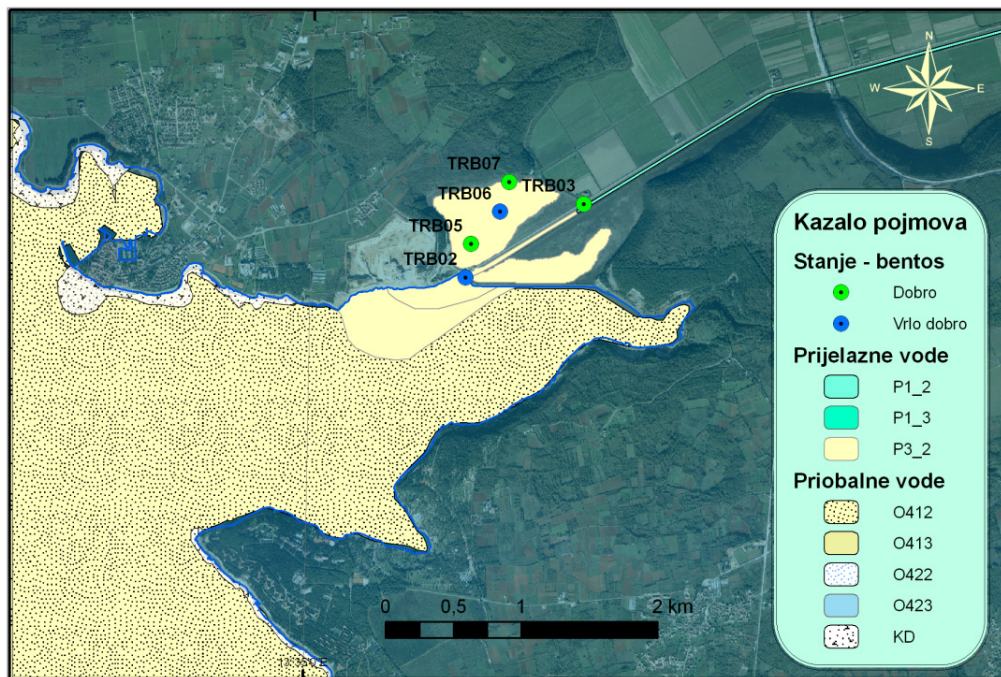
Referentni uvjeti se temelje na visokom ekološkom statusu sve tri kategorije elemenata (biološki, fizičko-kemijski, geo-morfološki) a definiraju se u odnosu na stanje elemenata biološke kakvoće u uvjetima koji odražavaju prirodno (bez antropogenog utjecaja) ili neznatno promijenjeno (minimalni antropogeni utjecaj) ekološko stanje (p.4.1., Anon. 2003a). Pri tom treba imati na umu da su u prirodnim uvjetima sastav i struktura makrozoobentosa u znatnoj mjeri određeni pripadnošću određenoj biocenozi, te da je u jednom tipu voda redovito zastupljen veći broj biocenoza koje se međusobno razlikuju po sastavu i strukturi. Stoga je, prilikom kategorizacije ekološkog stanja tj. procjene količine osjetljivih vrsta važno znati koja je zajednica prisutna na dotičnoj postaji te koje su osjetljive vrste karakteristične za tu zajednicu. Prilikom izbora referentnih postaja koje zadovoljavaju kriterije propisane normativima okvirne direktive o vodama (vrlo dobro stanje, u krajnjem slučaju dobro stanje) u obzir treba uzeti prirodnu varijabilnost ekosustava (prostornu i vremensku) kako bi, sa što većom pouzdanošću, mogli razlučiti promjene brojnosti, sastava i diverziteta makrozoobentosa uzrokovane prirodnim čimbenicima (tip staništa, dinamike zajednica, prirodne fluktuacija abiotičkih parametara) od promjena uzrokovanih antropogenim djelovanjem. Referentne postaje nisu nepromjenjiva kategorija. Kontrola stanja na izabranim postajama se provodi unutar trogodišnjeg razdoblja, a revizija referentnih postaja u razdobljima od po šest godina. Definicija vrlo dobrog, dobrog i umjereno dobrog ekološkog stanja zasnovana na sastavu, brojnosti i udjelu vrsta/svojni bentoskih beskralješnjaka kao jednog od temeljnih elemenata biološke kakvoće prikazana je u **Tablici 4.1.**

Tablica 4.1. Definicija kategorija ekološkog stanja prema normativima ODV-a (p.4.4. i.5.5.8., Anon., 2003a).

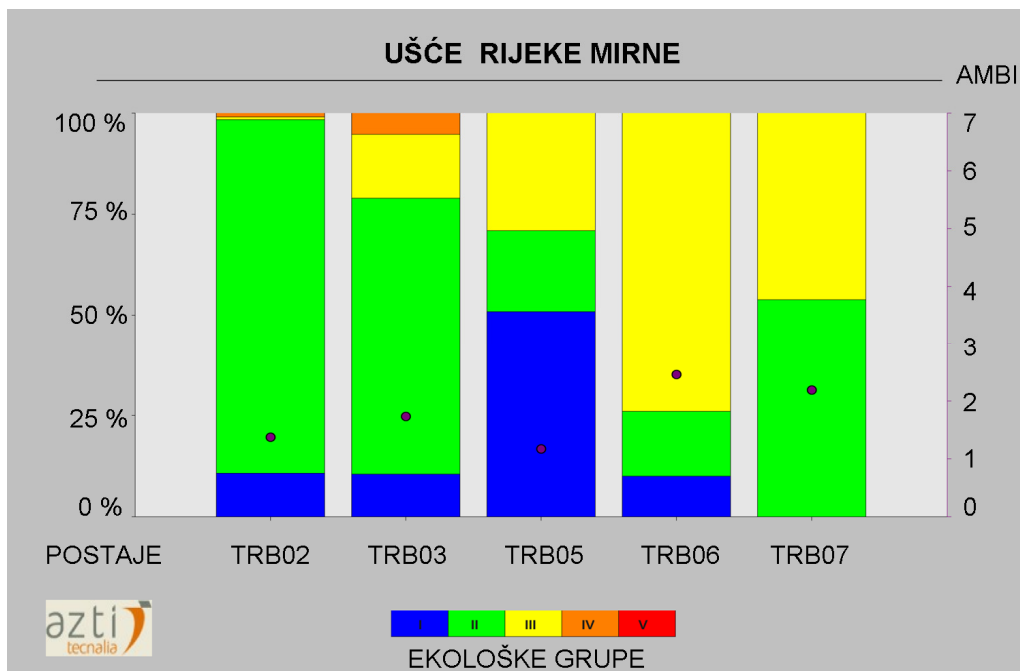
Element	Vrlo dobro stanje	Dobro stanje	Umjereno dobro stanje
Makrozoobentos	Razina diverziteta i brojnosti beskralješnjaka je u granicama uobičajenim za prirodne (neporemećene) uvjete okoliša. Sve vrste/svojte osjetljive na poremećene uvjete okoliša su prisutne.	Razina diverziteta i brojnosti beskralješnjaka neznatno odstupaju od raspona definiranih tip-specifičnim uvjetima. Većina osjetljivih vrsta/svojni tip-specifičnih zajednica su prisutna.	Razina diverziteta i brojnosti beskralješnjaka umjereno odstupaju od raspona definiranih tip-specifičnim uvjetima. Prisutni su indikatori onečišćenja. Mnoge osjetljive vrste/svojte tip-specifičnih zajednica su odsutne.

U ovom prijedlogu određeni su referentni uvjeti prve generacije, a kao osnova za njihovo definiranje korišteni su povijesni podaci o sastavu faune morskih beskralješnjaka prikupljeni od 1973. do 1987. Podaci se odnose na 152 uzorka makrozoobentosa koji potječu s 24 postaje, odnosno 5 geografskih cjelina koje pokrivaju područje primorsko-istarskih vodenih slivova. Zbog malog broja podataka koji se odnose na prijelazne vode (podaci su bili dostupni samo za ušće rijeke Mirne) i dublja područja priobalnih voda s krupnozrnastim sedimentom potrebno je provesti dodatna uzorkovanja koja se odnose na tipove voda P3_3, P3_2 te O422. Također bi bilo poželjno izvršiti revalorizaciju stanja predloženih tip-specifičnih referentnih uvjeta tj. ponoviti uzorkovanja na izabranim referentnim postajama prve generacije u ostalim tipovima voda. Rezultati obrade podataka, prikazani na **Slikama 4.4.-9.** i **Tablici 4.2.** obuhvaćaju postaje čije ekološko stanje, na temelju sastava i strukture bentoskih beskralješnjaka, zadovoljava kriterije za izbor referentnih uvjeta (vrlo dobro/dobro stanje). Referentni uvjeti koji se odnose na pojedini tip prijelaznih i priobalnih voda (tip-specifični referentni uvjeti, označeni su s *) prema normativima WFD moraju ispunjavati kriterij vrlo dobrog stanja. Granične vrijednosti između gore navedenih klasa utvrđuju se tijekom postupka interkalibracije zemalja članica

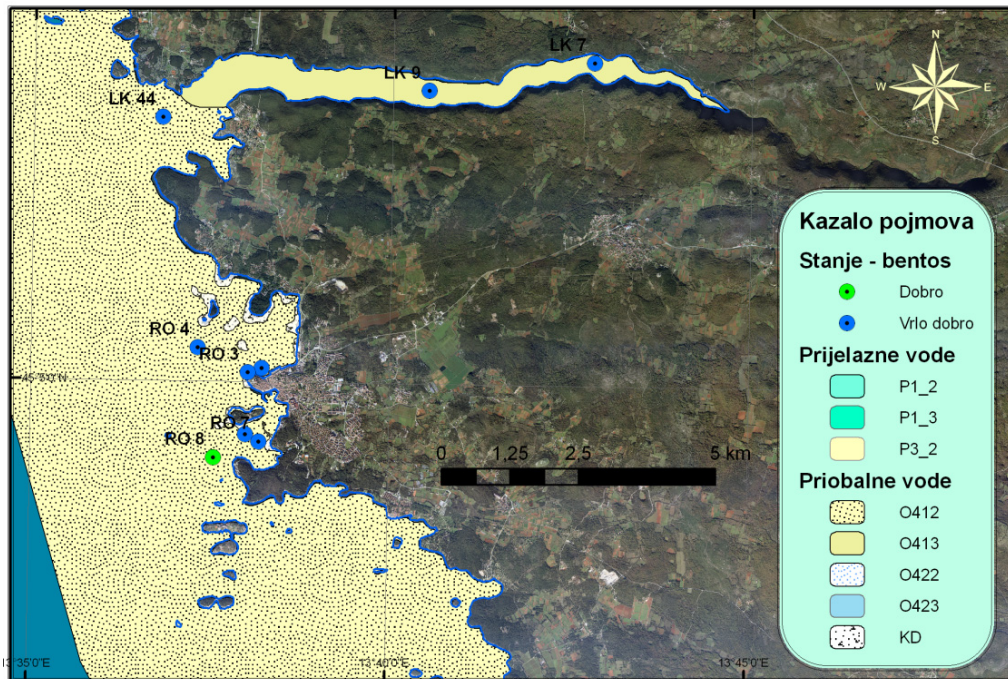
EU. U ovom prijedlogu, privremeno su korištene granične vrijednosti za sjeverni Jadran utvrđene od strane slovenske interkalibracijske grupe. Nakon interkalibracije po potrebi će se revidirati.



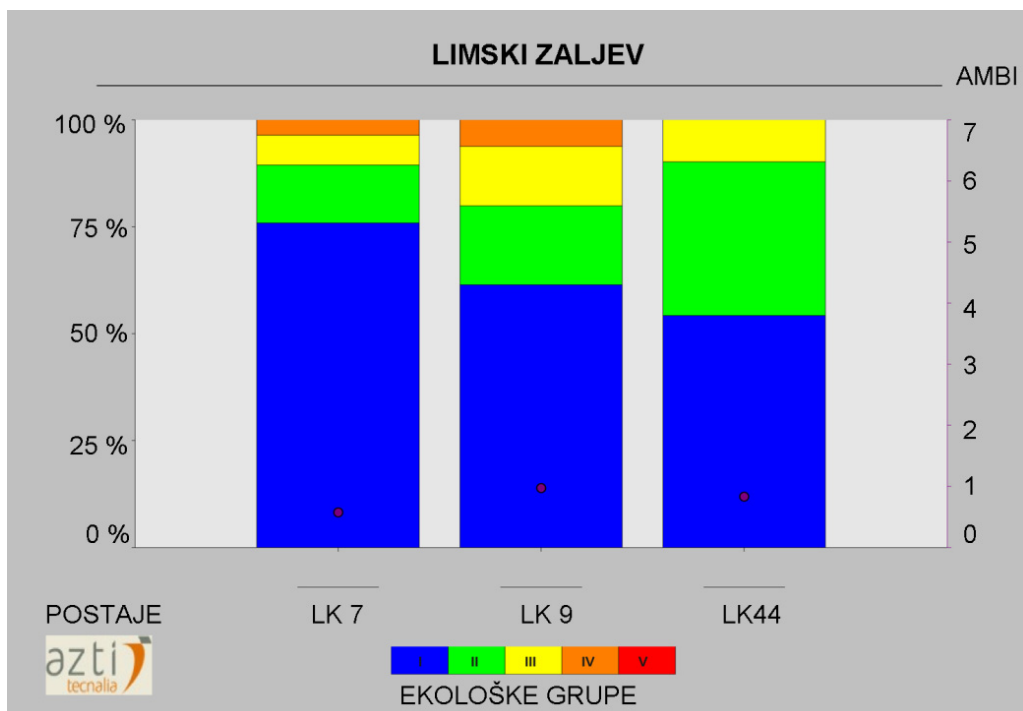
Slika 4.4.a. Prijelazne vode - ušće rijeke Mirne: karta s istraživanim postajama. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: ● prirodno/čisto, ● blago onečišćeno.



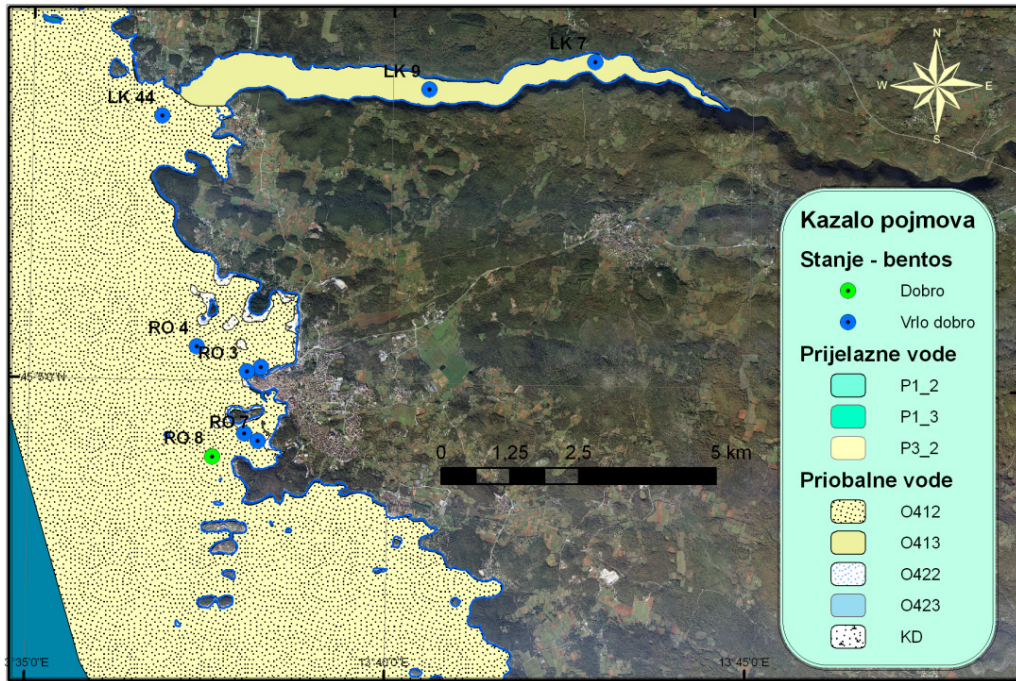
Slika 4.4.b. Rezultati AMBI analize: udio ekoloških grupa u sastavu faune bentoskih beskralješnjaka.



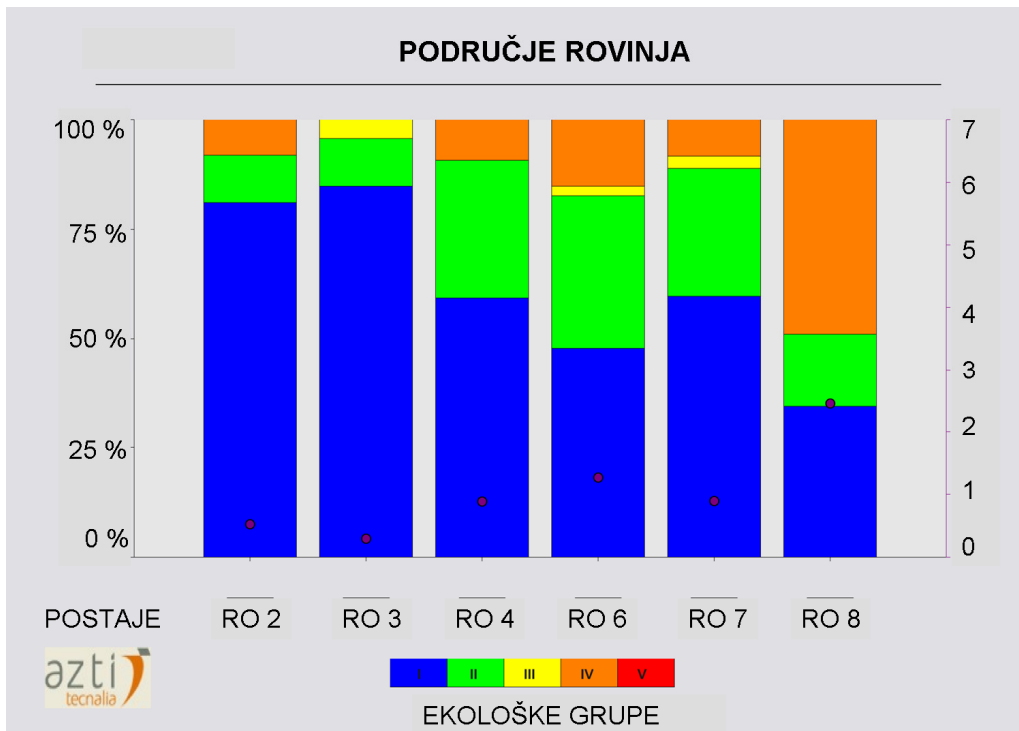
Slika 4.5.a. Priobalne vode – Limski kanal : karta s istraživanim postajama. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: ● prirodno/čisto, ● blago onečišćeno.



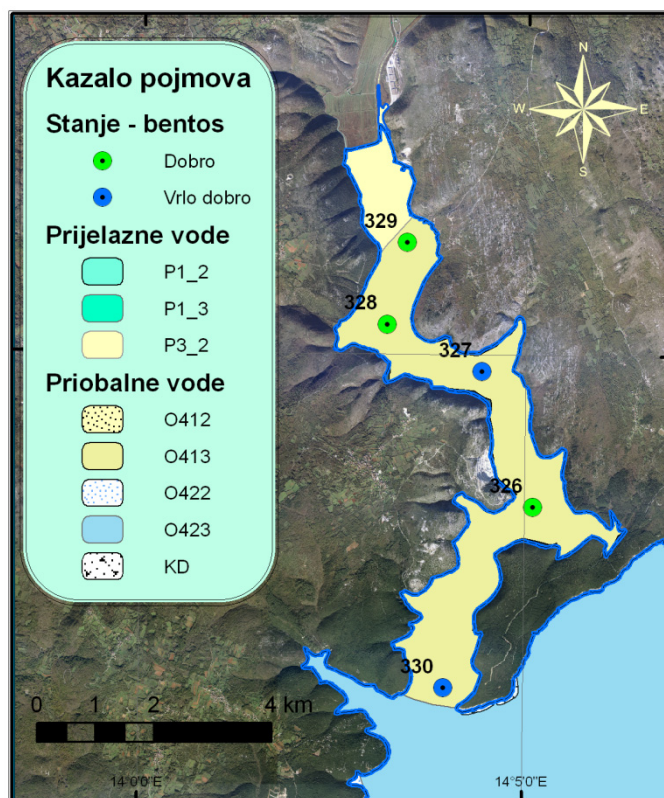
Slika 4.5.b. Rezultati AMBI analize: udio ekoloških grupa u sastavu faune bentoskih beskralješnjaka.



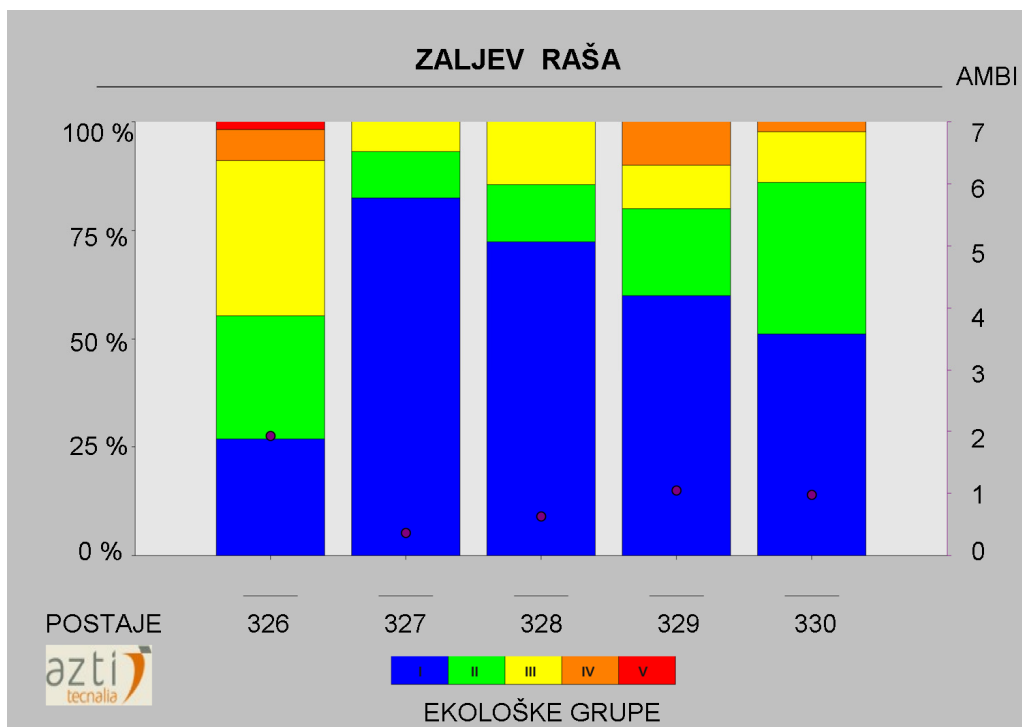
Slika 4.6.a. Priobalne vode – područje Rovinja : karta s istraživanim postajama. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: ● prirodno/čisto, ● blago onečišćeno.



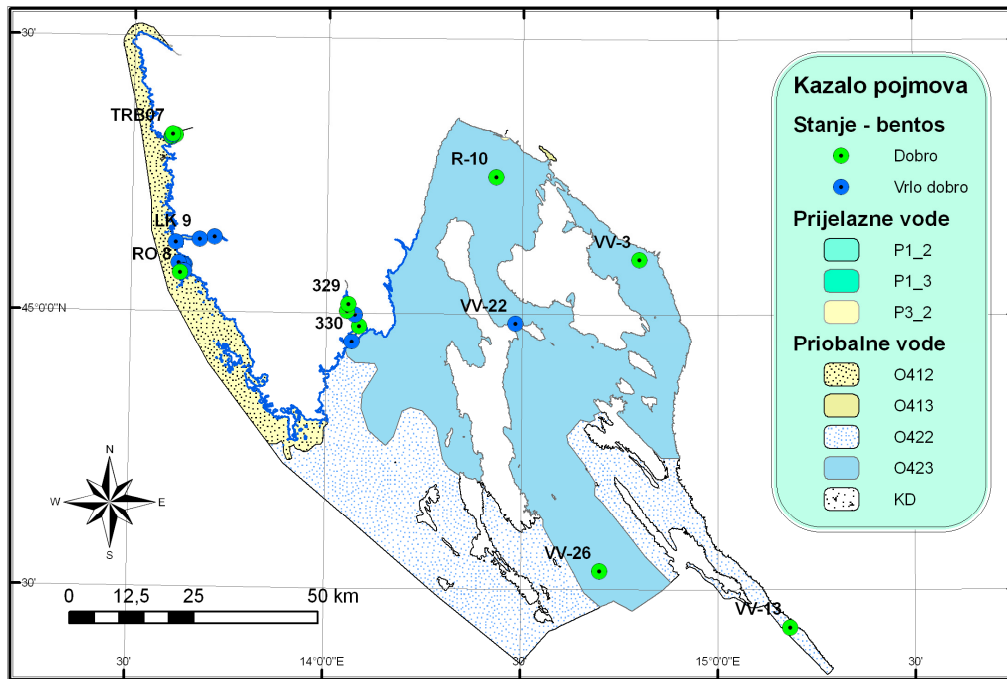
Slika 4.6.b. Rezultati AMBI analize: udio ekoloških grupa u sastavu faune bentoskih beskralješnjaka.



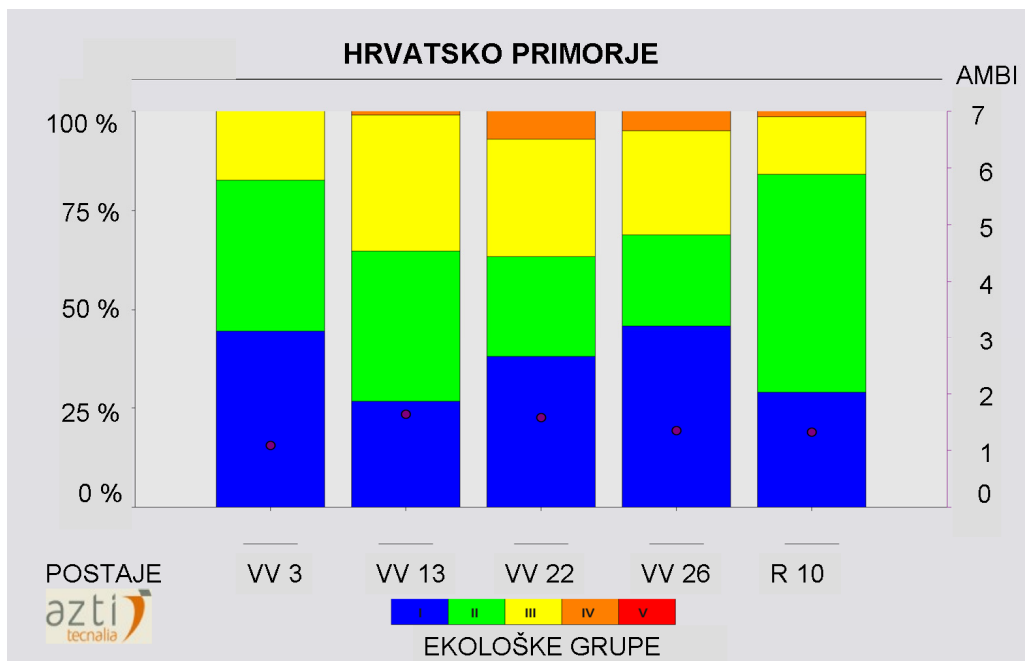
Slika 4.7.a. Priobalne vode – zaljev Raša : karta s istraživanim postajama. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: ● prirodno/čisto, ● blago onečišćeno.



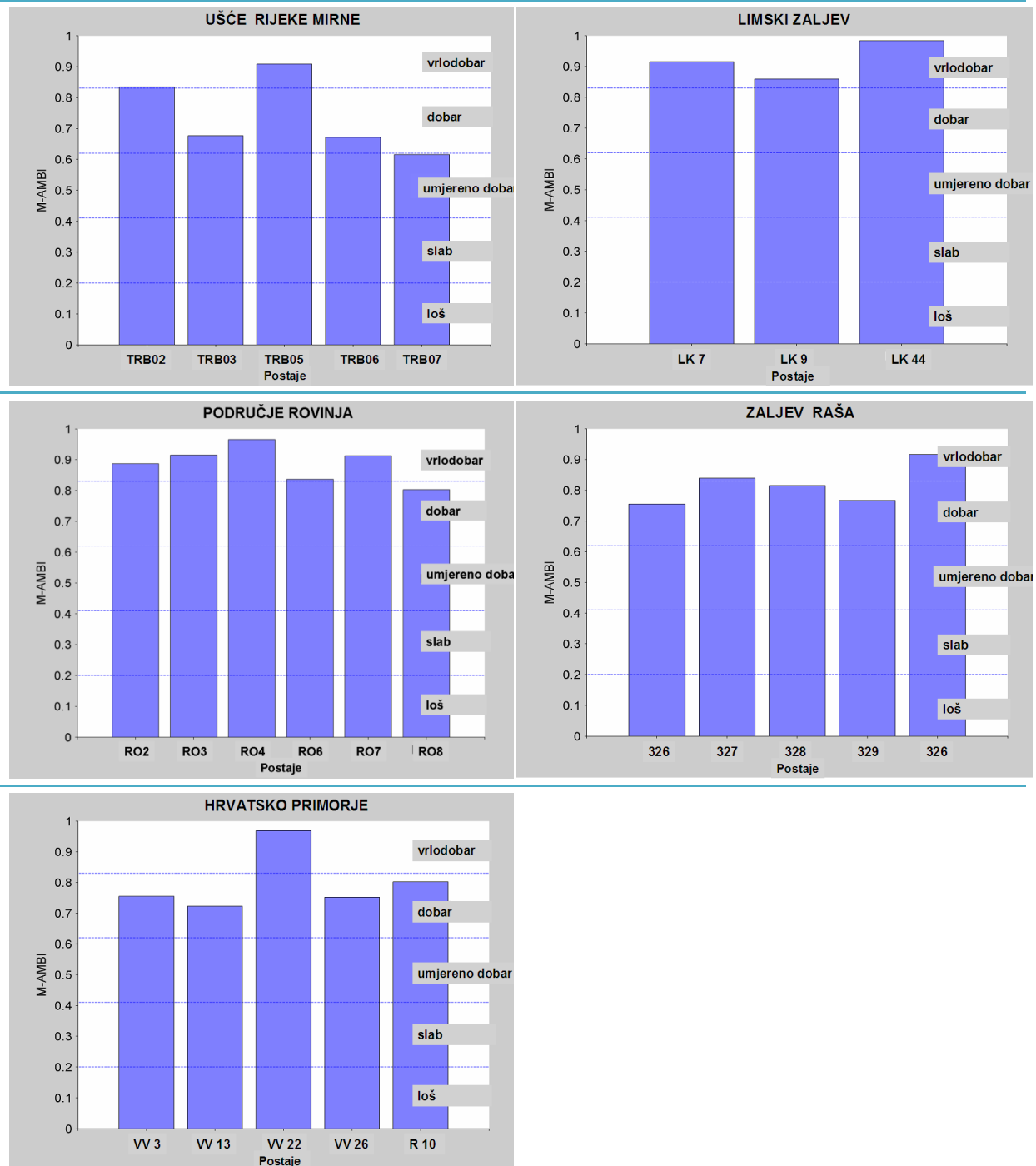
Slika 4.7.b. Rezultati AMBI analize: udio ekoloških grupa u sastavu faune bentoskih beskralješnjaka.



Slika 4.8.a. Priobalne vode – područje Hrvatskog primorja: karta s istraživanim postajama. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: ● prirodno/čisto, ● blago onečišćeno.



Slika 4.8.b. Rezultati AMBI analize: udio ekoloških grupa u sastavu faune bentoskih beskraljčnjaka.



Slika 4.9. Klasifikacija stanja ekološke kakvoće na temelju M-AMBI indeksa.

Tablica 4.2. Sumarni pregled strukturnih i biotičkih indeksa korištenih u klasifikaciji prijelaznih i priobalnih voda na temelju faune bentoskih beskralješnjaka na mekim dnima. Tip specifični referentni uvjeti prve generacije (*) određeni na postajama s **EQR** ocjenom vrlo dobar.

Tip vode	Postaja	H'	S	BI	AMBI	Klasifikacija poremećaja	M-AMBI	Stanje ekološke kakvoće
P3_3	TRB05*	2,79	14	1	1,173	prirodno / čisto	0,92	vrlo dobro
	TRB06	2,38	8	2	2,460	blago onečišćeno	0,68	dobro
	TRB07	1,88	7	2	2,192	blago onečišćeno	0,62	dobro
P3_2	TRB02*	1,53	19	2	1,378	blago onečišćeno	0,83	vrlo dobro
	TRB03	1,98	8	2	1,737	blago onečišćeno	0,68	dobro
O413	326	3,44	15	2	1,929	blago onečišćeno	0,75	dobro
	327	1,93	22	1	0,366	prirodno / čisto	0,84	vrlo dobro
	328	2,63	18	1	0,632	prirodno / čisto	0,82	dobro
	329	3,13	14	1	1,050	prirodno / čisto	0,77	dobro
	LK 7	4,14	44	1	0,575	prirodno / čisto	0,92	vrlo dobro
	LK 9*	4,15	39	1	0,973	prirodno / čisto	0,86	vrlo dobro
	LK 44	4,57	52	1	0,834	prirodno / čisto	0,98	vrlo dobro
O412	RO 2	3,96	22	1	0,527	prirodno / čisto	0,89	vrlo dobro
	RO 3*	3,87	24	1	0,293	prirodno / čisto	0,91	vrlo dobro
	RO 4	4,02	30	1	0,890	prirodno / čisto	0,97	vrlo dobro
	RO 6	4,02	21	2	1,272	blago onečišćeno	0,84	vrlo dobro
	RO 7	4,00	26	1	0,921	prirodno / čisto	0,91	vrlo dobro
	RO 8	3,35	29	2	2,453	blago onečišćeno	0,80	dobro
O423	330	3,96	19	1	0,797	prirodno / čisto	0,92	vrlo dobro
	R-10	4,21	29	2	1,326	blago onečišćeno	0,80	dobro
	VV-3*	3,63	26	1	1,091	prirodno / čisto	0,75	dobro
	VV-13	3,78	25	2	1,643	blago onečišćeno	0,72	dobro
	VV-26	4,06	24	2	1,352	blago onečišćeno	0,75	dobro
O422	VV-22*	5,13	45	2	1,585	blago onečišćeno	0,97	vrlo dobro

Tipovi prijelaznih voda

Tip vode	P3_3	S = 5-30, sitnozrnati sediment
Opis	Polihalini estuarij sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Ušće rijeke Mirne (TRB05*, TRB06, TRB07)	
Opće značajke	M-AMBI = 0,62-0,92	
	<p>Bogatstvo vrsta 7-14. Shannon-Wienerov indeks diverziteta 1,88-2,79. Vrijednost AMBI indeksa 1,17-2,46. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: prirodno /čisto (TRB05) i blago onečišćeno (TRB06, TRB07). U fauni bentoskih beskralješnjaka nisu zastupljene oportunističke vrste. Prevladavaju vrlo osjetljive (TRB05), indiferentne (TRB07) i tolerantne vrste (TRB06). Vrste s kumulativnom brojnošću > 50 % i pojedinačnom brojnošću > 10 %: <i>Cyclope neritea</i> (EG I), <i>Neanthes succinea</i> (EG I) i <i>Diogenes pugilator</i> (EG I), <i>Neanthes diversicolor</i> (EG II) i <i>Abra tenuis</i> (EG III).</p> <p>Za lagunarno područje ušća rijeke Mirne značajna je Biocenoza zamuljenog pijeska zaštićenih obala (G.3.2.3.) koja se javlja u dva facijesa. Facijes <i>Upogebia pusilla</i> zaprema neobrasle površine plitkog labilnog sedimenta i obiluje površinskim rupama ukopane infaune. Facijes s morskom cvjetnicom <i>Zostera noltii</i> karakterističan je za zaštićene biotope sa značajnom sedimentacijom finih čestica. Za ovu biocenozu značajne su isključive vrste <i>Venerupis aurea</i> (EG I), <i>Ruditapes decussatus</i> (EG I), i <i>Upogebia pusilla</i> (EG I), ali i <i>Cerastoderma glaucum</i> (EG III) - isključiva vrsta eurihaline i euritermne biocenoze laguna, zatim <i>Abra tenuis</i> (EG III) i <i>Neanthes diversicolor</i> (EG III) - preferencijalne vrste bočatih staništa, te <i>Cyclope neritea</i> (EG I) vrsta s znatnim stupnjem tolerantnosti prema nekim abiotičkim čimbenicima.</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	TRB05 (13°35,904' E 45°19,095' N) M-AMBI/EQR: vrlo dobar	
	<p>Vrlo osjetljive vrste G I > 50 %. Dominantna vrsta (relativna brojnost ~ 40%) puž <i>Cyclope neritea</i> (EG I); relativno brojne vrste (dominantnost > 10 %) <i>Neanthes succinea</i> (EG I) i <i>Diogenes pugilator</i> (EG I).</p> <p>U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, uglavnom je zastupljena Eurihalina i euritermna biocenoza (G.3.1.1.), odnosno biocenoze vezane uz komplekse staništa (K1 Estuarije, K2 Velike plitke uvale i zaljeva i K3 Obalne lagune), a u slučaju nešto većeg sadržaja detritusa u sedimentu i Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3).</p>	
Tip vode	P3_2	S = 5-30, krupnozrnati sediment
Opis	Polihalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Ušće rijeke Mirne (TRB02*, TRB03)	
Opće značajke	M-AMBI = 0,68-0,83	
	<p>Bogatstvo vrsta 8-19. Shannon-Wienerov indeks diverziteta 1,53-1,98. Vrijednost AMBI indeksa 1,38-1,78. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: blago onečišćeno. Udio oportunističkih vrsta ≤ 5%, udio vrlo osjetljivih vrsta oko 10%.</p> <p>Prevladavaju indiferentne vrste. Za ušće rijeke Mirne, uključujući donji tok rijeke, karakteristična je fauna psamofilnih morskih vrsta i vrsta širokog ekološkog rasprostranjenja. Radi se o zajednici mješovitog tipa u čijem sastavu nalazimo karakteristične vrste Biocenoze zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.) i Biocenoze sitnih ujednačenih pijesaka (G.3.2.2.).</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	TRB02 (13°35,877' E 45°18,962' N) M-AMBI/EQR: vrlo dobar	
	<p>Indiferentne vrste EG II > 50 %. U sastavu faune bentoskih beskralješnjaka izrazito dominira (d > 75 %) <i>Owenia fusiformis</i> (EG II), karakteristična vrsta zajednice finog ujednačenog pijeska. Vrste s pojedinačnom brojnošću ≥ 2 %: <i>Spisula subtruncata</i> (EG I), <i>Brachynotus sexdentatus</i> (EG II), <i>Cyclope neritea</i> (EG I) i <i>Hinia incassata</i> (EG II).</p> <p>U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, uglavnom su zastupljene: Eurihalina i euritermna biocenoza (G.3.1.1.), biocenoze vezane uz komplekse staništa - estuarije (K1), velike plitke uvale i zaljeva (K2) i obalne lagune (K3), Biocenoza sitnih površinskih pijesaka (G.3.2.1) , Biocenoza sitnih ujednačenih pijesaka (G.3.2.2.), Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3). Na području pod jačim utjecajem pridnenih struja može još biti zastupljena Biocenoza krupnijih pijesaka i sitnijih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja (G.3.2.2.) , a na područjima s visokim stupnjem prozirnosti vode i Biocenoza naselja vrste <i>Posidonia oceanica</i> (G.3.5.1).</p>	

Tipovi priobalnih voda

Tip vode	O413	S >35, z<40 m, sitnozrnati sediment
Opis	Euhalino plitko more sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Raški zaljev (326, 327, 328, 329), Limski kanal (LK7, LK9*, LK44)	
Opće značajke	M-AMBI = 0,75-0,98	
	<p>Bogatstvo vrsta 14-52. Shannon-Wienerov indeks diverziteta 1,93-4,57. Vrijednost AMBI indeksa 0,37-1,93. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: prirodno/čisto (327, 328, 329 LK7, LK9, LK44) i blago onečišćeno (326). Udio oportunisti;kih vrsta < 10%, udio vrlo osjetljivih vrsta >50% (s izuzetkom postaje 326). Prevladavaju vrlo osjetljive (EG I) <i>Maldane glebiflex</i>, <i>Dentalium dentale</i>, <i>Upogebia tipica</i>, <i>Labidoplax digitata</i>, rjeđe indiferentne vrste (EG II) <i>Amphiura filiformis</i>.</p> <p>U oba zaljeva, na mekom dnu, zastupljena je Biocenoza obalnog terigenog mulja (G.4.1.1.) i to facijes mekanih muljeva s vrstom <i>Turritella tricarinata communis</i>. Karakteristične vrste zajednice su: <i>T. communis</i> (EG II), <i>Goniada maculata</i> (EG II), <i>Sternaspis scutata</i> (EG III), <i>Maldane glebifex</i> (EG I) i <i>Labidoplax digitata</i> (EG I). U Limskom kanalu je razvijena posebna varijanta spomenutog facijesa jer fini mulj ovog područja sadrži nešto više detritičnih elemenata u odnosu na obični facijes. Stoga postoje određene razlike u faunističkom sastavu, pa je u Limskom zaljevu učestalija pojava nepravilnog ježinca <i>Schizaster canaliferus</i>, te brojnih školjkaša.</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	LK9 (13°40,500' E 45°07,900' N)	M-AMBI/EQR: vrlo dobar
	<p>Vrlo osjetljive vrste G I > 50 %. U sastavu faune bentoskih beskralješnjaka s više od 20% udjela u ukupnoj brojnosti dominira <i>Upogebia tipica</i> (EG I). Vrste s pojedinačnom brojnošću ≥ 2 %: <i>Dentalium dentalis</i> (EG I), <i>Gouretia minor</i> (EG ?), <i>Lunatia alderi</i> (EG II), <i>Sternaspis scutata</i> (EG III), <i>Processa noveli</i> (EG I), <i>Corbula gibba</i> (EG V), <i>Tellina pulchella</i> (EG I) i <i>Amphiura filiformis</i> (EG II).</p> <p>U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, uglavnom je zastupljena biocenoza obalnih terigenih muljeva (G.4.1.1.).</p>	

Tip vode	O412	S >35, z<40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino plitko more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Rovinjsko područje (RO 2, RO3*, RO4, RO6, RO7, RO8)	
Opće značajke	M-AMBI = 0,80-0,97	
	<p>Bogatstvo vrsta 21-30. Shannon-Wienerov indeks diverziteta 3,35-4,02. Vrijednost AMBI indeksa 0,65-0,79. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: prirodno/čisto (RO 2, RO3, RO4, RO7) i blago onečišćeno (RO6, RO8). Na čistim postajama udio osjetljivih vrsta > 50%, a udio oportunisti;kih vrsta < 10 %. Na blago onečišćenim postajama prevladavaju vrlo osjetljive vrste koje s skupa s tolerantnim vrstama sačinjavaju oko 50%, a udio oportunističke vrste je iznosio 15 % (RO 6) ili čak 49% (na postaji RO 8, s visokim udjelom vrste <i>Corbula gibba</i>). Općenito, prevladavaju vrlo osjetljive i indiferentne vrste: <i>Tellina pulchella</i> (EG I), <i>Amphictene auricoma</i> (EG I), <i>Pista cristata</i> (EG I), <i>Eunice vitata</i> (EG II), te <i>Loripes lacteus</i> (EG I), <i>Lumbrineris latreilli</i> (EG II), ali su mjestimično relativno brojne neke tolerantne <i>Notomastus latericeus</i> (EG III) i/ili oportunističke vrste napr. <i>Neanthes caudata</i> (EG IV), <i>Scolelepis fuliginosa</i> (EG V).</p> <p>Na pjeskovitim dnima rovinjskog akvatorija sastav faune beskralješnjaka u većini uzoraka je ukazivao na zajednice prijelaznog tipa (mješovite zajednice). Jasno su se mogle razlikovati tri bentoske zajednice: Biocenoza ujednačenih pijesaka (G.3.2.2.) s morskom cvjetnicom <i>Cymodocea nodosa</i>, Biocenoza zamuljenih detritusnih dna (G.4.2.1.) i Biocenoza obalnih detritusnih dna (G.4.2.2.), a lokalno i manje površine s elementima Biocenoze krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja (G.3.3.2.).</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	R03 (13°38,030' E 45°05,094' N)	M-AMBI/EQR: dobar
	<p>Vrlo osjetljive vrste EG I > 80 %. U sastavu faune bentoskih beskralješnjaka kodominantne vrste <i>Amphictene auricoma</i> (EG I), <i>Notomastus latericeus</i> (EG III) i <i>Tellina pulchella</i> (EG I) s pojedinačnim udjelom 14-16% i kumulativnim udjelom od 48%. Razmjerno brojne vrste s pojedinačnim udjelom ≥ 2 %: <i>Lumbrineris latreilli</i> (EG II), <i>Pista cristata</i> (EG I), <i>Hyalinoecya grubei</i> (EG II), <i>Nucula turgida</i> (EG I), <i>Euclymene sp.</i> (EG ?), <i>Sternaspis scutata</i> (EG III), <i>Terebellides stroemi</i> (EG II), <i>Monia patelliformis</i> (EG I), <i>Aonides oxycephala</i> (EG III), <i>Glycera rouxii</i> (EG II).</p> <p>Pomatoceros triqueter, U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, uglavnom su zastupljene slijedeće zajednice: Biocenoza sitnih površinskih pijesaka (G.3.2.1.), Biocenoza ujednačenih pijesaka (G.3.2.2.), Biocenoza zamuljenih pijesaka zaštićenih obala (G.3.2.3.), Biocenoza krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem valova (G.3.3.1.), Biocenoza krupnijih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridnenih struja (G.3.3.2.), Biocenoza naselja vrste <i>Posidonia oceanica</i> (G.3.5.1., rijetko zastupljena u sjevernom Jadranu), Biocenoza zamuljenih detritusnih dna (G.4.2.1.) te Biocenoza obalnih detritusnih dna (G.4.2.2.).</p>	

Tip vode	O423	S >35, z>40 m, sitnozrnati sediment
Opis	Euhalino more sitnozrnatog sedimenta	
Područje	Hrvatsko primorje (R10, VV3*, VV13); Raški zaljev (330)	
Opće značajke	M-AMBI = 0,72-0,92	
	<p>Bogatstvo vrsta 19-29. Shannon-Wienerov indeks diverziteta 3,63-4,21. Vrijednost AMBI indeksa 0,72-0,92. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: prirodno /čisto (330, VV3) i blago onečišćeno (R 10, VV 13, VV 26). U fauni bentoskih beskralješnjaka prevladavaju vrlo osjetljive (330, VV 3, VV 26) i indiferentne vrste (VV 13, RI 10) koje zajedno čine 63-86 % faune bentoskih beskralješnjaka. Oportunističke vrste ≤ 5%. Vrste s kumulativnom brojnošću > 50 % i pojedinačnom brojnošću > 10 %: <i>Aspidosiphon kowalevskii</i> (EG I), <i>Callinasa subterranea</i> (EG III), <i>Labidoplax digitata</i> (EG I), <i>Marphysa kinbergi</i> (EG II), <i>Melinna palmata</i> (EG III), <i>Nephtys hystrics</i> (EG II), <i>Turitella communis</i> (EG II) te Amphipoda indet.</p> <p>Na istraživanom području koje pokriva dublja muljevita dna Hrvatskog primorja razvijena je Biocenoza obalnih terigenih muljeva (G.4.1.1.).</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	VV3 (14°48,000' E 45°06,000' N)	M-AMBI/EQR: vrlo dobar
	<p>Vrlo osjetljive vrste EG I > 40 %. EG II i EG II > 80 %. Nema oportunističkih vrsta. Vrste s dominantnošću ≥ 10 %: <i>Aspidosiphon kowalevskii</i> (EG I), <i>Nephtys hystrics</i> (EG II) i <i>Turitella communis</i> (EG II). Razmjerno brojne vrste s pojedinačnim udjelom ≥ 2 %: <i>Marphysa kinbergi</i> (EG II), <i>Melinna palmata</i> (EG III), <i>Sternaspis scutata</i> (EG III), <i>Apeudes acutifrons</i> (EG III), <i>Leanira yhleni</i> (EG I), <i>Callinasa subterranea</i> (EG III), <i>Labidoplax digitata</i> (EG I).</p> <p>U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, prisutne su: Biocenoza obalnih terigenih muljeva (G.4.1.1.) i Biocenoza muljevitih dna otvorenog Jadrana i kanala sjevernog Jadrana (G.4.1.2.)</p>	

Tip vode	O422	S >35, z>40 m, krupnozrnati sediment
Opis	Euhalino more krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Hrvatsko primorje (VV22)	
Opće značajke	M-AMBI = -0,97	
	<p>Postoje podaci samo za jednu postaju koja odgovara ovom tipu voda. Fauna bentoskih beskralješnjaka je bogata i raznovrsna: S=45, H'=5,13: Vrijednost AMBI indeksa 1,59. Klasifikacija onečišćenja na temelju BI i AMBI indeksa: blago onečišćeno. U fauni bentoskih beskralješnjaka prevladavaju <i>Notomastus lactriceus</i> (13 %; EG III) i <i>Callinasa subterranea</i> (7%, EG III) a preko 25 % vrsta se odlikuje pojedinačnom dominantnošću > 2%: <i>Ammotrypane aulogaster</i> (EG I), <i>Amphiura filiformis</i> (EG II), <i>Brissopsis lyrifera</i> (EG I), <i>Upogebia deltaura</i> (EG I), <i>Calocaris macandreae</i> (EG II), <i>Melinna palmata</i> (EG III), <i>Nothria lepta</i> (EG I), <i>Ophiodromus flexuosus</i> (EG II), <i>Scalibregma inflatum</i> (EG III), <i>Golfingia vulgaris</i> (EG I), <i>Pectinaria belgica</i> (EG I) i <i>Nephtys</i> sp. (EG II).</p> <p>Glavna odlika zajednice na ovoj postaji je njena heterogenost (elementi biocenoza: fotofilnih alga – 7%, biocenoze s vrstom <i>Posidonia oceanica</i> – 20%, obalnih terigenih muljeva – 33%, batijalnih muljeva - 40%) i vrlo visok diverzitet (69% vrsta bilo je zastupljeno samo s jednim primjerkom). Pretpostavlja se da je nalaz vrsta <i>Upogebia deltaura</i> (EG I) i <i>Crisia eburnea</i> (EG ?) karakterističnih za prve dvije zajednice slučajaj, te da ukazuje na postojanje zajednica fotofilnih alga i morskih cvjetnica na razmjerno bliskom području.</p> <p>U ovom tipu voda, u neporemećenim uvjetima, uglavnom su zastupljene slijedeće zajednice: biocenoza zamuljenih detritusnih dna (G.4.2.1.), biocenoza obalnih detritusnih dna (G.4.2.2.), biocenoza detritusnog dna na rubu kontinentske podine (G.4.2.3.), biocenoza krupnih pijesaka i sitnih šljunaka pod utjecajem pridonih struja (G.4.2.4.) i biocenoza detritusnih dna otvorenog Jadrana (G.4.2.5.).</p>	
Tip specifični referentni uvjeti	VV22 (14°42,000' E 44°32,000' N)	M-AMBI/EQR: vrlo dobar
	<p>Vrlo osjetljive vrste EG I > 36 %. EG II i EG II > 60 %. Vrste s dominantnošću ≥ 10 %: <i>Aspidosiphon kowalevskii</i> (EG I), <i>Nephtys hystrics</i> (EG II) i <i>Turitella communis</i> (EG II).</p> <p>Razmjerno brojne vrste s pojedinačnim udjelom ≥ 2 %: <i>Callinasa subterranea</i> (EG III), <i>Calocaris macandreae</i> (EG II), <i>Brissopsis lyrifera</i> (EG III), <i>Melinna palmata</i> (EG III), <i>Nemertesia</i> sp. (EG ?), <i>Nephtys hystrics</i> (EG II), <i>Lumbrineris impatiens</i>, <i>Aricia grubei</i> (EG I), <i>Nothria lepta</i> (EG I), <i>Notomastes latericeus</i> (EG III).</p>	

Stranica namjerno ostavljena prazna.

4.2.4. Referentni uvjeti na temelju ihtiofaune

Određivanje je tip-specifičnih referentnih uvjeta za sve tipove prijelaznih i priobalnih voda rijeke Mirne i zapadne obale Istre, te Kvarnera i Kvarnerića s obzirom na sastav ribljih zajednica vrlo teško. Ribe, kao slobodni, migrirajući organizmi loši su indikatori lokalnih antropogenih utjecaja. Naime, za očekivati je da će s povećanjem antropogenog utjecaja u smislu povećane eutrofikacije doći do povećavanja broja vrsta riba na navedenom području bez značajno dominantnih porodica i vrsta (uglavnom kvalitativne promjene), dok će se smanjenjem tog utjecaja smanjiti broj vrsta, s tim da će neke vrste, najčešće one niskog trofičkog statusa, postati brojčano dominantne (1-2 vrste čine i >80% zajednice). Promjenom produktivnosti prijelaznih i priobalnih voda rijeke Mirne i zapadne obale Istre, te Kvarnera i Kvarnerića svakako će doći do poremećaja u trofičkom sastavu ribljih zajednica pojedinog tipa (hranidbeni lanac postaje vrlo jednostavan, i u njemu najčešće nedostaju srednje karike).

Iz svega navedenog, izrada prijedloga granica klasa za vrlo dobro, dobro i umjereno dobro ekološko stanje prijelaznih i obalnih voda Istre s obzirom na sastav ribljih zajednica moglo bi biti sljedeće:

EFI	Ekološko stanje
4-5	vrlo dobro
3-4	dobro
1-3	umjereno dobro

EFI ocjene <3 upućuju na slabo produktivna područja u kojem obitavaju riblje vrste uske ekološke valencije.

Prijelazne vode

Tip vode	P3_2	S = 5- 30, krupnozrnati sediment
Opis	Polihalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	
Područje	Ušće rijeke Mirne	
Tip specifični referentni uvjeti	Postaja - ušće Mirne (13°35,877' E 45°18,962' N) EFI ocjena 1. Indeks obilja od 0,18 do 1,27. Ukupni je broj morskih ribljih vrsta u zajednici ≥ 6. Rodovi <i>Solea</i> sp., <i>Spicara</i> sp. <i>Sparidae</i> sp. (<i>Sparus aurata</i> , <i>Sarpa salpa</i> , <i>Diplodus</i> sp.) te <i>Moronidae</i> sp. ili nisu zastupljeni ili su zastupljeni vrlo rijetko. Cipli (<i>Mugilidae</i>) – <i>Liza aurata</i> , glavoči (<i>Gobiidae</i>) i gavun, <i>Atherina boyeri</i> čine glavninu morskih riba u ovim zajednicama. Omnivornih riba ima iznad 80%, dok su piscivorne ribe rijetke. Ima ≤ 1 tolerantne vrste. Estuarijskih rezidentnih vrsta ima manje od 5%. Diadromnih vrsta ima ili manje od 5% ili iznad 80%, dok je morskih nedoraslih migrirajućih vrsta ili manje od 10% ili iznad 90%. Indikatorskih vrsta, kao i novih ili unesenih vrsta ima manje od 7.	

Stranica namjerno ostavljena prazna.

5.0. Interkalibracijski registar (mreža) za prijelazne i priobalne vode na Vodnom području primorsko-istarskih slivova

Definiranje interkalibracijske mreže važan je korak u implementaciji ODV-a. Interkalibracija je predviđena u Dodatku V. 1.4.1. ODV-a. Njena vrha je da osigura usporedivu procjenu ekološkog stanja i harmonizira kriterije za kakvoću okoliša među državama članicama.



U **Tablici 5.1.** predložena su mjesta za interkalibraciju po tipovima prijelaznih i priobalnih voda i za pojedine biološke elemente kakvoće.

Tablica 5.1. Mjesta za interkalibraciju po tipovima prijelaznih i priobalnih voda.

TIP VODE	MED-TIP	STATION	POSTAJA	POLOŽAJ	BIOŠKI ELEMENT KAKVOĆE*	EKOLOŠKO STANJE
Prijelazne vode						
P3_2	TW-M5	TW-HRN1	TRB02	13° 35,877' E 45° 18,962' N	F-K, Fito, MZB, I	vrlo dobro
P3_3	TW-M5	TW-HRN2	TRB05	13° 35,904' E 45° 19,095' N	F-K, Fito, MZB, I	vrlo dobro
Priobalne vode						
O412	CW-M1	CW-HRN1	RV001	13° 36,475' E 45° 04,737' N	F-K, Fito	vrlo dobro
		CW-HRN2	RO3	13° 38,030' E 45° 05,094' N	MZB	dobro
		CW-HRN3	Rt Gustinja	13° 41,620' E 45° 01,280' N	MFB	vrlo dobro
O413	CW-M1	CW-HRN1	RV001	13° 36,475' E 45° 04,737' N	F-K, Fito	vrlo dobro
		CW-HRN4	LK9	13° 40,500' E 45° 07,900' N	MZB	vrlo dobro
O422	CW-M2	CW-HRN5	VV034	14° 09,475' E 44° 47,568' N	F-K, Fito	vrlo dobro
		CW-HRN6	VV22	14° 42,000' E 44° 32,000' N	MZB	vrlo dobro
O423	CW-M2	CW-HRN7	RI019	14° 25,410' E 45° 15,033' N	F-K, Fito	vrlo dobro
		CW-HRN8	VV3	14° 48,000' E 45° 06,000' N	MZB	vrlo dobro

* F_K – fizičko-kemijski parametri; Fito – fitoplankton; MFB – makrofitobentos; MZB – makrozoobentos; I - ihtiofauna

Stranica namjerno ostavljena prazna

6.0 Nedostaci određivanja tipova voda i referentnih uvjeta – što nam je činiti?

S ciljem izrade konačnog određivanja tipova prijelaznih i priobalnih voda u Republici Hrvatskoj, a zbog nedovoljnog broja relevantnih podataka, potrebno je provesti dodatna istraživanja u priobalju istočne obale Jadrana. Projekt konačnog određivanja tipova voda proveo bi se u nekoliko faza a trebao bi se provesti do idućeg termina kada treba revidirati tipove voda (6 godina prema ODV-a):



- 1a) Prikupljanje podataka za vodeni stupac: Na prostorno dobro pokrivenoj mreži postaja u vremenski definiranim terminima (različitim sezonama i sinoptičkim situacijama) potrebno je mjeriti one parametre čija je prostorno-vremenska raspodjela nedovoljno poznata za potpunu tipizaciju priobalnih voda hrvatskog Jadrana; istovremeno sa prikupljanjem podataka trebalo se započeti i sa modeliranjem, prvenstveno malih i jako promjenjivih, ekosustava gdje bi sustav mjerenja bio preskup.
- 1b) Prikupljanje podataka za sediment i bentos: Profiliranje riječnog i morskog dna „side scan sonarom“ po područjima; kartiranje bentoskih (makrofito i makrozo) zajednica;
- 1c) Istraživanje ihtiofaune i makrofitobentosa prijelaznih voda;
- 2) Obrada podataka upotrebom odgovarajućih statističkih metoda koje mogu na objektivan način klasificirati područja (npr. faktorske analize). U okviru obrade podataka definirao bi se set nacionalnih ekoloških indeksa uvažavajući promjenjivost već poznatih indeksa (UNTRIX, EEI, M-AMBI, EFI) što bi omogućilo definiranje ekološkog statusa pojedine vodne cjeline;
- 3) GIS kontrola i prikazi konačnih tipova prijelaznih i priobalnih voda zasnovani na zadovoljavajućem polju fizikalno-kemijskih i bioloških podataka definiranih znanstveno prihvatljivim metodama.

7.0. Literatura

Radi lakšeg snalaženja literatura je podijeljena na skupine vezane uz pojedini biološki element kakvoće. Najprije su citirani opći literaturni citati.



Anonymous. 2003a. Transitional and Coastal Waters - Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No. 5, 121 str.

Anonymous. 2003b. Towards a Guidance on Establishment of the Intercalibration Network and the Process of the Intercalibration Exercise. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No 6, 47 str.

Anonymous. 2003c. Identification of Water Bodies. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No. 2, str.

Anonymous. 2005. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive Guidance Document No. 13, 26 str..

Anonymous. 2007. Mediterranean GIG, WFD intercalibration technical report, Part 3 – Coastal and Transitional Waters, Section 3 – Phytoplankton (radni document).

Casazza, G., Lopez y Royo, C., Spada, E., Silvestri C., 2005. Science and policy integration: ecological classification of Mediterranean coastal waters. In Proceedings of the 7th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 05. Ed. E. Ozhan., str.

CIM, 1989. Preliminarna ekološka istraživanja u akvatoriju lagune ušća rijeke Mirne za potrebe idejnog projekta uzgoja ribe. Institut „R. Bošković“, Centar za istraživanje mora, 55+35 str.

Folk, R.L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. Journal of Geology 62, 344-359.

Irvine, K. 2004. Classifying ecological status under the European Water Framework Directive: the need for monitoring to account for natural variability. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 14, 107-112.

Juračić, M., Benac, Č., Crmarić, R. 1999. Seabed and Surface Sediment Map of the Kvarner Region, Adriatic Sea, Croatia (Lithological Map, 1:500 000). Geologia Croatica 52/2, 131-140.

Juračić, M., Sondi, I., Rubinić, J., Pravdić, V., 1995. Sedimentacija u neravnoteženom estuariju pod utjecajem rijeke: krški estuarij Raše (Hrvatska) Zbornik radova 1. hrvatskog geološkog kongresa / Vlahović, I. ; Velić, I. ; Šparica, M. (ur.). Zagreb : Institut za geološka istraživanja, 265-268

ODV-a. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Off J Eur Communities 43, 1-72.

7.1. Fitoplankton

Bricker, S.B., C.G. Clement, D.E. Pirhalla, S.P. Orlando, and D.R.G. Farrow. 1999. National Estuarine Eutrophication Assessment: Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries. NOAA, National Ocean Service, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science. Silver Spring, MD, 71 str.

Gilmartin, M., Degobbis, D., Revelante, N., Smoldaka, N. 1990. The mechanism controlling plant nutrient concentrations in the northern Adriatic Sea. Int. Rev. Gesam. Hydrobiol. 75, 425-445.

Giovanardi, F., Volleinweider, R.A., 2004. Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas. Journal of Limnology 63, 199–218.

Painting, S.J., Devlin, M.J., Rogers, S.I., Mills, D.K., Parker, E.R., Rees, H.L., 2005. Assessing the suitability of

OSPAR EcoQOs for eutrophication vs. ICES criteria for England and Wales. *Marine Pollution Bulletin* 50, 1569–1584.

Painting, S.J., Devlin, M.J., Malcolm, S.J., Parker, E.R., Mills, D.K., Mills, C., Tett, P., Wither, A., Burt, J., Jones, R., Winpenny, K., 2007. Assessing the impact of nutrient enrichment in estuaries: susceptibility to eutrophication. *Marine Pollution Bulletin* 55, 74–90.

Petine, M., Casentini, B., Fazi, S., Giovanardi, F., Pagnotta, R. 2007. A revisit of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water Framework Directive: Application to Italian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin* 54, 1413–1426.

Volleynweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G., Rinaldi, A., 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics* 9, 329–357.

7.2. Makrofitobetos

Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E. 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding microalgae. *Marine Pollution Bulletin* 55, 104-113.

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., de Torres, M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 172-180.

Iveša, Lj. 2005. Dinamika populacija makrofitobentosa na hridinastim dnima uz zapadnu obalu Istre. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 160+71 str.

Kleemann, K.H. 1973. Der Gesteinsabbau durch Ätzmuscheln an Kalkküsten. *Oecologia* 13, 377-395.

Krause-Jensen, D., Carstensen, J., Dahl, K. 2007. Total and opportunistic algal cover in relation to environmental variables. *Marine Pollution Bulletin* 55, 114-125.

Littler, M.M., Littler, D.S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: Field and laboratory tests of a functional form model. *Am Nat* 116, 25-44.

Littler, M.M., Littler, D.S. 1984. Relationship between macroalgal function form groups and substrata stability in a subtropical rocky-intertidal system. *J Exp Mar Biol Ecol* 74, 13-34.

Mangialajo, L., Ruggieri, N., Asnaghi, V., Chiantore, M., Povero, P., Cattaneo-Vietti, R. 2007. Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanisation and the importance of proper reference sites. *Marine Pollution Bulletin* 55, 30-41.

Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Medit Mar Sci* 2, 45-65.

Orfanidis, S., Panayotidis, P., Stamatis, N. 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators* 3, 27-33.

Panayotidis, P., Montesanto, B., Orfanidis, S. 2004. Use of low-budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *J App Phycol* 16, 49-59.

Scanlan, C.M., Foden, J., Wells, E., Best, M.A. 2007. The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 162-171.

Wells, E. 2002. Seaweeds species biodiversity on rocky intertidal seashores in the British Isles. Ph.D. thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh,

Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P., Scanlan, C. 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 151-161.

Wilkinson, M., Wood, P., Wells, E., Scanlan, C. 2007. Using attached macroalgae to assess ecological status of British estuaries for the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 136-150.

7.3. Macrobentos

- Bettencourt, A.M., Bricker, S.B., Ferreira, J.G., Franco, A., Marques, J.C., Melo, J.J., Nobre, A., Ramos, L., Reis, C.S., Salas, F., Silva, M.C., Simas, T., Wolff, W.J. 2003. Development of guidelines for the application of the European Union Water Framework Directive. Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters. INAG & IMAR, Lisabon, 98 str.
- Borja, A., Franco, J., Péres, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40 (12), 1100-1114.
- Borja, A., Muxika, I., Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 835-845.
- Borja, A., Valencia V., Franco, J., Muxika, I., Bald, J., Belzunce, M.J., Solaun, O. 2004. The water framework directive: water alone, or in association with sediment and biota, in determining quality standards? *Marine Pollution Bulletin*, 49, 8-11.
- Borja, A., Franco, J., Valencia V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M.J., Solaun, O. 2004. Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 209-218.
- Borja, A., Franco, J., Muxika, I. 2004. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 405-408.
- Borja, A., Muxika, I. 2005. Guidelines for the use of AMBI AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 787-789.
- Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E.M., Uriarte A. Valencia, V. 2006. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf science*, 66, 84-96.
- Borja, A., Josefson, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B. 2007. An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic region, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 42-52.
- CIM, 1989. Preliminarna ekološka istraživanja u akvatoriju lagune ušća rijeke Mirne za potrebe idejnog projekta uzgoja ribe. Institut „R. Bošković“, Centar za istraživanje mora, 55+35 str.
- Grall, J., Glémarec, M., 1977. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbation in the bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44, 43-53.
- Hily, C., Le Bris, H., Glémarec, M., 1986. Impact biologiques des émissaires urbains sur le écosystèmes benthiques. *Oceanis*, 12, 419-426.
- Majeed, S. A., 1987. Organic matter and biotic indices of the beaches on the north Brittany. *Marine Pollution Bulletin*, 18 (9), 490 - 495.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J, Rygg, B., Skei, J.M., Sørensen, J., 1997. Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. *Veiledning 97: 03*. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo 35 str.
- Muxika, I., Borja, Á., Franco, J., 2003. The use of a Biotic Index (AMBI), to identify spatial and temporal impact gradients on benthic communities in an estuarine area. *ICES CM 2003/ Session J-01*.
- Muxika, I., Borja, Á., Bonne, J., 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coast. *Ecological Indicators*, 5, 19-31.
- Muxika, I., Ibaibarriaga, L. Saiz J.I., Borja, Á., 2007. Minimal sampling requirements for a precise assessment of soft bottom macrobenthic communities, using AMBI. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349, 323-333.
- Muxika, I., Borja, Á., Bald, J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 16-29.
- Ponti, M. Abbiati, M., 2004. Quality assesment of transitional eaters using a benthic biotic index: the case study

- of the Pialassa Baiona (northern Adriatic Sea). *Aquatic conservation: marine and Freshwater ecosystems*, 14, 31-41.
- Salas, F., Neto, J.M., Borja, A., Marques, J.C., 2004. Evaluation of applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondengo estuary (Portugal). *Ecological indicators*, 4, 215-225.
- Simboura, N., Zenetos, A., 2000. Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Mediterranean Marine Science*, 3/2, 77-111.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana University press, Illinois, 117 str.
- Vidaković, J., 1982. Kvantitativna istraživanja meiofaune sedimentata morskog dna na području Rovinja s kratkom osvrtom na makrofaunu. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, 99 str.
- Zavodnik, D., 1979. Cruises of the Research Vessel „Vila Velebita“ in the Kvarner Region of the Adriatic Sea. XXI Benthic investigations. *Thalassia Jugoslavica*, 15, 313-350.
- Zavodnik, D., Vidaković, J., Amoureux, L., 1985. Contribution to sediment macrofauna in the area of Rovinj North Adriatic Sea). *Cahiers de Biologie Marine*, XXVI, 432-444.
- Zavodnik, D., Zavodnik, N., Igić, Lj., 1987. Bentos Bakarskog zaljeva i problemi zagađivanja. *Pomorski zbornik*, 16, 419-435.
- Zavodnik, D., Zavodnik, N., 1986. Biološka valorizacija zaljeva Raša. III. Bentos. *Pomorski zbornik*, 24, 535-554.
- Zavodnik, D., Vidaković, J., 1987. Report on bottom fauna in two northern Adriatic areas presumed to be influenced by inputs. *FAO Fish. Rep./ FAO Rapp. Pêches*, 352, 263-279.

7.4. Ihtiofauna

- Cetinić, P., Dulčić, J., Jardas, I., Jukić-Peladić, S., Kraljević, M., Krstulović-Šifner, S., Pallaoro, A., Soldo, A., Tonković, M., Vrgoč, N. 1999. Istraživanje kompetitivnih odnosa između ribolova pridnenom povlačnom mrežom kočom), vršama za lov škampa i jednostrukih mreža stajačica za lov oslića u Velebitskom kanalu, s posebnim osvrtom na populaciju škampa i oslića. *Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split*, 53 str.
- Cetinić, P., Dulčić, J., Jardas, I., Kraljević, M., Pallaoro, A., Soldo, A., Matić-Skoko, S. 2004. Ocjena stanja biozaliha bentoskih naselja ribolovnog područja sjevernog dijela zapadne obale Istre. *Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split*, 143 str.
- Cetinić, P., Pallaoro, A., Homen, Z. 1989. Ribolov na otoku Krku s posebnim osvrtom na mogućnost ulova ludrom. *Morsko ribarstvo*, 41 (4), 109-119.
- Clarke K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. Plymouth: PRIMER-E Ltd .
- Kovačić, M. 2002. A visual census of the coastal fish assemblage at Kostrena Bay the Kvarner area, Croatia). *Annales*, 12 (1), 1-9.
- Pallaoro, A., Cetinić, P. 1993. Ribolov tramatom na području zapadne obale Istre. *Morsko ribarstvo*, 45 (1), 1-11.